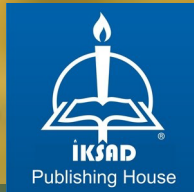


AYÇİÇEĞİ HARMAN MAKİNALARI VE AYÇİÇEĞİNİN BİÇERDÖVERLE HASAT-HARMANI

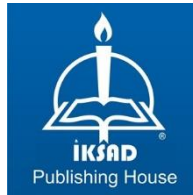
Prof. Dr. İlknur DURSUN



AYÇİÇEĞİ HARMAN MAKİNALARI VE AYÇİÇEĞİNİN BİÇERDÖVERLE HASAT-HARMANI

Prof. Dr. İlknur DURSUN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10999200>



¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye, dursun@agri.ankara.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-1957-718X

Copyright © 2024 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,
distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or
mechanical methods, without the prior written permission of the publisher,
except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic
Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2024©

ISBN: 978-625-367-694-0
Cover Design: İbrahim KAYA
April / 2024
Ankara / Turkey
Size = 16x24 cm

ÖNSÖZ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), yağlı tohumlara sahip olan önemli endüstri bitkilerinden birisidir. Yağlık ve çerezlik olmak üzere başlıca 2 çeşidi vardır. Yağlık tohumlarından yemeklik sıvı yağ ve margarin elde edilir. Çerezlik tohumları, insan beslenmesinde kuru yemiş olarak tüketilir. Bitki yüzey artıklarından toprağın organik madde içeriğinin artırılması, nem kaybının ve erozyonun önlenmesi amacıyla yararlanılır. Küspesi, hayvan yemi olarak kullanılır. Ayçiçeğinden ayrıca motor yağı, hidrolik yağ, biyoyakıt, ilaç, boya, sabun gibi ürünlerin imalatında ham madde olarak yararlanılır.

Ayçiçeği tarımındaki başlıca aşamalar; toprak işleme, gübreleme, ekim, çapalama, bitki koruma, sulama, hasat ve harmandır. Ayçiçeği harmanında, esas olarak tohumların tablalardan ayrılmaları amaçlanır. Bu amaçla tablaların birbirlerine ya da taşlara sürtülmeleri, sopalarla dövülmeleri gibi geleneksel yöntemlerden, basit harman aletlerinden, pedallı ayçiçeği harman makinalarından, teğetsel ve aksel akışlı ayçiçeği harman makinalarından, diğer ürünlerin harmanında kullanılan harman makinalarından ve biçerdöverlerden yararlanılır.

Geleneksel olarak elle ve basit aletlerle ayçiçeğinin harman edilmesinde harmanlama kapasitesi düşük, zaman kaybı yüksek ve işlem insan açısından oldukça yorucudur. Bu yöntem, özellikle küçük işletmeler ile harman makinasından yararlanmanın mümkün olmadığı yerlere uygundur.

Ayçiçeği harman makinalarının sabit ve traktöre bağlanarak çekilen tipleri bulunur. Traktörle çekilen ayçiçeği harman makinalarının tarlada ilerlemeleri sırasında daha önceden hasat edilen ayçiçeği tablaları, harman düzenine beslenirler. Ayçiçeği harman makinaların harmanlama kapasiteleri yüksektir. Zamandan tutum sağlarlar.

Ayçiçeğinin biçerdöverle hasat-harmanında ön kısmına ayçiçeği hasat başlığı takılmış olan tüm tahıl biçerdöverleri kullanılabilir. Ancak biçerdöverin ilerleme hızı, batör dönü sayısı, batör-kontrbatör arası aralık miktarı, fan hava hızı ayçiçeğine göre ayarlanmalıdır. Genel olarak çerezlik ayçiçeği harmanında ayçiçeği harman makinalarından, yağlık ayçiçeği hasat-harmanında ise biçerdöverlerden yararlanılır.

Bu kitap; giriş, ayçiçeğinin geleneksel harmanı ve basit aletler, pedallı ayçiçeği harman makinaları, teğetsel akışlı ayçiçeği harman makinaları, aksel

akışlı ayçiçeği harman makinaları, diğer ürünler için tasarlanan ancak ayçiçeği harmanında da kullanılan ayçiçeği harman makinaları ve ayçiçeği hasat-harmanında kullanılan biçerdöverler olmak üzere başlıca 7 bölümden oluşmuştur. Kitapta ayçiçeği harman makinalarının tipleri, parçaları, teknik özellikleri, çalışma ilkeleri, harmanlama etkinlikleri, harmanlama kapasiteleri ve güç ihtiyaçları hakkında ayrıntılı açıklamalar yapılmıştır. Ayrıca ayçiçeğinin biçerdöverle hasat-harmanı konusuna ilişkin bilgiler de verilmiştir.

Eserin, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü lisans ve lisansüstü öğrencilerine, araştırmacılara, imalatçı ve üreticilerle konuyla ilgilenen tüm kişilere yararlı olmasını dilerim.

Ankara-2024

Prof. Dr. İlknur DURSUN¹

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye, Orcid: ID: 0000-0002-1957-718X, dursun@agri.ankara.edu.tr

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1. 1. Ayçiçeği Bitkisi ve Önemi	1
1. 2. Ayçiçeği Hasat-Harman Mekanizasyonu.....	4
2. GELENEKSEL AYÇİÇEĞİ HARMANI VE BASİT HARMAN ALETLERİ	13
3. PEDALLI AYÇİÇEĞİ HARMAN MAKİNALARI	18
3. 1. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinası	18
3. 2. Taraklı Diskli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinası	22
4. TEĞETSEL AKIŞLI AYÇİÇEĞİ HARMAN MAKİNALARI	24
4. 1. Düz Yüzeyle Batör ve Çivili Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası.....	24
4. 2. Sarmal Pervazlı Batör ve Eksenel Pervazlı Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası	27
4. 3. Eksenel Pervazlı Batör-Kontrbatörlü ve Izgaralı Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası	28
4. 4. Parmaklı Batör ve Düz Yüzeyle Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası	31
4. 5. Kauçuk Dişli Batörlü ve Izgara Tipi Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası	33
4. 6. Baskı Silindirli ve Yatay Izgaralı Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası.....	35
5. EKSENEL AKIŞLI AYÇİÇEĞİ HARMAN MAKİNALARI	39
5. 1. Tarak Dişli Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinaları.....	39
5. 2. Pervazlı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinaları.....	44
5. 2. 1. Pervazlı batör-elips delikli tamburlu eksenel akışlı ayçiçeği harman makinası	45
5. 2. 2. Tarak dişli batörlü harman makinasından geliştirilen pervazlı batör-elips delikli kontrbatörlü eksenel akışlı ayçiçeği harman makinası	47

5. 2. 3. Pervazlı batör-yarı silindirik ızgaralı tamburlu eksenel akışlı ayçiçeği harman makinası	50
5. 2. 4. Çivi dişli pervazlı batör-ızgaralı kontrbatörlü eksenel akışlı ayçiçeği harman makinası	51
5. 2. 5. Pervazlı batör-gravürlü yarı silindirik tamburlu eksenel akışlı ayçiçeği harman makinası	54
5. 3. Helezon Konveyörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinaları.....	58
5. 4. Kombine Tip Sarmal ve Dişli Pervazlı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası	61
5. 5. Sarmal Parmaklı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası ...	63
5. 6. Esnek Bıçaklı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası	66
5. 7. Konik Tamburlu Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası.....	68
6. AYÇİÇEĞİ HARMANINDA DA KULLANILAN DİĞER HARMAN MAKİNALARI.....	73
6. 1. Eksenel ve Teğetsel Akışlı Harmanlama Yapabilen Sap Döver Harman Makinası.....	73
6. 2. Üç Batörlü Nohut Harman Makinası	77
6. 3. Mısır Taneleme Makinası	78
6.4. Kauçuk Batör-Sonsuz Bantlı Ayçiçeği ve Keten Harman Makinası	85
7. AYÇİÇEĞİNİN BİÇERDÖVERLE HASAT-HARMANI.....	88
7. 1. Biçerdöverle Ayçiçeği Hasat-Harman Yöntemleri.....	88
7. 1. 1. Özel ayçiçeği hasat başlığı takılmış biçerdöverlerle ayçiçeğinin hasat-harman edilmesi	88
7. 1. 2. Mısır hasat başlığı takılmış biçerdöverlerle ayçiçeğinin hasat-harman edilmesi	98
7. 1. 3. Soya fasulyesi hasat başlığı takılmış biçerdöverlerle ayçiçeğinin hasat-harman edilmesi	98
7. 2. Ayçiçeği Hasat-Harmanında Biçerdöver Ayarları.....	99
7. 2. 1. İlerleme hızı ayarı.....	99
7. 2. 2. Batör dönü sayısı ayarı	100
7. 2. 3. Batör-kontrbatör arası aralık miktarı ayarı.....	101
7. 2. 4. Fan hava hızı ve elek ayarları	102
7. 3. Ayçiçeği Hasat-Harmanında Tane Kayıpları	103
KAYNAKÇA.....	105

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Ayçiçeği Bitkisi.....	1
Şekil 1. 2. Yağlık ve Çerezlik Ayçiçeği Tohumları.....	1
Şekil 1. 3. 2019 Yılı Ülkelere Göre Yaklaşık Ayçiçeği Tohumu Üretim Miktarları (%).....	3
Şekil 1. 4. Çerez ve Kesme Çiçek Olarak Kullanılmak Üzere Hasat Edilmiş Ayçiçekleri.....	5
Şekil 1. 5. Fizyolojik Olgunluğa Erişmiş Ayçiçeği Tablaları.....	6
Şekil 1. 6. Teğetsel ve Eksenel Harman Düzenleri.....	7
Şekil 1. 7. Çarpma Etkili Harman Düzeni ve Çalışma İlkesi.....	8
Şekil 1. 8. Ovalama Etkili Harman Düzeni ve Çalışma İlkesi.....	9
Şekil 1. 9. Tarama Etkili Harman Düzeninin Çalışma İlkesi.....	9
Şekil 1. 10. Öğütme Etkili Harman Düzeni ve Çalışma İlkesi.....	10
Şekil 2. 1. Tablaların Ağaç Dalına Asılarak Kurutulması.....	14
Şekil 2. 2. Tablanın Sopayla Dövülerek Harmanlanması.....	15
Şekil 2. 3. Tel Örgülü Harman Tezgâhı.....	16
Şekil 3. 1. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinası ve Parçaları.....	19
Şekil 3. 2. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinasıyla Çalışma.....	20
Şekil 3. 3. Taraklı Diskli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinası.....	23
Şekil 4. 1. Düz Yüzeyle Silindirik Batör ve Parmaklı Kontrbatörlü, Pedallı Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası.....	25
Şekil 4. 2. Sarmal Pervazlı Batör-Eksenel Pervazlı Kontrbatörlü Ayçiçeği Harman Makinası.....	27
Şekil 4. 3. Sarmal Pervazlı Batör-Kontrbatörlü Ayçiçeği Harman Makinasının Batörü.....	28
Şekil 4. 4. Eksenel Pervazlı Batör-Kontrbatörlü ve Izgaralı Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası.....	29
Şekil 4. 5. Parmaklı Batörlü ve Düz Yüzeyle Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası.....	31
Şekil 4. 6. Batör Parmağı ve Farklı Batör Tipleri.....	32

Şekil 4. 7. Kauçuk Dişli Batörlü ve Izgara Tipi Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Düzeni	34
Şekil 4. 8. Model 1	36
Şekil 4. 9. Model 1' in Geliştirilmiş Hâli	36
Şekil 4. 10. Ticari Model	37
Şekil 5. 1. Tarak Dişli Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası ..	40
Şekil 5. 2. Eksenel Akışlı Harman Makinasının Batör Tipleri.....	40
Şekil 5. 3. Tarak Dişli Pervazlı Açık Batörlü Eksenel Akışlı Harman Makinası.....	42
Şekil 5. 4. Tarak Dişli Pervazlı Açık Batör ve Tarak Dişli Pervazlar	42
Şekil 5. 5. Batörün Sarmal Şeridi	43
Şekil 5. 6. Farklı Pervazlı Batör Tipleri.....	45
Şekil 5. 7. Pervazlı Batörlü ve Elips Şeklinde Delikleri Bulunan Tamburlu Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinasıyla Çalışma	45
Şekil 5. 8. Elips Delikli Tamburlar.....	46
Şekil 5. 9. Tarak Dişli Batör (a) ve Pervazlı Batör (b).....	48
Şekil 5. 10. Pervazlı Batörlü ve Yarı Silindirik Izgaralı Tamburlu Hayvan Gücüyle Çalıştırılan Eksenel Akışlı Harman Makinası	50
Şekil 5. 11. a. Makinanın genel görünümü, b. Çivi dişli pervazlı batörün yapısı, c. Izgaralı kontrbatörün yapısı, d. Harman düzeninin altındaki tohum çıkış olukları	52
Şekil 5. 12. Besleme Konveyörüyle Ayçiçeği Tablalarının Batör-Kontrbatöre Beslenmesi	53
Şekil 5. 13. a. Izgara çubukları arası mesafe, b. Batör pervaz dişleri arası mesafe, c. Batör-kontrbatör arası mesafe.....	53
Şekil 5. 14. Pervazlı Batörlü ve Gravürlü Tamburlu Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası	54
Şekil 5. 15. Pervazlı Batörlü ve Gravürlü Tamburlu Eksenel Akışlı Harman Makinasının Parçaları.....	55
Şekil 5. 16. Makinanın Eksenel Akışlı Batörünün Kısımları ve Parçaları	55
Şekil 5. 17. Batör Pervazının İşleyici Yüzeyi.....	56
Şekil 5. 18. Eski (a) ve Yeni Tip (b) Gravürlü Silindirik Eleğin Şematik Görünümleri	57

Şekil 5. 19. Helezon Konveyörlü ve Ok Şeklinde Dişleri Bulunan Pervazlı Batörlü Ayçiçeği Harman Makinasının Modeli (a) ve İmal Edilen Prototipi (b)	59
Şekil 5. 20. Helezon Konveyörlü ve Ok Şeklinde Dişleri Bulunan Pervazlı Batörün Modeli (a) ve İmal Edilen Hâli (b).....	59
Şekil 5. 21. İşleyici Yüzeyinde Ok Şeklinde Dişler Bulunan Pervaz (a) ve Ok Şeklindeki Diş (b).....	60
Şekil 5. 22. Pervazlı Batörlü, Çift Etkili Ayçiçeği Harman Makinası	61
Şekil 5. 23. Sarmal Pervazlı Batörlü ve Izgara Kontrbatörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası.....	62
Şekil 5. 24. Kombine Tip Sarmal ve Dişli Pervazlı Batörlü ve Izgara Kontrbatörlü Eksenel Akışlı Harman Makinası.....	62
Şekil 5. 25. Kombine Tip Batörün Yapısı	62
Şekil 5. 26. Sarmal Parmaklı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası.....	64
Şekil 5. 27. Makinanın Batör-Kontrbatörlü Harman Düzeni	64
Şekil 5. 28. Esnek Bıçaklı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası	66
Şekil 5. 29. Esnek Bıçaklı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinasının Harman Düzeni.....	67
Şekil 5. 30. Konik Tamburlu Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinasının Şematik Görünümü ve Montaj Şeması	69
Şekil 5. 31. Farklı İç ve Dış Koni Tipleri	70
Şekil 6.1. Aspiratörlü Sap Döver Harman Makinası	74
Şekil 6. 2. Eğim Açılı Ayrılanabilir Panjurlar	75
Şekil 6. 3. Mevcut Sap Döver Harman Makinasının Harman Düzeni ile Eksenel Akışlı Harman Düzeninin Çalışma İlkeleri.....	76
Şekil 6. 4. Üç Batörlü Nohut Harman Makinası.....	77
Şekil 6. 5. Mısır Taneleme Makinası.....	79
Şekil 6. 6. Sap Döver Harman Makinası (El-Shams)	80
Şekil 6. 7. Eksenel Akışlı Mısır Taneleme Makinası.....	80
Şekil 6. 8. Eksenel Akışlı Mısır Taneleme Makinasının Önden ve Yandan Şematik Görünüşleri.....	82

Şekil 6. 9. Eksenel Akışlı Mısır Taneleme Makinasında Kullanılan Batör Tiplerinin Üstten ve Yandan Şematik Görünüşleri	83
Şekil 6. 10. Kauçuk Batörlü ve Sonsuz Bantlı Harman Düzenli Ayçiçeği ve Ketan Harman Makinasının Önden, Yandan ve Üstten Şematik Görünüşleri ve Parçaları	86
Şekil 7. 1. Standart Tahıl Biçerdöveri Tablasının Modifiye Edilmesiyle Geliştirilen Özel Ayçiçeği Hasat Başlıkları	89
Şekil 7. 2. Deflektörsüz, Parmaklı ve Küçük Dolaplı Ayçiçeği Hasat Başlığı	91
Şekil 7. 3. Deflektörlü, Parmaklı ve Çarklı Ayçiçeği Hasat Başlığı	91
Şekil 7. 4. Tabla Helezonlu, Dar Parmaklı Ayçiçeği Hasat Başlığı	92
Şekil 7. 5. Tabla Helezonlu, Parmaklı Ayçiçeği Hasat Başlığı	93
Şekil 7. 6. Tabla Helezonlu, Parmaklı Ayçiçeği Hasat Başlığıyla Tarlada Çalışma	93
Şekil 7. 7. Tamburlu, Tabla Helezonlu ve Geniş Parmaklı Ayçiçeği Hasat Başlığı	93
Şekil 7. 8. Helezonvari Dolaplı Ayçiçeği Hasat Başlığı	94
Şekil 7. 9. Helezonvari Dolaplı Ayçiçeği Hasat Başlığının Ayrıntılı Görünümü	94
Şekil 7. 10. Helezonvari Dolaplı Ayçiçeği Hasat Başlığının Çalışma İlkesi ..	95
Şekil 7. 11. Parsel Biçerdöverine Takılan Ayçiçeği Hasat Başlığı ve Kutu Tipi Ayırıcı Parmakları	96
Şekil 7. 12. Yağlık Ayçiçeği Hasat Başlığı	97
Şekil 7. 13. Sap Parçalama Düzenli Ayçiçeği Hasat Başlığı	97
Şekil 7. 14. Ayçiçeğinde de Kullanılan Mısır Hasat Başlığı	98
Şekil 7. 15. Tasarlanan Soya Fasulyesi Hasat Başlığı	99

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3. 1. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinasıyla Yapılan Denemelerin Koşulları	20
Tablo 3. 2. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinasıyla Yapılan Denemelerin Sonuçları.....	21
Tablo 3. 3. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinasının Performansı	22
Tablo 4. 1. Model 1 (M1), Model 1' in geliştirilmiş hâli (M2) ve Ticari Model' in (M3) Bazı Teknik Özellikleri.....	37
Tablo 5. 1. Ayçiçeğinin Farklı Pervazlı Batörlerle Harmanlanması Koşulunda Tek Geçişteki Harmanlama Etkinliği, Zedelenmiş Tohum Yüzdesi ve Temizleme Etkinliği.....	63
Tablo 6. 1. Ayçiçeği Harmanında Kullanılan Makinaların Bazı Teknik Özellikleri.....	80
Tablo 6. 2. Ayçiçeği Harmanında Kullanılan Mısır Taneleme Makinasının Batör, Kontrbatör ve Besleme Deposunun Bazı Teknik Özellikleri	83

1. GİRİŞ

1. 1. Ayçiçeği Bitkisi ve Önemi

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), en önemli yağ bitkilerinden birisidir. Esasen tohumlarından yağ çıkartılması başta olmak üzere çerezlik olarak da tüketilmek amacıyla yetiştirilir. Papatyagiller familyasındandır. Sarı renkli, çok iri ve gösterişli çiçekleri vardır (Şekil 1.1). Bu nedenle dekoratif amaçlı süs bitkisi ve kesme çiçek olarak da kullanılır. Günebakan, gündöndü, günçiçeği, günâşık (Türk Dil Kurumu, 2023), güneş çiçeği ve çiğdem gibi farklı şekillerde adlandırılır. Yağlık ve çerezlik tohumlular olmak üzere başlıca 2 çeşidi vardır. Yağlık tohumlar; küçük boyutlu, genellikle siyah renkli ve ince kabukludurlar. Çerezlik tohumlar ise daha iri ve uzun boyutlu, siyah beyaz renk çizgili ve kalın kabuklu olup bin tane ağırlıkları çerezlik tohumlardan daha fazladır (Şekil 1.2).



Şekil 1. 1. Ayçiçeği Bitkisi (Boeckmann, 2023)



Şekil 1. 2. Yağlık (Duncraft, 2023) ve Çerezlik Ayçiçeği Tohumları

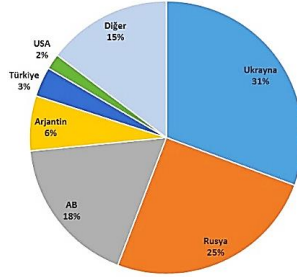
Yağlık ayçiçeği tohumlarının yağ içerikleri, diğer yağlı tohumların yağ içeriklerinden daha yüksektir (Rizvi, Amjad ve Shaheen, 1993). Çeşitlere göre değişmekle birlikte yağlık ayçiçeği tohumu, % 40-50 düzeyinde yağ içerir (Sudajan, Salokhe ve Triratanasiric, 2002; Tan, 2007). Bu nedenle ayçiçeği tohumlarından özellikle yemeklik sıvı yağ ve margarin elde edilmesinde yararlanılır. Ayçiçeğinden motor yağı, hidrolik yağ, yağlı boya, plastik, sabun,

ilaç, çeşitli kozmetikler gibi kimyasal ürünler elde edilir. Çeşitli kimyasal işlemlerden geçirilen ayçiçeği yağından termik motorlarda kullanılmak üzere biyodizel yakıtı üretilir. Ayçiçeğinden benzer şekilde biyogaz üretiminde de yararlanılır (Ali, Huang, Zong ve Abdeen, 2020).

Küçük boyutlu çerezlik ve yağlık tohumları, evcil kuşlar tarafından kuşyemi olarak tüketilir. Yağının çıkartılmasından sonra geriye kalan protein ve karbonhidrat içeriği (% 18-20) (Ali vd., 2020) yüksek olan küspesi, büyükbaş hayvanların yem rasyonlarında yer alır. Silajlık ayçiçeğinden kaba yem kaynağı olarak silaj hazırlanır. Ayçiçeği bitkisi, soya ve mısır gibi farklı bitkilerle yeşil yem olarak kullanılmak amacıyla karışık olarak ekilebilir.

Sap, tabla ve tohum kabukları, yakacak olarak kullanılabilir. Selüloz içeriği yüksek olan bitki yüzey artıklarından kâğıt endüstrisinde yararlanılır. Ayçiçeği sapsarı ve tabla atıkları, kanatlı hayvan barınaklarında ve samanlıklarda örtü ve bölme malzemesi olarak kullanılır (Gül ve Kara, 2015). Sapsarının ve tabla atıklarının yakılmasından sonra geriye kalan külü % 40 potasyum içerdiğinden külden organik gübre olarak yararlanılır (İncekara, 1973). Bitkisel atıkları, kompost yapımında değerlendirilir. Ayçiçeğinin hasat-harmanından sonra tarla yüzeyinde kalarak toprak yüzeyinde koruyucu örtü oluşturan bitki yüzey artıkları, erozyonu ve toprak nem kaybını önlerler. Ayçiçeği çapa bitkisi olduğundan ekim nöbetlerinde yer alır. Erozyonun önlenmesi, toprak verimliliğinin korunması, yabancı otların kontrol edilmesi, hastalıkların önlenmesi ve zararlılarla savaş gibi faydalar sağlar.

Ayçiçeği tarımının ilk kez nerede ve ne zaman başladığı kesin olarak bilinmemektedir. Ayçiçeğine ilk defa Kuzey Amerika ülkelerinden olan Meksika' da ve Güney Amerika ülkelerinden olan Peru' da rastlanmıştır. Gen merkezi, Kuzey Amerika' dır (Kaya, 2023a). Ayçiçeği tohumları, İspanyol kâşifler tarafından 16. yüzyılın sonlarına doğru Kuzey Amerika' dan İspanya' ya getirilerek burada süs bitkisi olarak yetiştirilmiştir (Kandel, Endres ve Buetow, 2020). Ayçiçeği tohumları, daha sonra İspanyollar tarafından Fransa ve İtalya' ya götürülmüş ve buradan tüm Avrupa ve dolayısıyla Balkan ülkelerine yayılmıştır. Ayçiçeği, ilk kez 18. yüzyılda Rusya' da yağ bitkisi olarak yetiştirilmiştir. 2019 yılında ülkelerin ayçiçeği üretim miktarlarına göre ayçiçeği yetiştiren ülkeler arasında ilk sırayı Ukrayna almaktadır. Daha sonra sırasıyla Rusya, AB ülkeleri, Arjantin, Türkiye ve USA gelmektedir (Şekil 1.3), (Kandel vd., 2020).



Şekil 1. 3. 2019 Yılı Ülkelere Göre Yaklaşık Ayçiçeği Tohumu Üretim Miktarları (%)

Günümüzde yaşanan güncel gelişmelere bağlı olarak dünya ayçiçeği üretim miktarının 2021-2022 dönemine göre 2022-2023 döneminde % 11.60 azalacağı öngörülmektedir (Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, 2022). Buna göre ayçiçeği üretim miktarı en fazla azalacak ülkeler; sırasıyla Ukrayna, Rusya ve Moldova olacaktır. Ayçiçeğinin yerini soyanın alacağı, ayçiçeği üretim miktarının kolza ve yer fıstığından daha sonra geleceği tahmin edilmektedir (Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, 2022). Dünya yağlı tohumlu bitkiler üretim miktarı yönünden ayçiçeği, daha önceden 1. sırada yer alırken günümüzde 4. sıraya inmiştir. Ülkemizde ise ayçiçeği, yağlı tohumlu bitkiler arasında hem ekim alanı hem de üretim miktarı yönünden halen ilk sırada yer almaktadır.

Ülkemizde ayçiçeğinin yetiştirilmesine Bulgaristan ve Romanya' dan göç eden vatandaşlarımızın getirdiği tohumların 20. yüzyılda Trakya' da ekilmesiyle başlanmıştır. 2022 yılı verilerine göre ülkemizdeki ayçiçeği ekim alanı toplam 9 809 742 da olup bunun 9 005 177 da' ı yağlık, 804 565 da' ı ise çerezlik ayçiçeğine aittir (Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2023). Verilerden anlaşılacağı gibi toplam ekim alanının % 91.80' i yağlık ayçiçeği tohum ekim alanından oluşmaktadır. Ülkemizde yağlı tohum ekim alanı toplamının % 84.82' si ayçiçeğine aittir. Ülkemizin yemeklik yağ ihtiyacının büyük bir kısmı yağlık ayçiçeği tohumlarından karşılanmaktadır. Ayçiçeği ekim alanını sırasıyla yerfıstığı, kolza ve soya ekim alanları izlemektedir (Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2023). Üretim miktarı yönünden de 2 550 000 t ile ayçiçeği tohumları ilk sırada yer almakta daha sonra çığıt gelmektedir. Ülkemizde yetiştirilen yağlı tohumlar arasında verim yönünden ilk sırayı 408 kg da⁻¹ ile soya ve yerfıstığı birlikte almakta olup bunu 365 kg da⁻¹ ile kolza, 288 kg da⁻¹ ile çığıt ve 261 kg da⁻¹ ile yağlık ayçiçeği tohumları izlemektedir (Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2023).

Dünyada en fazla ayçiçeği yağı üreten ilk 5 ülke sırasıyla Ukrayna, Rusya, Arjantin, Türkiye ve Fransa' dır (Atlas Big, 2021). Bitkisel yağ üretimimizin yaklaşık olarak % 50-52' si (Arıoğlu, 2016) ayçiçeği yağından karşılanmaktadır. Ülkemizde yağlık ayçiçeği üretim miktarı yönünden ilk 5 sırayı alan iller; sırasıyla Tekirdağ, Konya, Edirne, Kırklareli ve Adana' dır (Esnaf, Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2019). Yağlık ayçiçeği tohumu yoğun olarak Marmara Bölgesinde, çerezlik ayçiçeği tohumu üretimi ise Orta ve Doğu Anadolu Bölgelerinde (Kaya, 2023b) yapılmaktadır.

1. 2. Ayçiçeği Hasat-Harman Mekanizasyonu

Tek yıllık bir çapa bitkisi olan ayçiçeğinin üretimindeki başlıca aşamalar; toprak işleme, gübreleme, ekim, tekleme, çapalama, boğaz doldurma, yabancı ot, zararlı ve hastalık mücadelesi, sulama, hasat ve harmandır. Söz konusu bitkisel üretim aşamalarının bazıları birlikte veya ayrı ayrı yapılabilir. Örneğin; toprak işleme, ekim ve kimyasal gübrelemenin birlikte yapılması gibi. Ayçiçeğinin toprak işlemesiz tarım tekniğiyle yetiştirilmesinde tohumlar, toprak işleme yapılmadan doğrudan ekim makinalarıyla ekilirler. Genel olarak toprak işlemeyle başlayıp hasat-harmanla sonlanan aşamaların her birisi ayrı ayrı önemlidir. Bir önceki aşama, sonraki aşamayı olumlu veya olumsuz olarak etkileyebilmektedir (Dursun, İ. ve Dursun, E., 2018).

Ayçiçeği bitkisi, tohumlarının ekilmesinden 90-130 gün sonra hasat olgunluğuna ulaşır (Tan, 2007). Ülkemizde bölgelere göre değişmekle birlikte ayçiçeğinin tohumları, Mart-Mayıs aylarında ekilmekte ve Temmuz-Ekim aylarında hasat edilmektedir. Ayçiçeği hasadında kayıpların azaltılması için hasat zamanının doğru tespit edilmesi önemlidir. Bu süre; tohum çeşidi, toprağın tekstür ve strüktürü, ayçiçeğinin yetiştirme dönemindeki iklim koşulları, tarlada toprak sıkışması ve drenaj sorununun olup olmadığı, uygulanan bitki koruma yöntemi, kullanılan tarım alet ve makinalarının yapısal özellikleri ve ayarları gibi bitkiden, topraktan, çevreden ve tarım alet ve makinalarından kaynaklanan çeşitli etmenlere bağlı olarak değişmektedir. Ayçiçeği hasat zamanının belirlenmesinde ayçiçeği tohumlarından yağ çıkartılması, tohumlarının çerezlik olarak tüketilmesi veya çiçeklerinin kesme çiçek olarak kullanılması gibi farklı yetiştirme amaçları da etkilidir. Ayçiçeği tohumlarından yağ elde edilmesi veya çerez olarak tüketilmeleri koşulunda hasat için sezon sonu beklenirken kesme çiçek olarak kullanılmaları koşulunda ise hasat zamanı

daha erkene alınmaktadır. Şekil 1.4' de çerez olarak tüketmek için sezon sonunda ve kesme çiçek olarak kullanılmak için daha erken dönemde hasat edilmiş ayçiçekleri görülmektedir.



Şekil 1. 4. Çerez ve Kesme Çiçek Olarak Kullanılmaya Hazır Hasat Edilmiş Ayçiçekleri (Boeckmann, 2023)

Ayçiçeği bitkisinde hasat zamanının en önemli belirtileri; ayçiçeğinin saplarının alttan itibaren 2/3' lük kısmındaki yaprakların kuruması, tabla üzerindeki sarı çiçeklerin kuruyup dökülmesi, tablanın etli kısmının kuruması, tablanın arkasının sarı kahverengi bir renk alması (Şekil 1.5), tabla ortasına yakın tohumların olgunlaşarak kabuklarının sertleşmesi ve tohumun doğal rengini alması olarak sıralanmaktadır (Tarım Kütüphanesi, 2007). Ayçiçeği tablasının arka kısmı ile tabla kenarındaki brakte yaprakların % 50' sinin kahverengi renge dönüştüğü (Kaya, 2023a) ve çiçeklenmeden 30-45 gün sonra tohum nem içeriğinin % 35 ya da % 20-50 arasında olduğu koşulda bitkinin fizyolojik olgunluğa eriştiği kabul edilmektedir (Kandel vd., 2020; Wikifarmer, 2023). Bitkinin fizyolojik olgunluğa erişmesinden sonra daha çok verim artışı beklenmediğinden hasada başlanabilir.

Elle basit aletlerle ayçiçeği hasadında, tohum nem içeriğinin % 20-25 arasında değişmesi koşulunda hasada başlanmalı ve tohumlar yeterince kuruduktan sonra harmanlanmalıdır. Harman makinalarında hasattan itibaren yaklaşık olarak 3-4 gün süreyle ayçiçeği tablaları kurutulmalı ve tabla süngeri nem içeriğinin % 20-40' a, tohum nem içeriğinin ise % 10-15' e düşmesinden sonra çalışmaya başlanmalıdır (Jagadish, Shambulingappa ve Sarpeshkar, 1983). Biçerdöverle hasat-harmanda ise tabla, gövde ve yaprakların renklerinin tamamen kahverengiye dönüşmesi ve tohum nem içeriğinin yaklaşık olarak % 10' a düşmesi (Ülger, Arın ve Kayışoğlu 1991) ya da % 18-20' den az olması (Wikifarmer, 2023) koşulunda hasat-harmana başlanması önerilmektedir.



Şekil 1. 5. Fizyolojik Olgunluğa Erişmiş Ayçiçeği Tablaları (Melchor, 2020)

Hasat-harman sırasında ayçiçeği saplarının, tabla süngerinin ve tohum nem içeriklerinin önerilen değerlerden daha az veya fazla olması durumunda bazı sakıncalar ortaya çıkar. Buna göre tohum nem içeriğinin önerilen değerden daha az olması koşulunda kuşların neden olduğu kayıplar ile harman sırasındaki zedelenmiş tohum miktarı artar. Aksine tohum nem içeriğinin daha fazla olması koşulunda ise tohumlar ezilirler ve makinaların işleyici parçalarında tıkanmalar oluşabilir. Genel olarak tohum nem içeriğinin gereğinden az veya fazla olması halinde mekanik hasat-harman sırasındaki biçme, harman ve temizleme düzeni kayıpları artar.

Ayçiçeğinin mekanik olarak gerek harman makinalarıyla gerekse de biçerdöverlerle harmanlanması, tohum kalitesini önemli ölçüde etkiler. Uygun koşullarda yapılmayan harmanlama, tohum ya da tane kayıplarının artmasına neden olur. Ülger vd. (1991) tarafından biçerdöverle ayçiçeği hasat-harmanı sırasında tohum nem içeriğinin % 15' in üzerine çıkması halinde kayıpların azaltılması için batör dönü sayısının azaltılması önerilmiştir (Göknur, 1994). Naravani (1987) tarafından ayçiçeği harmanında, tohum nem içeriğinin % 34' den % 7.50' ye düşmesi durumunda makinanın harmanlama etkinliğinin % 87.50' den % 97.40' a yükseldiği belirtilmiştir. Ayçiçeği harmanında tohum nem içeriği, harmanlamanın kalitesi ya da başarısı açısından oldukça önemli bir etmendir.

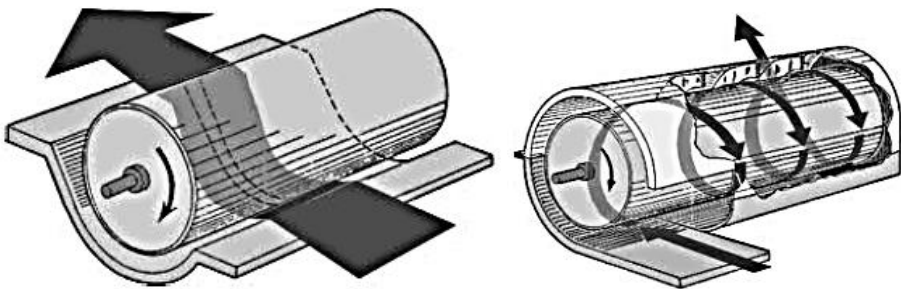
Ayçiçeği tablalarının nem içerikleri kısa sürede değiştiğinden tablaların yeterince kurumalarından sonra en kısa sürede harmanlanmaları gerekir. Ayçiçeği hasadından sonra nem içeriği yüksek olarak hasat edilen ayçiçeği tablaları, zamanında harmanlanmazlarsa hızla ısınarak çürürler. Özellikle yağmurlu havalarda çürüme oranı çok daha fazla olmaktadır. Hasat edilmiş

ayçiçeği tablalarının harmandan önce uygun olmayan sıcaklık ve nem koşullarında uzun süre bekletilmeleri halinde tabla süngeri yumuşayıp çürüyerek parçalanır (Zhongyue ve Wenming, 2021). Bu nedenle ayçiçeği tablalarının en kısa sürede harmanlanmaları oldukça önemlidir. Aksi koşulda harman makinasının kapasitesi ve harmanlama etkinliği azalır. Ancak buna karşılık tohum nem içeriğinin önerilen değerden daha az olması koşulunda harmanlanması halinde ise tohumlar ve tablalar aşırı derecede parçalandıklarından zedelenmiş tohum yüzdesi ve tohum kaybı artar. Makinada tıkanmalar meydana gelir. Temizleme etkinliği azalır. Özellikle çerezlik ayçiçeği tohumlarının harman sırasında fazla parçalanmaları, ekonomik değerlerinin düşmesine neden olur.

İdeal harman bir düzeninin harmanlama kapasitesi ve etkinliği yüksek, zedelenmiş tohum miktarı ve kaybı düşüktür. Çünkü harmanlama kapasitesi yüksek olan bir harman düzeninin eğer zedelenmiş tohum miktarı da yüksek ise kapasitenin yüksek olmasının bir anlamı olmayacaktır. Bu nedenle makinanın harmanlama etkinliğinin değerlendirilmesi sırasında harman makinasının teknik özellikleri, çalışma ayar ve koşulları ile ürünün fizikomekanik özellikleri göz önüne alınmalıdır.

Harman düzenleri, çeşitli faktörlere göre sınıflandırılırlar (Ali vd., 2020). Buna göre Şekil 1.6' dan görüleceği gibi harman düzeni içerisinde ürünün aldığı izlediği yörüngeye ve beslenme yönüne göre;

- Teğetsel,
- Eksenel veya sarmal harman düzenleri olmak üzere 2' ye ayrılırlar.



Şekil 1. 6. Teğetsel ve Eksenel Harman Düzenleri (Ali vd., 2020)

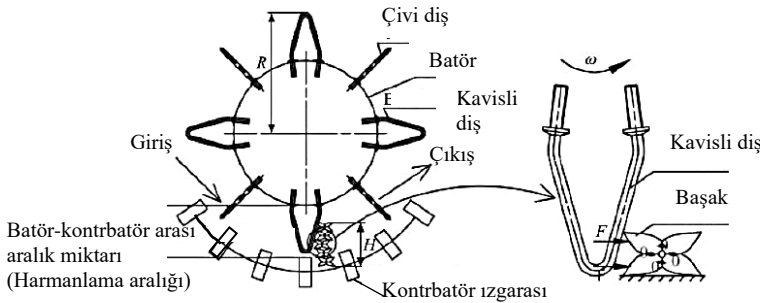
Rotor veya batör sayısına göre;

- 1 rotorlu (batörlü),
- 2 rotorlu (batörlü),
- Çok sayıda rotorlu (batörlü) harman düzenleri olarak 3' e ayrılırlar. Harman düzeninin ayçiçeği tablalarına uyguladığı etki çeşidine göre;
- Dövme ya da çarpma etkililer,
- Sürtünme ya da ovalama etkililer,
- Hem dövme hem de sürtünme etkililer olmak üzere sınıflandırılırlar (Chavoshgoli, Shmsollah ve Ghasemzadeh, 2019).

Harmanlama ilkesine göre;

- Çarpma etkili,
- Ovalama ya da sürtünme etkili,
- Tarama etkili,
- Öğütme ya da ezme etkili harman düzenleri olarak ayrılırlar.

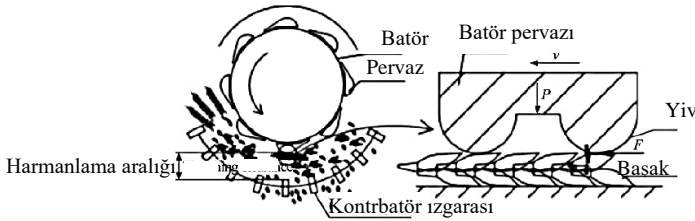
Çarpma etkili harman düzeninde, tohumların başaklardan ayrılmaları için başaklara kavisli (yaylı) ve çivi dişlerle darbe uygulanır (Şekil 1.7). Harmanlamada esas etki, dişlerin başaklara çarpmasıdır. Ancak çarpma etkisine ek olarak harmanlamada sıkıştırma, ovalama ve sıyırma ya da tarama etkisi de etkilidir (Fu, Chen, Han ve Ren, 2018). Harmanlama aralığı, diş dibi ile kontrbatör üst yüzeyi arasındaki düşey mesafeye eşittir. Harmanlanan tohumlar, kontrbatör ızgarasındaki açıklıklardan aşağıya geçerler.



Şekil 1. 7. Çarpma Etkili Harman Düzeni ve Çalışma İlkesi (Ali vd., 2020)

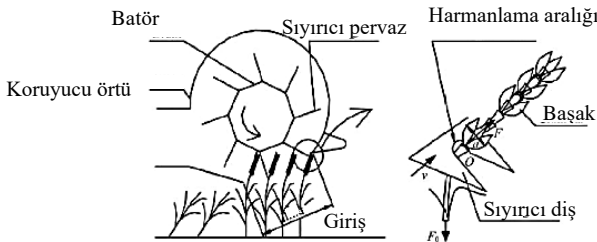
Ovalama etkili harman düzeninde, batörün pervaz sayısı 6-8 adet arasında değişir. Batör pervazlarının üzerindeki yivler, pervazlar ile başaklar arasındaki sürtünme katsayısını artırır. Kontrbatör, batörü 110° lik sarım

açısıyla sarar. Harmanlama aralığı, batör pervazının üst yüzeyi ile kontrbatör üst yüzeyi arasındaki düşey mesafeye eşittir. Başaklar, bu aralıktaki sürtünme ya da ovalama etkisiyle harmanlanırlar. Harmanlanan tohumlar, kontrbatör ızgarasından aşağıya düşerler (Şekil 1. 8).



Şekil 1. 8. Ovalama Etkili Harman Düzeni ve Çalışma İlkesi (Fu, vd., 2018)

Tarama etkili harman düzeni, batör ve batörü muhafaza altına alan koruyucu örtüden oluşur. Kontrbatörü yoktur. Batörün pervaz sayısı, 8-10 adet arasında değişir (Fu vd., 2018). Bitkiler, koruyucu örtünün önünde bulunan alt kısımdaki giriş açıklığından batöre doğru beslenirler (Şekil 1.9). Tarayıcı dişlerin ön kısımlarında V şeklinde açıklıklar bulunur. Bu harman düzeninin çalışma ilkesi, tarayıcı dişlerin saptan taneye doğru olan tarama etkisiyle taneleri sıyırarak başaklardan ayırması şeklindedir. Tane ile başak arasındaki tutunma kuvveti, sapın çekme dayanımından daha küçük olduğundan taneler kolayca harmanlanırlar (Fu, vd., 2018). Tahıl sapları, tarlada kalırlar. Bu harman düzeninin en önemli üstünlüğü, temizleme sırasındaki tane kayıplarının az olmasıdır.



Şekil 1. 9. Tarama Etkili Harman Düzeninin Çalışma İlkesi (Ali vd., 2020)

Öğütme etkili harman düzeninin işleyici parçası; bir baskı silindiri, merdanesi ya da lastik tekerlektir. Yola rastgele serilen ürün, bir baskı

veya traktör geçirilmesinden de yararlanılmaktadır. Harmandan sonra ayçiçeği tohumlarının yabancı materyalden ayrılmaları için karışım, savrulmakta ya da elenmektedir. Küçük işletmelere uygun olan bu yöntemin iş verimi düşüktür. Aynı zamanda insan için oldukça yorucudur.

- Daha önceden hasat edilmiş ve kurutulmuş ayçiçeği tablalarının harman makinalarıyla harman edilmesi, özellikle çerezlik ayçiçeklerine uygundur. Bu yöntemde kesilen ayçiçeği tablaları, sap döver harman makinası veya ayçiçeği harman makinası kullanılarak ya da tablaların doğrudan biçerdöverin besleme düzenine yedirilmesiyle harmanlanırlar. Ayçiçeği harmanı için tasarlanmış olan bazı ayçiçeği harman makinaları; nohut, mercimek ve soyanın harmanında da kullanılabilirler. Ayçiçeği harman makinalarının başlıcaları; pedallı harman makinası, taraklı diskli harman makinası, teğetsel akışlı batör-kontrbatörlü harman makinası ve sarmal pervazlı batör-kontrbatörlü ayçiçeği harman makinası ile aksel akışlı ayçiçeği harman makinasıdır. Esasen diğer ürünlerin harmanı için tasarlanmış olan ancak ayçiçeği harmanında da kullanılabilen makinaların başlıcaları ise çift etkili harman makinası, üç batörlü nohut harman makinası ve mısır taneleme makinasıdır. Ayçiçeğinin harmanında soya veya çeltik harman makinalarından da yararlanır (Mirzabe, Khazaei ve Chegini, 2012). Ancak yapılan araştırmalara göre bu makinalar, ayçiçeği harmanı için yetersizdirler (Sudajan, vd., 2002). Peenejdangang (1999) tarafından ayçiçeğinin bu tip bir harman makinasıyla harmanlaması koşulunda; zedelenmiş tohum yüzdesinin % 4-10, temizleme etkinliğinin % 87-92 ve tane kaybının ise % 3-13 hatta % 20-35' lere ulaştığı açıklanmıştır. Sabit ya da stasyoner ayçiçeği harman makinaları, yer değiştirmeden buldukları yerde çalışırlar. Traktörle çekilen ayçiçeği harman makinaları, daha önceden hasat edilmiş tarlada ayçiçeği tablalarının harman düzenine beslenmesi ilkesine göre harman yaparlar. Türkiye İstatistik Enstitüsü (2023) tarafından açıklanan ülkemiz tarımsal alet ve makina sayılarına ilişkin istatistiksel verilere göre ülkemizde fındık harman makinası, mısır taneleme makinası ve yer fıstığı harman makinası bulunmakta ancak

ayçiçeği harman makinası bulunmamaktadır. Ülkemizde ayçiçeği hasat-harmanında çoğunlukla biçerdöverlerden yararlanılmaktadır.

- Özellikle yağlık ayçiçeği yetiştirilen büyük işletmelerde ayçiçeği hasat-harmanı biçerdöverlerle yapılmaktadır. Biçerdöver; kendi yürür tip, hasat-harmanı birlikte yapan kombine makinedir. Biçerdöverle hasat-harman özellikle yağlık ayçiçeklerine uygundur. İş verimi yüksek, iş gücü ve zaman ihtiyacı düşüktür. 2022 yılı itibariyle ülkemizdeki toplam biçerdöver sayısı, 20 271' dir (Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2023). Ülkemizde ayçiçeği ekiminin en yüksek miktarda yapıldığı iller; sırasıyla Tekirdağ, Edirne, Kırklareli, Konya ve Adana' dır (Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, 2022). Ülkemizde yağlı tohum ekim alanının yaklaşık olarak % 85' inde ayçiçeği ekimi yapılmasına karşılık ayçiçeği hasat-harmanında biçerdöver kullanımı ilden ile çok büyük farklılık göstermektedir (Özkaya, 1982). Trakya' da ayçiçeği hasadında biçerdöver kullanımı çok yaygındır. Bu sonuç üzerinde ayçiçeği ekim alanlarının büyük bir kısmının Trakya' da yer alması etkili olmuştur. Ayçiçeği hasat-harmanında; buğday, arpa, çeltik, mısır, kolza, aspir, soya, nohut vb.' lerinin hasat-harmanında kullanılan biçerdöverlerden bazı değişiklik ve ayarlardan sonra yararlanılmaktadır. Ayçiçeğinin biçerdöverle hasat-harmanında taş tuzağının kapatılması, tablanın değiştirilmesi, elek seçimi ve ayçiçeğine uygun olacak şekilde batör dönü sayısı, batör-kontrbatör arası aralık miktarı, vantilatör hava hızı, elek delik seçimi gibi ayarların yapılması zorunludur. Aksi durumda iş kalitesi ve iş verimi azalmakta, tablalar aşırı derecede parçalanarak tıkanmaya neden olmakta ve tane kayıpları artmaktadır.

2. GELENEKSEL AYÇİÇEĞİ HARMANI VE BASİT HARMAN ALETLERİ

Ayçiçeğinin geleneksel olarak elle hasat-harmanı;

- Elle kesici aletlerle tablaların saplarından biçilmesi,
- Biçilen tablaların kurutulması,
- Tablaların elle veya basit aletlerle harmanlanması,
- Harmanlanan tohumların yabancı maddelerden ayrılması,
- Tohumların nem içeriği % 8-10' un altına gelecek şekilde kurutulması,
- Kurutulan tohumların paketlenmesi,
- Saplar ve tablolardan saman ya da balya yapılmasından oluşur.

Hasat uygunluğuna ulaşan ayçiçeği tablaları; bıçak, orak veya makas gibi kesici aletlerle dip kısımlarından kesilerek hasat edilirler. Tabla sapının tablanın 150-200 mm altından kesilmesi önerilir (Melchor, 2020). Ancak tabla sapı alttan 10 mm sap kalacak şekilde de kesilebilir. Tabla sapının kısa olması, elle harmanlamayı kolaylaştırır. Bir diğer yöntem ise tabla sapının alttan kesilmesinden sonra gövdenin toprak yüzeyinden 1 cm yukarıdan kesilmesidir (İkisan, 2023). Bu koşulda, daha sonra eğer kulaklı pullukla sürüm yapılacaksa bitki yüzey artıklarının gömülmesi kolaylaşır. Sürüm yapılmayacaksa koruyucu toprak işlemeye uygun bir tarla yüzeyi oluşur. Biçilen saplardan saman ve balya yapılması kolaylaşır.

Kesilen tablalar, tohum ve tabla süngerinin nem içeriğinin istenilen seviyeye gelmesi için iç ve dış mekânlarda tohumları baş aşağı gelecek şekilde asılarak ya da sergenlere dizilerek kurutulurlar (İkisan, 2023; Melchor, 2020). Bu yöntemlerden birisi tarlada elle bıçakla kesilen tablaların daha sonra geriye kalan saplarının üzerlerine tohumlar yukarıya bakacak şekilde saplanarak kurumaya bırakılmasıdır. Şekil 2.1' de, ağaç dallarına tellerle bağlanarak kurumaya bırakılan ayçiçeği tablaları görülmektedir. Kurutma sırasında ayçiçeği tohumlarının yere dökülmemeleri için tablaların üzerlerine kese kâğıtları geçirilir. Küfe neden olduğundan plastik torba kullanılmaması önerilir.

Ayçiçeği tablalarının kurutulması için uygun bir yer yoksa tablalar kesilmeden tarlada kurumaya bırakılırlar. Bu koşulda tohumlar, kuşlar ve sincaplar tarafından yenilirler. Ayrıca toprak yüzeyine dökülürler (Melchor, 2020). Tane kayıplarının önlenmesi için tablaların üzerine kese kâğıdı geçirilmelidir (Melchor, 2020).



Şekil 2. 1. Tablaların Ağaç Dalına Asılarak Kurutulması (Melchor, 2020)

Kurutulan tablalar, elle veya basit aletlerle harmanlanırlar. Bu amaçla uygulanan yöntemlerin başlıcaları;

- Tablaların tohum bulunan yüzlerinin elle ovalanması,
- Tablaların küçük parçalara ayrılarak başparmakla ovalanması,
- İki tablanın tohum bulunan yüzlerinin karşı karşıya gelecek şekilde birbirlerine sürtülmeleri,
- Tablaların tohum bulunan yüzlerinin taş, tuğla, metal, ahşap ve kauçuk gibi sert yüzeylere sürtülmeleri,
- Tablaların tohum bulunan yüzlerinin ahşap ya da metal sopalarla dövülmeleri,
- Harman yerine serilen tablaların üzerlerinden döven, merdane ya da traktör geçirilmesi,
- Tablaların tohum bulunan yüzlerinin harman tezgâhının tel örgüsüne ya da perfore sacın deliklerine sürtülmeleridir.

Goel vd. (2009) tarafından yapılan bir araştırmada; ayçiçeği tablalarının elle ovalanarak harmanlama, tel örgülü ve perfore delikli saclı harman tezgâhlarına sürterek harmanlama ve pedallı harman makinasıyla harmanlama yöntemleri; harmanlama kapasitesi, zedelenmiş tohum yüzdesi ve harmanlama etkinliği yönünden karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda; ayçiçeği tablalarının elle ovalanarak harmanlanması yöntemindeki harmanlama kapasitesinin $1.10-1.37 \text{ kg h}^{-1}$, zedelenmiş tohum yüzdesinin % $0.86-1.13$, harmanlama etkinliğinin % $99-99.85$ ve birim işçilik maliyetinin ise $4.59-5.68 \text{ Rs (Rupi) kg}^{-1}$ arasında değiştiği bulunmuştur. Bu yöntemdeki

harmanlama kapasitesi çok düşük ancak zedelenmiş tohum yüzdesi, harmanlama etkinliği ve birim maliyet yüksektir. Bu nedenle harmanlama etkinliğinin yüksek olmasının bir anlamı kalmamaktadır. Tablaların elle ovalanarak harmanlanması, ilkel bir yöntemdir. İş gücü ve zaman ihtiyacı yüksektir. Küçük işletmelere uygundur.

Şekil 2.2' de, harman yerine taşınan tablaların tohum bulunan yüzlerinin ahşap sopayla dövülerek harmanlanması gösterilmiştir. Bu yöntemde de iş gücü ve zaman ihtiyacı yüksektir. Tablaların sopalarla dövülmesi sırasında tohumların bir kısmının düşerek toprağa karışması veya zedelenmesi tane kayıplarına neden olmaktadır (Ali vd., 2020).



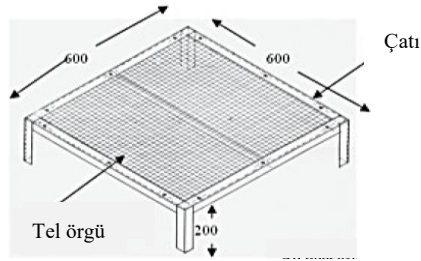
Şekil 2. 2. Tablaların Sopayla Dövülerek Harmanlanması (Dreamstime, 2023)

Ayçiçeği tablalarının elle veya basit aletlerle harmanlanması sırasında tohumlar, çevre koşullarından önemli ölçüde etkilenirler. Harmanlanmış tohumların arasına toz, taş ve tabla parçaları karışır. Bu durum daha sonra yapılacak olan tohum temizlemeyi güçleştirir. Ayrıca hijyen açısından da ortam koşulları kötüdür.

Ayçiçeği harmanında kullanılan basit aletlerden birisi, Şekil 2.3' de görülen tel örgülü harman tezgâhıdır. Uzunluk x genişlik x yükseklik olarak toplam ölçüleri, 600x600x130/200 mm olup ağırlığı 5.30 kg' dır (Goel, D. Behera, Swain, S. B. Behera, 2009). Kare şeklindeki işleyici yüzeyin kenar ölçüleri, 300-660 mm arasında değişebilmektedir. İşleyici yüzey, 10x10 mm ölçüsünde açıklıkları bulunan tel örgü şeklindedir. Harman tezgahının çatısı, ölçüleri 25/30x25/30x3 mm arasında değişen köşebent demirinden yapılmıştır.

Tel örgülü harman tezgâhıyla çalışmada tablaların tohum bulunan yüzleri, işçiler tarafından tezgâhın işleyici yüzeyine sürülerek harmanlanırlar. Harmanlama kapasitesi, 3-8 kg h⁻¹ arasında değişir (Devnani, 1992; Goel vd.

2009). Tablaların nem içerikleri, boyutları ve işçinin yeteneği harmanlama kapasitesi üzerinde etkilidir. Goel vd. (2009) tarafından tel örgülü harman tezgâhıyla yapılan araştırma sonucunda; tabla nem içeriğinin % 13.84' den % 10.50' ye düşmesi koşulunda, harmanlama kapasitesinin 5.80 kg h^{-1} den 7.71 kg h^{-1} e çıktığı ancak bu noktadan itibaren tabla nem içeriğinin % 8.38' e düşmesi halinde ise harmanlama kapasitesinin de 5.60 kg h^{-1} e düştüğü belirlenmiştir. Tel örgülü harman tezgâhının harmanlama kapasitesi ve birim birim işçilik maliyeti düşük olduğundan küçük işletmelere uygundur.



Şekil 2. 3. Tel Örgülü Harman Tezgâhı (Goel vd., 2009)

Basit ayçiçeği harman aletlerinden bir diğeri, işleyici yüzeyi perfore delikli sac malzemeden yapılan harman tezgâhıdır (Goel vd., 2009). Toplam ölçüleri, $600 \times 600 \times 200 \text{ mm}$ ' dir. Ağırlığı 5 kg ' dir (Goel vd., 2009). Kare şeklindeki işleyici yüzeyinin üzerinde 10 mm çapında delikler bulunmaktadır. Goel vd. (2009) tarafından perfore delikli saclı harman tezgâhıyla yapılan araştırma sonucunda; tabla nem içeriğinin % 13.84' den % 10.50' ye düşmesi koşulunda harmanlama kapasitesinin 4.20 kg h^{-1} den 5.12 kg h^{-1} e çıktığı ancak tabla nem içeriğinin % 8.38' e düşmesi halinde harmanlama kapasitesinin 4.89 kg h^{-1} e düştüğü bulunmuştur.

Tel örgülü harman tezgâhının harmanlama kapasitesi ve etkinliği, perfore delikli saclı harman tezgâhından daha yüksektir. Ancak zedelenmiş tohum yüzdesi ve birim işçilik maliyeti daha düşüktür (Goel vd., 2009). Bu nedenle ayçiçeği harmanında tel örgülü harman tezgâhının kullanılması daha uygundur.

Harmanlanan karışım, tarlada bir plastik örtü üzerine serilerek kürekle ya da kovayla rüzgâra karşı savrulularak ayrılır. Bu amaçla tarar, tınaz gibi makinalardan yararlanılabilir. Harman yerine serilerek kurumaya bırakılan

ayçiçeği tohumları, küreklerle biçerdövere beslenerek biçerdöverin temizleme düzeni tarafından da temizlenebilir.

Geleneksel yöntemle elle ayçiçeği hasat harmanının enerji ve zaman ihtiyacı yüksektir. İşçilerin elle harmanlamaya olan ilgileri ve performansları düşük olduğundan iş verimi düşüktür. Goel vd. (2009) tarafından nem içeriği % 10.50 olan ayçiçeği tablalarının elle ovalanarak harmanlanmasındaki harmanlama kapasitesinin 1.37 kg h^{-1} ve basit harman makinalarından olan pedallı harman makinasıyla harmanlanmasındaki kapasitesinin ise 7.33 kg h^{-1} olduğu belirtilmiştir. Bu sonuca göre tablaların elle ovalanarak harmanındaki harmanlama kapasitesi, pedallı harman makinasıyla çalışmadakinden % 435 daha azdır. Pedallı harman makinasının basit bir harman makinası olmasına karşılık harmanlama kapasitesinin elle harmanlamadan oldukça yüksek olduğu kolayca anlaşılmaktadır.

Harmanlama kapasitesi üzerinde işçinin yeteneği ve tecrübesi de etkilidir (Hoque, Hossain, Miah, Karim ve Ali, 2020). Köyden kente göçün artması ya da işçi bulmadaki zorluklar, yöntemin bilinen sakıncaları ve teknolojiye ilerlemeler, mekanik hasat-harman yöntemlerine olan ilginin artmasına neden olmuştur. Genel olarak ayçiçeği tablalarının elle harman edilmesindeki harmanlama kapasitesi ve zedelenmiş tohum yüzdesi makinayla harmanlanmasına göre daha az, harmanlama etkinliği ve birim işçilik maliyeti ise daha fazladır. Bu durum, ayçiçeği harmanında harman makinalarından yararlanmanın önemli olduğuna işaret etmektedir.

3. PEDALLI AYÇİÇEĞİ HARMAN MAKİNALARI

Küçük işletmelere yönelik, hafif, kolay taşınabilir ve basit yapılı makinalardır. Ayçiçeği harmanında kullanılan basit harman aletleriyle modern harman makinaları arasında yer alırlar. İşleyici parçalarının dönü hareketi yapması bir kişinin ayaklarıyla pedalları çevirmesiyle sağlandığından “pedallı ayçiçeği harman makinası” olarak adlandırılırlar. Tablalar, elle harman düzenine karşı tutularak sürtünme etkisiyle harmanlanırlar. Pedallı ayçiçeği harman makinalarının harmanlama kapasiteleri, elle basit aletlerle harmanlamadan daha yüksek; zaman ihtiyacı ve birim işçilik maliyetleri ise daha düşüktür.

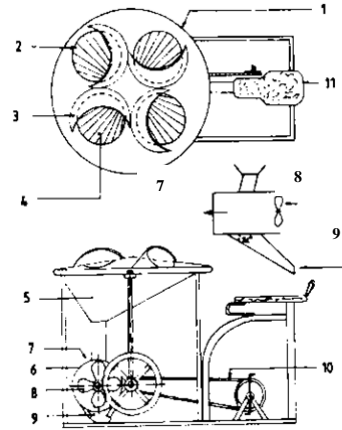
3. 1. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinası

Devnani' ye (1992) göre harmanlama tekerlekli pedallı ayçiçeği harman makinası, Mahatma Phule Krishi Vidyapeeth Üniversitesi ile ICAR Proje Merkezi tarafından geliştirilmiştir. Makinanın harmanlama ve temizleme düzenleri vardır. Makina; üst kapak, besleme ağızı, besleme ağızı kapağı, harmanlama tekerleği, tohum haznesi, tohum ve parçalanmış tablaların ayrıldığı ayırma kanalı, tohum ve tabla çıkış ağızları, vantilatör, oturak ve hareket iletim düzeninden oluşmaktadır. Toplam uzunluğu 1200 mm, genişliği 830 mm ve yüksekliği 1100 mm' dir (Goel vd., 2009). Ağırlığı, 50-56 kg' dır (Devnani, 1992; Goel vd., 2009). En önemli üstünlüğü, tablanın olgunlaşmasından hemen sonra tohum nem içeriğinin % 22 civarında olduğu erken dönem koşullarında tablaları başarıyla harmanlayabilmesidir.

Şekil 3.1' de görüldüğü gibi bisiklet tekerleğine benzeyen harmanlama tekerleği, bir düşey ana milin üzerine yatay konumda olacak şekilde yerleştirilmiştir. Harmanlama tekerleğinin çapı 660 mm' dir. Bir çemberin içerisine sabitlenen 50 adet telden oluşmaktadır. Oturaktaki kişinin ayaklarıyla pedalları çevirmesiyle birlikte harmanlama tekerleği, dönü sayısı $150-160 \text{ min}^{-1}$ arasında olacak şekilde dönmeye başlar (Devnani, 1992). Pedalın dönü hareketi, zincir dişli hareket iletim düzeniyle harman tekerleğine iletilir (Goel vd., 2009). Makinanın üst kapağının üzerinde 4 adet besleme ağızı ve besleme ağızı kapağı bulunur. Üst kapağın çapı 700 mm, besleme ağızının çapı ise 250 mm' dir. Harmanlanmış tohumlar ile parçalanmış tablaların ayrılmalari

için önerilen vantilatör mili dönü sayısı 2300 min^{-1} (Devnani, 1992), hava hızı ise $3.30\text{-}3.50 \text{ m s}^{-1}$ arasında değişir (Jadhav ve Deshpande, 1990).

Harmanlama tekerlekli pedallı ayçiçeği harman makinasıyla çalışmada 4 işçiye ihtiyaç duyulmaktadır (Devnani, 1992). Bu işçilerden birisinin görevi oturakta oturarak pedalları çevirmek, diğerlerinin görevleri ise elleriyle tablaları besleme ağızlarına yerleştirerek burada sabit tutmaktır (Şekil 3.2). Makinanın çalışma ilkesi, tablaların tohum bulunan yüzlerinin dönü hareketli harmanlama tekerleğine karşı tutularak sürtünme etkisiyle tohumların ayrılması şeklindedir. Harmanlanan karışım, harmanlama tekerleğinin tellerinin aralarındaki açıklıklardan geçerek alta düşer. Bu sırada tohumdan hafif olan ufak tabla parçaları, vantilatörün oluşturduğu hava akımının etkisiyle ayırma kanalının sonundaki çıkış ağzından dışarıya atılırlar. Hava akımıyla taşınamayan tohumlar ise ayırma kanalının altındaki tohum çıkış ağzından dışarıya alınırlar.



1. Üst kapak, 2. Besleme ağızı, 3. Besleme ağızı kapağı, 4. Harman tekerleği, 5. Tohum haznesi, 6. Ayırma kanalı, 7. Tabla parçaları çıkış ağzı, 8. Vantilatör, 9. Tohum çıkış ağzı, 10. Hareket iletim düzeni, 11. Oturak.

Şekil 3. 1. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinası ve Parçaları (Devnani, 1992; Jadhav ve Deshpande, 1990)



Şekil 3. 2. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinasıyla Çalışma (Goel vd., 2009)

Jadhav ve Deshpande (1990) tarafından harmanlama tekerlekli pedallı harman makinasıyla ayçiçeği harmanına ilişkin olarak yapılan denemelerin koşulları ve sonuçları, Tablo 3.1 ve Tablo 3.2’ deki gibi verilmiştir.

Tablo 3. 1. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinasıyla Yapılan Denemelerin Koşulları (Jadhav ve Deshpande, 1990)

Özellikler	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Ürün Koşulları:				
Çeşit	Morden	Morden	Morden	Morden
Tane oranı (Ondalık)	0.61	0.59	0.59	0.59
Tabla çapı (mm)	170	130	160	170
Tohum nem içeriği (%)	8	8	8	12
Makina Koşulları:				
Ortalama pedal devri (min^{-1})	68	68	68	68
Harman tekerleği devri (min^{-1})	166	166	166	166
Vantilatör mili devri (min^{-1})	2379	2379	2379	2379
Vantilatör hava hızı (m s^{-1})	3.33	3.33	3.33	3.33
Harman tekerleği çevre hızı (m s^{-1})	1.5-5.2	1.5-5.2	1.5-5.2	1.5-5.2
Çalışma Koşulları:				
Besleme miktarı (kg h^{-1})	48	43.55	48	65
İşçi sayısı (adet)	4	4	4	4
Deneme süresi (h)	2	1.02	1	1
İnsan iş gücü zamanı (h)	8	4.08	4	4
Ortam sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	29	29	32	27

Tablo 3. 2. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinasıyla Yapılan Denemelerin Sonuçları (Jadhav ve Deshpande, 1990)

Karakteristik	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Kırılmış Tohum Yüzdesi (%)	-	-	-	-
Harmanlama Etkinliği (%)	100	100	100	100
Temizleme Etkinliği (%)	97.60	96.40	97.20	98.80
Çıktı Kapasitesi (kg h ⁻¹)	28.25	24.62	27.00	37.20
Düzeltilmiş Çıktı Kapasitesi (kg h ⁻¹)	30.12	27.20	29.76	38.38
Birim İşçilik Maliyeti (Rs h ⁻¹)	5.23	5.23	5.23	5.23

Tablo 3.1' e göre Deneme 4' deki ayçiçeği tohumlarının nem içerikleri (% 12), diğerlerinden daha yüksektir. En yüksek besleme miktarı (65 kg h⁻¹) Deneme 4' de, en düşük besleme miktarı (43.55 kg h⁻¹) ise Deneme 2' dendir. En yüksek insan iş gücü saati ihtiyacı (8 h), Deneme 1' den elde edilmiştir.

Tablo 3.2' ye göre tüm denemelerde harmanlama etkinliği % 100' dür. Dolayısıyla kırılmış tohum yüzdesi % 0' dır. Çıktı kapasitesi, en düşük (24.62 kg h⁻¹) Deneme 2' den, en yüksek (37.20 kg h⁻¹) Deneme 4' den elde edilmiştir. Bu sonuca benzer şekilde en yüksek besleme miktarı (65 kg h⁻¹) Deneme 4' den, en düşük besleme miktarı (43.55 kg h⁻¹) ise Deneme 2' den elde edilmiştir. Buna göre besleme miktarı % 49 arttığında, çıktı kapasitesi % 52 artmaktadır. En yüksek çıktı kapasitesinin (38.38 kg h⁻¹) elde edildiği Deneme 4' de, bu sonuç üzerinde tohum nem içeriğinin yüksek olması da etkili olmuştur. Tohum nem içeriğinin % 8' den % 12' ye çıkması koşulunda temizleme etkinliği de artmaktadır.

Goel vd. (2009), pedallı harman makinasıyla yaptıkları denemelerde ekimden 95 gün sonra hasat edilmiş, tablaları güneş altında kurutulmuş, tohum nem içeriği % 8.38-13.84 ve tabla çapı 160-190 mm arasında değişen ayçiçeklerinin kullandığını açıklamışlardır. Tablo 3.3' den anlaşılacağı gibi denemeler sonucunda, tohum nem içeriğinin % 13.84' den % 10.50' ye düşmesi durumunda harmanlama kapasitesinin 5.67 kg h⁻¹' den 7.33 kg h⁻¹' e çıktığını bulmuşlardır. Buna karşılık tohum nem içeriğinin % 10.50' den % 8.38' e düşmesi halinde ise harmanlama kapasitesi 7.33 kg h⁻¹' den 5.10 kg h⁻¹' e düşmektedir. Tohum nem içeriğinin % 8.38' den % 13.84' e çıkması koşulunda zedelenmiş tohum yüzdesi % 1.73' den % 2.07' ye

çıkılmaktadır. Buna göre tohum nem içeriği azaldıkça harmanlama etkinliği artmakta, tohum nem içeriği arttıkça zedelenmiş tohum yüzdesi artmaktadır.

Tablo 3. 3. Harmanlama Tekerlekli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinasının Performansı (Goel vd., 2009)

Harmanlama Karakteristikleri	Tohum Nem İçerikleri (%)			
	13.84	11.23	10.50	8.38
Harmanlama Kapasitesi (kg h ⁻¹)	5.67	6.12	7.33	5.10
Harmanlama Etkinliği (%)	98.20	98.57	98.85	99.00
Zedelenmiş Tohum Yüzdesi (%)	2.07	1.99	1.90	1.73
Birim İşçilik Maliyeti (Rs kg ⁻¹)	4.18	3.87	3.29	4.64

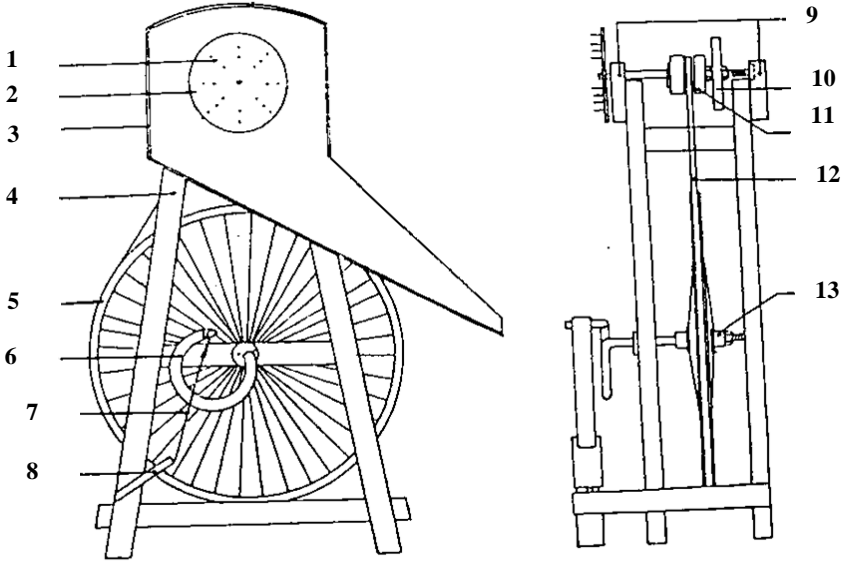
Tohum nem içeriğinin % 13.84' den % 10.50' ye düşmesi halinde tohumlar arasındaki çekim kuvveti ve tohumu çevreleyen boşluk miktarı azaldığından tohumlar tabladan kolayca ayrılırlar. Buna bağlı olarak harmanlama etkinliği ile harmanlama kapasitesi artar. Ancak tohum nem içeriğinin % 10.50' dan % 8.38' e düşmesi halinde tablalar sert ve düzensiz bir yapıya sahip olmaktadır. Tablaların harmanlama tekerleğine düzgün şekilde yerleştirilmeleri güçleştiğinden harmanlama kapasitesi azalır. Ancak buna karşılık tohumlar tabladan kolayca ayrıldıklarından harmanlama etkinliği artar (Goel vd., 2009).

3. 2. Taraklı Diskli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinası

Taraklı diskli pedallı ayçiçeği harman makinasının işleyici parçası; düşey konumda yerleştirilmiş, dönü hareketli, üzerinde tarak dişi benzeri dişler bulunan bir diskdir (Şekil 3.3). Diş çapı 5 mm, uzunluğu ise 10-20 mm' dir. Dişler, disk merkezine radyal olarak yerleştirilmiştir. Taraklı disk, hareketini tekerlekten alır. İşçinin ayağıyla pedalı basıp bırakması sayesinde manivela aracılığıyla krank mekanizması harekete geçmekte ve doğrusal hareketin dönü hareketine çevrilmesiyle tekerlek dönmeye başlamaktadır. Tekerleğin dönü hareketi, V kayış-kasnaklı hareket iletim mekanizmasıyla taraklı diske iletilir. Krankın dönü sayısı, 700-1000 min⁻¹ arasında değişir.

Taraklı diskli pedallı harman makinasının çalışma ilkesi, tablanın tohum bulunan yüzünün dönü hareketli taraklı diskin dişlerine karşı elle tutularak

harmanlanması şeklindedir. Harmanlamada sürtünme kuvveti etkilidir. Makinanın çıktı kapasitesi, temizlenmemiş tohum cinsinden 25-30 kg h⁻¹ arasında değişir. Taraklı disk miline bağlı olan karşı ağırlık, atalet kuvvetlerini yenerek diskin daha dengeli çalışmasını sağlar.



1. Taraklı disk, 2. Kapak, 3. Depo, 4. Çatı, 5. Tekerlek, 6. Krank, 7. Manivela, 8. Pedal, 9. Yatak, 10. Karşı ağırlık, 11. Kasnak, 12. Kayış, 13. Poyra.

Şekil 3.3. Taraklı Diskli Pedallı Ayçiçeği Harman Makinası (Devnani, 1992)

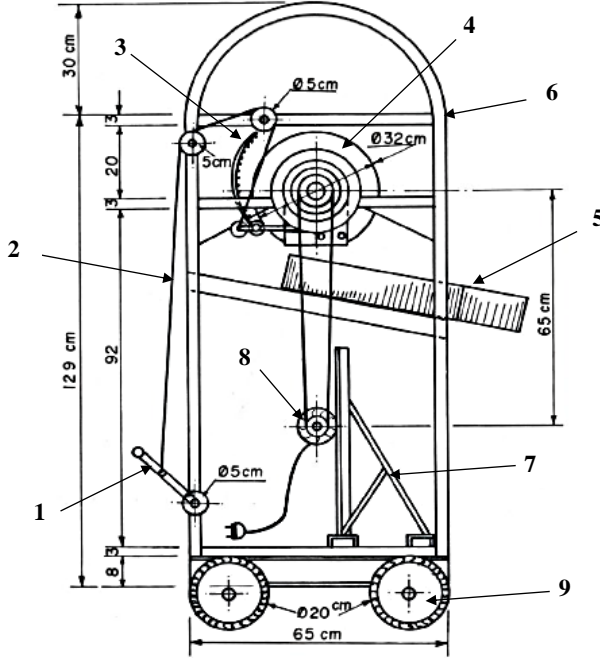
4. TEĞETSEL AKIŞLI AYÇİÇEĞİ HARMAN MAKİNALARI

Teğetsel akışlı harman makinalarında, harmanlanacak ürünün batör-kontrbatör arasına giriş-çıkış doğrultusu, aynı eksen üzerindedir. Batör-kontrbatör arasına giren ürün, batörün çevresine teğetsel yönde hareket ederek eksenel yönde sağa-sola kaymaksızın dışarıya çıkar (Güzel, 1990). Ürünün harman düzeninde aldığı yol ve içeride kaldığı süre azdır. Harmanlamada darbe ya da çarpma kuvvetleri etkilidir.

4. 1. Düz Yüzeyle Batör ve Çivili Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

Teğetsel akışlı ayçiçeği harman makinalarına ilk örnek, İsmail ve Elhenaway (2009) tarafından geliştirilen düz yüzeyle batör ve çivili kontrbatörlü, pedallı teğetsel akışlı ayçiçeği harman makinasıdır. Bu makina, Mısır Mansoura Üniversitesi Ziraat Mühendisliği Bölümü ile Ziraat Mühendisliği Araştırma Enstitüsü (AERI) tarafından ortaklaşa geliştirilmiştir. Küçük işletmelere uygundur. Şekil 4.1’ de görülen makina; batör, kontrbatör, elevatör, pedal, tohum toplama kabı, çatı, kayış gerginlik ayar düzeni, elektrik motoru, çatı ve tekerleklerden oluşmaktadır. Taşımayı kolaylaştırmak için çatının alt kısmında 200 mm çapında 4 adet tekerlek vardır. Makina çatısının genişliği 650 mm, yüksekliği ise 1590 mm’ dir (İsmail ve Elhenaway, 2009).

Harmanlama düzeni, sürtünme yüzeyi görevini gören düz yüzeyle batör ile basınç yüzeyi görevini gören çivili kontrbatörden oluşmuştur. Batörün çapı 320 mm ve uzunluğu 550 mm’ dir. Batör ve kontrbatör, 3 mm kalınlığındaki çelik sacdan yapılmıştır. Batörün 2 farklı tip sürtünme yüzeyi vardır. 254 mm uzunluğundaki batör mili, rulmanlı yataklarla çatıya yerleştirilmiştir. Batör, 0.74 kW gücündeki elektrik motorundan hareket almaktadır. Hareket iletimi, V kayış kasnaklı hareket iletim düzeni tarafından sağlanmaktadır. Batör miline hareketin iletilmesini sağlayan sırasıyla çapları 160 mm, 216 mm ve 282 mm olan 3 adet kasnak bulunmaktadır. Kontrbatör, 180° lik açıyla batörü sarmaktadır. Ayçiçeği tablalarının kontrbatör tarafından kolayca yakalanarak tutulmaları için kontrbatörün iç yüzeyine çapı 50 mm, 100 mm, 150 mm ve 250 mm olan çiviler yerleştirilmiştir (İsmail ve Elhenaway, 2009).



1. Pedal, 2. Elevatör çelik haladı, 3. Kontrbatör, 4. Batör, 5. Tohum toplama kabı, 6. Çatı, 7. Kayış gerginlik ayar düzeni, 8. Elektrik motoru, 9. Tekerlekler.

Şekil 4. 1. Düz Yüzeyle Silindirik Batör ve Çivili Kontrbatörlü, Pedallı Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası (Ismail ve Elhenaway, 2009)

Şekil 4.1’ de görüldüğü gibi makinanın yan tarafında pedal, çekme makaraları ve çelik halattan oluşan bir elevatör bulunur. Elevatörün görevi, harmanlama sırasında ayçiçeği tablalarını sürtünme silindirin ya da batöre daha iyi bastırmak amacıyla kontrbatörü yukarıya doğru kaldırmaktır. Çelik sacdan yapılan makaraların iç çapları 40 mm, dış çapları ise 50 mm’ dir.

Harmanlama düzeninin alt kısmına yatay düzleme göre 15° eğim yapan bir tohum toplama kabı yerleştirilmiştir. Kabın ölçüleri, uzunluk ve genişlik olarak 650x450 mm’ dir. Tohumlar, tohum toplama kabının çıkış ağzında bulunan plastik paketlerde toplanırlar (Ismail ve Elhenaway, 2009).

Makinanın çalışma ilkesi, dönü hareketli batör ile sabit kontrbatör arasında beslenen ayçiçeği tablalarının sürtünme ve baskı kuvvetlerinin etkisiyle harmanlanmaları şeklindedir. Ayçiçeği tablaları, harman düzenine işçiler tarafından elle beslenirler.

Ismail ve Elhenaway (2009) tarafından bu makinayla yapılan denemeler sırasında makinanın harmanlama etkinliği üzerinde etkili olan batör dönü sayısı (336 min^{-1} , 441 min^{-1} , 588 min^{-1} ve 830 min^{-1}) ya da çevre hızı (2.80 m s^{-1} , 3.70 m s^{-1} , 4.90 m s^{-1} ve 6.90 m s^{-1}), kontrbatör konumu (330 mm , 345 mm ve 365 mm), kontrbatör tarafından tablolara uygulanan basınç miktarı (2 kg cm^{-2} , 4 kg cm^{-2} ve 6 kg cm^{-2}) ve ayçiçeği tablalarının batör-kontrbatör arasında kalma süresi (5 s , 10 s ve 15 s) dikkate alınmıştır. Tüm denemelerde tohum ve tabla süngerinin nem içerikleri sabit tutulmuştur. Tabla süngeri nem içeriği ortalama % 18, tohumun nem içeriği ise % 9' dur. Ismail ve Elhenaway (2009), en yüksek harmanlama etkinliğinin batör çevre hızının 2.80 m s^{-1} , kontrbatör konumunun 345 mm , tablolara uygulanan basıncın 6 kg cm^{-2} oldukları ve tablaların 15 s süreyle harman düzeninde kaldıkları çalışma koşulunda elde edildiğini açıklamıştır. Yapılan denemeler sonucunda makinanın en yüksek harmanlama kapasitesinin 212 kg h^{-1} olduğu belirtilmiştir. Bu değer; 6.90 m s^{-1} batör çevre hızında, 345 mm kontrbatör konumunda ve 6 kg cm^{-2} basınçta çalışmadan elde edilmiştir. En düşük özgül enerji tüketimi 3.70 kWh t^{-1} olarak bulunmuştur. Bu değere 2.80 m s^{-1} ve 3.70 m s^{-1} batör çevre hızında, 365 mm kontrbatör konumunda ve 2 kg cm^{-2} basınçta çalışma koşulundan ulaşılmıştır.

Yapılan denemeler sonucunda;

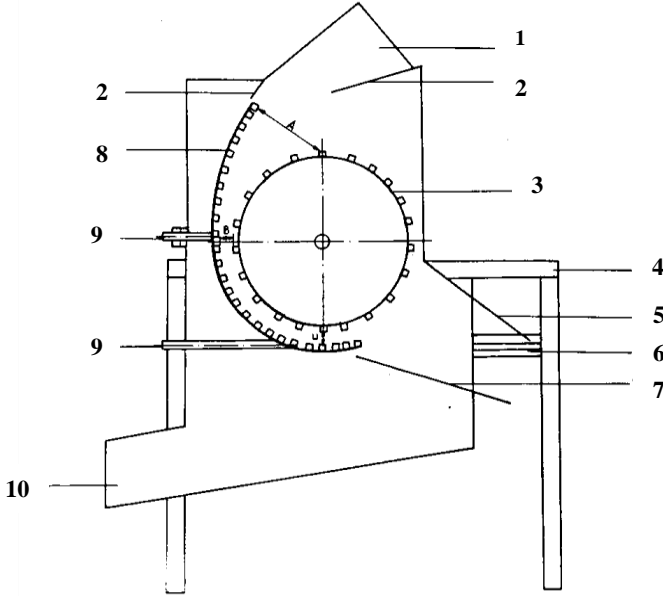
- Batör çevre hızı, tabloyu harman düzeninde tutma süresi ve batör yüzeyine uygulanan basınç arttıkça harmanlama etkinliğinin arttığı,
- Kontrbatör ya da basınç yüzeyi konumu yarıçapı arttıkça belirli bir değerden sonra harmanlama etkinliğinin azaldığı,
- Batör çevre hızı, tablaların harman düzeninde tutulma süresi, batör yüzeyine uygulanan basınç ve basınç yüzeyi konum yarıçapı arttıkça gözle görülebilir zedelenmiş tohum miktarının arttığı,
- Batör yüzeyine uygulanan basınç azaldıkça temizleme etkinliğinin arttığı belirlenmiştir (Ismail ve Elhenaway, 2009).

Ismail ve Elhenaway' a göre (2009) bu makinayla ayçiçeği harmanında çalışmada; harmanlama ve temizleme etkinliğinin yüksek, zedelenmiş tohum yüzdesi ile özgül enerji tüketiminin düşük olabilmesi için batör çevre hızının 6.90 m s^{-1} , tablolara uygulanan basıncın 6 kg cm^{-2} , basınç yüzeyi konum yarıçapının 345 mm ve tablaların harman düzeninde bekletilme süresinin 5 s olması gerektiği açıklanmıştır.

4. 2. Sarmal Pervazlı Batör ve Eksenel Pervazlı Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

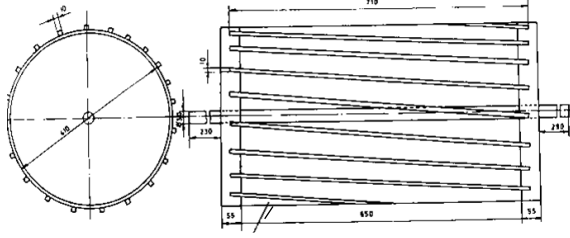
Harmanlama ve temizleme düzenleri bulunan sarmal pervazlı batör ve eksenel pervazlı kontrbatörlü teğetsel akışlı ayçiçeği harman makinası, Göknur ve Keskin (1994) tarafından geliştirilmiştir (Şekil 4.2). Uzunluk, genişlik, yükseklik olarak toplam ölçüleri 1290x1120x1430 mm' dir. Ayçiçeği tablaları, batör-kontrbatörün arasına besleme ağzından elle tek tek beslenmektedir.

Batörün dış çapı 430 mm ve uzunluğu 710 mm' dir. Kare kesitli lamadan yapılan batör ve kontrbatör pervazlarının ölçüleri, 710x10x10 mm' dir. Pervazların işleyici yüzeyleri düzdür (Şekil 4.3). Batör pervazı sayısı 21 adet, kontrbatör pervazı sayısı ise 27 adettir. Kontrbatörün batörü sarım açısı, 130° dir. Batör-kontrbatör arası giriş, orta ve çıkış aralık miktarları; en az ve en çok olmak üzere sırasıyla 120-130 mm, 35-55 mm ve 30-30 mm arasında ayarlanabilmektedir. Kontrbatörün çıkış ağzında, 5 mm çapındaki çubukların 10 mm aralıklarla dizilmesinden oluşan bir ızgara bulunmaktadır.



1. Besleme ağızı, 2. Yönlendirme plakası, 3. Batör, 4. Çatı, 5. Tabla çıkış ağızı, 6. Ayar kızıağı, 7. Izgara, 8. Kontrbatör, 9. Batör-kontrbatör arası aralık ayar düzeni, 10. Tohum çıkış ağızı.

Şekil 4. 2. Sarmal Pervazlı Batör-Eksenel Pervazlı Kontrbatörlü Ayçiçeği Harman Makinası (Göknur ve Keskin, 1994)



Şekil 4. 3. Sarmal Pervazlı Batör-Kontrbatörlü Ayçiçeği Harman Makinasının Batörü (Göknur ve Keskin, 1994)

Makinanın çalışma ilkesi, besleme ağzından batör-kontrbatör arasında beslenen ayçiçeği tablalarının burada harmanlanmaları ve harmanlanan tohumların kontrbatörün açıklıklarından aşağıya düşerek parçalanmış tablolardan ayrılmaları şeklindedir. Tohumlar tohum çıkış ağzından, tablalar ise tabla çıkış ağzından dışarıya alınır. Çok fazla parçalanmış tabla parçaları, kontrbatörün açıklıklarından alta geçerek tohumların arasına karışabilmektedir.

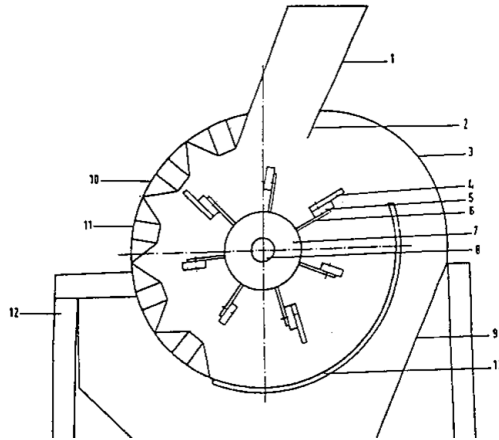
Göknur ve Keskin (1994) tarafından tohum nem içeriği % 10-30 arasında değişen ve tabla çapı 160 mm olan ayçiçeği tablalarıyla yapılan denemeler sonucunda, optimum çalışma koşulunda batör-kontrbatör arası giriş-orta-çıkış aralık miktarlarının 120-35-30 mm ve batör dönü sayısının ise 400 min^{-1} olduğu açıklanmıştır. Bu koşulda sağlam tohum yüzdesi % 100, harmanlama etkinliği % 100, harmanlama kapasitesi $145 \text{ tohum-kg h}^{-1}$ ve güç tüketimi 1.04 kW ' dir (Göknur ve Keskin, 1994).

4. 3. Eksenel Pervazlı Batör-Kontrbatörlü ve Izgaralı Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

Göknur ve Keskin (1994) tarafından tasarlanarak imal edilen eksenel pervazlı batör-kontrbatörlü ve izgaralı teğetsel akışlı ayçiçeği harman makinası, Göknur (1990) tarafından daha önceden geliştirilen ayçiçeği kabuk kırma makinasının üzerinde bazı değişikliklerin yapılmasıyla geliştirilmiştir. Teğetsel akışlı harman makinaları bölümünde yer verilen bu makinanın aslında teğetsel ve eksenel akışlı harman makinaları arasında yer aldığı düşünülmektedir. Çünkü bu makina ile ayçiçeği tablalarının harmanlanması sırasında tablalar, eksenel akışlı tiplerde olduğu gibi harman düzeninin bir ucunda girip batörün etrafında sarmal şekilde hareket ederek diğer ucundan dışarıya çıkmamakta, ek olarak

teğetsel akışlı tiplerde olduğu gibi aynı harman düzeninin yatay uzunluğu boyunca aynı giriş ve çıkış doğrultusunda ilerleyerek batör-kontrbatörü kısa sürede terk etmemektedirler. Bir diğer deyişle bu harman makinası, ne tam olarak aksenal akışlı ne de tam olarak teğetsel akışlıdır. İki etkinin birlikte görüldüğü bir makinadır. Bu durumun başlıca nedeninin kontrbatörün alt kenarına kontrbatörün uzantısı şeklinde yerleştirilen ızgara olduğu düşünülmektedir. Besleme ağzından beslenen tablalar, batör-kontrbatör arasından geçtikten sonra hemen dışarıya çıkamamakta, ızgara sayesinde bazı tablalar batörün çevresinde sarmal olarak hareket etmektedirler. Izgaranın açıklıklarından geçebilecek kadar parçalanmış tablalar, ızgaranın açıklıklarından aşağıya düşmektedirler. Bu kitapta, aksenal ve teğetsel akışlı makinalar başlıklı bir bölüm olmadığından söz konusu makinaya teğetsel akışlı harman makinaları bölümünde yer verilmiştir.

Makina; besleme ağızı, yönlendirme plakası, pervazlı batör ve pervazlı kontrbatörlü harman düzeni, ızgara ve çatıdan oluşmaktadır (Şekil 4.4). Uzunluk, genişlik ve yükseklik olarak toplam ölçüleri 800x800x1400 mm' dir. Gücü 3.58 kW ve mil dönü sayısı 2800 min⁻¹ olan bir elektrik motorundan hareket almaktadır. Elektrik motorlu varyatör sayesinde batör milinin dönü sayısı, 200-450 min⁻¹' e kadar düşürülebilmektedir.



1. Besleme ağızı, 2. Yönlendirme plakası, 3. Kapak, 4. İtici parmak, 5. Batör pervazı,
6. Bağlantı parçası, 7. Silindir, 8. Batör mili, 9. Toplama oluğu, 10. Kontrbatör,
11. Kontrbatör pervazı, 12. Çatı, 13. Izgara.

Şekil 4. 4. Aksenal Pervazlı Batör-Kontrbatörlü ve Izgaralı Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası (Göknur ve Keskin, 1994)

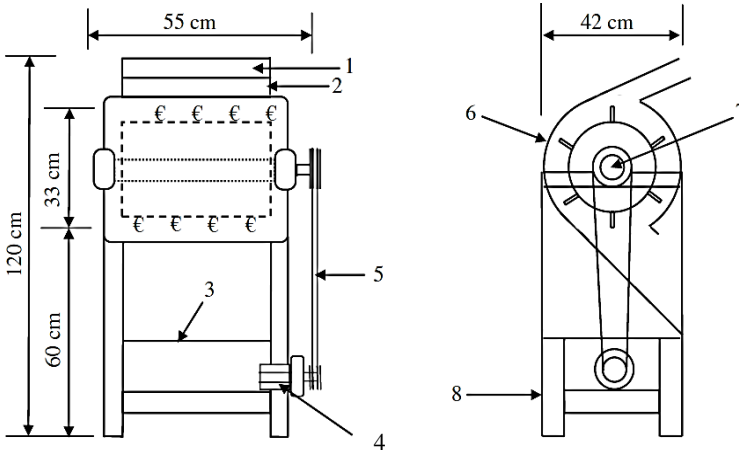
Batörün dış çapı 210 mm ve uzunluğu 600 mm' dir. Batör pervazları, lama demirden yapılmıştır. Ölçüleri, 600x30x10 mm' dir. Pervazların işleyici yüzeyleri düzdür. Pervaz sayısı, 7 adettir. Batör pervazlarının üzerlerine belirli aralıklarla 7 mm çapında ve 50 mm uzunluğunda olan 6 adet itici parmak yerleştirilmiştir. İtici parmağın görevi, harmanlanan karışımdaki iri tabla parçalarının ızgaranın aralıklarına sıkışmasını engellemektir. Kontrbatörün pervaz sayısı, 5 adettir. Dikdörtgen kesitli profilden yapılan kontrbatör pervazlarının işleyici yüzeyleri düzdür. Ölçüleri, 600x400x25 mm' dir. Kontrbatörün batörü sarım açısı, 130°' dir. Batör-kontrbatör arası giriş ve çıkış mesafeleri birbirine eşit olup 30-40 mm arasında ayarlanabilmektedir. Batörün sol yan tarafında kontrbatör, sağ yan tarafında kontrbatörün uzantısı şeklinde devam eden bir ızgara yer almaktadır. Çapı 7 mm olan çubukların 40 mm aralıklarla yan yana yerleştirilmesiyle oluşturulan ızgara, batörün yaklaşık 1/3' ünü sarmaktadır.

Makinanın çalışma ilkesi, besleme ağzından elle beslenen ayçiçeği tablalarının yönlendirme plakası sayesinde pervazlı batör-kontrbatör arasına düzgün bir şekilde beslenerek batör-kontrbatör arasında harmanlanmaları ve harmanlanmış karışımın ızgaranın açıklıklarından alta geçerek burada toplanması şeklindedir. Bu makinanın ayrıca bir temizleme düzeni yoktur. Bu nedenle harmanlanan karışımdaki tohumlar ile tabla parçalarının daha sonra bayırca bir temizlenme düzeniyle birbirlerinden ayrılmaları gerekmektedir. Eğer harmanlama sırasında tablalar aşırı derecede parçalanırlarsa ızgaranın açıklıklarından daha kolay alta geçerler. Ancak ayırma işlemi güçleşir. Aksine tablalar fazla parçalandıklarında ise ızgara tıkanabilir. Ancak bu durumda ayırma kolaylaşır.

Göknur ve Keskin (1994) tarafından tohum nem içeriği yaklaşık % 10 ve tabla çapı 14 cm olan ayçiçeği tablalarıyla yapılan denemeler sonucunda, optimum çalışma koşulunda batör-kontrbatör arası aralık miktarının 30 mm ve batör dönü sayısının 250 min⁻¹ olduğu bulunmuştur. Bu koşulda sağlam tohum yüzdesi % 98.49, zedelenmiş tohum yüzdesi % 0.56, harmanlama etkinliği % 99, harmanlama kapasitesi 55 tohum-kg h⁻¹ ve güç tüketimi 1.28 kW' dır.

4. 4. Parmaklı Batör ve Düz Yüzeyle Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

Parmaklı batör ve düz yüzeyle kontrbatörlü teğetsel ayçiçeği harman makinası; El-Sheikha, Abb-Alla, Lotfy ve El-Rajhi (2007) tarafından geliştirilmiştir. Makina; besleme deposu, parmaklı batör, kontrbatör, batör mili, elektrik motoru, V kayış-kasnaklı hareket iletim düzeni ve çatıdan oluşmuştur (Şekil 4.5). Uzunluk, genişlik ve yükseklik olarak toplam ölçüleri 550x420x1200 mm' dir. Eğimli bir ahşap plaka üzerine yerleştirilen ayçiçeği tablaları, 2 kişi tarafından besleme deposuna doğru elle beslenmektedir.

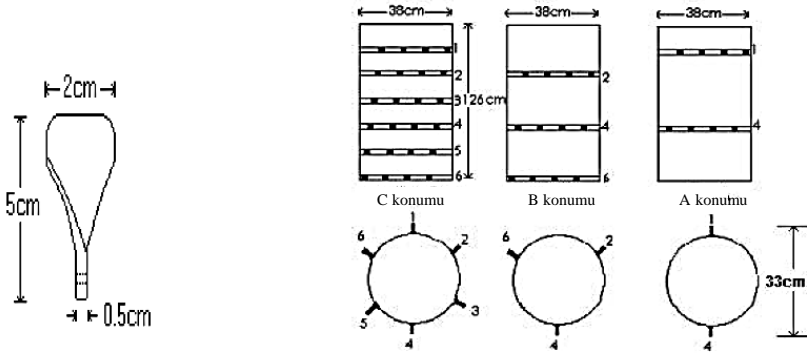


1. Giriş, 2. Besleme deposu, 3. Çıkış, 4. Elektrik motoru, 5. V kayış, 6. Kontrbatör, 7. Batör mili, 8. Çatı.

Şekil 4. 5. Parmaklı Batörlü ve Düz Yüzeyle Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası (El-Sheikha, 2007)

Uç kısımları yassılaştırılmış parmakların uzunlukları 50 mm, genişlikleri 20 mm, kalınlıkları 5 mm' dir. Parmaklar, batörün üzerine eşit açılarla dizilmişlerdir. Makinanın 3 farklı batörü vardır. Bunlardan 1.' si 2 sıralı ve 8 parmaklı batör (A konumu), 2.' si 3 sıralı ve 12 parmaklı batör (B konumu) ve 3.' sü ise 6 sıralı ve 24 parmaklı batördür (C konumu), (Şekil 4.6).

Batör-kontrbatör arası aralık miktarı; 20 mm, 30 mm ve 40 mm olacak şekilde ayarlanmaktadır. Bunun için 20 mm, 30 mm ve 40 mm kalınlığındaki ayar parçalarından yararlanır. Batör mili yatakları gevşetilerek batör yatay düzlemde kaydırılır.



Şekil 4. 6. Batör Parmağı ve Farklı Batör Tipleri (El-Sheikha, 2007)

Makinanın güç kaynağı, gücü 0.56 kW ve mil dönü sayısı 1400 min^{-1} olan AC elektrik motorudur. Elektrik motorundan batör miline hareketin iletilmesinde 3 farklı çapa sahip olan (115 mm, 155 mm ve 205 mm) kasnaklar kullanılmaktadır. Kasnak çapı değiştikçe elektrik motorunun buna uyum sağlaması için motor, çatı üzerinde aşağı yukarı hareket ettirilmektedir. 3 farklı kasnak çapına göre batör milinin çevre hızı sırasıyla 14.70 m s^{-1} , 10.90 m s^{-1} ve 8.30 m s^{-1} olarak değiştirilebilmektedir.

Makinanın çalışma ilkesi, besleme deposundan elle parmaklı batör ile kontrbatör arasına beslenen ayçiçeği tablalarının burada çarpma etkisiyle harmanlanmaları ve harmanlanan karışımın çıkış ağzından dışarıya çıkmaları şeklindedir.

El-Sheikha vd. (2007) tarafından parmaklı batörlü ayçiçeği harman makinasıyla yapılan denemeler sırasında A konumundaki 8 parmaklı batör ile 40 mm batör-kontrbatör arası aralık miktarında çalışıldığı belirtilmiştir. Denemelerde kullanılan ayçiçeği tablalarının ortalama çapları 196 mm ve kalınlıkları ise 44.90 mm'dir. Ayçiçeği tohumlarının nem içerikleri ise % 10, % 14 ve % 19 olarak seçilmiştir.

Yapılan araştırma sonucunda, batör dönü sayısı arttıkça harmanlama etkinliğinin arttığı belirlenmiştir. Nem içeriği % 10 olan ayçiçeği tohumlarıyla C konumundaki 24 parmaklı batörle 20 mm batör-kontrbatör arası aralık miktarında çalışmada, batör dönü sayısı arttıkça harmanlama etkinliğinin % 92.70' den % 96.90' a çıktığı bulunmuştur. En yüksek harmanlama etkinliği

(% 96.90) bu çalışmadan elde edilmiştir. Tohum nem içeriğinin % 10' dan % 19.90' a çıkması koşulunda harmanlama etkinliği azalmıştır.

Nem içeriği % 19 olan ayçiçeği tohumlarıyla A konumundaki 8 parmaklı batörle 40 mm batör-kontrbatör arası aralık miktarında çalışmada, batör çevre hızının 8.30 m s^{-1} den 14.70 m s^{-1} ye çıkması koşulunda zedelenmiş tohum yüzdesi % 0.07' den % 0.13' e çıkmıştır. En düşük zedelenmiş tohum yüzdesi bu çalışma koşulundan elde edilmiştir. En yüksek zedelenmiş tohum yüzdesi (% 3.32) ise nem içeriği % 10 olan tohumlarla C konumundaki 24 parmaklı batörle 14.70 m s^{-1} çevre hızında ve 20 mm batör-kontrbatör arası aralık miktarında çalışmadan elde edilmiştir.

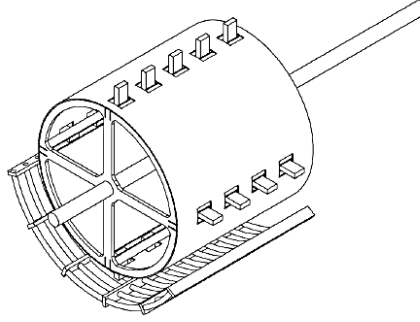
Batör çevre hızının 8.30 m s^{-1} den 14.70 m s^{-1} ye çıkması koşulunda harmanlama kapasitesi artmıştır. 14.70 m s^{-1} lik batör çevre hızında en yüksek harmanlama kapasitesine ulaşılmıştır. Batör-kontrbatör arası aralık miktarının 20 mm' den 40 mm' ye çıkması koşulunda da harmanlama kapasitesi artmıştır.

Genel olarak,

- Batör çevre hızı arttıkça harmanlama etkinliği, zedelenmiş tohum yüzdesi ve harmanlama kapasitesi artmaktadır.
- Batör-kontrbatör arası aralık miktarı arttıkça harmanlama etkinliği ve zedelenmiş tohum yüzdesi azalmakta ancak harmanlama kapasitesi artmaktadır.
- Batörün parmak sayısı arttıkça harmanlama etkinliği ve zedelenmiş tohum yüzdesi artmakta, harmanlama kapasitesi hemen hemen sabit kalmaktadır. Harmanlama etkinliği ve harmanlama kapasitesi yönünden batör tiplerinin sıralanışları $C > B > A$ şeklindedir.
- Tohum nem içeriği arttıkça harmanlama etkinliği, zedelenmiş tohum yüzdesi ve harmanlama kapasitesi azalmaktadır (El-Sheikha vd., 2007).

4. 5. Kauçuk Dişli Batörlü ve Izgara Tipi Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

Ghiasi, Masoumi, Hemmat ve Najafi (2020) tarafından tasarlanan kauçuk dişli batörlü ve ızgara tipi kontrbatörlü teğetsel akışlı ayçiçeği harman makinasının harman düzeni, kauçuk dişli batör ve ızgara tipi kontrbatörden oluşmaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4. 7. Kauçuk Dişli Batörlü ve Izgara Tipi Kontrbatörlü Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Düzeni (Ghiasi vd., 2020)

Batörün çapı ve uzunluğu 500 mm' dir. Çevresi 4' e bölünen batörün üzerine kauçuk dişler yerleştirilmiştir. Batör üzerinde 2 sırada 4' er adet, diğer 2 sırada ise 5' er adet diş bulunmaktadır. Mil çapı, 30 mm' dir. İçbükey kontrbatörün yay açısı 135°' dir.

Kauçuk dişli batörlü harman düzeninin çalışma ilkesi, batör-kontrbatör arasına beslenen ayçiçeği tablalarının batörün kauçuk dişlerinin çarpma etkisiyle tohumların tablalardan ayrılarak harmanlanmaları ve harmanlanan tohumlar ile tabla parçalarının kontrbatör ızgarasının açıklıklarından alta geçmeleri şeklindedir.

Ghiasi vd. (2020) tarafından, bu makinayla tabla nem içeriği % 20-45 arasında değişen ayçiçeği tablalarıyla 280 min⁻¹, 380 min⁻¹ ve 480 min⁻¹ olmak üzere 3 farklı batör dönü sayısında, 80 mm ile 100 mm batör-kontrbatör aralıklarında ve sabit besleme miktarında (670 kg h⁻¹) çalışma koşullarında yapılan denemeler sırasında zedelenmiş tohum yüzdesi ile temizleme etkinliğinin belirlendiği açıklanmıştır.

Araştırma sonucunda;

- Zedelenmiş tohum miktarının çok az olması üzerinde kontrbatörün ızgara şeklinde olmasının, kontrbatör çubuk çaplarının yeterli ölçülerde olmasının, batörün esnek kauçuk dişlere sahip olmasının ve tohumların metal parçalara çarpmasını engelleyen batörün kapalı yapısının etkili oldukları açıklanmıştır.
- Tabla süngerinin nem içeriği azaldıkça gevrekliği artmıştır. Bu nedenle nem içeriği azalan tablalar kolayca parçalandıklarından kontrbatörün ilk

kısımlarındaki materyal miktarı artmış ancak son kısmındaki materyal miktarı azalmıştır. Kontrbatörün ilk kısmı harmanlanacak ürünün girdiği, son kısmı ise harmanlamış materyalin çıktığı bölümdür.

- Tabla süngerinin nem içeriği arttıkça süngerin gevrekliği azalmıştır. Bu koşulda, batörün kauçuk dişlerinin tablalara uyguladığı çarpma etkisi sayesinde tablalar bölünmüşler veya küçük parçalar halinde kesilmişlerdir. Kontrbatörün ızgara şeklindeki yapısı da söz konusu parçalanmanın daha fazla artmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda temizleme etkinliği azalmıştır. Tabla nem içeriğinin % 18' den % 58' e çıkması koşulunda temizleme etkinliği % 74.20' den % 71.67' ye düşmüştür. Aksine tabla nem içeriğinin düşük olması koşulunda ise temizleme etkinliği artmaktadır.
- Batör dönü sayısının 250 min^{-1} den 850 min^{-1} e artırılması durumunda kontrbatörün temizleme etkinliği % 67.50' den % 72.25' e çıkmıştır.
- Batör-kontrbatör arası aralık miktarının 105 mm den 75 mm ye ayarlanması koşulunda kontrbatörün temizleme etkinliği % 70.60' dan % 77.26' ya yükselmiştir.
- Optimum çalışma koşulunda; tabla nem içeriğinin % 18, batör dönü sayısı 450 min^{-1} ve batör-kontrbatör arası aralık miktarı 105 mm dir. Bu koşuldaki temizleme etkinliği % 94.92' dir (Ghiasi vd., 2020).

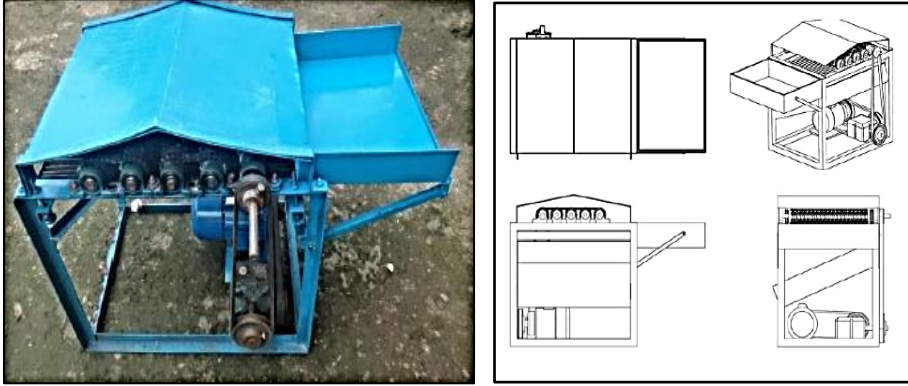
4. 6. Baskı Silindirli ve Yatay Izgaralı Teğetsel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

Hoque vd. (2022), birden fazla sayıda baskı silindirli ve yatay konumlu ızgaralı, teğetsel akışlı ayçiçeği harman makinasını Bangaldeş Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BARI)' nde geliştirdiklerini açıklamışlardır. Tablaların harman düzenine giriş ve çıkış doğrultuları aynı eksen üzerindedir. Bu nedenle makina, teğetsel akışlı harman makinası olarak kabul edilmiştir.

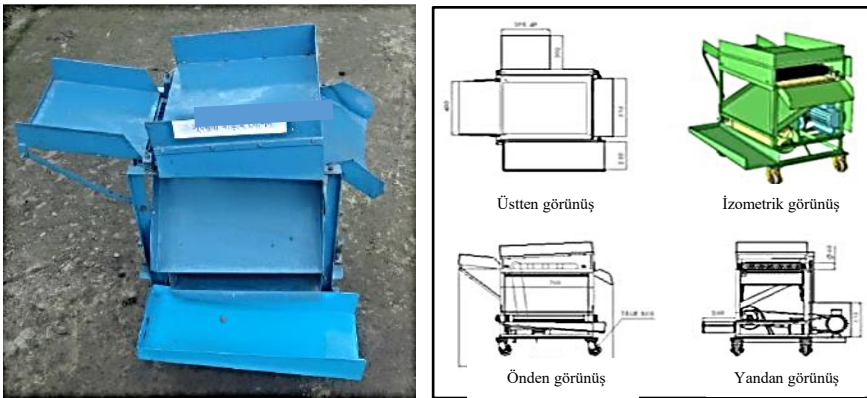
Hoque vd. (2022) tarafından, yapılan bir araştırma kapsamında öncelikle Şekil 4.8' de görülen Model 1 (M1)' in tasarlandığı, daha sonra Şekil 4.9' da görülen Model 1' in geliştirilmiş hâli olan Model 2 (M2)' nin tasarladığı ve son olarak da Şekil 4.10' da görülen Ticari Model (M3)' in tasarlanarak imal edildiği açıklanmıştır. M2 ve M3 modellerinin fanları vardır. Baskı silindirleri ve fan, 0.37 kW gücündeki AC tek fazlı ve mil dönü sayısı 1400 min^{-1} olan

elektrik motorundan hareket almaktadır. Baskı silindirlerinin dönü sayıları, 200 min^{-1} dir. Motor dönü sayısı, redüksiyon dişlisiyle azaltılarak baskı silindirlerine iletilmiştir. Fan, kayış kasnaklı hareket iletim düzeniyle hareketlendirilmiştir.

M1 2018-2019, M2 ise 2019-2020 yılları arasında tasarlanmıştır. M1 ve M2 arasındaki başlıca farklar; baskı silindirleri arasındaki mesafenin 38 mm' den 35 mm' ye düşürülmesi, makinanın ağırlığının 90 kg' dan 135 kg' a çıkartılması, M2' ye kolay taşınabilmesi için tekerleklerin eklenmesi ve harmanlanmış tohumların arasında bulunan tozların uzaklaştırılması için bir vantilatör eklenmesi olarak sıralanabilir. Tablo 4.1' de baskı silindirli ayçiçeği harman makinalarının (M1, M2 ve M3) bazı teknik özellikleri verilmiştir.



Şekil 4. 8. Model 1 (Hoque vd., 2022)



Şekil 4. 9. Model 1' in Geliştirilmiş Hâli (Hoque vd., 2022)



Şekil 4. 10. Ticari Model (Hoque vd., 2022)

Tablo 4. 1. Model 1 (M1), Model 1' in geliştirilmiş hâli (M2) ve Ticari Model' in (M3) Bazı Teknik Özellikleri (Hoque vd., 2022)

Teknik Özellikler	M1	M2	M3
Toplam Ölçüleri (mm)	1075x660x785	1260x1015x1150	1090x1030x760
Çatı Ölçüleri (mm)	762x580x625	762x580x625	600x600x460
Besleme Deposu Ölçüleri (mm)	480x355x90	480x355x90	360x360x90
Baskı Silindiri Sayısı (adet)	5	5	4
Baskı Silindiri Ölçüleri (mm)	460x Ø65	460xØ65	330xØ70
Silindirler Arası Aralık (mm)	38	35	35
Silindir ile Izgara Arasındaki Düşey Mesafe (mm)	20-25	20-25	20-25
Vantilatör Ölçüleri (mm)	-	750xØ200	490xØ230
Tekerlek Çapı (mm)	-	100	100
Ağırlık (kg)	90	135	105

Birden fazla sayıda baskı silindirli ve yatay konumlu ızgaralı ayçiçeği harman makinası; baskı silindiri, ızgara, kayış ve kasnak düzeni, fan, çatı ve elektrik motorundan oluşmuştur. Makinanın çalışma ilkesi, besleme ağzından baskı silindirleri ile ızgara arasına tohum bulunan yüzleri eleklerle karşı karşıya gelecek şekilde elle beslenen ayçiçeği tablalarının sürtünme kuvvetinin etkisiyle harmanlanmaları şeklindedir. Harmanlanan tohumlar tohum çıkış ağzından, tablalar ise tabla çıkış ağzından dışarıya çıkarlar. M2 ve M3 modellerinde bulunan vantilatörün görevi, tohumların arasında bulunan tozları

uzaklaştırmaktır. Bu makina ile aynı anda 3-4 adet tabla harmanlanabilir. Baskı silindiri ile elek arasındaki mesafe, yay baskı kuvvetinin değiştirilmesiyle otomatik olarak ayarlanmaktadır.

Hoque vd.' ne (2022) göre söz konusu makinanın harmanlama kapasitesi 101 tabla-kg h⁻¹' dür. Bu değer, gerek elle harmandaki harmanlama kapasitesi olan 25 tabla-kg h⁻¹' dan ve gerekse de pedallı harman makinasıyla çalışmadaki harmanlama kapasitesi olan 47 tabla-kg h⁻¹' den çok daha fazladır. Tabla süngeri nem içeriği % 31-62 arasında değişen tablalarla yapılan çalışma sonucunda tabla süngerinin nem içeriği azaldıkça makinanın harmanlama kapasitesinin azaldığı ancak temizleme etkinliğinin arttığı bulunmuştur.

5. EKSENEL AKIŞLI AYÇİÇEĞİ HARMAN MAKİNALARI

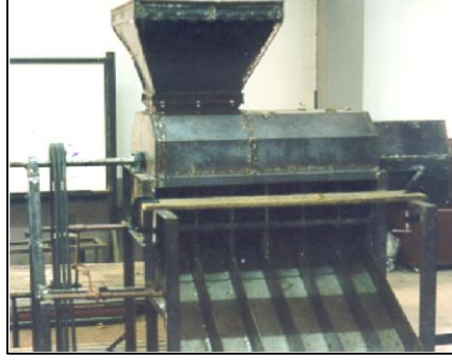
Ayçiçeği harman makinalarının büyük bir kısmı, eksenel akışlıdır (Ali, Zong, Ma, El-Wahhab ve Li, 2022; Sudajan, Salokhe ve Chusilp, 2005). Eksenel akışlı harman makinalarında ürünün batör-kontrbatör arasına giriş ve çıkış doğrultusu, aynı eksen üzerinde değildir. Batör-kontrbatör arasına giren ürünün batörün çevresindeki teğetsel hareketi, bir eksenel kuvvetin etkisiyle batörün çevresini dönerek batörün uzunlamasına eksenini boyunca ilerleyecek şekle dönüşür (Güzel, 1990). Bu nedenle eksenel akışlı harman düzeni, “sarmal akışlı harman düzeni” olarak da adlandırılır. Eksenel akışlı harman makinalarında ürünün harman düzeninde aldığı yol ve kaldığı süre daha fazladır. Ürün, batör- kontrbatör ya da batör-delikli tamburun arasında sarmal olarak çok kez döner. Bu hareket, batörün uzunlamasına eksenini boyunca ürüne darbe uygulanmasını sağlar. Eksenel akışlı harman makinaları, teğetsel akışlı harman makinalarına göre daha yeni makinalardır. Klasik tipleri, ürünü genellikle ovalama etkisiyle harmanlarlar.

5. 1. Tarak Dişli Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinaları

Söz konusu makinaların harman düzenleri, tarak dişli batör ile batörü çevreleyen tamburdan oluşur. Farklı şekillerde batörlere sahiptirler. Batör, açık veya kapalı batör tipinde olabilir. Açık batörlerde, dişler pervazların yan yüzeylerine civatalarla bağlanırlar. Batör mili ile tarak dişli pervazlar arasında düşey yönde açıklıklar ya da aralıklar vardır. Tarak dişli pervazlar, batör milinin çevresine uzunlamasına milin eksenine paralel yönde ya da sarmal olarak yerleştirilirler. Kapalı batörlerde ise tarak dişler, batör silindirinin çevresine kaynakla sabitlenirler. Kapalı batörler, açık batörlere göre daha kompakt yapıdadırlar. Tarak dişlerin enine kesitleri, kare ya da dikdörtgen şeklinde olabilir. Batörün etrafını saran tambur, elips şeklinde delikleri bulunan çelik sacdan imal edilir.

Tarak dişli batörlü eksenel akışlı harman makinası, ilk kez Sudajan vd. (2002) tarafından geliştirilmiştir. Şekil 5.1’ de görüldüğü gibi bu makinanın başlıca parçaları; besleme deposu, harman düzeni, toplama kabı, hareket iletim düzeni ve çatıdır. Harman düzeni, dönü hareketli batör ile sabit tamburdan

oluşmaktadır. Makinanın yan kenarına, uzunlamasına eksen boyunca eşit aralıklarla bölünmüş 6 adet kanalı olan bir örnek toplama kabı yerleştirilmiştir.

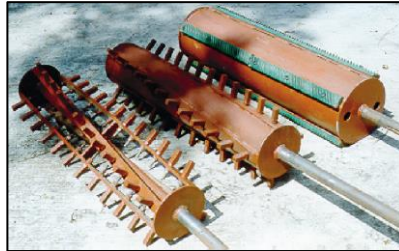


(1) (2) (3) (4) (5) (6)

1 ve 2. besleme ve harmanlama düzenlerinden; 3, 4 ve 5. harmanlama, ayırma ve iletim düzenlerinden; 6. çıkış ağzından çıkan örneklerin toplandığı kanallar.

Şekil 5. 1. Tarak Dişli Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası (Sudajan vd., 2002)

Sudajan vd. (2002) tarafından bu makinayla yapılan araştırmada, 3 farklı batör tipiyle 4 farklı besleme miktarında ($1000-4000 \text{ kg h}^{-1}$) ve 4 farklı batör dönü sayısında ($550-1150 \text{ min}^{-1}$) ya da çevre hızında ($8.00-16.80 \text{ m s}^{-1}$) ayçiçeği harmanında harmanlama etkinliğinin, harmanlama kapasitesinin, zedelenmiş tohum yüzdesinin, tane kaybının ve özgül enerji tüketiminin belirlendiği açıklanmıştır. Yapılan denemeler sırasında makinanın harman düzeninde 2' si tarak dişli ve diğeri yivli pervazlı olmak üzere 3 farklı batör tipinin kullanıldığı belirtilmiştir. Şekil 5.2' de görüldüğü gibi tarak dişli batörlerden birisi açık diğeri kapalı batörlüdür. Yivli pervaz batör, kapalı batör tipindedir. Tarak dişli batörlerde dişler sarmal, pervazlı batörde ise batörün uzunlamasına eksenine paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir.



(a) (b) (c)

a. Tarak dişli pervazlı açık batör, **b.** Tarak dişli kapalı batör, **c.** Yivli pervazlı batör.

Şekil 5. 2. Eksenel Akışlı Harman Makinasının Batör Tipleri (Sudajan vd., 2002)

Şekil 5.2.a' da görülen tarak dişli pervazlı açık batörün 4 adet pervazı vardır. Her pervazdaki diş sayısı 12 adettir. Kare kesitli (19x19 mm) çelik dişlerin uzunlukları 50 mm' dir. Bir pervaz üzerinde bulunan yan yana 2 diş arası uzaklık, 60 mm' dir. Batörün dış çapı 280 mm, uzunluğu 920 mm' dir. Şekil 5.2.b' de görülen tarak dişli kapalı batörde de batör silindirinin enine kesitindeki diş sırası 4 adet, uzunlamasına eksen boyundaki bir sıradaki diş sayısı ise 12 adettir. Şekil 5.2.c' de görülen pervazlı kapalı batör, işleyici yüzeyinde eğik yivleri bulunan kauçuk pervazlara sahiptir.

Tambur, 2 parçalıdır. Uzunluğu 960 mm' dir. Tamburun üzerindeki elips şeklindeki deliklerin ölçüleri, 11x60 mm' dir. Bitişik 2 delik arasındaki mesafe 11 mm, delik eksenleri arasındaki mesafe 22 mm' dir. Batör ile tambur arasındaki aralık miktarı, 35 mm' dir.

Makinanın çalışma ilkesi; besleme deposundan harman düzenine beslenen ayçiçeği tablalarının batörün uzunlamasına eksenine paralel yönde sarmal olarak ilerlemeleri ve bu sırasında harmanlanmaları şeklindedir. Batör, traktörün kasnağından V kayış kasnaklı hareket iletim düzeniyle hareket alır. Ayçiçeği tablaları, besleme deposuna bantlı iletilerle beslenirler. Bantlı iletiler, 5.60 kW gücündeki dönü sayısı değiştirilebilen bir elektrik motoruyla hareketlendirilir.

Sudajan vd.' ne (2002) göre yapılan araştırma sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Buna göre;

- Tüm koşullarda yivli pervazlı batörün harmanlama kapasitesi diğerlerinden daha yüksek, özgül enerji tüketimi ise daha düşüktür. Bu sonuçlar üzerinde pervazlı batörün ovalama etkisinin daha yüksek olmasının etkili olduğu düşünülmektedir.
- Tüm denemelerde harmanlama etkinliği, % 99.77-100 arasında değişmektedir.
- Yivli pervazlı batörle çalışmada; harman düzeninden çıkan karışım içerisindeki tohumdan farklı materyal miktarı, diğerlerinden daha azdır. Bu nedenle temizleme düzeninin yükü diğerlerinden daha az olacaktır.
- Ayçiçeği harmanı için en uygun batör tipi, yivli pervazlı batördür.
- Yivli pervazlı batörle 3000 kg h⁻¹ besleme miktarı ve 750 min⁻¹ batör dönü sayısında çalışmada; harmanlama kapasitesi 1038 tohum-kg h⁻¹,

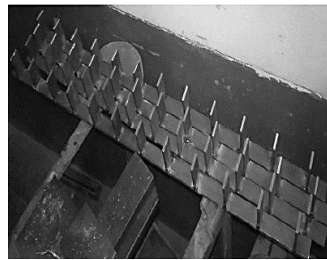
harmanlama etkinliği % 99.99, zedelenmiş tohum yüzdesi % 1.39, tane kaybı % 0.36 ve özgül enerji tüketimi ise 3.01 kWh t^{-1} dir.

Tarak dişli batörlü eksenel akışlı ayçiçeği harman makinasının bir diğer tipi ise Kazi, Safiulla, Manohar ve Kumar (2016) tarafından tasarlanarak imal edilen açık batörlü harman makinasıdır. Şekil 5.3' de görülen bu ayçiçeği harman makinası; besleme deposu, batör, tambur, vantilatör, çatı, elektrik motoru, hareket iletim düzeni, tabla çıkış ağzı ve tohum çıkış kanalından oluşmaktadır. Makinanın çatısı, $50 \times 50 \text{ mm}$ ' lik 5 mm kalınlığındaki köşebent demirinden yapılmıştır.



Şekil 5. 3. Tarak Dişli Pervazlı Açık Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası (Kazi vd., 2016)

Şekil 5.4' de görüldüğü gibi batör milinin çevresine 4 adet tarak dişli pervaz yerleştirilmiştir. Her bir pervazdaki diş sayısı, 12 adettir. Dişler, 90° açılı olarak yerleştirilmiştir. Dişlerin uzunlukları 44 mm, kalınlıkları ise 6 mm' dir. Dişler, pervazların uzunlamasına eksenleri üzerine yan yan 2 diş arasındaki mesafe 64 mm olacak şekilde sabitlenmiştir.



Şekil 5. 4. Tarak Dişli Pervazlı Açık Batör ve Tarak Dişli Pervazlar (Kazi vd., 2016)

Batörün çapı 280 mm, uzunluğu 920 mm' dir. Batör, silindirik bir tamburun içerisine yerleştirilmiştir. Batör ile tambur arasındaki aralık miktarı, 35 mm' dir. Birbirine kaynak edilmiş yarı silindirik 2 parçadan oluşan tamburun alt kısmı, delikli çelik sacdan yapılmıştır. Şekil 5.3' den görüleceği gibi makinanın önden görünüşüne göre tamburun üst sol yan kısmında, tablaların kolayca beslenmeleri için eğik olarak yerleştirilmiş olan bir besleme deposu vardır. Besleme deposunun alt kısmında yer alan besleme ağzının enine kesit ölçüleri, 100x150 mm' dir. Tamburun yan kısımları dairesel saclarla kapatılmıştır. Batörün sağ yan kısmında, parçalanmış tabla parçalarının dışarıya çıktıkları oval çıkış ağzı bulunmaktadır. Harman düzeninin alt kısmında ise ayçiçeği tohumlarının dışarıya çıktıkları bir eğik kanal yer almaktadır.

Bu makinanın çalışma ilkesi;

- Besleme deposundan beslenen ayçiçeği tablalarının batörün çevresinde sarmal olarak yol almaları ve bu sırada batör-tambur arasında ayçiçeği tohumlarının tablalardan ayrılmaları,
- Parçalanmış tabla parçalarının oval çıkış ağzından dışarıya çıkmaları,
- Tamburun deliklerinden alt geçen ayçiçeği tohumlarından daha hafif olan materyallerin vantilatör tarafından oluşturulan yüksek basınçlı hava akımının etkisiyle makinanın sağ yan tarafından dışarıya atılmaları,
- Tamburun deliklerinden alt geçen ayçiçeği tohumlarının ise eğik kanal içerisinde diğer yan tarafa doğru ilerlemeye devam ederek kanal çıkış ağzından dışarıya çıkmaları şeklindedir.

Harmanlama sırasında ayçiçeği tablalarının batörün çevresinde sarmal hareket yapmalarını kolaylaştırmak amacıyla batörün iç kısmına her 4 dişin arasına gelecek şekilde toplam 4 adet sarmal şerit yerleştirilmiştir (Şekil 5. 5).



Şekil 5. 5. Batörün Sarmal Şeridi (Kazi vd., 2016)

Kazi vd. (2016) tarafından bu makinayla çeşitli deneme koşullarında ayçiçeği tablalarıyla yapılan denemeler sonucunda;

- 500 kg h⁻¹ lik besleme miktarında makinanın kapasitesinin 200 kg h⁻¹ olarak bulunduğu,
- Temizleme etkinliğinin % 92.72 olduğu,
- Mevcut makinaların tohum kaybının % 6.41-9.64 arasında değiştiği ancak bu makinanın tohum kaybının % 0.24 ile bunlardan daha düşük olduğu,
- Harmanlama etkinliğinin % 100 olarak bulunduğu ancak tohum kaybı dikkate alındığında bu değerin % 99.76' a düştüğü,
- Mevcut makinalarla çalışmadaki zedelenmiş tohum yüzdesinin % 0.34-0.35 arasında değiştiği ancak bu makinanın zedelenmiş tohum yüzdesinin bunlardan daha düşük olup % 0.10 olduğu,
- Batörün 700 min⁻¹ dönü sayısındaki güç ihtiyacının 0.75 kW, özgül enerji ihtiyacının ise 3.73 kW h t⁻¹ olarak bulunduğu açıklanmıştır.

5. 2. Pervazlı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinaları

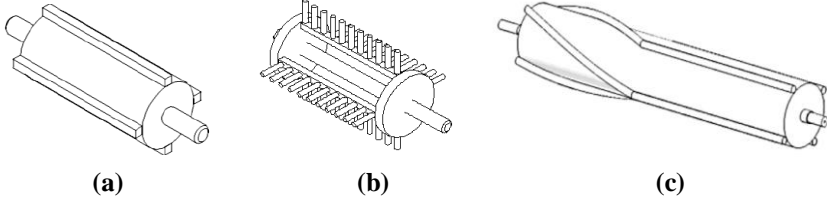
Pervazlı batörlü eksenel akışlı ayçiçeği harman makinalarının harman düzenleri, pervazlı batör-tambur ya da pervazlı batör-kontrbatörden oluşur. Elips ve daire delikli çelik saclar ile yarı silindirik ızgaralardan yapılan tamburlar daha çok tercih edilirler. Pervazlar, batörün uzunlamasına eksenine paralel yönde ya da sarmal olarak yerleştirilirler.

Pervazlı batörlü ayçiçeği harman makinalarında başlıca;

- Ovalama etkili, batörün uzunlamasına eksenine paralel yönde pervazları bulunan kauçuk pervazlı batörler,
- Darbe etkili, batörün uzunlamasına eksenine paralel yönde, üzerinde belirli aralıklarla yerleştirilmiş çivi şeklinde madeni dişleri bulunan pervazlı batörler,
- Sarmal pervazlı batörler kullanılır (Şekil 5.6).

Sarmal pervazlı batörde batörün uzunluğu boyunca belirli bir kısmında sarmal pervazlar bulunurken diğer kısmında ise uzunlamasına eksene paralel yönde pervazlar bulunur. Sarmal pervazların görevi, tablaları eksenel yönde itmektedir. Bu sayede tablaların harman sırasında sıkışmaları önlenir. Sarmal

pervazlı batörlerin diğer batör tiplerine göre hem zedelenmiş tohum yüzdeleri daha düşük hem de harmanlama etkinlikleri daha yüksektir.



a. Pervazlı, b. Çivi dişli, c. Sarmal pervazlı batörler

Şekil 5. 6. Farklı Pervazlı Batör Tipleri (Zhongyue ve Wenming, 2021)

5. 2. 1. Pervazlı batör-elips delikli tamburlu aksenal akışlı ayçiçeği harman makinası

Şekil 5.7' de görülen pervazlı batörlü ve elips delikli tamburlu aksenal akışlı ayçiçeği harman makinası; Sudajan, Salokhe, Chusilp ve Plermkamon (2003) tarafından geliştirilmiştir. Makina; besleme elevatörü, harmanlama düzeni, temizleme düzeni ve hareket iletim düzeninden oluşmaktadır. Makinanın hareketli parçaları, traktör kuyruk milinden hareket alırlar.

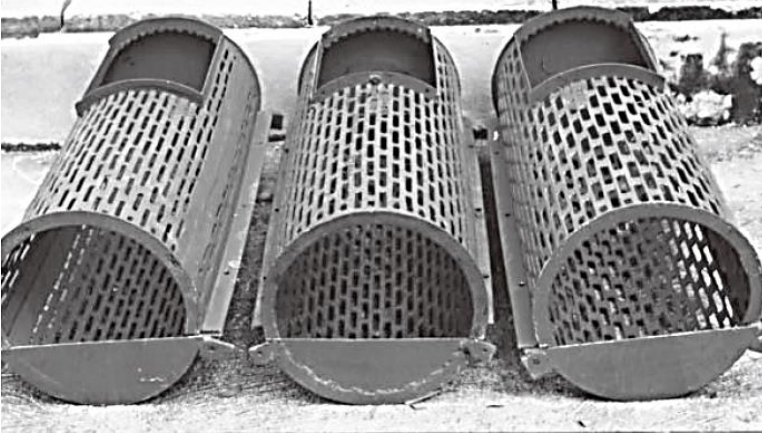


Şekil 5. 7. Pervazlı Batörlü ve Elips Şeklinde Delikleri Bulunan Tamburlu Aksenal Akışlı Ayçiçeği Harman Makinasıyla Çalışma (Sudajan vd., 2003)

Pervazlı batörün çapı 280 mm ve uzunluğu 920 mm' dir. Batörün 4 adet pervazı vardır. Pervazların işleyici yüzeylerinde yivler bulunmaktadır. Pervazlar, batör yüzeyine yivleri birbirine göre ters yönlere bakacak şekilde

yerleştirilir. Batörün çevresini saran çelik sacdan yapılan tamburun üzerinde 11x60 mm ölçülerinde elips şeklinde delikler vardır. Batör ile tambur arasındaki aralık miktarı, 35 mm' dir.

Sudajan, Salokhe ve Chusilp (2005) tarafından kenilerinin tasarladıkları pervazlı batörlü ve elips şeklinde delikleri bulunan tamburlu ayçiçeği harman makinasında 3 farklı tambur tipini denedikleri açıklanmıştır. Şekil 5.8' de görülen elips delikli tamburlardan soldaki tamburun delik ölçüsü 7x60 mm, ortadaki tamburun delik ölçüsü 11x60 mm ve sağdaki tamburun delik ölçüsü ise 15x62 mm' dir. Denemeler sırasında batör-tambur arasındaki aralık miktarı; 17 mm, 23 mm, 29 mm ve 35 mm' ye ayarlanmıştır. Sonuç olarak 29 mm ile 35 mm' lik batör-tambur arası aralık miktarlarında çalışmalar arasında önemli bir fark yoktur. Ayçiçeği tabla harmanı için en uygun tambur delik ölçüsü, 11x60 mm' dir.



Şekil 5. 8. Elips Delikli Tamburlar (Sudajan vd., 2005)

Sudajan vd. (2003) tarafından söz konusu harman makinasıyla tohum nem içeriği % 6.52 ve tabla süngerini nem içeriği % 16.59 olan ayçiçeği tablalarıyla denemeler yapıldığı açıklanmıştır. Denemeler sırasında 650 min⁻¹ (9.53 m s⁻¹), 700 min⁻¹ (10.26 m s⁻¹), 750 min⁻¹ (10.99 m s⁻¹), 800 min⁻¹ (11.73 m s⁻¹) ve 850 min⁻¹ (12.46 m s⁻¹) olmak üzere 5 farklı batör dönü sayısında (ya da çevre hızında) ve 2000 kg h⁻¹, 2500 kg h⁻¹ ve 3000 kg h⁻¹ olmak üzere 3 farklı besleme miktarında çalışılmıştır.

Araştırmadan aşağıdaki sonuçların elde edildiği açıklanmıştır:

- Batör çevre hızı arttıkça makinanın güç ihtiyacı artmaktadır. Batör dönü sayısının 650 min^{-1} den 850 min^{-1} e çıkması halinde makinanın güç ihtiyacı, 1.02 kW dan 1.92 kW a çıkmıştır.
- 750 min^{-1} lik batör dönü sayısında boşa çalışma koşulundaki güç ihtiyacı 1.80 kW dır. Aynı batör dönü sayısında çalışma koşulunda; toplam güç ihtiyacının % 62.71' i pervazlı batörden, % 6.68' i eleklerden, % 26.21' i fandan, % 4.40' ı ise bantlı besleme elevatöründen kaynaklanmaktadır.
- 3000 kg h^{-1} lik besleme miktarında batör dönü sayısının 650 min^{-1} den 700 min^{-1} e çıkması koşulunda harmanlama kapasitesi 698 kg h^{-1} den 1058 kg h^{-1} e çıkmıştır. Ancak batör dönü sayısının 850 min^{-1} e çıkması koşulunda kapasite 1054 kg h^{-1} den 965 kg h^{-1} e düşmüştür.
- En yüksek harmanlama kapasiteleri, 750 min^{-1} batör dönü sayısında tüm besleme miktarlarındaki çalışmalardan elde edilmiştir.
- Zedelenmiş tohum miktarı % 0.28-0.65, harmanlama etkinliği ise % 99.27-99.99 arasında değişmektedir.
- Batör dönü sayısının 750 min^{-1} den 850 min^{-1} e çıkması koşulunda temizleme etkinliği % 99.21' den 99.33' e çıkmıştır.
- Batör dönü sayısı 650 min^{-1} den 750 min^{-1} e çıkması koşulunda, tohum kaybı % 0.91' den 1.20' ye çıkmıştır. Batör dönü sayısının 800 min^{-1} den 850 min^{-1} e çıkması koşulunda ise tohum kaybı hızla artmıştır.
- Optimum çalışma koşulunda; besleme miktarı $2000\text{-}3000 \text{ kg h}^{-1}$, batör dönü sayısı $700\text{-}800 \text{ min}^{-1}$ arasında değişmektedir.

5. 2. 2. Tarak dişli batörlü harman makinasından geliştirilen pervazlı batör-elips delikli kontrbatörlü aksenal akışlı ayçiçeği harman makinası

Pervazlı batör-elips delikli kontrbatörlü aksenal akışlı ayçiçeği harman makinası, Arafa (2013) tarafından geliştirilmiştir. Söz konusu makinanın tasarlanmasında, mevcut pervazlı batörlü-elips delikli tamburlu aksenal akışlı ayçiçeği harman makinasının performansının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu

- Önceki makinanın besleme açıklığının ölçüleri, 1180x500 mm; yeni makinanın kontrbatörü üzerinde bulunan besleme ağzının ölçüleri ise 250x500 mm' dir.
- Önceki makinanın tarak dişli batörünün çapı 750 mm ve uzunluğu 1180 mm' dir. Yeni makinanın pervazlı batörünün pervaz ölçüleri, 1180x50x15 mm'dir.
- Tarak dişli batörün toplam diş sayısı; sıra sayısı 4 adet ve her bir sıradaki diş sayısı 30 adet olmak üzere 120 adettir. Tarak dişlerin ölçüleri, 240x30x60 mm' dir.
- Her 2 makinanın işleyici parçaları, traktör kasnağından hareket almaktadır.
- Yeni makinanın harman düzenine 5 adet sarmal parça eklenmiştir. Sarmal parçalar, tablaların batörün uzunlamasına eksenini boyunca hareket etmelerine yardım ederler. Bu parçalar, ayarlanabilirler.

Arafa (2013) tarafından nem içeriği % 16.05 ve tabla çapı 214 mm olan ayçiçeği tablalarıyla geliştirilen pervazlı batörlü ve elips delikli kontrbatörlü ayçiçeği harman makinayla 4 farklı batör dönü sayısında (300 min^{-1} , 400 min^{-1} , 500 min^{-1} , 600 min^{-1}) veya çevre hızında (10.99 m s^{-1} , 14.65 m s^{-1} , 18.31 m s^{-1} , 22.78 m s^{-1}), 4 farklı besleme miktarında (300 kg h^{-1} , 450 kg h^{-1} , 600 kg h^{-1} , 750 kg h^{-1}), 3 farklı vantilatör hava hızında (3.50 m s^{-1} , 4.50 m s^{-1} , 5.50 m s^{-1}) ve 3 farklı elek eğim açısında (2° , 5° ve 8°) denemelerin yapıldığı açıklanmıştır.

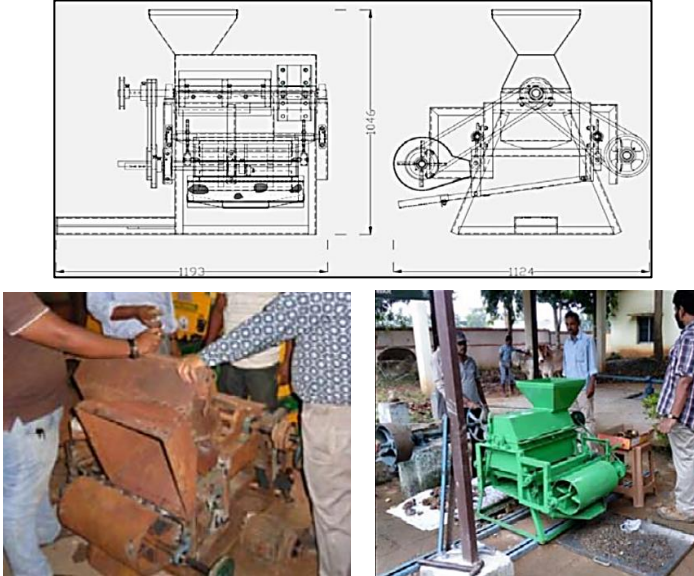
Yapılan denemeler sonucunda;

- Besleme miktarı arttıkça harmanlanmamış tohum yüzdesinin arttığı, batör çevre hızı arttıkça harmanlanmamış tohum yüzdesinin azaldığı,
- Besleme miktarı arttıkça harmanlama etkinliğinin azaldığı, batör çevre hızı arttıkça harmanlama etkinliğinin arttığı,
- Hem besleme miktarının hem de batör çevre hızının artması koşulunda zedelenmiş tohum yüzdesinin arttığı,
- Vantilatör hava hızı ve eleğin eğim açısı arttıkça temizleme yüzdesinin arttığı,
- Pervazlı batörlü yeni harman makinasıyla optimum çalışma koşullarında; besleme miktarının 600 kg h^{-1} , batör dönü sayısının 400 min^{-1} , vantilatör

hava hızının 4.50 m s^{-1} ve elek eğim açısının 5° olması gerektiği bulunmuştur.

5. 2. 3. Pervazlı batör-yarı silindirik ızgaralı tamburlu eksenel akışlı ayçiçeği harman makinası

Swain, Mohapatra ve Dash (2017) tarafından tasarlanan pervazlı batörlü ve yarı silindirik ızgara tipi tamburlu, hayvan gücüyle çalıştırılan, eksenel akışlı ayçiçeği harman makinasının özellikle halen güç kaynağı olarak hayvandan yararlanılan Hindistan' daki küçük çiftlikler için geliştirildiği açıklanmıştır (Şekil 5.10). Makinanın genel ölçüleri; $1193 \times 1124 \times 1046 \text{ mm}$ ' dir. Toplam ağırlığı, 180 kg ' dır. Başlıca parçaları; besleme deposu, harman düzeni, kayış kasnaklı hareket iletim düzeni, vantilatör, titreşimli elek, çatı, tabla çıkış ağız ve tohum çıkış ağızıdır. Harman düzeni, pervazlı batör ile 2 parçalı yarı silindirik ızgaralı tamburdan oluşmaktadır. İşleyici parçaların hareketlendirilmesinde döner hareket eden öküzlerin ürettiği güçten yararlanır. Hayvan gücünden daha yüksek oranda yararlanmak için ayrıca bir döner dişli düzeni geliştirilmiştir. Batör, vantilatör ve elek hayvan gücünden yararlanarak çalıştırılmaktadır. Ayçiçeği tablaları, bir işçi tarafından makinarya elle beslenirler.



Şekil 5. 10. Pervazlı Batörlü ve Yarı Silindirik Iızgaralı Tamburlu Hayvan Gücüyle Çalıştırılan Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası (Swain vd., 2017)

Açık batör tipindeki batörün enlemesine kesiti, altıgen şeklindedir. Pervazların işleyici yüzeylerinde sivri uçlu dişler bulunur. Batörün çapı 210 mm ve uzunluğu 405 mm' dir. Batör çevre hızı, ortalama 4.95 m s^{-1} dir. Batör uzunluğunun 285 mm' lik kısmı harmanlamada, 120 mm' lik kısmı ise harmanlanmış ayçiçeği tablalarının dışarıya atılmasında görevlidir. Harmanlama kısmı boyunca pervazlar, batörün uzunlamasına eksenine paralel yönde yerleştirilmiştir. 2 parçalı tambur, 10 mm çapındaki çelik çubuklardan yapılmıştır. Yan yana 2 çubuk arasındaki mesafe 10 mm, çubuk eksenleri arasındaki mesafe ise 22 mm' dir. Batör-tambur arasındaki mesafe, sabit olup 30 mm' dir. Eleğin delik çapı 20 mm ve 2 delik merkezi arasındaki yatay mesafe 25 mm' dir.

Makinanın çalışma ilkesi;

- Ayçiçeği tablalarının elle besleme deposuna beslenmeleri,
- Harman düzenine giren tablaların batör çevresi boyunca sarmal olarak hareket ederek 285 mm mesafe boyunca ilerlemeleri ve bu sırada harmanlanmaları,
- Toplam batör uzunluğunun geriye kalan 120 mm kısmı boyunca ızgara üzerinde kalan parçalanmış iri tabla parçalarının batörün yan tarafına doğru iletilerek buradan dışarıya atılmaları,
- Tambur ızgarasının aralıklarından alta geçerek titreşimli eleğin üzerine düşen tohum ve diğer materyallerden hafif olanların vantilatörün oluşturduğu hava akımının etkisiyle dışarıya atılmaları,
- Titreşimli eleğin üzerinde kalan yabancı maddelerden ayrılmış, temiz tohumların ise çıkış ağzından dışarıya çıkmaları şeklindedir.

5. 2. 4. Çivi dişli pervazlı batör-ızgaralı kontrbatörlü eksenel akışlı ayçiçeği harman makinası

Muenkaew, Duangkhamjan ve Chuan-Udom (2022) tarafından çivi dişli pervazlı batör ve ızgara tipi kontrbatörlü eksenel akışlı ayçiçeği harman makinasının açık batörlü, küçük kapasiteli ve traktörden hareket alan bir makina olduğu belirtilmiştir. Şekil 5.11' de makinanın genel görünümü, çivi dişli pervazlı batörü, ızgaralı kontrbatörü ve tohum çıkış olukları gösterilmiştir.

Batörün çapı 360 mm ve uzunluğu 930 mm' dir. Batör-kontrbatör arasındaki aralık miktarı, 4 farklı kademedede ayarlanabilmektedir. İçbükey

kontrbatör ızgarasının altında 9 adet çıkış oluğu bulunmaktadır. Olukların genişlikleri, 100 mm' dir. Batör milinin üzerine belirli aralıklara yan yana yerleştirilen diskler vardır. Disklerin görevi, tablaların aksel yönde tıkanma olmaksızın ilerlemelerine yardımcı olmaktır.



(a)

(b)

(c)

(d)

Şekil 5. 11. a. Makinanın genel görünümü, b. Çivi dişli pervazlı batörün yapısı, c. Izgaralı kontrbatörün yapısı, d. Harman düzeninin altındaki tohum çıkış olukları (Muenkaew vd., 2022)

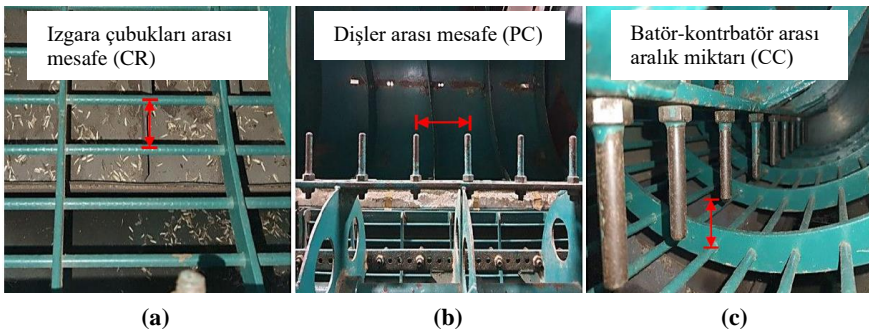
Makinanın çalışma ilkesi;

- Elle hasat edilmiş ve ortalama olarak 659 mm uzunluğunda sapları bulunan ayçiçeği tablalarının besleme konveyörü tarafından batör-kontrbatör arasına doğru iletilmeleri (Şekil 5.12),
- Makinanın sol yan kısmındaki besleme oluğundan batör-kontrbatörün arasına giren tablaların aksel yönde ilerlemeleri ve sarmal yönde dönü hareketi yapmaları sırasında tohumların tablolardan ayrılmaları,
- Kontrbatörün ızgara açıklıklarından alta geçen tohumların, harman düzeninin alt kısmındaki oluklardan dışarıya alınmaları,
- Izgara üzerinde kalan iri tabla parçaları ve sapların sağ yandaki eğim açısı 78° olan çıkış kanalından dışarıya çıkmaları şeklindedir.



Şekil 5.12. Besleme Konveyörüyle Ayçiçeği Tablalarının Batör-Kontrbatöre Beslenmesi (Muenkaew vd., 2022)

Muenkaew vd. (2022) tarafından bu harman makinasıyla yapılan denemeler sırasında içbükey kontrbatör ızgarasının çubukları arası mesafe (CR) 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm ve 30 mm; pervaz üzerindeki yan yana 2 diş arası mesafe (PC) 50 mm, 75 mm, 125 mm ve 150 mm; batör-kontrbatör arası aralık miktarı (CC) 10 mm, 15 mm, 20 mm ve 25 mm olarak seçilmiştir (Şekil 5.13). Yapılan denemeler sırasında batör, 3.73 kW gücündeki elektrik motorundan hareket almıştır. Denemelerde kullanılan ayçiçeği tohumlarının nem içerikleri % 14.26 ve tabla süngerinin nem içeriği ise % 62.83' dür. Yapılan denemeler sırasında besleme miktarı 1200 kg h^{-1} ve batör dönü sayısı ise 530 min^{-1} olarak seçilmiştir.



Şekil 5.13. a. Izgara çubukları arası mesafe, b. Batör pervaz dişleri arası mesafe, c. Batör-kontrbatör arası mesafe (Muenkaew vd., 2022)

Muenkaew vd. (2022) tarafından yapılan araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

- Izgara çubukları arasındaki mesafenin (CR) karakteristikler üzerindeki etkisi önemsizdir. Izgara çubukları arasındaki mesafe azaldıkça tohumların arasında karışan tabla parçaları ile sap parçaları azaldığından temizleme etkinliği artmaktadır.
- Batör pervazının çivi dişleri arasındaki mesafe (PC) zedelenmiş tohum yüzdesi, harman düzeninin güç ihtiyacı ve özgül enerji tüketimi yönünden önemlidir. Çivi dişler arası mesafenin azalması koşulunda, ayçiçeği tohumlarına uygulanan darbe kuvvetinin miktarı artmaktadır.
- Batör-kontrbatör arası aralık miktarı (CC); tane kayıpları, harmanlama etkinliği, harman düzeninin güç ihtiyacı ve özgül enerji tüketimi yönünden önemlidir. Batör-kontrbatör arası aralık miktarı azaldıkça harman düzeninin güç ihtiyacı ve özgül enerji tüketimi artmaktadır.
- Izgara çubukları arası mesafenin (CR) 25 mm, batör pervaz dişleri arasındaki mesafenin (PC) 125 mm ve batör-kontrbatör arası aralık miktarının (CC) ise 10 mm olması önerilmektedir.

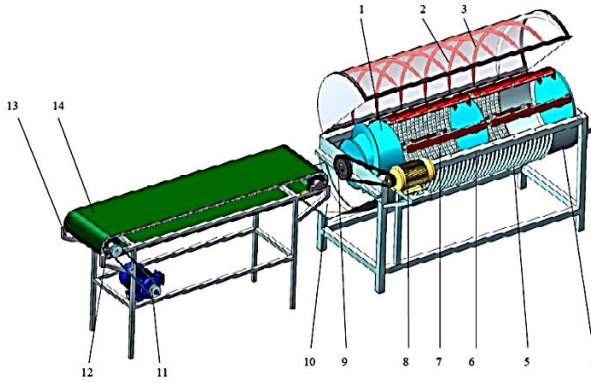
5. 2. 5. Pervazlı batör-gravürlü yarı silindirik tamburlu aksenal akışlı ayçiçeği harman makinası

Pervazlı batör ve gravürlü yarı silindirik tamburlu aksenal akışlı ayçiçeği harman makinası; Liu, W., Ma, Zong, Liu, J., Li ve Lian (2023) tarafından geliştirilmiştir. Makina; besleme ağzı, sarmal besleme kafası, üst kapak, pervazlı batör, batör mili, gravürlü yarı silindirik tambur, elektrik motorları, konveyör, batör-tambur arası mesafe ayar düzeni, disk ve çatıdan oluşmaktadır (Şekil 5.14 ve Şekil 5.15).



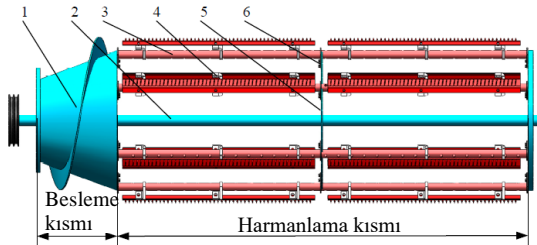
Şekil 5. 14. Pervazlı Batörlü ve Gravürlü Tamburlu Aksenal Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası (Liu vd., 2023)

Batörün çapı 600 mm, toplam uzunluğu 2100 mm' dir. Şekil 5.16' da görüldüğü gibi batör uzunlamasına eksenini boyunca tablaları ileriye doğru besleyen sarmal besleme kafasının bulunduğu ilk kısım ile tablaların harmanlandığı 2. kısım olmak üzere başlıca 2 kısımdan oluşmaktadır. 1. kısmın uzunluğu 300 mm, 2. kısmın uzunluğu ise 1800 mm' dir. Tambur, 2 parçalıdır. Tamburun üst yarısı kapak, alt yarısı ise gravürlü silindirik elek şeklindedir. Batör-tambur arası aralık miktarı 10-30 mm, batör dönü sayısı 100-300 min⁻¹ ve besleme miktarı ise 2-3.5 kg s⁻¹ arasında ayarlanabilmektedir.



1. Sarmal besleme kafası, 2. Üst kapak, 3. Deflektör, 4. Temizleme bölümü, 5. Gravürlü elek ya da yarı silindirik tambur, 6. Taşıyıcı lama, 7. Yivli batör pervazı, 8. Batöre hareket veren elektrik motoru, 9. Kasnak, 10. Besleme ağızı, 11. Konveyöre hareket veren elektrik motoru, 12. Zincir dişli, 13. Konveyör çatısı, 14. Bant.

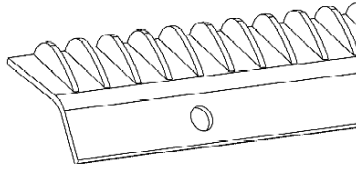
Şekil 5. 15. Pervazlı Batörlü ve Gravürlü Tamburlu Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinasının Parçaları (Liu vd., 2023)



1. Sarmal besleme kafası, 2. Batör mili, 3. Pervaz bağlantı çubuğu, 4. Pervaz bağlantı civatası, 5. Disk, 6. Batör-tambur arasındaki aralık miktarı ayar düzeni.

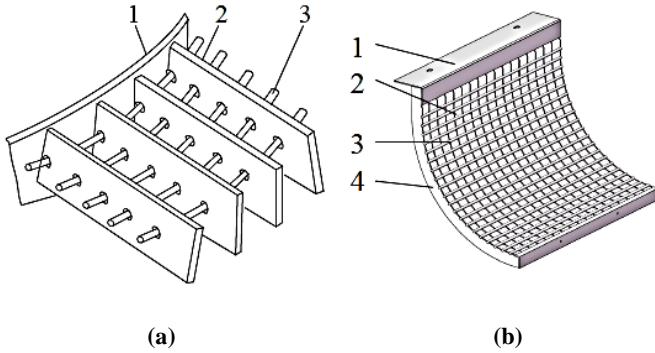
Şekil 5. 16. Makinanın Eksenel Akışlı Batörünün Kısımları ve Parçaları (Liu vd.,2023)

Şekil 5.17' den anlaşılacağı gibi batör pervazlarının işleyici yüzeylerinde kavisli dişler bulunur. Kavisli dişler, tablalardaki tohumları yerlerinden çıkartarak ve tablaları olabildiğince az parçalayarak harmanlarlar. Ancak söz konusu dişlere alternatif olan çivi dişler ise tablaları darbe etkisiyle harmanlarlar. Bu nedenle çivi dişli pervazlı batörlerle çalışmadaki zedelenmiş tohum miktarı ile parçalanmış tabla miktarı daha fazladır. Buna karşılık kavisli dişli pervazlı batörlerle çalışmada ise hem zedelenmiş tohum yüzdesi daha düşük hem de parçalanmış materyal miktarı daha azdır. Bu nedenle kavisli dişli batörlerde, tohum temizleme kolaylaştığından temizleme etkinliği artar.



Şekil 5. 17. Batör Pervazının İşleyici Yüzeyi (Liu vd.,2023)

Şekil 5.18' de söz konusu yağlık ayçiçeği harman makinasında kullanılan eski ve yeni gravürlü silindirik elekler gösterilmiştir. Türk Dil Kurumu' na (2023) göre gravür; ağaç, taş veya metal bir levhanın oyularak işlenmesi ve bunun bir yüzeye basılması tekniği olarak tanımlanır. Eski gravürlü silindirik elekte, ayırma plakalarının üst köşeleri tablalara çarptığından tablaların parçalanmalarına ve tohum kayıplarının artmasına neden olduğundan yeni tip gravürlü silindirik eleğin tasarımında bu sakıncaların giderilmesi amaçlanmıştır. Ancak yeni gravürlü silindirik elek, eski gravürlü silindirik elek esas alınarak tasarlanmıştır. Bu sakıncaların giderilmesi için yeni eleğin imalatı sırasında, 4 mm kalınlığındaki yarı dairesel çelik plakalar ile enine kesitleri daire şeklinde olan borular belirli aralıklarla sabitlenmiştir. Yan yana bulunan iki plaka arasındaki mesafe 30 mm, iki boru arasındaki mesafe ise 50 mm' dir.



a. 1. Yan taraftaki kavisli plaka, 2. Ayırma plakası, 3. Elek çubuğu, **b.** 1. Gravür montaj plakası, 2. Kafes plaka, 3. Yuvarlak boru, 4. Yan taraftaki kavisli plaka.

Şekil 5. 18. Eski (a) ve Yeni Tip (b) Gravürlü Silindirik Eleklerin Şematik Görünümleri (Liu vd.,2023)

Yağlık ayçiçeği tohumlarının harmanlanması için tasarlanan bu makinanın çalışma ilkesi;

- Makinanın yan tarafında bulunan konveyöre yerleştirilen tablaların konveyör bandının dönü hareketiyle makinanın besleme ağzına doğru iletilmeleri,
- Besleme ağzına giren tablaların burada bulunan sarmal besleme kafasının dönü hareketiyle batörün uzunlamasına eksenine paralel yönde harmanlama kısmına doğru iletilmeleri,
- Batörün harmanlama kısmında, tablaların hem aksenal yönde ilerlemeleri hem de batör pervazlarının etrafında sarmal olarak dönmeleri sonucunda batör-tambur arasında harmanlanmaları,
- Harmanlanmış tohumların ve hafif materyallerin gravürlü silindirik eleğin boşluklarından alta geçerek aşağıya düşmeleri,
- Alta düşen karışımın daha sonra temizlenmek üzere ayrıca bir temizleme düzenine gönderilmesi,
- Tabla parçaları, saplar gibi iri materyallerin ise deflektörler tarafından tamburun diğer yan tarafındaki çıkış ağzına doğru iletilmeleri şeklindedir.

Sarmal besleme tamburu, tablaları zorlayarak tablaların pervazlı batör ile gravürlü tambur arasında daha uzun süre kalmalarını sağlar. Batörün sıkıştırma

ve ovalama etkisi altında batör-tambur arasında kalan ayçiçeği tohumları, bu sayede tablalardan ayrılarak harmanlanırlar.

Liu vd. (2023) tarafından yapılan denemeler sonucunda optimum çalışmada koşulunda; besleme miktarının 9360-11520 kg h⁻¹, batör-tambur arası aralık miktarının 15-20 mm ve batör dönü sayısının ise 150-250 min⁻¹ arasında değiştiği açıklanmıştır.

5. 3. Helezon Konveyörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinaları

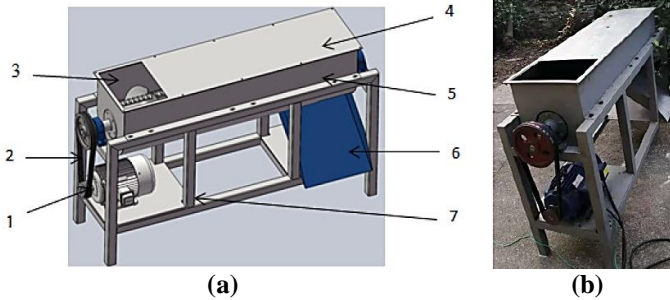
Ayçiçeği harman makinalarıyla çalışmada en önemli sorunlar, harmanlama sırasında ayçiçeği tablalarının batörün uzunlamasına ekseninin ilk 1/3' lük kısmında toplanmaları ve bazı tabla parçalarının harmanlanmadan dışarıya atılmalarıdır. Çözüm önerisi olarak besleme kısmından başlayarak eksenel akış boyunca tablaların tekdüze olarak dağıtılmaları için harman düzenine bir helezonun eklenmesi önerilmiştir. Bu amaçla helezon konveyörlü eksenel akışlı ayçiçeği harman makinaları geliştirilmiştir.

Ali, Zong, Md-Tahir, Ma ve Yang (2021) tarafından harmanlama sırasındaki tıkanma sorunlarını gidermek amacıyla helezon konveyörlü ve işleyici yüzeyi üzerinde ok şeklinde dişler bulunan pervazlı batör-tamburlu eksenel akışlı ayçiçeği harman makinasının geliştirildiği açıklanmıştır. Bu makina; konveyörlü pervazlı batör, tambur, çatı, elektrik motoru ve hareket iletim düzeninden oluşmaktadır. Şekil 5.19' da görülen makinanın toplam uzunluğu 1650 mm, yüksekliği 1000 mm ve genişliği ise 500 mm' dir.

Harman düzeni, konveyörlü pervazlı batör ile tamburdan oluşmaktadır. Şekil 5.20' de görüldüğü gibi batör, çelik helezon konveyör ile bu konveyörün üzerine uzunlamasına eksen boyunca belirli aralıklarla yerleştirilen çelik pervazlardan oluşan kompakt bir yapıya sahiptir. Pervazların işleyici yüzeylerinde yan yana dizilmiş ok şeklinde dişler bulunmaktadır. Pervazlar, helezonun uzunlamasına eksenine paralel yönde olacak ve helezonun kanatlarına düşey yönde belirli ölçüde girişim yapacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 5.21). 1305x30x10 mm ölçülerindeki pervazlar arasındaki açı, 120°' dir. Pervazın üzerindeki ok şeklindeki diş sayısı, 51 adettir. Dişin kalınlığı 10 mm, yüksekliği ise 15 mm' dir. Konveyör helezonu, kurdele helezon tipindedir. Kurdele helezon, helezon miline bağlı olarak dönü hareketi yapmaktadır. 260 mm uzunluğunda 5 adet kanadı bulunan helezonun toplam uzunluğu

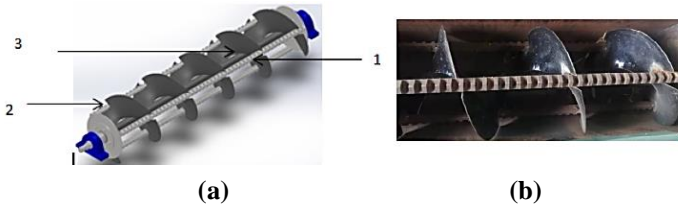
1350 mm olup pervazlarla birlikte dış çapı 310 mm' dir. Dişin en yüksek noktası ile helezonun dış çapı arasındaki düşey mesafe miktarı 15 mm' dir. Bu aralık sayesinde ayçiçeği tablalarının dişler ile tamburun iç duvarı arasından geçmeleri sağlanmaktadır. Batör, tambur içerisinde dönü hareketi yapmaktadır. Tambur, alt kısmı yarım daire şeklinde olan dikdörtgen prizma şeklindedir. Tamburun üst yan kısmında bir besleme ağız, alt yan ucunda ise çıkış açıklığı bulunmaktadır. Besleme ağızının ölçüleri 335x250 mm, çıkış ağızının ölçüleri 335x200 mm' dir. Çıkış ağızına bir çıkış kanalı yerleştirilmiştir.

Çatı, kesiti 45 mm² olan çelik profilden yapılmıştır. Batöre hareket iletilmesinde gücü 3 kW ve dönü sayısı 1700 min⁻¹ olan 3 fazlı elektrik motorundan ile V kayış kasnaklı hareket iletim düzeninden yararlanılmıştır. Motor ve batör arasındaki hareket iletim oranı, bir dişli kutusuyla 0.50 oranında düşürülmüştür.



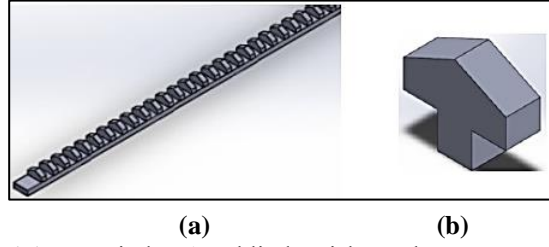
1. Elektrik motoru, 2. Hareket iletim düzeni, 3. Besleme ağız, 4. Kapak, 5. Tambur, 6. Çıkış ağızı ve kanalı, 7. Çatı

Şekil 5. 19. Helezon Konveyörlü ve Ok Şeklinde Dişleri Bulunan Pervazlı Batörlü Ayçiçeği Harman Makinasının Modeli (a) ve İmal Edilen Prototipi (b) (Ali vd., 2021)



1. Pervaz, 2. Helezon, 3. Mil.

Şekil 5. 20. Helezon Konveyörlü ve Ok Şeklinde Dişleri Bulunan Pervazlı Batörün Modeli (a) ve İmal Edilen Hâli (b) (Ali vd., 2021)



Şekil 5. 21. İşleyici Yüzeyinde Ok Şeklinde Dişler Bulunan Pervaz (a) ve Ok Şeklindeki Diş (b) (Ali vd., 2021)

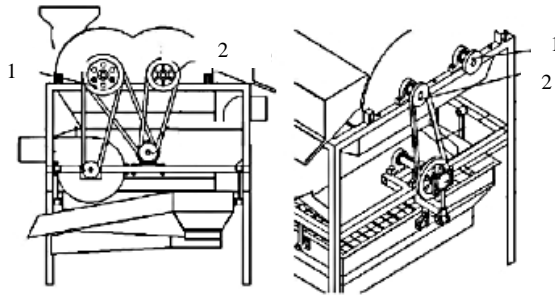
Ali vd. (2021) tarafından bu makinayla tohum nem içeriği % 16.75 olan ayçiçeği tablalarıyla yapılan denemeler sırasında zedelenmiş tohum yüzdesi, harmanlanmamış tohum yüzdesi, harmanlama etkinliği, harmanlama kapasitesi, güç ihtiyacı ve özgül enerji tüketimi değerlerinin belirlendiği açıklanmıştır. Denemelerde 4 farklı besleme miktarında (600 kg h⁻¹, 700 kg h⁻¹, 800 kg h⁻¹, 900 kg h⁻¹) ve 4 farklı batör dönü sayısında (150 min⁻¹, 200 min⁻¹, 250 min⁻¹, 300 min⁻¹) çalışılmıştır. Söz konusu batör dönü sayılarına karşı gelen batör çevre hızları sırasıyla 1.39 m s⁻¹, 2.77 m s⁻¹, 3.47 m s⁻¹ ve 4.20 m s⁻¹ dir.

Ali vd.' ne (2021) göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- 800 kg h⁻¹' lik besleme miktarına kadar besleme miktarı ve batörün çevre hızı arttıkça harmanlama etkinliği artmaktadır.
- 800 kg h⁻¹' lik besleme miktarında ve 300 min⁻¹' lik batör dönü sayısında çalışma koşulunda, en yüksek harmanlama etkinliğine (% 97.64) ulaşılmıştır.
- Besleme miktarı ve batör çevre hızı arttıkça makinanın güç ihtiyacı ve harmanlama kapasitesi artmaktadır. 900 kg h⁻¹' lik besleme miktarında ve 300 min⁻¹ batör dönü sayısında çalışma koşulunda, en yüksek güç ihtiyacı (3.51 kW) ile harmanlama kapasitesi (880.45 kg h⁻¹) elde edilmiştir.
- 800 kg h⁻¹' lik besleme miktarında ve 300 min⁻¹ batör dönü sayısında çalışma koşulunda, en yüksek harmanlama etkinliği (% 97.64) ile en düşük özgül enerji tüketimine (3.80 kW h t⁻¹) ulaşılmıştır.
- Makinanın harmanlama kapasitesi, ayçiçeği harmanında da kullanılan çeltik ve soya harman makinalarından daha yüksektir.
- Tasarlanan makina, küçük ve orta ölçekli işletmelere uygundur.

5. 4. Kombine Tip Sarmal ve Dişli Pervazlı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

Zhongyue ve Wenming (2021) tarafından, tasarladıkları kombine tip sarmal ve dişli pervazlı batörlü eksenel akışlı ayçiçeği harman makinasının ergonomik ve çevre dostu bir makina olduğu açıklanmıştır. Bu ayçiçeği harman makinasının ayçiçeği tablalarının tıkanmalarının önlenmesi, zedelenmiş tohum yüzdesinin azaltılması ve makina performansının artırılması amacıyla tasarlandığı belirtilmiştir. Tasarlanan ayçiçeği harman makinasına benzeyen ve uygulamada kullanılan iki makinanın daha bulunduğu bildirilmiştir. Bunlardan birisi Şekil 5.22’ de görülen ovalama ve darbe etkili 2 ayrı batörü bulunan çift etkili ayçiçeği harman makinası, diğeri ise Şekil 5.23’ de görülen sarmal pervazlı batörlü eksenel akışlı ayçiçeği harman makinasıdır. Ovalama ve darbe etkili batörlü ayçiçeği harman makinasının batörlerinden birisi uzunlamasına eksenine paralel yönde yerleştirilmiş pervazları olan kauçuk pervazlı batör diğeri ise çelik çivi dişli pervazlı batördür. Sarmal pervazlı batörlü harman makinasının batörünün belirli bir kısmı sarmal pervazlıdır. Bu batörün geriye kalan kısmının üzerinde uzunlamasına eksenine paralel yönde yerleştirilmiş olan pervazlar bulunmaktadır. Sarmal pervazlı batörün çalışma ilkesi, batörün yan kısmında bulunan besleme deposundan ayçiçeği tablalarının beslenmeleri, bu bölümdeki açıklıktan batörün sarmal pervazları üzerine düşen tablaların sarmal pervazlar tarafından yan tarafa doğru iletilmeleri ve harmanlanmaları, son olarak da batörün geri kalan kısmında harmanlamaları şeklindedir. Batörün alt kısmında ızgara kontrbatör bulunmaktadır.



1. Ovalama etkili kauçuk pervazlı batör, 2. Darbe etkili çivi dişli pervazlı batör.

Şekil 5. 22. 2 Pervazlı Batörlü, Çift Etkili Ayçiçeği Harman Makinası (Zhongyue ve Wenming, 2021)

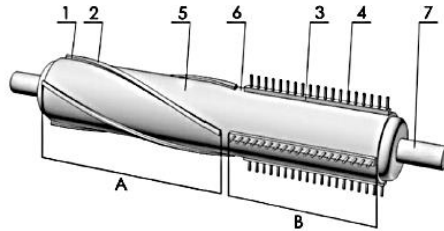


Şekil 5. 23. Sarmal Pervazlı Batörlü ve Izgara Kontrbatörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası (Zhongyue ve Wenming, 2021)

Şekil 5.24’ de, mevcut bu 2 makinadan yararlanılarak tasarlanan modern yapılı, kombine tip pervazlı batörlü ve kontrbatörlü ayçiçeği harman makinası gösterilmiştir. Yeni makinarya tablaların harman düzenine beslenmeleri için bir besleme konveyörü eklenmiştir. Bu makinaryanın batörünün belirli bir kısmında sarmal pervazlar, diğer kısmında ise batörün uzunlamasına eksenini boyunca yerleştirilmiş olan çivi dişli pervazlar yer almaktadır. Kombine batör, 2 ayrı pervazlı batörlü makinaryanın yanı sıra sarmal pervazlı batörün yapısal özelliklerini de taşımaktadır (Şekil 5.25).



Şekil 5. 24. Kombine Tip Sarmal ve Dişli Pervazlı Batörlü ve Izgara Kontrbatörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası (Zhongyue ve Wenming, 2021)



A. Sarmal pervazlı kısım, B. Çivi dişli pervazlı kısım.

1. Pervaz konumlandırma çubuğu, 2. Ovalama etkili pervaz, 3. Çivi dişli pervazın montaj parçası, 4. Çelik çivi diş, 5. Batör silindiri, 6. Kuşak, 7. Batör mili.

Şekil 5. 25. Kombine Tip Batörün Yapısı (Zhongyue ve Wenming, 2021)

Kombine tip batörün çalışma ilkesi, batör-kontrbatör arasına giren tablaların sarmal kauçuk pervazlı batör tarafından ileriye doğru aksel yönde hem itilerek iletilmeleri hem de bu sırada ovalama etkisiyle harmanlanmaları ve daha sonra çivi dişli batör tarafından darbe etkisiyle harmanlanmaları şeklindedir. Batörün sarmal kauçuk pervazlı kısmı sayesinde tablaların sıkışmaları önlenmekte ve zedelenmiş tohum yüzdesi azalmaktadır. Ek olarak batörün diğer kısmındaki pervazların üzerindeki çivi dişlerin sayıları azaltıldığından tablalar daha az parçalanmaktadır (Zhongyue ve Wenming, 2021).

Zhongyue ve Wenming (2021) tarafından ovalama etkili pervazlı batörlü, darbe etkili çivi dişli pervazlı batörlü, sarmal pervazlı batörlü ve yeni geliştirilen kombine batörlü harman makinalarıyla yapılan ayçiçeği harmanına ilişkin denemelerin sonuçları, Tablo 5.1’ deki gibi verilmiştir. Karşılaştırılan batör tipleri arasında en yüksek harmanlama ve temizleme etkinlikleri kombine batörlü harman makinasıyla çalışma koşulundan elde edilmiştir. Aynı zamanda bu koşulda, zedelenmiş tohum yüzdesi en düşük değerdedir.

Tablo 5. 1. Ayçiçeğinin Farklı Pervazlı Batörlerle Harmanlaması Koşulunda Tek Geçişteki Harmanlanma Etkinliği, Zedelenmiş Tohum Yüzdesi ve Temizleme Etkinliği (Zhongyue ve Wenming, 2021)

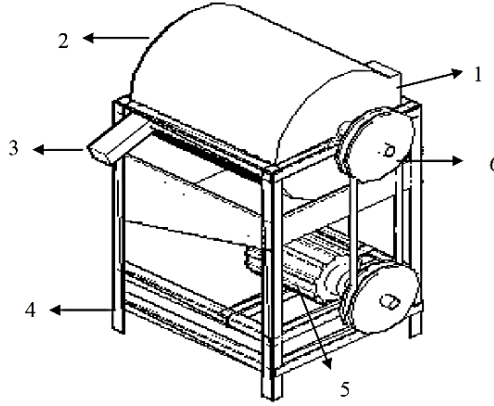
Batör Tipi	Harmanlanma Etkinliği (%)	Zedelenmiş Tohum Yüzdesi (%)	Temizleme Etkinliği (%)
Ovalama Etkili Pervazlı Batör	85	1.50	95
Darbe Etkili Çivi Dişli Pervazlı Batör	90	2.50	90
Sarmal Pervazlı Batör	95	2	95
Kombine Tip Pervazlı Batör	97	≤ 1	98

5. 5. Sarmal Parmaklı Batörlü Aksel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

Mady (2015) tarafından, sarmal parmaklı batörlü ve yuvarlak delikli galvanize sac kontrbatörlü aksel akışlı ayçiçeği harman makinasının mevcut

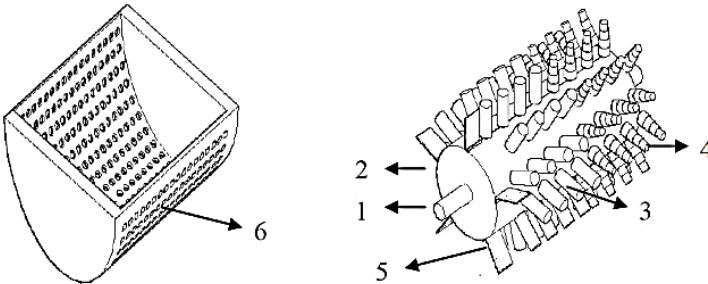
bir mısır taneleme makinası üzerinde bazı değişikliklerin yapılması sayesinde geliştirildiği açıklanmıştır. Şekil 5.26' da geliştirilen makinanın genel görünümü, Şekil 5.27' de ise harman düzeni gösterilmiştir. Mısır taneleme makinası üzerinde yapılan başlıca değişiklikler aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir:

- Batörün alt yarısına, üzerinde 13 mm çapında delikler bulunan 1 mm kalınlığındaki galvanize sacdan yapılan içbükey kontrbatör eklenmiştir.
- Mısır taneleme makinasında 70 mm olan batör-kontrbatör arası aralık miktarı, geliştirilen makinada 40 mm' ye ayarlanmıştır.
- Elektrik motorunun dönü sayısının azaltılması için motora AC 650 serisi motor sürücüsü ya da invertör bağlanmıştır.



1. Besleme ağzı, 2. Kapak, 3. Çıkış ağzı, 4. Çatı, 5. Elektrik motoru, 6. Kasnak.

Şekil 5. 26. Sarmal Parmaklı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası
(Mady, 2015)



1. Batör mili, 2. Batör silindiri, 3. Çelik parmak, 4. Kauçuk parmak, 5. Çekiç, 6. Yuvarlak delikli galvanize sacdan yapılmış olan kontrbatör.

Şekil 5. 27. Makinanın Batör-Kontrbatörlü Harman Düzeni (Mady, 2015)

Makinanın batör silindirinin çapı 260 mm, silindirin uzunluğu 660 mm ve batör milinin çapı ise 30 mm' dir. Batör mili, çatı üzerine 2 adet rulmanla yataklandırılmıştır. Şekil 5.27' de görüldüğü gibi batör silindiri aksenal uzunluğu boyunca 3' e bölünmüştür. Bunlardan ilki besleme ağzına karşı gelen giriş kısmındaki kauçuk parmaklı bölüm, ikincisi esasen harmanlamanın yapıldığı orta kısımdaki çelik parmaklı bölüm, üçüncüsü ise çıkış ağzına karşı gelen kısımdaki çekiç parmaklı bölümdür. Çekiç parmaklar, harmanlanmış ayçiçeği tablalarını makinadan dışarıya doğru atmakla görevlidirler. Tüm parmaklar, batör silindirinin çevresine sarmal olarak dizilerek sabitlenmiştir.

Batör, kayış kasnaklı hareket iletim düzeni aracılığıyla gücü 0.75 kW olan bir elektrik motorundan hareket almaktadır. Motor ve batör milinde bulunan kasnakların çapları eşit olup 100 mm' dir.

Mady (2015) tarafından geliştirilen ayçiçeği harman makinasıyla yapılan denemeler sırasında batör dönü sayısı 400 min^{-1} , 500 min^{-1} ve 600 min^{-1} ya da batör çevre hızı 8.36 m s^{-1} , 10.79 m s^{-1} , 12.54 m s^{-1} olarak ve ayçiçeği tohum nem içeriği ise % 10.20, % 12.50, % 15 ve % 18.70 olarak seçilmiştir. Zedelenmiş tohum yüzdesi, zedelenmemiş tohum yüzdesi, tohum kaybı yüzdesi, harmanlama etkinliği, iş verimi ve temizleme etkinliği belirlenmiştir.

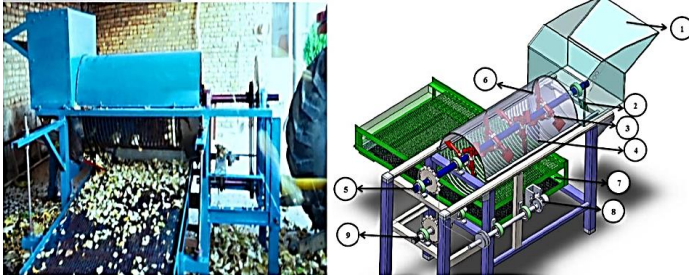
Mady (2015), araştırmadan elde edilen sonuçları aşağıdaki gibi açıklamıştır:

- Batör dönü sayısı ve tohum nem içeriği arttıkça zedelenmiş tohum yüzdesi ve tohum kaybı yüzdesi de artmaktadır. Tohum nem içeriğinin % 10.20' den % 18.70' e, batör dönü sayısının ise 400 min^{-1} ' den 600 min^{-1} ' e çıkması koşulunda; zedelenmiş tohum yüzdesi % 3.25' den % 6.10' a, tohum kaybı yüzdesi ise % 4.12' den % 7.90' a çıkmıştır.
- Tohum nem içeriği % 10.20 olan tablalarla 400 min^{-1} batör dönü sayısında çalışma koşulunda, % 2.60' la en düşük zedelenmiş tohum yüzdesine ve % 3.25' le ise en düşük tohum kaybı yüzdesine ulaşılmıştır.
- Tohum nem içeriğinin % 18.70' den % 10.20' ye, batör dönü sayısının ise 600 min^{-1} ' den 400 min^{-1} ' e düşmesi koşulunda, zedelenmemiş tohum yüzdesi % 93.90' dan % 96.75' e çıkmıştır. Nem içeriği % 10.20 olan tohumlarla 400 min^{-1} lik batör dönü sayısında çalışma koşulunda, % 97.40 ile en yüksek zedelenmemiş tohum yüzdesi elde edilmiştir.

- Batör çevre hızının artması ancak tohum nem içeriğinin azalması koşulunda, harmanlama etkinliği ile iş verimi artmaktadır. Nem içeriği % 10.2 olan tohumlarla 600 min⁻¹ lik batör dönü sayısında çalışma koşulunda, % 94.15 ile en yüksek harmanlama etkinliğine ve 306.12 kg h⁻¹ ile en yüksek iş verimine ulaşmıştır.
- Batör çevre hızı azaldıkça ve tohum nem içeriği arttıkça temizleme etkinliği artmaktadır. En yüksek temizleme etkinliği % 92 ile nem içeriği % 18.70 olan tohumlarla 400 min⁻¹ lik batör dönü sayısında çalışma koşulundan elde edilmiştir.

5. 6. Esnek Bıçaklı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

Chavoshgoli, Abdollahpour ve Ghazadeh (2019 ve 2022) tarafından, esnek bıçaklı ayçiçeği harman makinasının tasarlanarak imal edildiği belirtilmiştir. Bu makina, özellikle yüksek nem içeriğindeki kuru yemişlik ayçiçeği tohumlarının harmanlanması için tasarlanmıştır. Şekil 5.28’ de görüldüğü gibi makinanın harmanlama ve temizleme düzenleri vardır.

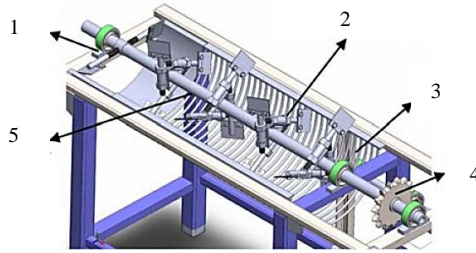


1. Besleme deposu, 2. Kollu besleme düzeni, 3. Esnek bıçak, 4. Kontrbatör, 5. Batör mili, 6. Batör ve kapağı, 7. Elek takımı, 8. Eksantrik, 9. Zincir dişli hareket iletim düzeni.

Şekil 5. 28. Esnek Bıçaklı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası
(Chavoshgoli, vd., 2022)

Şekil 5.29’ da, esnek bıçaklı batör ve ızgaralı kontrbatörden oluşan harmanlama düzeni gösterilmiştir. 2 parçalı tamburun üst parçası kapağı, alt parçası ise ızgaralı kontrbatörü oluşturmaktadır. Batörün çapı 600 mm ve uzunluğu 1200 mm’dir. Traktör kuyruk milinden mafsallı melle alınan hareket, zincir dişli hareket iletim düzeniyle elek eksantrigine ve batör miline iletilir.

Batör mili, iki ucundan rulmanlı yataklarla çatıya yataklanmıştır. Batör milinin üzerine belirli aralıklarla uç kısımlarında esnek bıçaklar bulunan kollar bağlanmıştır. Esnek bıçaklar ile ayçiçeği tohumları arasındaki dış sürtünme sayesinde tohumlar, tabladan kolayca ayrılmaktadır. Izgaralı kontrbatörün uzunluğu 1400 mm' dir. Kontrbatörün yan yana bulunan iki ızgara çubuğu arasındaki yatay mesafe, 26 mm' dir. Batörün esnek bıçakları ile kontrbatör arasındaki mesafe, 35 mm' dir. Izgaralı kontrbatör bir tür seperatör görevi görerek tohum dışındaki diğer materyallerden karışımdan ayırmaktadır. Ancak asıl temizleme işlemi, kontrbatörün alt kısmında yer alan titreşimli elekler tarafından yapılır.



1. Besleme düzeni, 2. Esnek bıçak ve bıçak kolu, 3. Kontrbatör, 4. Dişli, 5. Batör mili.
Şekil 5. 29. Esnek Bıçaklı Batörlü Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinasının Harman Düzeni (Chavoshgoli, vd., 2019)

Makinanın çalışma ilkesi;

- Besleme deposuna yedirilen ayçiçeği tablalarının batör-kontrbatör giriş açıklığına doğru ilerlemeleri,
- Tablaların; batör-kontrbatör giriş açıklığında bulunan, batör miline bağlı olarak dönü hareketi yapan, 2 adet kol ve bunların uçlarına bağlı olan plakalardan oluşan besleme düzeniyle eksenel yönde ileriye doğru beslenmeleri,
- Dönü hareketli esnek bıçaklı plakaların çarpma ve sürtünme etkisiyle tablaların harmanlaması,
- Harmanlanmış karışımdaki materyallerden ızgaranın aralıklarından alta geçenlerin alttaki titreşimli üst eleğinin üzerine düşmeleri,
- İri tabla parçalarının titreşimli üst eleğin üzerinden, tohumların alt eleğin üzerinden ve tozların alt eleğin altından dışarıya alınmaları,

- Tamburun içerisinde kalan iri tabla parçalarının ise makinanın yan tarafından dışarıya atılmaları şeklindedir.

Chavoshgoli vd. (2019) tarafından yapılan araştırma sonucunda aşağıdaki bilgilere ulaşılmıştır:

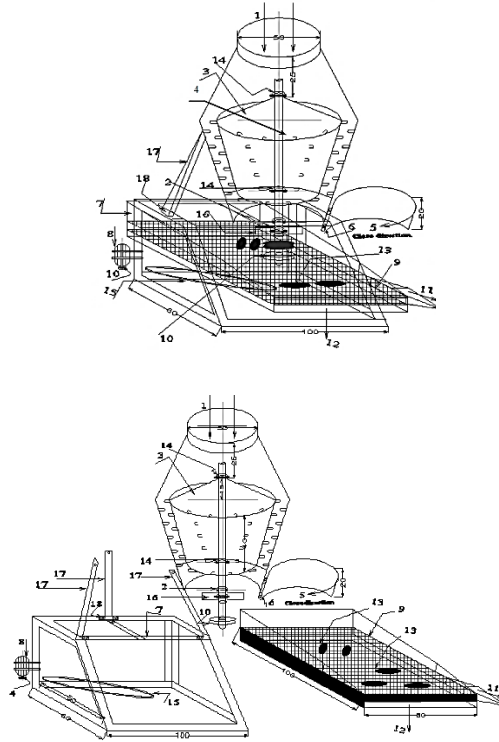
- Besleme miktarı, batör çevre hızı ve tabla süngeri nem içeriğine bağlı olarak harmanlama etkinliği % 98.40-99.22, temizleme etkinliği % 54.45-60.98, tohum kaybı yüzdesi % 0.80-1.98 ve zedelenmiş tohum yüzdesi ise % 0.41-0.70 arasında değişmektedir.
- Tabla nem içeriğinin % 20' den % 40' a çıkması koşulunda harmanlama etkinliği azalmaktadır. Batör çevre hızı ve besleme miktarı ile tabla nem içeriği arasında doğrusal olmayan ilişkiler söz konusudur.
- Besleme miktarının 1000 kg h^{-1} den 3000 kg h^{-1} e çıkması koşulunda batör çevre hızı arttıkça temizleme etkinliği azalmaktadır.
- Batör çevre hızı ile tohum nem içeriği arttıkça tohum kaybı yüzdesi düşmektedir. Besleme miktarı arttıkça tohum kaybı yüzdesi önce artmakta daha sonra hafifçe azalmaktadır.
- Batör çevre hızının 7.85 m s^{-1} den 17.23 m s^{-1} ye ve tabla nem içeriğinin ise % 20' den % 40' a çıkması koşulunda, zedelenmiş tohum yüzdesi sırasıyla % 0.50' den % 0.63' e ve % 0.41' den % 0.70' e çıkmaktadır.

Chavoshgoli vd. (2022) tarafından makinanın temizleme düzeniyle yapılan denemeler sonucunda eleğin frekansının 7.6 Hz, elek eğiminin 0.12 ve genliğinin 25 mm olması koşulunda en % 93.98 ile en yüksek temizleme etkinliğine; eleğin frekansının 5.6 Hz, elek eğiminin 0.07 ve genliğinin 25 mm olması koşulunda (% 1.69 ile en düşük tohum kaybı yüzdesine ulaşıldığı) açıklanmıştır.

5. 7. Konik Tamburlu Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinası

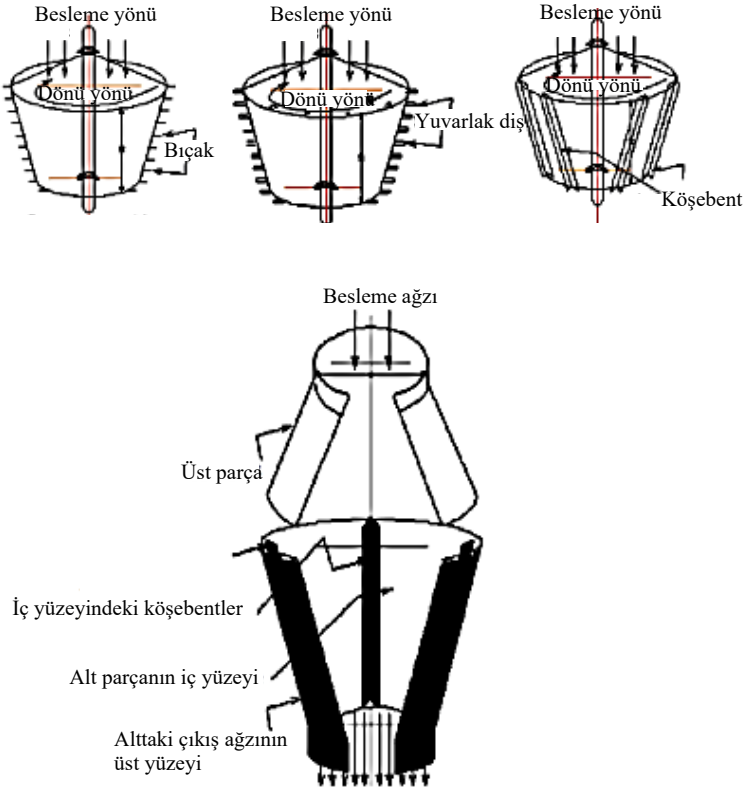
Konik tamburlu eksenel akışlı ayçiçeği harman makinası Lotfy, Abd El-Gendy ve El-Gelil (2009) tarafından tasarlanmıştır. Küçük işletmelere yöneliktir. Şekil 5.30' da görülen makinanın başlıca parçaları; konik tamburlu harman düzeni, temizleme düzeni ve elektrik motorudur. Harman düzeni, iç ve dış konilerden oluşur. Dönü hareketli iç koninin üst çapı 50 mm, alt çapı 25 mm ve yüksekliği 400 mm' dir. Dış koni, sabittir. Tablalar, hem santrifüj hem de

yerçekimi kuvvetinin etkisi altında harmanlandıklarından fazla parçalanmazlar. Bu nedenle aşırı parçalanmış tabla parçalarının neden olduğu çevre kirliliği oluşmaz. Temizleme kolaylaşır ve güç tüketimi azalır. İç koninin orta kısmındaki dönü hareketli mil, 0.75 kW'lık bir elektrik motorundan hareket alır. Motor milinin dönü hareketi, V kayış kasnaklı hareket iletim düzeniyle mile iletilir. Besleme ağzının çapı, 250 mm' dir. İç ve dış koniler arasındaki üst kısımdaki giriş mesafesi 40 mm, alt kısımdaki çıkış mesafesi 20 mm' dir. Tabla kılavuzu, ayçiçeği tablalarının iç ve dış konilerin arasındaki boşluğa doğru iletilmelerini sağlar. Tabla kılavuzunun alt çapı 500 mm, yüksekliği 150 mm' dir. İç koni ve tabla kılavuzu, düşey mil üzerine aynı eksende olacak şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 5.31' de farklı koni tipleri gösterilmiştir.



1. Besleme ağzı, 2. Rulman, 3. Tabla kılavuzu, 4. Dönü hareketli mil, 5. Kapak,
6. Menteşe, 7. Çatı, 8. Elektrik motoru, 9. Üst ve alt elekler, 10. Kasnaklar, 11. Tohum çıkışı, 12. Çer çöp çıkışı, 13. Ayçiçeği tablaları, 14. Bağlantı noktası, 15. V kayış,
16. Vantilatör, 17. Destek lamaları, 18. Sabitleme noktası.

Şekil 5. 30. Konik Tamburlu Eksenel Akışlı Ayçiçeği Harman Makinasının Şematik Görünümü ve Montaj Şeması (Lotfy vd., 2009)



Harmanlanmış materyallerin çıkışı

Şekil 5. 31. Farklı İç ve Dış Koni Tipleri (Lotfy vd., 2009)

Temizleme düzeni, alt ve üst elekler ile vantilatörden oluşur. Alt ve üst eleklerin uzunluk ve genişlikleri, 750x500 mm' dir. Elekler, tel dokuma elektir. Üst eleğin delik ölçüsü 15 mm, alt eleğin delik ölçüsü ise 5 mm' dir. Tohumdan daha büyük olan materyaller, üst eleğin üzerinde kalırlar. Tohumlar, üst eleğin deliklerinden aşağıya düşerek alt eleğin üzerinden dışarıya alınırlar. Tohumdan daha küçük materyaller ise alt eleğin altına geçerler. Alt elek, koni çıkış ağzına yatayla 30° açı yapacak şekilde yerleştirilmiştir. Elek üzerindeki materyal akışı; yerçekimi kuvveti, eleğin eğim açısı ve iç koninin dönü hareketine bağlı olarak oluşan titreşimin etkisiyle gerçekleşir. Vantilatörün 4 adet kanadı vardır. Kanat ölçüleri 80x40 mm' dir. Vantilatör tarafından oluşturulan hava akımı sayesinde hafif materyaller, karışımdan uzaklaştırılırlar.

Makinanın çalışma ilkesi;

- Besleme ağzından harman düzenine beslenen ayçiçeği tablalarının iç koninin üst kısmında yer alan tabla kılavuzunun eğimli yapısı sayesinde iç ve dış koninin arasındaki boşluğa girmeleri,
- Dönü hareketli iç koni ile sabit dış koni arasındaki tablaların hem santrifüj kuvvetin hem de yerçekimi kuvvetinin etkisi altında harmanlanması,
- Harmanlanmış karışımın alt ve üst eleklerin üzerine düşmesi;
- Üst eleğin üzerinden tohumdan iri parçaların, alt eleğin üzerinden tohumların, alt eleğin altından ise ufalanmış materyaller ile tozların dışarıya alınması,
- Bu sırada vantilatör tarafından oluşturulan hava akımının etkisiyle hafif materyallerin karışımdan uzaklaştırılması şeklindedir.

Şekil 5.31' de görülen farklı konik tambur tipleriyle Lotfy vd. (2009) tarafından yapılan denemeler sırasında;

- 10 sıra sivri uçlu dişli iç ve dış konili (30 mm uzunluğunda, 10 mm çapında ve her sırada 8 adet sivri uçlu diş), 10 sıra köşebentli iç ve dış konili (30 mm yüksekliğinde, 2 mm kalınlığında, 400 mm uzunluğunda) ve 10 sıra bıçaklı iç ve dış konili (30 mm uzunluğunda, 10 mm genişliğinde, 2 mm kalınlığında ve her sırada 8 adet bıçak) olmak üzere 3 farklı konik tambur tipinin,
- 7.24 m s^{-1} , 9.11 m s^{-1} , 12.90 m s^{-1} ve 15.40 m s^{-1} olmak üzere 4 farklı iç koni çevre hızının, % 26.90, % 21.20, % 15.70 ve % 9.80 olmak üzere 4 farklı tohum nem içeriğinin, 40 mm-20 mm olmak üzere iç ve dış koni arasındaki sırasıyla giriş-çıkış mesafelerinin alındıkları açıklanmıştır.

Lotfy vd. (2009) tarafından yapılan denemelerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Tohum nem içeriği azaldıkça harmanlama kapasitesi artmaktadır. Bunun başlıca nedeni, tohum nem içeriği azaldıkça tohumun esnekliğinin ve tabladan ayrılmaya karşı olan direncinin azalmasıdır.
- Tüm tohum nem içeriklerinde ve konik tambur tiplerinde, iç koninin çevre hızı arttıkça harmanlama kapasitesi artmaktadır. Bunun başlıca nedeni, iç koninin çevre hızı arttıkça tohumların tabladan ayrılmaya karşı daha az direnç göstermeleridir.

- En yüksek harmanlama kapasitesi $16.60 \text{ kg min}^{-1}$ ile bıçaklı konik tamburlarla çalışmadan elde edilmiştir. Bunu sırasıyla $15.40 \text{ kg min}^{-1}$ ile sivri uçlu dişli konik tamburlar ve $10.30 \text{ kg min}^{-1}$ ile köşebentli konik tamburlar çalışma izlemiştir.
- Tüm konik tambur tiplerinde iç koninin çevre hızı arttıkça ve tohum nem içeriği azaldıkça zedelenmiş tohum yüzdesi artmıştır. Nem içeriği düşük olan ayçiçeği tohumlarının kabuklarının daha sert yapılı olması buna neden olmuştur. Köşebentli konik tamburlarla çalışmadaki zedelenmiş tohum yüzdesi, sivri dişli ve bıçaklı konik tamburlara göre daha azdır.
- En yüksek tohum kalitesi % 99.80 ile 7.24 m s^{-1} lik iç koni çevre hızında ve % 26.90 tohum nem içeriğinde çalışmadan; en düşük tohum kalitesi ise % 88.80 ile 15.40 m s^{-1} lik iç koni çevre hızında ve % 9.80 tohum nem içeriğinde çalışmadan elde edilmiştir.
- Tüm konik tambur tiplerinde, tohum nem içeriği azaldıkça ve iç koni çevre hızı arttıkça temizleme etkinliği artmış ancak harmanlanmamış tohum yüzdesi azalmıştır. Farklı tohum nem içerikleri ve iç koni çevre hızlarında bıçaklı konik tamburlarla çalışmadaki temizleme etkinliği, sivri uçlu dişli ve köşebentli tamburlara göre daha yüksektir. En yüksek temizleme etkinliği % 99.80 ile bıçaklı konik tamburlarla tohum nem içeriği % 9.80 olan tablalarla 15.40 m s^{-1} lik iç koni çevre hızında çalışma koşulundan; en düşük temizleme etkinliği ise % 93.20 ile köşebentli konik tamburlarla tohum nem içeriği % 26.90 olan tablalarla 26.90 m s^{-1} lik iç koni çevre hızında çalışma koşulundan elde edilmiştir.

6. AYÇİÇEĞİ HARMANINDA DA KULLANILAN DİĞER HARMAN MAKİNALARI

Ayçiçeği harmanında, özel ayçiçeği harman makinalarının yanı sıra diğer birçok ürünün harmanında da kullanılabilen üniversal harman makinalarından da yararlanır. Bu makinaların başlıcaları; aksenel ve teğetsel akışlı sap döver harman makinası, üç batörlü nohut harman makinası, mısır taneleme makinası ile ovalama etkili ayçiçeği ve keten harman makinasıdır.

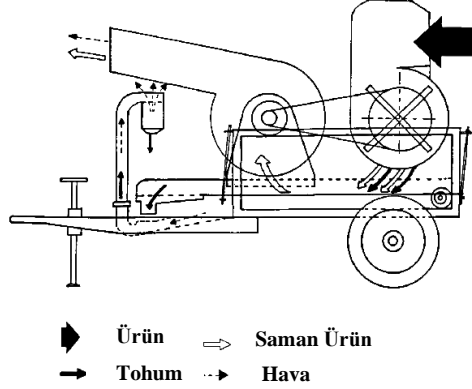
6. 1. Aksenel ve Teğetsel Akışlı Harmanlama Yapabilen Sap Döver Harman Makinası

Ülkemiz koşullarına özgü olarak geliştirilen yerli yapım sap döver harman makinaları, önceleri yalnızca biçerdöverden tarla yüzeyine atılan saplardan saman yapmak amacıyla kullanılmışlardır (Güner ve Keskin, 2011). Sap döver harman makinaları; buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi tahılların harmanlanması için uygundur. Buna karşılık yerli yapım sap döver harman makinaları; yoğun lifli sapsarı, yaprakları, tablaları bulunan ayçiçeği, aspir ve çeltik gibi bitkilerin harmanlanması için uygun değildir. Bu bitkilerin yerli yapım sap döver harman makinalarıyla harmanlanması durumunda, zedelenmiş tohum yüzdesi artar ve tıkanma sorunu ortaya çıkar.

Khan (1992) tarafından ülkemizde imal edilen çarpma, tarama ve ovalama etkili yerli yapım aspiratörlü bir sap döver harman makinasının bazı değişikliklerin yapılması suretiyle aksenel akışlı harmanlama da yapabilen bir makinaya dönüştürüldüğü açıklanmıştır. Bu çalışmada, yerli yapım sap döver harman makinasının Mısır koşullarına uyarlanması amaçlanmıştır. Mevcut sap döver harman makinalarının ayçiçeği, çeltik, sorgum gibi diğer bitkilerin harmanında da kullanılabilmesi sayesinde makinanın üniversal bir yapı kazanacağı ve üreticilerin ayrıca bir başka harman makinasını daha satın almaya gerek duymayacakları öngörülmüştür.

Şekil 6.1' de aspiratörlü sap döver harman makinası gösterilmiştir. Makina; besleme deposu, batör, kontrbatör, aspiratör, davlumbaz, saman iletim borusu, elek kasası, elekler, eksantrik, tane elevatörü, çatı, tekerlekler, çeki oku ve hareket iletim düzeninden oluşmaktadır. Yol konumunda traktör tarafından çekilmekte, iş konumunda ise sabit durmaktadır. Traktör kasnağından veya bir mafsallı mil aracılığıyla traktör kuyruk milinden hareket almaktadır. Batör, bir

milin çevresine belirli aralıklara dizilmiş olan parmaklar ya da bıçaklardan oluşmaktadır. Delikli sacdan yapılan kontrbatör, batörün çevresini 2/3 oranında sarmaktadır.



Şekil 6. 1. Aspiratörlü Sap Döver Harman Makinası (Khan, 1992)

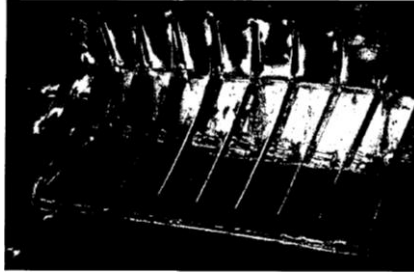
Aspiratörlü sap döver harman makinasının çalışma ilkesi; hasat edilen başaklı sapların besleme deposuna beslenmesi, batör-kontrbatör arasına giren ürünün çarpma ve ovalama etkisiyle harmanlanması, harmanlanmış karışımın (tohum+saman) kontrbatörün deliklerinden elek kasasının üzerine düşmesi, eleğin salınım hareketiyle tohumların alta geçmeleri, elek üzerinde kalan samanların aspiratör tarafından oluşturulan alçak basınçlı hava akımının etkisiyle emilerek saman iletim borusundan dışarıya atılmaları ve temizlenmiş tohumların ise tohum çıkış ağzından dışarıya alınmaları şeklindedir.

Khan (1992) tarafından, sap döver harman makinasının çarpma, tarama ve ovalama etkili harman düzeninin eksenel akışlı harman düzenine dönüştürülmesi için yapılan değişiklikler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Batör kapağının iç kısmına eğim açısı ayarlanabilen bir dizi panjur yerleştirilmiştir (Şekil 6.2). Bu sayede harman düzeninin hem çarpma, tarama ve ovalama etkili hem de eksenel akışlı olarak çalışması sağlanmıştır. Panjurun eğim açısı; çarpma, tarama ve ovalama etkili konumda yani buğday harmanında 90° ye, eksenel akışlı konumda yani ayçiçeği, sorgum ve çeltik gibi ürünlerin harmanında ise 75° ye ayarlanmaktadır.
- Çarpma, tarama ve ovalama etkili harman düzeninin eksenel akışlı tipe dönüştürülmesi için besleme deposundaki besleme açıklığının belirli bir kısmının üzeri menteşeli bir kapakla kapatılmıştır. Çünkü eksenel akışlı

harman düzeninde ürün, batörün yalnızca bir ucundan beslenmektedir. Bu sayede aksnel akışlı konumda, tüm besleme açıklığı boyunca ürünün batör-kontrbatöre beslenmesi önlenmiştir.

- Batörün diğer ucuna ise sap çıkış kapağı eklenmiştir. Sap çıkış kapağının kapatılması sayesinde çarpma etkili konumda harmanlanmış tahıl saplarının dışarıya çıkmaları engellemekte ve saplar saman haline gelinceye kadar harmanlama devam etmekte, aksnel akışlı konumda ise bu kapağın açılmasıyla sapların dışarıya çıkmalarına izin verilmektedir.
- Sap çıkış ağızıyla aynı hizada olmak üzere batör parmaklarına 4 adet sap fırlatıcı kanat yerleştirilmiştir. Sap fırlatıcı kanatlar, sapları sap çıkış ağızına doğru fırlatarak dışarıya atılmalarını sağlamaktadır.



Şekil 6. 2. Eğim Açıları Ayarlanabilir Panjurlar (Khan, 1992)

Khan (1992) tarafından sap döver harman makinasının aksnel akışlı konuma getirilmesi için yapılması gereken ayarları kısaca;

- Panjur eğim açısını 90° den 75°' ye ayarlamak,
- Sap çıkış kapağını açmak,
- Kısmi besleme kapağını kapatmak şeklinde özetlenmiştir.

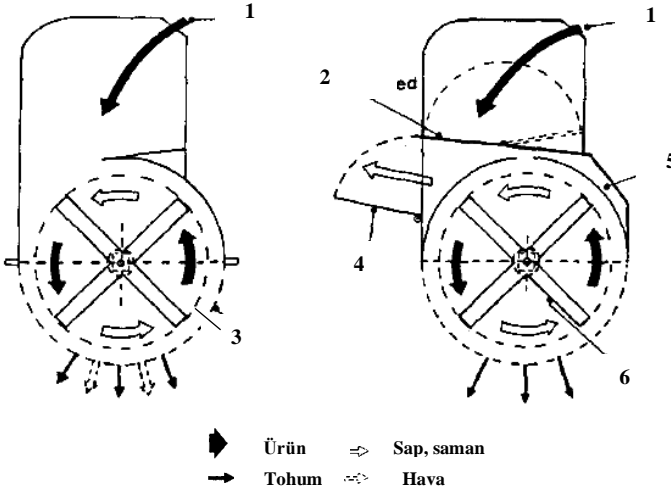
Şekil 6.3' de, mevcut sap döver harman makinasının harman düzeni ile aksnel akışlı harman düzeninin çalışma ilkeleri şematik olarak gösterilmiştir.

Buna göre;

- Mevcut sap döver harman makinasının harman düzeninin çalışma ilkesi; besleme deposundaki açıklıktan beslenen buğdayın batör-kontrbatörün arasında çarpma, tarama ve ovalama etkisiyle harmanlanması; bu işlemin sapların saman haline gelinceye kadar devam etmesi, kontrbatörün

deliklerinden alta geçecek büyüklüğe gelen samanın ve tohumların eleğin üzerine düşmeleri şeklindedir.

- Eksenel akışlı harman düzeninin çalışma ilkesi ise batörün bir ucunda yer alan kısmi besleme ağzından batör-kontrbatör arasına beslenen ayçiçeği tablalarının hem eksenel yönde ilerleyerek hem de batörün çevresinde 5-7 kez dönerek harmanlanmaları, iri tabla parçalarının sap fırlatıcılar tarafından batörün diğer ucundaki çıkış açıklığından dışarıya fırlatılmaları, tohum ve ufalanmış tabla parçalarının ise kontrbatörün deliklerinden alta geçerek eleğin üzerine düşmeleri şeklindedir.



1. Ürün, 2. Kısmi besleme ağzı, 3. Kontrbatör, 4. Sap çıkış kapağı, 5. Panjur eğim açısı ayar düzeni, 6. Sap fırlatıcı.

Şekil 6.3. Mevcut Sap Döver Harman Makinasının Harman Düzeni ile Eksenel Akışlı Harman Düzeninin Çalışma İlkeleri (Khan, 1992)

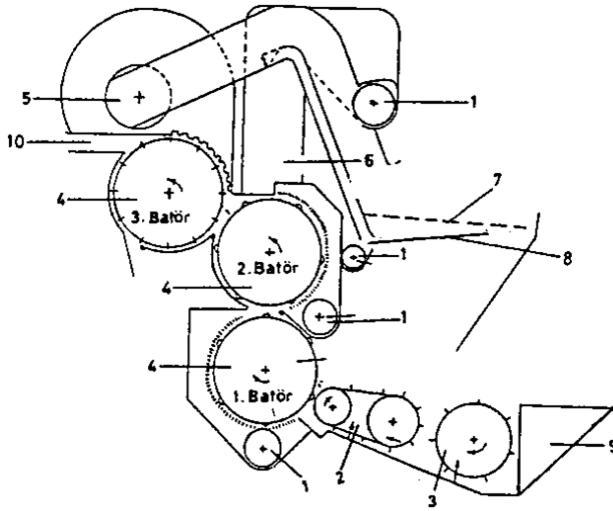
Khan (1990); mevcut sap döver harman makinasıyla çalışma koşulunda buğdayda harmanlama kapasitesinin 390 kg h^{-1} , çeltikte 634 kg h^{-1} olarak bulunduğu açıklamıştır. Çeltiğin maksimum harmanlama kapasitesi, 900 kg h^{-1} olarak bulunmuştur. Maksimum tane kaybı buğdayda % 1.50, çeltikte ise % 1.20' dir. Maksimum temizleme etkinliği, buğdayda % 97.60, çeltikte % 99.90' dır.

Khan (1992) tarafından mevcut sap döver harman makinasının eksenel akışlı konumunda çeltikte harmanlama kapasitesinin $700-900 \text{ kg h}^{-1}$, temizleme

etkinliğinin % 97.60-99.80 ve tane kaybının ise 1.23-1.50 arasında değiştiği açıklanmıştır.

6. 2. Üç Batörlü Nohut Harman Makinası

Anwar, Amjad ve Zafar (1991), tarafından geliştirdikleri 3 batörlü nohut harman makinasıyla ayçiçeği ve soya fasulyesinin de harmanlanabileceği açıklanmıştır. 3 batörlü nohut harman makinası; besleme deposu, besleme tamburu, besleme elevatörü, taş tuzağı, 1. batör-kontrbatör, 2. batör-kontrbatör, 3. batör-kontrbatör, helezonlar, aspiratör, tane elevatörü, elek, eğik düzlem, sap çıkış ağzı ve çatıdan oluşmaktadır (Şekil 6.4). Asma tip olan bu harman makinası, traktör kuyruk milinden hareket almaktadır. Batör-kontrbatörler, pervazlı tiptir. Temizleme düzeni, aspiratör, elekler ve eğik düzlemden oluşmaktadır.



1. Helezonlar, 2. Besleme elevatörü, 3. Besleme tamburu, 4. Batör-kontrbatörler, 5. Aspiratör, 6. Tane elevatörü, 7. Elek, 8. Eğik düzlem, 9. Besleme deposu, 10. Sap çıkış ağzı.

Şekil 6. 4. Üç Batörlü Nohut Harman Makinası (Anwar vd. 1991)

Makinanın çalışma ilkesi; besleme deposundaki ürünün besleme tamburuyla besleme elevatörüne iletilmesi, burada taş tuzağıyla taşların ayrılması, sırasıyla 1., 2. ve 3. batör-kontrbatörler arasında ürünün ovalanarak

harmanlanması, kontrbatörün açıklıklarından altta geçen materyalin helezonlarla temizleme düzenindeki eleğe iletilmeleri, 3. batör-kontrbatörün üst kısmında bulunan sap çıkış ağzından sapların dışarıya atılması, eleğin üzerinde etkili olan aspiratör tarafından oluşturulan alçak basınçlı hava akımıyla tohumdan hafif materyallerin emilerek dışarıya atılması, elek üzerinde kalan harmanlanmamış tohumların harmanlanmak üzere helezonla yeniden 1. batör-kontrbatör arasına gönderilmeleri, elek altına geçen tohumların eğik düzlemin üzerine düşmeleri ve buradan tane helezonuyla iletilmeleri şeklindedir.

Hem batör-kontrbatörün uzunluğu hem de kontrbatörün batörü sarım açısı diğerlerinden daha fazla olduğundan asıl harmanlama 1. batör-kontrbatör arasında gerçekleşir. Bunun aksine en az harmanlama ise 3. batör-kontrbatör arasında meydana gelir. Nohut harmanında 1. batör-kontrbatörün harmanlama etkinliği yaklaşık olarak % 70-75, 2. batör-kontrbatörün harmanlama etkinliği % 12-15, 3. batör-kontrbatörün harmanlama etkinliği ise % 10 kadardır (Anwar vd., 1991).

Anwar vd. (1991) tarafından, 3 batörlü nohut harman makinasıyla batör çevre hızının 9.80 m s^{-1} olması koşulunda ayçiçeğinin harmanlanması koşulunda harmanlama etkinliğinin % 100, temizleme etkinliğinin ise % 95-96 olduğu açıklanmıştır.

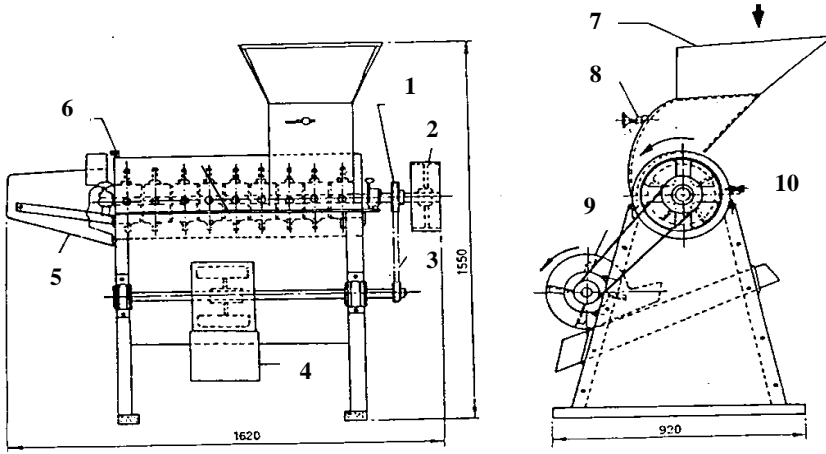
6. 3. Mısır Taneleme Makinası

Esasen mısır koçanındaki taneleri koçandan ayırmakla görevli olan mısır taneleme makinalarının farklı tipleri bulunmaktadır. Bu makinayla mısır koçanlarının yanı sıra ayçiçeği tablaları da harmanlanabilirler.

Şekil 6.5' de görülen aksel akışlı mısır taneleme makinası; besleme deposu, parmaklı batör, delikli kontrbatör, vantilatör, kayış kasnaklı hareket iletim düzeni, karşı ağırlık, besleme miktarı ayar düzeni, tohum çıkış açıklığı ayar düzeni, sap çıkış ağzı, eğik düzlem ve çatıdan oluşur. Traktör kasnağından hareket alır (Devnani, 1992). Besleme miktarı ve çıkış açıklığı, ayarlanabilir.

Makinanın çalışma ilkesi; besleme deposuna yedirilen ayçiçeği tablalarının batörün bir ucundan batör-kontrbatör arasına doğru iletilmeleri, dönü hareketli batör parmaklarının dövme etkisiyle tablaların batör-kontrbatör arasında aksel yönde ilerleyerek ve batör çevresinde dönerek harmanlanmaları, batörün diğer ucundaki çıkış kısmından tohumların dışarıya

alınmaları, kontrbatörün deliklerinden geçecek boyuta gelen tabla parçalarının alttaki eğik düzlemin üzerine düşmeleri, eğik düzlem üzerinde etkili olan vantilatör tarafından üretilen hava akımının etkisiyle hafif olan döküntülerin dışarıya atılmaları diğerlerinin ise çıkış ağzından dışarıya alınmaları şeklindedir. Devnani' ye (1992) göre bu makinayla 12-13 m s⁻¹ lik batör çevre hızında ayçiçeğiyle çalışmada; harmanlama kapasitesi 600-900 kg h⁻¹, toplam tohum kaybı % 16.10, vantilatörün neden olduğu tohum kaybı % 4.40 ve temizleme etkinliği ise % 92 olarak bulunmuştur.



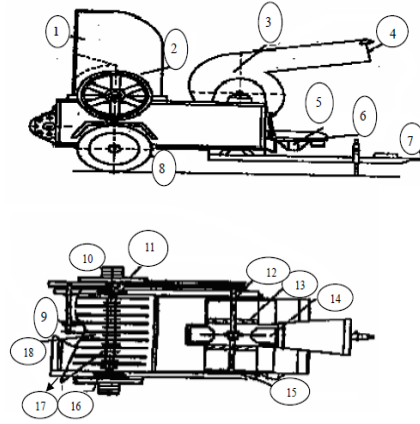
1. Kasnak, 2. Karşı ağırlık, 3. Kayış, 4. Sap çıkış ağzı, 5. Tohum çıkış ağzı, 6. Tohum çıkış açıklığı ayar düzeni, 7. Besleme deposu, 8. Besleme miktarı ayar düzeni, 9. Vantilatör, 10. Batör-kontrbatör.

Şekil 6. 5. Mısır Taneleme Makinası (Devnani, 1992)

El-Khateeb, Sorour ve Saad (2008) tarafından buğday, soya fasulyesi ve börülce harmanında kullanılan El-Shams adlı sap döver harman makinası ile mısır taneleme makinası olmak üzere 2 farklı makinayla ayçiçeği tablalarının harmanlanabilme olanakları konusunda araştırma yapıldığı açıklanmıştır. Denemeye alınan makinaların bazı teknik özellikleri, Tablo 6.1' de verilmiştir. Şekil 6.6' da El-Shams adlı sap döver harman makinası, Şekil 6.7' de ise mısır taneleme makinası gösterilmiştir.

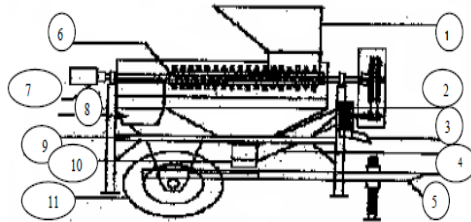
Tablo 6. 1. Ayçiçeği Harmanında Kullanılan Makinaların Bazı Teknik Özellikleri (El-Khateeb vd., 2008)

Teknik Özellik	Sap Döver Harman Makinası (El-Shams)	Mısır Taneleme Makinası
Uzunluk, genişlik, yükseklik (mm)	400, 220, 240	225, 110, 165
Ağırlık (kg)	1550	750
Güç kaynağı	Traktör kasnağından düz kayışla	
Batör tipi	Sivri uçlu parmaklı	
Batörün uzunluğu ve çapı (mm)	1200 ve 700	950 ve 250
Besleme açıklığı ölçüleri (mm)	1200x400	650x400
Çıkış açıklığı ölçüleri, sap ve tohum (mm)	590x350 ve 100x100	250x450, 150x130



1. Besleme deposu, 2. Batör, 3. Aspiratör, 4. Sap çıkış açıklığı, 5. Tohum çıkış açıklığı, 6. Titreşimli elek, 7. Çeki oku, 8. Lastik tekerlek, 9. Krank mekanizması, 10. Batör kasnağı, 11. Karşı ağırlık, 12. Aspiratör mili, 13. Separatör, 14. Fan kanatları, 15. Fan mili yatağı, 16. Batör mili yatağı, 17. Batör parmakları, 18. Kontrbatör.

Şekil 6. 6. Sap Döver Harman Makinası (El-Shams) (El-Khateeb vd., 2008)



1. Besleme deposu, 2. Aspiratör, 3. Saman çıkış açıklığı, 4. Hava iletim borusu, 5. Çeki oku, 6. Batör, 7. Kasnak, 8. Sap çıkış açıklığı, 9. Çatı, 10. Tohum çıkış açıklığı, 11. Lastik tekerlek.

Şekil 6. 7. Eksenel Akışlı Mısır Taneleme Makinası (El-Khateeb vd., 2008)

El-Khateeb vd. (2008) tarafından her 2 makinayla yapılan denemeler sırasında % 11.30, % 17.07 ve % 22.29 tohum nem içeriğindeki ayçiçeği tablalarıyla 2.50 kg min⁻¹, 5 kg min⁻¹, 7.50 kg min⁻¹ ve 10 kg min⁻¹ olmak üzere 4 farklı besleme miktarında; 300 min⁻¹, 400 min⁻¹, 500 min⁻¹ ve 600 min⁻¹ olmak üzere 4 farklı batör dönü sayısı ya da 10.99 m s⁻¹, 14.65 m s⁻¹, 18.31 m s⁻¹ ve 21.98 m s⁻¹ olmak üzere 4 farklı batör çevre hızında çalışıldığı açıklanmıştır.

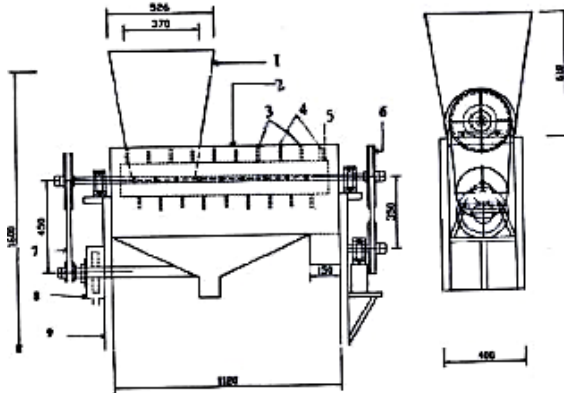
Yapılan denemeler sonucunda;

- Maksimum harmanlama etkinlikleri; nem içerikleri sırasıyla % 11.32, % 17.07 ve % 22.29 olan ayçiçeği tablalarının 2.50 kg min⁻¹ besleme miktarında mısır taneleme makinasıyla harmanlanmasında % 99.33, % 99 ve % 98.50 olarak; aynı koşullarda sap döver harman makinasıyla (El-Shams) çalışmada ise % 98.67, % 98.25 ve % 97.75 olarak bulunmuştur.
- Maksimum temizleme etkinlikleri; nem içerikleri sırasıyla % 11.32, % 17.07 ve % 22.29 olan ayçiçeği tablalarının 2.50 kg min⁻¹ besleme miktarında sap döver harman makinasıyla harman edilmesinde % 97.28, % 95.17 ve % 93.99; aynı koşullarda mısır taneleme makinasıyla çalışmada ise % 87.99, % 83.95 ve % 80.66 olarak belirlenmiştir.
- Maksimum toplam tohum kayıpları; nem içerikleri sırasıyla % 11.32, % 17.07 ve % 22.29 olan ayçiçeği tablalarının 10 kg min⁻¹ besleme miktarında sap döver harman makinasıyla harmanında % 6.41, % 8.18 ve % 9.64; aynı koşullarda mısır taneleme makinasıyla çalışmada ise % 4.22, % 5.54 ve % 7.71 olarak bulunmuştur.
- Maksimum zedelenmiş tohum yüzdeleri; nem içerikleri sırasıyla % 11.32, % 17.07 ve % 22.29 olan ayçiçeği tablalarının 2.50 kg min⁻¹ besleme miktarında sap döver harman makinasıyla harmanlanmasında % 6.79, % 5.32 ve % 1.56; aynı koşullarda mısır taneleme makinasıyla çalışmada ise % 1.22, % 1.01 ve % 0.91 olarak bulunmuştur.
- Nem içeriği % 17.07 olan ayçiçeği tablalarının 2.50 kg min⁻¹ besleme miktarında sap döver harman makinasıyla harman edilmesinde, batör dönü sayısının 300 min⁻¹' den 600 min⁻¹' e çıkması koşulunda güç ihtiyacının 9.22 kW' dan 13.80 kW' a çıktığı açıklanmıştır. Benzer koşullarda ayçiçeği tablalarının mısır taneleme makinasıyla harman

edilmesinde batör dönü sayısının 300 min^{-1} ' den 600 min^{-1} ' e çıkması koşulunda güç ihtiyacının 4.58 kW ' dan 6.74 kW ' a çıktığı belirlenmiştir.

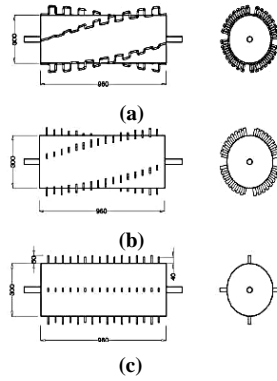
- Sap döver harman makinasıyla optimum çalışma koşullarında; ayçiçeği tablasının nem içeriğinin % 17.07, besleme miktarının 10 kg min^{-1} ve batör çevre hızının 14.65 m s^{-1} (batör dönü sayısının 400 min^{-1}) olduğu; mısır taneleme makinasıyla optimum koşullarda harmanlamada ise ayçiçeği tablasının nem içeriğinin % 17.07, besleme miktarının 7.50 kg min^{-1} ve batör çevre hızının 5.23 m s^{-1} olduğu açıklanmıştır.

El-Desoukey, Mousa ve Lotfy (2007) tarafından mısır taneleme makinasıyla ayçiçeği harmanında 30° açılı krank dişli (T1), 30° açıyla sarmal olarak yerleştirilmiş sivri parmaklı (T2) ve 90° açıyla yatay olarak yerleştirilmiş sivri parmaklı (T3) olmak üzere 3 farklı batör tipinin; 4.71 m s^{-1} , 7.85 m s^{-1} , 10.99 m s^{-1} , 14.13 m s^{-1} olmak üzere 4 farklı batör çevre hızının ve 1.20, 1.50, 2.30, 2.90 olmak üzere 4 farklı kontrbatör açıklık oranının (C1/C2) makina performansına etkisinin belirlendiği açıklanmıştır. Şekil 6.8' de mısır taneleme makinasının şematik görünümü ve parçaları, Şekil 6.9' da ise 3 farklı batör tipi gösterilmiştir. Tablo 6.2' de, mısır taneleme makinasının bazı teknik özellikleri verilmiştir.



1. Besleme deposu, 2. Kapak, 3. Kısa parmaklar, 4. Uzun parmaklar, 5. Batör silindiri, 6. Kasnak, 7. V kayışı, 8. Fan, 9. Çatı.

Şekil 6. 8. Eksenel Akışlı Mısır Taneleme Makinasının Önden ve Yandan Şematik Görünüşleri (El-Desoukey vd., 2007)



a. 30° açılı krank dişli (T1), **b.** 30° açılı sarmal olarak yerleştirilmiş sivri parmaklı (T2), **c.** 90° açıyla yatay olarak yerleştirilmiş sivri parmaklı (T3).

Şekil 6. 9. Eksenel Akışlı Mısır Taneleme Makinasında Kullanılan Batör Tiplerinin Üstten ve Yandan Şematik Görünüşleri (El-Desoukey vd., 2007)

Tablo 6. 2. Ayçiçeği Harmanında Kullanılan Mısır Taneleme Makinasının Batör, Kontrbatör ve Besleme Deposunun Bazı Teknik Özellikleri (El-Khateeb vd., 2008)

Parça	Teknik Özellik	Ölçü
Batör	Tip	Sivri parmaklı
	Uzunluk (mm)	960
	Çap (mm)	300
	Batör parmak sıra sayısı	4
	Dönü sayısı (min ⁻¹)	500-800
Kontrbatör	Tip	Delikli çelik sac
	Delik çapı (mm)	18
	Kalınlık (mm)	3
	Çap (mm)	310
	Aralık (mm)	68
Besleme deposu	Uzunluk (mm)	520
	Genişlik (mm)	370
	Yan kenarın eğim açısı (°)	45
	Harman düzeninin toplam uzunluğu (mm)	1500

El-Desoukey vd. (2007) tarafından ayçiçeğinin mısır taneleme makinasıyla harman edilmesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşıldığı açıklanmıştır:

- Batör çevre hızı arttıkça harmanlama etkinliği artmaktadır. Batör çevre hızının 4.70 m s⁻¹’ den 7.85 m s⁻¹’ ye çıkması koşulunda 30° açılı krank dişli (T1), 30° açıyla sarmal olarak yerleştirilmiş sivri parmaklı (T2) ve 90° açıyla yatay olarak yerleştirilmiş sivri parmaklı (T3) tip batörlerle

çalışmada harmanlama etkinlikleri sırasıyla; % 91.40' dan % 92.40' a, % 85.60' dan % 86.80' e ve % 79.90' dan % 81.20' ye çıkmıştır.

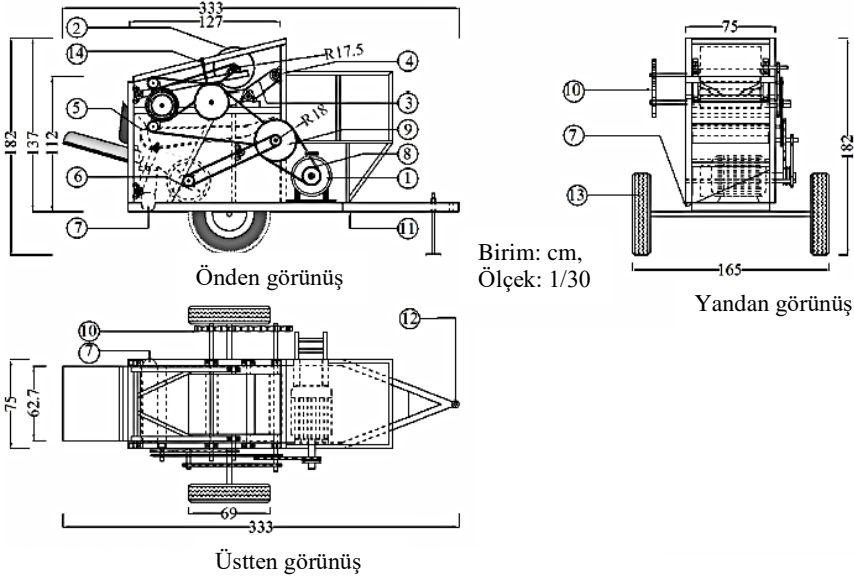
- Kontrbatör açıklık oranı arttıkça harmanlama etkinliği azalmaktadır. Kontrbatör açıklık oranının 1.20' den 2.20' ye çıkması koşulunda T1, T2 ve T3 tipi batörlerde sırasıyla harmanlama etkinlikleri; % 94.40' dan % 92.20' ye, % 87.90' dan % 86.30' a ve % 82.90' dan % 80.80' e düşmüştür. Bunun başlıca nedeninin, batör ile ayçiçeği tablası arasındaki sürtünmenin azalmasının olduğu düşünülmektedir.
- Batör çevre hızı arttıkça toplam tane kaybı azalmaktadır. Batör çevre hızının 4.70 m s^{-1} den 14.30 m s^{-1} ye çıkması koşulunda T1, T2 ve T3 tipi batörlerde sırasıyla toplam tane kayıpları; 2' den 0.90' a, 3.10' dan 2.30' a ve 3.90' dan 2.90' a inmiştir.
- Kontrbatör açıklık oranı arttıkça toplam tane kaybı da artmaktadır. Kontrbatör açıklık oranının 1.20' den 1.50' ye çıkması koşulunda T1, T2 ve T3 tipi batörlerde sırasıyla toplam tane kayıpları; % 1.70' den % 3' e, % 2.40' dan % 2.90' a ve % 30' dan % 3.40' a çıkmıştır.
- Batör çevre hızı arttıkça toplam zedelenmiş tane yüzdesi de artmaktadır. Batör çevre hızının 4.70 m s^{-1} den 14.30 m s^{-1} ye çıkması koşulunda T1, T2 ve T3 tipi batörlerle çalışmada toplam zedelenmiş tane yüzdeleri sırasıyla % 1.70' den % 4.30' a, % 2.10' dan % 4.80' e, % 2.80' den % 5.50' ye çıkmıştır.
- Kontrbatör açıklık oranı arttıkça toplam zedelenmiş tane yüzdesi azalmaktadır. Kontrbatör açıklık oranının 1.20' den 2.50' ye çıkması koşulunda T1, T2 ve T3 tipi batörlerde toplam zedelenmiş tane yüzdeleri sırasıyla % 3.90' dan % 2.10' a, % 4.30' dan % 2.60' ya ve % 4.90' dan % 3.30' a inmiştir.
- Batör çevre hızı arttıkça tüm koşullarda enerji ihtiyacı da artmaktadır. En düşük enerji ihtiyacı $2.39 \text{ kW h Mg}^{-1}$ ile T1 batörüyle 4.17 m s^{-1} batör çevre hızında çalışmadan, en yüksek enerji ihtiyacı $4.28 \text{ kW h Mg}^{-1}$ ile T3 batörüyle 14.13 m s^{-1} batör çevre hızında çalışmadan elde edilmiştir.
- 3 farklı batör tipi arasında saatlik iş kapasitesi en yüksek olanın 0.63 Mg h^{-1} ile T1 tipi batör olduğu, iş kapasitesi en düşük olanın ise 0.42 Mg h^{-1} ile T3 tipi batör olduğu belirlenmiştir. Birim materyal başına düşen en yüksek enerji ihtiyacının $4.19 \text{ kW h Mg}^{-1}$ ile

T3 tipi batöre, en düşük enerji ihtiyacının ise 2.50 kW h Mg⁻¹ ile T1 tipi batöre ait olduğu belirlenmiştir.

- Araştırma sonucunda, batör-kontrbatörün üzerinde bazı değişikliklerin yapılmasından sonra mısır taneleme makinasının ayçiçeği harmanında kullanılabileceği anlaşılmıştır. Aayçiçeği harmanında optimum çalışma koşulunda; tohum nem içeriği % 15.50, batör tipi 30° açılı krank tipi batör (T1), batör dönü sayısı 900 min⁻¹ ya da batör çevre hızı 14.13 m s⁻¹ ve kontrbatör açıklığı 1.2 olarak açıklanmıştır.

6. 4. Kauçuk Batör-Sonsuz Bantlı Ayçiçeği ve Keten Harman Makinası

Fakhrany, El-Shal, El-Ashry ve El-Shal (2014) tarafından, kauçuk batörlü ve sonsuz bantlı ayçiçeği ve keten harman makinasının nohut, mercimek ve sebze tohumlarını harmanlayan mevcut bir harman makinası üzerinde bazı değişikliklerin yapılmasıyla geliştirildiği açıklanmıştır. Şekil 6.10' da geliştirilen ayçiçeği ve keten harman makinası gösterilmiştir. Bu makinanın harman düzeni; 350 mm çapındaki kauçuk batör ile 510 mm genişliğinde ve 4 mm kalınlığındaki kauçuk sonsuz banttan oluşmaktadır. Sonsuz bant, 80 mm çapındaki 3 adet kasnağın üzerinde dönü hareketi yapmaktadır. Makina, zincir dişli hareket iletim düzenine sahiptir. Temizleme düzeni, vantilatör ve sarsıcıdan oluşmaktadır. Makinanın hareketli parçaları, 7.46 kW gücündeki elektrik motorundan hareket almaktadır.



1. Elektrik motoru, 2. Batör, 3. Sonsuz bant, 4. Bant kasnağı, 5. Sarsıcı, 6. Vantilatör, 7. Tohum çıkış açıklığı, 8. Motor kasnağı, 9. Tahrik kasnağı, 10. Hareket iletim düzeni, 11. Çatı, 12. Traktöre bağlantı noktası, 13. Lastik tekerlek, 14. Ayar sürgüsü.

Şekil 6. 10. Kauçuk Batörlü ve Sonsuz Bantlı Harman Düzenli Ayçiçeği ve Keten Harman Makinasının Önden, Yandan ve Üstten Şematik Görünüşleri ve Parçaları (Fakhrany vd., 2014)

Fakhrany vd. (2014) tarafından bu harman makinasıyla ayçiçeği ve ketenle denemelerin yapıldığı belirtilmiştir. Tohum nem içeriği % 10.51 olan ayçiçeği tablalarıyla yapılan denemeler sırasında 4 farklı batör çevre hızı (4.20 m s^{-1} , 5.50 m s^{-1} , 6.40 m s^{-1} , 7.30 m s^{-1}), 4 farklı bant çevre hızı (0.42 m s^{-1} , 0.67 m s^{-1} , 0.96 m s^{-1} , 1.25 m s^{-1}) ve 3 farklı batör-bant arası aralık miktarı (25 mm, 40 mm, 55 mm) dikkate alınmıştır.

Yapılan denemeler sonucunda;

- Batör çevre hızı arttıkça harmanlama etkinliği, gözle görülür zedelenmiş tohum miktarı, iş verimi, güç ihtiyacı ve özgül enerji tüketiminin arttığı ancak maliyetin azaldığı belirlenmiştir.
- Bant çevre hızı arttıkça harmanlama etkinliği ve gözle görülür zedelenmiş tohum miktarının azaldığı; iş verimi, güç ihtiyacı, özgül enerji tüketimi ve maliyetin ise arttığı bulunmuştur.

- Batör-bant arasındaki aralık miktarı arttıkça harmanlama etkinliği, gözle görülür zedelenmiş tohum miktarı, güç ihtiyacı ve özgül enerji tüketiminin azaldığı belirlenmiştir.
- Optimum çalışma koşulunda; batör çevre hızının 7.30 m s^{-1} , bant çevre hızının 0.42 m s^{-1} ve batör-bant arası aralık miktarının 2.50 cm oldukları bulunmuştur (Fakhrany vd., 2014).

7. AYÇİÇEĞİNİN BİÇERDÖVERLE HASAT-HARMANI

Hasat olgunluğuna gelen ayçiçeği bitkileri; ilerleme hızı, batör dönü sayısı, batör-kontrbatör arası giriş çıkış aralık miktarları, hava hızı ve elek delik büyüklükleri ayçiçeğine göre ayarlanan standart tahıl biçerdöverleriyle hasat edilebilmektedir. Ancak biçerdöverin tahıl hasadında kullanılan hasat başlığı değiştirilmeden kullanıldığında tane kayıpları % 46' nın üzerine çıkmaktadır (Hoffman ve Hellevang, 1997). Ayçiçeğinin standart tahıl biçerdöveriyle hasat edilmesinde toplam kaybın % 50' den fazlası tabla kayıplarından oluşmaktadır (Zareei ve Abdollahpour, 2016). Tabla kayıplarının artmaması ve zedelenmiş tane yüzdesinin azalması için ayçiçeğine uygun hasat başlıkları kullanılmalıdır.

7. 1. Biçerdöverle Ayçiçeği Hasat-Harman Yöntemleri

Ayçiçeğinin biçerdöverle hasat-harmanında başlıca 3 yöntemden yararlanılır. Bunlar;

- Ön kısmına özel ayçiçeği hasat başlığı ya da tablası takılmış tahıl biçerdöverleriyle ayçiçeğinin hasat-harman edilmesi,
- Mısır hasat başlığı takılmış biçerdöverlerle ayçiçeğinin hasat-harman edilmesi,
- Soya fasulyesi hasat başlığı takılmış biçerdöverlerle ayçiçeğinin hasat-harman edilmesidir.

7. 1. 1. Özel ayçiçeği hasat başlığı takılmış biçerdöverlerle ayçiçeğinin hasat-harman edilmesi

Ayçiçeği, ayçiçeği hasat başlığı takılmış olan tüm marka ve modeldeki tahıl biçerdöverleriyle hasat edilip harmanlanabilir (Hoffman ve Hellevang, 1997). Stepanenko, Aneliak, Kuzmych, Kustov ve Lysaniuk (2022) tarafından yapılan araştırma sonucunda; ayçiçeği hasat başlığı takılmış olan biçerdöverle ayçiçeği hasadında tabla kaybının azalarak % 2.40-2.50' ye indiği belirtilmiştir. Ayrıca hasat başlığı takılmamış biçerdöverle göre hasat başlığı takılmış biçerdöverle çalışma koşulunda, hasat edilen ürün hacminin % 5-7 düzeyinde arttığı da bulunmuştur.

Standart tahıl biçerdöveriyle ayçiçeği hasadında biçerdöver tablasının modifiye edilerek ayçiçeği hasadına uygun hale getirilmesi sayesinde makina

satın alma giderleri azalır. Ayçiçeği hasat başlıklarıyla çalışmada temel ilke, yalnızca biçilen ayçiçeği tablalarının batör-konrtbatöre arasına girmelerini sağlamak; mümkün olduğunca sap, yaprak gibi bitki yeşil aksamının ise besleme eleve-törüne girmelerini engellemektir. Çünkü aksi koşulda harman ve temizleme düzenleri, sap, yaprak gibi iri materyaller tarafından sıkıştırılarak tıkanabilirler.

Ayçiçeği hasat başlıklarının biçerdövere takılabilmesi ve başarılı bir hasat için aşağıdaki ayarların yapılması gerekmektedir. Buna göre;

- Biçerdöver tablasının genişliği en az 1400 mm olmalıdır (Cuma, 2002).
- Dolap çok fazla ileriye alınmamalı ve dolabın dönü sayısı azaltılmalıdır (Cuma, 2002).
- Ayçiçeği hasat başlığı, toprak yüzeyinden itibaren 300-600 mm daha yukarıda olmalıdır (Schuler, Hirning, Hofman ve Lundstrom, 1978).
- Biçerdöverin taş tuzağı kapatılmalıdır (Arslan, 2018).

Uygulamada kullanılan çok çeşitli ayçiçeği hasat başlığı bulunmaktadır. Ayçiçeği hasat başlıkları tiplerine göre yakalayıcı parmaklar, deflektör, dolap, tarak, çark ve tabla helezonu gibi çeşitli parçalardan oluşurlar. Tablanın ön kısmında yer alan yakalayıcı parmakların görevi, sapların kesilmesi sırasında bitkiyi yakalamak ve yalnızca ayçiçeği tablası kalacak şekilde biçme düzenine doğru yönlendirmektir. Hasat başlığının genişliği, ortalama 4650 mm' dir. Uzun bir lamanın üzerine belirli aralıklarla yan yana sabitlenen yakalayıcı parmakların toplam sayısı, 19-21 adet arasında değişmektedir.

Cuma' ya (2002) göre standart tahıl biçerdöveri tablasının modifiye edilmesiyle geliştirilen başlıca 2 tip özel ayçiçeği hasat başlığı vardır. Bunlar, taraklı ve dolaplı ayçiçeği hasat başlıklarıdır (Şekil 7.1).



(a)



(b)

a. Taraklı ayçiçeği hasat başlığı, b. Dolaplı ayçiçeği hasat başlığı.

Şekil 7. 1. Standart Tahıl Biçerdöveri Tablasının Modifiye Edilmesiyle Geliştirilen Özel Ayçiçeği Hasat Başlıkları (Cuma, 2002)

Taraklı hasat başlığında; ayçiçeği tablalarının parçalanmamaları, tohumların tarlaya dökülmemeleri ve bitki yeşil aksamının besleme ağzından besleme elevatörüne doğru girmemeleri için yakalayıcı parmakların arka üst kısmına, üzerinde eğik tel parmaklar bulunan 2 sıralı tarak şeklinde bir parça yerleştirilmiştir (Şekil 7.1.a).

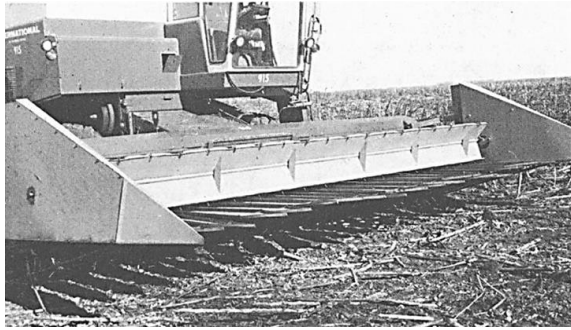
Dolaplı hasat başlığındaki dolap, standart dolaba benzemektedir. Ayçiçeği hasadında, mevcut dolabın yan yana bulunan 2 tel parmağından birisinin çıkartılması önerilmektedir. Dolap, ızgara şeklinde de olabilir. Dolaplı hasat başlıklı ayçiçeği hasat başlıklarının tabla helezonları da bulunmaktadır.

Ayçiçeği hasat başlığının ön kısmında yer alan ve ayçiçeklerini sıra aralarına alarak biçme düzenine doğru yönlendiren yakalayıcı parmak ya da tavaların dar ve geniş parmaklı olmak üzere başlıca 2 tipi vardır. Dar parmaklı hasat başlıkları herhangi bir sıralar arası uzaklıkta, geniş parmaklı hasat başlıkları ise yalnızca özel bir sıralar arası uzaklıkta çalışmaya uygundur. Dar parmakların genişlikleri 230 mm, uzunlukları 1300 mm; geniş parmakların genişlikleri 940 mm, uzunlukları 1020 mm' dir. Geniş parmakların genişlikleri, sıralar arası uzaklıktan yaklaşık 80 mm daha az olmalıdır. Bu sayede ayçiçeklerinin biçme düzenine doğru akışı kolaylaşır. Dar parmaklı hasat başlıklarında yan yana 2 parmağın merkez eksenleri arasındaki yatay uzunluk 310 mm' dir (Schuler vd., 1978). Dar ve geniş parmaklı hasat başlıklarında parmaklar arasındaki boşluk miktarı, 76 mm' dir (Schuler vd., 1978). Dar parmağın uç kısmı yukarıya doğru yaklaşık olarak 25 mm olacak şekilde kıvrıldığından parmak, tava şeklini almıştır. Dar hasat başlığının yan kenarlarında ise 230 mm genişliğinde, biraz daha uzun ve yalnızca bir yöne doğru incelen kenar parmakları bulunur (Schuler vd., 1978).

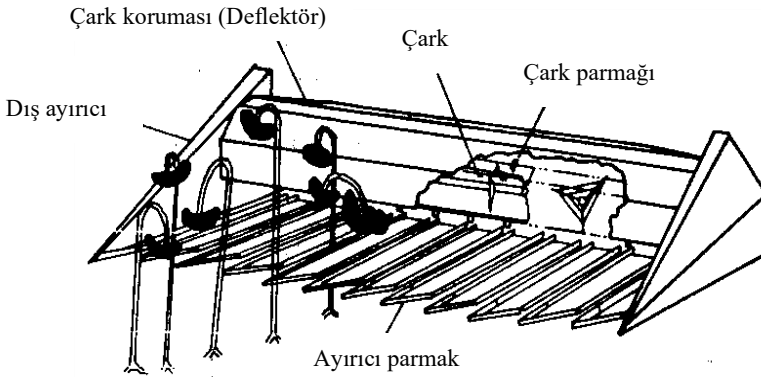
Deflektörsüz, parmaklı ve küçük dolaplı hasat başlığı Şekil 7.2' de; deflektörlü, parmaklı ve çarklı hasat başlığı ise Şekil 7.3' de gösterilmiştir. Bu hasat başlıkları arasındaki en önemli fark, deflektördür. Deflektörsüz tipte ayçiçeği tablaları küçük dolabın çarpmasından olumsuz etkilenirken, deflektörlü tiplerde ise deflektör bir koruyucu kalkan görevi gördüğünden ayçiçeği tablaları çarkın darbelerinden daha az etkilenirler.

Deflektör, kavislendirilmiş çelik sacdan oluşmuştur. Deflektörün genişliği, tabla genişliğine eşittir. Deflektör, yakalayıcı parmakların üzerinde bulunan çarkın destek kollarına bağlanmıştır (Schuler vd., 1978). Deflektörün görevi; hasat sırasında ayçiçeği tablalarının alt kısımlarından biçilmelerine

yardım etmek, sapları iterek biçme düzeni önünde yalnızca tablaların kalmasını sağlamak ve çarkın tablolara çarpması sonucunda dökülen tohum kayıplarını azaltmaktır. Ayçiçeği sapları, parmaklarla deflektörün arasında ilerlerken biçme düzeni tarafından tablalar alt kısımlarından biçilirler. Deflektörün konumu, biçilen ayçiçeği tablalarının büyüklüğüne ve yoğunluğuna göre mekanik veya hidrolik düzenlerle yatay ve düşey konumda ayarlanabilir.



Şekil 7. 2. Deflektörsüz, Parmaklı ve Küçük Dolaplı Ayçiçeği Hasat Başlığı (Schuler vd., 1978).



Şekil 7. 3. Deflektörlü, Parmaklı ve Çarklı Ayçiçeği Hasat Başlığı (Güzel, 1990)

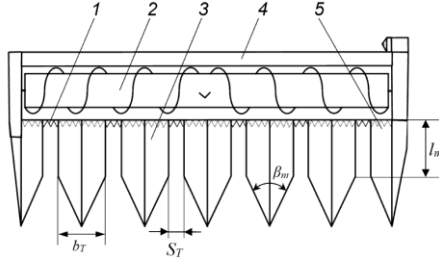
Çark, yakalayıcı parmakların 100-130 mm üzerinde ve deflektörün arka kısmında bulunur. Çapı, 405-510 mm' dir. Çarkın görevi, oldukça dipten biçilen ayçiçeği tablalarını harman düzenine doğru iletmektir. 310 mm uzunluğundaki çarkın 3 adet kanadı vardır.

Şekil 7.4’ de görülen ayçiçeği hasat başlığında, deflektör ve dolabın yerini dönü hareketli tabla helezonu almıştır. Tabla helezonu, ayçiçeği tablalarını yan kenarlardan ortaya doğru olacak şekilde biçerdöverin besleme ağzına doğru yönlendirir. Helezonun orta kısmında bulunan çubuklar, ayçiçeği tablalarının besleme ağzına doğru itilmelerine yardım ederler.



Şekil 7. 4. Tabla Helezonlu, Dar Parmaklı Ayçiçeği Hasat Başlığı (MusserBross, 2024)

Şekil 7.5’ de görülen tabla helezonlu, dar parmaklı ayçiçeği hasat başlığı; yakalayıcı parmaklar, biçme düzeni, tabla helezonu, dolap, kenar parmakları, ayırıcılar ve tabla arka kenarından oluşmuştur (Ochildiev, Fozilov, Achildiev, Karimov ve Ashurov, 2021). Şekil 7.6’ da ise bu tip ayçiçeği hasat başlığı takılmış olan bir biçerdöverle ayçiçeği hasadı gösterilmiştir. Yakalayıcı parmaklar arasındaki boşluk miktarı 76 mm olup ayçiçeklerinin sıralar arası uzaklığı 700 mm’ dir. Buna göre bitkiler, sıra merkezinden ± 624 mm olacak şekilde sağa sola sapabilmektedir. Ochildiev vd.’ ye göre (2021) parmaklar arasındaki boşluk miktarının (S_T) 80 mm olması koşulunda tane kaybı % 2.90, boşluk miktarının (S_T) 100 mm olması koşulunda tane kaybı % 2.3 ve boşluk miktarının (S_T) 120 mm olması koşulunda ise tane kaybı % 5.90’ a çıkmaktadır. Bunun başlıca nedeni; 80 mm boşlukta sıradan çok fazla sapan bazı ayçiçeği saplarının hasat başlığının altında bükülmeleri, 120-140 mm boşlukta ise küçük çaplı tablaların aradaki boşluğa girmeleridir. Biçerdöver ilerleme hızının 0.60 m s^{-1} ’ den 1.50 m s^{-1} ’ ye çıkması koşulunda tabla kayıpları % 0.36’ dan % 0.84’ e, harman düzeni kayıpları ise % 0.50’ den % 1.64’ e çıkmaktadır.



1. Biçme düzeni, 2. Tabla helezonu, 3. Yakalayıcı Parmak, 4. Başlığın arka kenarı, 5. Kenar parmağı.

Şekil 7. 5. Tabla Helezonlu, Parmaklı Ayçiçeği Hasat Başlığı (Ochildiev vd., 2021)



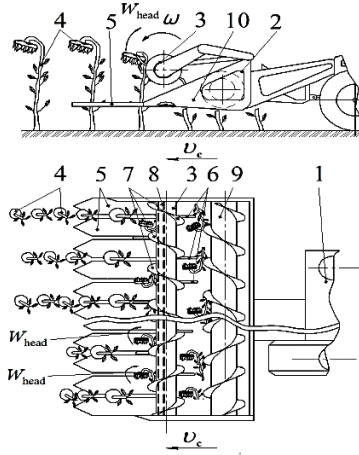
Şekil 7. 6. Tabla Helezonlu, Parmaklı Ayçiçeği Hasat Başlığıyla Tarlada Çalışma (Ochildiev vd., 2021)

Şekil 7.7’ de görülen ayçiçeği hasat başlığında, deflektör ve çarkın yerini dönü hareketli tambur almıştır. Tamburun yüzeyinde üçgen çıkıntılar bulunur. Üçgen şeklindeki çıkıntılarının görevi, tamburun dönü hareketi sırasında yakalayıcı parmakların arasında tıkanan ayçiçeği saplarını sürükleyerek yerlerinden çıkartmaktır (Schuler vd., 1978). Tamburun arka kısmında yer alan tabla helezonu ise biçilmiş ayçiçeği tablalarını besleme ağzına doğru iletir.



Şekil 7. 7. Tamburlu, Tabla Helezonlu ve Geniş Parmaklı Ayçiçeği Hasat Başlığı (Bigiron, 2024)

Bir diğer ayçiçeği hasat başlığında, tabla helezonunun ön kısmında standart dolap yerine sıyrıcı bıçaklı helezonvari dolap bulunur (Şekil 7.8). Söz konusu hasat başlığının başlıca parçaları; yakalayıcı parmaklar, biçme düzeni, sıyrıcı bıçaklı helezonvari dolap ve tabla helezonudur. Helezonvari dolap yapısal olarak içi boş helezon mili, helezon ve sıyrıcı bıçaklardan oluşur. Helezonvari dolabın helisel kanatlarının yan yüzeylerinde L şeklindeki sıyrıcı bıçaklar bulunur (Şekil 7.9 ve Şekil 7.10).

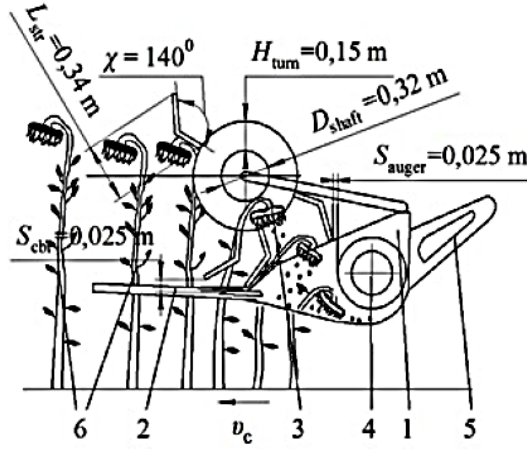


1. Biçerdöver, 2. Tabla, 3. Helezonvari dolap (w : Helezonvari dolabın açılmal hızı), 4. Ayçiçekleri, 5. Yakalayıcı parmak, 6. Sıyrıcı bıçaklar, 7. Helezon, 8. Biçme düzeni, 9. Tabla helezonu (W_{head} : Ayçiçeği tablasının açılmal hızı), 10. Tabla bölmesi (v_c : Biçerdöver ilerleme hızı).

Şekil 7. 8. Helezonvari Dolaplı Ayçiçeği Hasat Başlığı (Startsev, Demin, Shardina, Nesterov ve Razdobarova, 2022)



Şekil 7. 9. Helezonvari Dolaplı Ayçiçeği Hasat Başlığının Ayrıntılı Görünümü (Startsev vd., 2022)



1. Tabla (S_{cbr} : Sıyırıcı bıçak ucu ile tabla yüzeyi arasındaki düşey mesafe), 2. Ayırıcı parmaklar, 3. Helezonvari dolap (D_{shaft} : Boru mil çapı, H_{turn} : Mil ile helezon tamburu arasındaki aralık miktarı, X : Sıyırıcı bıçak eğim açısı, L_{str} : Sıyırıcı bıçak uzunluğu), 4. Tabla helezonu (S_{auger} : Sıyırıcı bıçak ucu ile tabla helezonu arasındaki yatay mesafe), 5. Besleme elevatörü, 6. Ayçiçeği bitkileri (v_c : Biçerdöver ilerleme hızı).

Şekil 7.10. Helezonvari Dolaplı Ayçiçeği Hasat Başlığının Çalışma İlkesi (Startsev vd., 2022)

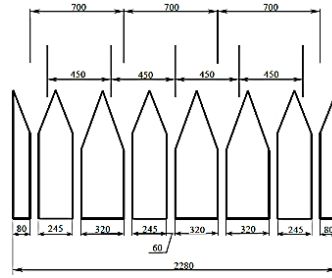
Şekil 7.10' da görüldüğü gibi helezonun boru milinin çapı (D_{shaft}) 320 mm, mil ile helezon tamburu arasındaki aralık miktarı (H_{turn}) 150 mm, helezon tamburu çapı 620 mm, sıyırıcı bıçak ucu ile tabla helezonu dış yüzeyi ile arasındaki yatay mesafe (S_{auger}) 25 mm, sıyırıcı bıçak eğim açısı (X) 140° , sıyırıcı bıçak uzunluğu (L_{str}) 340 mm ve biçerdöver tablası üst yüzeyi ile sıyırıcı bıçak ucu arasındaki düşey mesafe (S_{cbr}) ise 25 mm' dir.

Helezonvari dolaplı ayçiçeği hasat başlığının çalışma ilkesi;

- Hasat edilecek ayçiçeklerinin hasat başlığının yakalayıcı parmakları tarafından belirli aralıklarla sıralara ayrılarak helezonvari dolaba doğru yönlendirilmeleri,
- Helezonvari dolabın helezonu ile sıyırıcı bıçaklarının etkisi altında kalan sapların ayçiçeği tablaları tabana gelecek oranda dolabın merkezine doğru eğilmeleri,
- Sapların biçme düzeni tarafından oldukça alttan biçilmeleri,
- Sapları biçilen ayçiçeği tablalarının tabla helezonuna doğru ilerlemeleri,

- Sıyırıcı bıçakların etkisi altında kalmayan sapların ise helezonvari dolabın helezonuna sarılarak tabla helezonunun alt kısmına doğru eğilmeleri şeklindedir (Startsev vd., 2022).Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere helezonvari dolabın boru şeklindeki milinin ayçiçeği tablalarına doğrudan çarpmalarıyla tohumların dökülmeleri önlenmektedir. Bu teknoloji sayesinde ayçiçeği tablalarının hasat başlığındaki ilerleme hızı ile dökülen tohum miktarı azalmaktadır. Diğer taraftan ayçiçeği tohumların tabladan ayrılarak dökülmeleri, tablaların sıyırıcı bıçaklarla temas etmesi ve helezonvari dolabın dönü hareketi sayesinde tablanın tabanında gerçekleşmemektedir.
- Son olarak operatörün hidrolik silindirlerle tablayı kaldırmasıyla birlikte ayçiçeği tohumları ile biçilmiş ayçiçeği tablaları, biçerdöverin eğimli tabla bölmesine doğru hareketlendirilirler.

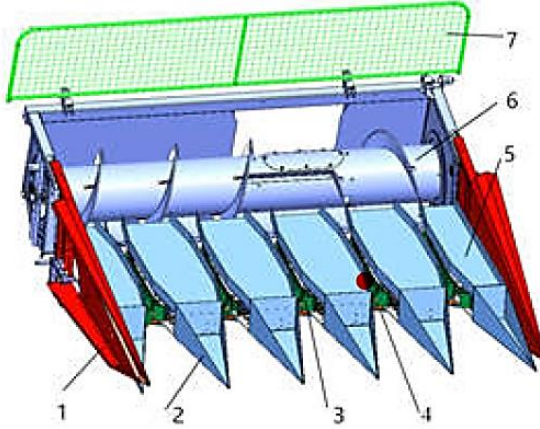
Şekil 7.11’ de bir parsel biçerdöverine takılan ayçiçeği hasat başlığı görülmektedir. Hasat başlığı; kutu tipi ayırıcı parmaklar, rüzgâr siperliği ve yan kenar muhafazası ile 3 pervazlı özel dolaptan oluşmuştur. Dolap pervazlarının araları, delikli saclarla birleştirilmiştir. Saclar, dışbükey yapılıdır. Dolabın bu yapısı sayesinde ayçiçeği tablaları üzerlerine fazla darbe uygulanmadan hasat süresince düzgün bir şekilde tabla helezonuna doğru beslenirler. Aynı zamanda ayçiçeği tablaları, bıçakların aralarındaki boşluklara sıkışmazlar ve tablanın dışına düşmezler.



1. Dolap pervazı, 2. Yan kenar muhafazası, 3. Delikli sac, 4. Kutu tipi ayırıcı parmaklar.

Şekil 7. 11. Parsel Biçerdöverine Takılan Ayçiçeği Hasat Başlığı ve Kutu Tipi Ayırıcı Parmakları (Stepanenko vd., 2022)

Şekil 7.12’ de mısır hasat başlığına benzeyen yağlık ayçiçeği hasat başlığı gösterilmiştir. Bu başlıkla başarılı bir hasat için ekim aşamasında tohumların düzgün sıralar arası uzaklıklardan ekilmeleri oldukça önemlidir.



1. Dış kenar ayırıcı, 2. Bitki ayırma burnu, 3. Sıkıştırma ve iletim parçası, 4. Bıçme düzeni, 5. Bitki ayırıcı ya da tava, 6. Tabla helezonu, 7. Sıçrama önleme perdesi.

Şekil 7.12. Yağlık Ayçiçeği Hasat Başlığı (Liu, Luo, Zong, Huang, Ma ve Lian, 2021)

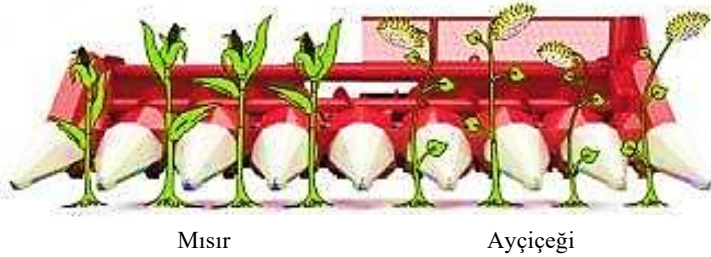
Ayçiçeği, mısır gibi iri yüzey artıklı bitkilerin hasadından sonra tarlada kalan anızlar, çoğunlukla sap parçalama makinalarıyla parçalanırlar. Ancak tarla trafiğini azaltmak, enerji tutumunu sağlamak ve hasattan hemen sonra toprağı işlemek gibi amaçlarla hasat başlığının alt kısmında sap parçalayıcı bıçaklar bulunan ayçiçeği hasat başlıkları da geliştirilmiştir. Şekil 7.13’ de sap parçalayıcılı ayçiçeği hasat başlığı gösterilmiştir. Bu başlıkla çalışma sırasında tarla yüzeyindeki anız, tablanın alt kısmındaki dönü hareketli bıçaklar tarafından hasat sırasında parçalanarak tarla yüzeyine yayılır. Bıçakların düşey düzlemdeki konumları, hidrolik silindirlerle ayarlanabilir (Unicorn, 2024).



Şekil 7. 13. Sap Parçalama Düzenli Ayçiçeği Hasat Başlığı (Unicorn, 2024)

7. 1. 2. Mısır hasat başlığı takılmış biçerdöverlerle ayçiçeğinin hasat-harman edilmesi

Tarım alanlarının büyük bir kısmında mısır yetiştirilen ancak buna karşılık daha az kısmında ayçiçeği yetiştirilen işletmelerde, ayçiçeği hasadında mısır hasat başlığı takılmış olan biçerdöverlerden de yararlanılabilmektedir. Şekil 7.14’ de, ayçiçeği hasadında da kullanılabilen bir mısır hasat başlığı gösterilmiştir.



Şekil 7. 14. Ayçiçeğinde de Kullanılan Mısır Hasat Başlığı (Kleverltd, 2023)

Mısır hasat başlığının çalışma ilkesi;

- Sıra üzerindeki bitkilerin tek bir sıra halinde biçme düzenine doğru yönlendirilerek sapların olabildiğince alttan biçilmeleri,
- Sapları oldukça alttan biçilmiş olan ayçiçeği tablalarının tabla helezonuyla tablanın orta kısmında yer alan besleme açıklığına doğru beslenmeleri,
- Tablaların besleme elevatörüyle harmanlama düzenine doğru iletilmeleri şeklindedir.

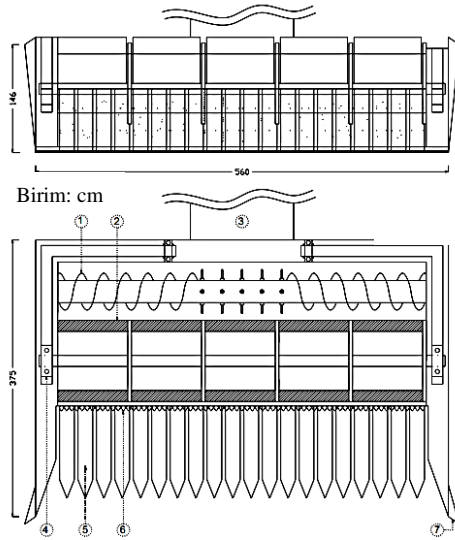
Mısır hasat başlıklı biçerdöverlerle ayçiçeği hasadının en önemli sakıncası, hasat sırasında bol miktardaki sapın harman düzenine gitmesidir. Bu durum, hem harmanın hem de temizleme ya da ayırmamanın güçleşmesine neden olmaktadır.

7. 1. 3. Soya fasulyesi hasat başlığı takılmış biçerdöverlerle ayçiçeğinin hasat-harman edilmesi

Ayçiçeği, tüm tahıl biçerdöverlerinin yanı sıra 600-1000 mm gibi geniş sıralar arası uzaklıklardan ekilen sorgum, soya fasulyesi ve fasulye gibi bitkiler için geliştirilen hasat başlıklarının takıldığı biçerdöverlerle de hasat edilebilir. Bu biçerdöverlerle çalışmada, ayçiçeğine göre ayar yapılmalıdır. Soya fasulyesi

hasat başlığı takılan biçerdöverlerle ayçiçeği hasat-harmanında aşırı miktardaki sapın harman düzenine gitmesi durumunda harmanlama ve temizleme güçleşir.

Şekil 7.15’ de Elyamani, Aboushieshaa ve Basiouny (2011) tarafından tasarlanan bir soya fasulyesi hasat başlığı gösterilmiştir. Soya fasulyesi hasat başlığı; ayırıcı parmaklar, dolap, yan kenar, biçme düzeni, tabla helezonu ve besleme elevatöründen oluşmaktadır. Parmakların uzunlukları 1250 mm, genişlikleri ise 200 mm’ dir. Dolap pervazları, özellikle ürüne zarar vermemek için kauçukla kaplanmıştır.



1. Tabla helezonu, 2. Dolap, 3. Besleme elevatörü, 4. Dolap yatağı, 5. Ayırıcı parmak,
6. Biçme düzeni, 7. Yan kenar.

Şekil 7. 15. Tasarlanan Soya Fasulyesi Hasat Başlığı (Elyamani vd., 2011)

7. 2. Ayçiçeği Hasat-Harmanında Biçerdöver Ayarları

Tahıl biçerdöveriyle ayçiçeği hasat-harmanında biçerdöverin ön kısmına ayçiçeği hasat başlığının takılmasının yanı sıra ilerleme hızının, batör dönü sayısının, batör-kontrbatör arası aralık miktarının, fan hava hızı ve elek ayarlarının da ayçiçeğine göre yapılması gerekir.

7. 2. 1. İlerleme hızı ayarı

Biçerdöverle ayçiçeği hasadında ilerleme hızının 1.39-2.22 m s⁻¹ arasında değişmesi önerilir (Hofman ve Hellevang, 1997; Schuler vd., 1978).

Ortalama ilerleme hızı, 1.80 m s^{-1} dir. Ancak ideal ilerleme hızı, tarladaki bitki sıklığı ve ayçiçeği tohumunun nem içeriğine göre seçilen hızdır (Hofman ve Hellevang, 1997). Zedelenmiş tohum miktarı ile tane kayıplarını azaltmak için tohum nem içeriği azaldıkça ilerleme hızı da azalmalıdır. Düşük nem içeriğindeki ayçiçeği tohumlarıyla çalışmada, biçerdöver ilerleme hızı arttıkça tane kayıpları artar. Nem içeriği % 12-15 arasında değişen ayçiçeği tohumlarıyla hasatta biçerdöver ilerleme hızı artırılabilir. Ancak ayçiçeği hasadında biçerdöver ilerleme hızı arttıkça hasat edilen ürünlerdeki dolu tane miktarı azalmaktadır.

7. 2. 2. Batör dönü sayısı ayarı

Biçerdöverle ayçiçeği hasat-harmanında batör çapına göre batör dönü sayısı $300-500 \text{ min}^{-1}$, batör çevre hızı ise $9-12 \text{ m s}^{-1}$ arasında değişmesi önerilir (Terresinovia, 2019). Cuma' ya (2002) göre ise batör çapına göre batör dönü sayısı $400-600 \text{ min}^{-1}$, batör çevre hızı $10-12 \text{ m s}^{-1}$ dir. 450 mm çapındaki batörle ayçiçeği harmanında önerilen batör dönü sayısı $600-650 \text{ min}^{-1}$, 600 mm çapındaki batörle ayçiçeği harmanında ise önerilen batör dönü sayısı $450-500 \text{ min}^{-1}$ dir (Lajoux, 1996). Tan' a (2007) göre ayçiçeği harmanındaki batör dönü sayısı, $250-350 \text{ min}^{-1}$ arasında değişmektedir.

Batör dönü sayısı üzerinde ayçiçeği tohumunun nem içeriği, tabla süngerinin nem içeriği ve tablanın boyutları etkilidir. Nem içeriği yüksek olan ayçiçeği tablalarının harmanlanmasında batör dönü sayısı artırılmalı ancak bununla birlikte batör-kontrbatör arası aralık miktarı azaltılmalıdır. Nem içeriği düşük olan ayçiçeği tablalarının harmanında ise bu durumun tersi geçerlidir (Cuma, 2002).

Sharma ve Devnani' ye (1979) göre pervazlı batör-kontrbatörlü harman düzeniyle ayçiçeği harmanında, batör çevre hızının $4.81-8.17 \text{ m s}^{-1}$ arasında değişmesi gerekmektedir. Tohum çimlenme yüzdesi, batör dönü sayısı ile ters orantılı, batör-kontrbatör arası aralık miktarıyla doğru orantılı olarak değişir.

Batör çevre hızının sabit olması koşulunda, batör çapı azaldıkça batör devir sayısı artar. 9 m s^{-1} lik batör çevre hızında çalışılması koşulunda 760 mm çapındaki batörün dönü sayısı 220 min^{-1} , aynı çevre hızında 430 mm çapındaki batörün dönü sayısı ise 390 min^{-1} dir (Hofman ve Hellevang, 1997). Çapı 485 mm ve 600 mm olan batörlerle 500 min^{-1} ile 400 min^{-1} dönü sayılarında ya da 12.70 m s^{-1} batör çevre hızında tohum nem içeriği % 11' in üzerinde olan

ayçiçeği tohumlarıyla çalışmada tohumların ezilip zedelendikleri belirlenmiştir (Schuler vd., 1978). Bu nedenle ayçiçeği harmanında batör çevre hızının 15.25 m s^{-1} den daha yüksek olması önerilmemektedir. Batör çapının eşit olması koşulunda batör dönü sayısı arttıkça batörün çevre hızı artar. Bu nedenle batör çapının aynı olması koşulunda gerek batör dönü sayısının gerekse de batör çevre hızının artırılması halinde tablalar aşırı ölçüde parçalanarak eleklerin ve geri dönüş elevatörünün tıkanmasına ve zedelenmiş tohum yüzdesinin artmasına neden olunur.

Ayçiçeği hasat-harmanında kullanılan biçerdöverler üzerinde yapılan bir araştırmada, 5 farklı markaya sahip olan biçerdöver ele alınmıştır. Denemeler sırasında batör dönü sayısı 519 min^{-1} ve 791 min^{-1} olarak alınmıştır. Araştırma sonucunda; en yüksek sağlam tane yüzdesinin % 81.80 ile 519 min^{-1} lik batör dönü sayısı ile çalışmadan, en düşük sağlam tane yüzdesinin ise % 69 ile 791 min^{-1} lik batör dönü sayısı ile çalışmadan elde edildiği bulunmuştur. Benzer şekilde en düşük kırık tane yüzdesi % 6.80 ile 519 min^{-1} batör dönü sayısında çalışmadan, en yüksek kırık tane yüzdesi ise % 20.70 ile 791 min^{-1} batör dönü sayısından elde edilmiştir.

7. 2. 3. Batör-kontrbatör arası aralık miktarı ayarı

Ayçiçeği tablasının yapısı gereğince ayçiçeği tohumları tabladan kolayca ayrılırlar. Bu nedenle ayçiçeğinin harmanlanması diğer bazı bitkilere göre daha kolaydır. Ayçiçeği harmanında giriş ve çıkış aralıkları eşit olmak üzere genellikle batör-kontrbatör arası aralık miktarının 25-30 mm olması önerilmektedir (Terresinovia, 2019). Lajoux' a (1996) göre ise batör-kontrbatör arası aralık miktarı girişte 28-30 mm, çıkışta 16-18 mm olmalıdır.

Ayçiçeği tohumu nem içeriğinin % 10 ve altında olması koşulunda, batör-kontrbatör arası giriş açıklığının 25 mm, çıkış açıklığının ise 19 mm olması önerilir (Hofman ve Hellevang, 1997). Harmanlama sırasında tabla üzerinde harmanlanmamış tohum kalıyorsa batör dönü sayısının artırılması yerine batör-kontrbatör arası aralık miktarı azaltılmalıdır (Tan, 2007).

Ayçiçeği tohumu nem içeriği % 10-15' den az ise batör-kontrbatör arası aralık miktarı, maksimum düzeyde olmalıdır (Tan, 2007). Tohum nem içeriğinin % 10-12 arasında olması koşulunda iyi bir harmanlama etkinliğine ulaşmak için batör dönü sayısı artırılmalı ancak buna karşılık batör-kontrbatör

arası aralık miktarı azaltılmalıdır. Tohum nem içeriğinin % 15-20' nin üzerinde olması koşulunda ise yabancı madde miktarının artması göze alınarak batör dönü sayısının iyice artırılması ve en küçük batör-kontrbatör arası aralık miktarında çalışılması gerekmektedir. Biçerdöver ayarlarının öncelikle biçerdöver kullanım kılavuzunda belirtilen kurallara göre yapılması, daha sonra hasat edilecek ayçiçeğine göre gerekli düzeltmelerin yapılması önerilmektedir.

7. 2. 4. Fan hava hızı ve elek ayarları

Yağlık ayçiçeği tohumlarının özgül ağırlıkları 364-416 kg m⁻³, çerezlik ayçiçeği tohumlarının özgül ağırlıkları ise 286-338 kg m⁻³ arasında değişir (Hofman ve Hellevang, 1997). Ayçiçeği tohumları, oldukça hafif olduklarından düşük hava hızlarında bile kolayca hareket edebilirler. Bu nedenle fanın hava hızı dikkatlice ayarlanmalı ve yalnızca elek üzerindeki yabancı maddeleri uzaklaştıracak büyüklükte olmalıdır. Bir diğer deyişle ayçiçeğindeki fan ya da vantilatör hava hızı, buğdaydaki fan hava hızından % 10 daha az olmalıdır (Cuma, 2002; Terresinovia, 2019). Fan hava hızının normalden yüksek olması koşulunda tane kayıpları artarken normalden daha az olması durumunda ise tohum içerisindeki yabancı madde miktarı artar (Cuma, 2002). Vantilatör tarafından oluşturulan hava akımı, doğrudan eleğin ön tarafına gelecek şekilde yönlendirilmelidir.

Biçerdöver ayarlarının doğru yapılması koşulunda, ayçiçeği tohumları tabla parçalarından tümüyle ayrılırlar ve tabla parçalarının üzerinde tohum kalmaz. Aksi halde harmanlama etkinliği düşer, zedelenmiş tohum yüzdesi artar ve temizleme etkinliği azalır. Zedelenmiş tohum yüzdesinin artması ve temizleme etkinliğinin azalması, çerezlik ayçiçeği tohumlarında oldukça önemlidir. Çünkü zedelenmiş ve iyi temizlenmemiş çerezlik ayçiçeği tohumlarının kalitesi ve pazar değeri azalır. Ayçiçeğinde biçerdöverle hasat-harmanda batör-kontrbatör ve elek kaybı % 5' in altında olmalıdır.

Tabla parçaları içermeyen temiz ayçiçeği tohumlarını elde etmek için biçerdöverin alt ve üst eleklerinin açıklıkları yeterli düzeyde kapalı olmalıdır (Tan, 2007). Ayarlanabilir üst elek üzerinden alta yalnızca tohumların geçmesi gerekir. Üst elek açıklığı 15-18 mm, alt elek delik çapı ise 10-12 mm arasında olması önerilmektedir (Terresinovia, 2019). Eğer ayçiçeği tarlasını boru çiçeği (*Datura stramonium* L.) sarmışsa bu koşulda, bitki daha yüksekte biçilmeli ve delik çapı 3.50 mm olan elekler kullanılmalıdır. 2.20 mm çapındaki yuvarlak

delikli elekler veya 1.50x20 mm ölçülerindeki uzun ve dar dikdörtgen delikli eleklerin tercih edilmemelidir (Terresinovia, 2019). Çünkü hayvan yeminin içerisindeki boru çığı yüzdesinin en fazla % 0.10 olması gerekmektedir. Önerilen elek seçimi sayesinde ayçığı tohumları içerisindeki boru çığı miktarının bu değeri aşması önlenir.

7. 3. Ayçığının Hasat-Harmanında Tane Kayıpları

Ayçığı, tahıllardan oldukça farklı bir yapıya sahiptir. Bu nedenle ayçığının tüm tahıl biçerdöverleriyle hasat-harmanında ayarların doğru yapılması, tane kaybının azalması açısından oldukça önemlidir. Ayçığında tabla boyutları, tabla süngerinin ve tohumun nem içerikleri, hasat zamanında tüm bitkilerin benzer gelişim gösterip göstermeemsi veya bitkilerin tekdüze dağıldığı tarla koşullarının sağlanması gibi faktörler de tane kayıpları üzerinde etkilidir. Örneğin; ayçığı tohumlarının düzgün sıralar arası ve sıra üzeri uzaklıklarından ekilmeleri, bitki gelişimi olumlu yönde etkiler. Ayçığı tablalarının boyutları birbirlerine yakın olduğundan tane kayıpları azalır.

Ayçığı hasat-harmanında tane kayıpları 3' e ayrılmaktadır:

- Hasat öncesi kayıpları,
- Tabla kayıpları,
- Harman ve temizleme düzeni kayıplarıdır (Hofman ve Hellevang, 1997).

Hasat öncesindeki kayıplar; ayçığı tablalarındaki tohumların kuşlar tarafından yenilmesi, tohumların rüzgârla savrulmaları ya da yeterince gelişmemiş ayçığı bitkilerinin tohumlarının rüzgâr, böcek ve hastalık nedeniyle tarla yüzeyine dökülmelerinden kaynaklanır. Hasat öncesi kayıplarını azaltmak için hasat dönemine kadar olan sürede ayçığı bitkileri dikkatle izlenmeli ve tabla nem içeriği uygun değere geldiğinde hasat-harmana başlanmalıdır. Ayçığı tablasının nem içeriği, kısa sürede hızla değiştiğinden harmanın en kısa sürede tamamlanması gerekir. Süre uzadıkça tane kayıpları artar.

Tabla kayıpları; biçerdöver tablasının teknik özellikleri, bitki koşulları, biçerdöver operatörünün yeteneği gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Tabla kayıplarının en aza indirilmesi için bu faktörlerin göz önüne alınması gerekir.

Harman düzeni kayıpları, tablaların batör-kontrbatör arasında harmanlaması sırasında oluşur. Batör dönü sayısının ve batör-kontrbatör arası

aralık miktarının ayçiçeğine göre seçilmesi koşulunda harman düzeni kayıpları azalır. Temizleme düzeni kayıpları, özellikle ayçiçeği tohumlarının hava akımıyla taşınmasıyla doğrudan ilişkilidir. Vantilatör hava hızının, elek delik büyüklüklerinin ve eksantrik dönü sayısının ayçiçeğine göre seçilmesi koşulunda temizleme düzeni kayıpları en düşük düzeye iner. Eğer vantilatör hava hızı, normalden yüksek ise tohumlar, tarla yüzeyine doğru savrulurlar.

Biçerdöverle ayçiçeği hasadında, 50 m uzunluğundaki bitki şeridi hasat edildikten sonra biçerdöverin arkasında kalan hasat edilmiş alan kontrol edilir (Tan, 2007). Tane kayıpları, 300x300 mm²' deki tanelerin sayılmasıyla belirlenir. Tane kaybı ölçümlerinde örnek alma çerçeveleri, toplama kapları, bez torbalar, naylon torbalar, şerit metre ve işaret kazıklarından yararlanılır. Örneğin, 300x300 mm²' lik örnek alma çerçevesi içerisinde kalan tohum sayısının 10 adet olduğunu ve bu miktarın tüm tarla yüzeyine tekdüze olarak yayıldığını kabul edelim. Bu koşulda tane kaybı, yaklaşık olarak 111 adet m⁻² olur. Biçerdöverin yük tahliye bölgesi civarından alınan örneklerde, örnek alma çerçevesi içerisindeki tohum sayısının ölçüm hatasını gidermek amacıyla 4' e bölünmesi gerekir. Örneğin, 300x300 mm² büyüklüğündeki örnek alma çerçevesi içerisinde sayılan tohum miktarı 40 adet ise tane kaybı yaklaşık olarak 444 adet m⁻² olur. Bu değer 4' e bölündüğünde tane kaybı yaklaşık olarak 111 adet m⁻² olarak bulunur. Verilen örnekteki ayçiçeği tohumunun bin tane ağırlığının 54 g olduğu kabul edildiğinde tane kaybının yaklaşık olarak 6 g m⁻² olduğu anlaşılır.

Biçerdöverde tane kaybı olmadan çalışılması mümkün değildir (Dursun ve Güner, 1998). Ayçiçeği hasat-harmanında kabul edilebilir tane kaybı, ürün veriminin yaklaşık olarak % 3' ü kadardır (Hofman ve Hellevang, 1997). Tane kayıplarının önlenmesi ya da en aza indirilmesi için biçerdöver ilerleme hızı, batör dönü sayısı, batör-kontrbatör arası aralık miktarı, vantilatör hava hızı, elek delik büyüklüğü ve eksantrik dönü sayısı ayçiçeğine göre ayarlanmalıdır. Ancak biçerdöverle ayçiçeği hasat-harmanında ayarların iyi yapılmış olmasına karşın eğer ilerleme hızı normalden çok yüksekse tane kayıpları % 15-20' ye ulaşmakta ve biçerdöver aşırı derecede yüklenmektedir (Hofman ve Hellevang, 1997).

KAYNAKÇA

- Ali, K. A. M., Huang, X., Zong, W. ve Abdeen, M. A. M. (2020). Mechanical structure and operating parameters of sunflower harvesting machines: a review. *International Agricultural Engineering Journal*, 29(2), 1-12.
- Ali, K. A. M., Zong, W., Md-Tahir, H., Ma, L. ve Yang, L. (2021). Design, simulation and experimentation of an axial flow sunflower-threshing machine with an attached. *Applied Sciences*, 11, 6312, 1-13. doi:10.4028/p-8s4erw. Doi.org/10.3390/app11146312.
- Ali, K. A. M., Huang, X., Zong, W., Ma, L., El-Wahhab, G. G. A. ve Li, M. (2022). Testing, evaluating and simulate the performance of the newly designed drum for a sunflower threshing machine. *International Agricultural Engineering Journal*, 60, 29-41. doi:10.4028/p-8s4erw.
- Anwar, M. T., Z. Amjad ve Zafar, A. W. (1991). Development and field performance of a chickpea thresher. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 22(3), 73-78.
- Arafa, G. K. (2013). Modification of a local machine threshing unit for threshing sunflower. *Misr. J. Ag. Eng., Farm Machinery and Power*, 30(4), 1007-1022.
- Arioğlu, H. (2016). Türkiye' de yağlı tohum ve ham yağ üretimi, sorunlar ve çözüm önerileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-2), 357-368. Doi: 10.21566/tarbitderg.284325
- Arslan, C. (2018). Biçerdöverle hububat hasadı. T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Koordinasyon ve Tarımsal Veriler Şubesi Yayını, Ankara.
- Atlas Big. (2021). Ülkelere göre dünya ayçiçeği yağı üretimi. Erişim adresi (27 Nisan 2023): https://www.atlasbig.com/tr/aycicek-yagi-uretimine-gore-ulke-ler# google_vignette
- Bigiron. (2024). Case IH 1010-30 platform header W/Sunflower Pans. Erişim adresi (29 Ocak 2024): <https://www.bigiron.com/Lots/CaseIH1010-0PlatformHeader WSunflowerPans>

- Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. (2022). Ayçiçeği bülteni. Ürün masaları, Sayı: 20, Mayıs 2022. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Tarla ve Bahçe Bitkileri Daire Başkanlığı. Erişim adresi (25 Nisan 2023): <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/B%20C3%BCItenler/>
- Boeckmann, C. (2023). How to Plant, Grow, and Care for Sunflowers. Erişim adresi (17 Nisan 2023): <https://www.almanac.com/plant/sunflowers>
- Chavoshgoli, E., Abdollahpour, S. ve Ghasemzadeh, H. (2019). Designing, fabrication and evaluation of threshing unit edible sunflower. *AgricEngInt: CIGR*, 21 (2), 52-58.
- Chavoshgoli, E., Abdollahpour, S. ve Ghasemzadeh, H. (2022). Development of a cleaner for threshed sunflower seeds using response system methodology. *AgricEngInt: CIGR*, 24(2), 36-42.
- Cuma. (2002). Bien régler sa moissonneuse. Tornesol spécial récolte. Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole (CUMA) Gers.
- Devnani, R. S. (1992). Sunflower threshing machines. *Indian Farming*, 10-14.
- Dreamstime. (2023). Threshing sunflower seeds by hand-man using stick, knocking on raw plants cap. Sunflowers harvest, working at home. Erişim adresi (18 Mayıs 2023): <https://www.dreamstime.com/threshing-sunflower-seeds-hand-man-using-stick-knocking-raw-plants-cap-sunflowers-harvest-working-home-threshing-image258296488>
- Duncraft. (2023). Duncraft black oil sunflower wild bird seed. Erişim adresi (18 Nisan 2023): <https://www.duncraft.com/Duncraft-Black-Oil-Sunflower-Bird-Seed>
- Dursun, E. ve Güner, M. (1998). Biçerdöverle tane kayıpları ve önlenmesi. *Türk Koop Ekin Dergisi*, 2(4), 52-57.
- Dursun, İ. ve Dursun, E. (2018). Evaluation of various soil tillage methods in terms of percent crop residue cover and erosion control. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7(1), 69-76.
- El-Khateeb, H., Sorour, H. ve Saad, M. I. (2008). Operating factors affecting using two different threshing machines for threshing sunflower heads. *Farm Machinery and Power, The 15th Annual Conference of the Misr Society of Agricultural Engineering*, 12-13 March, 2008, Agricultural Mechanization and Engineering Between Existing and Prospected: 251-270.

- El-Sheikha, M. A., Abb-Alla, H. E., Lotfy, A. L. ve El-Rajhi, M. A. (2007). Development of a local sunflower threshing machine suitable for small holdings. *Journal Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 32(1), 475-479.
- Esnaf, Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. (2019). 2018 yılı Ayçiçeği raporu. T.C. Ticaret Bakanlığı, Esnaf, Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. Erişim adresi (27 Nisan 2023): <https://ticaret.gov.tr/data/5d41e59913b87639ac9e02e8/4c17a258a718e4971bfa702f6c03fed3.pdf>
- Fakhrany, W.B., El-Shal, M.S., El-Ashry, A.S. ve El-Shal, A.M. (2014). Development of a rubbing thresher for some seed crop. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 41(2), 321-335.
- Fu, J., Chen, Z., Han, L. ve Ren, L. (2018). Review of grain threshing theory and technology. *Int. J. Agric & Biol Eng*, 11(3), 12-20.
- Ghiasi, P., Masoumi, A., Hemmat, A. ve Najafi, G. (2020). ANN-based modeling of sunflower threshing process and defining the optima operation point for separation efficiency. *Journal of Agricultural Machinery*, 10(1), 73-82.
- Goel, A. K., Behera, D., Swain, S. B. ve Behera, K. (2009). Performance evaluation of a low-cost manual sunflower thresher. *Indian Journal of Agricultural Research*, 43(1), 37-41.
- Göknur, İ. (1990). Ayçiçeği tohumu kabuğunu kıran makinanın geliştirilmesi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, 106 s., Ankara.
- Göknur, İ. (1994). Helisel pervazlı batörlü ayçiçeği harman makinasının geliştirilmesi ve çalışma karakteristiklerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1375, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 764, Ankara.
- Göknur, İ. ve Keskin, R. (1994). Ayçiçeği harman makinası geliştirilmesi. Proje Kesin Raporu, Ankara Üniversitesi Rektörlüğü Araştırma Fonu, Proje No: 92-11-07-02, 74 s., Ankara.
- Gül, V. ve Kara, K. (2015). Farklı azot dozlarının yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin fenolojik ve morfolojik özelliklerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(4), 65-76.

- Güner, M. ve Keskin, R. (2011). *Hasat harman makinaları*. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1587, Ders Kitabı No: 539, 447 s., Ankara.
- Güzel, E. (1990). *Hasat-harman ilkeleri ve makinaları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 116, 364 s., Adana.
- Hoffman, V. L. ve Hellevang, K. J. (1997). *Harvesting, Drying, and storage of sunflower. Sunflower Technology and production*. Editor(s): Albert A. Schneiter. Book Series: Agronomy Monographs, ISBN: 9780891182276, Soil Science Society of America.
- Hoque, M.A., Hossain, M.A., Miah, M.S., Karim, M.R. ve Ali, M.M. (2022). Design and development of a power operated sunflower thresher. *Journal of Bangladesh Agricultural University*, 20(3), 289-294. <https://doi.org/10.5455/JBAU.34785>
- İkisan. (2023). Sunflower. Harvesting and storage. İkisan Agriinformatics & Services. Erişim adresi (05 Mayıs 2023): <http://www.ikisan.com/ap-sunflower-harvesting-storage.html>
- İncekara, F. (1973). *Endüstri bitkileri ve islahı*. Ege Üniversitesi Matbaası, Cilt 2: 75-85, İzmir.
- Ismail, Z. E. ve Elhenaway, M.N. (2009). Optimization of machine parameters for a sunflower thresher using friction drum. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 34(10):10293-10304.
- Jadhav, R. V. ve Deshpande, J. S. (1990). Development and performance evaluation of pedal-operated sunflower thresher. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 21(3), 29-32.
- Jagadish, G. V., Shambulingappa, K. G. ve Sarpeshkar, A. M. (1983). Evaluation of sunflower thresher and its threshing procedures. *Seed-Research*, 11(1), 47-55.
- Kandel, H., Endres, G. ve Buetow, R. (2020). Sunflower production guide. North Dakota Agricultural Experiment Station and North Dakota State University Extension, A1995. Erişim adresi (25 Nisan 2023): <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/sunflower-production-guide>
- Kaya, Y. (2023a). Ayçiçeği tarımı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Erişim adresi (24 Nisan 2023): <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=54>

- Kaya, Y. (2023b). Türkiye’ de çerezlik ayçiçeği ve tohumculuğu. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Erişim adresi (27 Nisan 2023): <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=52>
- Kazi, A., Safiulla, M., Manohar, N.M. ve Kumar, P. (2016). Design and fabrication of sunflower seed extracting machine. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)*, V (VI), 90-97.
- Khan, A. U. (1990). Dual-mode all-crop thresher for Egypt condition. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 21(4), 11-14.
- Khan, A. U. (1992). Development and Commercialization of All-Crop Dual-Mode Thresher in Egypt. The Fourth Annual Meeting of the Club of Bologna, p. 1-10, Bologna, Italy.
- Kleverltd. (2023). Sunflower harvesting. Erişim adresi (24.01.2024): <https://kleverltd.ru/en/catalog/adapters-for-harvesting-machines/sunflower-harvesting/>
- Lajoux, P. (1996). Récolte du tournesol. Equiper et régler sa moissonneuse-batteuse. Perspectives Agricoles, No: 6, 21-22. Erişim adresi (25.01.2024): https://fsantos.utad.pt/bibliografia/216_21.PDF
- Liu, Y., Luo, C., Zong, W., Huang, X., Ma L. ve Lian, G. (2021). Optimization of clamping and conveying device for sunflower oil combine harvester header. *Agriculture*, 11, 859, 2-16. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040876>
- Liu, W., Ma, L., Zong, W., Liu, J., Li, M. ve Lian, G. (2023). Design and experimentation of a longitudinal axial flow sunflower oil threshing device. *Agriculture*, 13, 876, 2-17. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090859>
- Lotfy, A., El-Gendy, H. A. ve Abd El-Gelil, M. M. (2009). Construction and performance evaluation of a local unit for separating sunflower seeds and environmental preservation. *Egypt. J. Agric. Res.*, 87(1), 203-214.
- Mady, M. A. A. (2015). Development and performance evaluation of local sunflower thresher. *Misr. J. Ag. Eng.*, 32(1), 131-144.

- Melchor, L. O. (2020). How to harvest sunflower seeds. Gardener's path Erişim adresi (22 Mayıs 2023): <https://gardenerspath.com/plants/flowers/harvest-sunflower-seeds/>
- Mirzabe, A. H., Khazaei, J. ve Chegini, G. R. (2012). Physical properties and modeling for sunflower seeds. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 14(3), 190-202.
- Muenkaew, P., Duangkhamjan, J. ve Chuan-Udom, S. (2022). Factors affecting sunflower threshing performance of a small axial flow threshing. *Engineering and Applied Science Research*, 49(5), 720-730. Doi: 10.14456/easr.2022.70
- MusserBros. (2024). Flitner ranch excess equipment. Erişim adresi (29 Mayıs 2023): <https://www.mbauction.com/auctions/6593/lot/17059-John-Deere-Sunflower-Head-with-Lucke-Seed-Pans>
- Naravani, N. B. (1987). Investigation on the performance of Mysore mini thresher for efficient threshing of sunflower crop. The role of agricultural neengineering in dryland agriculture. Proceedings of the 23 nd Annual Convention of the Indian Society of Agricultural Engineers, 9-11, India.
- Ochildiev, O., Fozilov, G., Achildiev, S., Karimov, M. ve Ashurov, N. (2021). Indicators of the combine equipped with GPS receiver in sunflower harvesting. *E3S Web of Conferences* 227, 07002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202122707002>
- Özkaya, T. (1982). Yağlık ayçiçeği üretim potansiyeli bulunan bazı illerde üretimi etkileyen ekonomik faktörler üzerine bir araştırma. TOAG-384, Ankara.
- Peenejdangang, S. (1997). Field tests of an axial flow rice thresher for sunflower threshing. A paper presented at Seminar II, Agricultural Engineering Department, Khon Kaen University, Thailand.
- Rizvi, S. H. A., Amjad, N., Shaheen M. A. (1993). Comparative performance of different threshing drums for sunflower. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 24(1), 23-27.
- Schuler, R. T., Hirning, H. J., Hofman, V. L. ve Lundstrom, D. R. (1978). *Harvesting, handling, and stprage of seed. Sunflower Technology and production*. Editor(s): Albert A. Schneiter. Book Series: Agronomy Monographs, ISBN: 9780891182276, Soil Science Society of America.

- Sharma, K. D. ve Devnani, R. S. (1979). Threshing studies on sunflower thresher. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 10(2), 69-72.
- Startsev, A. G., Demin, E. E., Shardina, G. E., Nesterov, E. S. ve Razdobarova, M. N. (2022). Theoretical study of a sunflower harvester operation equipped with an auger reel. *EESTE-2021, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 979 (2022) 012019, IOP Publishing. Doi:10.1088/1755-1315/979/1/012019
- Stepanenko, S., Aneliak, M., Kuzmych, A., Kustov, S. ve Lysaniuk, V. (2022). Improving the efficiency of harvesting sunflower seed crops. *INMATEH-Agricultural Engineering*, 67(2), 331-340.
- Sudajan, S., Salokhe, V.M. ve Triratanasirichai, K. (2002). Effect of type of drum, drum speed and feed rate on sunflower threshing. *Biosystems Engineering*, 83 (4), 413-421. Doi:10.1006/bioe.2002.0133
- Sudajan, S., Salokhe, V. M., Chusilp, S. ve Plerrmkamon, V. (2003). Power requirement and performance factors of a sunflower thresher. *Agricultural Sci. J.*, 34(4-6), 205-208.
- Sudajan, S., Salokh, V. M. ve Chusilp, S. (2005). Effect of concave hole size, concave clearance and drum speed on rasp-bar drum performance for threshing sunflower. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 36(1), 52-60.
- Swain, S. K., Mohapatra, A. K. ve Dash, A. K. (2017). Development and performance evaluation of a feed-in type sunflower thresher operated by bullock power in rotary mode. *Journal of Crop and Weed*, 13 (3):10-15.
- Tan, Ş. (2007). Ayçiçeği Tarımı. T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Çiftçi Broşürü, No: 136, ETAE Matbaası, İzmir.
- Tarım Kütüphanesi. (2007). Ayçiçeği yetiştiriciliği. Erişim adresi (03.05.2023):https://www.tarimkutuphanesi.com/aycicegi_yetistiriciligi_00_03_4.html
- Terresinovia. (2019). Récolte du tournesol: Réglages du matériel. Erişim adresi (25.01.2024):<https://www.terresinovia.fr/-/recolte-du-tournesol-reglages-du-materiel>

- Türk Dil Kurumu. (2023). Türk Dil Kurumu sözlükleri. Erişim adresi (18 Nisan 2023): <https://sozluk.gov.tr>
- Türkiye İstatistik Enstitüsü. (2023). Türkiye İstatistik Enstitüsü İstatistik veri portalı. Erişim adresi (22 Nisan 2023): <https://data.tuik.gov.tr>
- Unicorn. (2024). Foldable corn header. Erişim adresi (29 Ocak 2024): <http://www.unicorn.com.tr/index.php/our-products>
- Ülger, P., Arın, S. ve Kayıçoğlu, B. (1991). Ayçiçeği hasadındaki kayıplar üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 382-388, Konya.
- Wikifarmer. (2023). Ayçiçeği verimi, hasadı ve depolanması. Erişim adresi (03 Mayıs 2023): <https://wikifarmer.com/tr/aycicegi-verimi-hasadi-ve-depolanmasi/>
- Zareei, S. ve Abdollahpour, S. (2016). Modeling the optimal factors affecting combine harvester header losses. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 18(2), 60-65.
- Zhongyue, Z. ve Wenming, L. (2021). Research on the design of agricultural machinery products based on ecological thinking-taking sunflower seedling machine as an example. *E3S Web of Conferences* 275, 02027 (2021) EILCD 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127502027>



ISBN: 978-625-367-694-0