



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

*Araştırma Makalesi*

## Hız Kesiciden Elektrik Enerjisi Üretimi

Ali DEMİRCAN<sup>a,\*</sup>, Mustafa DEMETGÜL<sup>a</sup>, Recep YENİTEPE<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Mekatronik Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Makine Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: demircan\_marmara@hotmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada, araç hızını yavaşlatmak için kullanılan hız kesiciden yararlanan bir alternatif enerji kaynağı tasarlanmıştır. Özel hız kesici tasarımı ile hidrolik sistem birleştirilmiş ve mekanik enerji üretilmiştir. Mekanik enerji, dinamo kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmüştür. Üretilen elektriğin trafik sinyalizasyon cihazlarında ve yol aydınlatma sistemlerinde kullanılması öngörülmüştür. Deney sonuçları neticesinde elde edilen maksimum elektriksel büyüklükler; 20 V gerilim, 200 mA akım, 4 W güç, olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hız kesici, Kasis, Alternatif enerji, Mikro enerji, Hidrolik sistem

## Production Of Electricity Through Speed Breake

### ABSTRACT

In this study, an alternative energy source was designed by using a speed breaker in order to decelerate the vehicle. The conceived speed breaker was combined with a hydraulic system thus mechanical energy was produced. The mechanical energy was transformed into electrical energy through a dynamo. It is conjectured that the produced electricity could be consumed in traffic signaling devices and street illumination systems. The maximal electrical amplitudes achieved from the test results are; Voltage: 20 V, Current: 200 mA, Power: 4 W.

**Keywords:** Speed bumps, Bump, Alternative energy, Micro energy, Hydraulic system

## I. GİRİŞ

**G**ÜNÜMÜZ dünyasında elektrik enerjisinin büyük bir kısmı fosil yakıtlar kullanılarak üretilmektedir. Fosil yakıtlar hızla tükenmekte ve çevreye zarar vermektedir. Bu yüzden alternatif enerji kaynaklarından azami derecede faydalanılması gerekmektedir. Dünyada kullanılan elektrik enerjisinin %41'i, ülkemizdeki ise %70'i kömür, doğalgaz ve petrol gibi karbon bazlı fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Dünya enerji tüketiminde büyük ölçüde yenilenemez kaynaklara

bağımlıdır. Türkiye, alternatif kaynaklarının çeşitliliği ve potansiyeli bakımından zengin bir ülkedir. Ülkemiz, birçok ülkede bulunmayan jeotermal enerjide, dünya potansiyelinin %8 'ine sahiptir. Coğrafi konumu nedeniyle büyük oranda güneş enerjisi almaktadır. Türkiye, hidrolik enerji potansiyeli açısından da dünyanın sayılı ülkelerindedir. Rüzgâr enerjisi potansiyeli yaklaşık 160 TWh olarak tahmin edilmektedir [1].

Alternatif enerji üretme sistemleri makro (20 kW ve üzeri) ve mikro (0-20 kW) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Mikro enerji üretmede; mekanik titreşim, mekanik gerilme ve şekil değiştirme, sıcaklık ve sürtünme, güneş ışığı, insan vücudu, kimyasal veya biyolojik kaynaklar, merdivenler, nesne hareketleri kullanılmaktadır[2]. Radyoaktif reaksiyonlardan dolayı oluşan momentum enerjisi, basınç farkları, kullanılarak da mikro enerji elde edilmektedir [3-5]. Karayollarındaki araç sayısı sürekli artmaktadır. Araçların hareket enerjisini ve ağırlığını, alternatif enerji kaynağı olarak kullanmak mümkündür [1]. Karayollarının gerek aydınlatılması gerekse sinyalizasyon cihazlarının çalışabilmesi için elektrik enerjisine ihtiyaç vardır. Günümüzde bu enerji gereksinimi şehir şebekesinden sağlanmaktadır [6].

Hız kesici ile ilgili yapılan çalışmalarda hidrolik, mekanik ve elektro-manyetik sistemler kullanılmaktadır [7-10].

Pourghodrat [6], demiryolunda güvenliği sağlamak için enerji üreten bir sistem geliştirmiştir. Çalışmada raylara kurulan hidrolik sistem tren geçişi ile elektrik enerjisi üretmiştir.

Phalke [11], zirkanat, titanat ve tungsten birleşiminden yapılmış bir enerji üretim sisteminin davranışını incelemiştir, sonuç olarak 150 Hz, 8 V elektrik üretmiştir.

Fallon [12], darbeleri kullanarak elektrik enerjisi üreterek elektrikli aracın yakıt tüketimini % 10 azaltmıştır.

Arıztı [13], hidrolik sistem kullanarak araç süspansiyonundan elektrik enerjisi üretmiştir. Tek amortisör 200 W, toplamda ise 800 W güç elde etmiştir.

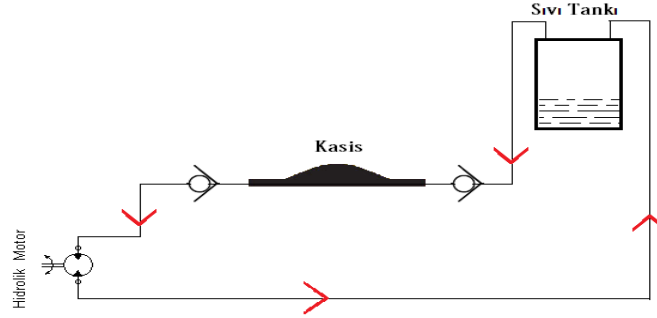
Abromoviç [14], otoyol, tren yolu, fabrika giriş ve çıkışları, ağır pres makineleri gibi, sürekli olarak ağır ve değişken yüklere maruz kalan alanlarda geliştirdiği tasarım ile doğaya zarar vermeden alternatif enerji üretimi sağlamıştır. Saatte 500 ağır vasıta aracın geçtiği 1 km uzunluğunda yolda 200 kWh/h elektrik enerjisi üretilmiştir.

Summer [15], hız kesiciden elektrik üretiminde, mekanik ve piezo sistemlerini karşılaştırmıştır. Çalışmada, dişli mekanizma kullanarak mekanik sistemden; piezo elektrik jeneratör kullanarak da titreşimden elektrik enerjisi üretmiştir. Çalışma neticesinde, mekanik sistemden 13.79 mW, piezo sistemden 87.06  $\mu$ W güç üretilmiştir.

Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, özel içi boş hız kesici kullanılarak yağın basınç altındaki hareketinden ve verdiği tepkilerden yararlanılmıştır. Basınçlı yağın dairesel hareket üretmesi ve üretilen hareket enerjisinin, elektrik enerjisine dönüştürülmesi çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar neticesinde farklı yöntem ve farklı araçlar kullanılarak birçok deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde hız kesiciden hidrolik sistemle elektrik enerjisi üretilmiştir [16].

## II. MALZEME ve YÖNTEM

Sistemde; özel hız kesici, bağlantı rekoru, hidrolik hortum, çekvalf, hidrolik motor, redüktör ve elektrik motoru gibi ana materyaller kullanılmıştır. Sistem, tasarım aşamasında şekil 2'deki gibi çizilmiştir. Uygulama esnasında ise ilk hız kesici kalıbı imal edilmiş, kalıp kullanılarak hız kesici üretilmiştir.



*Şekil 2. Hız kesici sistem çizimi*

Özel üretilen Şekil 3' deki kalıp kullanılarak tabii kauçuk hamurundan hız kesici üretilmiştir. Hız kesicinin iki tarafına hidrolik sıvı girişi ve çıkışı için delikler açılarak şekil 3' teki gibi rekor bağlantısı yapılmıştır.



*Şekil 3. Hız kesici kalıbı ve hız kesici*

Hız kesiciye bağlanan rekorlara biri sıvı girişi, diğeri sıvı çıkışı için iki adet çekvalf bağlantısı yapılmıştır. Sıvı çıkışını sağlayan çekvalfe bağlanan hidrolik hortum ile hidrolik motor arası bağlantı sağlanmıştır. Hidrolik motorun çıkışı, 2 metre yüksekte bulunan sıvı tankına, hidrolik hortumla bağlanmıştır. Sıvı tankı çıkışı, hız kesicinin boşta olan sıvı giriş çekvalfine Şekil 4' deki gibi bağlanmıştır.



*Şekil 4. Deney düzeneği*

Montaj işlemi, Şekil 4' deki gibi tamamlanarak test aşamasına geçmek için hız kesici içerisine, Şekil 5' deki gibi (viskozite indeksi 101) hidrolik yağ doldurulmuştur.



*Şekil 5. Hidrolik sıvı dolu hız kesici*

Aracın, hız kesiciye uyguladığı basıncı hareket enerjisine, hareket enerjisini de elektrik enerjisine dönüştürecek makina aksamı, Şekil 6' daki gibi tasarlanmıştır. Gücü 2.4 kW, devri 1550 d/dk olan hidrolik motor miline, 1/15 çevirme oranına sahip redüktör bağlantısı yapılmıştır. Redüktör miline ise, 24 V, 200 mA, etiket değerine sahip dinamo bağlanmıştır.



*Şekil 6. Hız kesici makine düzeneği*

Aracın hız kesiciye şekil 7' deki gibi uyguladığı basınç neticesinde yağ, çekvalflerin yönlendirmesi ile hidrolik hortumlardan geçerek hidrolik motora ulaşmıştır. Basıncılı yağın etkisi ile hidrolik motor, 40

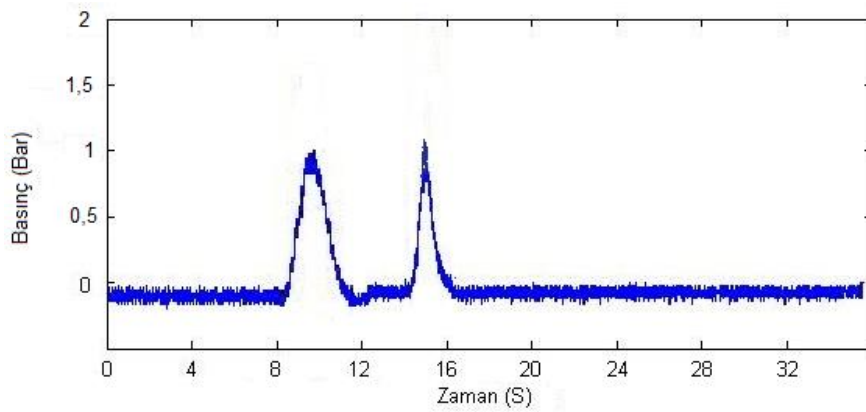
d/dk ile dönecek kadar hareket enerjisi üretmiştir. Hidrolik motordan elde edilen hareket, redüktör yardımı ile devir sayısı 600 d/dk'ya çıkartılarak dinamoya iletilmiştir. Hareket enerjisi, dinamo ile elektrik enerjisine çevrilmiştir. Hidrolik motordan çıkan yağ, 2 metre yükseklikteki sıvı tankının içerisine dolmuştur. Araç tekerleğinin, hız kesici üzerindeki basıncı kalktığında tank içindeki sıvı, tekrar hız kesici içerisine dolmuş, böylece döngü sağlanmıştır.



*Şekil 7. Hız kesici araç geçiş testi.*

### III. BULGULAR ve TARTIŞMA

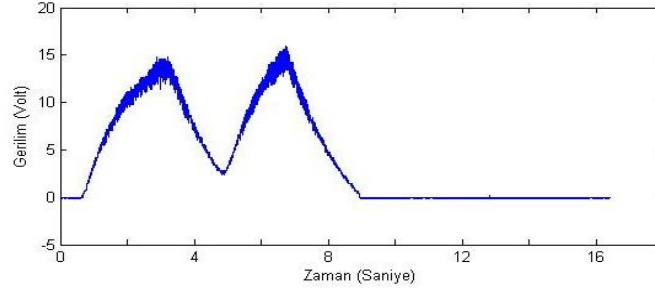
Şekil 8'deki grafik 1000 kg'lık aracın 5 km/saat hızla ile oluşan basınç değişim grafiğidir. Hidrolik basınç ölçmede kullanılan basınç transmitterinde 0,1 V gerilim 1 bar'lık basınca karşılık gelmektedir. Şekil 8'deki grafikte görüldüğü gibi aracın geçişi ile elde edilen basınç 1'bardır.



*Şekil 8. Hız kesiciden otomobil geçişi ile basınç değişim grafiği*

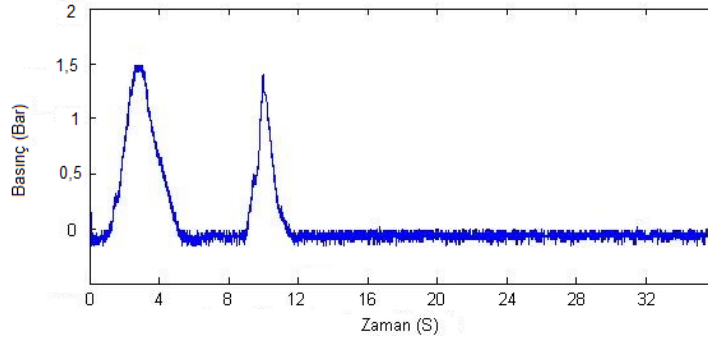
Elde edilen 1 bar basınç, hidrolik motorda, 40 d/dk'lık dairesel hareket üretmektedir. Dairesel hareket, hızını 15 kat artıran redüktöre iletildiğinde, redüktör milinin çıkışında 600 d/dk'lık hareket enerjisi elde edilmiştir. Dairesel hareket hızı artırılarak dinamoda maksimum 15 V gerilim, 200 mA akım üretilmiştir.

Şekil 9’ da otomobilin ön ve arka tekerleklerinin hız kesiciye basınç uygulaması sonucu üretilen gerilim değerlerinin zamanla değişimi görülmektedir. Aracın geçiş hızı 5 km/saat olduğu için bir tekerlek hız kesici üzerinde 4 saniye boyunca elektrik üretmiştir.



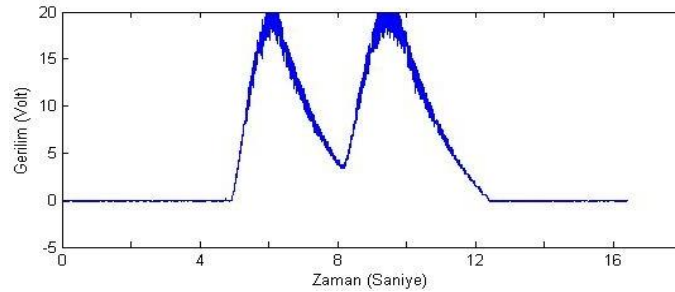
**Şekil 9:** Otomobil geçişinde üretilen gerilim

Hız kesiciden 2500 kg ağırlığında minibüs ile geçildiğinde (hız: 5 km/saat), Şekil 10’ daki grafik elde edilmiştir. Basınç grafiğine göre, 150 mV, gerilim değeri 1,5 bar basınca karşılık gelmektedir. Basınç grafiğindeki değişime eşdeğer olarak da gerilim grafiğinde değişiklik Şekil 10’ daki gibi gözlenmektedir.



**Şekil 10.** Hız kesiciden minibüs geçişi sonucu basınç değişimi

Şekil 11’deki grafik, hız kesiciden minibüs geçişi sonucu oluşan gerilim grafiğidir. Minibüs ön ve arka tekerleklerinin 5 km/saat hızla hız kesiciye uyguladığı basınç neticesinde, zamana göre gerilim değişimi görülmüştür. Minibüs geçişi esnasında 20 V gerilim üretilmiştir.



**Şekil 11.** Hız kesiciden minibüs geçişi ile elde edilen gerilim

Hız kesici sistemde üretilen elektrik enerjisi aracın hızına (hız kesici üzerinde kalma süresi), Aracın ağırlığına göre değişim göstermektedir. Aracın 4 lastiği düşünüldüğünde, sistem üzerinde kalış süresi ve üretilen enerji tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Araç geçiş süresine göre elde edilen elektriksel büyüklükler

	Hız (Km/saat)	Lastiğin hız kesiciden geçtiği süre (saniye)	Hız kesiciden, 4 lastiğin toplam geçiş süresi (saniye)	Gerilim (V)	Akım (mA)	Güç (W)
Otomobil	0-5	4	16	15	200	3
	5-10	2	8	15	200	3
Minibüs	0-5	4	16	20	200	4
	5-10	2	8	20	200	4

Özel hız kesici sistem ile alternatif enerji kaynağı oluşturulmuştur. Sistemin kurulum maliyeti kalıp fiyatından dolayı 8000 TL'dir. Bu maliyetin, seri üretimde 2000 TL'ye düşeceği hesaplanmıştır. Özel hız kesici sistemde, kullanılacak kauçuk önem arz etmektedir. Sistemde, tabii kauçuk kullanılmıştır. Kullanılan hammaddenin yumuşak olması sistemde basınç kaybına sebep olmuştur. Ağır araç geçişlerinde sistemin zarar görmemesi için daha dayanıklı kauçuk hammaddesi kullanılabilir. Sistemin sağlıklı çalışabilmesi için kullanılacak hidrolik sıvı da önemlidir. Yoğun sıvıların tepkime süresi geç olduğu için, sistemde verim düşmektedir. Sistemde viskozite indeksi 101olan, 46'lık hidrolik sıvı kullanılmıştır. Sistemde kullanılan hortum çapının da basınçta etkisi büyüktür. Sistem de ½ inç çapında hidrolik hortum kullanılmıştır. Sistemde üretilen hareket enerjisini momenti düşüktür. Momentin düşük olmasından dolayı, kullanılan makine elemanlarının seçiminde hassasiyet gerekmektedir.

#### IV. SONUÇ

Yapılan çalışma ile karayollarında hareket halinde bulunan araçlarının ağırlığından yararlanılarak elektrik enerjisi üretimi hedeflemiş ve bu amaçla deneysel bir düzenek tasarlanmıştır. Bu şekilde, hız kesici bulunan yollardan geçen çok sayıda aracın yapmış olduğu ağırlık kullanılarak yeni bir alternatif enerji üreten sistem meydana getirilmiştir.

Farklı araçlarla deneyler yapılmıştır. Hız kesiciden 5 km/h hızla 1000 kg'lık otomobil ve 2500 kg'lık minibüs geçmiştir. Araçların ağırlığına bağlı olarak otomobil geçtiğinde maksimum 15 V, 200 mA, 3 W, minibüs geçtiğinde 20 V, 200 mA, 4 W'lık elektriksel büyüklükler elde edilmiştir. Araçların hızı artırıldığında hız kesici üzerinde kalma süreleri aynı oranda azaldığı için, üretilen elektriksel büyüklüklerde değişiklik gözlenmemiştir. Araç 5 km/saat hızla hız kesici üzerinden geçerken, araç tekerlekleri hız kesici üzerine 16 saniye basınç uygulamıştır. Elde edilen basınç neticesinde 7 Ah, 12 V akünün dolması için geçmesi gereken araç sayısı 7800 olarak hesap edilmiştir.

Yaptığımız çalışma yenilenebilir enerji konusunda hız kesiciden elektrik üretimi ile ilgili yapılan araştırma ve çalışmalara öncülük etmektedir.

**TEŞEKKÜR:** Bu çalışma Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Başkanlığına tarafından desteklenmiştir (Proje no: FEN-C-YLP-090113-0007).

## V. KAYNAKLAR

- [1] H. Kum *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* **33** (2009) 207-223
- [2] M. Miyazaki (2003) **DOI: 10.1145/871506.871537**.
- [3] M. Glynne, P. Jones, N. White, M.Hill , S. Beeby, E. James, *Sensors and Actuators A: Physical* **92** (2001) 335-342.
- [4] C. Keawboonchuay *IEEE Transactions on Plasma Science* **31(1)** (2003) 123-128.
- [5] Y. Jiashi, C. Ziguang, H. Yuantai, *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control* **54(1)** (2007) 190-195.
- [6] A. Pourghodrat, *Energy Harvesting Systems Design for Railroad*, Yüksek Lisans Tezi, Nebraska Üniversitesi, Lincoln-USA, (2011).
- [7] İ. Altaş, A. Sharaf, *A Chopper Controlled DC-Series Motor Drive System Powered From A Solar Cell Array*, **Electrical and Bilgisayar Mühendisliği Konferansı**, Toronto-Canada (1992).
- [8] K. Yeager *Power Engineering Review, IEEE*, **12 (10)**, (1992), 16-18.
- [9] D. Ho Ha, D. Kim, J. Choo, N. Goo *Energy Harvesting and Monitoring Using Bridge Bearing With Built-in Piezoelectric Material*, Yüksek Lisans Tezi, Konkuk Üniversitesi, Seoul-Korea. (2011).
- [10] J. Granstrom, J. Feenstra, H. Sodano, K. Farinholt, *Mechanical Systems and Signal Processing* **22(2)** , (2008), 721-734.
- [11] R. Phalke, *Comparison of Mechanical and Piezoelectric Power Extraction From a Speed Bump*, Yüksek Lisans Tezi, San Diego State Üniversitesi, San Diego- USA, (2011).
- [12] D. Biello, <http://www.phys.org> (Erişim tarihi: 27<sup>th</sup> of May, 2013)
- [13] M. Arıztı, *Energy Harvesting From a Vehicle Suspension Using a Hydraulic System*, Yüksek Lisans Tezi, Tampere of Technology University, Tampere-Finland, (2010).
- [14] H. Abromoviç, <http://www.innowattech.com> (Erişim tarihi: 5<sup>th</sup> of December, 2012).
- [15] R. Phalke, *Comparison of Mechanical and Piezoelectric Power Extraction From a Speed Bump*, Yüksek Lisans Tezi, San Diego State University, San Diego-USA, (2011).
- [16] A. Demircan, *Karayollarındaki hız kesici kasislerden elektrik üretimi*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul-Türkiye, (2014).