

Pamuk Tepe Kesme Makinesi Tasarımı

İsa AYDIN¹, Selçuk ARSLAN²

¹Dicle Üniversitesi, isa.aydin@dicle.edu.tr
²Uludağ Üniversitesi, sarslan@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 13.05.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 03.08.2016

Özet:

Bu çalışmanın amacı, pamuk bitkisinin tepe sürgünlerini kesecek iki sıralı bir tepe kesme makinesi prototipi geliştirmektir. Kesme ünitesi, özel tasarlanacak bir ataşman aracılığı ile traktörün önüne takılmakta ve hidrolik olarak tahrik edilmektedir. Mekanik sistem, bağlantı kolları, kaldırma kızağı ve iki adet döner kesme bıçaklarından oluşmaktadır. Hidrolik sistem ise traktör çabuk bağlantı prizlerine bağlanmakta, bir adet kaldırma kızağı silindiri, iki adet kesme ünitesi silindiri, iki adet hidromotor ve ilgili kontrol elemanlarından oluşmaktadır. Mekanik aksamın ölçüleri, John Deere 5403 2006 model traktöre uygun olarak belirlenmiş ve SolidWorks katı modelleme programı ile tasarlanmıştır. Hidrolik devre FluidSim 4.2-H yazılımı ile tasarlanmış ve çalışması simüle edilmiştir. Pamuk bitkisinin tepe sürgünlerinin kesilmesi için 3 farklı hidromotor dönü hızında (1500, 2000, 2500 rpm) denemelerin yapılması ön görülmüş, hidrolik silindirlerin boyutlandırılması ise gerektiğinde en fazla 0.3 m s⁻¹ hızla hareket edeceği öngörülerek yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Pamuk, tepe kesme, tepe kesme makinesi, tasarım

Design of Cotton Topping Cut Machine

Abstract: The aim of this study was to develop a two-row cotton topper that can cut the cotton plant shoots. The cutting unit is front-attached to the tractor and driven by tractor hydraulics. Mechanical system consists of an attachment, lifting mast, and rotating cutting knives. Hydraulic systems is connected to the tractor using the quick couplings and comprises a lift cylinder, two height adjustment cylinders, two hydro-motors, control valves and other relevant elements. The dimensioning of the mechanical systems was done using the features of John Deere 5403 2006 and solid modelling was done using SolidWorks software. Hydraulic system was designed and simulated using FluidSim 4.2-H software. Topping the cotton plants was planned at three different rotational speeds of the hydro-motors (1500, 2000, 2500 rpm) and the hydraulic lift cylinders were dimensioned to work vertically at a maximum speed of 0.3 m s⁻¹.

Key words: Cotton, topping, topping cut machine, design

GİRİŞ

Ülkemizde pamuk üretimi girdi maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle dünya pamuk üretimi yapan ülkelerle rekabet şansı zamanla azalmaktadır. Fakat pamuk ürünlerine ilgi artış göstermekte ve ihtiyaçlar ithalat ile karşılanmaktadır. Pamuk üretiminde girdi maliyetlerinin düşürülmesi; kültürel işlemlerinin azaltılması ve mekanizasyon düzeyinin artırılmasıyla da mümkündür. Pamukta erkenciliğin sağlanması

pamuk verimi üzerine önemli bir etkidir. Ülkemizde erkencilik kimyasal yollarla (Pix uygulaması) sağlanmaktadır. Kullanılması gereken kimyasallardan dolayı çevre zarar görmekte, üretim işlemleri artmaktadır. Kimyasal girdilerin haricinde erkenciliği sağlayabilecek en önemli faktör tepe budamadır. Yapılan çalışmalarda pamuk bitkisinin uygun zamanda tepesi budandığında verimin arttığı, erkenciliğin

sağlandığı, makinalı hasat işlemlerinin kolaylaştığı, bazı zararlıların azaldığı, çevrenin korunduğu tespit edilmiştir.

Türkiye’de pamuk üretim girdileri oldukça yüksektir (Anonim, 2013). Pamuk üretim ve yetiştiriciliğinde tarlanın ekime hazırlanması, ekim işlemleri, ara sürüm, birinci çapa, seyreltme, ikinci çapa, gübreleme, ilaçlama, sulama, budama ve hasat gibi işlemlerde alet-makine ve insan işgücü yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Gencer ve ark., 1988). Bu işlemlerin girdileri maliyetlerini düşürebilmek için pamuk mekanizasyon düzeyinin artırılması ve çiftçi desteklemelerinin daha etkili olması gerekmektedir (Gençer ve ark., 2005). Pamukta uç almanın kültürel bir uygulama olduğu ve bu uygulamada gelişme döneminin ortalarında tepe sürgülerinin kesilerek uzaklaştırılması gerekmektedir (Dong ve Han, 1996). Tepe sürgününün kesilmesi, pamuk bitkisinde verimi, kaliteyi ve erkenciliği arttıran etkenlerden bir tanesi olup vejetatif organların gelişimini durdurup generatif organların gelişimini hızlandırmaktadır (Dong ve Han, 1996; Ma ve ark., 1983; Xu ve ark.; 2001; Dai ve ark., 2003). Ayrıca ekimden 100 ve 115 gün sonra yapılan uç almanın, kütlü pamuk verimi, koza kütlü ağırlığı, çıçır randımanı, ilk el kütlü oranı ve lif uzunluğunu arttırdığı; bitki boyu ve açmayan koza sayısını azalttığını; 100 tohum ağırlığı ve lif inceliği, kısa lif oranı, lif kopma dayanıklılığı, iplik yapılabirlik indeksi, lif tekdüzeliği ve lif kopma uzaması özelliklerini değiştirmedığı tespitine varılmıştır (Yaşar, 2013). Ekimden sonra 110 ve 120. günlerde yapılan yaprak döktürmenin kütlü pamuk verimi bakımından en uygun zaman olduğu tespit edilmiştir (Denizdurduran, 2008). Pamukta budama ve uç kesmenin bitki boyunu ve ana gövde boğum sayısını düşürdüğü, tutan koza sayısı ve pamuk verimini artırdığı gözlenmiştir (Obasi ve Msaakpa, 2005). Mali’de yapılan 6 yıllık bir çalışmada, bölgede yaygın olarak bulunun pamuk yeşil kurtlarının özellikle *Helicoverpa armigera* Hübner, *Eariaspp.* ve *Diparopsis watersi* Rothschild zararlılarının tepesi el ile kesilmiş ve kesilmemiş pamuk bitkilerindeki durumu karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda 12 denemenin 5 denemesinde tepesi kesilmiş pamuk bitkilerinde yeşil kurt zararlılarının önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir. H. *Armigera* larvalarında ortalama %56, *Eariaspp.* larvalarında ortalama %68 ve D. *Watersi* larvalarında ortalama %71 oranında azalmalar tespit edilmiştir (Renou ve ark., 2011). Amerika’daki Pima S-3 pamuk bitkisi üzerinde yapılan çalışmada 3 yıllık zaman dilimi (1970-1972 arası) içerisinde 3 farklı sezonda (17.07,

01.08 ve 15.08) bitkilerin 103, 113 ve 130 cm yükseklikten tepesi kesilmiştir. Tepe sürgünü kesilen pamuğun, koza kütlesi, bitkideki koza sayısı, kozadaki çekirdek sayısı, bitkideki lif miktarı, kozadaki lif miktarı, % lif miktarı, tohumdaki lif miktarı ve tohum ağırlığı tespit edilmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu sonuçlara göre 17 Temmuzda kesilen bitkilerin birinci, ikinci ve üçüncü dallarındaki koza sayısı sırası ile %300, %100 ve %60 oranında artış göstermiştir (Kittock ve Fry, 1977).

Sonuç olarak, pamuk üretiminde tepe kesme işleminin önemli bir kültürel işlem olarak uygulanması gerektiği anlaşılmaktadır. Ancak, genellikle geniş arazilerde üretimi yapılan pamuğun tepe kesme işleminin el ile yapılması pratik ve ekonomik olmadığından bu işlem yaygınlaşmamıştır. Hatta böyle bir uygulamanın gerekli olduğu birçok ülkede bilinmemektedir. Ancak, bu işlemin mekanize bir şekilde yapıldığında üreticiler tepe kesme işleminden yarar sağlayabilir. Özellikle ABD ve Çin’de tepe kesme makinalarının geliştirilmesi için emek harcadığı görülmektedir (Schwarz, O; 1908, Matthews, 1931; Keyes, 1962; Hu ve ark. 2003; Zhou ve ark., 2010). Ülkemizde de tepe kesme çalışmaları sonucunda yurt dışındaki çalışmalara benzer sonuçlar bulunmuştur (Gençer ve ark., 2005; Yaşar, 2013). Tüm bu çalışma sonuçları değerlendirildiğinde agronomi alanında yapılan bu çalışmalara ek olarak tepe kesme için mekanizasyon olanaklarının araştırılması ve ülkemiz koşullarında pamuk tepe kesme makinasının geliştirilmesinin gerekli ve önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmanın genel amacı tek üniteli çift sıralı hidrolik tahrikli pamuk tepe kesme makinesi prototipi tasarlamak ve boyutlandırmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Mekanik aksam

Pamuk bitkisinin sıra arası mesafesi, bitki boyu, tepe kesilme yüksekliği, kesilme gerilmesi, kesme ünitesinin ağırlığı ve montaj şekli ve hidrolik sistemin montajı dikkate alınarak traktörün önüne monte edilebilecek bir mekanik düzen tasarlanmıştır. Mekanik aksamın çizimi, SolidWorks 2013 CAD programı ile yapılmıştır.

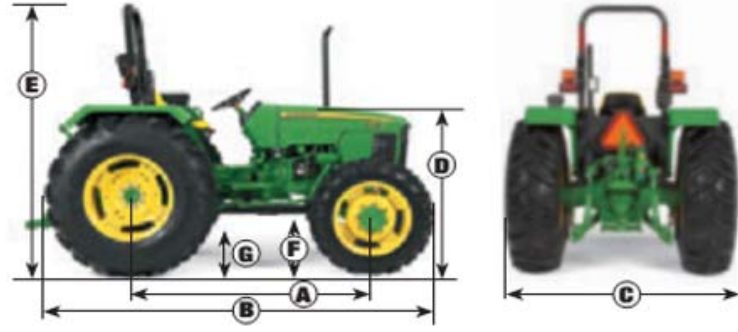
Traktör

Pamuk tepe kesme makinesi, John Deere 5403 2006 model traktörün önüne bağlantılıdır. Traktöre ait teknik özellikler Çizelge 1’de, traktörün genel ölçüleri ise Şekil 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. John Deere 5403 2WD Traktörün Teknik Özellikleri (Anonim, 2016)

Table 1. Technical specifications of John Deere 5403 2WDTractor (Anonymous, 2016)

Özellik	Değer	Özellik	Değer
Motor gücü	74 hp (55,2 kW)	Toplam hidrolik yağ debisi	68,8 L min ⁻¹
PTO gücü	64 hp (47,7 kW)	Ek ekipmanlar için yağ debisi	43,1 L min ⁻¹
Motor devir hızı	2400 rpm	Yağ deposu kapasite	37,9 L
Silindir Sayısı	3	Yağ basıncı	193,1 bar
Yakıt tankı kapasitesi	72 L	Traktör toplam ağırlığı	23250 N
Traktör arka ağırlığı	15080 N	Traktör ön ağırlığı	8170 N
Çeki özelliği	2 WD		



Özellik	Değer	Özellikler	Değer
Dinçli Açıklığı, A	205 cm	Ön aksyüksekliği, F	48 cm
Ortalama Uzunluğu (ek bağlantılar dahil), B	350 cm	En alt açıklık, G	45 cm
Ortalama genişliği, C	188 cm	Ön lastik standart ölçüleri	7,5-16, R1
Ön kısmın tepe yüksekliği, D	137 cm	Arka lastik standart ölçüleri	16,9-28, R1
Üst çatı yüksekliği, E	199 cm	Ön tekerlek basıncı	195 kPa

Şekil 1. John Deere 5403 2WD traktör ölçüleri (Anonim, 2016)

Figure 1. Dimensions of John Deere 5403 2WD tractor (Anonymous, 2016)

Hidrolik sistem

Kesme ünitesi bıçak, hidrolik motor ve ayırıcı parçadan oluşmaktadır. Tasarlanan mekanik sistemin üzerine hidrolik sistem (yön kontrol valfleri, hidrolik silindireler, hidro-motorlar ve hortumlar) kurulmuştur. Bu hidrolik sistem hidrolik motorları tahrik ederek bıçağın 1500 rpm, 2000 rpm ve 2500 rpm olmak üzere üç farklı hızda dönmesini ve bitkinin yaklaşık 10 cm tepeden kesilmesini sağlamaktadır.

Hidrolik alıcıların (hidrolik silindireler ve hidromotorlar) boyutlandırılmasında klasik güç

hidroliği hesaplamaları yapılmıştır. Hidrolik silindirelerin taşıyacağı yük belirlenmiş, bu yüke bağlı olarak silindir ve piston kolu çapları hesaplanmıştır. Hesaplamalarda çok küçük yüklerde çalışacağı için (600 N ve 2000 N) piston ölçüleri standartlara göre çok küçük çıkmıştır. Bundan dolayı hidrolik silindirde ISO 6020/1 uluslararası standardın en düşük ölçüleri kullanılmıştır. Strok gereksinimi, pamuk bitkisinin yükseklik değişimleri göz önüne alınarak 300 mm olarak kabullenilmiştir. Kullanılacak traktörün hidrolik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir:

Çizelge 2. John Deere 5403 2006 model traktör hidrolik sistem özellikleri

Table 2. Specifications of hydraulic system of John Deere 5403 2006

Özellik	Değer	Özellik	Değer
Toplam hidrolik yağ debisi	68,8 L min ⁻¹	Hidrolik çıkış sayısı	2
Ek ekipmanlar için yağ debisi	43,1 L min ⁻¹	Pompa özelliği	Açık merkezli, tandem
Yağ deposu kapasite	37,9 L	Yağ basıncı	193,1 bar
Direksiyon için yağ debisi	25,7 L min ⁻¹	Pompa gücü	15,8 HP (11,8 kW)

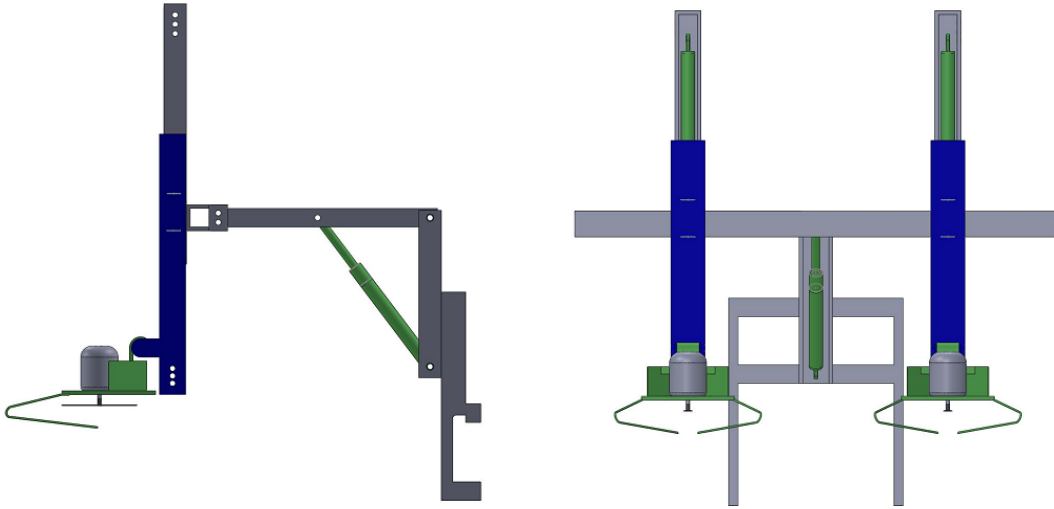
Hidrolik sistem tasarımı FluidSim-H 4.2 paket programı kullanılarak yapılmış ve sistemin çalışması simüle edilmiştir.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Mekanik sistem

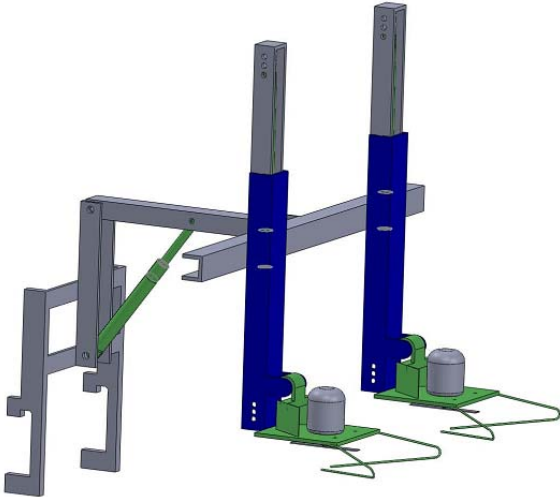
Mekanik aksam ön ataşman, ana çatı ve kesme ünitesinden oluşmaktadır. Ön ataşman, traktörün

önünde bulunan ön ağırlık kitine takılacak şekilde tasarlanmıştır. Ana çatı, ön ataşmana bağlantısı yapılarak kesme ünitesinin yukarı aşağı hareketini sağlayacaktır. Kesme ünitesi, hidromotorların, kesme bıçağının ve ayırıcıların bulunduğu ünedir. Şekil 2 ve 3 de tasarlanan makinenin farklı görünüşleri bulunmaktadır.



Şekil 2. Traktör önüne takılacak ön ataşman ve kaldırma sistemi

Figure 2. Front attachment and lifter for the tractor



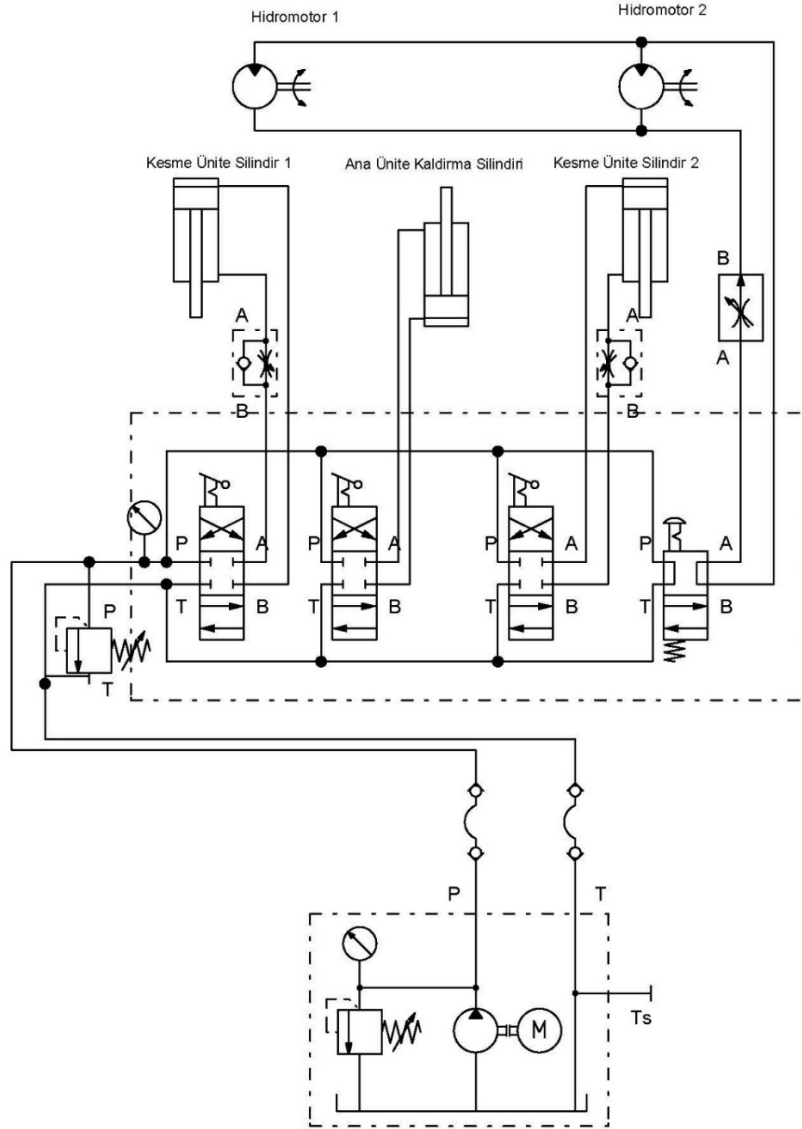
Şekil 3. Traktör ve pamuk tepe kesme makinesinin şematik görünümü

Figure 3. Schematic view of tractor and cotton topping cut machine.

Hidrolik sistem

Hidrolik sistem devresi Şekil 4'te verilmiştir. Sistem, çabuk bağlantı elemanı, bir adet basınç ayar

valfi, 4 adet yön kontrol valfi, bir adet akış kontrol valfi, iki adet çek valfli akış kontrol valfi, 3 adet hidrolik silindir ve iki adet hidro-motordan oluşmaktadır. Devre çabuk bağlantı elemanları yardımı ile traktörden hidrolik gücü basınç ayar valfi üzerinden kapalı merkezli paralel bağlı yön kontrol valflerine iletir. Hidrolik devre 120 bar basınca duyarlı bir şekilde ayarlanmıştır. Eğer devreye 120 bar basınçtan daha yüksekte basınç gelirse akışkan doğrudan tanka geri gönderilecektir. Üç hidrolik silindir birbirinden bağımsız iki hidromotor ise beraber çalışacaktır. Yön kontrol valflerinin bağlantıları da bağımsız çalışacak ve el ile kontrollü monoblok şeklinde tasarlanmıştır. Silindirler üç konumlu (ileri-dur-geri) hidromotorlar ise iki konumlu (dur-dön) çalışacaktır. Yön kontrol valflerine gelen akışkan buradan kontrollü bir şekilde hidrolik alıcılara iletir. Hidrolik silindirler yükü aşağı doğru iterken silindir başlarında herhangi bir ani darbeye maruz kalınmaması için çekvalfli akış kontrol valfi ilave edilmiştir.



Şekil 4. Pamuk tepe kesme ünitesinin çalıştırılması için tasarlanan hidrolik sistem

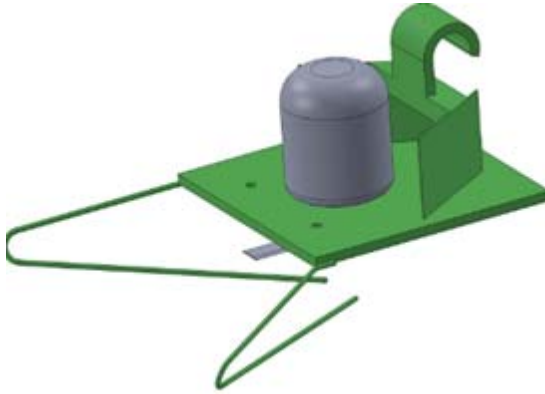
Figure 4. Designed hydraulic system for running cotton topping cut machine

Ana kaldırma silindiri, ana çatı ile birlikte bağlı tüm parçaları iş öncesinde ve bitiminde yukarı-aşağı hareketini sağlayarak hızlı monte-demonte edilmesi için kullanılmıştır. Ana kaldırma silindiri maksimum 2000 N yükü kaldıracak şekilde hesaplanmıştır. Piston çapı ISO 6020/1 standartlarından 44 mm, rot çapı 22 mm değerleri seçilmiştir. Strok, ana çatının 200 mm yukarı ve aşağı hareketine (toplam 400 mm) olarak sağlayacak şekilde 130 mm olarak hesaplanmıştır. Ana kaldırma silindiri diğer hidrolik silindir ve hidro-motorlardan bağımsız olarak çalışacağı için silindire aktarılacak olan debi 10 L min^{-1} kabul

edilmiş ve kaldırma hızı $2,61 \text{ cm s}^{-1}$ indirme hızı $3,65 \text{ cm s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Ana kaldırma silindiri şoförün yanına koyulacak üç konumlu yön kontrol valfi ile elle mekanik olarak kontrol edilecektir. Ancak, ana kaldırma silindirinin konumu araziye girmeden önce, bitkinin genel yüksekliğine göre ayarlanacağı için tarla içinde sıkça yükseklik ayarı yapılmasına gerek olmayacak ve öngörülen yağ debisini sistemden nadiren talep edilecektir. Bitki yükseklikleri değiştiğinde, bıçak yükseklik ayarı her bir kesici üniteyi indirip kaldıran hidrolik silindirler aracılığı ile yapılacaktır.

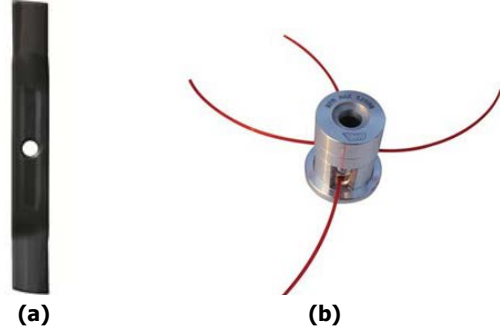
Kesme Ünitesi

Kesme işlemi serbest kesme yöntemi ile yapılacaktır. Kesme ünitesi hidrolik silindirler, hidromotorlar ve bıçak ana parçalarından oluşmaktadır. Kesme işleminde alternatif olarak misinalı kesme düzenin de kullanılabilir. Kaldırma silindirleri iki adettir ve bitkinin istenilen yükseklikte kesilmesi amacıyla kullanılmıştır. Silindirler şoförün yanında bulunan üç konumlu yön kontrol valfi tarafından kontrol edilecektir. Taşınacak toplam yük miktarı 600 N ve uygulanacak maksimum basınç 120 bar olarak kabul edilmiştir. Bu değerlere göre piston çapı 15 mm, rot çapı 8 mm, strok 300 mm olarak hesaplanmıştır. Fakat bu değerler standart olarak üretilmediği için; bu değerlere en yakın olan piston çapı 36 mm, rot çapı 22 ve strok 300 mm olarak kabul edilmiştir. Piston düşey düzlemde hareket edeceğinden indirme hızı 16 cm s^{-1} ve kaldırma hızı 26 cm s^{-1} olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5. Kesme ünitesi görünüş şekilleri

Figure 5. Views of cutting unit



Şekil 6. Kesme işleminde kullanılan kesiciler
(a: Bıçak, b: Misina)

Figure 6. The cutters used for cutting (a: Blade, b: String)

İki adet hidromotor bulunmaktadır. Bu motorlar tek yönde bıçağın istenilen hızda dönmesini sağlayarak bitkinin tepesinin kesilmesini sağlayacaktır. Hidromotorlar şoförün yanında bulunan iki kademeli yön kontrol valfi ile kontrol edilecektir. Hidromotorlar maksimum 3000 rpm ve $8,5 \text{ L min}^{-1}$ debide çalışacaklardır.

Sonuç olarak, bir tarım traktörün önüne takılarak çalıştırılacak olan iki sıralı bir pamuk tepe kesme makinesinin mekanik sistemi ölçülandırılmış, katı modelleme ile tasarımı yapılmış ve hidrolik sistem tasarımı yapılmıştır. Bu makine, pamuk bitkisinin tepe sürgünlerini 10-15 cm kadar kesmek üzere iki adet hidromotor ile tahrik edilen kesme bıçaklarına sahiptir. Bitki yüksekliği değiştiğinde bıçakların yüksekliğini değiştirmek üzere kesici düzeni aşağı yukarı hareket ettiren hidrolik silindirler kullanılmıştır. Hidromotor kesme hızı 1500-2500 rpm arasında ayarlanabilir. Kesici ünitelerin bağlı bulunduğu çatı, ayrıca bir ana kaldırma silindiri ile indirilip kaldırılabilir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Aytaç S, Karaca E (2004). Farklı Dozlarda Uygulanan Molibden ve Çinkonun Ayçiçeğinde Verim ve Bazı Özelliklere Etkisi Üzerine Bir Araştırma. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (2): 54-58
- Batchelor WD, Basso B, Paz JO 2002. Examples of strategies to analyze spatial and temporal yield variability using crop models. European Journal of Agronomy. 18 (1-2): 141-158
- Bayraktar S (1997). Gübre tüketimindeki engeller, çözüm önerileri. I. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu, 20-22 Ekim 1997, s: 62-72, Tekirdağ.
- Bellitürk K (2008). Trakya Bölgesi Topraklarının Azot-Fosfor-Potasyum Bakımından İncelenmesi. Hasad (Bitkisel Üretim) Aylık Tarım Dergisi. 24-277:102-106.
- Bongiovanni R, Lovenberg-Deboer J, (2000). Nitrogen Management in Corn Using Site- Specific Crop Response

- Estimates from a spatial Regression Model. In proc. 5th International Conference on Precision Agriculture Bloomington, MN. 16-19 July 2000., St. Paul, MN, USA.
- Bozkurt MA, Karaçal İ (1998). Farklı Form ve Miktarlarda Azotlu Gübrelemenin Ayçiçeği Çeşitlerinde Verim ve Kaliteye Etkisi. YYÜ Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 8:43-49.
- Doğan, R., Çelik, N. ve Yürür, N., 1997. Ekmeklik Buğday Çeşidi Arpathan-9'un Azot Gereksiniminin ve Uygulanma Frekansının Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 11: 65-80, Bursa.
- Eyüpoğlu, F., 2002. Türkiye gübre gereksinimi, tüketimi ve geleceği. T.C. Tarım ve Köyleri Bakanlığı, KHGM. Toprak ve Güb. Araş. Enst. İşl. Müd. Yayınları, Teknik Yayın No: T-2, Genel Yayın No: 2, Ankara.

- Gilbert, M. A., S. Gandia, and J. Melia, 1996. Analyses of Spectral-Biophysical Relationships for a Corn Canopy, Remote Sensing Environ, 55,1 1-20.
- Godwin, R.J., Earl, R., Taylor, J.C., Wood, G. A., Bradley, R. I., Welsh, J. P., Richards, T. And Black More, B. S. 2002. Precision farming of cereal crops. HGCA Project Report No. 267. January.
- Godwin, R J, T E Richards, G A Wood, J P Welsh, S Knight, 2002. Economic Analysis of Precision Farming Systems, ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth World Congress, Paper Number: 02-1019
- Godwin, R J, G.A.Wood, J.C.Taylor, R. Earl, S. Knight, J. Welsh, B S Blackmore, 2002. Management Guidelines for Precision Farming : Nitrogen, / CIGR XVth World Congress Sponsored by ASAE and CIGR Hyatt Regency Chicago, Chicago, Illinois, USA
- Gökçe, G.F., Öğleni, N., Öğleni, Ö. ve Şengörür, B., 2005. Edirne ili tarımsal kirliliğinin irdelenmesi. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu IV, 14-15 Ekim, s: 273-288, Edirne.
- Güçdemir, İ Ve Türker,U (2004). Atatürk Orman Çiftliğinde Nadas-Tahıl Sisteminde Küçük Ölçekli Alansal Değişkenliğin Hassas Tarım Teknolojilerinden Yararlanarak Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi Temmuz sayısı. Vol:10, sayı:3 sayfa 305-312. ISSN:1300-7580.
- Güner, M., Türker, U. 2009. Hassas Tarım Teknolojileri <http://tarimmak.googlepages.com/HASSASTARIMTEKNOLOJLER.pdf>
- Haboudane, D., Miller, J.R., Tremblay, N., Zarco-Tejada, P.J., Dextraze, L., 2002. Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. Remote Sens. Environ. 81, 416-426.
- Harmanşah, Ö. ve Kaman, T., 1989. Gübre Kullanımı Sorunları, Ziraat Müh. 217-218.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., Reginato, R.J., 1977. Remote-sensing of crop yields. Science 196, 19-25.
- Jin J., C. Jiang .2002. Spatial variability of soil nutrients and sitespecific nutrient management in the P.R. China, Computers and Electronics in Agriculture 36 (2002) 165_/172
- Mills, H.A.,Jones,J.B.Jr.1979.Nutrient deficiencies and toxicities in plants:Nitrogen. J.Plant Nutr.1:101-122.
- Musaoglu, N., Seker, D.Z., Kabdasli, S., Kaya, S. and Duran, Z., 2004. Using remote sensing and GIS for the assessment of visual attributes; case study of the south coastal zone of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 13, 854-859.
- Price, J. C. ve W. C. Bausch, 1995. Leaf Area Index Estimation from Visible and Near Infrared Reflectance Data. Remote Sensing Environ., 52, 55-65.
- Sağlam, M.T., 2005. Gübreler ve Gübreleme (7. Baskı). T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 149, Ders Kitabı No: 74, Tekirdağ.
- Saroğlu E., 2004. Farklı Çözünürlükteki Uydu Görüntülerinin Geometrik Dönüşümü ve Dönüşüm Sonucunda Elde Edilen Görüntülerin Dış Doğruluğunun Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sertel E., 2008. Remote Sensing and Regional Climate Modeling of the Impacts of Land Cover Changes on the Climate of the Marmara Region of Turkey, Ph. D. Thesis, ITU Institute of Science and Technology, İstanbul.
- Shao, L., Wang, X. 2007. Variable Rate Fertilizer Distributor in Precision Farming Based on PLC Technology, Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD 2007).
- Sindir, K.O. ,A.B.Tekin, 2002. Economics Of Variable Rate Fertilizer Application, *EE&AE2002* – International Scientific Conference – 04-06.04.2002, Rousse, Bulgaria
- Smill, V., 1999. Long Range Perspectives on Inorganic Fertilisers in Global Agriculture. Travis P. Hignett Lecture, IFDC, Muscle Shoals, Alabama-USA
- Stafford, J. V. Ve Ambler, B. 1991. " Dynamic Location for Spatially Selective Field Operations" American Society Of Agricultural Engineers, paper 91-3528.
- Stafford, J. V.,Implementing Precision Agriculture in the 21st century. J. agric. Engng. Res. 76, 267-275, (2000).
- Tekin, A. B., Gülsoyulu, E., Demir, V., Yürdem, H., Güler, H., Bilgen, H., Alayunt, F., Evrenosoğlu, M., 2015. Tarımsal Mekanizasyonun Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı 2. Sayfa:1080-1106. Ankara (Sözlü, Tam Basım).
- Tekin, A. B., K.O. Sindir; 2004. "Application Accuracy And Distribution Uniformity Of Variable Rate Fertilizer Application"Proceedings Book, International Conference on the Energy Efficiency and Agricultural Engineering, 4-6 April 2004, Rousse, BULGARIA.
- Wiegand, C.L., Richardson, A.J., Kanemasu, E.T., 1979. Leaf area index estimates for wheat from Landsat and their implications for evapotranspiration and modeling. Agron. J. 71, 336-342.
- Wu, C., Xiuwan Chen Yunxia Han, Shuhui Zhang, 2004 System modeling and control of automatically variable rate fertilizer applicator, 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics