



Pancar Hasat Makinesi Hidrolik Devre Tasarımı ve Simülasyonu

Hydraulic Circuit Design and Simulation of Beet Harvesting Machine

Mahmut Can ŞENEL¹

¹Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun
• mahmutcan.senel@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-7897-1366

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 05 Eylül/September 2023

Kabul Tarihi/Accepted: 23 Eylül/September 2023

Yıl/Year: 2023 | **Cilt-Volume:** 3 | **Sayı-Issue:** 2 | **Sayfa/Pages:** 99-108

Atıf/Cite as: Şenel, M.C. "Pancar Hasat Makinesi Hidrolik Devre Tasarımı ve Simülasyonu"
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Teknolojisi Dergisi 3(2), Eylül 2023: 99-108.

PANCAR HASAT MAKİNESİ HİDROLİK DEVRE TASARIMI VE SİMÜLASYONU

ÖZ

Şeker pancarının hasadı geçmişte el işçiliği ile yapılırsa da gelişen teknoloji ile birlikte günümüzde makine kullanımı yaygın bir hale gelmiştir. Pancarın şeker üretimine hazırlanmasında hasat önemli bir faktördür. Hassas bir zirai ürün olan pancarın hasadında; pancarın yapraklardan, topraktan ve yabancı maddelerden arındırılması ve en az kayıp ile istife hazırlanması amaçlanır. Bu işlemleri gerçekleştirmek amacıyla, bu çalışma kapsamında hidrolik kontrollü pancar hasat makinesi tasarlanmış ve hidrolik devresi oluşturulmuştur. Kurulan devrelerin Fluid-Sim hidrolik paket programında simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma neticesinde, pancar hasadında işgücüne minimum seviyede ihtiyaç duyulacak olup bu sayede hasadın verimi çok daha yüksek olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik Devre, Pancar Hasat Makinesi, Tasarım, Simülasyon.



HYDRAULIC CIRCUIT DESIGN AND SIMULATION OF BEET HARVESTING MACHINE

ABSTRACT

The use of machinery has become common today with the developing technology although the harvest of sugar beet was done by hand in the past. Harvest is an important factor in the production of beets for sugar production. In the harvest of beet, which is a sensitive agricultural product, it is aimed to purify the beet from leaves, soil and foreign materials and to prepare it for stacking with minimum loss. In order to carry out these operations, a hydraulically controlled beet harvester was designed and a hydraulic circuit was created. The simulations of the established circuits were performed in the Fluid-Sim hydraulic package program. As a result of this study, there will be a minimum need for labor in the beet harvest, and thus, the efficiency of the harvest will be much higher.

Keywords: Hydraulic Circuit, Beet Harvesting Machine, Design, Simulation.



Öne Çıkanlar

Bu çalışma kapsamında, endüstriyel olarak kullanılabilir özgün bir pancar hasat makinesinin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu tasarımdan faydalanılarak makinenin hidrolik devresi oluşturulup Fluid-Sim hidrolik paket programında makine simüle edilmiştir. Tasarım ve simülasyon sonuçlarına göre hasat makinesinin tarım endüstrisinde rahatlıkla kullanılabilirliği ve iş yükünü ciddi oranda azaltacağı öngörülmüştür.

1. GİRİŞ

Hidrolik sistemler; sıkıştırılamaz akışkanların kullanıldığı, üretilen basınçlı akışkan yardımıyla çeşitli kuvvetlerin ve lineer/dairesel hareketin üretildiği sistemlerdir. Akışkanların sıkıştırılamaz olmasından dolayı, büyük güçler hidrolik sistemlerle rahatlıkla iletilebilmektedir. Gazlar ve hava sıkıştırılabilir özellikte olması sebebiyle, büyük güçlerin üretilmesinde kullanılmamaktadır. Bu gazların yerine sıkıştırılamaz özellikteki hidrolik akışkanlar hidrolik sistemlerde kullanılmaktadır [1-3]. Hidrolik sistemler; plastik enjeksiyon makinelerinde, montaj ve taşıma işlemlerinde, bilgisayar kontrollü cihazlarda, metal şekillendirme proseslerinde, materyal test cihazlarında ve tarım makinelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [4-6]. Hidrolik sistemlerin en önemli üstünlüğü, sıvıların sıkıştırılamaz olmaları sayesinde sistemde akışkanın debisinin, basıncının ve yönünün kontrol edilebilir olmasıdır [7, 8]. Çalışma sırasında hidrolik sistemlerin kontrolleri kolaydır. Bu sistemler kullanılarak doğrusal, açılabilir ve dairesel hareket üretilebilmektedir. Özellikle ani dönüş hareketlerinin hızla gerçekleştirilebilmesi hidroliğin esas tercih edilme sebeplerindedir [9-11]. Bu sebeplerden dolayı hidrolik sistemler; zirai aletlerde ve bu çalışmanın konusu olan pancar hasat makinelerinde sıklıkla tercih edilmektedir.

Pancar hasat makineleri; şeker pancarını topraktan söken, istenmeyen kısımları keserek temizleyen, ortamdaki yabancı maddelerden ve topraktan ayırarak yüklemeyen sistemlerdir (Şekil 1). Bu makineler, baş kesme ünitesi, makine şasesine mafsallı olarak bağlı bir ayar tamburu ve onunla birlikte aşağı-yukarı hareket ederek istenilen derinlikte pancar başını kesen bıçaktan oluşur. Sökücü ayaklar makine gövdesine titreşimli ya da sabit bir şekilde monte edilebilmektedir. Bu ayaklar; düz tek parçalı, bir çift döner disk biçiminde ve çatal biçiminde olabilmektedir. Sökülen pancarların ortamdaki toprak arındırılması ve yükleme asansörüne transferi için temizleyici ve yükseltici üniteler mevcuttur. Depoya yüklenen pancarlar, bir yükleme asansörüyle bir taşıta veya istenilen bir yere boşaltılabilmektedir. Şeker pancarı hasadında kayıplar önemli olup bu kayıplar; zedelenenler, hatalı baş kesmeler, sökülmeden tarlada kalanlar vb. olarak ifade edilebilir [15]. Pancar hasat makinesi tasarımı yapılırken makeden ve sürücüdenden kaynaklanan kayıpların en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Bu hedefi tutturmak içinse hidrolik sistemler pancar hasat makinelerinde kullanılmaktadır.



Şekil 1. Pancar hasat makinesi

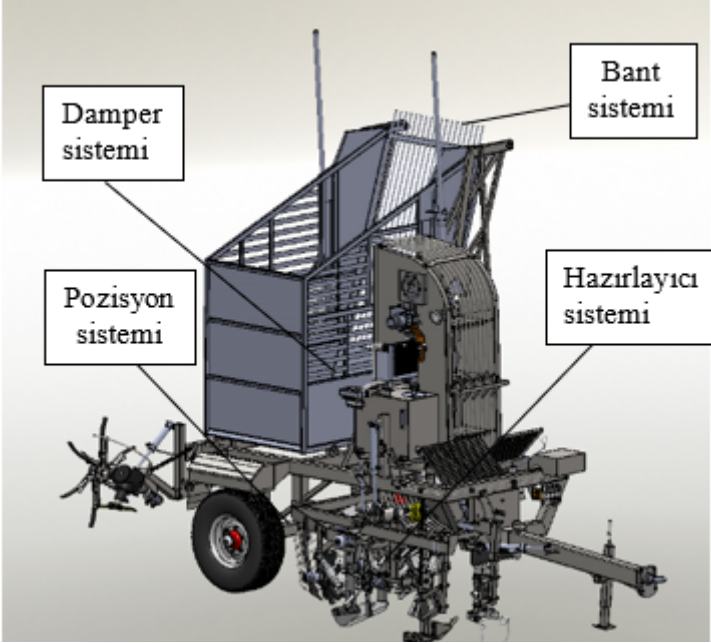
Çekilir tip pancar hasat makinelerinin en basiti; depolu ve yandan tahliyeli olanlarıdır. Bunlar da depo kapasitesi marka ve modele göre değişmekle birlikte yaklaşık olarak 2800 kg (4,4 m³) ve güç isteği 54 BG civarındadır. Pancar söküm işlemlerinin hassas bir şekilde yapılması gerektiğinden hidrolik kontrollü bir makine kullanımı diğer yöntemlere göre daha avantaj sağlamaktadır.

Literatür çalışmaları incelendiğinde hidrolik devre ve devre elemanları kullanılarak birçok tezgâhın hidrolik devresinin oluşturularak sistemin kontrolünün ve simülasyonunun gerçekleştirilebildiği görülmüştür. Karaca ve ark. [12] çalışmalarında, delme ve bükme tezgahının hidrolik devresini tasarlayıp simüle etmiştir. Tasarlanan tezgâh sayesinde insan kaynaklı hatalar minimum seviyeye inmiş ve üretilen parçaların standart bir seviyede olması sağlanmıştır. Şenel [13] çalışmasında uçak iniş takımları için hidrolik devre tasarımı ve simülasyonu gerçekleştirmiştir. Bu sayede havacılık okullarında havacılık standartlarına uygun şekilde iniş takımlarının bakımının yapılması amaçlanmıştır. Dengiz ve ark. [14] yürüttükleri çalışmada hem hidrolik hem de elektro-hidrolik devre elemanlarını kullanarak iki adet birbiri ile etkileşimli beton pompası hidrolik devresini tasarlamışlardır. Bu çalışmayla inşaat sektöründe sıklıkla kullanılan beton pompası analiz edilerek tasarımcılara yardımcı olabilecek nitelikte özgün bir beton pompası hidrolik devresi simüle edilmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde pancar hasat makinesinin hidrolik devresinin tasarlanıp simülasyonunun gerçekleştirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada, hidrolik kontrollü pancar hasat makinesinin hidrolik devresi tasarlanarak Fluid-Sim paket programında da bu hidrolik devre simüle edilmiştir.

2. DENEYSEL YÖNTEM

Yapılan çalışmada, pancar hasat makinesinin katı modeli oluşturulup makinenin hidrolik devresi tasarlanarak simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Hasat makinesi, toplamda 4 ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, hidrolik silindirler vasıtasıyla deponun bir tarafının açılarak makinenin boşaltmaya uygun bir platforma dönüşmesi sağlanır. İkinci bölümde, hidrolik bir silindir vasıtasıyla makinenin yol-tarla pozisyonu ayarlanarak otoyol sürüşleri için güvenli bir hale getirilmesi sağlanmıştır. Üçüncü bölümde, hidrolik motorlar, bıçak ve temizleyiciler vasıtasıyla pancarı temizleyerek prosese hazır hale getirmesi ve son olarak dördüncü bölümde hidrolik motor vasıtasıyla konveyör bant sistemine tahrik verilerek hasat edilen pancarın boşaltılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada, hasat makinesi üzerinde hidrolik silindirler ve hidrolik motorlar çizilerek katı model oluşturulmuştur (Şekil 2). Bu sayede sistem tüm elemanlarıyla birlikte toplu olarak sergilenebilmiştir.



Şekil 2. Pancar hasat makinesinin katı modeli

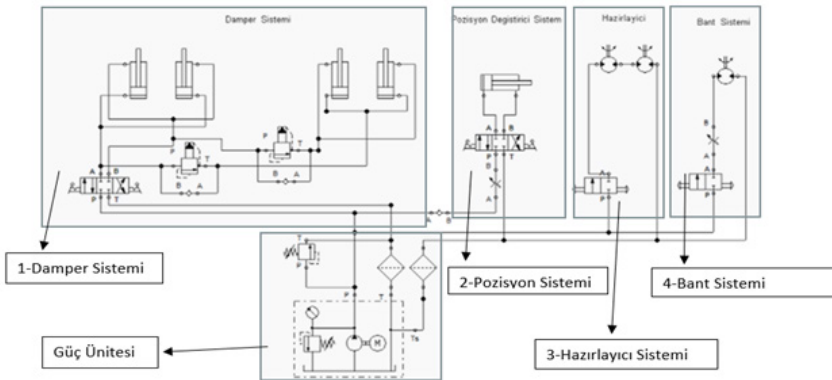
Pancar hasat makinesi hidrolik devresinin simülasyonu Fluid-Sim hidrolik paket programıyla yapılmıştır. Devrede kullanılan hidrolik devre elemanları Tablo 1'de verilmiştir. Tasarlanan hidrolik devre; hidrolik güç ünitesi (1 adet), filtre (2 adet), çift etkili hidrolik silindir (5 adet), 2/2 yön kontrol valfi (3 adet), 4/3 yön

kontrol valfi (2 adet), çek valf (3 adet), kısma valfi (2 adet), basınç sıralama valfi (2 adet), hidrolik motor (3 adet) ve basınç emniyet valfinden (2 adet) oluşmaktadır. Tüm bu devre elemanları kullanılarak pancar hasat makinesinin hidrolik devre tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Devre tasarımında kullanılan hidrolik devre elemanları

Hidrolik Devre Elemanı	Adet
Hidrolik Güç Ünitesi	1
Filtre	2
Çift Etkili Hidrolik Silindir	5
2/2 Yön Kontrol Valfi (Butonlu, Normalde Kapalı)	3
4/3 Yön Kontrol Valfi (Kollu, Merkez Konum Kapalı)	2
Çek Valf	3
Kısma Valfi	2
Basınç sıralama Valfi	2
Hidrolik Motor	3
Basınç Emniyet Valfi	2

Tasarımı gerçekleştirilen pancar hasat makinesine ait hidrolik devre şeması genel hatlarıyla Şekil 3'de verilmiştir. Hidrolik devre şemasından da görülebileceği üzere hidrolik devre; 4 temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; damper sistemi, pozisyon değiştirici sistem, hazırlayıcı sistem ve bant sistemidir. Bu dört ayrı sistemin çalışma esasları bir sonraki bölümde detaylı olarak ele alınmıştır.

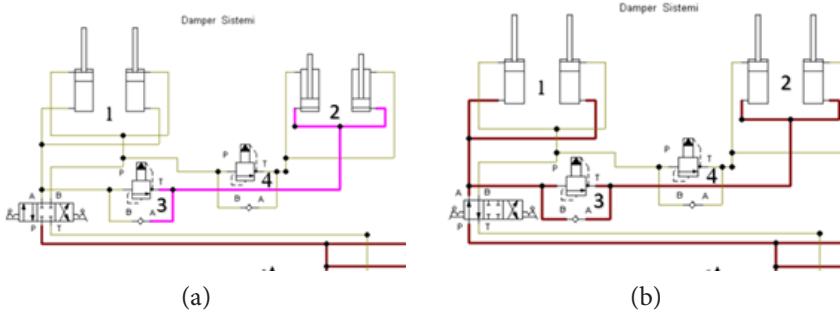


Şekil 3. Pancar hasat makinesi hidrolik devre şeması 3. Bulgular ve Tartışma

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

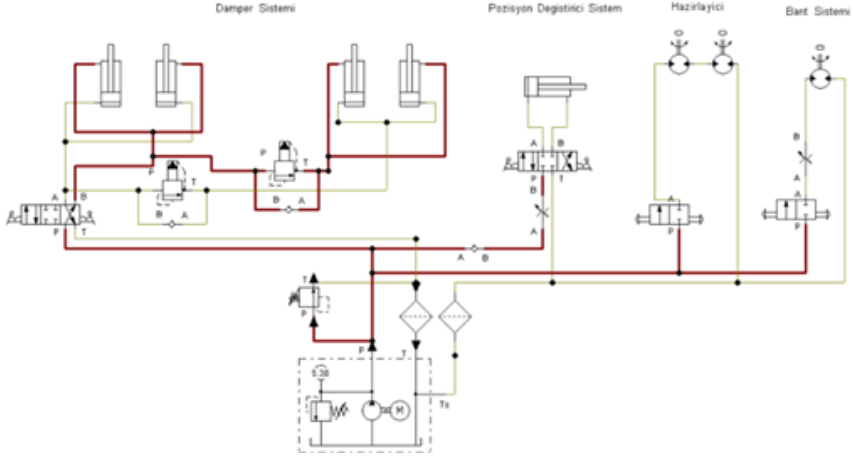
Pancar hasat makinesi hidrolik devre şemasının çalışma prensibi 4 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar; damper sistemi, pozisyon değiştirici sistem, hazırlayıcı sistem ve bant sistemi olup aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

a) Damper Sistemi: Bu sistem, yükün (pancarın) boşaltılması istendiğinde açılarak konveyör bandın yükseltilmesini sağlar. Sistem, normalde kapalı konumdadır. Damper sistemi açılmak istendiğinde valf, 1 numaralı konuma alınarak önce ilk iki silindire (1) daha sonra basınç sıralama valfleri yardımıyla diğer iki silindire (2) hidrolik akışkanın gönderilmesini sağlar. Bu sayede yük, hidrolik kontrolle hızla boşaltılabilmektedir (Şekil 4).



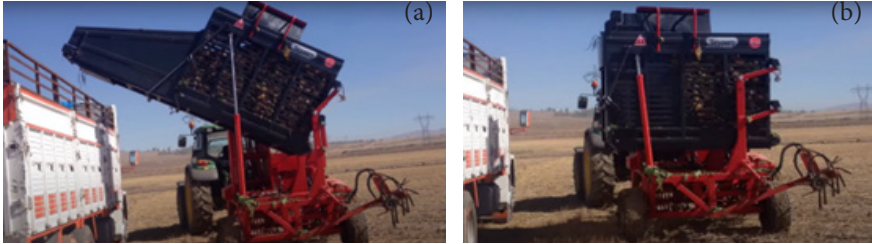
Şekil 4. Damper sisteminde birinci (a) ve ikinci (b) kademedeki hidrolik silindirlerin açılması

Yük boşaltıldıktan sonra damper sisteminin kapatılması ve eski konumuna geri dönmesi gerekmektedir. Hidrolik devrede, akışkanın izlediği yol kırmızı renkte verilmiştir (Şekil 5). Yük boşaltılmak istendiğinde, 3 nolu 4/3 yön kontrol valfi kumanda koluyla uyarılarak önce 1 ve 2 numaralı hattaki hidrolik silindirlerin geri dönüşü sağlanmaktadır. Bu sayede, damper ilk konumuna geri dönmektedir.



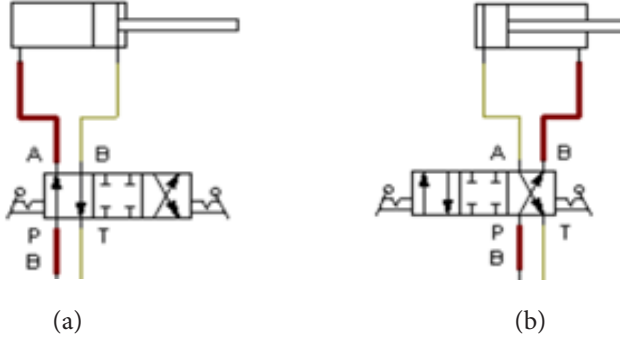
Şekil 5. Dampir sisteminde hidrolik silindirin kapanması

Pancar hasat makinelerinde kullanılan dampir sisteminin açık ve kapalı halleri Şekil 6' da verilmiş olup bu sayede hasat edilen pancar, taşıma aracına rahatlıkla aktarılabilmektedir.



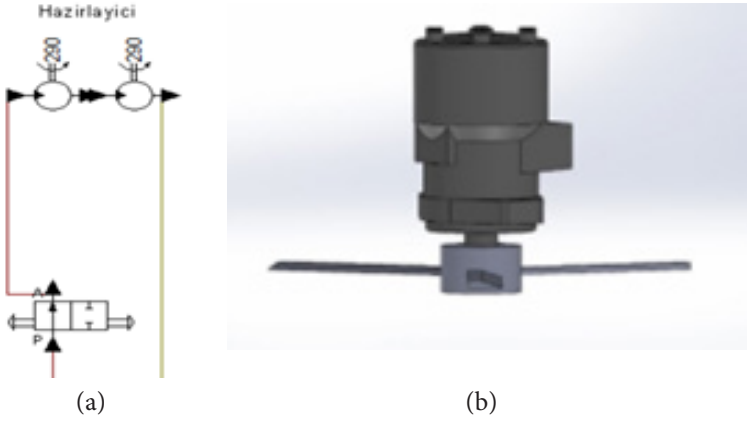
Şekil 6. Dampir sisteminde hidrolik silindirlerin açık (a) ve kapalı (b) hali

b) Pozisyon Değiştirici Piston: Pozisyon değiştirici piston makinenin yol ve tarla pozisyonunun ayarlanmasını sağlamaktadır. Yol konumunda kapalı olan silindir, tarlaya geldiğinde açılarak makinenin hasada uygun hale gelmesini sağlar. Tekrar yola çıkılmak istenildiğinde ise silindir kapatılarak makinenin iz genişliği düşürülür ve güvenli sürüş sağlanır. Sistemde 1 adet 4/3 yön kontrol valfi ve 1 adet çift etkili silindir bulunmaktadır. Silindirin açık ve kapalı konumları Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Pozisyon değiştirici hidrolik silindirin açık (a) ve kapalı (b) konumu

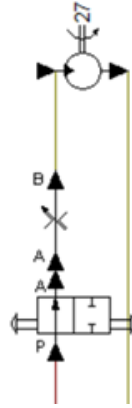
c) **Hazırlayıcı Sistem:** Hazırlayıcı sistem hasat edilecek ürünün istenmeyen kısımlarını temizleyerek hasat edilecek hale getirilmesini sağlamaktadır. Sistem üzerinde 2 adet seri bağlı hidrolik motor ve 1 adet 2/2 yön kontrol valfi bulunmaktadır (Şekil 8). Makinenin düzgün bir biçimde çalışması için önce hazırlayıcı sisteme tahrik verilir.



Şekil 8. Hazırlayıcı sisteme ait devre şeması (a) ve hazırlayıcı sistemin katı modeli (b)

d) **Bant Sistemi:** Bant sistemi, hasat edilen pancarların istife veya nakliye aracına boşaltılmasını sağlamaktadır. Yüksek güç isteyen bu işlemde hidrolik motor kullanılarak istenen güç sağlanmaktadır (Şekil 9). Sistem üzerinde 1 adet hidrolik motor ve 1 adet 2/2 yön kontrol valfi bulunmaktadır. Tahliye işlemi sı-

rasında ise önce damper sistemi açılarak konveyör bandın yükseltilmesi, daha sonra da bant sistemindeki yön kontrol valfi butonla uyarılıp açık konuma geçirilerek konveyör bantların çalışması sağlanmaktadır.



Şekil 9. Bant sisteminin açık hali

4. SONUÇLAR

Bu çalışma neticesinde, tarım sektöründe sıklıkla kullanılan pancar hasat makinesinin 4 ana bölümü (damper sistemi, pozisyon değiştirici sistem, hazırlayıcı sistem, bant sistemi) ele alınıp bu bölümlerin hidrolik devre elemanlarıyla kontrolünü sağlayan hidrolik devrenin tasarımı ve simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

- Bu çalışmayla hidrolik kontrollü pancar hasat makinesinin katı modeli oluşturulmuştur. Katı modeli oluşturulan hasat makinesinin hidrolik devresi tasarlanıp Fluid-Sim hidrolik paket programıyla simülasyonu gerçekleştirilmiştir.
- Tasarlanan bu makineyle pancar hasadında işgücüne minimum seviyede ihtiyaç duyulacak olup bu sayede, hasadın verimi çok daha yüksek olacaktır.
- Yapılan bu çalışma sayesinde mevcut pancar hasat makinelerine kıyasla tasarlanan bu makinenin iz genişliği değiştirilip yol pozisyonu daha güvenli hale getirilerek olası kazaların önüne geçilebilecektir. Ayrıca bu çalışmayla daha seri bir şekilde pancar hasatını gerçekleştirip daha emniyetli bir şekilde çalışan bir hasat makinesinin hidrolik devre tasarımı gerçekleştirilmiştir.
- İleriki çalışmalarda, tasarlanan hidrolik devrenin kontrolünün elektro-hidrolik devre elemanlarıyla gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Anonim, Hidrolik Sistemler, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Makine Teknolojisi, Ankara, 2005.
- [2] F. Kartal. Hidrolik ve Pnömatik, Modul Yayınevi, 2006.
- [3] A. Esposito. Fluid Power with Application, 7th ed., Prentice Hall International Editions (UK) Ltd, 1994.
- [4] V. Temiz, Hidrostatik Güç İletimi. Ders Notu, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2019.
- [5] O. Taşkan. Hidrolik Motor Sisteminin Konum Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [6] E. Karaçar, "Hidrolik ve Pnömatik Alternatif Çözüm: Doğrusal Motorlar", II. Ulusal Hidrolik ve Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir, 2001.
- [7] M. Kocabaş. "Hidrolik Sistemlerde Oransal ve Servo Valfler", 1. Ulusal Hidrolik ve Pnömatik Kongresi, İzmir, 1999.
- [8] U. Erdoğan, "Mekanik olarak Çalışan Giyotin Makasını Yüksek Hızda Çalışan Hidrolik Giyotin Makasına Dönüştürülmesi", VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, İzmir, 2011.
- [9] C. Şahin, G. Özcan. "Hidrolik Oransal Servo Uygulamaları ile Roller Pres Modernizasyonu", VII. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 2014.
- [10] İ. Aydın, S. Arslan, "Pamuk tepe kesme makinesi tasarımı", Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, c. 12, s. 2, 141-147, 2016.
- [11] U. Yaman, El. Konukseven, HU. Akova, S. Demirel. "Dağ Treni Hidrolik Fırlatma Sistemi Tasarımı", VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, İzmir, 2011.
- [12] C. Karaca, CG. Dengiz, K. Yıldızlı. "Boru Bükme ve Delme Tezgâhı Hidrolik Devre Tasarımı ve Simülasyonu", VIII. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, İzmir, 2017.
- [13] CG. Dengiz, MC. Şenel, E. Koç. "Endüstriyel Beton Pompası Hidrolik Devre Tasarımı ve Simülasyonu", VII. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, İstanbul, 2014.
- [14] MC. Şenel, "Uçak İniş Takımları İçin Hidrolik Devre Tasarımı ve Simülasyonu", 5th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences, Konya, 2023.
- [15] Anonim, Hidrolik Sistemler-Hasat Makineleri Ders Notları, Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü, Ankara, 2023.