

## DÖNME VE ÖTELEME HAREKETİ YAPAN OTOMOBİL ÖN CAM SİLECEĞİNİN KİNEMATİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Ahmet Nazim TUNUR<sup>1</sup>, Abdurrahman KARABULUT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> AKÜ- Çay Meslek Yüksek Okulu, AFYON

<sup>2</sup> AKÜ- Teknik Eğitim Fakültesi AFYON

### ÖZET

Bu çalışmada, otomobil ön cam sileceği incelenmiştir. Ön camda kullanılan çiftli silecek yerine, aynı işi gören tekli bir silecek sisteminin kinematik analizi yapılmıştır. Sistem, silme alanı üzerinde öteleme ve dönme olarak iki hareket yapmaktadır. Bu hareket iç içe bağlı üç grup mekanizma yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Silme pabucu, silme alanının her noktasında aynı hıza sahiptir. Ön camın yaklaşık % 86 sı silinebilmektedir. Üçüncü grupta bulunan krank kolu ölçüleri uygun sınırlarda değiştirilerek silme alanı artırılmıştır. Güç kaynağının orta kademesinde, mekanizma 1.36 sn de 1 kurs yapmaktadır. Sistemin üçüncü grubunda yer alan kurs mili üzerinde yapılan değişikliklerle silme pabucunun kenarlarına çarpması kontrol altına alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler** : Dört çubuk mekanizması, cam sileceği, dört çubuk mekanizmasının kinematik analizi.

### KINEMATIC ANALYSIS OF A ROTATING AND TRANSLATING WINDSCREEN WIPER FOR AN AUTOMOBILE

#### ABSTRACT

In this study, Automobile frontglass wipers have been examined kinematic analysis of a single wiper system, which perform same work like paired wiper used on front glass, was made.. The system performs two movement on wiping area as turning and displacement. This movement realized with three groups mechanism which are interior wiper slipper, has same velocity on wiping area Crank-Shaft, where in the third group, size changed in

possible constrains and then wipe area increased approximately. Approximately 86 % of front glass can be wiped. In the middle stage of power source, the mechanism makes 1 stroke in 1.36 seconds. Wiper slipper strike to sides controlled with changing course shaft where located in third group of system.

**Keywords :** Four link mechanism, windscreen wiper, kinematic analysis of four link mechanism.

## 1.GİRİŞ

Otomobil teknolojisinin günümüzdeki hızlı gelişimi insanların otomobil kullanımını daha kolaylaştırmaktadır. Otomobil üzerinde bulunan elemanlar ve parçalar her geçen gün en mükemmel bir şekilde amaca uygun olarak tasarlanmaktadır. Otomobil teknolojisinde üreticiler arasında teknolojik bir rekabet başlamıştır. Her üretici diğerinden farklı ve göze hoş gelen aynı zamanda otomobilin konforunu da iyileştiren yeniliklerle piyasada pazar payını artırmaya çalışmaktadır. Teknolojik gelişmeye ayak uyduramayan, ürettiği aracı yenileyemeyen üreticiler bu yarışta geri kalmaktadırlar. Bir otomobil binlerce parçadan ve gruplardan oluşmaktadır. Otomobilin dış görünüşünü ve konforunu artıran bir grup montaj olan tekli silecek mekanizması bunlardan biridir. Silecek mekanizması otomobil üzerindeki görünümü ve yaptığı iş bakımından dikkat çeken üstün bir teknoloji ürünüdür. Bu sistemin iç içe birkaç mekanizmayı bünyesinde barındırmış olması ve bunların hepsinin bir şasiye monte edilmesi ve hacimden tasarruf sağlanmasıyla, tekli sistem daha az yer tutmakla silme alanını artırmakta ve dış görünümü de hoş göstermektedir. Bu iyi yönlerine rağmen maliyeti oldukça yüksek olduğu için kullanımı şu anda yaygın değildir.

Yapılan çalışmada ön camda kullanılan çiftli silecek yerine, aynı işi gören tekli bir silecek sisteminin kinematik analizi yapılmıştır. Doğru akımla beslenen bir dinamo tarafından tahrik edilen sistem, silme alanı üzerinde öteleme ve dönme olarak iki hareket yapmaktadır. Bu hareket iç içe bağlı üç grup mekanizma yardımıyla

gerçekleştirilmektedir. Birinci grup dört çubuk mekanizması, ikinci grup dişli mekanizması ve üçüncü grup krank-biyel mekanizmasıdır.

Sistemin daha fazla kullanım seçeneği olmasına rağmen yalnız birinci ve ikinci kademedeki çalışması kinematik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Ayrıca yapılan değişikliklerle mekanizma, hız ve zaman ilişkileri araştırılmıştır. Çalışmada mekanizmadaki değişikliklerin camın silme alanına olan etkileri gerçek ölçüler üzerinden ortaya konulmuştur.

## 2.MEKANİZMANIN ÇALIŞMASI

Hangi amaçla yapılmış olursa olsun her makinada ve benzerlerinde birden çok mekanizmaya rastlamak mümkündür. Bütün mekanizmaların prensip olarak müşterek bir fonksiyonu ve yapısı olduğu söylenebilir.

“Mekanizma, hareket ve kuvvet iletmek veya dönüştürmek veya rijit cisme ait bir noktanın belirli bir yörünge üzerinde hareket etmesini sağlamak amacıyla birbirine mafsallanmış uzuvlardan oluşan mekanik düzenlerdir.”

Bu tanıma göre herhangi bir mekanizma iki temel görevi gerçekleştirmek üzere yapılmıştır. Mevcut hareketi ve kuvveti iletmek veya dönüştürmek, cisme (mekanizma uzvuna) ait bir noktanın belirli bir yörünge üzerinde hareketini gerçekleştirmektir.

### 2.1 Mafsal Serbestlik Derecesi

“Bir mafsalın serbestlik derecesi ise, o mafsaldaki birbirinden bağımsız izafi hareketlerin sayısı” olarak tanımlanır. Bu tanıma göre serbestlik derecesi  $S_i = 1$ ’ den,  $S_i = 5$ ’e kadar mafsallar tasarlamak ve yapmak mümkündür. Mafsal serbestlik derecesi  $S_i = 0$  olması eleman çiftlerinin bir tek katı cisim olması ve  $S_i = 6$  ise eleman çiftlerinin birbirinden bağımsız, serbest olması anlamına gelir.

### 2.3 Silecek Mekanizmasının Tamamının Serbestlik Derecesi

Silecek mekanizması iki guruptan oluşur. Her gurubun hareket türü farklıdır. Birinci grupta dört çubuk mekanizması yardımıyla belli açıda sistemin merkezine dönme hareketi verilir. İkinci gruptaki krank-biyel mekanizması ise doğrusal hareket meydana getirir. Sistemin tamamını göz önüne alırsak toplam iki hareket ortaya çıkar

Buna göre sistemin mafsalsayı Şekil 1.3 göz önüne alınarak 10 adet döner ( R ), bir adet kayar ( P ) olmak üzere toplam 11 adettir.

Mafsalların serbestlik derecesi her ikisinde de 1 olmasından dolayı toplam mafsalserbestlik derecesayı 11 dir. Toplam uzuv sayısı 9 adettir. Aynı eşitlik kullanılarak:

$$S = 3 ( 9 - 11 - 1 ) + 11$$

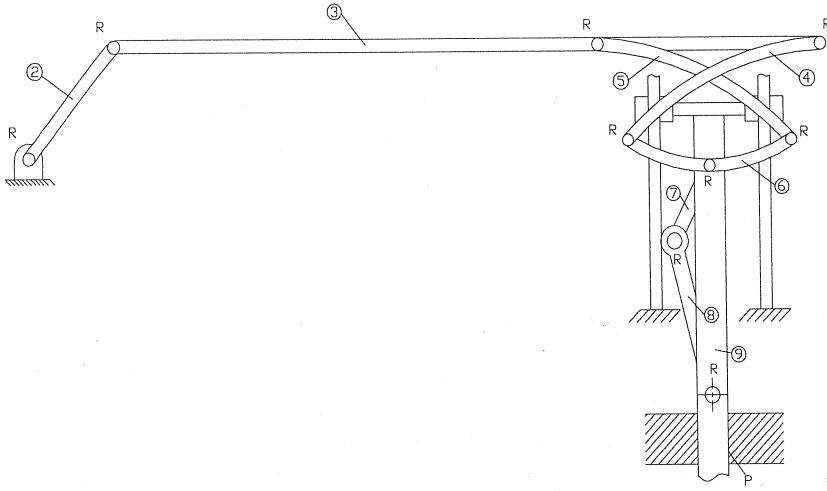
$$S = 2$$

olarak bulunur. Burada silecek mekanizmasının serbestlik derecesi 2 bulunmuştur. Birincisi; sileceğin cam üzerinde sarkaç salınım hareketi, ikincisi; dönme sırasında dönme yarıçapını değiştiren krank-biyel mekanizmasının hareketi olarak ortaya çıkmaktadır.

---

### 3. MEKANİZMANIN KİNEMATİK ANALİZİ

Mekanizmayı tahrik eden doğru akımla çalışan bir elektrik motorudur. Motor devri yüksektir ancak bu devir belirli aşamalardan geçerken düşürülmesi gerekir. Silecek pabuçlarının sürücü görüşünü engellemeyecek bir hızda çalışması gereklidir. Elektrik motorunun hızı bilinmektedir, sileceğin hızı ise buna bağlı olarak her mafsalsayı için ayrı ayrı bulunmuştur.



Şekil 1.1 Silecek Mekanizması

### 3.1 Silecek Milinin Hızı

Yapılan hesaplamalar neticesinde silecek milinin doğrusal hareketi 1 m/s bulunmuştur. Yani silecek çubuğuna ait krank-biyelin iki tur dönmesi sonucunda çubuk iki ileri iki geriye hareket yapmaktadır. Yalnız her noktada bu hız değeri değişir ölü noktalarda yani dönüş noktalarında milin hızı sıfır, ivme maksimum değere çıkmaktadır.

### 3.2 Bir Kurs Boyunca Silme Zamanı

Motor tarafından tahrik edilen dört çubuk mekanizmasındaki AB kolu bir dönme yaparsa buna bağlı mekanizma yardımıyla oto camındaki silme çubuğu iki kurs yani bir gidip- gelme hareketi yaparak silme işlemini yerine getirmektedir. Bu bakımdan camın tamamını silen çubuğun zamanı AB kolunun bir tur dönme zamanı olarak bulunur.

### 3.2 Bir Kurs Boyunca Silme Zamanı

Motor tarafından tahrik edilen dört çubuk mekanizmasındaki AB kolu bir dönme yaparsa buna bağlı mekanizma yardımıyla oto camındaki silme çubuğu iki kurs yani bir gidip- gelme hareketi yaparak silme işlemini yerine getirmektedir. Bu bakımdan camın tamamını silen çubuğun zamanı AB kolunun bir tur dönme zamanı olarak bulunur.

#### 3.2.1 Düşük Devirde Bir Kurs Boyunca Geçen Zaman

Motorun mili sonsuz vida ve dişliye bağlı olmasından dolayı belli oranda devir düşürülmüş oluyor. Sonsuz vida çarkından çıkan devir ile AB elemanın devri aynıdır.  $\omega_{AB} = 44$  dev/ dak ile çalışır (Düşük devirde). Ayrıca sabit bir hızda bir tur dönüş için gereken zaman 1,36 sn olarak bulunur.

#### 3.2.2 Yüksek Devirde Bir Kurs Boyunca Geçen Zaman

Motorun yüksek devrinde (yani II. kademedede) yaptığı hız  $\omega_{AB} = 68$  dev/ dak veya 7.11 rad /sn dir. Bir tur dönüş için geçen zaman ise 0.88 sn dir.

## 4. AB KRANK BOYUNDAKİ DEĞİŞİKLİĞİN ETKİSİ

Orjinalinde 42 mm olarak verilen AB kolu 38 mm olarak değiştirilmiş, silecek mekanizmasının taradığı alan ve silme hızı azaltılmıştır. B noktasında motorun en düşük hızı

$V_H = 0,895$  m/s olarak bulunur.

$V_H$  yönü silecek milinin hareketi doğrultusunda meydana gelir.

Sonuç olarak AB çubuğunda yapılan değişiklik neticesinde motorun düşük devrinde silecek milinin doğrusal olarak 0,895 m/s hızla hareket etmesi sağlanmıştır. Yüksek devirde yani  $\omega_{AB} = 7,11$  rad/s (68

dev/dk) daki hızı bulmak istersek, ilgili bölümden itibaren bu değeri uygulayarak sonuca varmamız mümkündür.

Böylece elde ettiğimiz rakamlar gösteriyor ki AB çubuk boyunun kısalmasıyla silecek mili hızından bir miktar kaybetmiştir. Bu problemi sileceği ikinci veya üçüncü kademede çalıştırarak giderebiliriz.

#### 4.1 Toplam Silinen Cam Alanı

Standart üretim binek otolarda tek silecek mekanizması kullanıldığı takdirde silinen alan yaklaşık % 86 dır. Bu oran iki silecekli sistemlerde daha düşük çıkmaktadır. Cam alanı ve bu alan üzerinde silinen kısmın hesaplanması için öncelikle orjinal model üzerinden cam ölçüleri alınır. Daha sonra 1/10 ölçekli çizim üzerinde yapılan hesaplamalar neticesinde cam açınımlı alanı ve bu alan içindeki silinen kısmın miktarı bulunur.

$$\text{Cam alanı} \quad A = 872560 \text{ mm}^2$$

Silinen alan  $\cong$  % 86 olduğundan, bu da bize  $SA \cong 750400 \text{ mm}^2$  değerini vermektedir.

#### 5. KRANK-BİYEL MEKANİZMASININ AMACA UYGUN TASARIMI

Camın silinen yüzeyi ile doğrudan ilgili krank-biyel mekanizması üzerinde yapılan değişiklikler camın yüzeyindeki silinen alanı etkiler. Krank kolundaki belli oranda kısalma sonunda silinen alanda da bu orana bağlı olarak azalma olacaktır. Cam silgisinin çalışmasını rahatlatmak cam kenarlarındaki lastiklere sürtünmesini önlemek için böyle bir planlama yapılmıştır. Bu değişiklikte sürücünün görüş alanının korunması gerekir. Bu araştırmanın gayesi daha ekonomik bir çalışma ortamı sağlamasıdır. Bunun yanında tasarlanan sistemin

sürücünün araç kullanımını etkileyecek ve herhangi bir mekanik aksaklığa sebep olabilecek taraflarının da ortadan kaldırılması gerekir.

Krankın ilk hali = 37 mm

Krank kolunda bir miktar kısalma yapılarak, krank EF =32 mm olarak sisteme monte edilmiştir. Bunun sonucunda camın silecek alanı azalmıştır. Orjinal cam üzerinden silinen alanın açılımı boyu 2230 mm dir.

EF = 32 mm alındığında tüm çevreden 5 mm lik bir azalma olacağından,  $\cong$  % 84 lük bir alanı silmiştir.

Krank kolunun uzaması halinde :

Yani 37 mm yerine EF = 42 mm alındığı takdirde,

Yaklaşık olarak % 87,3 lük bir alan silinmiştir.

Krank kolu 32 mm alındığında çıkan değerler yerine konulduğunda silecek milinin hızı  $V_H = 0,765$  m/s olarak bulunur.

Otomobil ön camında sileceğin emniyetli, uygun şartlarda çalışmasını sağlamak ve bununla beraber silecek pabucunun rahat gidip gelmesinin düzgün bir geometrisinin görülmesi gerekir. Kenar boşluklarının uygun şekilde ayarlanması önemlidir. Silecek milinin bağlı bulunduğu EF krank boyunda yapılan değişiklik sonucu milin kurs boyu kısalır. Böyle bir çalışma ile silecek kolunun cam yüzeyinde izleyeceği alan değişir.

Değişen değerler neticesinde toplam cam alanının % 84' nün silinebilmesi sağlanmıştır. Bu bir sürücü için yeterli bir alandır. Yine kinematik yönden sistem ele alınırsa düşük devirde cam silme süresi 1.36 saniyede ; yüksek devirde ise silinme süresi 0.88 saniye hesaplamalar sonunda bulunmuştur.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sistemin düşük devirde kinematik analizi yapılarak silme işlemini 1.36 sn.de tamamladığı hesaplanmıştır. Silme pabucu, cam yüzeyinde



hareket halindeyken bütün noktalarda hızı sabittir. Silme pabucu cam yüzeyinde dönme ve öteleme olmak üzere iki hareket yapmaktadır. Dönme hareketi camın kenar bölgede, öteleme hareketi camın orta bölgesinde oluşmaktadır. Böylece cam yüzeyinde büyük bir alanın silinmesi mümkün olmaktadır. Krank-biyel mekanizması üzerindeki uygun sınırlarda uzuvlar üzerindeki ölçü değişikliği yapılarak yaklaşık silme alanı % 87,3'e çıkarılmıştır. Cam silinme alanının artmasında ve azalmasında birinci etkili olan ikinci grup diye isimlendirilen krank-biyel mekanizmasıdır. Uygun ölçü sınırlarında ayarlanması halinde maksimum tarama alanı oluşturulabilir (% 87,3). Bu amaç doğrultusunda sistemin çalışmasını en uygun kılan krank ölçüsü 42mm olarak belirtilmiştir.

Sistemin maliyetinin yüksek olması bu aşamada kullanımı sınırlandırmakta dar alanda kullanma imkanı vermektedir. Ancak ileride yapılacak çalışmalarla daha sade bir yapıya sahip bir mekanizma oluşturabilirse ve çalışma şartları iyileştirilebilirse birçok araçta kullanma imkanı olabilir.

Mekanizma olarak karışık bir yapıya sahip bulunması çalışma hassasiyetinin büyük olduğu ortaya koymaktadır. Uzuv sayısının fazla olması bilindiği gibi çalışmasını engelleyen faktörlerin çok olması demektir. Çünkü hareket etme sırasında serbestlik dereceleri farklı olan uzuvların mekanizma serbest derecelerine etkileri büyüktür. Bir uzuv' un kilitlemesi mekanizmanın kilitlemesi anlamına gelir. Bütün mekanizma çalışmaz. Bu bakımdan yapılacak değişikliklerde ve tasarım sırasında dikkatli olunması gerekir. Sistem üzerinde yapılan her değişiklikte mekanizma serbestlik derecesinin kontrol edilmesi gerekir.

Yapılan çalışmada sistem iki grup halinde incelenmiş her bir grup için mekanizma serbestlik derecesi 1 bulunmuştur. Sistemin tamamının serbestlik derecesi 2 bulunmuştur. Sistemin 2 hareketinin anlamı şu şekilde yorumlanmıştır :

- 1-Dört çubuk mekanizmasının hareketi ,
  - 2-Krank-biyel mekanizmasının kurs mili hareketi
- olmak üzere toplam iki hareket yapmaktadır.

Sonuç olarak bu mekanizmada AB kolunun (2 nolu uzuv) ölçüsünün düşürülmesi ile camı silme hızının biraz düştüğü gözlenmiştir. Krank biyel mekanizmasında yapılan değişiklikle de silecek milinin daha az bir alanı taraması sağlanmıştır. Bunun neticesinde sistemin spor tipli küçük otomobil camlarına uygulanmasının mümkün olacağı veya daha az bir alanın temizlenmesinin yeterli olacağı arka camlarda kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Bu uygulamalar neticesinde aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

- Mekanizmanın kapladığı alan azaltılabilir (hacimsel küçülme sağlanır).
- Uzuvların küçülmesiyle birlikte daha düşük güçte bir elektromotor kuvveti ile enerji sarfiyatının azaltılması, böylelikle aracın şarj sisteminin ve akümülatörünün korunması düşünülebilir.
- Daha ince ve kısa silecek mili üretilebilir.
- Bütün bunların neticesinde daha ekonomik bir üretim sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

[1] KÖSEOĞLU. M. , YILMAZ. Y. Mekanizma Tekniği. , İstanbul Teknk Üniversite Matbaası . İSTANBUL. (1987)

[2] SÖYLEMEZ. E. Mechanisms. Middle East Technical University. ANKARA. (1979)

[3] BEER. F. P. , JOHNSTON. E.R . Mühendisler için Mekanik; Dinamik. TAMEROĞLU.S.S. , ÖZBEK T. , Birsen Yayınevi , İSTANBUL. (1979)

[4] Binek Araçları Atölye El Kitabı. , Mercedes - Benz, İSTANBUL (1987)

[5] KARABULUT. A. Yüksek Lisans Tezi ,Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. , ANKARA (1990)

- [6] PASİN. F. Makine Dinamiđi, Birsen Yayınevi İSTANBUL (1983)
- [7] HEİN.K. “Applied Kinematics” Mc Graw-Hill Book Co.New York, (1967)
- [8] REULEAUX. F., “The Kinematics of Machinery”. Dover Publications Inc. New York (1980)
- [9] LİCHTENHELDT. W. ,Mekanizmaların konstrüksiyonu. İTÜ.Mühendislik Fakültesi. Sayı 103 , İSTANBUL (1975)
- [10] KEÇELİOğLU. G., Mekanizma Tekniği, Ege Üniversitesi Tekstil Bölümü No.1 İZMİR (1975)
- [11] AKKURT. M., Makine Elemanları, Birsen Yayınevi, İSTANBUL. (1993)

