

YÜK TAŞITLARI ARKA KAPAĞININ LİFT GİBİ ÇALIŞMASINI SAĞLAYAN BİR MEKANİZMANIN TASARIMI

Abdurrahman KARABULUT

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi,
Makina Eğitimi Bölümü, AFYON

ÖZET

Bu çalışmada, kasalı taşıyıcıların kasa arka kapaklarının bir yükleyici mekanizması gibi kullanılması incelenmiştir. Arka dingilden sonra kasanın altına bağlanabilen ve kapağın dönerek açılmasını, daha sonra paralel olarak inip çıkmasını sağlayan bir mekanizma tasarlanmıştır. Mekanizma çift etkili bir hidrolik silindir tarafından tahrik edilmektedir. Hidrolik silindirin tam kurs boyunda kapak yere inmektedir. Kapağın dönme hareketi sonunda mekanizma içinde bulunan ek bir sistem yardımıyla kapağın öteleme hareketine geçişi sağlanmaktadır. Mekanizmada; döner çift, kayar çift ve C_s tipi mafsallar kullanılmıştır. Mekanizma ağırlığı hariç, sistemin kaldırma kapasitesi 300 daN, kaldırma süresi yaklaşık olarak 8 saniyedir.

Anahtar Kelimeler : Mekanizma, Dört Çubuk Mekanizması, Kayar ve Döner Çiftler, Tasarım, Taşıyıcı Mekanizma.

DESIGN OF A MECHANISM ENABLING THE BACK DOOR OF LOAD VEHICLES TO WORK AS A LIFT

ABSTRACT

In this study, the use at back door of load vehicles, carriage as a lifting mechanism was investigated. A mechanisms, which can be mounted underthe carriage beyond the near axle and enables the door to open by rotating and to lower and to lift parallel to the ground, has been designed. The mechanism is derived by a double action hydraulic cylinder. In the full course of the cylinder, the door reaches to the ground. At the end of the door rotation, by the help of a secondary system, the door begins to translate. The mechanism including rotating couple, sliding couple and C_s type joints has 11 links. The capacity of the lift is 3 kN and lifting time is 8 seconds.

Keywords: Mechanism, Four Rod Mechanism, Couple Sliding Couples, Design, Lifting Mechanism

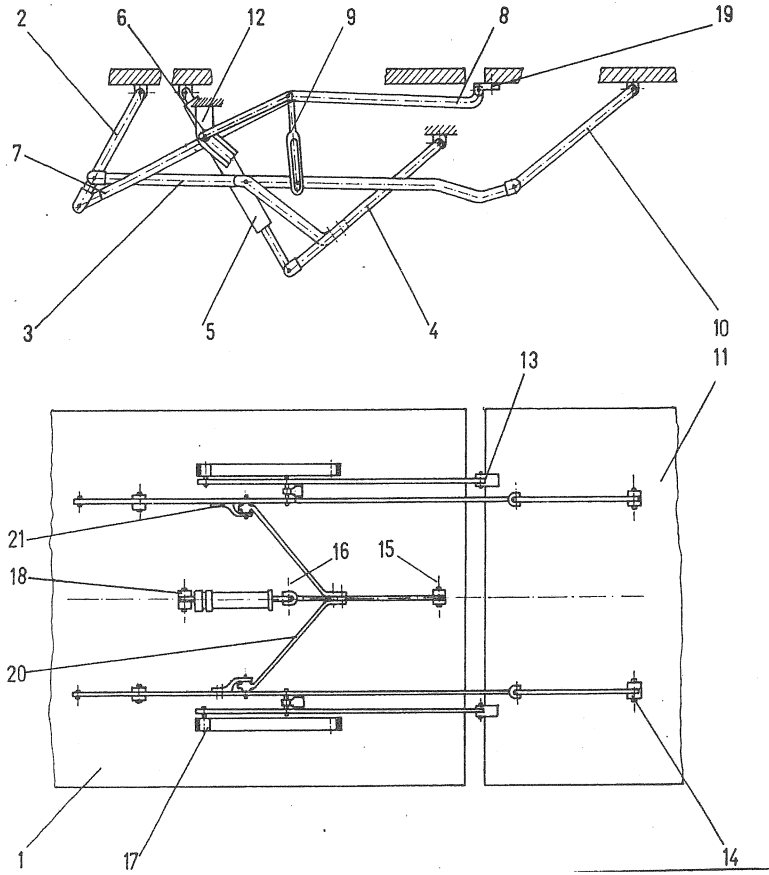
1. GİRİŞ

Günümüzde, taşıyıcı araçlara yükleme ve boşaltma işlerinin yapılmasında bazı makinalardan faydalanılmaktadır. İnsan gücüne dayanan teknolojiye işçilik, zaman ve maliyet gibi önemli kavramlar bakımından, yerini makinalara bırakmaktadır. Taşımacılıkta kullanılan kamyon ve treylerin yüklenmesi ve boşaltılması insan gücüne bağlı bir işçilikle yapılmaktadır. Bu araçlara metaryalin yüklenmesi ve boşaltılmasında işçinin enerji tüketimini azaltacak ve zaman tasarrufu sağlayacak bir yaklaşım üzerinde durulmuştur. Bu amaçla, kamyonların açılıp kapanan arka kapağının metaryalin yüklenmesi sırasında, bir lift gibi kullanılması planlanmıştır. Kapağın 90 derece açıldıktan sonra, yer düzlemine paralel olarak inip-çıkması düşünülmüştür. Bunun için, çift etkili hidrolik bir silindire çalışan; kapağa önce dönme, sonra ötelenme hareketi yaptıran bir mekanizma tasarlanmıştır [1]. Ülkemizdeki kamyonlarda henüz buna benzer mekanizma mevcut değil, fakat Avrupa'da benzeri mekanizmalar yükleyici olarak kullanılmaktadır.

2. MEKANİZMANIN ÇALIŞMA PRENSİBİ

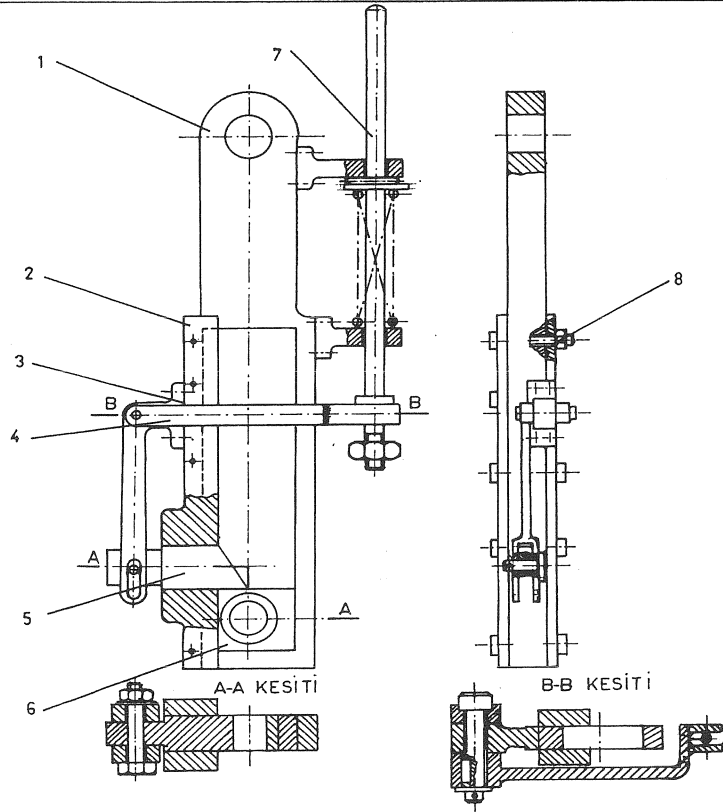
Kamyon ve treylerin arka kapağını bir taşıyıcı gibi kullanılmasını sağlayan mekanizmanın Şekil 1'de şematik resmi gösterilmiştir. En az iki kinematik çifti bulunan rijit cisimlere mekanizma tekniğinde uzuv ismi verilmektedir. Mekanizma A_0 , B_0 ve C_0 noktalarından kasanın altına bağlanmıştır. Taşıyıcı kasası 1 numaralı uzuv; kapak ise, 11 nolu uzuvdur. Mekanizma kasa altında iki adettir. Mekanizmayı tahrik eden çift etkili hidrolik silindirin bir ucu C_0 noktasından kasa altına, diğer ucu C noktasından mekanizmaya bağlıdır. Silindirin açılıp-kapanması motor tarafından beslenen bir pompa yardımıyla gerçekleştirilmektedir [2]. F ve G noktalarından mekanizma kapağa bağlıdır.

Mekanizma kapağa iki hareket yaptırmaktadır. Bunlardan biri dönme, diğeri öteleme hareketidir. Birincisinde, kapak F mafsalına göre 90 derece döner; ikincisinde, kapak yere paralel bir şekilde öteleme hareketiyle inmesidir. Öteleme hareketine geçişi Şekil 2'de görülen 9 nolu uzuv tarafından sağlanmaktadır. Mekanizmanın birinci hareketinin sonunda kasa altındaki yer değişimi sonucu 9 nolu uzuv üzerinde bulunan 7 nolu parçası kasaya çarparak 6 nolu parçanın Şekil 2'de görüldüğü gibi kanal içinde kaymasını sağlar Şekil 1'de 3 nolu uzuv D noktasından, Şekil 2'deki 6 nolu parçaya bağlı olmasından dolayı öteleme hareketi için şartlar sağlanmış olur ve kapağın yere paralel olarak hareketi gerçekleşir.



Şekil 1. Mekanizmanın şematik resmi

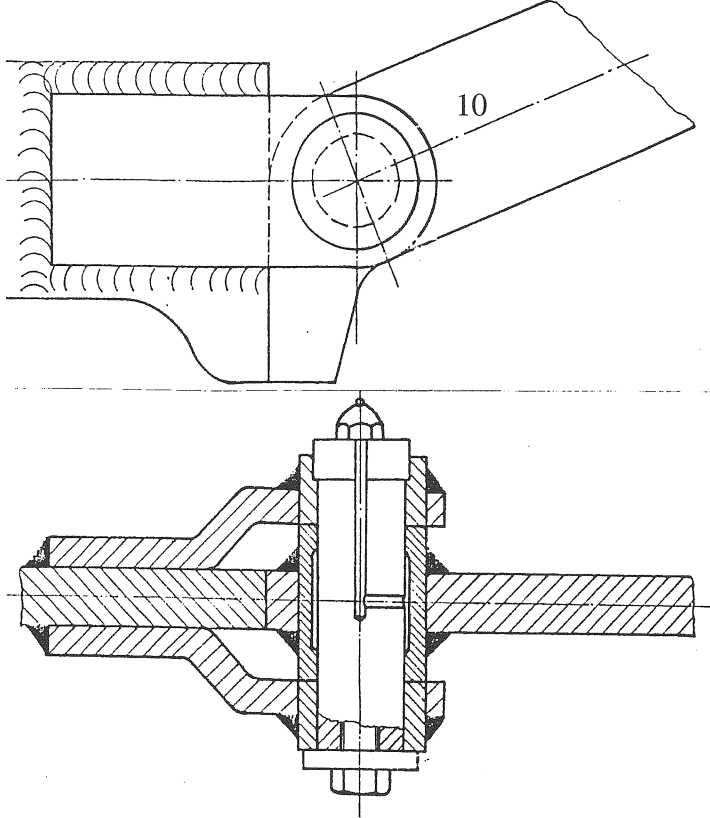
Mekanizmanın birinci hareketten ikinci harekete geçerken uzuv sayısında da bir değişme görülmektedir. Birinci harekette (Şekil 1) H mafsalı döner çift; ikinci harekette bu mafsal kilitlenerek 3 ve 10 nolu uzuvlar tek uzuv haline gelmektedir. H mafsalının detayı Şekil 3'te gösterilmiştir. H mafsalının Şekil 1'de görüldüğü pozisyondan saat dönüşü yönündeki hareketi engellenmiştir [1].



Şekil 2. Kapak hareketinin değişimini sağlayan mekanizma

3. MEKANİZMANIN SERBESTLİK DERECESESİ

Kinematik çift, iki kinematik elmanın birbirine göre hareketini sınırlayan, hareketli bir bağlantıdır [2]. Şekil 1’de görülen kapak mekanizması, dönme ve ötelenme olmak üzere iki hareket yapmaktadır. Bir yükleyici olarak kullanılması amaçlanan kapak sisteminde istenen hareketlerin sınırlandırılmasında toplam 11 adet uzuv kullanılmıştır [1].



Şekil 3. H mafsalsının kilit mekanizması

Şekil 4’de görüldüğü gibi bu uzuvların boyları ve bağlantı tipleri farklıdır. Uzun serbestlik dereceleri göz önüne alınarak her bir kinematik çiftin özellikleri belirtilmiştir. Kapak sistemi toplam iki hareket yapmaktadır. Kapağın 90 derece dönerek yatay pozisyona gelinceye kadar yaptığı hareket dönme, yer düzlemine konum değiştirmeden inmesi de öteleme hareketi olarak isimlendirilmektedir. Dönme hareketi sırasında mekanizma üzerinde 11 adet, ötelenme hareketinde ise 10 adet uzuv aktif olarak görev yapmaktadır. Ötelenme sırasında (Şekil 1) 3 ve 10 nolu uzuvlar “H” mafsallı kilitlenerek tek uzuv haline dönüşmektedir [1,2,3]. Bu pozisyondan sonra öteleme hareketi gerçekleştirmektedir. Bir mekanizmanın serbestlik derecesi

$$S=\lambda(u-m-1)+\sum S_i$$

eşitliği ile bulunur. Burada,

λ - uzay serbestlik derecesi

u- uzuv sayısı

m- mafsalsal sayısı

S_i - mafsalsalın serbestlik derecesi

S- mekanizma serbestlik derecesi olarak tarif edilir.

Mekanizmanın çalışma sırasında iki hareketi vardır. Bu hareketler için ayrı ayrı serbestlik derecesi bulunmuştur.

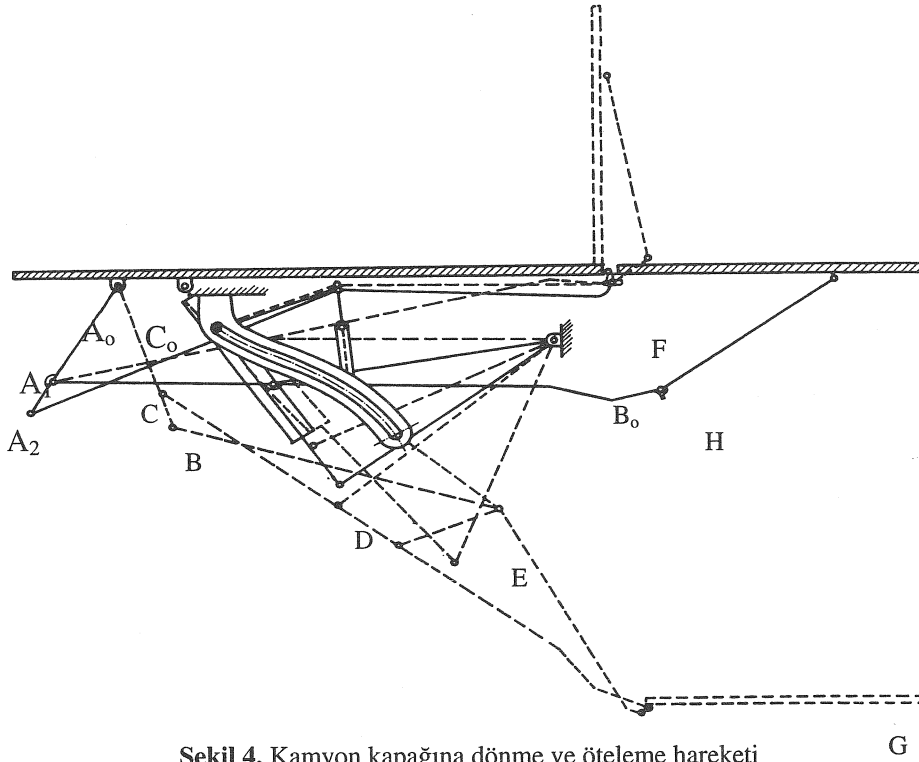
3.1 Kapağın Dönme Hareketi

Şekil 1’de gösterilen mekanizmanın genel yapısına göre kapak, “F” mafsalsalına göre dönme hareketi yapmaktadır. Bu hareket sırasında 2, 7 ve 8 nolu uzuvlar hareketsiz kalmakta; Çünkü, 9 nolu uzuv içindeki mekanizma Şekil 2 de görüldüğü gibi harekete geçer, D mafsalsal kaymaya başlar yani, 3. uzuv, 9. uzuv üzerindeki kanalda düşey yönde kayma hareketi yapmaktadır. Kapak, kasa seviyesiyle aynı düzleme geldiğinde, 10. uzuv ile 3. uzuv rijit hale gelerek bir tek uzuv konumunu almaktadır. Sistemin dönme hareketinden ötelenme hareketine geçişi; Şekil 2’deki 9. uzuv üzerinde bulunan ek bir mekanizma yardımıyla sağlanmaktadır [1]. Bu hareket için mekanizmanın 11 aktif uzvu, 15 mafsalsal ve toplam mafsalsal serbestlik derecesi 16 olarak elde edilmiştir. Mekanizmanın serbestlik derecesi

$$S = \lambda(u - m - 1) + \sum S_i$$
$$S = 3(11 - 15 - 1) + 16 = 1$$

olarak bulunur.

Bu hareketi sırasında mekanizma sadece 1 hareket yapar. Yani mekanizma planlandığı yönde dönme hareketini yapmaktadır. Diğer yönlerdeki harekete mekanizma müsaade etmez. Bazı durumlarda mekanizmanın çalışma şartları göz önünde bulundurularak serbestlik derecesi 2 yapılır. Bu durumda, mekanizma iki hareket yapmaktadır. Hareketin birisi ayar için kullanılmaktadır. Diğer ise, mekanizmanın çalışma hareketidir.



Şekil 4. Kamyon kapağına dönme ve öteleme hareketi

G

3.2 Kapağın Öteleme Hareketi

Kapağın yer düzlemine göre paralel konumunu değiştirmeden yukarı-aşağı hareketinde, 3. uzuv ile 10. uzuv "H" mafsalsındaki kilitlenmeden dolayı tek uzuv haline gelir (Şekil 1). Bu mekanizmada, belli bir seviyeden sonra Şekil 2'de görüldüğü gibi 7 nolu milin aşağı doğru hareketi sonucu 6 nolu parça kanal içinde yukarı doğru kaymaktadır. Şekil 1'de gösterilen "D" noktasının A₁ merkezine göre yukarı doğru hareketine sebep olacaktır. Böylece mekanizma öteleme hareketini gerçekleştirecektir. Bütün uzuvlar aktif, "D", "F" ve "G" mafsalları hem dönme hem de kayma özelliğini göstererek mekanizma ötelenme hareketini tamamlar [4,5]. Bu hareketi sırasında 10 uzuv, 14 mafsal ve 16 toplam mafsalı serbestlik derecesi vardır. Aynı eşitlik kullanılarak

$$S=3(10-14-1)+16=1$$

bulunur. Mekanizma bu hareketinde de 1 serbestlik derecesine sahiptir.

4. MEKANİZMANIN MONTAJI

Mekanizma, 11 uzuv ve değişik serbestlik derecesine sahip 15 mafsaldan oluşmaktadır. Bunların 10 adeti döner, 2 adeti kayar ve 3 adeti hem döner çift hem de kayar çift mafsallardır. Uzuvarın birbirine bağlantısı çok hassasiyet gerektiren bir konudur [6]. Mekanizma standard bir kamyonun altına üç eksen doğrultusunda beş noktadan arka dingilden sonraki boşluğa montajının yapılması planlanmıştır. 11 nolu uzuv olan kamyonun arka kapağı, sisteme iki eksen üzerinde bulunan dört noktadan bağlanmıştır [1,7]. Şekil 1’de görüldüğü gibi, kapağın birinci hareketinde, “F” mafsali dönme eksenini; yani, mekanizmanın öteleme hareketine başladığı sırada mekanizmanın kilitlenmesini engellemek için, iki serbestlik dereceli C_s - (Kayma ve dönme hareketini yapar), mafsal olarak görev yapmaktadır. “G” noktasındaki bağlantı, her iki harekette döner ve kayar bir mafsaldır. Kapağın, birinci hareketinde 3. uzuv ve 10. uzuv, “H” mafsalıdan dönme hareketi yapmasına rağmen; ikinci harekette H mafsalıdan Şekil 3’de gösterilen mekanizma yardımıyla kilitlenir. Böylece tek uzuv haline gelmektedir. Bütün mekanizma üzerindeki mafsal bağlantıları bir perno bağlantısı tipindedir. Bu amaçla bağlantıda kullanılan pimlerin makaslanması önlenmiş olacaktır. Kasa altına bağlı sistemin taşıdığı yük kasanın altına homojen olarak dağıtılmıştır. Mekanizma çift etkili hidrolik bir silindir tarafından tahrik edilmektedir. Bu silindir Şekil 1’de gösterildiği gibi mekanizmanın tam ortasından etkimektedir. Böylece yük kaldırma sırasında uzuvların burkulması önlenmiştir.

5. KAPAĞIN YÜK TAŞIMA KAPASİTESİ

Mekanizmanın ikinci hareketi olarak isimlendirilen ötelenme hareketinde kapak, yere paralel ve konum değiştirmeden inip-çıkılmaktadır. Kapağın herhangi bir noktasındaki yükten dolayı, kapağın yere göre konumu değişmemektedir. Mekanizma yerden kasa seviyesine kadar ötelenme sırasında ortalama 300 daN ağırlığındaki bir yükü yaklaşık 8 saniye bir zaman aralığında kaldırabileceği hesaplanarak bulunmuştur. Kapak üzerinde yükün kaldırılması ve indirilmesinde uzuvlara etkiyen kuvvetler aynıdır.

5.1 Kuvvet Analizi

Mekanizmadaki uzuvların üzerine gelen kuvvetleri bulmak için her uzuv ayrı ayrı serbest cisim diyagramları çizilir. Dengede olan bir cismin uzuvlar üzerindeki kuvvetlerin vektörel toplamı sıfır olması gerekir. Düzlemsel durumda Newton’un birinci prensibine göre iki denge bir moment denklemi yazılır. Böylece,

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \text{ ve} \\ \sum M &= 0\end{aligned}$$

eşitliklerine bağlı uzuvlara ait gerekli sayıda eşitlik oluşturularak bütün uzuvların üzerindeki kuvvetler bulunmuştur. Kuvvetlerin bulunması çok geniş bir hacime sahip olmasından dolayı buraya alınmadı. Yapılan kuvvet analizi sonucu yük kapağın herhangi bir noktasında taşınırken en fazla kuvvet etkisinde “B” ve “C” mafsalları kalmaktadır [8]. Kapağın üst orta noktasına etkiyen 300 daN luk kuvvete göre mafsallara gelen kuvvetler hesaplanmıştır. Buna göre en fazla yük taşıyan mafsallar kapak üst düzlemde iken, $F_B = 650$ daN ve $F_C = 544,5$ daN; kapak alt düzlemde $F_B = 793,7$ daN ve $F_C = 845$ daN şiddetinde kuvvetlere maruz kaldığı görülmüştür [1,8,9]. Mekanizmanın çalışma sırasında en fazla yükten etkilenen “B” ve “C” bağlantılarıdır. Bulunan kuvvetlerin kapak üzerinde taşınan yükten fazla olmasının sebebi mekanizmanın kasa altında dar bir alana bağlanmasından kaynaklanmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kamyon ve tarım arabası gibi taşıma işlerinde kullanılan araçların kasa arka kapaklarının hidrolik bir kaldırıcı gibi kullanımı amaçlanmıştır. Hesaplamalar esas olmak üzere, kaldırılacak yük 300 daN kabul edilmiştir. Mevcut yaklaşıma göre, kapağın kalkma zamanı yaklaşık 8 saniye kadardır. Farklı hidrolik pompa debileri için bu süre değişebilir.

Sistemin tasarlanmasında ve sistemin oluşturulmasında kamyon kasası esas alınmıştır. Sistem standard bir kamyonun arka kasasının arka kısmına montaj edilecek şekilde düzenlenmeye çalışılmıştır. Bağlantı ve kaldırma kol ve mekanizmanın tamamı kasa altına toplandığından kasa genişliğinde hiçbir artış olmamaktadır. Mekanizma kapalı ise en alçak noktasının yerden yüksekliği araç aks ekseninden daha yüksektir. Dolayısıyla mevcut toprak aralığı da korunmuş olacaktır.

Tasarlanan mekanizmanın daha sadeleştirilmesi mümkün olabilir. Böylece mafsal sayılarında ve mekanizma uzuvlarında yapılacak azalmayla sistemin daha boşluksuz ve kararlı çalışması sağlanabilir. Çalışmada kasa kapağının yükselme ve dönüp kapanma hareketi çift etkili hidrolik bir silindir tarafından sağlanmıştır. Bu silindir kasa altından simetrik noktadan mekanizmaya bağlıdır. Kapağın dönüp kapanma hareketi sonrasında silindir kurs boyu sıfır olacak şekilde toplanmış durumda kasanın altına yerleşmektedir.

KAYNAKLAR

1. Karabulut A., Kamyon ve Trayler Kasaları İçin Yükleme Platformu Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1990).
2. Karacan İ., Hidrolik ve Pnömatik, Teknik Eğitim Fak. Matbaası, Ankara, (1986).
3. Söylemez E., Mechanisms, Middle East Technical University, Ankara, (1979).
4. Karelin V. S., Numerical Method of For Determining Positions of Links of High-Class linkages, Machine Theory and Mechanism, 27(4), 403-414, (1992).
5. Yang A. T., Pennock G. R., Instantaneous Invariants and Curvature Analysis of A Planar Four-Link Mechanism, University of California, 116(4), 1173-1176., (1994).
6. Morita N. and Yamamoto A., Others Dinamic Design of Four Link Mechanism Nippon Kikai Gakkai Ronbunshu, C Hen/Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, 59(558), 227-232, (1993).
7. Willes H., Rothbort N., Kinematics of Mechanics, over Publications Inc., New York, (1967).
8. Shigley J. E., Mechanical Engineering Design, McGraw-Hill Book Company New York, (1986).
9. Ferdinand B and Johnston E, R., Mechanics of Materials, Mc Graw-Hill, Tokyo, (1981).