Güneş Panelleri ile Desteklenmiş Pnömatik Hareket Mekanizması Tasarımı ve İncelenmesi

Gürkan SOY[a], Gürcan SAMTAŞ[*b], Salih KORUCU[c]

[a]Uzer Makina ve Kalıp Sanayi A.Ş., Kocaeli, Türkiye
[b]Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Bölümü, Beçi Yörükler, Düzce, Türkiye
[c]Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Beşevler, Ankara, Türkiye

ÖZET

Dünyamız için güneş enerjisi, temel bir enerji kaynağıdır ve günümüzde bu enerjinin taşıtlarda kullanımı çok yaygın değildir. Sebebi ise mevcut teknoloji ile güneş panellerinin hareket eden nesneler (taşıtlar vb.) üzerinde verimli olmamasıdır. Bu çalışmada, pnömatik yapay kaslar ve pnömatik devre elemanları kullanılarak bir hareket mekanizması geliştirilmiş ve bu mekanizma için gerekli olan basınçlı havanın üretiminde kullanılan enerji, güneş panelleri ile sağlanmıştır. Hava tankını basınçlandırmak amacıyla iki adet kompresör kullanılmış ve bu kompresörlerin enerji ihtiyacı, üç adet kuru tip ve 12V 6Ah akülerle sağlanmıştır. Akü şarjları için, iki adet fotovoltaik panelden faydalanılmıştır. Çalışma sonunda panellerin ve akülerin performansının değerlendirilmesi amacıyla şarj deneyleri, hareket mekanizmasının kontrol etmek için hareket deneyleri yapılmıştır. Şarj deneylerinde 60 ve 90 Watt gücündeki iki adet güneş panelinin paralel bağlanmasıyla elde edilen 150 Watt güneş panelleriyle ile boş aküler 2.5 saatte şarj edilmiştir. Hareket deneylerinde aracın en iyi performansı 50 kg ağırlıkla elde edilmiştir. Araç bu ağırlık kullanılarak ortalama 0.45 m/s hızla maksimum 50 metre yol almış ve bu yolu 112 saniyede tamamlamıştır.

Anahtar kelimeler: Hava ile çalışan araç, güneş panelleri, alternatif enerji

Design and Evaluation of Pneumatic Movement Mechanism Supported With Solar Panels

ABSTRACT

Solar energy for our world is a basic energy source, and nowadays the use of this energy in vehicles is not very common. The reason is not still efficient on moving objects (vehicles etc.) at existing technology. In this study, the movement mechanism is developed using the pneumatic artificial muscles and pneumatic circuit elements, and the used energy to generate the pressurized air required for this mechanism is provided by solar panels. Two pcs compressors were used to pressurize the air tank and energy requirement of these compressors were provided with three dry type 12V 6Ah batteries. For the charging batteries benefit from two pcs photovoltaic panels. At the end of the study, battery charge experiments to evaluate performance of solar panels, and motion experiments to control of movement mechanism were conducted. In charging experiments, batteries were recharged in 2.5 hours with150 watt solar panel obtained by a parallel connection of 60 and 90 watt solar panels. The best performance in motion experiments was achieved with weight of 50 kg. The vehicle using this weight was gotten far 50 meters with average of 0.45 m/sec speed, and it was finished this way at 112 seconds.

Keywords: Vehicle worked with air, solar panels, alternative energy

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanların gereksinimlerinin karşılanmasında ve gelişmesinin sorunsuz bir şekilde devam ettirilmesinde ihtiyaç duyulan enerji genellikle ulaştırma, sanayi ve konut sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat enerji, hayatımızdaki vazgeçilmez faydaları ile beraber taşınım, tüketim, üretim ve çevrim sırasında büyük oranda çevre kirliliğine de sebep olmaktadır. Nüfusun artması, sanayinin gelişmesine ile beraber kur ulan büyük ölçekli çevrim ve enerji üretim sistemleri (Fosil yakıtlı termik santraller vb.) çevre dengesini büyük miktarda etkilemektedir [1]. Taşıtların insanlara sağladığı ulaşım rahatlığı, konforu ve hareket serbestliği oldukça fazladır. Ancak taşıtların egzozundan açığa çıkan gazlar tüm atmosferi kirleterek, sera etkisi denilen küresel ısınma oluşumunu arttırmaktadır. Hava kirlilik oranını büyük oranlara ulaştığı bu günlerde, motorlu taşıtlardan oluşan hava kirliliğinin ihmal edilemez seviyelerde olduğu bilinmektedir [2, 3].

Ulaşım araçlarının ana yakıt kaynağı olan petrol giderek tükenmekte, pahalı ve özellikle çevre açısından çok zararlı hale gelmektedir. Yakıt olarak sıkıştırılmış havanın ulaşım araçlarında kullanılabilme durumu, günümüzde daha çok endüstriyel ortamlarda geliştirilmeye çalışılmaktadır. Araçlarda kullanılan sıkıştırılmış basınçlı havanın tahrik prensibi ve bağlantısı pistonlu buhar motoru ile çok benzerdir. Motor içindeki pistonu hareket ettirebilmek için yakıt karışımı ve yanma işlemi yerine basınçlı ve genişleyen hava kullanılmaktadır [4]. Yüksek basınçtaki hava pistonu iter ve hareket oluşur [5]. Bu hareket günümüz içten yanmalı petrol türevi yakıt kullanan araçlara alternatif olarak kullanılabilecek

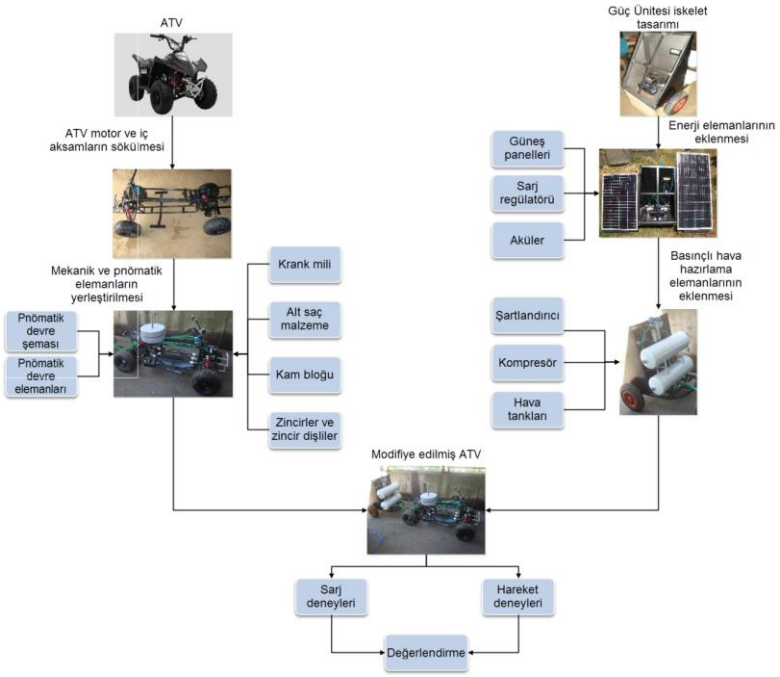
* *Sorumlu Yazar (Corresponding Author)*
e-posta: ……..@.....
Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2014.17.3 135-142

bir güç üretebilmektedir. Gelişen teknolojiyle beraber hava enerjisinin kullanımı ile petrol türevi yakıtların üretimindeki teknik zorluklar ortadan kalkacaktır [4]. Hava ile çalışan araçlar ile petrol türevi yakıtlar kullanan araçlar karşılaştırıldığında hava ile çalışan araçlar birçok avantajlara sahiptir. Örneğin hiçbir şekilde hidrokarbon yakıtına ihtiyaç duymaması, onu araçlar için çevreci bir enerji kaynağı yapar [6]. Hava doğada serbest halde, bol, ekonomik ve taşınabilirdir ve en önemlisi ise doğayı kirletmeyen bir yapıya sahiptir [4, 7, 8]. Ayrıca hava ile çalışan motorlar bir soğutma sistemine ve bujilere ihtiyacı yoktur ve basınçlı hava, araçların üretim maliyetlerini yaklaşık %20 düşürmektedir. Motorunun mekanik tasarımı basit ve sağlamdır. Düşük üretim ve bakım maliyetlerinin yanı sıra bakımları kolaydır [4, 8]. Minimum hacimde yüksek tork üretir. Hava makul hızlarda sıkıştırılırken ısınır ve sıkıştırma sonrası açığa çıkan ısı ısıtma sisteminde ya da stirling motorlarında kullanılabilir [4]. Motordan çıkan egzoz gazları atmosferik sıcaklıktan biraz daha az sıcaklıktadır [8]. Ayrıca hava ile çalışan araçlar petrol türevi olan yakıtlarla çalışan araçların oluşturduğu çevre kirliliğinin azaltılmasına da büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır [4, 6, 8, 9].

Alternatif bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi, sınırsız ve yaygın bir kaynak olması ve direkt elektrik enerjisine çevrilebilmesi gibi avantajları sebebiyle günümüzde hızla yaygınlaşmaktadır [10]. Temel olarak elektrikli araba üzerine güneşten elektrik enerjisi elde etmekte kullanılan PV hücrelerinin yerleştirilmesi ile elde edilen araçlara güneş arabaları adı verilmektedir. Güneş arabalarının dünyadaki gelişimi binek arabaları yerine genellikle tek kişinin binebildiği yarış arabaları şeklinde olmaktadır. Bunun nedeni ise güneşten elektrik elde etmekte kullanılan PV hücrelerinin yüzey alanlarının büyük olmasına rağmen verimlerinin oldukça düşük olmasıdır. Güneş arabalarının enerji kaynağı güneş panelleridir ve yapılan çalışmalarda bu araçlar için önemli olan parametreler akü denetim sistemleri uygun bir şekilde kurulması ve araçların hafif olarak tasarlanmasıdır [11, 12, 13, 14].

Diğer taraftan hava ile çalışan pnömatik motor tasarımları son yıllarda artarak geliştirilmeye devam etmektedir. Araştırmacılar en temiz ve en ekonomik enerjiyi bulmak için yoğun bir şekilde çalışmaktadırlar. Sera etkisinin ve çevre kirliliğinin etkilerini hissettiğimiz günümüzde araç motorlarındaki emisyon değerleri büyük öneme haiz olmaya başlamıştır [9]. Manish v.d. yaptıkları çalışmalarda basınçlı hava ile çalışan tek silindirli bir motorun tasarım ve geliştirilmesini incelemişlerdir. Çalışmanın temel amacı birkaç değişiklik ile motosiklet ve bisiklet motorlarını basınçlı hava ile çalıştırmaktır [6]. Thipse yaptığı çalışma ile Fransız motor üreticisi MDI'ın hava ile çalışan motorunu incelemiştir. İki silindire sahip olan hava motoru, içten yanmalı motorlar gibi çalışmaktadır. Aracın hareket edebilmesi için gereken enerji, araç altına yerleştirilen yüksek basınçta (300 bar) basınçlandırılmış karbon fiber hava tankları tarafından sağlanmıştır [9]. Patel v.d. yaptıkları diğer bir çalışmada, basınçlı hava ile çalışan bir motoru incelemişlerdir. Bu çalışma sonunda; motor çalışma esnasında buji sistemlerine, karmaşık yakıt enjeksiyon sistemlerine gerek duymadığını ve geliştirilen motorun bakım maliyetlerinin ucuz olduğu sonucuna varmışlardır [8].

Bu çalışmada, ATV (All Terrain Vehicle - Her zeminde gidebilen araç) gibi hafif araç motorlarına yönelik basınçlı hava ile çalışan bir pnömatik hareket mekanizması tasarlanmış ve bu mekanizmada kullanılan kompresörlerin enerji ihtiyacının da güneş panelleri ile sağlanabilme şartları değerlendirilmiştir. Dolayısıyla



Şekil 1.Çalışmanın sistematik aşamaları

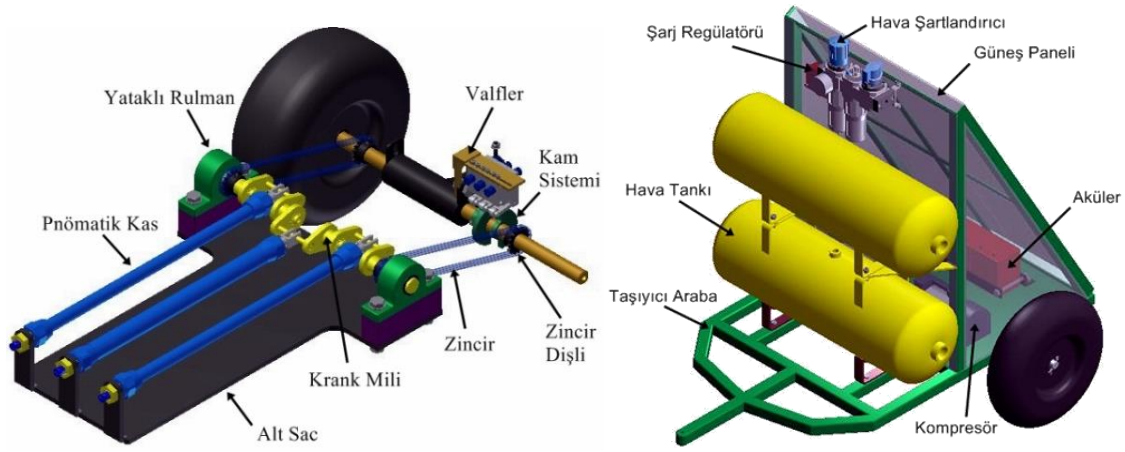
mekanizmanın hareket etmesi için gerekli olan enerjinin üretilebilmesi ve sistemin enerji gereksinimlerinin belirlemesi amacıyla fotovoltaik paneller ve aküler kullanılmıştır. Geliştirilen mekanizma hareket ünitesi ve güç ünitesi olmak üzere iki ana üniteden oluşturulmuştur. Tasarlanan bu hareket düzeneği, 110 cc kapasitesine sahip bir ATV araca monte edilerek güneş panellerin verimliliği için şarj deneyleri ve mekanizmanın hareket performansı için hareket deneyleri yapılmıştır. Şarj deneylerinde boş akülerin şarj ve deşarj süreleri değerlendirilmiş ve PV panellerin kullanılabilirliği test edilmiştir. Hareket deneylerinde ise, 8 mm çapındaki hava hortumları ile donatılan sistem farklı basınç ve ağırlıklarda test edilmiştir. Çalışmanın sonunda, her iki deney için elde edilen sonuçlar ve mevcut tasarım kriterleri değerlendirilmiş ve ileriye yönelik yapılabilecek çalışmalar ele alınmıştır. Çalışmada izlenen işlem aşamaları Şekil 1'deki sistem şemasında gösterilmiştir.

Şekil 1'de çalışmanın sistem aşamaları görsel olarak ifade edilmiştir. Bu çalışma için ulusal ve uluslararası birçok veri tabanı taranmış, yurt içi ve yurt dışı tezler değerlendirilmiştir. Yapılan bu literatür çalışmasında özellikle ATV gibi hafif araçlara yönelik bilimsel sonuçlar içeren çalışmalara rastlanmamıştır. Ayrıca bu çalışma ile binek araçlara yönelik bir hareket mekanizmasında pnömatik yapay kaslar ilk defa bilimsel bir çalışmada ele alınmıştır.

2. PNÖMATİK MEKANİZMA UNSURLARI (PNEUMATIC MECHANISM COMPONENTS)

Bu çalışmada geliştirilen pnömatik hareket mekanizmasında hava ve güneş enerjisinin kullanılması amaçlanmış ve bu sayede motorlu araçlara yönelik temiz enerji kullanımına yönelik farklı bir çalışma sunulmuştur. Çalışma kapsamında geliştirilen pnömatik hareket mekanizması; hareketi sağlayan hareket ünitesi ve bu hareket sisteminde kullanılan basınçlı havanın hazırlanması için gerekli enerjiyi sağlayan güç ünitesinden oluşturulmuştur.

Hareket ünitesi, aracın hareket etmesini sağlayan mekanizmadır. Yapı itibariyle pnömatik kas, krank mili, rulmanlı yataklar, zincirler, dişliler, alt sac, kam sistemi ve valflerden oluşmaktadır (Şekil 2). Pnömatik kaslar ve valfler için Festo firmasına ait elemanlar kullanılmıştır. Mekanizmada, pnömatik olarak tahrik edilen kaslar kasılarak boylarına doğru kısalmakta ve bu kısalma ile kaslar, bağlı bulunduğu krank milini çekerek döndürmeye çalışmaktadır. Bu sayede krank miline bağlı bulunan dişliler ve zincirler tahrik edilerek dönme hareketi tekerleklere iletilmektedir. Bu hareketi sağlayan 250 mm çapında üretilen krank milidir.



Şekil 2. Hareket ve güç ünitesi



Şekil 3. Geliştirilen hareket mekanizması

Hareket mekanizması montajı için, Mondial marka 110 cc motor gücüne sahip, küçük bir ATV motosikletin motoru sökülüp bu aracın iskeleti kullanılmıştır. Kullanılan kasların boyu nedeniyle motor bağlantı yeri, araya 320 mm uzunluğundaki demir çubuklar ile ek yapılarak uzatılmıştır. Araçtaki güç ünitesi, aracın hareket edebilmesi için gereken enerjiyi üretmek için tasarlanmıştır. Güç ünitesi genel olarak, hava tankı, hava şartlandırıcı, hava dolum sistemi, güneş panelleri, şarj regülâtörü, kompresörler, aküler, elektrik panosu ve taşıyıcı arabadan oluşmaktadır (Şekil 2).

2.1. Pnömatik Devre Elemanları (Pneumatic Circuit Elements)

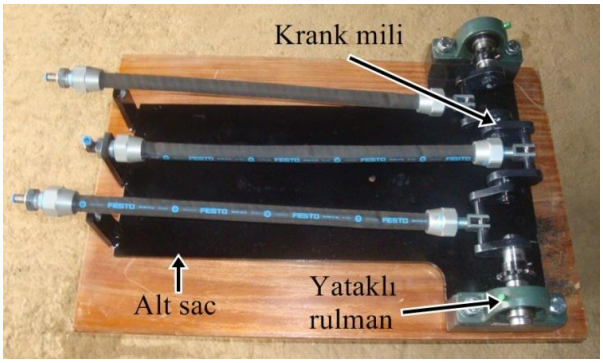
Hareket mekanizmasında pnömatik kas, aracın hareket etmesi için pnömatik kaslara giden havayı yönlendiren 3/2 makaralı valfler, enerji ihtiyacının karşılanması için hava üreten kompresörler, havanın depo edilmesini sağlayan hava tankları ve sisteme giren havanın uygun şartlara getirilmesini sağlayan şartlandırıcı kullanılmıştır. Ayrıca anahtar valf olarak 3/2 yön kontrol (açma-kapama) valfi, dolum sisteminde havanın geçiş hızını ayarlayan tek yönlü kısıcı valf, havanın dolum sistemi üzerinden depolara aktarılmasında açma-kapama işlemi gerçekleştiren mantar butonlu 3/2 pano tipi valf, hortumlar ve pnömatik bağlantı elemanlarından da faydalanılmıştır (Tablo1).

Tablo 1. Mekanizmada kullanılan pnömatik elemanlar

No	Devre Elemanı	Adet	Marka	Görevi
1	Pnömatik yapay kas	3	Festo	Mekanik hareket
2	3/2 makaralı, yay geri dönüşlü yön kontrol valfi	3		Pnömatik kas'lara verilen havanın kontrolü
3	3/2 pano tipi mantar butonlu yön kontrol valfi (açma-kapama)	1		Havanın kontrol edilmesi
4	Tek yönlü kısma valfi	1		Hava miktarının kontrolü
5	Şartlandırıcı	1		Basınçlı havanın hazırlanması
6	Çabuk bağlantı elemanları	-		Hat birleşimleri
7	Hortum	11 metre		Hava dağıtımı
8	Hava tankı	2		Basınçlı hava depolama
9	Kompresör	2	-	Enerji üretimi

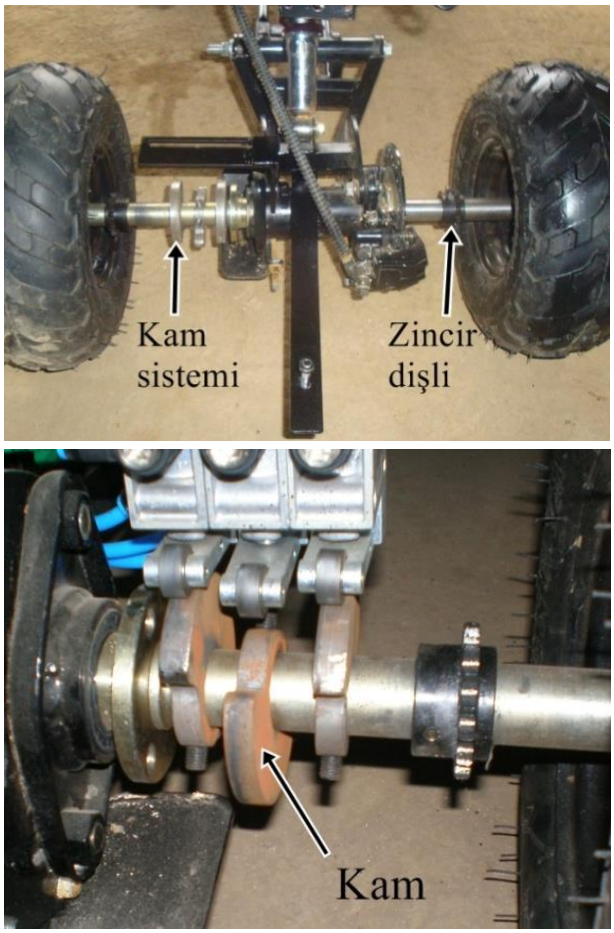
2.2. Mekanik ve Enerji Sistemi Elemanları (Elements of Mechanic and Energy System)

Üretilen mekanizmada hareket iletimi için; pnömatik ve mekanik elemanların montaj edildiği alt sac, tasarıma göre imalatı yapılan krank mili, krank milinin bir eksende dönmesini sağlayan iki adet yataklı rulman kullanılmıştır. Ayrıca sistemin en önemli elemanlarından olan kasların senkronize bir şekilde hareketini sağlamak üzere üç adet kamdan oluşan kam bloğu tasarlanmıştır. Mekanizmada üretilen hareket, zincir dişli ve zincirler yardımıyla tekerlek miline iletilmektedir (Şekil 4 ve Şekil 5).



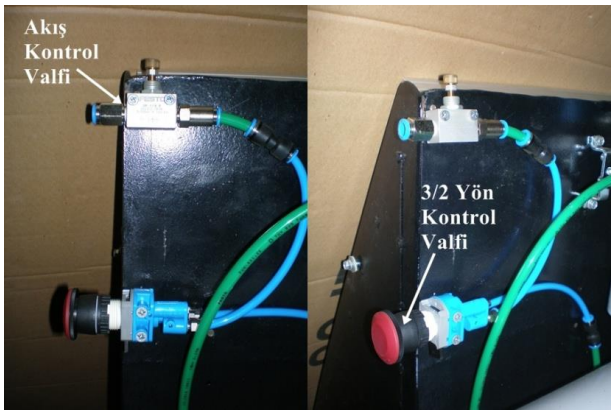
Şekil 4. Krank mili ve kaslar

Şekil 4'de yer alan pnömatik yapay kaslar, eş değerdeki bir silindirden yaklaşık 10 kat kadar daha fazla güç üretebilmesine rağmen hava tüketimleri silindirlere göre oldukça fazladır ve lineer olamayan bir yapıya sahip olmaları nedeniyle matematiksel olarak modellenmesi zor olan kuvvet elemanlarıdır [15, 16, 17, 18]. Çalışmada kasların kullanım nedeni üretebildikleri bu güçten faydalanılmasının amaçlanmasıdır.

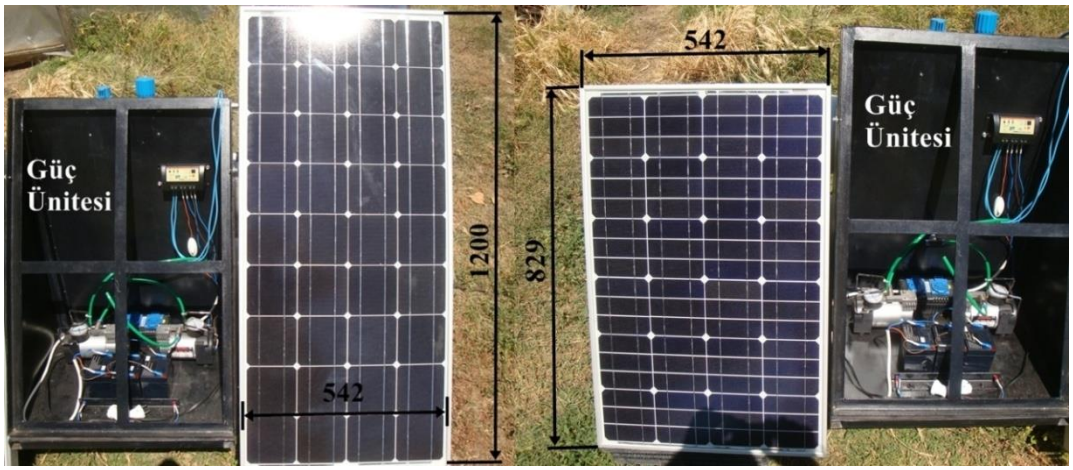


Şekil 5. Hareket sistemi kamları ve zincir dişliler

Çalışmada, üç adet yan yana dizilmiş 3/2 üç adet makaralı valflere senkronize bir şekilde basacak bir kam bloğu tasarlanarak üretilmiştir. Kam mekanizmaları ile karmaşık mekanizmaların hareketleri kolaylıkla sağlanabilmektedir. Mekanizmada tekerlek miline sabitlenmiş olan kamlar pnömatik kaslara giden havayı yönlendirmektedir. Kamlar yarım daire şeklinde, 125 mm çevre uzunluğuna ve 10 mm kalınlığına sahiptir. Bir adet kasın tam olarak iş yapabilmesi için krank milinin yarım tur döneceği dikkate alınarak kamların çevre uzunluğu 125 mm olarak üretilmiştir. Mekanizmadaki hava tankı, şartlandırıcı ve hava dolum sistemi için Festo firmasına ait devre elemanları ve paneller için de Chiner firmasına ait güneş panelleri kullanılmıştır.



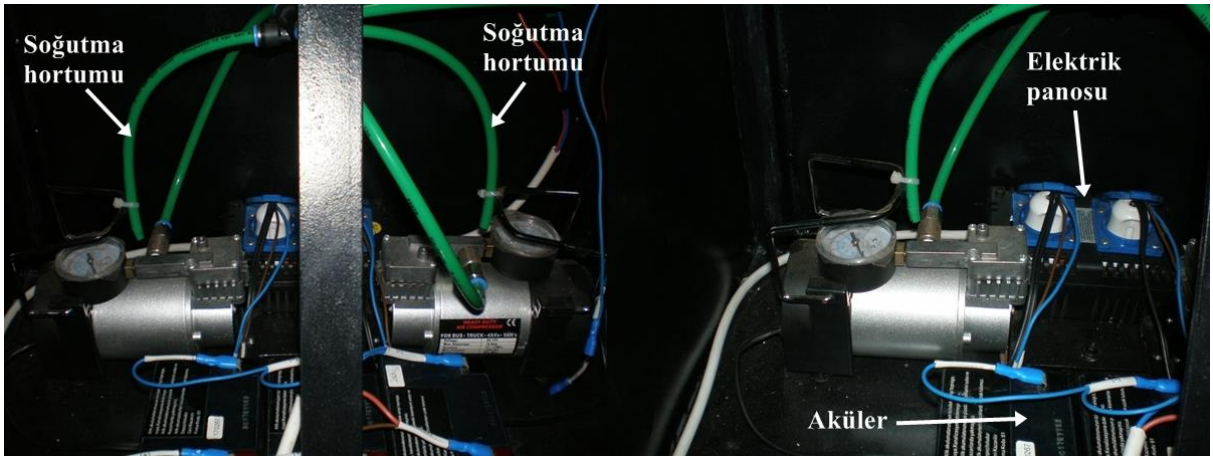
Şekil 8. Dolum sistemi



Şekil 6. Güneş panelleri

Şekil 6'da gösterilen güneş panelleri, 1200x542x35 (90 Watt) ve 829x542x35 (60 Watt) boyutlarındadır. Güneş panelleri araçta bulunan üç adet 12 volt 6 amperlik akülerin şarj edilmesinde kullanılmıştır.

Sistemde bulunan diğer bir enerji elemanı dolum sistemidir. Bu sistem tek yönlü kısıcı bir valf yardımıyla donatılmış olup, bu sistemle depoya giren havanın hızı ayarlanabilmektedir (Şekil 7). Diğer taraftan pnömatik kasların boşalttığı (şişme sonrası) hava tek bir boru hattında toplanarak ısınan kompresörlerin soğutulmasında kullanılmıştır (Şekil 8).



Şekil 7. Soğutma sistemi ve elektrik panosu

Tablo 2. Taşıtın farklı basınç ve ağırlıklarda almış olduğu yol miktarı, süre ve hızları

Basınç	4 Bar			5 Bar			6 Bar		
Ağırlık	Yol (m)	Süre (s)	Hız m/s	Yol (m)	Süre (s)	Hız m/s	Yol (m)	Süre (s)	Hız m/s
50 kg	50	112	0.45	44	90	0.49	44	90	0.49
75 Kg	48	117	0.41	42	96	0.44	42	91	0.46
100 Kg	48	128	0.38	42	100	0.42	40	91	0.44
150 kg	38	106	0.35	34	100	0.34	36	85	0.42

Güç ünitesindeki güneş panellerinin yeri, güneşi 60º açı ile görebilecek şekilde tasarlanıp imal edilmiştir [19, 20]. Güç ünitesinde kompresörleri çalıştırmak için kullanılan 3 adet akü 216 W (12 Volt x 18 Amper-Saat = 216 Watt) depolayabilir [21]. Fakat aracın tasarım kriterleri ve boyutları göz önünde bulundurularak bu değerlere en yakın 90 ve 60 W'lık paneller seçilmiştir. Bu paneller ile akülerin daha uzun sürede şarj olması beklenen bir durumdur ve burada seçimi etkileyen diğer bir kriter de aracın hareket halindeyken panelleri taşıyabilmesidir. Diğer taraftan buradaki amaç güneş panellerinin şarj kabiliyetini ölçmekten ziyade, güneş panelleri ile şarj edilen akülerin kompresörleri ne kadar süre çalıştırdığıdır.

Güç ünitesinde 12 volt ile çalışan 100 PSI (6,9 bar) basınç yapılabilen kompresörler kullanılmıştır. Kompresör kapasitesi 35 l/dk (0,583 l/s)'dır. Kompresörlerin verimi %15'tir. Buradan yola çıkarak bir dakikadaki çevrim sayısı ise 9'dur (60 dk x 15/100). Bu parametreler dikkate alındığında ise kullanılan kompresörlere göre seçilecek hava tankının kapasitesi yapılan hesaplamalarda 2.4 litre olarak bulunmuştur [22, 23, 24]. 6 bar basınç için yapılan hava tüketim hesabında, sistem elemanlarının dakikalık hava ihtiyacının dakikada 128 litre olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla hava tankı için bu kriterler de dikkate alınmıştır. Ayrıca, seçilecek hava tankı büyüklüğünün, mevcut tasarımın da hareket kabiliyetini kısıtlamayacak nitelikte olması da önemli bir kriterdir. Çünkü çalışma kapsamında amaç sisteme önerilen tasarımla ilk hareketi vermek ve bunu da kısa bir süre gözlemlemektir. Bu değerlendirmelere bağlı kalarak hareket mekanizması için iki adet 20 litre, toplamda 40 lt hacminde FESTO firmasının ürettiği *VZS-20-B* kodlu hava depoları kullanılmıştır. Çalışma sonunda güneş panelleri ile desteklenen ünite için şarj deneyleri ve sistemin hareket edilebilirliğine yönelik hareket deneyleri yapılmıştır. 8 mm çaplı hava hortumları ile donatılan sistem, farklı basınç ve ağırlıklarda test edilmiştir. Bu test sonucunda aracın ne kadar yol aldığı, süresi ve hızı tespit edilmiştir. Hareket deneylerinde her bir deney için hava tankları tam olarak doldurulmuştur. Yapılan ölçümler için hata değerleri; hareket deneyleri için ±2 metre, şarj deneyleri için ise ±15 dakikadır. Deneylerden elde edilen sonuçlar Tablo 2 ve Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde basınç arttıkça aracın yol aldığı mesafelerin düştüğü görülmektedir. Bu durum mevcut kapasitede depodaki hava sarfiyatını arttırarak basıncını hızlı bir şekilde düşürmekte, dolayısıyla araç daha kısa mesafelerde yol alabilmektedir. Diğer taraftan ağırlıkların artması aracın gittiği mesafeyi de düşürmüştür. Deneyde aracın en iyi performansı 50 kg ağırlıkla elde edilmiştir. Araç bu ağırlıkta ortalama 0.45 m/s hızla maksimum 50 metre yol almış ve bu yolu 112 saniyede tamamlamıştır.

Güç ünitesinde kullanılan akülerin dolum süreleri, mevcut paneller kullanılarak 30℃ sıcaklıktaki güneşli bir ortamda test edilmiştir. Deneyden elde edilen sonuçlar Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Farklı güçlerdeki güneş panellerinin akü şarj etme süreleri (saat)

Güç	60 Watt	90 Watt	150 Watt
Akü Şarj Süresi (saat)	6	4	2.5

Tablo 3'de farklı güçlerdeki güneş panellerinin akü şarj etme süreleri verilmiştir. En iyi sonuç 60 ve 90 Watt gücündeki iki adet güneş panelinin paralel bağlanmasıyla oluşan 150 Watt güneş panellerinden alınmıştır. Paneller aküleri 2.5 saatte şarj etmiştir ve şarj edilen aküler, 40 dakika boyunca kullanılmıştır. Kullanım süresinin kısa olduğu düşünülebilir. Bu kullanım süresine basınca karşı zorlanan kompresörlerin, akülerden de daha fazla enerji çektiği düşünülebilir. Kompresörler tarafından tanka hava basıldıkça, tank içerisinde yükselen basınç, kompresörün ve akülerin ısınmasını ve dolayısıyla performanslarının düşmesine neden olmuştur. Bu da akülerin kullanım zamanını kısaltmıştır.

Sistemde kullanılan fotovoltaik panelin verimi yaklaşık %13 ve 12V kompresörlerin katalog değerine göre (çalışma oranı) verimi %15'dir. Hava ihtiyacının yüksek olduğu bu sistemde kompresörlerin çalışmasına sürekli ihtiyaç olacağından kompresörlerin mekanik verimi oldukça düşük kalmıştır. Akülerin ve kompresörün verimlerini arttırmak için panel sayılarının arttırılması

ve daha büyük kapasiteli kompresörlerin kullanılması gerekmektedir. Aracın mevcut boyutlarının yetersiz oluşu ve ek paneller için yeterli alana sahip olmaması bu verimi arttırma yönünde çözümcü bir yaklaşım sunmamaktadır. Ayrıca aracın hareketli olduğu göz önüne alınırsa hareket halindeyken güneş panelleri ile verimli bir şarj sağlanamayacaktır. Bu sebeplerden dolayı güneş paneli kullanmak yerine enerji ihtiyacını farklı çözümlerle karşılamak daha uygun olacaktır.

4. SONUÇLAR (RESULTS)

Bu çalışmada, pnömatik devre elemanları kullanılarak mekanik bir hareket üreten bir mekanizma geliştirilmiş ve mekanizmada kullanılan akülerin şarjları için güneş panelleri kullanılmıştır. Mekanizmanın bir ATV aracına monte edilmesi sonrası şarj deneyi ile akülerin performansı ve hareket deneyleri ile farklı basınç ve ağırlıklarda aracın ne kadar yol aldığı, süresi ve hızı test edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Aracın hareket etmesini sağlayan elemanlardan olan pnömatik kasların yapı itibariyle hava tüketimini büyük ölçüde arttırdığından aracın aldığı yol miktarını da azaltmıştır. Buna paralel olarak bu durum, aracın verimini de düşürmüştür.
- Hareket mekanizmasında kasların senkronizasyonunu sağlamak amacıyla kasların stroğuna uygun her valf için ayrı ayrı kam üretilmiştir.
- Yapılan deneyler sonucunda taşıtın aldığı maksimum mesafe 50 kg ağırlıkta, 4 bar basınçta ve 8 mm çaplı hortum ile gerçekleşmiş olup bu mesafe 50 metredir. Araç bu şartlar altında bu yolu 112 saniyede tamamlamıştır.
- Mekanizmanın 8 mm hortum ile aldığı yol miktarları dikkate alındığında ortalama 0.45 m/s hıza sahip olmuştur.

Pnömatik sistemlerde temel etken basınçlı hava ihtiyacıdır. İnsan taşımak için tasarlanmış bu tarz sistemleri bu şekilde hareket ettirmek için çok yüksek basınçlı hava ihtiyacı gerekmektedir. Sistemdeki enerji ihtiyacını gidermek için panelleri geliştirmek yerine mevcut akü kapasitelerini arttırmaya yönelik iyileştirme çalışmalarının yapılması daha uygundur. Ayrıca daha fazla basınçlı hava elde etmek için mevcut kompresörlerin yerine verimi daha yüksek kompresörler ve farklı tasarımlarla kapasitesi yüksek hava tankları geliştirmek gerekmektedir. Hareket ünitesinde kullanılan kam sistemi mekanik bir devre için bulunabilen en iyi çözümdür. Fakat kasların senkronize bir şekilde çalışabilmesi için ayarlarının çok iyi yapılabilmesi gerekmektedir. Çok küçük bir ayar bozukluğu sistemde çakışmalara ve sistemin çalışmamasına yol açabilir. Bu nedenle PLC yardımıyla elektriksel sinyal kontrollü pnömatik devre elemanları ile yapılacak bir sistem bu sorunu ortadan kaldırarak aracı daha verimli bir şekilde hareket ettirecektir. Güneş panellerinin hareketli nesnelerdeki verimlerini arttırmaya yönelik çalışmalar devam ettiği sürece gelecek yıllarda PV panellerin bu tür araçlarda kullanılabilirliğini arttıracaktır.

Çalışmada 2500 TL fiyata sahip bir ATV aracı kullanılmıştır. Mekanizmaya eklenen mekanik ve enerji elemanlarının da yaklaşık 7400 TL gibi bir maliyeti vardır. Prototipin belirlenen eksiklikler doğrultusunda geliştirilmesi gerektiği düşünülürse bu maliyetler daha da artacaktır. Bu durumlar kesinlikle dezavantaj olarak görülmemelidir. Geliştirilecek aracın sağlayacağı en ideal avantaj yakıt olarak hava kullanmasıdır. Dolaysıyla sistemi geliştirmeye yönelik verimlilik konusunda yapılacak yeni yatırımlar ile günümüz araçlarına yakın bir sonuç alınırsa kendini çok kısa bir sürede amorti edebilecektir.

5. TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 07/2012-52 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Destek ve katkılarından dolayı kendilerine teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR (REFERENCES)

1) Ertürk, F., Akkoyunlu, A., Varınca, K.B., "Enerji üretimi ve çevresel etkileri" , Türkasya Stratejik Araştırmalar Merkezi, 14, Ankara,7-8,39-54 (2006).
2) Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H. D., Avcı, E. D. "Türkiye'de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması", III. Ulusal Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Mersin, (2005).
3) İnternet: TMMOB Makina Mühendisleri Odası "Türkiye'nin enerji görünümü 2012"
4) http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/4b6ed2d92f94790_ek.pdf (2012).
5) Verma, *"S.S."*, "Air powered vehicles", The Open Fuels&Energy Science Journal, 1:54-56 (2008).
6) Amaç, A., Şahin, C., "Otomotiv güç sistemlerinin advisor tabanlı modellenmesi: geleneksel elektrikli ve hibrit elektrikli araçlar", 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, (2009).
7) Mıstry, *"M.K."*, Dr. Pravın, *"P.R."*, Prof. Sorathıya "*A.S."*, "Study and development of compressed air engine single cylinder: a review study", International Journal of Advanced Engineering Technology, IJAET/Vol.III/ Issue I/January-March, 271-274 (2012).
8) Yadav, *"J.P."*, Sıngh, *"B.R."*, "Study and fabrication of compressed air engine" S-JPSET: ISSN, 2:2229-7111 (2011).
9) Patel, B.S.,Barot, M.R., Shah, K., Sharma, P., "Air powered engine", National Conference on Recent Trends in Engineering&Technology, India, 1-4 (2011).
10) Thipse, *"S.S."*, "Compressed air car", TechMonitor, November-December, 33-37 (2008).
11) Grozdev, M., " Alternatif enerji kaynakları: Güneş enerjisi ve güneş pilleri" Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 12-15 (2010).
12) Demir, *"B."*, Yıldız, *"M.N."*, "Formula-G güneş arabaları yarışı için güneş enerjili bir aracın mekanik tasarımı ve

üretimi", Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3:31-42 (2009).

13) Gören, *"A."*, Baer, *"Ö."*, Polat, *"C."*, "Güneş enerjisi ile çalışan araç için monokok kompozit gövde tasarımı ve imalatı", Mühendis ve Makine Dergisi, 48(569): 62-68 (2007).

14) Başoğlu, M.E., Şahin, T., Baştürk, G., Önümlü, Ö., Oral, Y., Çakır, B., "Güneş arabalarının elektrik ve elektronik sisteminin tasarım kriterleri", Nuclear&Renewable Energy Resources Conference with International Participation, Ankara, 240-243 (2009).

15) Chopra, K.L., Paulson P.D., Dutta V., "Thin-film solar cells: An overview progress in photovoltaics", Research and Applications, 12: 69–92 (2004).

16) Yılmaz, "*M.*", Karakaş, "*E.*", Çolak, "*Z.G.*", Kuzucu, "*A."* "Pnömatik yapay kaslı robot kolunun konum kontrolü", Mühendis ve Makine, 50, 589: 13-23 (2008).

17) Chivu, C.,"Static model and simulation of a pneumatic artifical muscle", International Conference on Economic Engineering and Manufacturing Systems, 8, 3a(21a): 239-242 (2007).

18) Daerden, F., "Conception and realization of pleated pneumatic artificial muscles and their use as compliant actuation elements", Proefschrift ingediend tot het behalenvan de academische graadvan Doctor in de Toegepaste Wetenschappen, (1999).

19) K., Ku, K.K., Bradbeer, R., Static model of the shadow muscle under pneumatic testing, Department of Electric Engineering, City University of Hong Kong. Project number: U 1146/04E.

20) Kaçan, *"E."*, Ülgen, *"K."*, "Güneş Enerjisi Toplayıcılarında Eğim ve Yönlendirmenin Yararlanabilirliğe Etkisi", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27(4):837-846 (2012).

21) Şenpınar, *"A."*, "Güneş Açılarına Bağlı Olarak Optimum Sabit Güneş Paneli Açısının Hesaplanması", Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi (DAUM), 4(2):36-41(2006).

22) Köroğlu, "*A.*" Teke, Bayındır, "*K. Ç."*, Tümay, "*M.",* "Güneş Paneli Sistemlerinin Tasarımı", Elektrik Mühendisliği Dergisi, 439. Sayı, 98-104, 2010.

23) Emil, M., "Hava dağıtım sistemleri", II. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, 333-343, (2001).

24) Majumdar, R., "Pneumatic systems: Prenciples and Maintenance", McGraw-Hill Education, 282, (1996).

25) Barber, A., "Pneumatic handbook", Elsevier, 659, (1997).