



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 3 - Sayı 3: 178-188 / Temmuz 2020

(Volume 3 - Issue 3: 178-188 / July 2020)

TÜRKİYE'DE PAMUK HASADINDA KULLANILAN MAKİNALAR ÜZERİNDEKİ TEKNOLOJİLER VE KATTIĞI DEĞERLER

Dursun Yenal ERZURUMLU^{1*}

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Ayhan Şahenk Tarımsal Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi, 51700, Bor, Niğde, Türkiye

Gönderi: 06 Şubat 2020; **Kabul:** 20 Nisan 2020; **Yayınlanma:** 01 Temmuz 2020

(Received: February 06, 2020; **Accepted:** April 20, 2020; **Published:** July 01, 2020)

Özet

Türkiye'de pamukta makineli hasat girişimleri esas itibarıyla 1996 yılında başlamıştır. Bundan önceki, 1969 yılında başlayarak 1996 yılına dek uzanan dönemde, bazı firmalar zaman zaman pazarı yoklamak amacıyla hasat kayıplarının kabul edilebilir sınırdan fazla olan iğli ve testereli tip toplama ünitesine sahip pamuk toplama makinası ithal edip bunlarla demonstrasyonlar yapmışlardır. Ancak bu girişimler devamlılık kazanamamıştır. 1996 yılında hasat kayıplarının kabul edilebilir sınırdan az olan Amerika menşeli iğli makinaların gelmesi ile makinalı hasat devamlılık göstermeye başlamıştır. Bu da göstermiştir ki pamuk hasat makinası toplama teknolojisi hasat devamlılığında ve artışında önemli bir faktör olmuştur. Günümüzde halen kullanılan iğli sistem makinalar üzerindeki teknolojik gelişimler ve yenilikler giderek artmaktadır. Bu çalışmada, geçmişten günümüze Türkiye pazarında kullanılan pamuk hasat makinaları tanıtılmış, bunlar üzerindeki teknolojilerin hasat verimliliği üzerine araştırmalar yapılmış ve bu konuda kaynak oluşturulması amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucu olarak, teknolojik düzeyde yapılan her iyileştirmenin bir tercih sebebi olduğu ve hasat esnasında ve sonrasında yaşanan bazı eksikleri tamamladığı, makinalar üzerindeki birçok teknolojinin kalifiye eksikliklerden dolayı ülkemiz hasat koşullarında henüz uygulanmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Pamuk hasadı, Pamuk hasat makinası, İğli sistem, Balyalı makina, Hasat teknolojileri

Technologies and Added Its Values on Machine Used in Cotton Harvest in Turkey


Abstract: Attempts to machine harvest cotton in Turkey essentially began in 1996. In the period beginning from 1969 until 1996, some brand, for time to time to test the market, imported and demonstrated cotton harvesting machines with spindle and saw type pickup units which harvest losses were more than the acceptable limit. In 1996, with the arrival of spindle machines of American origin that harvest losses were less than the acceptable limit, machine harvesting show continuity. This shows that cotton harvesting machine picking technology has been an important factor in harvest continuity and increase. Technological developments and innovations on spindle system machines which are still used today are increasing day by day. In this study, cotton harvesting machines that from past to present used in Turkey market introduced. Researches have done on harvest efficiency of its technologies and aimed to create resource on this topic. As a result of the research, it has been determined that every improvement made at the technological level is a reason for preference and completed some deficiencies experienced during and after harvest,

and many technologies on machinery have not yet been applied in our country's harvest conditions due to qualified deficiencies.

Keywords: Cotton harvest, Cotton picker, Spindle system, Baler machine, Harvest technologies

***Corresponding author:** Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Ayhan Şahenk Tarımsal Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi, 51700, Bor, Niğde, Türkiye

E mail: yenalerzurumlu@gmail.com (D.Y. ERZURUMLU)

Dursun Yenal ERZURUMLU  <https://orcid.org/0000-0001-7773-2101>

Cite as: Erzurumlu DY. 2020. Technologies and added its values on machine used in cotton harvest in Turkey. BSJ Agri, 3(3): 178-188.

1. Giriş

Pamuk hasat makinası (PHM) ilk olarak 1850 yılında ABD’de Robert ve Prescott tarafından yapılmış ancak uzun yıllar pratiğe intikal ettirilmemiştir. Bu yönde asıl gelişmeler 1940 yılından sonra başlamış 1950’li yıllardan sonra seri üretime geçilmiştir (Demirtaş, 2006). İlk kendi yürür iki sıralı PHM 1950’de Amerika’da imal edilmiştir. 1954 yılında, aynı özelliklerde tek sıralı olarak yeni bir model daha üretilmiştir. 1958 yılında makinalı hasat edilen pamuğun kalitesi, ilk kez elle toplama seviyesine ulaştığı iki sıralı kendi yürü makine imalatı yapılmıştır. 1968 yılında ilk defa pamuk hasat makinasında kabin ve hidrostatik sistemler opsiyonu sunulmuştur. Yine bu yıllarda ünite basınçlı nemlendirme sistemi devreye sokularak daha hızlı hasadın önü açılmıştır. 1974’lü yıllarda toplama hızını artıracak hafif alaşımli üniteler kullanılmaya başlanmıştır. 1980 yılında ilk defa kendi yürür, dört sıralı, iğli sistem toplama makinaları üretilmiştir. Yine bu yıllarda ilk defa sıra takip teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır. 1993 yılında ilk defa kendi yürür beş sıralı iğli sistem toplama makinaları üretilmiştir. İlk altı sıralı iğli tip PHM 1997’de üretilmiştir. 2000 yılında 70 cm sıra aralığına girebilen ilk dar sıra aralıklı iğli sistem makine üretilmiştir. 2004 yılında 38 cm sıra aralığına girebilen ilk ultra dar toplama sistemi üretilmiştir. 2008 yılında ilk iki sıralı, iğli sistem, çekilir tip makine üretimi yapılmıştır. 2010 yılında ilk iğli sistem balyalı PHM imal edilmiştir (Anonim, 2007). Günümüzde en sok kullanılan iğli sistem haricinde toplama sistemi anlamında farklı bir teknoloji olmamasına karşın hasat kalitesi ve operatör konforuna yönelik teknolojik çalışmalar devam etmektedir.

Türkiye’de pamukta makineli hasat girişimleri esas itibariyle 1996 yılında başlamıştır. Bundan önceki, 1969 yılında başlayarak 1996 yılına dek uzanan dönemde, bazı firmalar zaman zaman pazarı yoklamak amacıyla hasat kayıplarının kabul edilebilir sınırdan fazla olan testereli tip toplama ünitesine sahip Rus menşeli pamuk toplama makinası ithal edip bunlarla demonstrasyonlar yapmışlardır. Ancak bu girişimler makinaların düşük performanslı ve mevcut pamuk üretim tekniğine uymayan özellikte olmaları, ayrıca işçilik ve maliyet sıkıntısının henüz çiftçileri zorlayacak düzeyde olmaması gibi nedenlerle başarılı olamamış, devamlılık kazanamamıştır (Ulusoy ve ark. 2003). 1996 yılında hasat kayıplarının kabul edilebilir sınırdan az olan Amerika menşeli iğli makinaların gelmesi ile makinalı hasat devamlılık arz etmeye başlamıştır. Bu süreçten

sonra özellikle, artan pamuk üretim alanlarına karşılık işgücüne olan talebin karşılanamaması ve işçi teminindeki zorluklar gibi nedenlerden dolayı, hasat maliyeti artmış, elle hasadın ekonomik avantajı azalmıştır. İşçiye olan talep ve hasat maliyetinin artışı, üreticiyi zorunlu olarak makina kullanmaya itmiştir. Türkiye genelinde ve işgücü maliyetinin artması pamukta hasat makinalarının kullanımının önünü açmıştır. 1996 yılında iğli sistem tek makine ile başlayan makinalı hasat uygulamaları giderek yaygınlık kazanmıştır (Sessiz ve ark., 2012). 2006’lı yıllarda ivmelenmeye başlayan makinalı hasat oranı bu yıllarda %16 civarına ulaşmıştır (Öz ve ark., 2007). Günümüzde pamuk hasadı büyük oranda makine ile yapılmaktadır. Her ne kadar makine artışında iş gücü problemleri öne çıksa da makinaların toplama teknolojileri ve buna paralel olarak hasat kayıplarındaki iyileşmeler de tercih nedenleri arasındadır. Nitekim 1996 yılından önceki makinalı hasat uygulamalarının gelişmemesi makine üzerindeki teknolojik yetersizlikler ile açıklanabilir.

Ülkemizde konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir;

Keskin ve ark. (2001) Şanlıurfa’da düzenlenen Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresinde “Verim Görüntüleme Sistemlerinde Kullanılan Ürün Miktarı Algılama Yöntemleri” başlıklı bir makale yayınlamıştır. Bu çalışmada, çeşitli hasat makinalarında kullanılan ürün miktarı algılayıcılarının özelliklerinin tartışılması hedeflenmiştir. Pamuk hasat makinalarında kullanılan bir verim ölçüm sistemi alt başlıkta incelenmiştir.

Ulusoy ve ark. (2003) “Ege Bölgesi Pamukçuluğunun Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Yolları” başlıklı Ege Üniversitesi bilimsel araştırma proje raporu yayınlamıştır. Raporda “Türkiye Pamuk Tarımında Makinalı Hasat Girişimleri ve Sonuçları” ve “Makinalı Pamuk Toplama ve Makinalı Hasada Uygun Üretim Tekniği” başlığı ile çalışmalar yapılmıştır.

Demirtaş (2006) Adnan Menderes Üniversitesi’nde “Traktöre Monte Edilebilir Tip Pamuk Hasat Makinasının Bazı Pamuk Çeşitleri Üzerindeki Performansının Belirlenerek Ekonomik Analizinin Yapılması” başlıklı bir yüksek lisans tezi yapmıştır. Bu çalışmada; traktöre monte edilebilir tip pamuk hasat makinasının bazı pamuk çeşitleri üzerindeki performansının belirlenerek ekonomik analizinin yapılması amaçlanmıştır.

Öz ve ark., (2007) Tarım Makinaları Bilimi dergisinde “Kuyruk Mili Tahrikli, Traktöre Bindirilir İki Farklı Tip Pamuk Hasat Makinasının Nicesel ve Nitesel İş

Başarılarının Belirlenmesi” başlıklı bir makale yayınlamışlardır. Bu çalışmada küçük ölçekli alanlarda çalışmak üzere tasarlanmış biri Özbekistan kökenli, diğeri ise yerli yapım iki farklı tip traktöre bindirilir hasat makinesinin nicesel ve nitesel iş başarılarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kılıçkan (2008) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında “Pnömatik Bir Pamuk Hasat Makinası Tasarımı” başlıklı bir doktora tezi yapmıştır. Bu çalışmada, pnömatik bir pamuk hasat makinası tasarlanmış ve imal edilmiş olup, makinanın laboratuvar ve tarla denemeleri gerçekleştirilerek performans değerlerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

Sessiz ve ark., (2012) Samsun’da düzenlenen 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresinde “Makinalı Hasadın Farklı Pamuk Çeşitlerinde Pamuk Lifinin Teknolojik Özelliklerine Etkisi” başlıklı bir makale yayınlamışlardır. Bu çalışmada pamuk hasat makinasının çiftçi koşullarında hasat performansı ve lif teknolojik özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

Özel (2013) Harran Ü.Z.F. Dergisinde “Harran Ovasında Pamuk Hasadında Makine Kullanımı” başlıklı bir makale yayınlamışlardır. Şanlıurfa İli Harran Ovasında pamuk üretimi yapan tarım işletmelerinde yapılan bu çalışmada işletmelerin sosyal ekonomik yapısı, arazi ve makine varlığı üzerinde durulmuştur.

Uyguner (2016) Harran Üniversitesi Tarım Makinaları Anabilim Dalında, “Pamukta Kaliteye Etki Eden Mekanizasyon ve Çırcırlama Uygulamaları” başlıklı ile bir yüksek lisans tezi yapmıştır. Bu çalışmada, Pamuğun hasadından başlayıp, çırcırlama ve daha sonra iplik haline gelene kadar geçirdiği mekanik işlemlerin ve farklı tip pamuk liflerinin, lif ve iplik kalitesine etkisine yönelik olarak yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Terzi ve Kaynak (2019) yılında, ADÜ Ziraat dergisinde “Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Hasadın Kalite Üzerine Etkisi” başlıklı bir makale yayınlamışlardır. Bu çalışma pamukta makinalı ve elle hasadın kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, Aydın ili, Efeler, Koçarlı, İncirliova, Söke, Germencik ve Nazilli ilçelerinde 2016 yılında üretim yapılmıştır. Çalışmada, çırcır randımanı, lif olgunluğu, lif kopma dayanıklılığı, elyaf yansıma değeri, lif çepel sayısı ve lif rengi özellikleri yönünden elle hasadın, lif inceliği ve elyaf sarılık değeri özellikleri yönünden ise makinalı hasadın daha uygun olduğu saptanmıştır.

PHM toplama teknolojisi hasat devamlılığında ve kalitesinde önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Günümüzde halen kullanılan iğli sistem makinalar üzerindeki teknolojik düzenlemeler ve yenilikler giderek artmaktadır. Yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere, pamuk hasat makinaları üzerinde bulunan teknolojilerin işlevleri ve hasada kattığı değerler konusunda kaynak sağlayacak çalışmaların azlığı göze çarpmaktadır. Bu çalışma bu konuda kaynak oluşturulması amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Türkiye pazarında kullanılan pamuk hasat makinaların teknolojileri üzerine yapılan bu çalışmada, makineler üzerindeki teknolojiler ile ilgili yerli ve yabancı kaynaklar derlenmiş, özellikle iğli toplama sistemli makinalar üzerinde 2015-2019 hasat sezonları içerisinde İzmir, Aydın, Denizli, Adana, Şanlıurfa, Adıyaman ve Diyarbakır bölgelerinde makinalar hasat esnasında yerinde ziyaret edilerek saha incelemeleri yapılmıştır. Bu ziyaretler ve incelemeler esnasında makine üzerinde bulunan teknolojilerin işlevleri ve hasada kattığı değerler incelenmiş bu doğrultuda veriler toplanmıştır. Bunun yanı sıra bölge pamuk hasat makinası yetkili servisleri, hasat sonrası, bakım sezonlarında ziyaret edilerek makinalar üzerinde bulunan teknolojiler hakkında teknik incelemeler yapılmıştır. Sonuçta elde edilen tüm bu veriler toplanarak bir kaynak haline getirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Pamuğun makina ile hasadı için bugüne kadar birçok farklı yöntem denenmiş, ancak bunların sadece ikisi başarılı olmuştur. Diğerleri deneme aşamasında kalmış ve uygulamada yer bulamamıştır. Bu yöntemler şu şekilde sınıflandırılmaktadır.

1. Açık kozalardan (kapalı kozalara zarar vermeden) döner iğler yardımıyla kütlü pamuğun toplanması,
2. Açık ve kapalı kozaların kopararak toplanması,
3. Tüm bitkinin biçilerek kütlünün makina içinde ayrılması,
4. Hava akımı yardımıyla emerek ya da üfleyerek toplama,
5. Elektro-statik olarak yüklenmiş bant ya da parmaklar yardımıyla toplama.

Dünya genelinde bu yöntemlerden sadece ilk iki sırada yer alanlar geçerlilik kazanmıştır. Bunlardan ilk yöntemine göre toplama yapan makinalar “toplayıcı” (picker), ikinci sırada yer alan yöntemine göre toplama yapan makinalar “sıyırıcı” (striper) olarak adlandırılmaktadır (Demirtaş, 2006). Ülkemizde belirtilen yöntemler içerisinde sadece birinci yöntem geçerliliğini devam ettirmiş, diğerleri deneme aşamasında kalmış ve kullanım dışı kalmıştır.

Pamuk hasadında kullanılan makinalar aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- 1-Hasat özelliklerine göre;
a-testereli, b-iğli, c-sıyırıcı, d-vakumlu
- 2-Hareket özelliklerine göre;
a-kendi yürür, b-traktöre asılır, c-çekilir
- 3-Sıra sayısına göre;
a-1 sıralı (iğli), b-2 sıralı (iğli, testereli, sıyırıcı), c-4 sıralı (iğli veya testereli), d-5 sıralı (iğli), e-6 sıralı (iğli), f-8 ve daha üstü sıralı (sıyırıcı)
- 4-Depolama tipine göre;
a-sepetli, b-balyalı

Sınıflandırılan bu makinalardan ülkemizde kullanılan tipleri ve bunlara ait hasat kalite ve kapasitesini doğrudan etkileyen sistemler aşağıda verilmiştir.

3.1. Testereli Sistem

Yukarıda verilen sınıflandırma içerisinde bulunan birçok ürün ülkemiz pazarında denenmiştir. Bunlardan ilgili sistemden sonra en çok kullanılan tip olan traktöre bindirilir, testereli tiptir. Kaynaklara göre ülkemize resmi anlamda ilk defa 2002 yılında Özbekistan'dan ithal edilmiştir (Öz ve ark. 2007) ancak 2002 yılından önce ülkemizde çalışan benzer modeller mevcuttur. Daha çok, küçük ölçekli arazilerde kullanılmıştır. 2005 yılında benzer özelliklerde yerli yapım olarak da üretilmeye başlamıştır. İthal makine 4 sıralı 76 cm olarak yerli makine ise 2 sıralı 76 cm sıra aralığı olarak pazara sunulmuştur. Bu makineler toplama sistemi açısından benzer olmakla birlikte diğer sistemleri açısından birbirinden farklılık arz etmektedir. Makinaların görselleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Ülkemizde kullanılan testereli tip toplama üniteli makineler

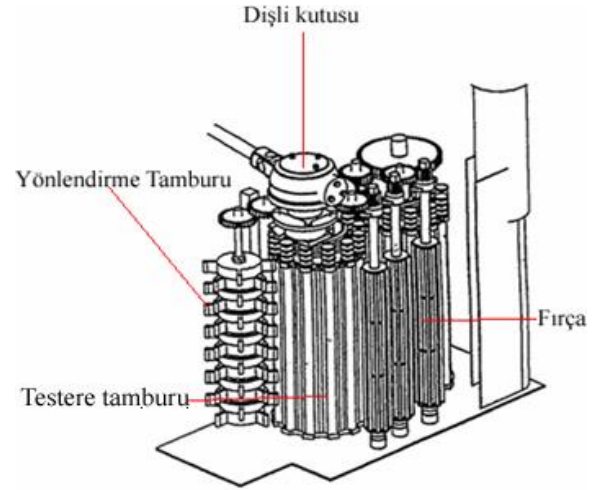
Bu tip pamuk toplama makineleri traktöre bindirilir tip olup gücünü traktör kuyruk milinden almaktadır. Kuyruk milinden doğrudan hareketli veya kuyruk mili tahrikli hidrostatik sistemli olarak çalışmaktadır. Hareket makine içerisinde ikiye ayrılmaktadır. Alınan hareketin bir kısmı toplama ünitelerine, bir kısmı da fana iletilmektedir.

Toplama üniteleri iki veya dört adet olup, tandem olarak yerleştirilmiştir. Her bir toplama ünitesinde; mekanik kumandalı otomatik yükseklik duyarga düzeni, bitki ayırıcı ve yönlendirme çubukları, yönlendirme plakaları ve tamburları, toplama tamburları ve elemanları ve fırçalardan oluşmaktadır. Her üniteye iki adet tambur bulunmaktadır. Tamburlar kendi etrafında dönerken tambura bağlı genelde 12 adet olan toplayıcı mil ve testere tamburla beraber dönmektedir. Toplayıcı miller, toplayıcı grup fırçalarına temas ettiği anda toplama yönünde dönmektedir. Böylece pamuk bitkisi üzerindeki kütlü pamuklar spiral testerele sarılarak alınmaktadır. Toplama ünitesinin yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir.

Mekanik kumandalı otomatik yükseklik duyarga düzeni, bitki ayırıcıların alt kısmında toprakla temas eden disk şeklinde iki adet duyarga tekerleği şeklindedir. Bu duyarga tekerlekleri ünitelerinin her hangi bir engelle karşılaştığında zarar görmemesi için kaldırılıp indirilmesine yardımcı olur.

Yürürlükte olan deney-test ilkeleri, makineli hasada uygun tarla ve bitki koşullarında ve hasat sırasında döküm kaybı ve bitki üzerinde kalan kaybın her biri için ortalama %5'lik bir üst sınır önermektedir (Anonim, 2016). Bu tip makinelerde yapılan deney ve testlerde

bitki kaybının %10'lara, yer kaybının ise %3'lere çıktığı, sonuç olarak toplam etkinliğin %87'lere kadar düştüğü tespit edilmiştir. Diğer yandan etkin hasat kapasitesinin 0.29 ha/h gibi düşük düzeyde olduğu da yapılan tespitler arasındadır (Öz, 2007). Bu tip makineler pazara çıktığı dönemde her ne kadar hasat konusunda üreticilere bir alternatif ve teknoloji sunsa da, bu dönemlerde işçi kaynağı sıkıntısı ve bunun getirdiği maliyet sorunlarının henüz çiftçileri zorlayacak düzeyde olmaması, sunulan teknolojinin elle hasada göre düşük etkin hasat kapasitesi, ürün kaybı olarak daha alt ve lif kalitesi olarak daha üst düzeyde olmayışı gibi nedenlerle başarılı olamamış, devamlılık kazanamamıştır.



Şekil 2. Testereli tip toplama ünitesi

3.2. İğli Sistem

Ülkemizde 1996 yılına kadar kullanılan eski teknolojiye göre iğli sistem makineler, hasat verimi artıracak teknolojik yetersizliklerden dolayı ve bu dönemde işçi kaynağı sıkıntısı ve bunun getirdiği maliyet sorunlarının henüz çiftçileri zorlayacak düzeyde olmaması nedeniyle yaygınlaşmamıştır. 1996 yılında hasat verim ve kalitesinin ilk defa elle toplama seviyesinden üstün olan yeni teknolojiye iğli sistem makinesinin Ege bölgesindeki bazı üreticiler tarafından kullanılması ile makinalı hasadın önü açılmıştır. Bu yıllarda giren makineler asgari 76 cm sıra aralığındaki pamuğu toplamaktaydı. 2003 yılında 70 cm sıra aralığına sahip toplama ünitelerine sahip olan makineler pazara girmeye başlamıştır. Makinalı hasat konusunda asıl ivmelenme işçi maliyetlerinin çoğalmaya başladığı 2005 yılı ve sonrasında olmuştur. 2008 yılında iki sıralı çekilir tip iğli sistem makineler yerli üretim olarak pazara sunulmuştur. 2012 yılından itibaren ise kendi yürür altı sıralı balya yapan PHM devreye girmeye başlamıştır. Şekil 3'de Türkiye pazarında hâlihazırda çalışan iğli sistem PHM'ları, Tablo 1'de ise Türkiye'de yıllara göre iğli sistem PHM sayısı görülebilir. Tablo 1 incelendiğinde özellikle 2005 yılı sonrasında iğli sistem makinelerin hızlı bir şekilde çoğaldığı görülebilir. Bu çoğalmanın, daha çok işçi maliyetleri ile bağlantılı olduğu bilirse de

makinaların toplama verim ve kalitelerinin yükselmesi ile birlikte daha anlamlı olmaktadır. Toplama verim ve kalitesi düşük olan bir ürünün, pazarda istenilen

sonuçları elde etmesi düşünülemez. Peki, iğli sisteme sahip makinaların toplama verim kalitesi üzerinde doğrudan etki yapan teknolojiler nelerdir.



Şekil 3. Türkiye pazarında çalışan iğli sistem pamuk hasat makinaları

Tablo 1. Türkiye’de yıllara göre iğli sistem PHM sayısı (Adet)¹

Yıllar	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2 sıralı (Çekilir)					6	11	34	85
2 sıralı (Kendi Yürür)	45	52	82	98	100	100	108	119
4-5 sıralı (Kendi Yürür)	17	78	300	386	496	510	537	575
Yıllar	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2 sıralı (Çekilir)	233	273	283	287	297	314	314	314
2 sıralı (Kendi Yürür)	119	119	119	119	119	119	119	119
4-5 sıralı (Kendi Yürür)	615	625	643	641	702	763	880	905
6 sıralı (Kendi Yürür Balyalı)	10	20	25	29	33	35	38	42

¹TÜİK ve Özel Sektör Raporları, 2019.

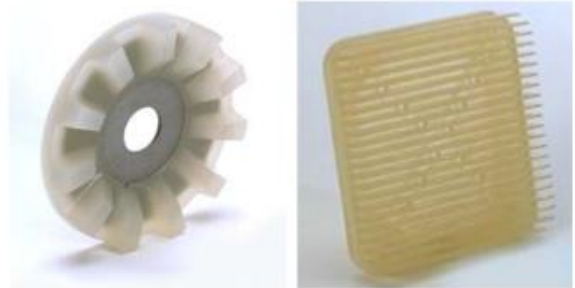
İğli sistem makinalarda dikine uzanan, belirli bir eksen (tambur) etrafında dönen kolonlar, bu kolonların her birinde eşit miktarlarda dizilmiş pamuk toplama işlemini gerçekleştiren kendi eksenini etrafında dönen iğler mevcuttur. Şekil 4’de bir kolon ve buna bağlı iğ yapısı görülmektedir.



Şekil 4. PHM ünite kolonu ve iğ

İğler toplama ünitesinin en önemli parçalarından biridir. İğlerin güzergâhı dar kanallar içinden olduğu için eğilme anında ünitenin diğer parçalarına zarar verme ve yangın tehlikesi oluşturabilmektedir bu nedenle krom kaplama ve darbe anında eğilmeyecek, kırılabilir yapıda imal edilmiştir. İğ pamuk kütlüsüne temas ettiği anda üzerinde bulunan çentikler sayesinde pamuğu koza üzerinden dolama yöntemi ile alır. Pamuk toplama mantığı çekme yerine dolama olduğundan pamuk kalitesini belirleyen en büyük etkenlerden biri olan lif boyu uzunluğuna zarar

vermeden toplama işlemini gerçekleştirir. Daha sonra kolonların takip ettiği eksen seyahati ile her bir iğ Şekil 5’te verilen sıyrıcı olarak adlandırılan parçaya gelir. Sıyrıcı pamuğun dolanma yönüne ters bir hareketle döndüğünden dolayı pamuğu iğ üzerinden çekerek alır ve daha sonra hava kanalları sayesinde pamuk makine üzerinde bulunan sepete taşınır. Böylece pamuk toplama işlemi tamamlanmış olur. Her ne kadar üzerindeki pamuk lifleri alınsa da iğ üzerinde incel lifler kalmaktadır. Bu durumda tekrar hasat bölgesine geldiğinde çentik aralarına dolan bu lifler pamuk dolama işleminde verimi düşürür. Bu nedenle iğlerin sıyrıcı sonrasında temizlenmesi gerekir. Şekil 5’te verilen sabit fırçalar bu görevi yerine getirmektedir.



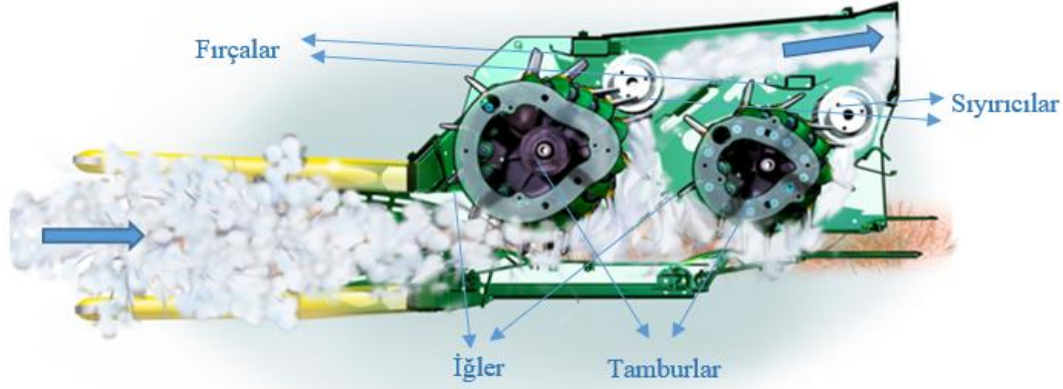
Şekil 5. Sıyrıcı ve sabit fırça

Kolon ve iğ ve sıyrıcı devir sayıları şanzıman ile

orantılıdır. Makine hızı arttıkça artar azaldıkça azalır. Eğer sabit olursa makine hızlandığında pamuk yolunacak ve ünite tıkanacak hale gelebilmektedir. Kolon ve iğ sayıları ünite modeline göre değişir kolon ve iğ sayısı ne kadar artarsa toplama verim ve kalitesi o denli fazla olmaktadır. Çünkü bu durumda pamuk kütlüsü ile olan iğ münasebeti dolayısıyla toplama alanı artmaktadır. Pazarda, 432 iğ/ünite ve 560 iğ/ünite gibi modeller bulunmaktadır. Şekil 6'da bir ünite parçaları ve pamuk hasat akışı

İğli sistem üniteleri için bakım çok önemlidir. Gün

sonunda bakım ve temizlik yapılmadığı takdirde bir sonraki gün için performansta düşüş ve parça sarfiyatları meydana gelmektedir. Bu nedenle günlük olarak temizlik ve yağlama, sezonluk olarak ise komple revizyon yapılmalıdır. Günlük bakım yaklaşık 1 saat, sezonluk revizyon ise 3 günü alabilmektedir. İzmir, Aydın, Denizli, Adana, Şanlıurfa, Adıyaman ve Diyarbakır bölgelerinde PHM üzerinde yapılan gözlemlerde operatörler ve makine sahipleri bakım maliyetlerinin yüksekliği ve temizlik için geçen zamanın fazlalığını bildirmişlerdir.



Şekil 6. İğli sistem ünite parçaları ve pamuk hasat akışı

3.3. Sıra Takip Sistemi

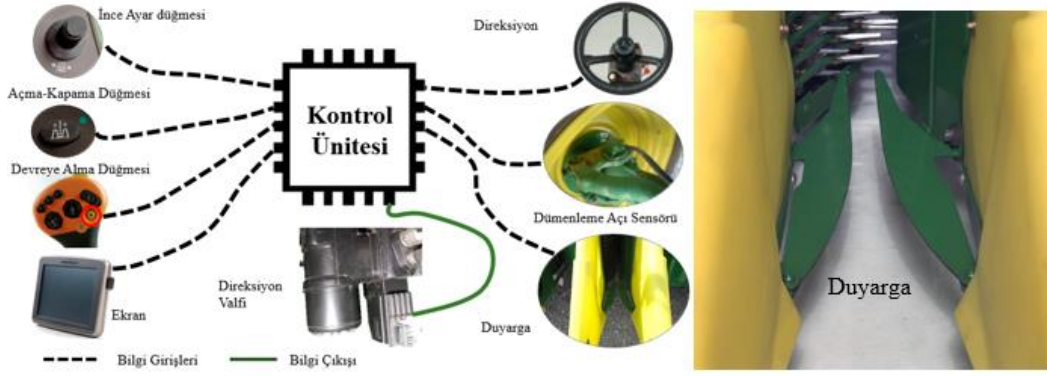
PHM sıra üzeri çalışan bir makinadır bu nedenle hasat esnasında sıra üzerinde yüksek hassasiyette ilerlemesi gerekir. Ekimden kaynaklanan hat eğrilik problemleri, hasat esnasında operatör deneyiminin yeterli olmayışı veya yorgunluğu, yanlış defolyant uygulamaları sonrasında yaprak dökümünün az olması ile sıraların operatör tarafından yeterli tespit edilememesi vb. faktörler makinanın zaman zaman ekim sırasını etkili bir şekilde takip edememesi ile sonuçlanmaktadır. Makine sıra üzerinden çıktığı anda ilk olarak alt kozaların toplanma oranı azalır. Bu durum makinalı hasatta verim kaybını artırır. Çünkü pamuk bitkisinde kütle olarak en büyük ve değerli kozalar bitkinin alt meyve dallarında yer almaktadır (Kılıçkan ve ark. 2010). Bu şekilde yaşanacak olumsuz durumları ortadan kaldırmak için makinalar üzerinde "sıra takip sistemi" adı ile bir teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknoloji kendi yürür makinalar üzerinde uygulanmıştır. Ülkemize ilk olarak 2004 yılında, 4 sıralı kendi yürür makinalar üzerinde giren bu teknoloji, üreten firmanın makine üzerinde standart hale getirmesi ile tüm balyalı PHM'leri üzerinde bulunmaktadır. Kısacası 2012 yılı itibarıyla bu sisteme sahip makine sayısı ülkemizde artış göstermiştir.

Sistem, makine üzerinde bulunan sıra sayısına bakılmaksızın sadece bir ünite (genellikle orta kısımlardaki) üzerinde bulunmaktadır. Ünitenin pamuk bitkisinin girdiği yerde Şekil 7'de verilen hareketli metal duyargalar bulunmaktadır. Hasat esnasında, hattan çıkma eylemi başladığında bitki ana gövdesine temas eden

duyarga durumu kontrol ünitesine bildirerek sıradan çıkma eyleminin gerçekleştiğini bildirmektedir. Duyargadan bu bilgiyi alan kontrol ünitesi direksiyon sistemini harekete geçirir ve sıradan çıkma yönünün aksine dümenleme hareketi yapılmasını sağlar. Bu sayede makine ilerleme esnasında bitki sırasını yüksek hassasiyette takip etmiş olur. Bu esnada operatör hat üzerinde ilerlerken sadece izleme görevi yapar acil durumlarda müdahaleye geçer. Operatör sadece tarla başı dönüşlerini gerçekleştirir. Sistemin çalışma prensibini gösteren şema ve sistem parçaları Şekil 7'de verilmiştir. İzmir, Aydın, Denizli, Adana, Şanlıurfa, Adıyaman ve Diyarbakır çevrelerinde 28 adet balyalı PHM üzerinde yapılan gözlemlerde operatörler, makine sahipleri ve pamuk yetiştiricileri tarafından, sürüş konforu ve hasat verimine pozitif katkılarından dolayı bu teknolojiye sahip olan makinaların tercih edildiği ve tüm makinalarda aktif olarak kullanıldığı tespit edilmiştir.

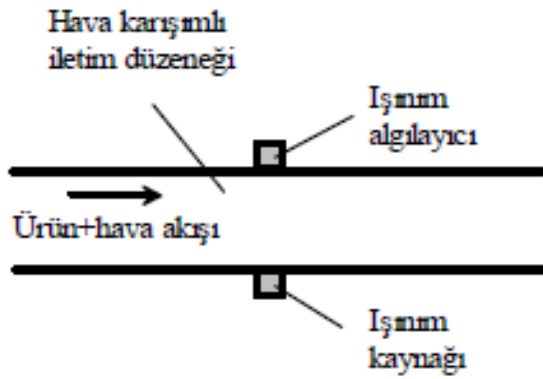
3.4. Verim Görüntüleme Sistemi

Verim görüntüleme ve haritalama teknolojisi, üretim alanındaki değişkenliğin belirlenmesinde yararlanılan en önemli ve en yaygın teknolojidir (Keskin ve ark. 2001). Hassas tarım uygulamalarında önemli bir yer tutar. Günümüzde, genelde biçerdöverler üzerinde kullanım alanı olan bu sistemler bazı model pamuk hasat makinaları üzerinde üretici firma tarafından standart olarak sunulmasına karşın henüz pamuk hasadında kullanım alanı bulamamıştır.



Şekil 7. Sıra takip sistemi çalışma prensibi ve parçaları

Bu konuda üretici firmaların deneme amaçlı saha çalışmaları mevcuttur. Verim görüntüleme sistemlerinin en önemli elemanı, ürün miktarı algılayıcısı olup, algılayıcının tipi ve çalışma ilkesi, ürün tipine bağlıdır (Keskin ve ark. 2001). Birçok algılayıcı tipi olmakla beraber Türkiye pazarında bulunan PHM üzerinde bulunan tip ışınım (optik) esaslı yöntem olarak geçmektedir. Bu yöntemde, ölçüm düzeneği, bir veya birden fazla ışık kaynağı ve ışık algılayıcısından oluşur. Işık kaynağı ışık algılayıcısına doğru ışık enerjisi gönderir. Kaynak ile algılayıcı arasındaki ürünün miktarına bağlı olarak algılayıcı tarafından algılanan sinyalde değişiklik olur ve bu değişikliğe bağlı olarak ürün miktarı hacimsel olarak belirlenir (Keskin ve ark. 2001). Işınım (optik) esaslı yöntem çalışma prensibi Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Işınım (optik) esaslı yöntem

Bu sistem Türkiye pazarında bulunan balyalı tip PHM üzerinde standart olarak bulunmaktadır. Algılayıcılar her bir ünitenin pamuk transfer kanalı üzerine yerleştirilmiştir. Sistem parçaları akış şeması Şekil 9'da gösterilmiştir.

Pozisyon algılayıcı yardımı ile oluşturulan harita desteği ile tarla içerisinde hasat esnasında tüm arazinin verim haritası çıkarılmaktadır. Daha sonra bu veriler ekran üzerinden taşınabilir bir bellek yardımı ile yönetim programlarına aktarılabilir. Bu veriler yıl bazında birleştirilip uzun bir periyotta verim haritası çıkarılabilir. Bu haritaya göre müteakip ekimde ürün verimini

artırmasına yönelik sulama, gübreleme, ilaçlama vb. işlemler planlanabilmektedir.

İzmir, Aydın, Denizli, Adana, Şanlıurfa, Adıyaman ve Diyarbakır illerinde 28 adet balyalı PHM üzerinde hasat üzerinde yapılan gözlemlerde sistemin makine üzerinde standart olması ve üretici firma tarafından teknik destek verilmesine karşın kullanımının olmadığı tespit edilmiştir. Kullanımının önündeki en büyük engelin pamuk üreticisi ve makine sahibi-operatörü alt yapı yetersizlikleri ile açıklanmaktadır. Sistemin etkili bir şekilde kullanılması için buradan elde edilecek verilerin derlenmesi ve ekim, gübreleme, ilaçlama, sulama gibi alanlarda kontrol edilmesi kısacası işletme yönetim programına sahip olması gerekmektedir. Birçok işletme ve makine sahibi henüz bu seviyede değildir. Tarım işletmelerinde hassas tarım konusunda kalifiye iş gücü eksikleri de yaşanmaktadır.

3.5.Nem ve Kütle Ölçüm Sistemleri

Yapılan çalışmalar 6 ay ve daha uzun süre depolamada %7,5'den daha fazla nem içeren pamuk balyalarında sarılık (+ b) değerinin arttığını, daha uzun süreli depolamalarda % 8'den daha fazla nem oranına sahip balyalarda parlaklık (Rd) ve sarılık (+b) değerlerinin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. (Baker ve Ark. 2008). Bunun yanı sıra %15 gibi yüksek nem içeriğine sahip balyalarda yüksek yoğunlukta fungal aktivite tespit edilmiştir (Chun, 2006). Parlaklık ve renk değerlerinin olumsuz olması durumunda pamukta ticari anlamda kayıp meydana gelmektedir. Hasat sonrasında fabrikalara transfer edilen pamuk kütlüsü fabrika depolarında pazar koşullarına bağlı olarak uzun süreli depolanabilmektedir. Bu nedenle hasat esnasında oluşan nem değerinin tam zamanlı takip edilmesi çok önemlidir.

Türkiye pazarında kullanılan balyalı tip PHM'larının 2017 model ve üzerinde nem algılama kütle ölçüm sistemleri standart olarak sunulmuştur. Nem algılama sensörü makinanın balya yapıcı modül üzerinde, ürün ile devamlı temas edebilecek bir noktaya yerleştirilmiştir. Yüzde cinsinden tam zamanlı nem değeri alınabilir. Kütle ölçme sistemi ise balyanın çıkarılma anında kepçe denilen hareketli parçanın menteşe kısmına yerleştirilmiştir. Oluşan balyanın kütlelerini %3 hata ile, metrik ve/veya İngiliz birimlerinde vermektedir. Şekil 10'da nem ve kütle

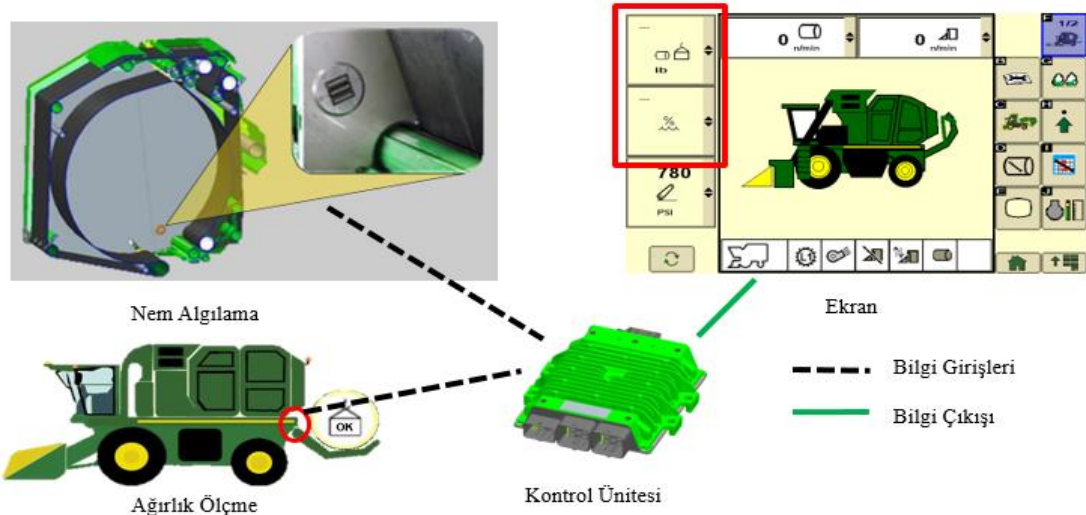
ölçüm sisteminin parçaları ve bilgi iletim şeması görülebilir.

İzmir, Aydın, Denizli, Adana, Şanlıurfa, Adıyaman ve Diyarbakır'ın bazı bölgelerinde 28 adet balyalı PHM üzerinde yapılan gözlemlerde özellikle makine sahiplerinin ticari kaygılardan dolayı daha fazla yer hasat yapabilme adına nemin yüksek olduğu sabah erken ve gece vakitlerinde de hasat yapmak istedikleri belirlenmiştir. Bu durumda elde edilen kütlünün nem

oranı, depolama koşulları için olumsuz olabilmekte ve ticari anlamda kayıplar yaşanmaktadır. Hasat yapıldıktan sonra fabrikaya giden ürünler yüksek nemden dolayı geri çevrilmekte veya düşük fiyatta değerlendirilebilmektedir. Bu gibi olumsuz durumların yaşanmaması için hasat anında nem tespit eden teknolojilerin varlığı ve bunun kullanımı makine sahipleri ve pamuk üreticileri açısından önemlidir.



Şekil 9. PHM verim görüntüleme sistemi ve akış şeması



Şekil 10. Nem ve ağırlık ölçüm sistem parçaları ve bilgi iletimi

3.6. Balyalama Sistemi

2005 yılından itibaren iğli sistem makine sayısındaki artışa paralel olarak makinalı hasat oranının artması ile hasatta verimlilik ve kalite anlamında ilerleme meydana gelse de artan makina girdi ve pamuk nakliye maliyetleri, üreticileri ve makine sahiplerini kazançlarını artıracak başka unsurları arama yoluna itmiştir. Üretici firmalar pazarda oluşan bu talebe karşılık hasat verimi ve kapasitesini artıran ve nakliye masraflarını düşüren, balya yapabilen PHM'nı 2012 yılından itibaren Türkiye piyasasına sunmaya başlamıştır.

Ülkemizde yoğunlukla kullanılan 4 ve 5 sıralı kendi yürür makinaların efektif tarla etkinliği %70'dir (Anonim,

2011). Geriye kalan zaman, %10 dönüşler, %10 boşaltma için bekleme-seyahat ve %10 boşaltma olarak ifade edilebilir. Balyalı PHM boşaltma işlemi için zaman harcamamasından dolayı tarla etkinliği %90 civarındadır. Örnek olarak; 4 sıralı bir makinanın efektif tarla kapasitesi 8.70 da/h (Anonim, 2016) ise aynı sıra sayısına sahip olarak düşünülen balyalı makinanın efektif tarla kapasitesi 11.17 da/h'dır. Bu açıdan düşünüldüğünde kapasite bakımından daha ileride olduğu söylenebilir. Balyalı makinaların yüksek kapasitesi yanı sıra kayıpları azaltan ve kütlü verimini artıran ilave teknolojilerden birisi de ünitelerindeki kolon ve iğ sayısının 4-5 sıralı makine ünitelerine göre fazla olmasıdır. Bunun getirdiği

etki, iğli sistem başlığı altında verilmiştir. İlave olarak, elde edilen kütlü sıkıştırılıp balya yapıldığından dolayı nakliye masrafları da daha düşük olacaktır. Peki, bu kapasite artışını sağlayan sistem nasıl çalışmaktadır?

Toplama ünitelerinden gelen ürün hava sistemi sayesinde ilk olarak akümülatör olarak adlandırılan bölüme gelir. Bu kısım dolduğu an silindirik balya makinasından ilham alınarak yapılan balya yapıcı modül balyalama işlemini yapmaya başlar. Bu döngü pamuğun kütlü yoğunluğuna bağlı olarak her bir balya için 4 veya 5 defa tekrarlanır. Sonuçta oluşan balya etrafına film tabakası şeklinde malzeme sarılarak balya dışarıya çıkarılır ve arazinin istenilen kısmına bırakılır. Balya yapım ve bırakma aşamasında makine çalışmaya devam eder. Şekil 11'de balyalı PHM'nin bazı parçaları ürün akış şeması verilmiştir.

Oluşan balyanın eni 239 cm çapı ise azami 239 cm olmaktadır. Kütle ise azami şartlarda 2.041-2.268 kg arasında olabilmektedir (Anonim 1, 2020). Şekil 12'de oluşturulan balyalar ve nakliye yöntemi görülmektedir.

Makine toplama, balyalama ve üzerinde bulunan sıra takip sistemi sayesinde hat üzerinde ilerleme işlemlerini otomatik yaptığından operatör bu esnada izleme görevi yapmaktadır. Makine üzerinde operatör için birçok gözlem verisi bulunmaktadır. Bu nedenle üretici firma tarafından operatör bir nevi de kontrolör olarak tanımlanmaktadır.

Kapasite bakımından daha ileride olduğu bilinen balyalı makinenin Tablo 1'de verildiği gibi 2012 yılından itibaren artış hızının neden 4 ve 5 sıralı kendi yürür makinadan daha az olduğu sorulacak sorulardan biridir. Bu sorunun cevabı; balyalı makinenin üzerinde bulundurduğu yüksek teknolojiden dolayı pahalı olması ve yüksek kapasitesinden dolayı küçük ölçekli arazilerde kullanım olanaklarının olmamasıdır. Ülkemizde ortalama arazi büyüklüğünün 12,9 da olduğu (Anonim 2, 2020) düşünüldüğünde pazarda artış göstermemesi doğal bir durumdur. Üretici firmalar tarafından daha kompakt yapıda ve düşük maliyetli balyalı bir ürün çıkarılması durumunda pazarda sayısal anlamda artış gösterebilir.



Şekil 11. Balyalı PHM ürün akışı



Şekil 12. Balyalı PHM tarafından oluşturulan balyalar ve nakliye yöntemi

3.7. Pamuk Transferi

Pamukta lif kalitesi çok önemlidir, ticari açıdan fiyatlandırma üzerinde doğrudan etki yapan bir faktördür

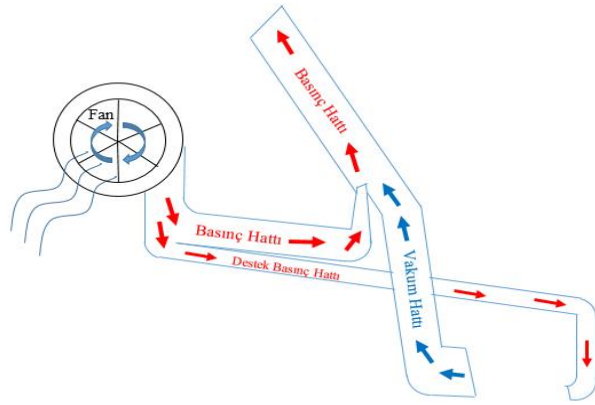
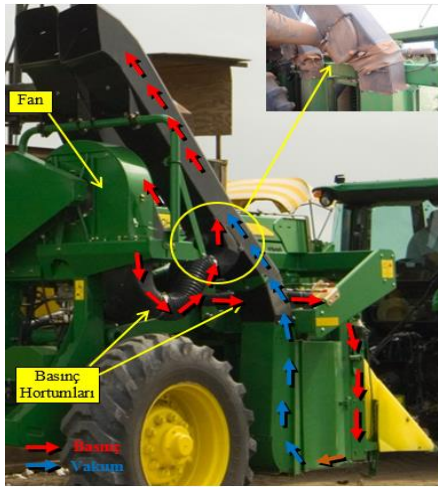
bu nedenle makinalı hasat esnasında pamuğun toplanması kadar ünitelerden sepete veya akümülatöre taşınması işlemlerinde de mümkün olduğu kadar

pamuğun lif kalitesinin korunması gerekir. Yapılan çalışmalar çırçır randımanı ve lif kalitesi bakımından makinalı pamuk hasadının elle hasada göre olumsuz bir etkisiz olmadığını aksine olumlu etkilerinin olduğunu kanıtlamıştır (Sessiz ve ark., 2012). Makinalı hasatta toplanan pamuğun kalitesini düşürmeden ünitelerden sepete veya akümülatöre taşınması işlemlerinde kullanılan sistem şöyle açıklanabilir.

Pamuk hasat makinalarında ürün transfer işlemi büyük oranda pnömötik transfer şeklinde olmaktadır. Havanın basınçlandırılması için genellikle santrifüj pompa esaslı fan kullanılır. Pamuk, klasik aspiratör sistemi gibi fan tarafından emilip depolama ünitesine iletilmez. Makina üzerinde bulunan fan sistemi havanın basınçlı olarak yönlendirilmesini görevini yerine getirir. Basınçlı olarak yönlendirilen hava bir kanala enjekte edilir. Kanal içerisinde depolama yönünde hareket eden hava, kanalın

arka tarafında bir vakum oluşturur. Toplanan pamuk ünite içerisinde ağırlığından dolayı zemine birikeceğinden basınçlı havanın bir kısmı pamuğun süpürülmesi için destek olarak ünitenin zemin kısmına basılır. Bu teknoloji sayesinde pamuk herhangi bir engel (kanat, şaft, kapak vb.) ile karşılaşmadan makinanın depolama alanına transfer edilmiş olur. Şekil 13'de sistemin akış şeması görülmektedir.

Bu teknoloji ülkemizde kullanılan iğli sistem pamuk hasat makinalarının tamamına yakınında kullanılmaktadır. İzmir, Aydın, Denizli, Adana, Şanlıurfa, Adıyaman ve Diyarbakır çevrelerinde iğli sistem pamuk hasat makinaları üzerinde yapılan gözlemlerde bazı operatörler yaşadıkları ünite tıkanması nedeniyle hava transfer sistemi kapasitesinin yetersiz olduğunu bildirmiştir. Sistem kapasitesini artırmak amacıyla lokal olarak fan devri artırmaya yönelik işlemler uygulamaktadır.



Şekil 13. Pamuk transfer sistemi akış şeması

3.8. Sıyırıcı Sistemler

Daha çok Amerika pazarında ikinci kalite pamuk hasadında kullanılmaktadır. Ülkemiz pazarında talep edilmediğinden dolayı yaygınlaşmamıştır ve hemen hemen kullanımı yoktur. Zaman zaman bazı yerli firmalar yapmış oldukları yerli üretimler ile pazara girmeye çalışsalar da istedikleri başarıyı gösterememişlerdir. Şekil 14'de 2016 yılında pazara sunulan yerli üretim, çekilir tip, iki sıralı bir sıyırıcı tip makine görülmektedir.

Hasadın tümünü bir kerede tamamlayan makinalardır. Bu tür makinalar pamuk kozalarını koparmak suretiyle hasat eden makinalardır. Parmaklı ve yivli-oluklu olmak üzere iki tipi mevcuttur. Her iki tipte de işleyici kısımlar kızak veya tekerlekler üzerine yerleştirilmiş bir çatı üstünden çekilir veya kendi yürür bir şekilde imal edilmektedirler (Kılıçkan, 2008). Bazı modellerde toplanan (sıyırılan) ürün sepete gitmeden önce bir ön temizlemeden geçirilmektedir. Şekil 15'de kendi yürür sıyırıcı tip bir makinanın yapısı ve ön temizleme ünitesi görülmektedir.



Şekil 14. Sıyırıcı tip pamuk hasat makinesi

4. Sonuç ve Öneriler

Makinalı pamuk toplama yöntemlerinden birçoğu ülkemize girmesine rağmen iğli sistem dışındaki sistemler başarılı olamamıştır. Bundaki en büyük etken toplama, kalite ve verim anlamında elle toplama dâhil en etkili sistem olmasıdır. Bu da göstermektedir ki pamuk

hasadında elle hasattan makinalı hasada geçişin tek etkeni işçilik maliyetleri olmamıştır. Ancak, maliyetlerin de bir sınırı vardır. Örneğin; balyalı makine verim, kapasite ve maliyet (nakliye) konusunda daha verimli olmasına rağmen üzerinde barındırdığı teknoloji maliyetlerinin yüksek olması tercihi azaltan bir unsur olduğu gözlemlenmiştir. Bu da göstermektedir ki teknolojiye paralel olarak artan makine satın alma maliyetleri dengelenmelidir. Ülkemiz için pamuk hasadında bir sonraki evrede satın alma maliyeti ucuz, daha yüksek kapasite sağlayacak, makine bakım-onarım maliyetlerinin düşük olacağı, operatörün yorgunluğunu azaltıp denetimini daha etkin hale getirecek ve nakliye maliyetlerini azaltacak teknolojilere ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.



Şekil 15. Kendi yürür sıyırıcı tip makine ve ön temizleme ünitesi

Verim görüntüleme sistemi örneğinde olduğu gibi hasat makineleri üzerinde teknolojilerin artması ile kalifiye iş gücü gereksinimi daha fazla artmaktadır. Aksi takdirde hasat kapasitesini ve kalitesini artıracak teknolojilerin etkin bir şekilde kullanılması mümkün olmayabilir. Hasat makineleri ile ilgili operatörlük eğitim ve belgeleri tarım il müdürlüklerine bağlı eğitim birimleri tarafından düzenlenmekte ve verilmektedir. Bu konuda meslek liseleri ve meslek yüksekokulları düzeyinde programlar açılması gelecek teknolojilerin daha iyi kullanılabilmesi açısından faydalı olacaktır.

Çıkar İlişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Anonim. 2007. Pamuk toplama makinası tarihçesi. John Deere Pamuk Toplama Makinası & Makinalı Pamuk Hasadı Semineri, Seyhan / Adana. 08 Mart 2007.
- Anonim. 2011. agricultural machinery management data standart. ASAE D497.5. 9p.
- Anonim. 2016. Deney raporu. John Deere Marka 9970 Model 4 Sıralı, Kendi Yürür Pamuk Toplama Makinası. 2016-1412/PTM-03. Çukurova Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Anonim 1. 2020. John Deere, balyalı pamuk hasat makinasının teknik özellikleri. <https://www.deere.com.tr/assets/publications/index.html?id=41345066#1> Erişim tarihi: Şubat 2020.
- Anonim 2, 2020. Türkiye tarım makinaları sektörü sektör raporu. TARMAKBİR, 15 Ocak 2020 Kızılay / Ankara.
- Baker KD, Hughs E, Chun, DTW. 2008. Use of a rotor spray system for moisture addition to cotton lint. Applied Engin Agri, 24(4): 491-495.
- Chun DTW. 2006. Summary of collaborative studies on cotton bale moisture. International Cotton Advisory Committee Meeting.
- Demirtaş M. 2006. Traktöre monte edilebilir tip pamuk hasat makinasının bazı pamuk çeşitleri üzerindeki performansının belirlenerek ekonomik analizinin yapılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, tez no: 180692.
- Keskin M, SAY SM, Han YJ. 2001. Verim görüntüleme sistemlerinde kullanılan ürün miktarı algılama yöntemleri. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi 13-15 Eylül 2001 Şanlıurfa.
- Kılıçkan A. 2008. Pnömatik bir pamuk hasat makinası tasarımı. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora tezi, tez no: 233404.
- Kılıçkan A, Üçer N, Yalçın İ. 2010. Pamuk üretiminde sırta ekim yöntemi ve makinalı hasat. 6. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 22 - 23 Eylül 2010, Hatay.
- Öz E, Tekin B, Evcim Ü. 2007. Kuyruk Mili tahrikli, traktöre bindirilir iki farklı tip pamuk hasat makinesinin nicesel ve nitesel iş başarılarının belirlenmesi. Tarım Mak Bil Derg, 3(4): 270-275.
- Özel R. 2013. Harran ovasında pamuk hasadında makine kullanımı. Harran Ü.Z.F. Derg, 17(1): 7-13.
- Sessiz A, Esgici R, Eliçin AK, Gürsoy S. 2012. Makinalı hasadın farklı pamuk çeşitlerinde pamuk lifinin teknolojik özelliklerine etkisi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 5-7 Eylül 2012, Samsun.
- Terzi H, Kaynak MA. 2019. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) hasadın kalite üzerine etkisi. ADÜ Zir Fak Derg, 16(1): 27-33.
- TÜİK. 2019. TÜİK Tarımsal alet ve makine istatistikleri. Tarımsal alet ve makine sayısı, 2003-2018, http://tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=1006, (erişim tarihi: 30.01.2020).
- Ulusoy E, Evcim Ü, Sındır K.O, Aykas E, Gürel A, Atalay İ.Z, Demirkan H, Ul M.A, Oktay E. 2003. Ege Bölgesi pamukçuluğunun mevcut durumu, sorunları ve çözüm yolları. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Raporu. Proje No: 1998 ZRF-019/1
- Uyguner Z. 2016. Pamukta kaliteye etki eden mekanizasyon ve çırpılama uygulamaları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, tez no: 444095.