



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KARAYOLLARINDAKİ HIZ KESİCİ KASISLERDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ

ALİ DEMİRCAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mekatronik Anabilim Dalı
Mekatronik Programı

DANIŞMAN

Doç. Dr. Mustafa DEMETGÜL

EŞ-DANIŞMAN

Doç. Dr. Recep YENİTEPE

İSTANBUL, 2014



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KARAYOLLARINDAKİ HIZ KESİCİ KASISLERDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ

ALİ DEMİRCAN
(050611007)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mekatronik Anabilim Dalı
Mekatronik Programı

DANIŞMAN

Doç. Dr. Mustafa DEMETGÜL

EŞ-DANIŞMAN

Doç. Dr. Recep YENİTEPE

İSTANBUL, 2014

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında gerekli desteği sağlayan, bilgi ve tecrübelerinden İstifade ettiğim danışman hocam sayın Doç. Dr. Mustafa DEMETGÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez hazırlama sürecinde göstermiş oldukları anlayıştan dolayı değerli eşim Pınar DEMİRCAN ve kıymetli oğlum Berk Hayri DEMİRCAN'a teşekkür ederim.

Projede deneylerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen değerli yakınlarım Selahattin CAN, Uğur CAN, Ramazan DEMİRCAN, Recep DEMİRCAN, Cemalettin EFE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Çizimlerdeki desteklerinden dolayı saygı değer meslektaşlarım Ali Onur VAROL ve Alper ŞENYÜREK'e teşekkür ederim.

FEN-C-YLP-090113-0007 No' lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

HAZİRAN, 2014

Ali DEMİRCAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	vii
SEMBOLLER	ix
KISALTMALAR	x
ŞEKİL LİSTESİ	xii
1.GİRİŞ	1
1.1 AMAÇ	1
1.2 LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	2
1.3. TÜRKİYE DE ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ VE KULLANILAN KAYNAKLAR	6
1.4. TÜRKİYE’DE ENERJİ KAYNAKLARI VE POTANSİYELİ	7
1.4.1. Fosil yakıt rezervleri ve potansiyeli	8
1.4.1.1. Taş kömürü	8
1.4.1.2.Linyit, asfaltit, bitümlü Sist ve turba	8
1.4.1.3. Petrol	9
1.4.1.4. Doğalgaz	9
1.4.1.5. Nükleer enerjisi	10
1.4.2.Yenilenebilir enerji kaynakları ve potansiyeli	10
1.4.2.1. Jeotermal enerji	10
1.4.2.2. Rüzgâr enerjisi	11
1.4.2.3.Güneş enerjisi	13
1.4.2.4.Hidroelektrik enerji	14
1.5. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ (YEK) YERİ VE ÖNEMİ	15

1.5.1.Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ve Dünyadaki kullanımı	17
1.5.2.Yenilenebilir enerji kaynakların gelişimini sağlayan sebepler	18
1.5.3.Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’de uygulanan enerji politikaları içerisindeki yeri	19
1.6. MİKRO ENERJİ ÜRETİM SİSTEMLERİ	22
1.6.1.Mekanik sistemle mikro düzeyde elektrik üretimi	23
1.6.2. Piezo sistemle mikro düzeyde elektrik üretimi	27
1.6.2.1. Piezo sistemle mekanik sistemin güç üretimi karşılaştırılması	32
1.6.2.2. Pioze sistemle mekanik sistemin maliyet açısından karşılaştırılması	33
1.6.3.Hidrolik sistemle mikro düzeyde elektrik üretimi	33
1.7. HIZ KESİCİ SİSTEMDE KULLANILAN MALZEMELER	38
1.7.1. Hız kesiciler	38
1.7.1.1.Uzun hız kesiciler	38
1.7.1.2.Düz tepeli hız kesiciler	39
1.7.1.3.Kısa hız kesiciler	39
1.7.2.Hidrolik Motor	41
1.7.3.Redüktör	42
1.7.4.Elektrik makineleri	43
1.7.4.1.Alternatör	43
1.7.4.2. Dinamo ve doğru gerilimin elde edilmesi	44
1.7.5.Bağlantı Elemanı (Kaplin)	45
1.7.6.Hidrolik akümülatör	47
1.7.7.Elektrik enerjisinin depolanmasına ve gerekliliği	47
1.7.7.1.Akümülatör	48

1.7.7.2.Akümülatör kapasitesi	48
2. MATERYAL VE YÖNTEM	49
2.1. HIZ KESİCİ SİSTEMDE KULLANILAN MALZEMELERİN SEÇİMİ VE İMALATI	49
2.1.1.Hız kesici kalıp imalatı	49
2.1.2. Hız kesici imalatı	49
2.1.3.Rekor seçimi ve montajı	51
2.1.4. Hidrolik hortum seçimi	52
2.1.5. Hidrolik motor seçimi	52
2.1.6. Redüktör seçimi	53
2.1.7. Elektrik makinesi seçimi	54
2.1.8.Bağlantı elemanı (kaplin) imalatı ve montajı	55
2.1.9. Çekvalf seçimi	57
2.1.10. Makine montaj sehpası ve makine montajı	57
2.1.11. Hız kesici sistemde akümülatör (akü)	58
2.1.12. Hız kesici sistemde kullanılan malzeme fiyat listesi	60
2.2. HIZ KESİCİDEN HİDROLİK YOLLA ELEKTRİK ÜRETİMİ	61
2.2.1.Hız kesici sistem tasarımı ve malzeme testleri	61
2.2.2.Hidrolik motor testi	63
2.2.3.Redüktör ve elektrik motoru testi	64
2.2.4.Sistem dayanımı ve enerji üretim testi	65
2.2.5.Hız kesici sağlamlık testi	66
2.2.6. Hız kesici sistem, hidrolik devre şeması ve testleri	67
2.2.6.1. Tek hız kesicili sistem	68
2.2.6.2. Tek hız kesicili, sıvı tanklı sistem	69

2.2.6.3.Çift hız kesicili sistem	71
2.2.7. Hız kesici sistemlerde basınç ölçüm deneyleri	73
2.2.8. Hız kesici sistemlerde devir ölçüm deneyleri	74
2.2.9.Hız kesici sistemlerde akım ölçüm deneyi	75
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	77
3.1. TEK HIZ KESİCİ KULLANARAK (SIVI TANKLI) ELDE EDİLEN BULGULAR	77
3.1.1. Tek hız kesiciden otomobil (1200 kg) ile geçilmesi	77
3.1.2. Tek hız kesiciden minibüs (2000 kg) İle geçilmesi	78
3.2.ÇİFT HIZ KESİCİ KULLANARAK ELDE EDİLEN BULGULAR	80
3.2.1.Çift hız kesiciden otomobil (1200 kg) ile geçilmesi	80
3.2.2. Çift hız kesiciden minibüs (2000 kg) ile geçilmesi	81
3.3. ÜRETİLEN ELEKTRİK ENERJİSİ VE DEPO EDİLMESİ	83
4. SONUÇLAR	84
4.1. SONUÇ	84
4.2. ÖNERİLER	85
5. KAYNAKLAR	86

ÖZET

KARAYOLLARINDAKİ HIZ KESİCİ KASİSLERDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ

Yaptığımız çalışmada fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar üzerinde durulmuştur. Fosil yakıtların enerji üretimindeki payını azaltmak için yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yenilenebilir enerjinin önemine vurgu yapılmıştır. Teknolojideki gelişmeler ve artan nüfus ile birlikte ortaya çıkan enerji açığı üzerine araştırmalar yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik enerjisi üretimi üzerinde durulmuştur. Enerji açığını kapatmak için alternatif enerji üreten sistemler incelenmiştir. Mini ve mikro düzeyde elektrik üretim sistemleri irdelenmiştir. Mini ve mikro sistemlerle hidrolik yolla elektrik enerjisi üretimi araştırılmıştır.

Çalışmanın asıl hedefi, karayollarındaki hız kesicilerden hidrolik yolla elektrik enerjisi üretmektir. Üretilen enerjinin, çevre aydınlatma ve sinyalizasyon cihazlarının beslenmesinde kullanılması düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda elektrik üreten hız kesici sistem tasarlanmıştır. Farklı yöntemler ve araçlarla sistem teste tabi tutulmuştur. Geliştirilen hız kesici sistem ile yapılan deneyler sonucunda, 15-20 V gerilim, 200 mA akım, 3-4 W güç üretildiği gözlemlenmiştir.

HAZİRAN, 2014

Ali DEMİRCAN

ABSTRACT

PRODUCING ELECTRICITY FROM THE SPEED BUMPS ON HIGHWAYS

In our study, the harm of fossil fuels to nature was emphasized. The studies to reduce the percentage of the fossil fuels in energy production were viewed. The importance of renewable energy resources was underlined. It was given point to the energy deficit with the developments in technology and growing population. Importance of energy production with renewable energy resources was emphasized. Energy production systems in mini and micro levels were studied. Electrical energy production from mini and micro systems with hydraulics was researched.

The main objective of the study is to produce electrical energy from the speed bumps on highways with hydraulics. The energy produced from these systems are planned to be used on lighting and signalization equipments. As the result of the study, the electricity producing speed bump was designed and was tested with different methods and tools. 15-20 V voltage, 200mA current, 3-4 W power was produced as the result of the experiments that are made with the system.

JUNE, 2014

Ali DEMİRCAN

SEMBOLLER

W: Güç

V: Gerilim

A: Amper

Kg: Ağırlık

kN: Kuvvet

wp: Güneş paneli gücü

SiO₂: Silisyum oksit

Rpm: Dakikadaki devir sayısı

A/h: Amper / saat

Psı: Basınç birimi

M: Metre

\$: Dolar

W/h: Watt / saat

Sn: Saniye

MW: Megawatt

mW: Miliwatt

m²: Metrekare

m³: Metreküp

Lt: Litre

KISALTMALAR

DC: Doğru Akım

CI: Hesaplama Zeka

AC: Alternatif Akım

AB: Avrupa Birliği

EİE: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü

YEK: Yenilenebilir Enerji Kaynakları

GSMH: Gayri Safi Milli Hâsıla

TEAŞ: Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi

DSİ: Devlet Su İşleri

TPAO: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

BOTAŞ: Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi

TKİ: Türkiye Kömür İşletmeleri

HES: Hidro Elektrik Santral

IAEA: Uluslar Arası Atom Enerji Ajansı

MEMS: Mikro Elektro-Mekanik Sistemler

ATV: Arazi aracı

MTS: Makine Test Sistemleri

Akü: Akümülatör

Kasi: Hız kesici

LED: Işık yayan diyot

Hidromotor: Hidrolik motor

Teiaş: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

Jeo: Jeotermal enerji santrali

Res: Rüzgâr enerji santrali

AB: Avrupa Birliği

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 1.Enerji dönüşüm sistemleri [15]	6
Şekil 1. 2.Türkiye kurulu gücünün yıllara göre değişimi [17]	7
Şekil 1. 3.Türkiye'nin 2007 yılı kaynaklar bazında kurulu güç dağılımı [17]	8
Şekil 1. 4.Fosil yakıt kullanan üretim tesisi [22]	9
Şekil 1. 5. Rüzgâr gülleri [26]	11
Şekil 1. 6.Dünya kurulu rüzgâr gücünün gelişimi [27]	12
Şekil 1. 7.Lider ülkelerde rüzgâr kurulu gücü gelişimi [28]	13
Şekil 1. 8.Lider ülkelerin güneş enerjisi kurulu güçleri [27]	14
Şekil 1. 9.Hidroelektrik santral [31]	15
Şekil 1. 10.Yenilenebilir enerji kaynakları [34]	16
Şekil 1. 11.Dünya toplam YEK kurulu güç kapasitesi [36]	17
Şekil 1. 12.Küresel sıcaklık değişimi [40]	19
Şekil 1. 13.Yenilenebilir enerjiden beslenen yapı [49]	22
Şekil 1. 14.Mekanik hareketten elektrik üreten hız kesici [50]	24
Şekil 1. 15.Hız kesiciden elde edilen enerjinin osiloskop görüntüsü [7]	24
Şekil 1.16.Hız kesici resmi ve tasarımı [8]	25
Şekil 1.17.Tren rayına yerleştirilen sistem tasarımı ve resmi [11]	26
Şekil 1.18.Tren rayına monte edilen sistemin laboratuvar ortamında test edilmesi [11]	26
Şekil 1. 19.Doğrusal jeneratör [9]	27
Şekil 1. 20.Doğrusal jeneratörle üretim yapan özel hız kesici tasarımı [9]	27
Şekil 1. 21.Pioze sistemin ayakkabıya montajı [55]	29
Şekil 1. 22.Piezo malzeme [56]	30
Şekil 1. 23. Köprüye ayaklarına piezo yerleşimi ve enerji üretimi [57]	30

Şekil 1.24.Piezo askılı sırt çantası [58]	31
Şekil 1. 25.Piezo malzemenin yola döşenmesi [12]	31
Şekil 1. 26.Mekanik özel hız kesici [12]	32
Şekil 1. 27.Süspansiyonundan enerji üretilen atv [14]	34
Şekil 1. 28.Hidrolik sistemden elektrik üreten düzenek [11]	35
Şekil 1. 29.Hidrolik sistem [11]	35
Şekil 1. 30.Trenin 21 Km/h hızla ürettiği gerilim değerleri [11]	36
Şekil 1. 31.Saatte 21 km/h hızla giden trenin güç değerleri [11]	37
Şekil 1. 32.Elektrik üreten lastik sistemi [61]	37
Şekil 1. 33.Hız kesici profili	38
Şekil 1. 34.Uzun hız kesici [62]	39
Şekil 1. 35.Oval (plastik) hız kesici [62]	40
Şekil 1. 36.Klasik (plastik) hız kesici [62]	40
Şekil 1. 37.Kauçuk hız kesici [62]	41
Şekil 1. 38.Hidrolik motor [65]	42
Şekil 1. 39.Helis dişliler ve Sonsuz dişliler [66]	43
Şekil 1. 40.Konik dişliler [66]	43
Şekil 1. 41.DC gerilim üreten deney düzeneği [67]	44
Şekil 1. 42.Sabit dc gerilim [67]	44
Şekil 1. 43.Değişken dc gerilim [67]	45
Şekil 1. 44.Bağlantı elemanları (kaplin)	46
Şekil 1. 45.Kaplin bağlantı şekilleri [68]	46
Şekil 1. 46.Akümülatör [71]	48
Şekil 2. 1.Hız kesici gövde kalıbı	49

Şekil 2. 2.Kalıptan çıkmış hız kesici gövdeleri	50
Şekil 2. 3.Hız kesicide basınç kaybını önleyen metaller	50
Şekil 2. 4.Hız kesiciye rekor montajı	51
Şekil 2. 5.Kullanılan rekor tip ve çapları	51
Şekil 2. 6.Hidrolik hortum	52
Şekil 2. 7.Hidrolik motor	52
Şekil 2. 8.Rekor montajı yapılmış hidrolik motor	53
Şekil 2. 9.Redüktör	54
Şekil 2. 10.Dinamo	55
Şekil 2. 11.Bağlantı elemanları (kaplin)	56
Şekil 2. 12.Bağlantı elemanının hidrolik motora montajı	56
Şekil 2. 13.Çekvalf şekilleri	57
Şekil 2. 14.Makine montaj sehpası	58
Şekil 2. 15.Metal montaj sehpası ve makineler	58
Şekil 2. 16.Hız kesici sisteminde kullanılabilir akü	59
Şekil 2. 17.Özel hız kesici sistem tasarım çizimi	61
Şekil 2. 18.Hız kesici tasarım resminin yola monte edilmesi	62
Şekil 2. 19.Sistemin üç boyutlu resmi	63
Şekil 2. 20.Hidrolik motor testi	64
Şekil 2. 21.Redüktör ve elektrik motoru testi	64
Şekil 2. 22. Hız kesici sistemde kullanılan dinamo	65
Şekil 2. 23.Hız kesici sistemde basınçlı yağ testi	65
Şekil 2. 24.Labaratuvar ortamında makine elemanları ve üretim testi	66
Şekil 2. 25.Hız kesici sağlamlık testi	67

Şekil 2. 26.Hidrolik sıvı dolu hız kesici	67
Şekil 2. 27.Tek hız kesici sıvının doğrudan hız kesiciye geri dönüş	68
Şekil 2. 28.Tek hız kesicili sistem araç testi	68
Şekil 2. 29.Tek hız kesicili sıvı tankı üzerinden sıvının geri dönüşü	69
Şekil 2. 30.Sıvı tankı ve hız kesici sistem	69
Şekil 2. 31.Hız kesiciden otomobil geçişi	70
Şekil 2. 32.Minibüsün hız kesiciden geçmesi	70
Şekil 2. 33.Çift hız kesici, sıvının hız kesiciler arasında akışı	71
Şekil 2. 34.Çift hız kesicili sistem	72
Şekil 2. 35.Aracın çift hız kesiciden geçişi	72
Şekil 2. 36. Çift hız kesiciden minibüs (2000 kg) geçişi	73
Şekil 2. 37. Basınç sensörü ve devredeki bağlantısı	74
Şekil 2. 38.Devir sayısındaki değişim	74
Şekil 2. 39.Takometre ile devir ölçümü	75
Şekil 2. 40.Hız kesici sistemden üretilen akım değeri ölçümü (mA)	76
Şekil 3. 1.Tek hız kesiciden otomobil geçişi ile basınç değişim grafiği	77
Şekil 3. 2. Otomobil (1200 kg) geçişi ile elde edilen gerilimdeki değişim	78
Şekil 3. 3.Tek hız kesiciden minibüs geçişi sonucu basınç değişimi	79
Şekil 3. 4. Hız kesiciden minibüs geçişi ile elde edilen gerilim	79
Şekil 3. 5. Çift hız kesiciden otomobil geçişi sonucu basınç değişim grafiği	80
Şekil 3.6.Çift hız kesiciden otomobil iki tekerleğinin geçişi ile oluşan gerilim değişimi	81
Şekil 3. 7. Çift hız kesiciden minibüs geçişi sonucu oluşan basınç değişim	82
Şekil 3. 8. Çift hız kesiciden minübüs ön ve arka tekerleğinin geçişi ile oluşan gerilim	82

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. 1.Teaş tarafından yapılan orta ve uzun ölçekli enerji üretim planlama verileri	15
Tablo 1. 2.Deney sonucu elde edilen veriler	25
Tablo 1. 3.Mekanik sistemle piezo sistemin enerji veriminin karşılaştırılması	32
Tablo 1. 4. Mekanik sistemle piezo sistemin maliyet karşılaştırılması	33
Tablo 1. 5.Deney sonuçlarının analizi	34
Tablo 1. 6.Raya monte edilen sistemin analizi	36
Tablo 1. 7.Akü değerleri	48
Tablo 2. 1.Hidrolik motor katalog bilgileri	53
Tablo 2. 2.Redüktör katalog bilgileri	54
Tablo 2. 3.Dinamo katalog bilgisi	55
Tablo 2. 4. Akü kapasitesi	59
Tablo 2. 5. Ağırlık değişimine göre basınç verileri	74
Tablo 3. 1.Otomobil geçişi ile oluşan elektriksel büyüklükler	78
Tablo 3.2.Minibüs geçtiğinde oluşan değerler	80
Tablo 3.3.Aracın iki adet çift hız kesiciden geçiş süresi ve elde edilen değerler	83
Tablo 3.4.Üretilen enerjinin12 V, 7 A/h aküyü doldurması için geçmesi gereken araç sayısı	83

1.GİRİŞ

1.1 Amaç

Enerji, günlük yaşamın her anında ve yapılan her etkinlikte insan için en önemli gereksinimdir. Yeterli düzeyde ve çevresel değerleri tehdit etmeyen enerji sağlama ve bu enerjiyi kullanma toplumların en önemli sorunudur. Enerji sağlamada fosil yakıtlar ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere başlıca iki kaynak vardır [1].

Son iki yüzyıllık süreçte fosil kökenli yakıtlar, üretim teknolojilerinde meydana gelen gelişmelerle ve ucuz olmaları nedeniyle yaygın bir kullanım alanı bulmuşlar, bunun sonucunda da yenilenebilir teknolojiler karşısında üstün bir konuma gelmişlerdir. Petrol ve kömür egemenliğine dayanan enerji çağı, 1973 yılında ortaya çıkan petrol krizi sonucunda bir güvensizlik ortamı oluşturmuştur. Bu güvensizlik ortamı neticesinde tüm dünyada yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı yoğun bir ilgi ortaya çıkmıştır. Böylece, petrol krizi sonrasında “enerji güvenliği” ve “enerji çeşitlendirilmesi” kavramları enerji politikalarının belirleyici unsuru olmuştur [2].

Yapılan araştırmalar, fosil yakıt rezervlerinin azalmaya başladığını ve sürekli artan enerji talebine karşılık veremeyeceğini göstermektedir. 1996 yılı rakamlarına göre; kömürün 235 yıl, petrolün 43 yıl, doğalgazın ise 66 yıl sonra tükeneceği tahmin edilmektedir. Dünyadaki enerji tüketim hızı ise, fosil yakıtların oluşum hızınının 300 bin katı kadardır. Bir başka ifade ile, bir günde bin yıllık bir fosil yakıt oluşumu tüketilmektedir [3].

Sonuç olarak, fosil yakıt rezervlerinin tükenmesi ve sürekli artan enerji talebini karşılayamaması kaçınılmaz olacaktır. Yeni dünya düzeni politikalarında ülkeler için iki konu önem kazanmıştır: İlki teknoloji, diğeri ise enerjidir. Teknolojik yönden geri kalmış ülkeler, bol ve ucuz enerji kaynaklarına sahip olmak zorundadırlar [4].

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, tüm insanlığın geleceğini güvence altına almak için yaşamsal bir öneme sahiptir. Karbondioksit gazının atmosferde yoğun olarak birikmesi, küresel ısınmaya yol açmaktadır. Meydana gelen sıcaklık artışı, dünya ikliminin değişmesine, kutuplardaki buzulların erimesine, deniz seviyelerinin yükselmesine ve neticede birçok verimli tarım topraklarının sular altında kalmasına neden olacaktır. Küresel ısı artışını önlemenin ilk koşulu, fosil yakıt kullanımını

azaltarak enerji altyapısını yenilenebilir enerjileri kullanmaya uygun duruma getirmektedir [5].

Yenilenebilir enerji kaynaklarını, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi, hidrojen enerjisi ve hidrolik enerji, jeotermal enerji, dalga enerjisinden oluşan su gücü enerjileri ile füzyon enerjisi vb. gibi olmak üzere sınıflandırabiliriz. Bu kaynaklar makro düzeyde elektrik üretiminde kullanılır [6].

Enerjinin bu kadar hayati öneme sahip olduğu günümüzde mini ve mikro ölçekli elektrik üretimi kaynakları da büyük öneme sahiptir. Mikro enerji üretimi, bireylerin, küçük çaplı şirketlerin ve yöresel halkların kendi enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için bölgesel bir enerji üretim şeklidir. Şebekeden enerji alınmasına bir alternatif olan bu enerji üretim şekli, elektrik enerjisi üretimini kapsamaktadır. Pratikte, mikro enerji üretiminin, genellikle şebekenin güvenilmez olduğu durumlarda veya şebekeden çok uzak olunması durumlarında kullanılma gerekliliği düşünülse de, mikro enerji üretimi faturaların düşürülmesine yardımcı olan çevresel bir yaklaşımdır. Çok farklı küçük ölçekli üretim sistemleri mevcuttur. Biz bu çalışmada karayollarından geçen araçların hareket ve ağırlığını kullanarak mikro düzeyde elektrik üretimi incelenmiştir.

Karayollarının gerek aydınlatılması gerekse sinyalizasyon cihazlarının çalışabilmesi için elektrik enerjisine ihtiyaç vardır. Günümüzde bu enerji gereksinimi şehir şebekesinden sağlanmaktadır. Şehir şebekesinin olmadığı, yerleşim yerlerinden uzak bölgelerdeki yolların aydınlatılması amacıyla gerekli elektrik enerjisi, büyük maliyetler gerektirmektedir.

1.2 Literatür Araştırması

Biello, MotionPower teknoloji şirketi tarafından geliştirilen hız kesici, trafiğin sakinleştirilmesi istenen otopark, sınır kapıları, çıkış rampaları, mahalleler ve gişe gibi yerlere koymak için tasarlanmıştır. Sistem, trafiğin yoğun olduğu bir bölgeye kurulmuş ve üzerinden 6 saatte 580 araç geçmiş, 6 saat sonunda sistemden elde edilen enerjiyle bir evin veya 150 m²lik bir reklam panosunun günlük elektrik ihtiyacının karşılandığı kanaatine varılmıştır. Şirket bu iş için ortalama 1500 ile 2000 \$ arası bir maliyet hesaplaması yapmıştır. Maliyetin geri dönüşümü için sistemin 2 ila 3 yıl arası çalışması gerektiği vurgulanmıştır. Sistemde üretilen enerjinin, şehir elektrik şebekesine entegrasyonu

öngörülmüştür. Elde edilen enerji ile sokak aydınlatması ve reklam panolarının beslenmesi düşünülmüştür [7].

Priananda ve arkadaşları, yaptıkları çalışma ile mekanik sistemle hız kesiciden elektrik üretimini hedeflemiş ve başarmışlardır. Aracın hız kesici üzerine basınç uygulaması sonucu, altında yaylar bulunan özel kasis aşağıya doğru hareket etmiştir. Oluşan aşağı yönlü hareket, dişli sistem sayesinde kullanılabilir hale getirildikten sonra hareket enerjisi alternatör yardımı ile elektrik enerjisine dönüştürülmüştür. Elde edilen enerji aküde depolanarak kullanıma sunulmuştur [8].

Pirisi ve arkadaşları, araç enerjisini geri kazanım için yeni hız kesici tasarımı yapmışlardır. Yavaşlaması gereken aracın daha rahat yavaşlayabilmesi ve aracın kinetik enerjisini elektrik enerjisine çevirmek, sistemin önceliklerinden olmuştur. Sistemin ana temalardan biri, araçtan elde edilen hareketi, doğrusal jeneratör ile işleyerek elektrik enerjisi üretimi olmuştur. Yapılan testler sonucunda bir hız kesici, günde 10.000 araçlık bir ortalama 10 m lik yolda yılda 200 MWh enerji üretimi sağlamıştır. Bu sayede 170 kWp lik 1200 m²lik alanda yıllık 250000 kg CO² kullanan bitki topluluğunun yaptığı etkiye eşdeğer bir iş yapılmıştır [9].

R.P. Summer, hız kesiciden elektrik üretiminde, mekanik sistemle piezo sistemin karşılaştırılması çalışmasında dişli sistem mekanizması kullanarak mekanik sistemden elektrik üretimi ile piezo elektrik jeneratör kullanarak titreşimden enerji üretiminin karşılaştırılmasına odaklanmıştır. Çalışma neticesin de mekanik sistemden 13.79 mW, piezo sistemden 87.06 µW güç elde edilmiştir [10].

Pourghodrat, demiryolu ve hemzemin geçitlerde güvenliği sağlamak için uyarıcı sistemlere ihtiyaç vardır. Yerleşim bölgelerinin dışında güvenliği sağlamak oldukça güçtür. Sistemin çalışması için gerekli elektrik altyapısı olmayabilir. Rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir kaynaklar her bölgede güvenilir değildir. Demiryoluna yerleştirilen parçanın vagon geçişi sırasında aşağı yukarı hareketi sonucu mekanik dişli sistemi ve hidrolik yağ hareketi ile elektrik üretimi sağlanmıştır. Yağın basıncı ile elde edilen mekanik hareket elektrik enerjisine dönüştürülmüştür. Demiryolunda güvenliği sağlamak için mekanik hareketi hidrolik yolla elektrik enerjisine çeviren cihazın tasarımı ve demiryoluna montajı sonucu 60 mil hızla giden bir trenin boş ve dolu geçişi esnasında 10 W ile 40 W arası elektrik üretildiği tespit edilmiştir [11].

Abromovich, Innowattech firması, otoyol, tren yolu, fabrika giriş ve çıkışları, ağır pres makineleri gibi, sürekli olarak ağır ve değişken yüklere maruz kalan alanlarda geliştirdiği optimize edilmiş tasarım ile doğaya hiçbir zarar vermeden yenilenebilir enerji üretilmesini sağlarken bu yüklerin ve trafiğin de sürekli takibine olanak verir. Innowattech'in çözümü mevcut yapıyı koruyarak gelişim sağlamıştır. Asfaltın altında beton zemin üzerine eklenen piezo jeneratörlerin üzeri bitümlü tabakayla kaplanarak korumaya alındıktan sonra üzeri asfalt ile kaplanmış ve 30 yıla uzanan jeneratör ömrü sağlanmıştır. Üretilen elektriğin şebekeye verilmesi ya da bataryalarda saklanması mümkün olmuştur. Saatte 500 ağır vasıta aracın geçtiği 1 km uzunluğunda yolda 200 kWh/h elektrik üretimi gerçekleşmiştir [12].

Arızlı, hidrolik sistem kullanarak aracın süspansiyon sisteminden enerji üretme teknolojisi massachusetts enstitüsü araştırmacıları tarafından geliştirilmiştir. Onlar bir mini-türbin ile sıvıyı zorlamış ve jeneratöre bağlı bir hidrolik sistem ile enerji üretimini sağlamışlardır. Sistem piston, hidrolik - motor ve elektrik-motoru (jeneratör) olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Şekilde pistonun sağ ve sol tarafında türbine sıvı akışını ve geri dönüşü sağlayan bağlantılar bulunmaktadır. Sıvı basıncının bir sonucu olarak rüzgâr türbininin dönüşü ile hareket enerjisi, elektrik enerjisine dönüştürülür. Bir hidrolik sisteminin hava kabarcıkları ihtiva etmesi önemlidir. Bu sistemin verimliliğini büyük bir etkiye sahiptir. Bazı hesaplamalar yapıp elde edilen enerji miktarı hakkında fikir sahibi olmak mümkündür. Teorik arka plan, bazı test veya önlemler olmaksızın sistemi kullanmak zordur. Çok sayıda parametreleri bilmeniz gerekmektedir. Test olmadan herhangi bir prototipin başarıya ulaşması çok zordur. Sistemin elektrik gücünü hesaplamak için bir yaklaşım yapmak mümkündür. Geleneksel bir amortisörün çapı yaklaşık 55 mm'dir ve sürüş koşullarında, piston içindeki basınç yaklaşık 350 bardır. Basınç altında sıvı akışını, 10 mm olan delik büyüklüğü de dikkate alınır, tek amortisör 200 W dört amortisör ise toplam 800 W bir çıkış gücü verir [13].

J.D. Hedlund, hidrolik sistemle elektrik enerjisi üreten araç süspansiyonu adlı çalışmasında bir hidrolik sistemle araç süspansiyon sistemi geliştirmiş ve araç dikey titreşimlerinden faydalanarak enerji üretimi için fizibilite testi ve süspansiyon üzerindeki etkisini araştırmıştır. Aracın yolda hareketi ile yolun da etkisi göz önüne alınarak, salınımlar kaçınılmazdır. Geliştirilen bu sistem sayesinde, salınımlar kullanılarak hareket enerjisi, elektrik enerjisine dönüştürülmüştür. Gelişen teknoloji ile

fosil yakıt kullanan araçlar yerini elektrikli araçlara bırakmaktadır. Süspansiyon sisteminden enerji üretim sistemi sayesinde bu yeni teknoloji araçları kendi enerjilerini üreterek kendi pillerini şarj edebileceklerdir. Daha spesifik olarak, bu enerji, araç pili şarj etmek için kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda 6.13V luk bir gerilim, 21,41 W lık bir güç elde edilmiştir [14].

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 hareketin elektriği dönüştürülmesi çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar neticesinde farklı yöntem ve farklı araçlar kullanılarak birçok deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde 15-20 V gerilim, 200 mA akım ve 3-4 W güç elde edilmiştir.

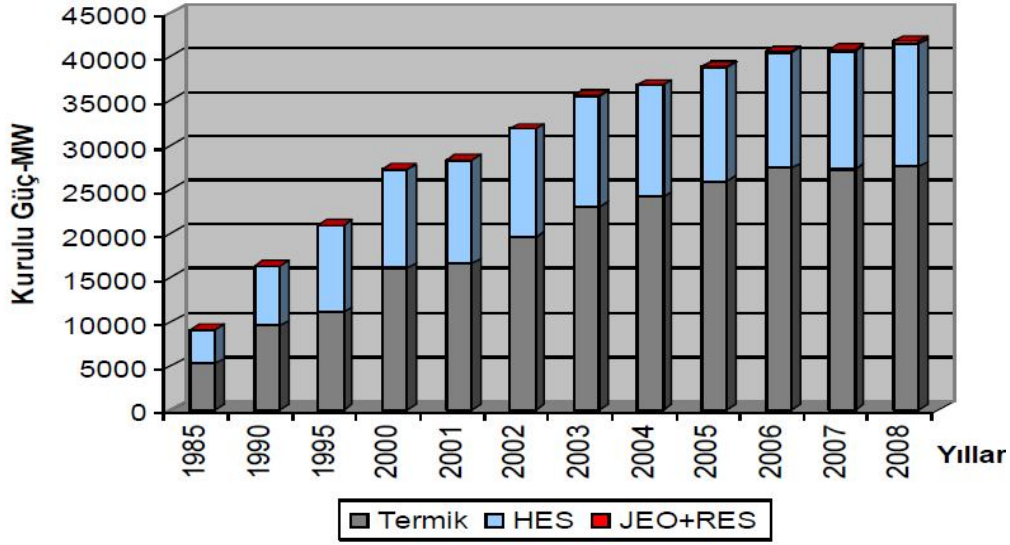
1.3. Türkiye de Enerji Dönüşümü ve Kullanılan Kaynaklar

Enerjiyi bir sistemin iş yapabilme yeteneği olarak ifade etmek mümkündür. Başlıca enerji çeşitleri; kimyasal enerji, ısı enerjisi, elektrik enerjisi ve mekanik enerji olarak sıralanmaktadır. Bu enerjiler birbirlerine enerji dönüşüm sistemleri sayesinde dönüştürülebilir ve iş yapabilirler.



Şekil 1. 1. Enerji dönüşüm sistemleri [15]

Geleneksel olarak iki enerji türünden bahsedilmektedir. Bunlardan olduğu gibi tüketilen kömür, doğalgaz ve petrol birincil (primer) enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Birincil enerji kaynağının şekil 1,1'deki gibi fiziksel dönüşümünden elde edilen elektrik, kok, havagazı vb. ise ikincil (seconder) enerji kaynağı olarak adlandırılmaktadır. Bilinen enerji kaynaklarına alternatif olarak güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, dalga enerjisi, hidrojen enerjisi vb. ilave edilmektedir. Ülkelerin ekonomik, kültürel ve bilimsel seviyeleri onların ürettikleri ve kullandıkları enerji miktarı ile ölçülür. Dünyamızda sanayileşmiş ülkelerde yaşayan nüfus, kullanılan toplam enerjinin yaklaşık %60'ını tüketirken, gelişmekte olan ülkelerde yaşayan nüfus sadece %40'ını tüketmektedir [16]

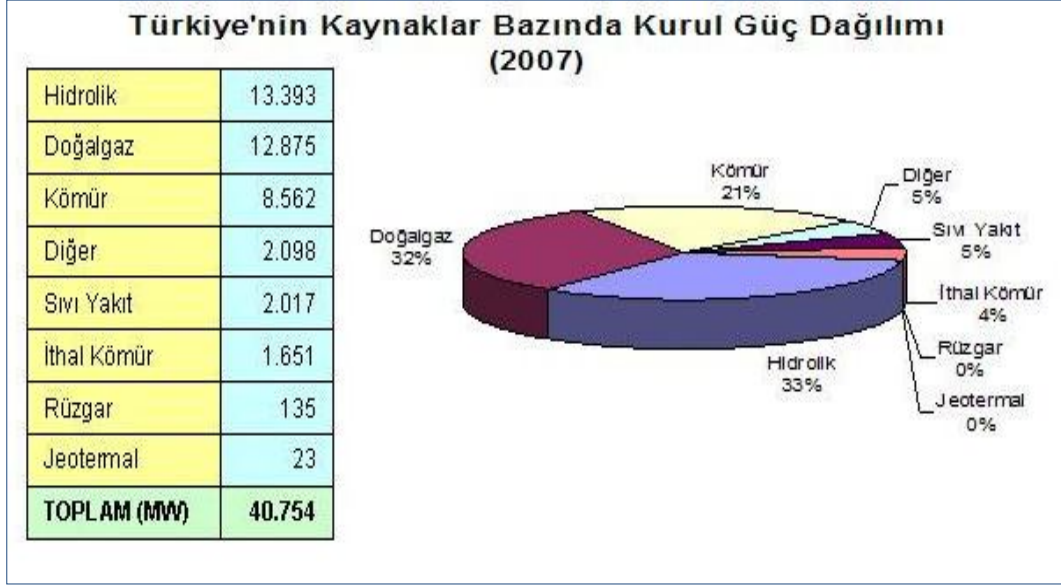


Şekil 1. 2. Türkiye kurulu gücünün yıllara göre değişimi [17]

Türkiye, petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynakları açısından zengin bir ülke değildir. Bu nedenle de Türkiye birincil enerji ihtiyacını büyük ölçüde ithalatla karşılamaktadır. Fakat tüketilen toplam enerjinin önemli bir bölümünü elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Türkiye, kurulu gücünün yıllara göre değişimi şekil 1.2’de görülmektedir. Elektrik üretiminde Türkiye’nin, diğer doğal kaynakları dışında kullanabileceği çok zengin bir hidroelektrik potansiyeli vardır. Buna rağmen, Türkiye elektrik üretiminde de giderek daha çok dışa bağımlı hale getirilmiş ve getirilmektedir. 1997 yılında elektrik üretiminin %71,7’si yerli kaynaklardan elde edilmiş iken (hidroelektrik %38,5), TEAŞ’ın 1997 yılında yaptığı planlamaya göre 2020 yılında elektrik üretiminde yerli kaynakların payı %35’e düşmektedir [18].

1.4. Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Potansiyeli

Türkiye dünya nüfusunda %1,2’lik, enerji tüketiminde ise %0,8’lik bir paya sahiptir. Kişi başına dünya ortalamasının dörtte üçü kadar enerji tüketmektedir. 1998 verileriyle bu tüketimin %42,7’si petrole, %28,2’si kömüre, %16,1’i doğalgaza dayalıdır. Kaynaklar bazında kurulu güç dağılımı şekil 1.3’de gösterilmiştir. Türkiye, enerji kaynakları açısından net ithalatçı bir ülkedir. 2000 yılı verileriyle yılda tükettiği yaklaşık 76 milyon ton kömürün %90’ını, 30 milyon ton ham petrolün %93’ünü ithal etmiş bulunuyor. Türkiye’nin enerji tüketimi ve ithalatı, ekonomisinde de olduğu gibi hızlı bir artış içerisindedir. Türkiye’nin genel olarak dünya enerji kaynakları rezervi içindeki payı oldukça düşüktür [19].



Şekil 1. 3.Türkiye'nin 2007 yılı kaynaklar bazında kurulu güç dağılımı [17]

1.4.1. Fosil yakıt rezervleri ve potansiyeli

1.4.1.1. Taş kömürü

Türkiye taşkömürü rezervleri bakımından dünya ölçeğinde alt düzeydedir. Türkiye'de taşkömürü, Zonguldak bölgesinde bulunmakta ve mevcut rezervi 1 milyar ton olup bunun 450 milyon tonu görünür durumdadır. Antalya ve Diyarbakır bölgesindeki taşkömürü rezervleri çok az olması dolayısıyla dikkate alınmamaktadır. Taşkömürüne talep, demir çelik fabrikalarında tüketilmek üzere kok üretiminde, ısınma ve sanayi sektöründe ve elektrik üretmek üzere termik santrallerde olmaktadır [20].

1.4.1.2.Linyit, astfaltit, bitümlü Sist ve turba

Türkiye linyit rezervleri ve üretim miktarı bakımından dünya ölçeğinde orta düzeydedir. Dünya linyit rezervi içerisinde Türkiye'nin %2,23'lük payı vardır. 2000 yılı verilerine göre 8,2 milyar ton linyit, 1,3 milyar ton bitümlü kömür, 81 milyon ton astfaltit ve 200 milyon ton turba rezervi bulunmaktadır. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde linyit oluşumlarına rastlanmaktadır. En büyük rezerv 3,4 milyar ton ile Elbistan'da bulunmaktadır. Diğer büyük rezervler Orta ve Kuzey Batı Anadolu ve Ege bölgesindedir. Linyit rezervlerinin %13'ünün alt ısıl değeri 3000 kcal/kg üzerinde ve bunun sadece %4,3'ü 4300 kcal/kg'ın üzerindedir. Diğer taraftan %58'lik kısmı ise 1200 kcal/kg'ın altındadır. 2000 yılı linyit üretimi 64,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir ve bunun yaklaşık olarak %85'i Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ)

tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de üretilen linyit kömürünün enerji hammaddesi olarak ekonomik değeri 2 milyar \$/yıl dır. Linyit kömürünün elektrik üretimindeki oranı ise %34 gibi önemli bir seviyededir [21].

1.4.1.3. Petrol

Dünyanın en önemli enerji ve endüstri hammaddesi petroldür. Türkiye, ham petrol açısından zengin değildir. Ham petrol sahaları Güneydoğu Anadolu’da bulunmaktadır ve en büyük petrol sahası Batı Raman’dır. 2000 yılında Türkiye petrolleri anonim ortaklığı (TPAO) sahalarından 13,5 milyon varil (2 milyon ton) ham petrol üretilmiş olup, bu rakam ülke toplam üretiminin %72’sine karşılık gelmektedir.



Şekil 1. 4.Fosil yakıt kullanan üretim tesisi [22]

Üretim, yıllar bazında azalmakta ve halen ülke gereksiniminin %12’ sini bile karşılayamamaktadır. Dünya enerji konseyi verilerine göre, Türkiye’nin enerji gereksinimi sürekli arttığı için (yılda yaklaşık % 4.3), ham petrole olan gereksinim de sürekli artmaktadır. Şekil 1.4’de petrolden enerji üreten tesis görülmektedir. [23].

1.4.1.4. Doğalgaz

Türkiye, doğalgaz açısından zengin değildir. Bugün doğalgaz, ithal edilen ve dışa bağımlı bir enerji kaynağı durumundadır. Doğalgaz üretimi 612 milyon m³ olup, tüketimin yaklaşık %6,5 u kadardır. Türkiye’ ye ithal edilen doğalgazın büyük bir kısmı Rusya’dan sağlanmaktadır. Değişik kaynaklardan alınan doğalgazın yeraltında depolanması için TPAO ve boru hatları ile petrol taşıma anonim şirketi (BOTAŞ) tarafından çalışmalar başlatılmıştır [20].

1.4.1.5. Nükleer enerjisi

Nükleer enerji, atom çekirdeğinden kaynaklanan bir enerji türü olup bazı hafif radyoaktif elementlerin atom çekirdekleri düzeyindeki parçalanma reaksiyonlarından meydana gelmektedir. Nükleer santrallerin normal çalışmaları sırasında çevre üzerindeki olumsuz etkileri yok denecek kadar azdır. Bu esnada insanların alacakları ilave radyasyon dozu bir renkli televizyondan alınana eşdeğerdir. 27 ülkede çalışmakta olan 433 nükleer reaktör çevresinde yapılan ölçümlerde bunu teyit etmektedir.

Dünyanın gelecekteki enerji ihtiyacını sağlamakta nükleer enerjinin yeri kaçınılmazdır. Nükleer santrallerin yatırım bedeli kömür ve fuel-oil santrallerine nazaran daha fazla olmakla beraber, yıllık yakıt masraflarının düşük olması nedeniyle, elektrik üretim maliyeti daha düşük olmaktadır. Uluslararası Atom Enerji Ajansı tarafından 1997 yılındaki verilere göre dünya elektrik üretiminin %17 si faal olarak çalışmakta 442 adet nükleer enerji santralinden karşılanmaktadır [24].

1.4.2.Yenilenebilir enerji kaynakları ve potansiyeli

Yenilebilir enerji kaynakları, doğanın dengesini koruyabilmesi açısından her geçen gün önemini artırmaktadır. Yenilebilir enerji kaynakları üretimi, toplam kömür üretiminden sonra ikinci en yüksek üretime sahip kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları arzının yaklaşık üçte birini hidrolik enerji, üçte ikisini odun, hayvan ve bitki artıkları (biyomas) oluşturmaktadır. Bu kaynakların, yenilebilir ve tükenmez olmaları ve doğal süreçlerin parçası olmaları nedeniyle çevreye zararlı yabancı unsurlar salmamaları olmak üzere iki önemli avantajı vardır. Coğrafi olarak her yerde bol bulunmamaları ve geniş alanlardan toplanmak zorunda olmaları da bu kaynakların dezavantajlarıdır [19].

1.4.2.1. Jeotermal enerji

Jeotermal kaynak bakımından ülkemiz dünyada 7. sırada gelir. Jeotermal enerjinin değerlendirilmesi yeni bir olay olmamakla birlikte ekonomik olarak kullanımı için başka enerji türlerine dönüştürülmesi konusundaki çalışmalar 1973-1974 enerji krizinin etkisi ile daha da yoğunlaştırılmıştır.

Türkiye'nin jeotermal doğrudan kullanım kapasitesi 820 MW olmakta ve Türkiye, bu durumda doğrudan kullanım kapasitesi kurulu gücü ile dünyada 4. sırada yer almaktadır. Türkiye'de elektriğe yönelik uygulama ise Denizli - Kızıldere sahasında

1974 yılında kurulan 0,5 MW kapasiteli bir pilot tesisle başlamış ve 1984 yılında aynı sahada Türkiye elektrik iletim anonim şirketi (TEAŞ) tarafından yaptırılan bir santralle 20 MW' e kapasiteye ulaşmıştır [25].

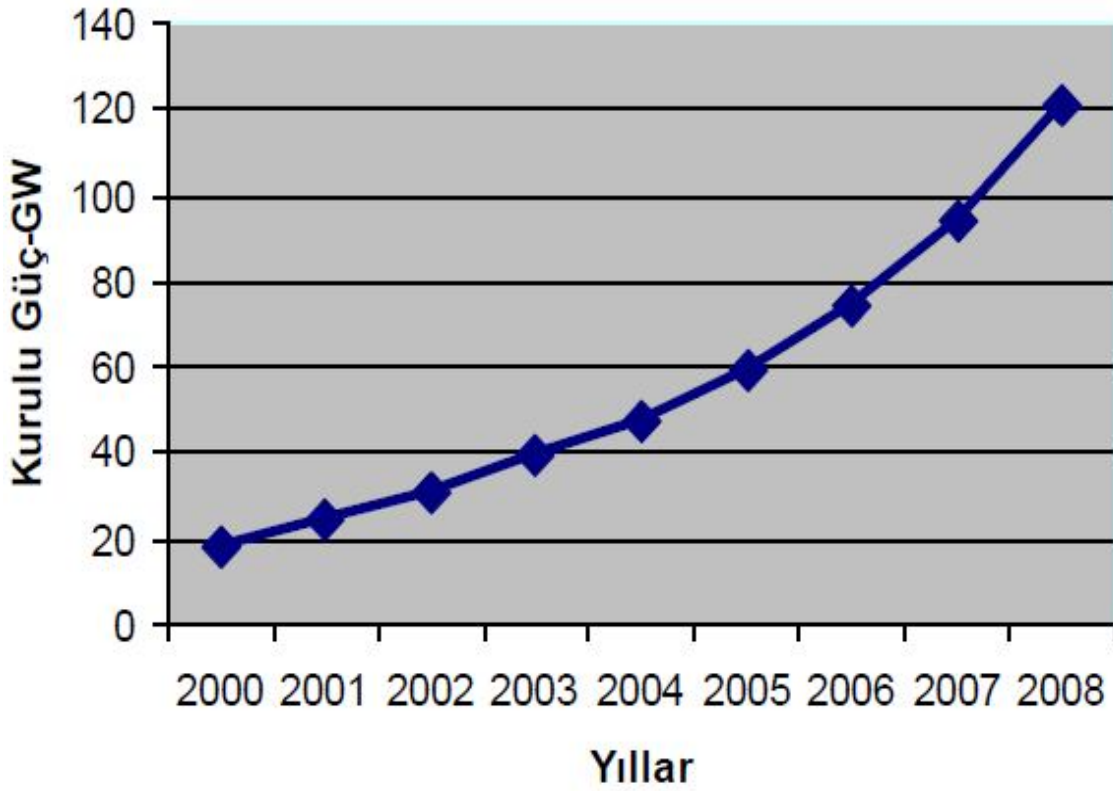
1.4.2.2. Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr enerjisi, hava koşullarına ve topoğrafik şartlara göre değişim göstermektedir. Rüzgâr enerjisi, şekil 1.5'deki yatay ve düşey eksenli rüzgâr türbinleri ile mekanik enerjiye dönüştürülmekte, elektrik üretimi amacıyla da bu mekanik enerjiden yararlanılmaktadır [21].



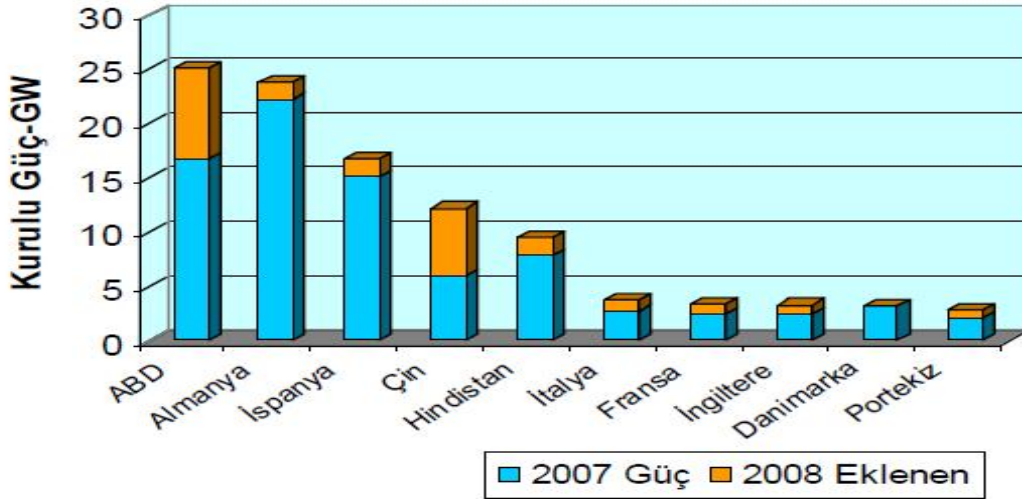
Şekil 1. 5. Rüzgâr gülleri [26]

Rüzgar enerjisinin pek çok avantajının yanı sıra rüzgâr enerjisi kullanım amacıyla rüzgâr türbini ve rüzgâr tarlaları kurulması sırasında görsel ve istatistikî olarak kişileri ve çevreyi etkilemesi, gürültü oluşturması, kuş ölümlerine neden olması, haberleşmede parazitler meydana getirmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Dünyada yıllara göre rüzgar santrallerinin kurulu gücündeki değişmeler şekil 1.6 'da gösterilmiştir [21].



Şekil 1. 6.Dünya kurulu rüzgâr gücünün gelişimi [27]

Dünyada rüzgar enerjisinin önemi her geçen gün artmaktadır. Rüzgar enerjisindeki lider ülkeler şekil 1.7’de gösterilmiştir. Türkiye’nin rüzgâr enerjisi potansiyeline ilişkin sağlıklı ölçüm sonuçlarına ve çıkarılmış rüzgâr atlasına dayalı kesin veriler yoktur. Rüzgâr enerjisi zenginliği sırasıyla Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyı alanlarında bulunmaktadır. Ayrıca Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu’nun belli kesimlerinde rüzgârca zengin yönlerin var olduğu bilinmektedir. Türkiye’nin ekonomik rüzgâr potansiyelinin 50 milyar kWh/yıl olduğu kestirilmektedir. Bu potansiyelin değerlendirilmesi için gereken kurulu rüzgâr gücü ise 20000 MW’dır. Bugün, Türkiye’de ölçümlerle kanıtlanmış güvenilir 12,4 milyar kWh/yıl rüzgâr potansiyeli, yaklaşık 5000 MW kurulu güçle değerlendirilmeyi beklemektedir. Çeşme’de kurulan 580 kW’lık üç türbinden oluşan ilk rüzgâr santrali, 1988’de işletmeye açılmıştır [21].

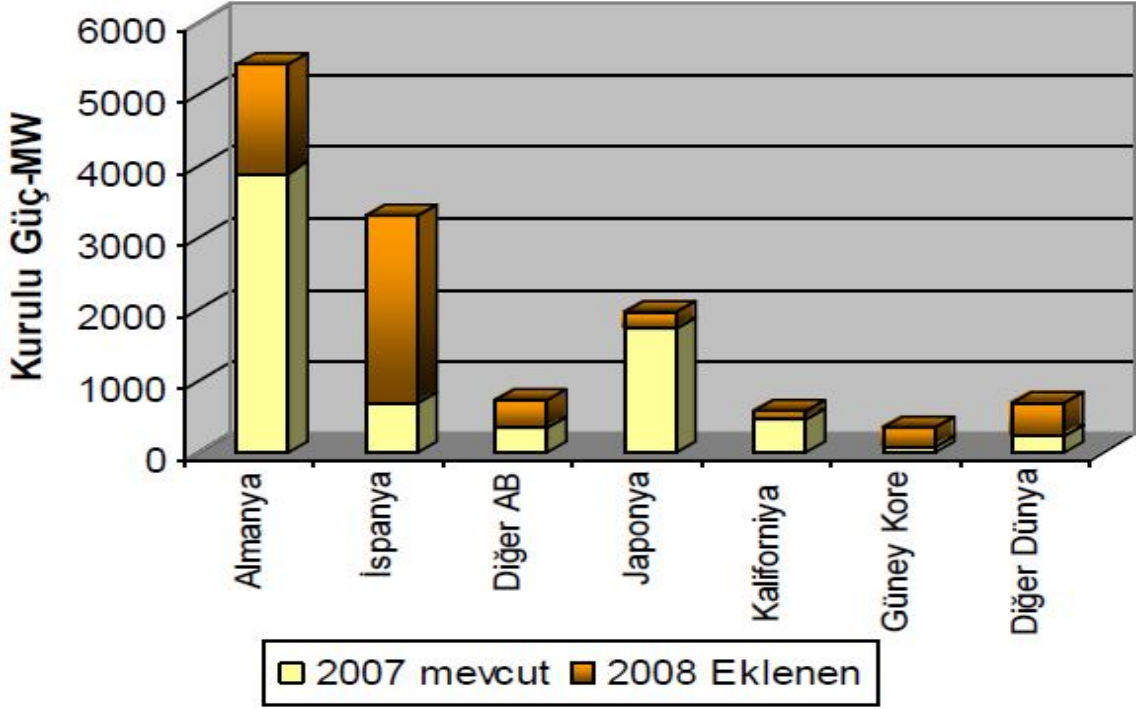


Şekil 1. 7.Lider ülkelerde rüzgâr kurulu gücü gelişimi [28]

1.4.2.3.Güneş enerjisi

Güneş enerjisi dünyamızdaki hayatın temelini oluşturur. Güneş enerjisinin karadaki yoğunluğu güneşin dik olduğu saatlerde, yatay bir yüzey için metrekareye 1 kw kadardır. Türkiye'nin yıllık güneş alma süresi 2609 saattir. Türkiye, yılın yaklaşık %30 luk kısmını güneş olarak geçirir. Türkiye'de kullanılan güneş enerjisi, ekonomik potansiyelin %0.5 ini oluşturur. Ayrıca su ısıtmak amacıyla güney ve batı bölgelerimizde güneş kolektörleri kullanılır [19].

Güneşlenme süresi yönünden en zengin bölgeler sırasıyla; Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, Ege, İç Anadolu, Marmara ve Karadeniz bölgesidir. Fotovoltaik ya da güneş pilleri, güneş ışığı enerjisini elektrik enerjisine direkt çevirir. Güneş pilleri, yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Güç çıkışını artırmak için çok sayıda güneş pili birbirine paralel veya seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir. Bu yapıya güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Gerekirse bu modüller de birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak fotovoltaik dizi oluşturulabilir. Güneş pilleri uyduların ve uzay programlarının direkt güç kaynağıdır. Güneş enerjisi kullanımı konusunda lider olan ülkelerin oranları şekil 1.8'de gösterilmiştir. [29].



Şekil 1. 8.Lider ülkelerin güneş enerjisi kurulu güçleri [27]

1.4.2.4.Hidroelektrik enerji

Türkiye’de teknik ve ekonomik anlamda tüketilebilecek yerüstü ve yeraltı suyu miktarının 110 milyar m³ olduğu ve kişi başına 1692 m³ su düştüğü belirlenmiştir. Türkiye’nin su kaynakları olmasına rağmen, suyun yeterli miktarda sağlanamayacağı bir coğrafi konumda olması nedeniyle, su kaynakları bakımından en zengin ülke değildir. Ekonomik getirisi olan sulanabilir topraklarda, sulama projeleri suyun %50 sini sağlar. Sel kontrolü projelerinin yaklaşık %40 ı gerçekleştirilmiştir. Elektrik enerjisinin %35 i hidrolik olarak sağlanmasına rağmen, ülkemizin hidrolik güç potansiyelinin ancak %30 dan azı geliştirilmiştir [30].

Avrupa’daki en yüksek hidrolik güç potansiyeli arasında Türkiye de sayılabilir. Bu potansiyelin büyük bir kısmı küçük hidrolik güç santralleri tarafından geliştirilecektir. Türkiye’de şekil 1.9’da görüldüğü gibi barajlar yalnızca sulama ve hidroelektrik için değil, içme suyu sağlamak için de önemlidirler. Türkiye’de brüt hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, bu da toplam Dünya potansiyelinin %1 ini, Avrupa potansiyelinin %14 ünü oluşturur [30].



Şekil 1. 9.Hidroelektrik santral [31]

Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelini geliştirme yönünde son yıllarda ciddi bir yavaşlama vardır. 1993 yılında kurulu güç 9,682 MW iken bu değer 2003 yılında ancak 12,579 MW'a çıkarılabilmektedir. Eğer hidroelektrik tesislere yatırım bu son on yıldaki hızla ilerlerse, Türkiye'nin Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından hesaplanan kurulu güce ulaşması yaklaşık 80 yıl alacaktır [18].

TEAŞ tarafından Tablo 1.1' de yayınlanan veriler ve Aralık 1997 tarihli "Orta ve Uzun Dönem Elektrik Enerjisi Üretim Planlama Çalışması"na ait rakamlar Türkiye için alarm demektir.[32]

Tablo 1. 1.Teaş tarafından yapılan orta ve uzun ölçekli enerji üretim planlama verileri

Yıllar	1997	2010	2020
Türkiye'nin hidroelektrik üretimi	%38.5	%24.6	%16.6
İthal yakıtla elektrik üretimi	%28.3	%51.0	%65.0
AB ülkelerinde yenilenebilir kaynaklardan üretim	%13.9	%22.0	%22.0

Tüm hidroelektrik kapasitenin mümkün olan en kısa zamanda geliştirilmesi Türkiye'nin milli menfaatleri açısından gereklidir. Tüm enerji kaynakları arasında birinci önceliğe sahip olmalıdır [18].

1.5. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (YEK) Yeri ve Önemi

Yüksek petrol fiyatları, fosil yakıtların çevresel etkileri üzerine duyulan endişeler, dünyanın pek çok ülkesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasına yönelik verilen teşvikler, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha geniş

oranda kullanımının yolunu açmaktadır. 2035 yılına kadar dünya genelinde hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminde yıllık % 3,2'lik artış beklenmektedir. Enerji kaynaklarındaki reel bazda fiyat artışlarına bakıldığında; 2000-2009 arasında Petrol fiyatlarında %76, doğalgaz fiyatlarına %114, kömür fiyatlarında ise %136'lık artışlar yaşanmıştır. Yapılan tahminlere göre başta petrol fiyatları olmak üzere, doğalgaz ve kömür fiyatlarının sürekli biçimde artması beklenmektedir. Bu artışları göz önüne aldığımızda, yakıtını doğadan sağlayan yani yakıt maliyeti olmayan şekil 1.10'daki yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin doğru olacağını söyleyebiliriz [33].



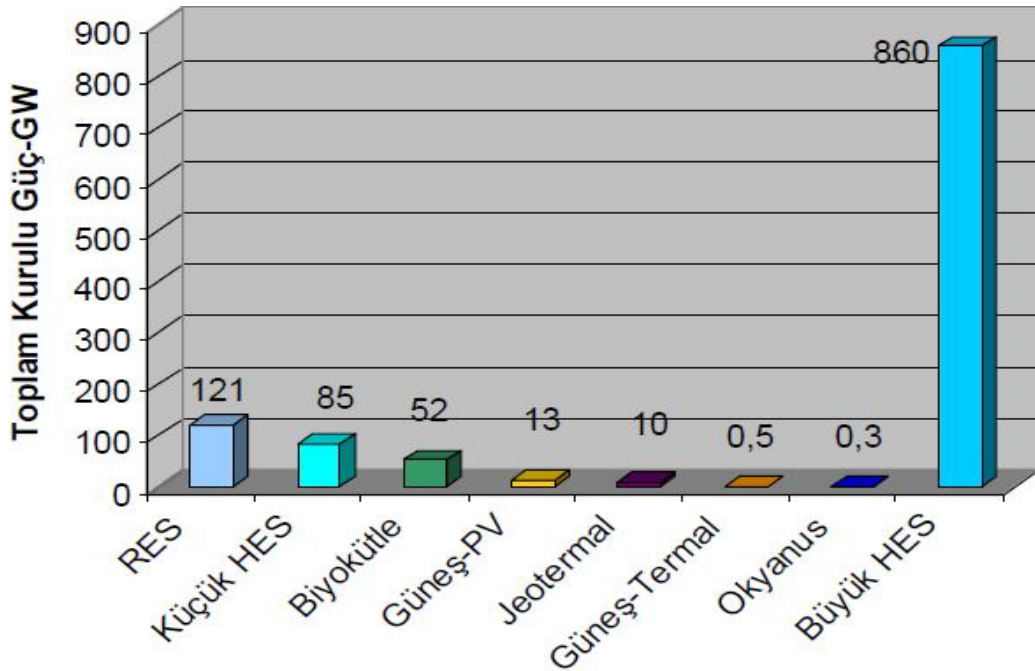
Şekil 1. 10.Yenilenebilir enerji kaynakları [34]

Doğalgazın yanı sıra, kömür ve nükleer enerji de dünyanın enerji ihtiyacını daha uzun bir süre karşılayabilir. Ancak, hem kömür hem de nükleer enerji ciddi çevre kirliliğine yol açmaktadırlar. Kömür, büyük ölçüde madencilik işlemi gerektirdiği gibi, geride kalan alanların başka amaçla kullanımı da güçtür. Ayrıca kömürün yanmasıyla karbon dioksit ve sülfür dioksit gibi gazlar oluşarak çevre kirliliğine yol açarlar. Nükleer enerjide temel problem ise, artıkların yok edilmesidir [35].

1.5.1.Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ve Dünyadaki kullanımı

Bu kaynakların elektrik üretiminde kullanımına yönelik çalışmalar henüz sadece Türkiye Elektrik İşleri Etüt (EİE) İdaresi Genel Müdürlüğü ve bazı üniversitelerde kişisel gayretlerle sürdürülen küçük projeler seviyesindedir [37].

EİE idaresi, 1990 yılında bir proje başlatarak ülkemizin rüzgâr enerjisi potansiyelini tespit etmek için bazı merkezlere gözlem istasyonları kurmuştur. Dünyadaki uygulamalarına bakıldığında, ABD, Danimarka, Hollanda, Almanya, Hindistan, Çin ve Kanada başta olmak üzere yaklaşık 3000 MW lık bir gücün rüzgâr türbinlerinden elektrik şebekesine aktarıldığı görülür. Dünyadaki toplam üretim ise 4250 GW düzeylerine ulaşmıştır. Özellikle çevre kirliliği ile ilgili problemler arttıkça yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi artmıştır. Tahminlere göre 2025 yılına kadar üretilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %10-15 kadarlık bir bölümü yenilenebilir/alternatif enerji kaynaklarından karşılanacaktır. Hala hazırda, Danimarka elektrik ihtiyacının %5 ini kıyı rüzgârlarından sağlamaktadır. İsveç, nükleer santrallerden elektrik üretimini aşamalı olarak devre dışı bırakıp yerine rüzgâr, güneş ve diğer alternatif enerji kaynaklarını kullanmayı planlamaktadır. Üretim aşamasındaki teknolojik gelişmelerin de yardımıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin maliyeti gün geçtikçe düşmektedir. Dünyada YEK ile yapılan çalışma sonuç grafiği şekil 1.11 'dedir [38].



Şekil 1. 11.Dünya toplam YEK kurulu güç kapasitesi [36]

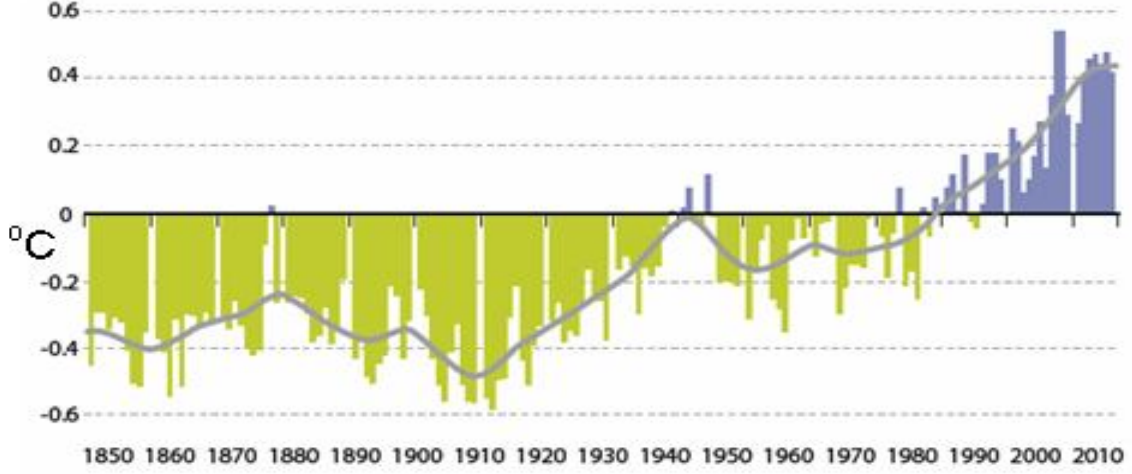
Dünyada nüfusun, kentleşmenin büyük bir artış göstermesi, sanayileşmenin hızlı gelişimine bağlı olarak, yeni teknolojilerin kullanıma soktuğu makine ve araç çeşitlenmesi gibi faktörler her geçen gün enerjiye duyulan ihtiyacı artırmaktadır. İhtiyaç duyulan enerjinin büyük bir kısmı bu gün dahi fosil yakıtlardan (kömür, petrol, doğal gaz vb.) sağlanmaktadır. Konvansiyonel enerji kaynakları olan bu yakıtlar, modern yaşamın her alanında kullanılmaktadır. Bu alanlardan başlıcaları; elektrik, ulaşım, endüstri, bina olup bahse konu alanlarda değişik maksatlarla (üretim/tüketim) ağırlıklı olarak enerji kullanılmaktadır. Fosil kökenli yakıtlar özellikle son iki yüzyıl içerisinde, üretim teknolojilerinin gelişmesi ve ucuz olması nedeniyle yaygın olarak kullanılması sonucu yenilenebilir enerji kaynakları karşısında önemli bir üstünlük sağlamıştır [39].

Petrol ve kömür egemenliğine dayanan enerji çağı, uzun yıllar sorunsuz devam etmiş, ancak 1973 Petrol Krizi ilk kez enerji kaynakları konusunda bir güvensizlik ortamı yaratmıştır. Bu güvensizlik ortamı, bütün dünyada temiz (yeni ve yenilenebilir) kaynaklara karşı yoğun bir ilgiye yol açmıştır. Yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarının başlıcaları hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle ve dalga olarak söylenebilir. 1980'lerin ortalarında petrol fiyatları düşmüş ancak, petrol krizi sonucu gündeme gelen "enerji güvenliği" sorunu kalıcı olmuş ve önemini korumuş, bunun sonucunda da "enerjinin çeşitlendirilmesi" konusu, enerji politikalarının vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiştir [2].

1.5.2. Yenilenebilir enerji kaynakların gelişimini sağlayan sebepler

Enerji güvenliğinin sağlanması ve kaynak çeşitliliğine gitme mecburiyetinin doğması yenilenebilir enerji kaynaklarının da enerji yelpazesinde yer almasına neden olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini destekleyen bir başka gelişme de Haziran 1972'de Stockholm'de yapılan İnsan Çevresi Konferansı sırasında biçimlenmiştir. Stockholm Bildirgesi'nde, çevrenin taşıma kapasitesine dikkat çeken, kaynak kullanımında kuşaklar arası hakkaniyeti gözeten, ekonomik ve sosyal gelişmenin çevre ile bağlantısını kuran ve kalkınma ile çevrenin birlikteliğini vurgulayan ilkeler, sürdürülebilir gelişme kavramının temel dayanaklarını ortaya koymuştur. 1990'lı yıllarda ise temiz çevre bilinci daha da gelişmiştir. Bu bilinç, geleneksel enerji üretim ve tüketiminin çevre ve doğal kaynaklar üzerinde yerel, bölgesel ve küresel seviyede doğrudan olumsuz etkilere neden olduğunun anlaşılmasına ve atmosferde kirlilik

yaratılan ve emisyon vermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının "temiz enerjiler" olarak destek görmesine yol açmıştır [40].



Şekil 1.12. Küresel sıcaklık değişimi [40]

İnsanoğlunun günlük yaşamı için vazgeçilmez temel ihtiyaç kaynaklarından biri haline gelen enerji, temin edilirken veya bir başka deyişle enerji kaynaklarından yararlanılırken, gelecek nesillerin de yaşanılabilir ortamlarının bozulmamasına yönelik gerekli çaba gösterilmeli, bu konuda gereken önlemler alınmalıdır. Geçmişte bahsedilen ortamların sağlanmasına yönelik gerekli çabanın gösterilmemesi veya konunun öneminin geç fark edilmesi ve fosil kaynakların kullanımı nedeniyle, dünyadaki sıcaklık son bin yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bunun yanı sıra iklim değişikliği sonucunda kuraklık, sel, fırtına gibi doğal afetler meydana gelmiş/gelmekte, can ve milyarlarca dolarlık mal kayıplarına sebep olmanın yanı sıra insan sağlığını da olumsuz yönde etkilemiştir/etkilemektedir. Şekil 1.12'de Küresel sıcaklık değişimi verilmiştir [41].

1.5.3. Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'de uygulanan enerji politikaları içerisindeki yeri

Günümüzde, tüm dünya ülkelerinde ekonomik büyümede oldukça önemli bir role sahip olan enerji, kalkınma programlarının ve gelişmişliğin vazgeçilmez bir unsurudur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji politikaları, kalkınma planlarının değişmez bir parçasıdır. Gerek elektrik enerjisi, gerekse diğer kullanım şekilleriyle enerji, en

stratejik sektördür. Bu nedenle Türkiye, enerjisini etkin bir şekilde kullanmalıdır. Ayrıca, her türlü enerji gereksiniminin, güvenli, yeterli, sürekli, uygun fiyatlarla ve çevreye dost koşullarda karşılanması temel bir zorunluluktur [42].

Artan nüfus ve sanayileşme sonucunda enerji gereksiniminin sürekli artış göstermesi, ülkemizin kısıtlı enerji kaynakları ile karşılanamamakta, enerji üretimi ve tüketimi arasındaki fark gün geçtikçe büyümektedir. Enerji tüketiminin %66'sı ithalatta karşılanmaktadır. Bu oranın önümüzdeki yıllarda giderek artacağı tahmin edilmektedir. Bu sebeple kendi öz kaynaklarımızdan daha etkin ve verimli bir şekilde yararlanmak gittikçe önem kazanmaktadır [43].

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımında oldukça avantajlı bir coğrafyada bulunmaktadır. Ülkemiz altyapı yatırımlarını tamamlayıp, ekonomik yönden gelişmiş ülkelerle rekabet edebilecek düzeye gelme aşamasındadır. Bu nedenle enerji talebinde sürekli bir artış yaşanmaktadır. Özellikle 2005 yılından sonra elektrik enerjisi talebinde olan artışın getirdiği enerji ihtiyacını, hidrolik ve termik santrallerden ve alternatif enerji kaynaklarından olan güneş ve rüzgâr enerjisi yoluyla karşılaması pek mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınmayı devam ettirebilmek için gelişmiş ülkelerinde kullandığı nükleer enerji santrallerinin devreye sokulması gerekmektedir [44].

Enerji Bakanlığı tarafından 2020 yılına kadar uygulanacak olan enerji politikası değerlendirildiğinde iki kritik karar göze çarpmaktadır. Bunlardan ilki, kapasiteye dahil olacak 54000 MW gücün 5000 MW'nın nükleer enerjiden sağlanması bir diğeri ise, Avrupa Birliği (AB) tarafından büyük önem verilen Kyoto Protokolü'ndeki emisyon hedeflerine ulaşılmasıdır. Protokolün 2012 yılında imzalanması hedeflenmektedir. Nükleer santraller, 2012 – 2017 yılları arasında sisteme dahil olacaklardır. Nükleer enerjinin 2020 yılına kadar sisteme girecek elektrik enerjisi içindeki oranı 10'da bir olarak hedeflenmiştir. Ayrıca Türkiye 2020 yılında mevcut enerji kaynaklarına 54 000 MW güç dahil edecektir. Kyoto Protokolü'ne dahil olmak için de, sera gazı emisyonlarının azaltılması adına gerekli önlemlerin alınması hedeflenmektedir. Bunun için yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji sektöründeki payı artırılacaktır. Sera gazı emisyonlarının azaltılması ve Kyoto Protokolü'ne dahil olunması Türkiye açısından AB

ile yapılan müzakerelerdeki “çevre” başlığındaki uyum kriterleri açısından da oldukça önem arz etmektedir [45].

Hidrolik enerji dışında diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında ülkemiz açısından çok fazla hayata geçirilebilmiş yatırımlar bulunmamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde hidrolik gücümüz, en büyük paya sahiptir. Ancak, hidroelektrik potansiyelimizin büyük bir bölümü kullanılmıştır. Büyük göllü barajlar yaparak verimli tarım alanlarını ve tarihsel dokuları yok eden elektrik üretimi yerine, küçük kapasiteli, fazla sayıda hidroelektrik santralleri daha fazla tercih edilmektedir. Türkiye’de bu çeşit 40.000mw kapasite kullanımı mevcuttur [6].

Dünyadaki eğilime paralel olarak, Türkiye’de de fosil esaslı enerji kaynaklarının tüketiminde artan bir eğilim gözlemlenmektedir. Türkiye’de uygulanan enerji politikaları, güvenilir, sürekli ve ekonomik enerji elde etmeye dayalıdır. Bu nedenle önemli miktarlarda parasal kaynaklar enerji talebine yönlendirilirken, ortaya çıkabilecek çevresel problemlere daha az dikkat edilmektedir. Yapılan planlar ve tahminler çerçevesinde 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerji sistemindeki yeri ancak %20’ler düzeyinde olacaktır [46].

Biyokütle enerjisi, ülkemizde uzun yıllardır, kırsal kesimde ısınma ve yemek pişirme amaçlı kullanılmaktadır. Diğer yandan ise, Türkiye’de enerji ormancılığı ve enerji tarımının hızla geliştirilmesi gerekmektedir. Enerji ormancılığı için uygun alanın yaklaşık olarak %15 kadarı değerlendirilmiş durumdadır. %85’lik kısım ise beklemektedir. Biyogaz ile ilgili çalışmalara 1957 yılında başlanmış olmasına karşın, 1987 yılında biyogaz üretimine verilen destek kesilmiştir. Ayrıca çöp termik santralleri kurularak biyokütle enerjisi elde edilmektedir. Bursa, İzmit, Mersin ve Tarsus’ta çöp gazı santralleri bulunmaktadır. Adana ve Ankara’da da santrallerin yapımı için sözleşmeler imzalanmıştır. Son zamanlarda ülkemizde çok fazla tartışma konusu olan bir diğer enerji çeşidi de nükleer enerjidir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nca yapılan kestirimlere göre Türkiye’de ilk nükleer santralin 2008 yılında, ikinci santralin ise 2012 yılında işletmeye açılması öngörülmektedir. 2020 yılına kadar toplam nükleer enerji kurulu gücümüzün enerji üretimi içindeki payının %8 olması planlanmaktadır [47].

1.6. Mikro Enerji Üretim Sistemleri

Mikro enerji üretimi, bireylerin, küçük çaplı şirketlerin ve yöresel halkların kendi enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için bölgesel bir enerji üretim şeklidir. Şebekeden enerji alınmasına bir alternatif olan bu enerji üretim şekli; ısı enerjisi ve elektrik enerjisi üretimini kapsamaktadır. Pratikte, mikro enerji üretiminin, genellikle şebekenin güvenilir olmadığı durumlarda veya şebekeden çok uzak olunması durumlarında kullanılma gerekliliği düşünülse de, mikro enerji üretimi faturaların düşürülmesine yardımcı olan çevresel bir yaklaşımdır.

Günümüzde, mikro enerji üretim teknolojileri, küçük çaplı rüzgâr türbinleri, 100 KW'a kadar olan hidro enerji sistemleri, fotovoltaik güneş sistemleri, mikrobiyal yakıt hücreleri, jeotermal ısı pompaları ve küçük çaplı ısı ve elektrik üreten jeneratörlerden oluşmaktadır. Bu teknolojiler kullanılırken enerji üretim sistemlerinin yanı sıra güç dönüştürülmesi, enerji depolanması ve sistemin şebekeye bağlanması gibi gereksinimlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Elektrik şebekesine bağlanmasının temel bir gereksinim olmamasına rağmen, mikro enerji sistemlerinin şebekeye bağlanması faturaların düşürülmesini sağlamaktadır. Her ne kadar mikro enerji üretim sistemlerinin, ilk kurulum ücreti yüksek olsa da mikro enerji üretimi, alternatiflerine tercih edilmektedirler [48].



Şekil 1. 13.Yenilenebilir enerjiden beslenen yapı [49]

Mikro enerji, üretim teknolojilerinin kullanım alanları bölgesel olarak, genellikle şekil 1.13'deki gibi yeşil evlerde, yerel gıda üretim sistemlerinde, yağmur suyu toplama, su

arıtma sistemlerinde ve hatta ulaşım alanında hidrojen teknolojisi ile de birleştirilerek kullanılmasıdır. Mikro enerji üretim sistemleri, büyük çaplı enerji üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında birçok avantaja sahip olduğu görülmektedir. Bu avantajların başında hat kayıpları, çevrim kayıpları, son tüketiciye yakın olunması itibari ile mikro enerji üretim sistemlerinin verimliliğinin yüksek olması yer almaktadır. İkinci bir avantaj olarak ise de bu sistemlerin ısınma amaçlı da kullanılması ile çevresel atık miktarının büyük çaplı enerji üretim sistemlerinden çok daha düşük olması görülmektedir. Şebekeye bağlı olmayan güneş ve rüzgâr sistemlerinin en temel sorunlarından biri güneş çıkmadığında veya rüzgâr esmediğinde ortaya çıkan güç ihtiyacıdır. Bu durum genellikle, şebekeye entegre edilmiş sistemlerde gerekli değildir. Mikro enerji sistemlerindeki bu probleme çözüm olarak, sisteme monte edilmiş batarya grupları kullanılmaktadır. Kullanılan bu batarya gruplarının yanı sıra enerji depolama birimleri (hidrojen yakıt hücresi, sıkıştırılmış hava tankları vs.) de kullanılmaktadır.

Mikro enerji sistemlerinde, güç elektroniği teknolojisine de ihtiyaç duyulmaktadır. Sistemin şebekeye bağlanabilmesi, bataryaların şarj edilebilmesi ve AC/DC çevriminin sağlanabilmesi için şarj kontrol mekanizmaları, inverterler, şebeke etkileşimli inverterler ve converterler kullanılmaktadır. Mikro enerji üretim sistemlerindeki güç elektroniği ekipmanlarının tamamına “güç koşullama ekipmanı” da denilmektedir.

Ülkemize baktığımızda ise Türkiye'de mikro enerji üretim sistemleri desteklenmektedir. Lisanssız elektrik üretim yönetmeliği doğrultusunda, 500 kW'a kadar kurulu güce sahip elektrik üretim sistemlerinin lisans almalarına gerek olmamakta ve bölgesel olarak enerji üretimlerini sağlayabilmektedir. Enerji olarak kendine yeterli yeşil evlerin çoğalmasına yardımcı olmaktadır [48].

1.6.1.Mekanik sistemle mikro düzeyde elektrik üretimi

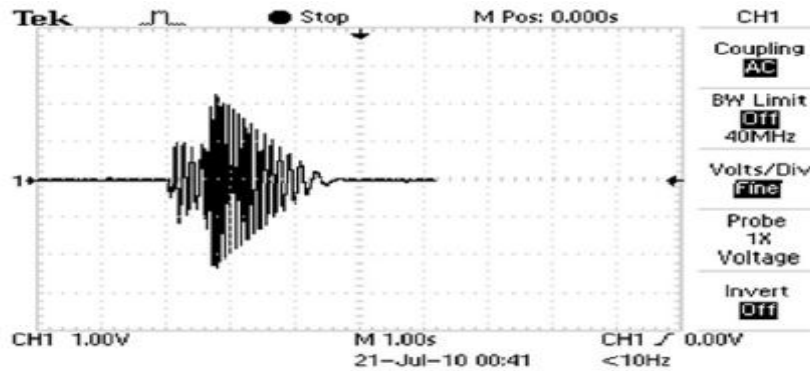
Mekanik hareketin bir sistem tarafından elektrik enerjisine dönüştürülmesi esasına dayanmaktadır. Çeşitli mekanik hareketlerden elektrik enerjisi üretimine ait çalışmalar mevcut olmakla birlikte burada daha çok karayollarındaki mekanik hareketler kullanılarak elektrik enerjisi üretimi üzerinde durulmuştur.



Şekil 1. 14.Mekanik hareketten elektrik üreten hız kesici [50]

Motionpower yaptığı çalışmada amacı; hız kesicileri kinetik enerji geri kazanım cihazı haline dönüştürmektir. Araçların yavaşlayacağı veya duracağı noktalara kinetik enerji geri kazanım cihazı kurularak mikro düzeyde elektrik üretimi planlanmıştır. Üretilen özel hız kesiciler otoparklar, sınır kapıları, çıkış rampaları, gişeler, mahalleler dahil olmak üzere, durdurmadan önce trafiği sakinleştirme amacı ile çeşitli yerlere kurulmuştur. Şekil 1.14'deki sistemden 6 saat içinde 15 mil hızla giden 580 aracın geçmesi ile teste tabi tutulmuş şekil 1.15'deki üretilen enerji, bir evin bir günlük elektrik ihtiyacına karşılık geldiği tespit edilmiştir. Sistemden elde edilen enerji ile genellikle aydınlatma sistemleri karayolundaki elektrikle çalışan aletlerin beslenmesi hedeflenmiştir [51].

Yapılan deneyler sonucu ortalama şu üretim verilerine ulaşılmıştır.



Şekil 1. 15.Hız kesiciden elde edilen enerjinin osilaskop görüntüsü [7]

Mekanik enerjiden elektrik enerjisi üretimi üzerine yapılan farklı bir çalışmada yola montajı yapılabilen özel bir kasis tasarımı yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda üretilen enerjinin büyüklüğü hız kesiciden geçen aracın ağırlığı ve hızı ile doğru orantılı olarak değiştiği saptanmıştır. Şekil 1.16'daki araç 1.084 kg ağırlığında, 10 km / s hızla hız kesicinin üzerinden geçmiştir. Sistemde kullanılan jeneratör 16,6 V gerilim üretmiştir. Sistemin üretim verileri tablo 1.2'de görülmektedir [8].

Tablo 1. 2.Deney sonucu elde edilen veriler

Deney sonucu elde edilen veriler	
Gerilim	16.6 V
Akım	50.03 mA
Güç	830.498 mW

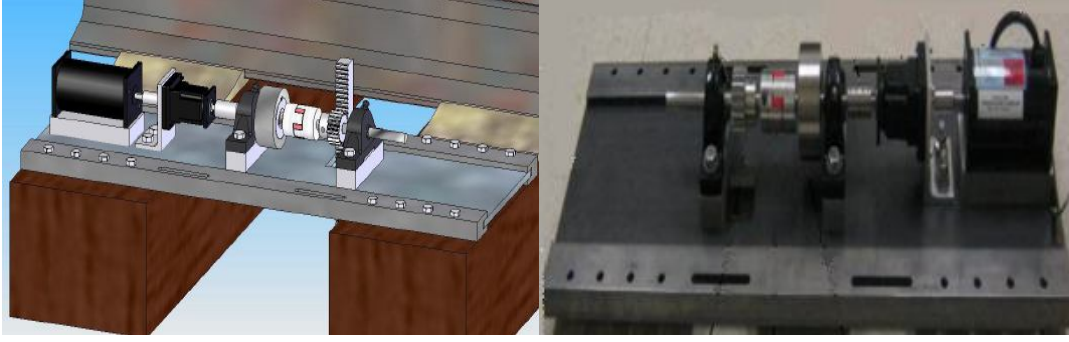


Şekil 1.16.Hız kesici resmi ve tasarımı [8]

Özel hız kesiciden elde edilen mikro düzeydeki elektrik enerjisi aküde depolanmak istenmiştir. Depolama için 12V, 5Ah'lık akü seçilmiştir. Üretilen elektrikle akünün doldurulabilmesi için 100 saatlik bir zaman dilimini ihtiyaç olduğu saptanmıştır [8].

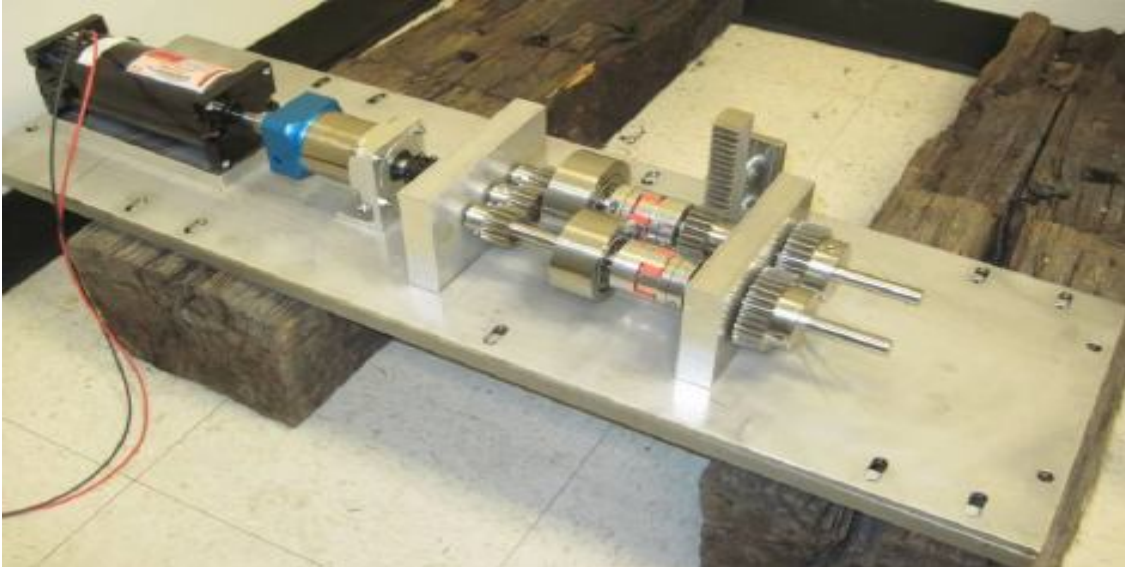
Mekanik sistemden yararlanılarak yapılan diğer bir çalışmada ise demiryollarındaki tren geçişlerinden faydalanılarak elektrik enerjisi üretilmiştir.

Şekilde 1.17'de görüldüğü gibi tren rayının üstüne çıkan raf dişli, tren tarafından ağırlık uygulanarak aşağı yönlü hareket ettirilir. Trenin ağırlığı sebebi ile aşağı ittirilen raf dişli, trenin ara kısımlarında yukarı çıkar.



Şekil 1.17.Tren rayına yerleştirilen sistem tasarımı ve resmi [11]

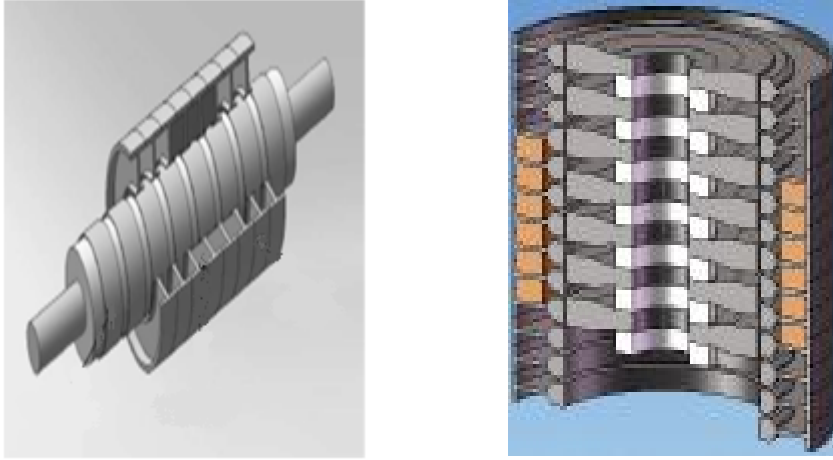
Bütün vagonların geçişi sağlanana kadar raf dişli, sürekli aşağı yukarı yönlü hareket eder. Elde edilen doğrusal hareketi dönme hareketine çevirmek için piyon dişli sistemi kullanılır. Kısa olan doğrusal hareketten elde edilen döner hareketinde devir sayısı azdır. Dönme hareketini artırmak için farklı çaplardaki şekil 1.18'deki dişli sisteminden faydalanılmıştır. Dişli sistem sayesinde az olan devir sayısı artırılmış fakat momentte düşüş meydana gelmiştir. Yükseltelen döner hareket sabit mıknatıslı jeneratör tarafından elektrik enerjisine dönüştürülmüştür [11].



Şekil 1.18.Tren rayına monte edilen sistemin laboratuvar ortamında test edilmesi [11]

Pirisi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma da yenilenebilir yeşil tasarım ve optimizasyonuna yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda hesaplamalı zeka (CI) teknikleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada mekanik sistemle mikro düzeyde elektrik enerjisi üretimi hedeflenmiş fakat kullanılan jeneratör diğer yöntemlerden farklıdır. Sistemde farklı

olarak şekil 1.19 daki doğrusal jeneratör kullanılmıştır. Doğrusal jeneratör ile birlikte hidrolik pompa ve mekanik volan tasarımı kullanılmıştır.



Şekil 1. 19.Doğrusal jeneratör [9]

Şekil 1.20'deki sistemle yapılan testler sonucunda bir hız kesici günde 10.000 araç ile ortalama 10 m lik yolda yılda 200 MWh enerji üretimi sağlamıştır. Bu sayede 170 kWp lik 1200 m²lik alanda yıllık 250000 kg CO² kullanan bitki topluluğunun yaptığı etkiye eşdeğer bir iş yapılmıştır [9].



Şekil 1. 20.Doğrusal jeneratörle üretim yapan özel hız kesici tasarımı [9]

1.6.2. Piezo sistemle mikro düzeyde elektrik üretimi

Piezoelektrik, Yunanca piezo kelimesinden türetilmiş olup, basınç uygulamak, sıkıştırmak anlamına gelmektedir. Piezoelektrik etki, 1800 yılında Jacques ve Pierre Curie Kardeşler tarafından bulunmuştur. 1880 yılında Jaques ve Pierre Curie, temel bazı kristal minerallerin, olağan dışı karakteristik gösterdiklerini saptamışlardır. Bu

kristallere mekanik bir güç uygulandığında, kristaller elektriksel olarak kutuplanıyorlardı. Sıkışma ve gerginlik durumlarında, uygulanan kuvvet miktarı kadar uçları arasında elektriksel kutuplaşma oluşuyordu. Sonradan, bu ilişkinin tam tersi de kanıtlandı. Eğer bu kristal mineraller bir elektrik alanına tabi tutulursa, elektrik alanın gücü kadar kısalıp, uzayabiliyorlardı. Bu duruma, Yunancadaki piezein (basınç veya sıkıştırma anlamına gelen) kelimesinden esinlenerek piezoelektrik etki ve ters piezoelektrik etki ismi verilmiştir [52].

Turmalin, topaz, quartz gibi kristallere mekanik basınç uygulanması sonucunda yapılan baskıyla orantılı elektriklenme görülmüştür. Uygulanan basınç voltaj oluşturur ve bu voltaj maddede %4 oranında bir hacim değişikliğine yol açar. Kutuplu piezoelektrik seramik elemana, mekanik basınç veya germe işlemi uygulandığında bu eleman çift kutuplu hale geçmektedir ve voltaj değeri üretmektedir. Polarizasyon doğrultusunda basınç işlemi veya polarizasyon doğrultusuna dik doğrultuda germe işlemi uygulanırsa aynı polarizasyon şeklinde voltaj değeri elde edilmektedir. Piezoelektrik seramik üzerinde yapılan bu uygulamalar enerji üretim hareketleridir ve bu sayede seramik eleman basınç veya gerginlik durumlarındaki mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirebilmektedir [53]

Piezoelektriğin ilk uygulama alanları ise piezoelektrik ultrasonik dönüştürücüler ve quartz saatler olmuştur. Piezoelektriğin günlük kullanımına örnek olarak arabalarımızın airbaglerini gösterebiliriz. Piezoelektrik materyal çarpma etkisiyle elektrik sinyalleri göndererek airbaglerin çalışmasını sağlar. Piezoelektrik, sadece iletken olmayan materyaller üzerinde etkilidir. Bunlara örnek olarak seramikler ve kristallerdir. Bilinen en verimli piezoelektrik materyal quartzdır (SiO_2). Piezoelektriğin geliştirilmesi için çalışmalar devam ediyor. Yapılan piezo malzeme uygulamalarında mini ve mikro düzeyli elektrik üretimi hedeflenmiştir [54].

Piezo ile ilgili bazı çalışmalar şu şekildedir;

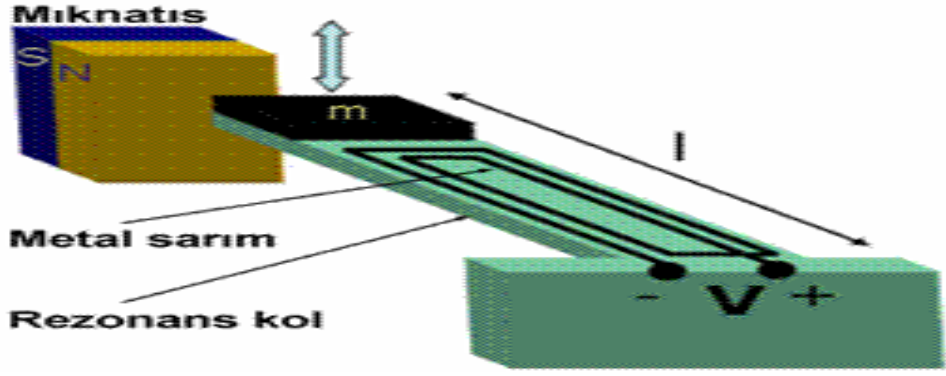
Louisiana Tech üniversitesinden Dr. Ville Kaajakari geliştirdiği yenilikçi bir piezoelektrik jeneratör protipi, şekil 1.21'deki gibi ayakkabıların tabanına yerleştirilerek gps alıcılarını veya cep telefonlarını şarj etmek için enerji üretebilecektir. Ayakkabı jeneratöründe, ucuz maliyetli polimer dönüştürücü kullanılıyor.



Şekil 1. 21.Pioze sistemin ayakkabıya montajı [55]

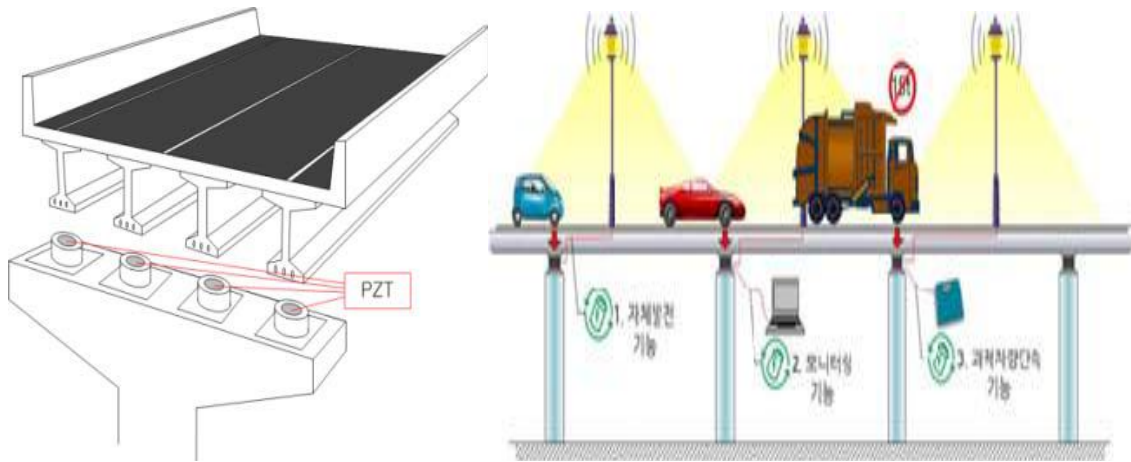
Geleneksel seramik malzemenin sert oluşu ayakkabılar için uygun olmadığından, yumuşak polimer malzeme ayakkabının içine yerleştiriyor. Kaajakari'nin açıklamalarına göre yeni elektrik devreleri, piezoelektrik etkiyi kullanılabilir voltaja dönüştürmekte ve polimer dönüştürücü ile birlikte kullanıldığında, normal bir yürüyüş ile ayakkabı başına 2 mW enerji üretilmektedir. Üretilen bu enerji ile çeşitli sensörler, acil durum bildirim aygıtları çalıştırılabilmektedir [55].

ODTÜ, MEMS grubunda üretilen mikro enerji üreteçleri ile MEMS teknolojisi kullanarak çevresel titreşimlerden, yani hareket enerjisinden, elektriksel enerji üretebilen yapılar geliştirir. Bu yapılar şekil 1.22'de gösterildiği gibi rezonans bir kol, bu kol üzerindeki metal sarımlar ve sabit bir mıknatıstan oluşmaktadır. Rezonans kol ve üzerindeki metal sarımlar, çevresel titreşimlerle, sabit mıknatısa göre hareket ederek elektriksel enerji üretmektedir. Üretilen enerji, bu kollardan birden fazla yapılarak, seri olarak bağlanmasıyla artırılabilir [56].



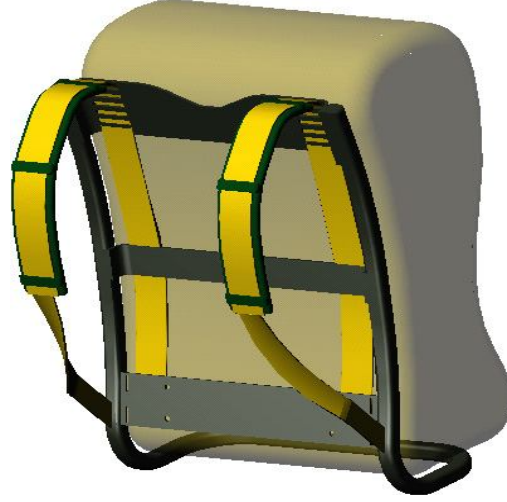
Şekil 1. 22. Piezo malzeme [56]

Kim ve arkadaşlarının piezo malzeme kullanılarak yapımayı düşündükleri çalışmada köprü üzerinden geçen şekil 1.23'deki araçların titreşim üretiminden faydalanılarak elektrik enerjisi üretimi hedeflenmiştir. Köprü ayaklarına yerleştirilen piezo malzeme araçların geçişi esnasında sürekli esneyerek enerji üretimi sağlayacağı düşünülmüştür. Üretilen elektrik enerjisi aydınlatma ve sinyalizasyon sisteminin beslemesi olarak öngörülmüştür [57].



Şekil 1. 23. Köprüye ayaklarına piezo yerleşimi ve enerji üretimi [57]

Piezo malzeme kullanılarak sırt çantasından mikro enerji üretme yolu ise şekil 1.24'de gösterilmiştir. Yürüyüş esnasındaki sırt hareketlerinden faydalanarak elektrik enerjisi üretebilen sırt çantası tasarımında da piezo sistemden faydalanılmıştır. Çanta askılarına yerleştirilen piezo malzeme, yürüyüş esnasında esneyerek bir enerji açığa çıkarmıştır. Yapılan deneyler neticesinde 45,6 mW gücünde bir mikro elektrik üretimi sağlanmıştır [58].



Şekil 1.24.Piezo askılı sırt çantası [58]

Innowattech firmasının yaptığı çalışma araçların mekanik enerjisini elektrik enerjisine, dönüşmesini sağlayan yeni bir teknoloji geliştirdi. Şekil 1.25’deki gibi araç yolda hareket halinde iken ağırlığından dolayı asfalta bir baskı uygulamaktadır. Aracın uyguladığı ağırlıktan faydalanılarak elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. Sistemin kurulması için asfalt 5 cm açılır, açılan asfaltın içine piezo elektrik malzeme yerleştirilerek üzeri asfaltla kaplanır. Araçlar asfalttan her geçtiğinde piezo malzemedeki kristal deformasyon sayesinde elektrik üretimi gerçekleşmiştir [12].



Şekil 1. 25.Piezo malzemenin yola döşenmesi [12]

Üretilen elektrik enerjisinin miktarını asfalt türü, ortam sıcaklığı, piezoelektrik jeneratörlerin sertliği etkilemektedir. Üretilen elektriğin şebekeye verilmesi ya da

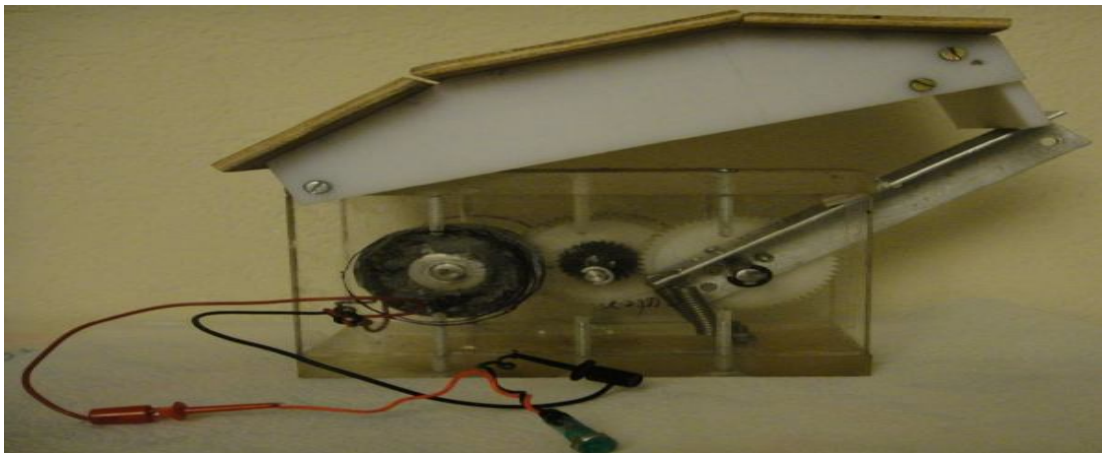
bataryalarda saklanması mümkün olmuştur. Saatte 500 ağır vasıta aracın geçtiği 1 km uzunluğunda yolda 200 kWh/h elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir [12].

1.6.2.1. Piezo sistemle mekanik sistemin güç üretimi karşılaştırılması

Piezo elektrik malzemeler kullanılarak mekanik zorlanma sonucu titreşim üretimi sağlanmış, bu titreşim enerji dönüşümünde kullanılmıştır. İkinci yöntemde ise aracın kinetik enerjisini kullanarak, mekanik çark sistemi sayesinde devir sayısı artırılarak hareket enerjisi elde edilir. Elde edilen hareket enerjisi alternatör yardımı ile elektrik enerjisine dönüştürülmüştür. Bu çalışma, maliyet analizi ve piezo elektrik enerji üretimi ve mekanik sistem enerji üretimi güç çıkışı karşılaştırmıştır. Bu çalışmanın amacı, gerçek çalışma koşullarında hangi sistemin daha verimli ve kullanışlı olduğunu görebilmektir. Sistemlerin hep sağlıklı çalışması için ortak yanı üretilen enerjinin, depo edilerek kullanımı gerekmektedir. Üretim konusunda şekil 1.26'daki mekanik sistemden elde edilen enerjinin daha fazla olduğu görülmüş, sistem dayanımı söz konusu olduğunda piezo sistem daha fazla ön plan çıkmıştır. Sistemlerden elde edilen enerji miktarlarını tablo 1.3'de karşılaştırılmıştır [12].

Tablo 1. 3.Mekanik sistemle piezo sistemin enerji veriminin karşılaştırılması

	Gerilim	Akım	Güç
Mekanik Sistem	5.015 V	2.75 mA	13.79 mW
Piezoelektrik Sistem	8.062 V	10.8 μ A	87.06 μ W



Şekil 1. 26.Mekanik özel hız kesici [12]

1.6.2.2. Pioze sistemle mekanik sistemin maliyet açısından karşılaştırılması

Sistemlerin maliyet analizi yapıldığında ise pioze sistemin mekanik sisteme göre yaklaşık iki kat daha pahalı olduğu tablo 1.4’de görülmüştür [12].

Tablo 1. 4. Mekanik sistemle piezo sistemin maliyet karşılaştırılması

Sistem	Maliyet(\$)
Piezo sistem	473
Mekanik sistem	277

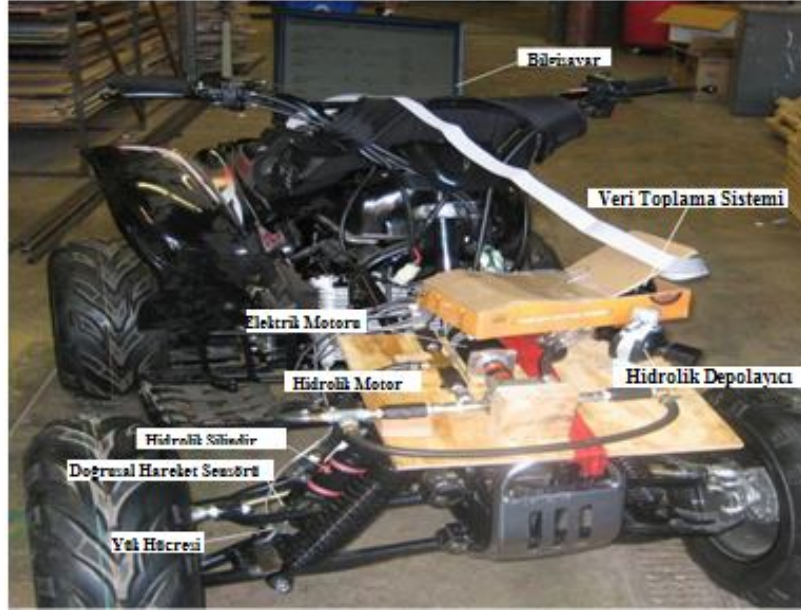
1.6.3.Hidrolik sistemle mikro düzeyde elektrik üretimi

Hidroliğin insanlık tarihinde kullanılması milattan öncelere kadar gider. Antik Yunan, Mısır, Çin ve daha birçok medeniyette sulama ve suyu taşımada basit hidrolik kanunları kullanılmıştır. Hidrolik alanındaki bilimsel çalışmalar ise Galileo ile başlamış, Toriçelli ile devam etmiş, en son olarak 17. Yüzyılda Pascal ile hidrostatik teorisi tamamlanmıştır. Sonrasında Isaac Newton, akış direnci ve viskozite gibi tanımları hidrolik teorisine eklemiştir. Akma, enerji ve güç üretme, sıkıştırılmama gibi özelliklerinin bulunması sıvıların, hidrolik enerji üretmekte kaynak olarak kullanılmasını sağlamıştır. Genel tanım olarak; kuvvet ve hareket üretmek ve bu kuvveti iletmek için sıvı akışkan kullanma işine hidrolik denir [59].

Hidrolik sistemle enerji üretiminde hidrolik sıvıya yapılan basınç sonucu elde edilen basınçlı akışkanın kinetik enerjisinden faydalanarak elektrik enerjisi üretilir [60].

Bu alanda yapılan çalışmalardan bir kısmı şu şekildedir;

J.D. Hedlund, göre otomobil, kamyon, ATV ve diğer araçlarda süspansiyon sistemlerinden enerji üretmek mümkündür. Süspansiyon sistemleri olmayan araçlarda kontrol ve konfor azalacaktır. Bu sistemin araçlarda bulunması bir zorunluluktur. Süspansiyon sistemi olan araçlarda yoldaki olumsuzluk araca daha az etki edecek yolcular için daha güvenli ve yumuşak bir sürüş olacaktır. Aracın yolda hareketi ile yolun da etkisi göz önüne alınarak salınımlar kaçınılmazdır. Geliştirilen bu sistem sayesinde salınımlar kullanılarak hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülmüş olacaktır. Gelişen teknoloji ile fosil yakıt kullanan araçlar yerini elektrikli araçlara bırakmaktadır. Süspansiyon sisteminden enerji üretim sistemi sayesinde, bu yeni teknoloji araçları kendi enerjilerini üreterek kendi pillerini şarj edebileceklerdir. [14].



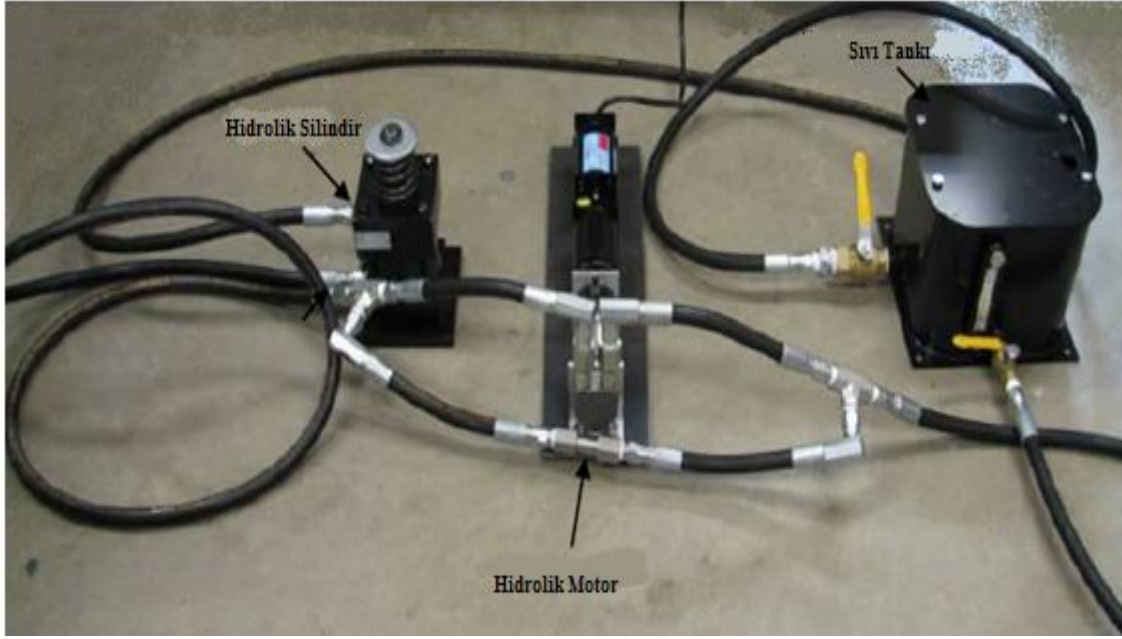
Şekil 1. 27.Süspansiyonundan enerji üretilen atv [14]

Hedlund, bir hidrolik sistemle araç süspansiyon sistemi geliştirmek için araç dikey titreşimlerinden faydalanarak enerji üretimi fizibilite testi yaparak bunun süspansiyon üzerindeki etkisini araştırmıştır. Şekil 1.27'deki interaktif prototip bir arazi aracı (ATV) üzerinde, hem laboratuvar hem de yol deneyleri yapılmış ve test edilmiştir. Yapılan test sonucu tablo 1.5'de gösterilmiştir.

Tablo 1. 5.Deney sonuçlarının analizi

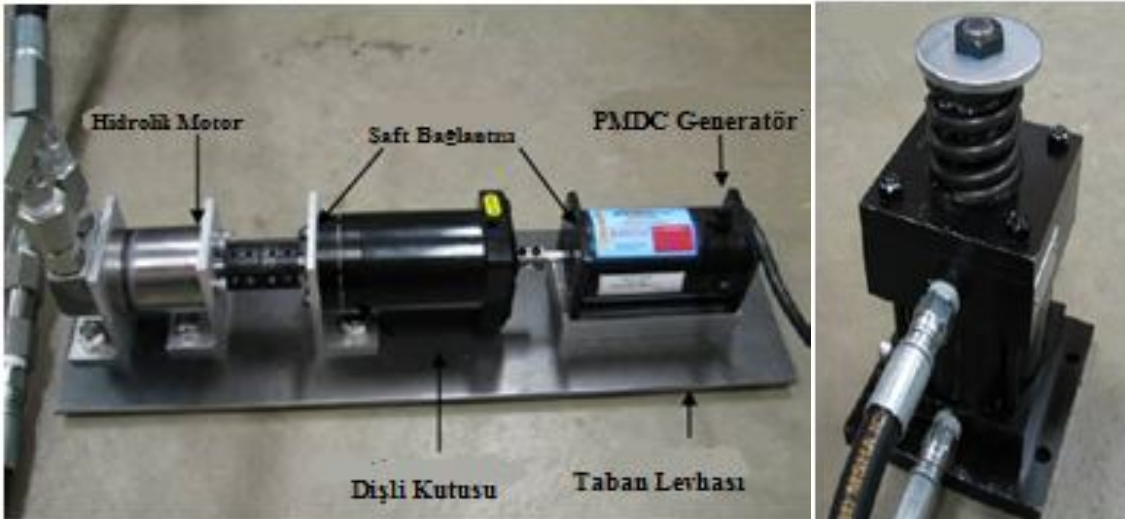
	labaratuvar (Elle)	Labaratuvar (Kontrollü)	Yol
Gerilim (V)	6.13	0.20	0.62
Giriş gücü (W)	21.41	9.62	1.46
Çıkış gücü(W)	0.78	0.00	0.01
Verim (%)	3.66	0.00	0.55

Hidrolik sistem kullanılarak yapılan çalışmalardan bir diğeri, tren raylarına monte edilen şekil 1.28'deki özel bir sistemden yararlanarak elektrik enerjisi üretimidir. Bu çalışmada, hidrolik silindir her bir vagon aksının geçişi ile sıkıştırılır. Vagon aksının geçişi bittikten sonra tekrar ilk konumuna döner. Silindirin doğrusal hareketini dönüştürmek için, sisteme bir hidrolik motor konuşturulmuştur.



Şekil 1. 28. Hidrolik sistemden elektrik üreten düzenek [11]

Hidrolik silindire her bir vagonun akıs geçişi ile basınç uygulanır. Bir pompa gibi hareket eden şekil 1.29'daki hidrolik silindir, hidrolik motora doğru basınçlı bir şekilde sıvıyı iter ve dönme hareketi gerçekleştirilerek yağ rezervuar tankına dolar, tanktaki sıvı yüksek bir yerde olduğu için tekrar silindire dönmesi ile döngü sağlanmış olur. Hidrolik motordaki devir sayısı 1/25 oranında bir redüktör tarafından artırılarak elektrik motoruna iletilir ve elektrik enerjisi üretimi gerçekleşir [11].

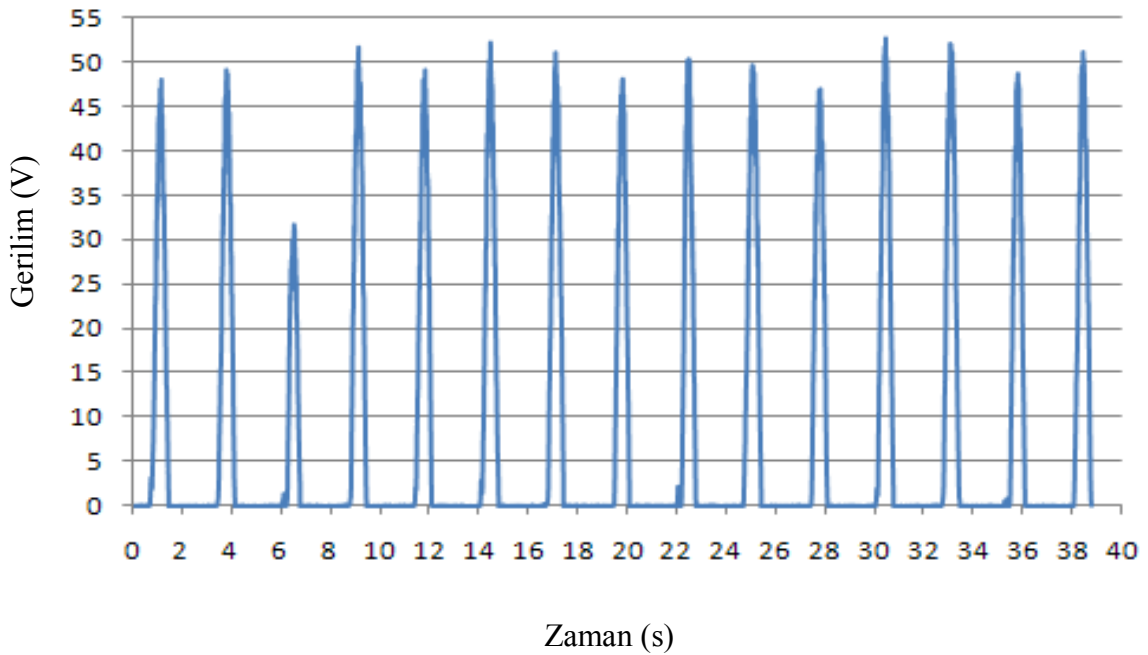


Şekil 1. 29. Hidrolik sistem [11]

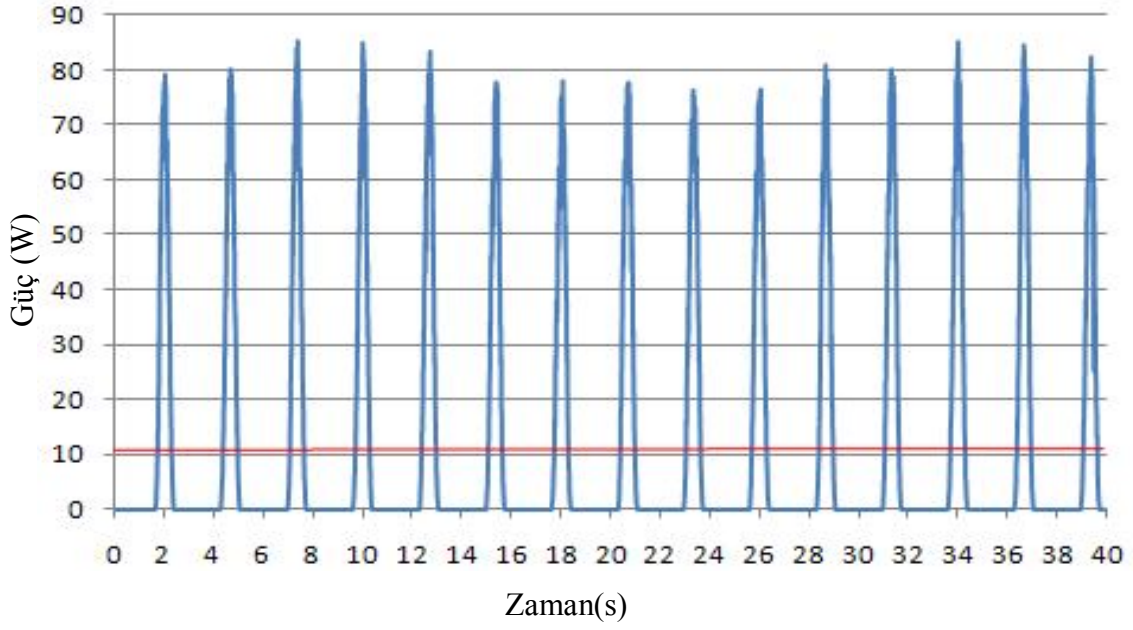
Tablo 1. 6.Raya monte edilen sistemin analizi

Yayın hareketi (inç)	Trenin hızı (mph)	Hidrolik motor devir sayısı (rpm)	Trenin durumu
0.25	13.5	45	yüksüz tren
0.5	11.5	170	yüklü tren
0.25	60	154	hızlı yüksüz tren
0.5	60	300	hızlı yüklü tren

Yapılan test sonucunda çıkış gerilim değişimi şekil1.30’gösterilmiştir. Şekilde 1.31’de ortalama güç 11.08 W. olarak bulunmuştur. Jeneratör devir sayısı yaklaşık 500 rpm olduğu ölçüldü. Laboratuvar ortamında tren rayına konulacak olan pime hidrolik makine (MTS) ile uygulanan kuvvet 89 kN olarak okundu [11].



Şekil 1. 30.Trenin 21 Km/h hızla ürettiği gerilim değerleri [11]



Şekil 1. 31.Saatte 21 km/h hızla giden trenin güç değerleri [11]

Massachusetts Enstitüsü araştırmacıları tarafından geliştirilen hidrolik sistem kullanarak bir aracın süspansiyon sisteminden enerji üretme konusunda bir çalışma yapılmıştır. Sistem, piston, hidrolik motor ve elektrik motoru (jeneratör) olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Şekilde 1.32’de pistonun sağ ve sol tarafında türbine sıvı akışını ve geri dönüşü sağlayan bağlantılar bulunmaktadır. Sıvı basıncının etkisi ile hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür [13].



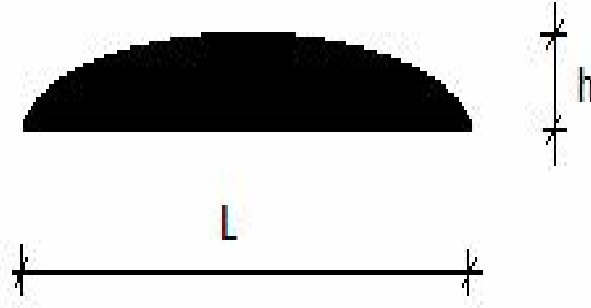
Şekil 1. 32.Elektrik üreten lastik sistemi [61]

Sistemi teorik arka plan, bazı test ve önlemler olmaksızın kullanmak zordur. Çok sayıda parametreleri bilmeniz gerekmektedir. Sistemin elektrik gücünü hesaplamak için bir yaklaşım da bulunmak mümkündür. Geleneksel bir amortisörün çapı yaklaşık 55 mm ve sürüş koşullarında, piston içindeki basınç yaklaşık 350 bardır. Basınç altında sıvı akışı için 10 mm olan delik büyüklüğü de dikkate alınırsa tek amortisör 200 W, dört amortisör ise toplam 800 W bir güç elde edilir [13].

1.7. Hız Kesici Sistemde Kullanılan Malzemeler

1.7.1. Hız kesiciler

Hız kesiciler, belirli bölgelerde araçların hızlarını azaltmak için yollara kurulan belirli standartlara sahip şekli 1.33'deki gibi yükselticilerdir. Üzerinden geçen araçlara, geçiş hızlarına bağlı olarak darbe uygularlar. Bu darbeden oluşacak rahatsızlığı, sürücüler hissetmemek için hızlarını azaltmak zorunda kalırlar. Hız kesicilerle ilgili ilk olarak 1988 yılında TSE tarafından hazırlanan TS 6283 kodlu standart en son 2000 yılında yenilenmesi ile son halini almıştır. Hız kesiciler geometrik özelliklerine göre 3 gruba ayrılırlar [62].



Şekil 1.33. Hız kesici profili

L; Hız kesici uzunluğunu, h; Hız kesici yüksekliğini ifade etmektedir.

1.7.1.1. Uzun hız kesiciler

Standarda göre hız kesicinin uzunluğu araçların dingil mesafesine bağlı olarak 3,6-3,8 m, hız kesici yüksekliği ise 7,5-10 cm olmalıdır. Şekil 1.34'de uzun hız kesici gösterilmiştir [62].



Şekil 1. 34.Uzun hız kesici [62]

1.7.1.2.Düz tepeli hız kesiciler

İniş ve çıkış rampaları arasında belirgin uzunlukta düzlük bulunan, uzunlukları ortalama 6-7 m, tepelerindeki düzlük uzunluğu 3 m seviyelerinde olup yüksekliği 100 mm olan hız kesicilerdir [62].

1.7.1.3.Kısa hız kesiciler

Yükseklikleri 30–100 mm, uzunlukları ise trafiğin aktığı yöne boyunca 300-900 mm aralığında bulunan hız kesicilerdir. Kısa hız kesiciler yapıldığı malzeme ve şekline göre oval, klasik, kauçuk olmak üzere üçe ayrılır [62].

Oval (Plastik) hız kesici

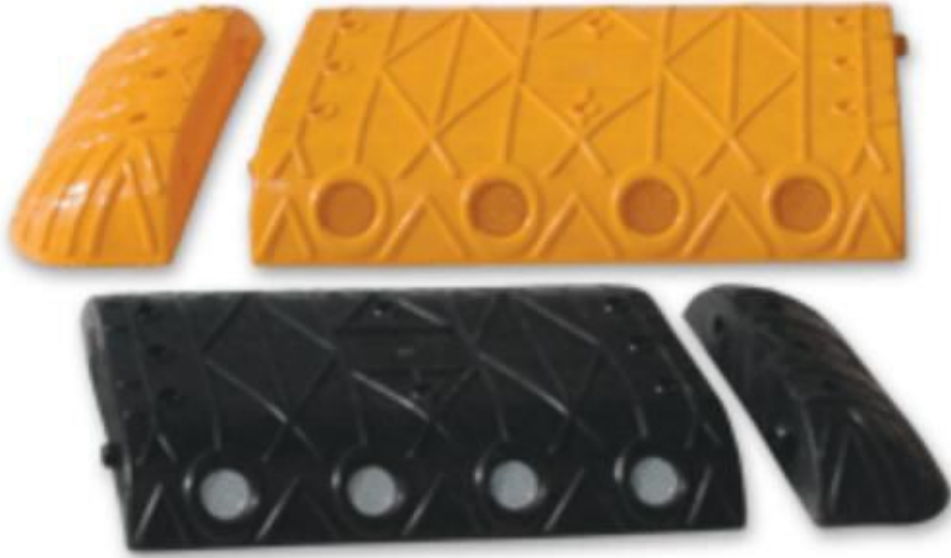
Darbelere dayanıklı (polipetilen) olarak üretilen şekil 1.35'deki hız kesici, üzerindeki yansıtıcı (kedigözü) sayesinde gece görünürlüğü de sağlanmıştır. Ölçüler: 300 x 333 x 42 mm dir.



Şekil 1. 35. Oval (plastik) hız kesici [62]

Klasik (plastik) hız kesici

Darbelere dayanıklı (polipetilen) malzemeden üretilmiştir. Şeki 1.36'daki gibi ölçüler: 350 x 250 x 50 mm dir.



Şekil 1. 36. Klasik (plastik) hız kesici [62]

Kauçuk hız kesici

Kauçuk hız kesici şekil 1.37'deki gibi Sarı - siyah orijinal kauçuk malzemeden imal edilmiştir. Altındaki vakum deliklerinden dolayı yol tutuşu yüksek, esnekliğinden dolayı araçlara zararı daha azdır. Ölçüler: 40cm, en x 50cm, boy x 5cm dir [62].



Şekil 1. 37.Kauçuk hız kesici [62]

Mühendislik hizmetlerine dayanmadan uygulanan hız kesici amaçlı fiziki engeller (kasis - tümsek) trafik güvenliği ve taşıt tekniği yönünden son derece tehlikeli bir durum yaratmaktadır. Diğer taraftan bu uygulamanın yaygınlaşmasıyla fiziki engel bulunmayan kesimlerde sürücülerin işaret levhalarındaki hız sınırlarına uymamaları gibi bir alışkanlık oluşmaktadır. Hız kesiciler, ülkemizde akla gelen ilk hız kesici türü olmasına rağmen birçok gelişmiş ülkede en son düşünülen bir uygulama şekli olarak görülmektedir [63].

Hız kesiciden araçların hızlı geçişler sonucu, bel fitiği, boyun fitiği ve hamilelerde düşük gibi rahatsızlıklar yaşamaktadır. Bu hususta hız kesicinin esnekliği önemli arz etmektedir [64].

Hız kesici imalatında kullanılan malzeme kauçuk olarak seçilmiştir. Kauçuğun basınç karşısında göstermiş olduğu esneklik diğer sert malzemelere göre daha fazladır.

1.7.2.Hidrolik Motor

Hidrolik motor, hidrolik enerji yardımı ile dairesel hareket üreten devre elemanıdır. Hidrolik pompanın ürettiği hidrolik enerjiden yararlanır. Çalışma prensipleri pompaların tam tersidir. Pompalar mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye, motorlar ise hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürürler [65].



Şekil 1. 38.Hidrolik motor [65]

Hidrolik motorlar şekil 1.38'de görüldüğü gibi tasarım olarak dişli pompalara çok benzerler, aralarındaki fark, basınca ve değişken dönüş yönüne göre tasarlandıkları için, gövdelerinde sızıntı portu olmasıdır. Hidrolik motorun çalışabilmesi için ona basınçlı şekilde yağı gönderen hidrolik pompaya ihtiyaç vardır [65].

1.7.3.Redüktör

Redüktör çıkış momentini artırmak veya motor hızını değiştirmek için kullanılan mekanik bir sistemdir. Redüktörün çıkış hızı ve momenti, redüktörün yapısındaki dişlilerin oranlarına, motorun gücüne ve hızına bağlıdır. Redüktörler çeşitli boyutlarda değişik dişli oranlarında değişik verimlilikte ve tepki özelliklerinde olabilir. Bu tasarım türleri redüktörün performans ve maliyetini etkileyecektir. Redüktör seçimi yaparken birçok faktör göz önüne alınmalıdır. Dişli oranı, çıkış torku, devir (rpm) redüktör seçiminde önem arz etmektedir. Redüktör dişli çeşitleri şekil 1.39 ve 1.40'da görülmektedir [64].



Şekil 1. 39.Helis dişliler ve Sonsuz dişliler [66]



Şekil 1. 40.Konik dişliler [66]

1.7.4.Elektrik makineleri

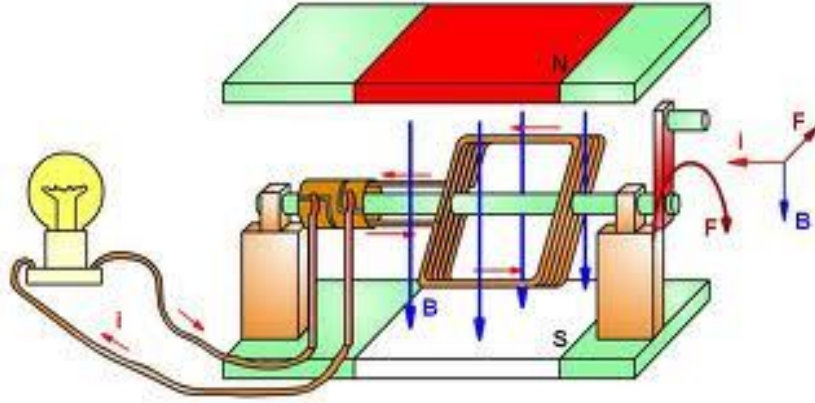
Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren veya elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren cihazlara elektrik makinesi denir. Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren makinelere generatör denir. Alternatör ve dinamo olmak üzere ikiye ayrılır [67].

1.7.4.1.Alternatör

Mekanik enerjiyi, alternatif akım elektrik enerjisine çeviren makinelerdir. Rotor sargılarından bir doğru akım geçirilirse, bir manyetik alan oluşur. Rotorun döndürülmesi sonucu, döner bir manyetik alan oluşur. Döner manyetik alan içerisinde bulunan stator sargılarında alternatif gerilim oluşur [67].

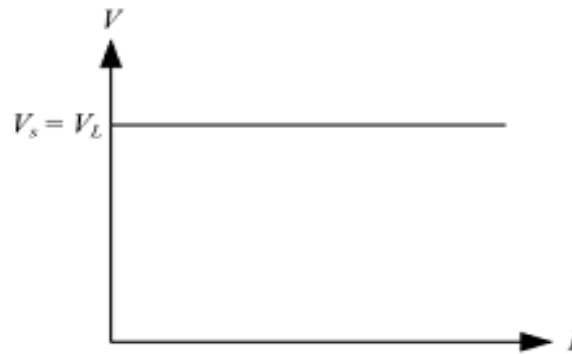
1.7.4.2. Dinamo ve doğru gerilimin elde edilmesi

Mekanik enerjiyi, doğru akım elektrik enerjisine çeviren makineleridir. Şekil 1.41'deki sabit bir manyetik alan içerisinde bulunan iletken, kuvvet çizgilerini kesecek şekilde hareket ettirilirse bir gerilim indüklenir ve iletkenden akım geçer. Üretilen gerilimin zamana göre yönü değişmediği için doğru gerilimdir. Değeri zamanla periyodik olarak aynı yönde değişen gerilime pulzasyonlu (dalgalı) doğru gerilim denir. Doğru gerilim değişik şekillerde elde edilir. Bu, ya doğru akım makineleri yardımıyla doğrudan doğruya, ya da redresörler yardımıyla alternatif gerilimden elde edilir. Ayrıca elektrik pilleri veya akümülatörler (kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren elemanlar) yardımı ile de elde edilir [67].



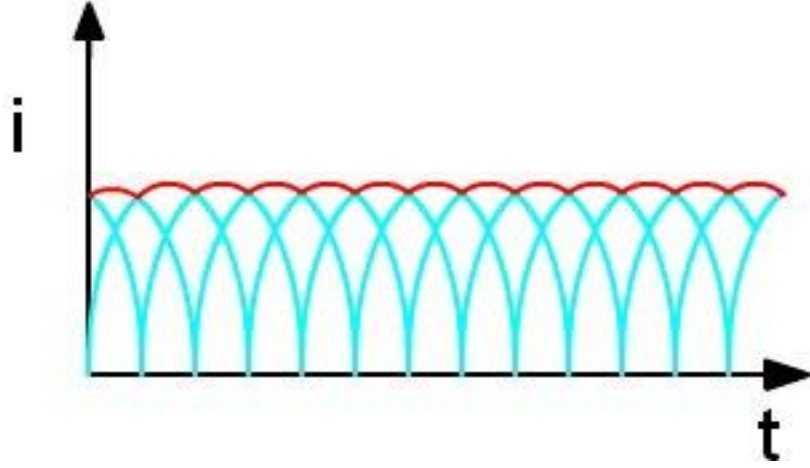
Şekil 1. 41.DC gerilim üreten deney düzeneği [67]

Piller ve akümülatörlerden elde edilen doğru gerilim, ani değeri değişmeyen, yani değeri her an sabit kalan Şekil 1.42'deki gibi düz bir doğru gerilimdir [67].



Şekil 1. 42.Sabit dc gerilim [67]

Alternatif akımı doğru akıma çeviren redresörlerden elde edilen doğru gerilim pulzasyonludur. Elde edilen gerilim şekil 1.43'deki gibi yönü değişmeyen fakat şiddeti değişen dalgalı doğru gerilimdir.



Şekil 1. 43.Değişken dc gerilim [67]

Doğru akımın alternatif akıma göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Doğru akımın avantajlarından birisi elektrik enerjisini akümülatörlerde depo edilmesidir. Doğru gerilimin, alternatif gerilim gibi, enerji iletimine elverişli bir değere yükseltip alçaltılamaması ve akımın sıfırdan geçmemesi yüzünden doğru akım devresinin açılmasında güçlükler görülmesi dezavantajlarındanındır.[67].

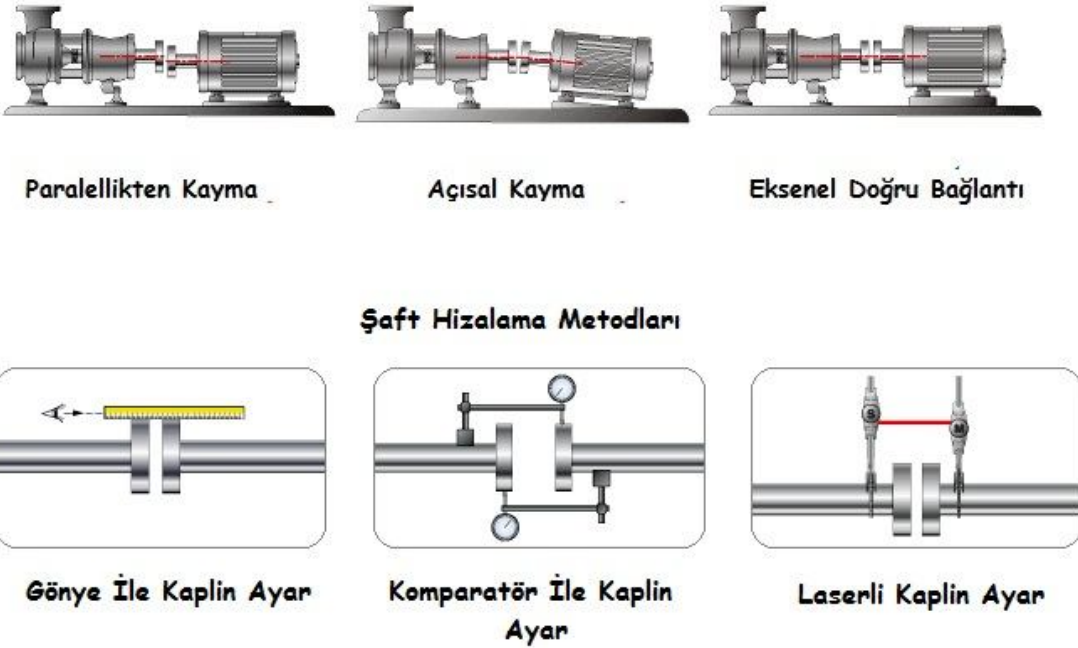
1.7.5.Bağlantı Elemanı (Kaplın)

Dairesel hareket yapan bir elemandan aldığı gücü, diğer bir elemana ileterek güç aktaran güvenlik elemanıdır. Çeşitli malzemelerden imal edilirler. Bunlar çelik, alimünyum, kompozit, döküm, plastik vs. olabilir. Bağlantı elemanları, şekil 1.44'deki gibi kamalı ya da vidalı tip birleştirme ile mile bağlantısı yapılır. Bağlantı elemanları belli bir dayanım da imal edilirler, çünkü hem gücü yeteri düzeyde diğer tarafa iletmek hem de oluşabilecek sıkışmalarda kendisini parçalayarak sistemin daha fazla zarar görmesini engellerler [68].



Şekil 1. 44.Bağlantı elemanları (kaplin)

Bağlantı elemanı montajında şekli 1.45'deki gibi eksenel ve açısal kaymalar hareket verimliliği ve ekipman sağlığı için istenmeyen bir durumdur. Özellikle hareketin küçük olduğu bu tip hassas çalışmalarda bu ve benzeri olumsuzlukların en asgari düzeyde tutulması zorunludur [68].



Şekil 1. 45.Kaplin bağlantı şekilleri [68]

1.7.6.Hidrolik akümülatör

Hidrolik akümülatör, basınç altında sıvı depolamaya yarayan bir hidrolik devre elemanıdır. Sıvı depolama ile birlikte sistemde oluşan şok dalgalarına karşı yastıklama görevi de yaparlar. Hidrolik akümülatörler ayrıca, hidrolik düzenek veya sistemde ortaya çıkan sıvı kaçaıklarını tamamlamada, enerji tasarrufu sağlamada, hidrolik kumandalı işleme devrelerinde ilerleme ve sıkma işlerinde kullanılmaktadır. Hidrolik sistemler, bu elemanlar yardımıyla daha verimli ve daha güvenli kullanıma ulaşırlar. Kullanım yeri ve sahip oldukları karakteristik özelliklere uygun olarak imal edilirler. Hidrolik akümülatörlerin acil güç kaynağı olarak yararlandığı sistemlerde, daha düşük kapasiteli pompa ile kullanıldığı, işleme hızında artışın sağlandığı ve emniyet düzeneği olarak da yararlandığı bilinmektedir [69].

1.7.7.Elektrik enerjisinin depolanmasına ve gerekliliği

Günümüzde bütün modern enerji sistemleri arz güvenilirliği, sistem stabilitesi, enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması iletim / dağıtım problemlerinin ve maliyetlerinin minimize edilmesi gibi birçok nedenlerle enerjinin depolanmasını zorunlu kılar. Elektrikte arz-talep ihtiyacı ve ihtiyacın gerçekleşme durumu incelendiğinde Türkiye’de, depolama sistemlerinin gerekliliği açıkça görülüyor. Elektrik formunda değil, ancak ihtiyacın az, fiyatın düşük ve enerjinin fazla olduğu saatlerde elektrik kullanılarak hava, su veya kimyasal formda depolanabilmekte ve ihtiyacın olduğu saatlerde elektriğe dönüştürülerek kullanıma sokulabilmektedir. Hidrolik biokütle, konvansiyonel yakıtlar elektrik üretmeden önce depolanabilirken rüzgâr, güneş ve dalga enerjisi elektrik formuna çevrildikten yani elektrik üretildikten sonra depolanmayı gerektirir. Rüzgâr ve güneş gibi kesintili enerji kaynaklarında arz ve talebi eşleştirmek veya aynı ana denk getirmek bugünün teknolojisiyle mümkün değildir. Kesintili kaynakların var oldukları anda ihtiyaç olmasa bile elektriğe dönüştürerek üretilen elektriği başka formlarda depolamak suretiyle, ihtiyacın olduğu anlarda kullanılabilme olanağı yaratılmış oluyor. En yaygın kullanılan depolama birimleri akümülatörlerdir. [70].

1.7.7.1.Akümülatör

Elektrik enerjisini, kimyasal enerjiye çevirerek depo eden ve gerektiğinde kimyasal enerjiyi, elektrik enerjisine dönüştürerek geri veren elemana akümülatör (batarya, akü) denir. Akü kutusu şekil 1.46'deki gibi içindeki müstakil bölmelerden oluşur ve bu bölmelere eleman denir. Her elemanda 2 V gerilim depo edilir.. Altı voltluk aküde 3, on iki voltluk aküde 6 eleman bulunur [71].



Şekil 1. 46.Akümülatör [71]

1.7.7.2.Akümülatör kapasitesi

Akülerde kapasite, belirtilen gerilimde 1 saat süre ile devamlı olarak verebileceği akım miktarıdır. Akü üzerinde amper saat (A/h) olarak belirtilir. Akü üzerinde markası dışında tablo 1.7'deki gibi ifadeler vardır [71].

Tablo 1. 7.Akü değerleri

Akü gerilimi (V)	Akü kapasitesi (A/h)	Maksimum akım (A)
12	60	255

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Hız Kesici Sistemde Kullanılan Malzemelerin Seçimi ve İmalatı

2.1.1.Hız kesici kalıp imalatı

Kalıp imalatı yapılırken piyasada kullanılan standart hız kesici ölçülerine dikkat edilmiştir. Şekil 2.1'deki gibi boy, en ve yükseklik 500*500*55 mm ebatları esas alınmıştır. Hız kesici kalıbı gövde ve kapak olmak üzere iki parçadan oluşur. Kalıbın iki parçadan oluşma sebebi, içerisinde rekor montaj işlemlerini gerçekleştirebilmek içindir.



Şekil 2. 1.Hız kesici gövde kalıbı

2.1.2. Hız kesici imalatı

Kalıp imalatı tamamlandıktan sonra döküm işlemine geçilir. Araçların geçişi esnasında hız kesicinin araca ve yayaya yaptığı etkiyi en aza indirmek ve araç, üzerinden geçerken esnekliği sağlayabilmek için hız kesicinin hammaddesi şekil 2.2'de olduğu gibi kauçuk olarak seçilmiştir.



Şekil 2. 2.Kalıptan çıkmış hız kesici gövdeleri

Hız kesici gövde ve kapak olmak üzere iki parçadan oluşur. Rekor montaj işleminden sonra iki parça yapıştırılarak birleştirilir. Birleştirme işleminde yapıştırıcıdan veya yapıştırırandan kaynaklı sorunlar oluşabilir. Yapıştırırmada meydana gelen sorun hız kesicinin yağ sızdırmasına ve sistemin sağlıklı çalışmasına neden olur.

Araç, hız kesici üzerine çıktığında bütün yüzeyde oluşan esnemelerden dolayı basınç kaybı meydana gelmektedir. Kaybolan basınç toplam basıncı düşüreceğinden sistemin verimi de orantılı olarak düşmektedir. Basınç kaybının önüne geçebilmek için hız kesicinin yan kısımlarına şekil 2.3’de görüldüğü gibi metal parçalar takılmıştır. Esneyen yüzey alanı ve basınç kaybı en aza indirilmeye çalışılmıştır.



Şekil 2. 3.Hız kesicide basınç kaybını önleyen metaller

2.1.3.Rekor seçimi ve montajı

Basınçlı yağın hız kesiciye en iyi şekilde giriş ve çıkış yapabilmesi ve aynı zamanda hidrolik hortum montajı için rekor montajı gerekmektedir. Rekor montajında önemli olan rekor çapları , rekor çaplarına uygun deliklerinin doğru açılması ve rekorların yağ kaçırmayacak şekilde, şekil 2.4'deki gibi hız kesiciye monte edilmesidir. Hız kesicinin her iki yanına rekor deliği, rekor çapına uygun bir şekilde açılır ve rekor montajı yapılır.



Şekil 2. 4.Hız kesiciye rekor montajı

Deneyle sonuçunda en iyi çıkış veren rekor çapı olarak şekil 2.5'deki 1/2 inç, ve 3/8 inç rekor kullanılmıştır.



Şekil 2. 5.Kullanılan rekor tip ve çapları

2.1.4. Hidrolik hortum seçimi

Hidrolik hortum, basınçlı yağı iletmek amacıyla kullanılmıştır. Hidrolik hortum seçiminde de çap önemlidir. Rekor seçiminde kullanılan çap, hidrolik hortum için de geçerlidir. Hidrolik hortumlar şekil 2.6'da görüldüğü gibi 1/2 inç ve 3/8 inç çapında kullanılmıştır.



Şekil 2. 6.Hidrolik hortum

2.1.5. Hidrolik motor seçimi

Hidrolik motorların kaç barda kaç d/dk yaptığı, ne kadar tork üreteceği göz önünde bulundurularak seçim yapılmıştır. Hız kesici sisteminde yapılan çalışmalar neticesinde üretilen basınç 1 ile 1,5 bar arasında değişmiştir. Buna bağlı olarak düşük basınçta en yüksek verimle çalışacak hidrolik motor kullanılmıştır. Sistemde kullanılan hidrolik motor şekil 2.7'de görülmektedir. Hidrolik motorun özellikleri tablo 2.1'de verilmiştir.

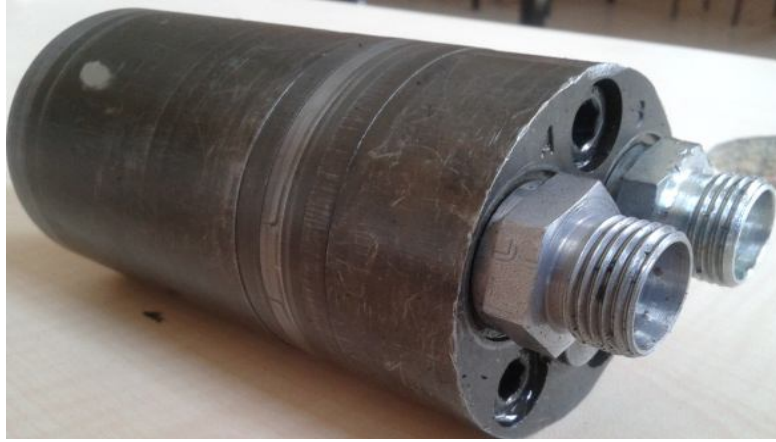


Şekil 2. 7.Hidrolik motor

Tablo 2. 1.Hidrolik motor katalog bilgileri

Silindirik shaft: 16 mm	İç hacim 19.9cm ³
Maksimum hız sürekli: 1000 d / dk	Maksimum tork sürekli: 25 Nm
Maksimum hız aralıklı: 1250 devir	Maksimum tork aralıklı: 35Nm
Maksimum çıkış sürekli:2.4kW	Modeli 151G0002
Max çıkış aralıklı: 3.2 kw	Ağırlık: 2. 1 kğ
Maksimum basıncı sürekli: 100 bar	Danfoss tarafından üretilmiştir
Maksimum basınç aralıklı:140 bar	Maksimum basınç tepe: 200 bar

Hidrolik motora yağ giriş çıkışını sağlamak ve hidrolik hortum bağlantısı için rekor montajı gerekir. Şekilde 2.8’de rekorları monte edilmiş hidrolik motor görülmektedir.



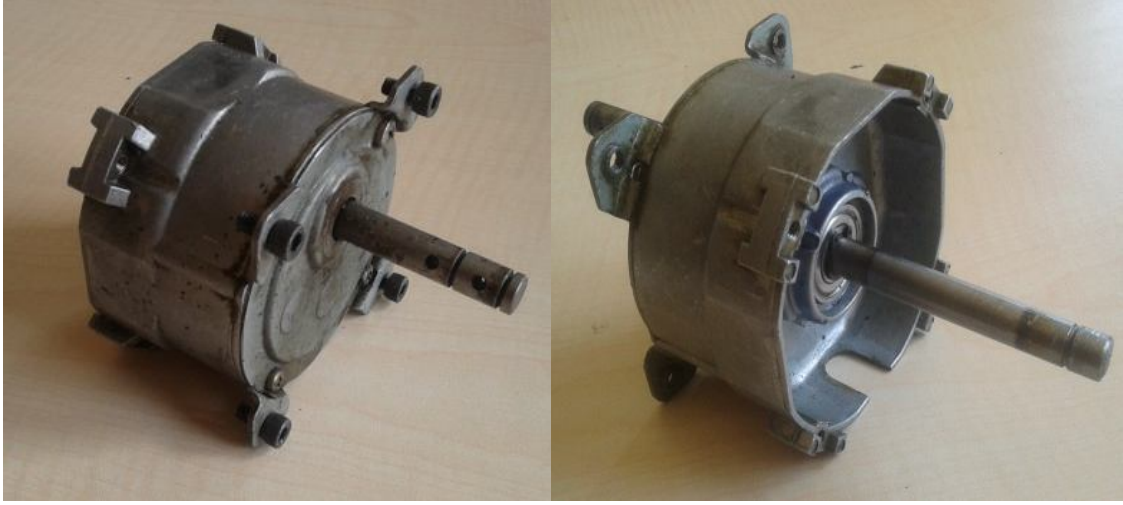
Şekil 2. 8.Rekor montajı yapılmış hidrolik motor

Hız kesici sistemde hidrolik motorun çalışması için gerekli olan hidrolik pompa bulunmamaktadır. Hidrolik pompanın görevini içi sıvı dolu hız kesici yerine getirmektedir.

2.1.6. Redüktör seçimi

Elektrik üreten hız kesici sistemde kullanılan redüktör, hidrolik motordan elde edilen dairesel hareketi artırmak için kullanılmış bir ara elemandır. Bağlantı ekipmanları

sayesinde, hız kesiciden aldığı düşük devirdeki dairesel hareketi dişli oranları ölçüsünde yükseltir.Devri yükselen dairesel hareket, elektrik motoruna iletilir. Yapılan çalışmalar neticesinde elektrik üreten hız kesici sistemde hızın ve torkun düşük olmasından dolayı helis dişli redüktör kullanılmıştır. Şekil 2.9’da görüldüğü gibi kullanılan redüktör dairesel hareketi 15 kat hızlandırmıştır. Dairesel hareketteki bu artış orantılı olarak momentin düşmesine neden olmuştur. Tablo 2.2’de redüktör teknik özellikleri gösterilmiştir



Şekil 2. 9.Redüktör

Tablo 2. 2.Redüktör katalog bilgileri

Çıkış mil: 5cm

Yükseklik: 7cm

Dönüştürme oran: 1-15

Dişli yapısı: Helis dişli

2.1.7. Elektrik makinesi seçimi

Elektrik üreten hız kesici sisteminde üreteç olarak Şekil 2.10’daki dinamo kullanılmıştır. Dinamolar mekanik enerjiyi doğru akım elektrik enerjisine çeviren makinelerdir. Kullanmış olduğumuz dinamo özel preslenmiş sargılardan meydana gelmektedir. Dinamo mili, düşük momentlerde şekilde dönmekte olup bu hassasiyet, momenti düşük olarak redüktörden çıkan hareketimizi elektrik enerjisine çevirmekte

önem arz etmektedir. Çalışmada, doğru gerilimin depolanabilmesi, trafik sinyalizasyon cihazları ve aydınlatma direklerinde ledlerin dc kaynaklardan beslenmesinden dolayı dinamo kullanılmıştır. Kullanılan dinamonun teknik özellikleri tablo 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2. 10.Dinamo

Tablo 2. 3.Dinamo katalog bilgisi

Gerilim: DC 24 Volt

Akım : 0,53 A

Güç : 12,72 W

Direnç: 45,1 Ω

Devir sayısı : 1800 d/dk

Seri no: ssw-9450G

Menşei: Japan

2.1.8.Bağlantı elemanı (kaplin) imalatı ve montajı

Bağlantı elemanı, dairesel hareketin iletilmesinde kullanılmıştır. Çalışmada iki yerde bağlantı elemanına ihtiyaç duyulmuştur. Hidrolik motor milini redüktör miline

bağlamak ve redüktör milini elektrik makinesi miline bağlamak için şekil 2.11'deki gibi bağlantı elemanı kullanılmıştır.



Şekil 2. 11.Bağlantı elemanları (kaplin)

Kullanılan bağlantı elemanı, bağlantı kurulacak ekipmanların mil çapına uygun olarak işlenir. İşaretlenen çap ölçüsünde torna tezgâhında malzemeler işlenmiştir. Şekil 2.12'deki gibi makinelerin millerini tutması ve birlikte hareketini sağlamak için bağlantı elemanlarında sabitleme vidalarından yararlanıldı.



Şekil 2. 12.Bağlantı elemanının hidrolik motora montajı

Bağlantı elemanı montajında eksensel ve açısal kaymalar, döner hareket verimliliği ve ekipman sağlığı için istenmeyen bir durumdur. Özellikle, hareketin momentinin küçük olduğu bu tip hassas çalışmalarda bu ve benzeri olumsuzlukların verimi düşürdüğü gözlemlenmiştir.

2.1.9. Çekvalf seçimi

Tek yönlü sıvı geçişine izin veren devre elemanıdır. Hız kesici sisteminde hız kesicinin giriş ve çıkışında bulunan çekvalfler sayesinde, sıvıya yön verilmiştir. Sisteme bağlanan çekvalflerden birisi hız kesiciden yağın çıkmasına diğeri ise yağın girişine izin vermektedir. Sistemde, hidrolik ve pnömatik çekvalf kullanılmış fakat hidrolik çekvalflerin en az 0,5 bar basınçta iletme geçmesi sebebiyle sistemde basınç kayıplarına sebep olmuştur. Pnömatik çekvalf 0,1 bar gibi düşük basınçlarda açarak sistemin rahat çalışmasını sağlamaktadır. Şekil 2.13'deki pnömatik çekvalfler ile basınç kaybı minimize edilmeye çalışılmıştır. Çekvalf çapı seçerken de rekor ve hortum çaplarından yola çıkarak aynı çapta 1/2 inç ve 3/8 inç çekvalf çapı kullanılmıştır.



Şekil 2. 13.Çekvalf şekilleri

2.1.10. Makine montaj sehпасı ve makine montajı

Hız kesici sistem için kullanılan hidrolik motor, redüktör ve elektrik makinasının sabitlenmesine ve eksen kaymalarını önlemek için montaj sehпасına kullanılmıştır. Bu sebepler göz önünde bulundurularak şekil 2.14'deki metal parçalardan motorların mil ve dış çap ölçülerine uygun olarak dairesel delikler açılmış ve sehpa montaja hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2. 14.Makine montaj sehpası

Montaja hazır hale getirilen sehpa şekil 2.15'deki gibi makineler monte edilmiştir. Sehpa imalatında en önemli husus eksen ve açılabilir kaymaların önüne geçebilmek için ölçülerin tam alınması ve hassas bir işçilik çıkarılmasıdır.



Şekil 2. 15.Metal montaj sehpası ve makineler

2.1.11. Hız kesici sistemde akümülatör (akü)

Hız kesici sistemde anlık elektrik üretiminin depolanabilmesi ve gerektiğinde kullanılabilmesi için depo elemanı olarak akü kullanılabilir. Sistemde kullanıma uygun bulunan akü şekil 2.16'da gösterilmiştir. Akümülatöre ait etiket bilgileri tablo 2.4'de görülmektedir.

Tablo 2. 4. Akü kapasitesi

Akü gerilimi (V)	Akü kapasitesi (A/h)	Maksimum akım (A)
12	7	20



Şekil 2. 16.Hız kesici sisteminde kullanılabilir akü

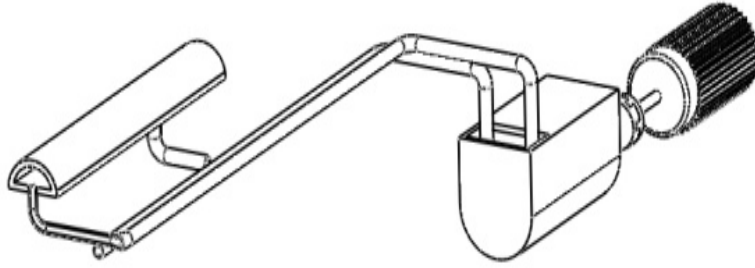
2.1.12. Hız kesici sistemde kullanılan malzeme fiyat listesi

No	Malzeme adı	Miktarı	Birim fiyat	Toplam fiyat
1	Hız kesici gövde kalıbı	1 adet	2500,00 TL	2500,00 TL
2	Hız kesici kapak kalıbı	1 adet	1200,00 TL	1200,00 TL
3	Hız kesici gövde imalatı	5 adet	150,00 TL	750,00 TL
4	Hız kesici kapak imalatı	5 adet	50,00 TL	250,00 TL
5	Hidrolik motor	2 adet	350,00 TL	700,00 TL
6	Redüktör	1 adet	350,00 TL	350,00 TL
7	Dinamo	1 adet	350,00 TL	350,00 TL
8	Çekvalf	4 adet	20,00 TL	80,00 TL
9	Kaplin	2 adet	25,00 TL	50,00 TL
10	Hidrolik Hortum rekoru	16 adet	4,00 TL	64,00 TL
11	Düz nipel	9 adet	1,50 TL	13,50 TL
12	T nipel	2 adet	5,00 TL	10,00 TL
13	Hidrolik hortum	6 metre	14,00 TL	84,00 TL
			Toplam	6401,50 TL
			%18 KDV	1152,27 TL
			Genel toplam	7553,77 TL

2.2. Hız Kesiciden Hidrolik Yolla Elektrik Üretimi

2.2.1.Hız kesici sistem tasarımı ve malzeme testleri

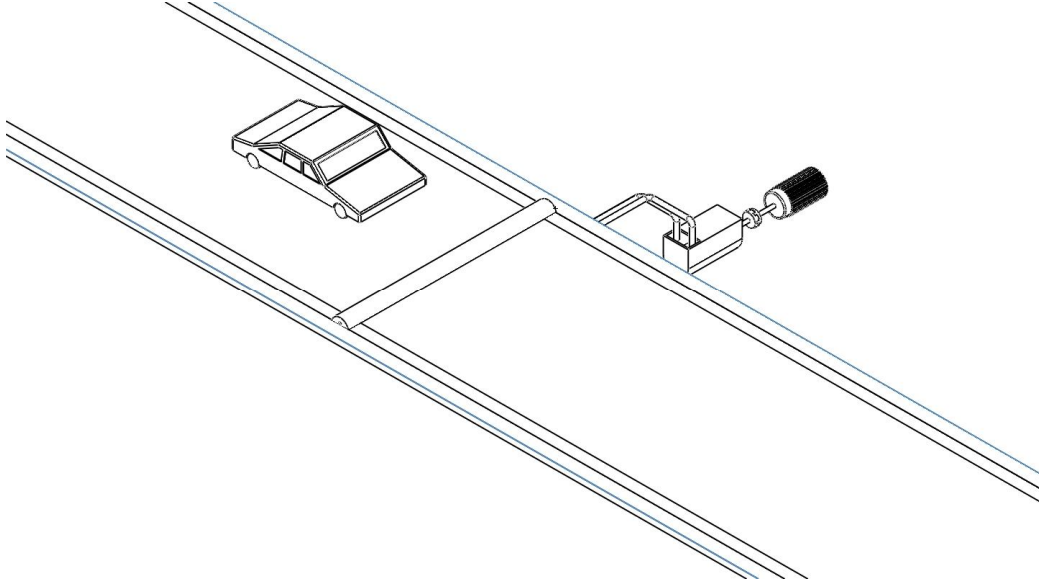
Elektrik üreten şekil 2.17'deki hız kesici sistem, karayollarındaki arabaları yavaşlatmak için kullanılan hız kesici üzerine, aracın ağırlığından dolayı kuvvet uygulanması prensibine dayanır. Uygulanan kuvvet sonucu hız kesicinin içerisindeki hidrolik yağ sıkıştırılıp hortumlar yardımı ile mekanizmaya iletilir ve mekanizmanın hareketi sonucu elektrik üretimi gerçekleştirilmiş gerçekleşir.



Şekil 2. 17.Özel hız kesici sistem tasarım çizimi

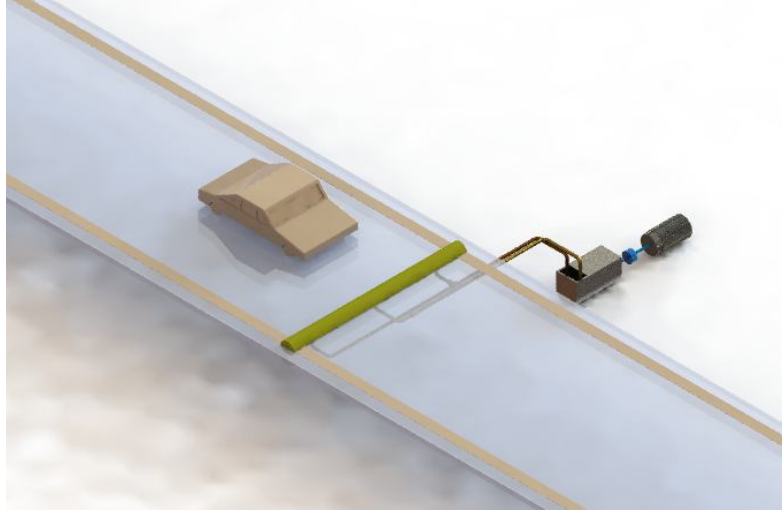
Günümüzde yenilenebilir enerjinin dünyada çok önemli bir yere sahip olduğu her kesim tarafından kabul edilmektedir. Dünya, elektrik enerji üretiminde fosil yakıtların çevreye verdiği zarar sebebiyle fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yapmaktadır. Fosil yakıtların bu olumsuzlukları sebebiyle yenilenebilir potansiyeli bulunan bütün kaynaklar kullanılmalıdır. Günümüzde yenilenebilir kaynak olarak güneş, rüzgâr, akarsular, gelgitler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunların dışında mini ve mikro düzeyde güç üretim sınıfına giren kara ve demiryollarındaki araç ağırlığından faydalanarak elektrik üretimi yapılmaktadır.

Karayollarına yerleştirilen Şekil 2.18'deki özel hız kesici sistemler sayesinde, çevre aydınlatması ve trafik sinyalizasyon cihazlarının ihtiyacı olan elektrik enerjisinin Şehir Őebekelerinden bağımsız olarak yenilenebilir kaynaklardan üretimi hedeflenmiştir.



Şekil 2. 18.Hız kesici tasarım resminin yola monte edilmesi

Özel hız kesici sistem tasarımında gerçekleştirilmek istenen, karayollarından geçen araçların ağırlıklarından faydalanarak yenilenebilir elektrik enerjisi üretmektir. Aracın özel imal edilmiş hız kesici üzerinden geçmesi ile hız kesiciye, ağırlığından dolayı bir kuvvet uygular. Üzerindeki aracın ağırlığından dolayı, içi hidrolik yağ ile dolu olan özel imal edilmiş hız kesici içerisindeki hidrolik yağ sıkışır ve yoğunluğu az olan yöne doğru akmak ister. Hız kesici içerisinde sıkışan yağ, hidrolik hortumlar yardımı ile hidrolik motora ulaşır. Hız kesiciden hidrolik hortumlar yardımı ile basınçlı yağı alan hidrolik motor, basınçlı yağdan aldığı kinetik enerjiyi hareket enerjisine çevirir. Hidrolik motora giren basınçlı yağ dönme hareketini sağladıktan sonra tekrar hidrolik hortum yardımı hız kesiciye döner. Bu döngünün sağlanabilmesi için uygulama esnasında farklı birkaç yöntem denenmiştir. Hidrolik motorun ürettiği düşük devirdeki hareket enerjisi redüktör yardımı ile belirli oranda yükseltilerek elektrik üretimi için kullanılan dinamoya verilerek elektrik enerjisi üretimi sağlanmış olur.



Şekil 2. 19.Sistemin üç boyutlu resmi

Basınçlı yağ sayesinde dairesel hareket üreten hidrolik motor mili bağlantı elemanı (kaplin) yardımı ile redüktöre, redüktörde elektrik motoru miline bağlanmıştır. Dairesel hareketi hidrolik motordan alan redüktör sayesinde dairesel hareket enerjisinin devir sayısı artmış ve bu hareket daha sonra elektrik motoruna iletilmiştir. Devri yükseltilmiş dairesel hareketi alan elektrik motoru hareket enerjisini elektrik enerjisine çevirmiştir. Şekil 2.19'daki özel imal edilmiş hız kesici sisteminden elde edilen elektrik enerjisi kullanılmak için depolanır veya kablolar yardımı ile sinyalizasyon cihazları ya da aydınlatma direğine iletilir. Yukarıda bahsedilen yenilenebilir elektrik enerjisi üretimini sağlayan özel imal edilmiş hız kesici sisteminin hız kesici kısmı, özel kalıp dökülerek imal edildi. Özel hız kesici sistemini oluşturan diğer parçalar da piyasadan temin edilerek montaj tamamlandı.

2.2.2.Hidrolik motor testi

Hidrolik motorun elektrik üreten hız kesici sistemine uygunluğunu, kaç barda nasıl bir tepki verdiğini, ani basınç artışlarındaki performansını ölçmek için laboratuvar ortamında hidrolik motor teste tabi tutulmuştur. Şekil 2.20'de görüldüğü gibi, deneylerde yağ kaynağı olarak hidrolik pompa kullanılmıştır. Hidrolik motor iki adet hidrolik hortum yardımı ile hidrolik pompaya bağlanmış 0 ile 30 bar arasında sürekli ve kesik kesik basınç uygulanmıştır. Yapılan test sonucunda 2 bar lık hidrolik motorun sistem basıncına tepkisi geç ve zayıf bulunmuştur. Test sonucundan yola çıkarak küçük basınçlara karşı daha hızlı tepki gösteren ve daha verimli çalışan hidrolik motor olarak 1 bar lık hidrolik motor kullanımına karar verilmiştir.



Şekil 2. 20.Hidrolik motor testi

2.2.3.Redüktör ve elektrik motoru testi

Hidrolik motora, hidrolik pompa tarafından basınçlı yağ verilerek test gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.21'deki testte, hidrolik motor miline redüktörlü elektrik makinesi bağlantısı yapılmıştır. Redüktörlü elektrik makinesinin düşük momentlerde çalışması verimli bulunmamıştır. Yapılan araştırma ve çalışmalar sonucu redüktör ve motor kısmının ayrı bağımsız olması uygun görülmüştür.



Şekil 2. 21.Redüktör ve elektrik motoru testi

Araştırmalar neticesinde elde edilen Şekil 2.22'deki dinamo milindeki hassasiyet ve küçük devirlerde gerilim üretilme özelliği açısından elverişli görülmüş ve sistem kurulumunda kullanımına karar verilmiştir. Dinamodan elde edilen gerilim dc oluŐuda Őeimde etken olmuştur.



Şekil 2. 22. Hız kesici sistemde kullanılan dinamo

2.2.4.Sistem dayanımı ve enerji üretim testi

Elemanların tespiti ve montajı tamamlandıktan sonra laboratuvar ortamındaki deneyler yapılmıştır. Yapılan deneylerde hidrolik motora Şekil 2.23'deki gibi hidrolik pompa yardımı ile basınçlı yağ verilerek dairesel hareket üretilmiştir.



Şekil 2. 23.Hız kesici sistemde basınçlı yağ testi

Hız kesici sisteme uygulanan yağın basıncı artırılarak sistemin bu artış karşısında tepkisi ölçülmüştür. Sisteme 1 bar basınç uygulandığında 15 V, dc gerilim ürettiği gözlemlenmiştir. Basınç kademeli olarak 1,5-2 bar seviyelerine çıkarılarak deneyler yapılmış ve deneyler sonucu elde edilen gerilim şekil 2.24’de görüldüğü gibi 24 V, olarak osilaskopta okunmuştur.



Şekil 2. 24.Labaratuvar ortamında makine elemanları ve üretim testi

2.2.5.Hız kesici sağlamlık testi

Hız kesici kauçuk malzeme, İçine rekor montajı yapılabilmesi için iki parça olarak üretilmiştir. Gövde ve kapak parçalarının yapıştırılması gerekmektedir. Parçaların yapıştırılmasında çok sayıda silikon kauçuk yapıştırıcı denenmiştir. Silikon yapıştırıcıların kuruma süresinin uzundur. Hız kesici parçaların uzun süre sabit kalması gerekmektedir. Hız kesicinin şekli sebebiyle uzun süre sabit tutulamaması yüzey birleşiminde sorunlara yol açmıştır. Yavaş kuruyan yapıştırıcılarla yapılan deneyler sonucunda hız kesici, tam yapışmamış, sıvı sızdırmıştır. Ani yapıştırıcılarla yapıştırma işlemi sonucu araç şekil 2.25’deki gibi hız kesici üzerine çıkmış hız kesicide herhangi bir sıvı sızıntısına rastlanmamıştır.



Şekil 2. 25.Hız kesici sağlamlık testi

Hız kesici gövdesi, 5-6 lt hidrolik yağ kapasitesine sahiptir. İç hacmi basılan yağın miktarına bağlı olarak 5000-6000 cm³ olarak değişmektedir. Hız kesicinin üzerine araç çıktığında elde edilen basıncın yüksek olması için hız kesici içerisine dolum yapılırken 1-2 bar arası hidrolik yağ doldurulur. İçi hidrolik sıvı dolu hız kesici şekil 2.26'da görülmektedir.



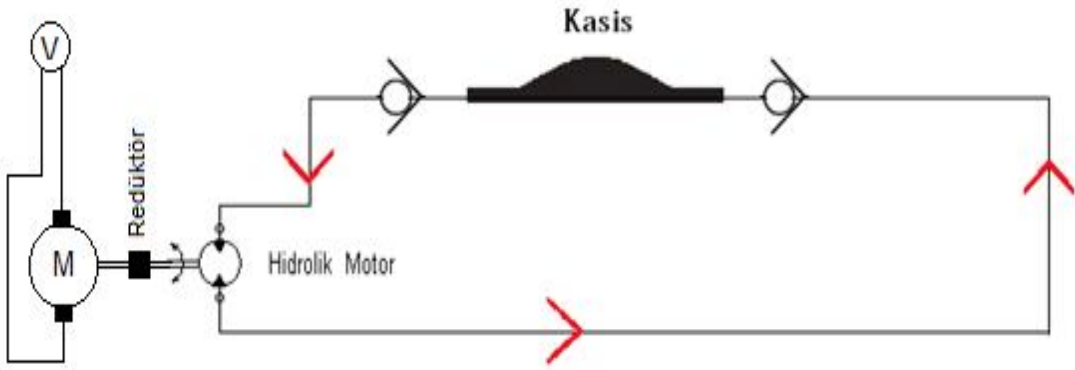
Şekil 2. 26.Hidrolik sıvı dolu hız kesici

2.2.6. Hız kesici sistem, hidrolik devre şeması ve testleri

Hız kesici sistemde, hız kesiciden çıkan yağın tekrar hız kesiciye girişini sağlamak ve yüksek verim elde etmek için üç sistem tasarlanmıştır. Tasarımlar yapılırken fluidsım programından yararlanılarak, hidrolik devre tasarımları ve bu tasarımların simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

2.2.6.1. Tek hız kesicili sistem

Tek hız kesici doğrudan hız kesiciye dönüş simülasyonunda ve deneylerinde hız kesiciden çıkan sıvının araç hız kesicinin üzerinde iken tekrar hız kesiciye girmekte zorlandığı görülmüştür. Hız kesici içerisindeki basınçlı sıvı içeriye girmek isteyen sıvıya zorluk göstermektedir. Tek hız kesicili sıvının doğrudan hız kesiciye dönüş hidrolik devre şeması Şekil 2.28’de görülmektedir.



Şekil 2. 27. Tek hız kesici sıvının doğrudan hız kesiciye geri dönüş

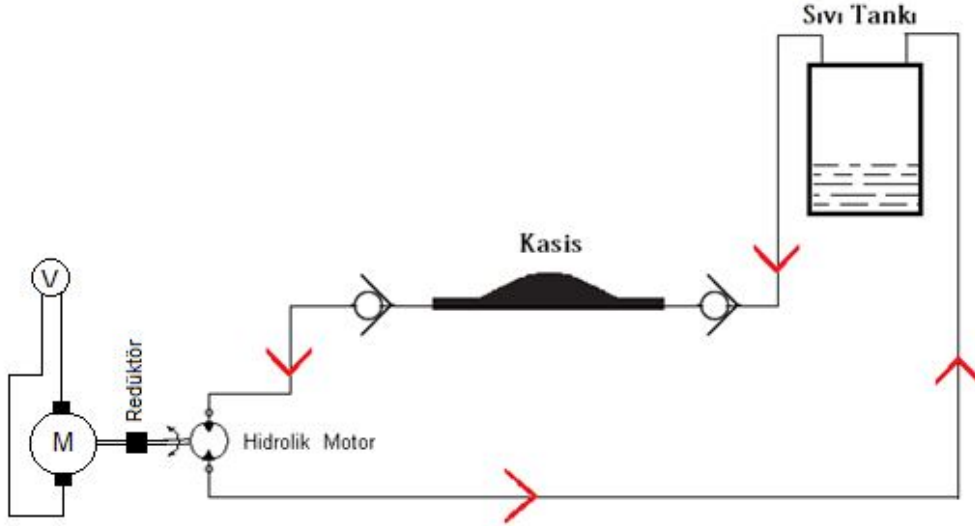
Tek hız kesici doğrudan geri dönüş sisteminde sistemde tıkanma olmuş ve sistem verimli olmamıştır. Tek hız kesicili sistem deney düzeneği şekil 2.28’de görülmektedir.



Şekil 2. 28. Tek hız kesicili sistem araç testi

2.2.6.2. Tek hız kesicili, sıvı tanklı sistem

Tek hız kesicili sıvı tanklı sistemde şekil 2.29'daki gibi sisteme sıvı tankı ilave edilip sıvı döngüsü sağlanmaya çalışılmıştır. Belirli yükseklikteki tanka dolan sıvı araç geçişi tamamlandıktan sonra sisteme geri dolması hedeflenmiştir



Şekil 2. 29. Tek hız kesicili sıvı tankı üzerinden sıvının geri dönüşü

Karayolu testlerinde, araç hız kesicinin üzerine çıktığında, aracın yaptığı ağırlığın etkisi ile sıvı, şekil 2.30'daki sıvı tankına dolmuştur. Aracın geçişi tamamlandıktan sonra belli yükseklikte bulunan tanktaki sıvı hız kesiciye dönmüştür. Hız kesici içerisindeki sıvı basıncına göre tank yüksekliği belirlenmiştir. Hız kesici içindeki 0,5 bar sıvı basıncına karşılık, sıvı tankının 5 metre yüksekliğe çıkarılması gerekmektedir.



Şekil 2. 30. Sıvı tankı ve hız kesici sistem

Tek hız kesici sıvı tanklı sisteme farklı ağırlıktaki araçlar çıkartılarak deneyle yapılmıştır. Şekil 2.31'deki gibi hız kesiciden ağırlığı 1200 kg olan otomobil geçirilerek hız kesici üzerine tek tekerleğin uyguladığı ağırlık 300 kg olmuştur. Ağırlıktan elde edilen kuvvet 3000 N'dur. 3000 N luk bir kuvvet hız kesici üzerine etki etmiş ve araç geçişi ile sistemde 1 bar basınç oluşmuştur.



Şekil 2. 31.Hız kesiciden otomobil geçişi

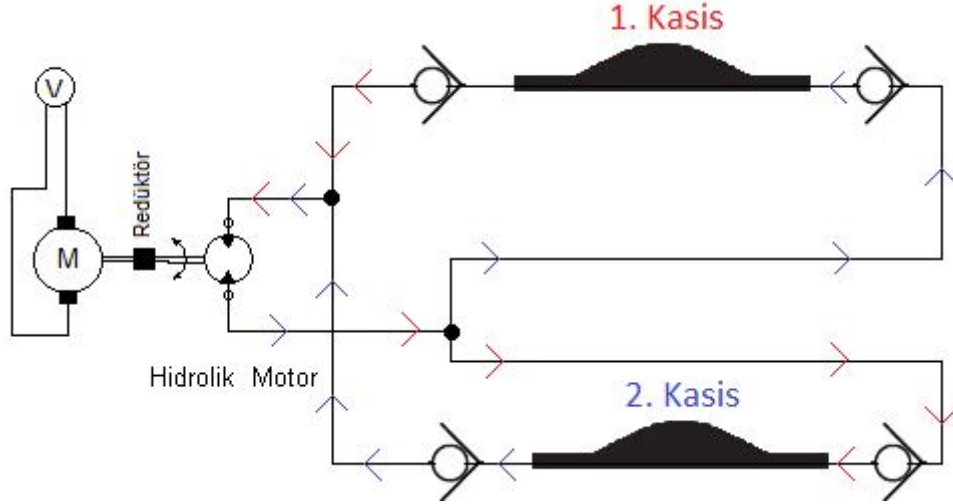
Ağırlığı 2000 kg (minibüs) olan şekil 2.32'deki araç ile testler gerçekleştirilmiştir. Aracın ağırlığı arttıkça sisteme uygulanan kuvvette de artış gözlenmiştir. Minibüsün tek tekerleğine düşen ağırlık 500 kg dır. Minibüsün hız kesici üzerine uyguladığı kuvvet 5000 N olmuştur. Kuvvette artış olduğu için basınçtada artış gerçekleşmiştir. Minibüsün geçmesi ile sistemde 1,5 bar basınç oluşmuştur.



Şekil 2. 32.Minibüsün hız kesiciden geçmesi

2.2.6.3.Çift hız kesicili sistem

Çift hız kesici kullanılarak yapılan çalışmalar diğer tek hız kesicili sistemlere göre daha başarılı olmuştur. Sistem tasarımı şekil 2.33'deki gibidir. Çift hız kesicili sistem ile sıvı döngüsünü sağlamak ve araçların hız kesici üzerinden geçiş sürelerini uzatmak hedeflenmiştir. Araçların hız kesici üzerinden geçiş süreleri uzatıldıkça elde edilen elektrik enerjisinin birim zamanında uzamıştır.



Şekil 2. 33.Çift hız kesici, sıvının hız kesiciler arasında akışı

Çift hız kesicili sistemde, sistemin çalışma devamlılığı için sıvının tekrar hız kesici içine dönmesi zorunludur. Bunu sağlamak için bu tasarımda şekil 2.34'deki gibi ardı ardına yerleştirilen ve aralarında sıvı alışverişi gerçekleşen iki hız kesiciden yararlanılmıştır. Hız kesicilerin giriş ve çıkışlarındaki çekvalfler, hidrolik hortumlar ve T birleştirme rekorları ile hidrolik motora bağlantısı sağlanmıştır. Araç ilk hız kesiciye ağırlık uyguladığında, basınçlı sıvı çekvalflerin birinden çıkmaktadır. Birinci hız kesiciden çıkan sıvı hidrolik motorun girişinde bulunan T rekoruna bağlı hidrolik hortum yardımı ile hidrolik motora ulaşır. Dairesel hareket oluşturan sıvı hidrolik motorun çıkışındaki T rekoruna bağlı olan hidrolik hortum sayesinde ikinci (üzerine basınç uygulanmamış) hız kesicinin içerisine doğru yönden çekvalf yardımı ile giriş yapacaktır. Hareket halindeki araç, ilk hız kesiciden geçip ikinci hız kesiciye geldiğinde, hız kesici, içerisindeki sıvıya basınç uygular. İkinci hız kesiciden çekvafle yönlendirilen sıvı hidrolik motorun girişindeki T rekora bağlı olan hidrolik hortumla tekrar dairesel hareket üretimini sağlar. Hidrolik motordan çıkan sıvı T rekoru ile ilk hız kesiciye bağlı olan hidrolik hortum ile ilk hız kesiciye dolar. Kısaca; araç ilk hız kesiciye bastığında

sistem çalışır ve sıvı ikinci hız kesiciye dolar, araç ikinci hız kesiciye bastığında yine sistem çalışır sıvı birinci hız kesiciye dolar. Sıvı dolan hız kesiciler üzerinde, o esnada bir basınç olmadığı için sıvı doluşu esnasında direnç meydana gelmez.



Şekil 2. 34.Çift hız kesicili sistem

Çift hız kesici sistem, gerek sıvı döngüsü sağlanmış ve gerekse sistemden iki kat daha fazla enerji üretimi gerçekleştirilmiştir. Araç, birinci hız kesici üzerinden geçerken sıvı ikinci hız kesiciye dolduğunda elektrik üretilir araç ikinci hız kesiciye bastığında ise yağ birinci hız kesiciye ilerler ve yine bir enerji üretimi gerçekleşir.

Ağırlığı farklı araçların çift hız kesiciden geçirilmesi sonucu ortaya farklı basınç değerleri çıkmıştır. Ağırlığı 1200 kg olan şekil 2.35'deki araç çift hız kesiciye tek tekerlek üzerinden 3000 N kuvvet uygulamış ve 1 bar basınç elde edilmiştir.



Şekil 2. 35.Aracın çift hız kesiciden geçişi

Çift hız kesici sisteme şekil 2.36'daki 2000 kg ağırlığındaki minibüs çıktığında ise sistemin ürettiği basınç değeri artmıştır. Sistemde çift hız kesici olduğu için minibüsün geçiş süresi uzamış tek hız kesicili düzeneğe göre iki kat fazla üretim sağlamıştır.



Şekil 2. 36. Çift hız kesiciden minibüs (2000 kg) geçişi

2.2.7. Hız kesici sistemlerde basınç ölçüm deneyleri

Hız kesici sistemde basınç değişimi önem arz etmektedir. Sistemde uygulana kuvvet değişimine göre basınç sensörü sinyal çıkış gerilimde tablo 2.5'deki gibi değişiklik meydana gelmiştir. Bu sebeble basınç ölçülüp değişim gözlemlenmiştir. Sistemde basınç ölçümü için 0-100 bar a karşılık 0-10 V sinyal çıkış gerilimi veren şekil 2.37'deki basınç sensörü kullanılmıştır. Basınç sensörü ile yapılan ölçümler neticesinde osilaskopta 100-150 mV gerilim okunmuştur. Hız kesici sistemden 1200 kg araç geçtiğinde sinyal çıkışı gerilimi 100 mV, sistemden 2000 kg araç geçtiğinde basınç sensörünün sinyal çıkış gerilimi 150 mV olarak okunmuştur.

Tablo 2. 5. Ağırlık değişimine göre basınç verileri

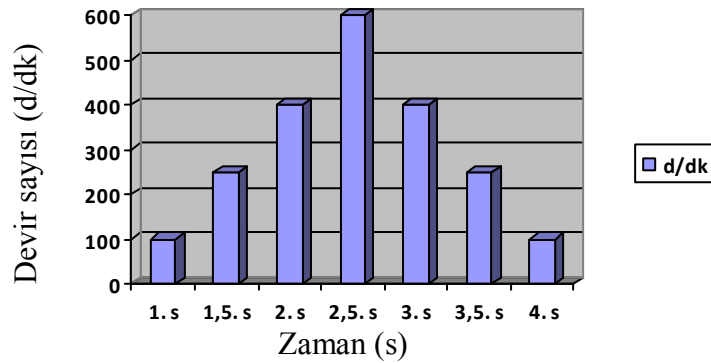
Araç ağırlığı (kg)	Sinyal gerilimi (mV)	Basınç (bar)
1200	100	1
2000	150	1,5



Şekil 2. 37. Basınç sensörü ve devreye bağlantısı

2.2.8. Hız kesici sistemlerde devir ölçüm deneyleri

Hız kesici üzerine aracın çıkması ile basınç sıfırdan başlayarak maksimum noktaya çıkar. Basıncı artması ile doğru orantılı olarak devir sayısında da Şekil 2.38'deki gibi değişim görülmektedir. Aracın hız kesiciden inmeye başlaması ile devir sayısında azalarak sıfıra iner.



Şekil 2. 38.Devir sayısındaki değişim

Hız kesici sistede devir ölçümü için Şekil 2.39’da görüldüğü gibi takometre kullanılmıştır. Takometre ile yapılan ölçümler sonucu farklı zamanlarda farklı devirlere ulaşılmıştır. Hız kesiciden 1200 kg ağırlığındaki araç geçişi sonucu maksimum 600 d/dk hareket elde edilirken, 2000 kg lık araç geçtiğinde maksimum devir sayısı 800 d/dk olarak değişim göstermiştir. Hız kesici sisteme uygulana kuvvet arttıkça sistemde oluşan basınç artmaktadır. Sistemde oluşan basınç artıkça da elde edilen hareketin devir sayısı artmıştır.



Şekil 2. 39.Takometre ile devir ölçümü

2.2.9.Hız kesici sistemlerde akım ölçüm deneyi

Hız kesici sistemde elde edilen akımı bulmak için dinamo çıkışına alıcı (yük) bağlanmıştır. Sistem çıkışına alıcı bağlantısı yapıp araç geçişi sağlandığında maksimum (600 d/dk) devirde akım şekil 2.40’daki gibi yaklaşık 200 mA olarak ölçülmüştür. Aracın hız kesici üzerine çıkmaya başlaması ile devir sayısında artış başlamıştır. Devir sayısındaki artışla paralel olarak elde edilen akımda da artış meydana gelmiştir.



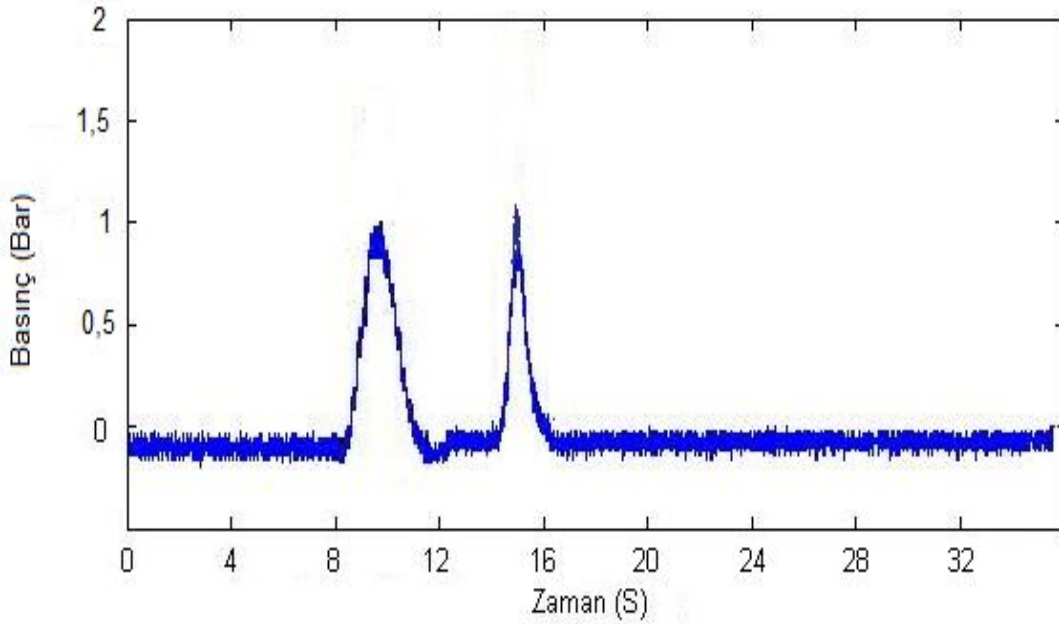
Şekil 2. 40.Hız kesici sistemden üretilen akım değeri ölçümü (mA)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Tek Hız Kesici Kullanarak (sıvı tanklı) Elde Edilen Bulgular

3.1.1. Tek hız kesiciden otomobil (1200 kg) ile geçilmesi

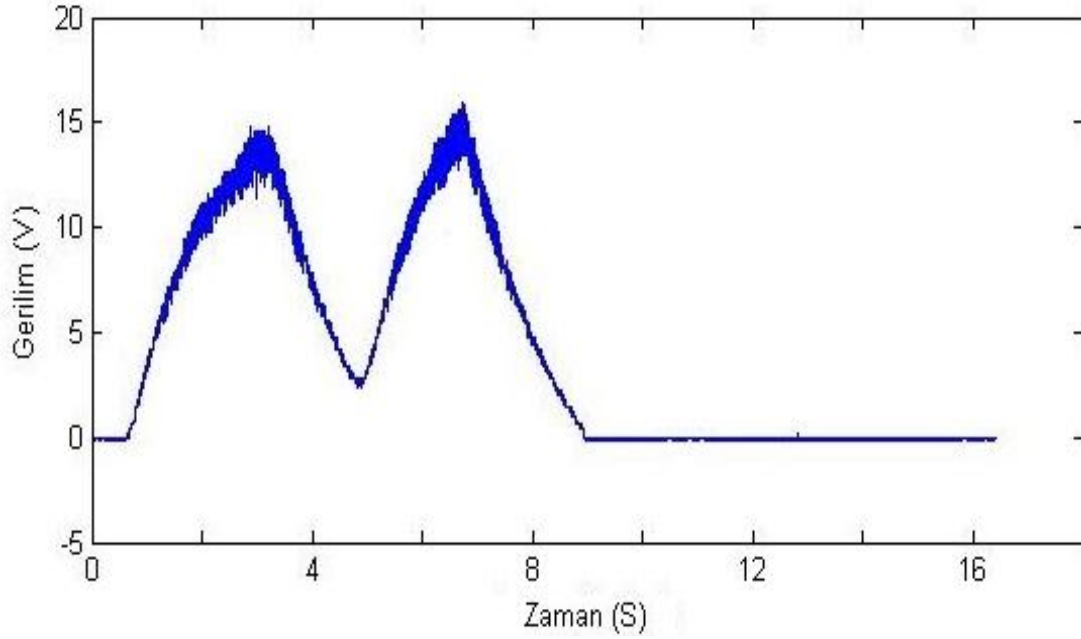
Aracın (1200 kg) sıvı tanklı tek hız kesiciye kuvvet uygulaması sonucu basınçtaki değişim Şekil 3.1'deki gibidir. Aracın ön ve arka tekerleğinin geçişi sonucu 1 barlık iki basınç çıkışı görülmektedir.



Şekil 3. 1. Tek hız kesiciden otomobil geçişi ile basınç değişim grafiği

Tek hız kesicili sıvı tanklı sistemden elde edilen 1 barlık basınç hidrolik motorda dakikada 30-40 devir arası bir hareket üretmektedir. Bu dairesel hareket hızı 15 kat artıran redüktöre iletildiğinde redüktör milinin çıkışında 450-600 d/dk bir hareket haline gelmiştir. Hızı artan hareket dinamoya verilerek şekil 3.2'deki gibi 15 V gerilim üretilmiştir

Şekil 3.2'de otomobilin ön ve arka tekerlerinin tek hız kesiciye basınç uygulaması sonucu üretilen gerilim değerlerinin zaman göre değişimi görülmektedir. Aracın geçiş hızı 5 km/h altında olduğu için bir hız kesici üzerinde 4 s üretim gerçekleştirmektedir.



Şekil 3. 2. Otomobil (1200 kg) geçişi ile elde edilen gerilimdeki değişim

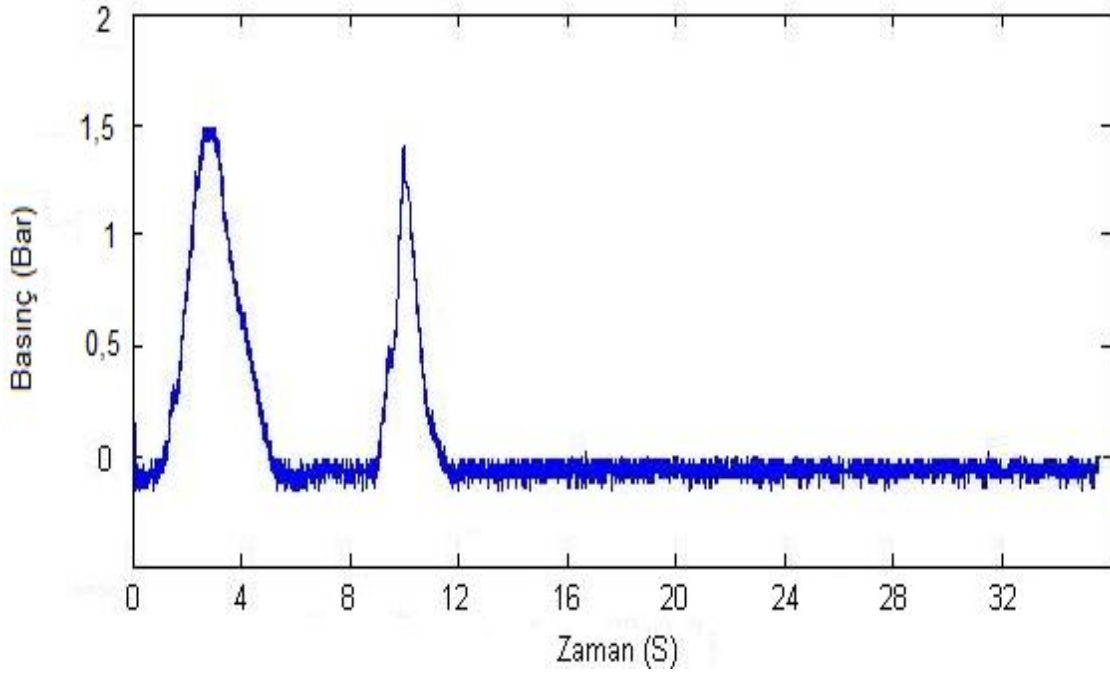
Otomobilin (1200 kg) hız kesiciden geçmesi ile oluşan elektriksel büyüklükler tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3. 1. Otomobil geçişi ile oluşan elektriksel büyüklükler

Gerilim (V)	Akım (mA)	Güç (W)
15	200	3

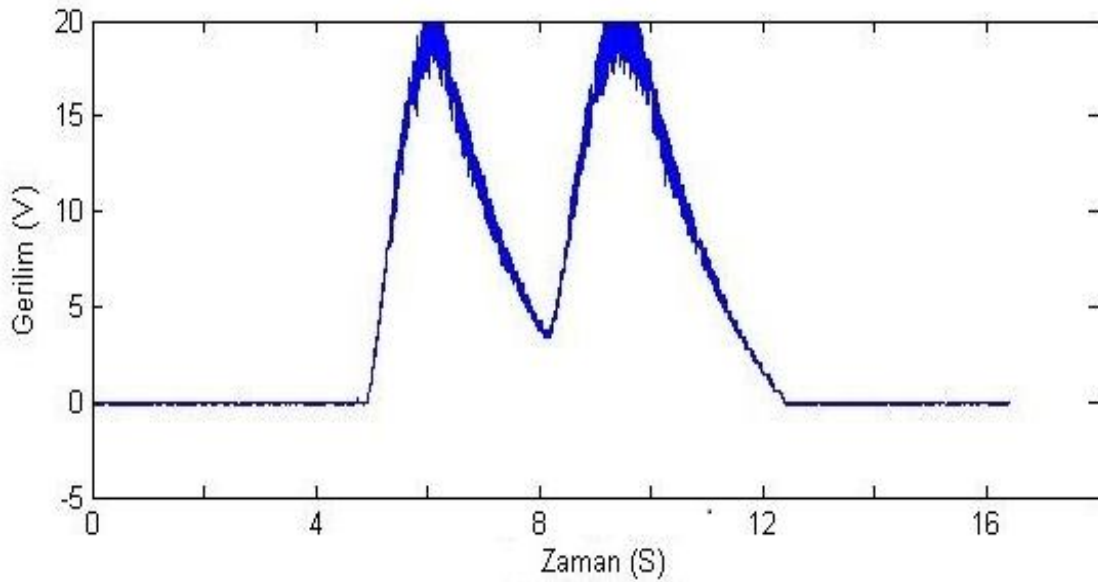
3.1.2. Tek hız kesiciden minibüs (2000 kg) İle geçilmesi

Sıvı tanklı tek hız kesicili sistem üzerinden minibüs geçişi sonucu basınçtaki değişim şekil 3.3’de gösterilmiştir. Hız kesici üzerinden geçen araçların ağırlığı artıkça sistemin oluşturduğu basınçta artış göstermektedir. 2000 kg ağırlığındaki minibüs geçişi ile hız kesici üzerine tek teker üzerinden etki eden kuvvet 5000 N olmuştur. 5000 N kuvvetin etkisi sonucu sıvı tanklı tek hız kesicili sistemde maksimum basınç 1,5 bar olarak ölçülmüştür.



Şekil 3. 3. Tek hız kesiciden minibüs geçişi sonucu basınç değişimi

Basınçtaki değişime bağlı olarak gerilimde de değişim oluşmuştur. Minibüsün ön ve arka tekerleklerinin hız kesiciye uyguladığı kuvvet neticesinde zamana göre gerilim değişimi şekil 3.4’de görülmektedir. Minibüs geçişi esnasında maksimum 20 V gerilim üretilmiştir.



Şekil 3. 4. Hız kesiciden minibüs geçişi ile elde edilen gerilim

Tek hız kesici sistemden geçen minibüsün hızı 5 km/h altında olduğu için tek tekerin geçiş süresi 4 s, iki tekerin geçiş süresi toplam da 8 s olarak kaydedilmiştir. Aracın hızı arttıkça geçiş süresi kısalmakta fakat hızından dolayı sisteme yaptığı basınç artmaktadır.

Tek hız kesiciden minibüs geçişi sonucu oluşan elektriksel büyüklükler tablo 3.2’ de gösterilmiştir.

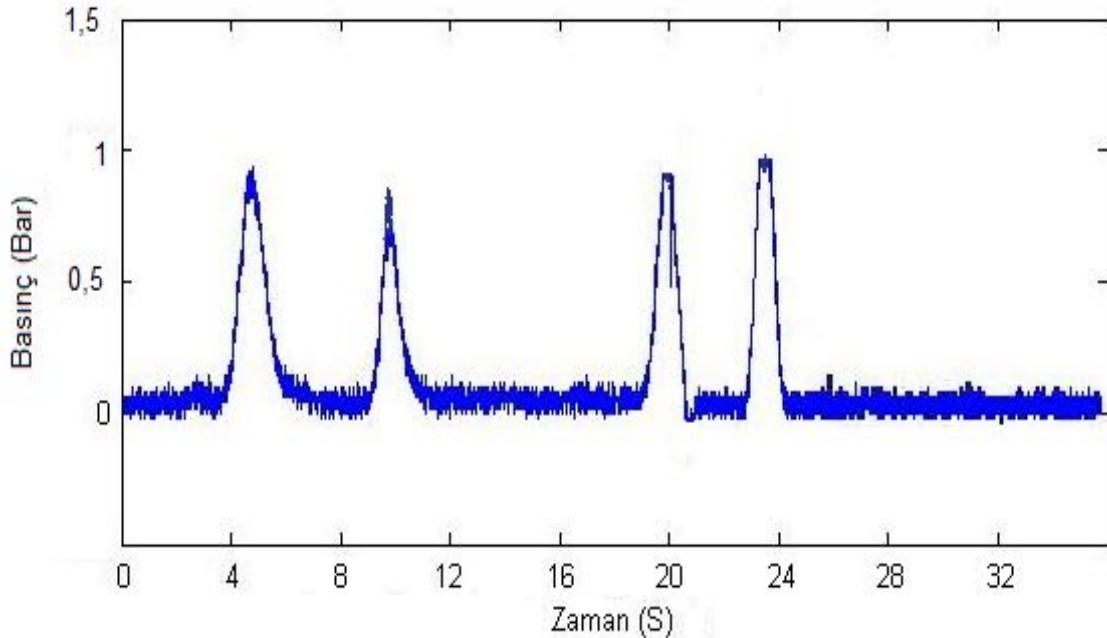
Tablo 3.2.Minibüs geçtiğinde oluşan değerler

Gerilim (V)	Akım (mA)	Güç (W)
20	200	4

3.2.Çift Hız Kesici Kullanarak Elde Edilen Bulgular

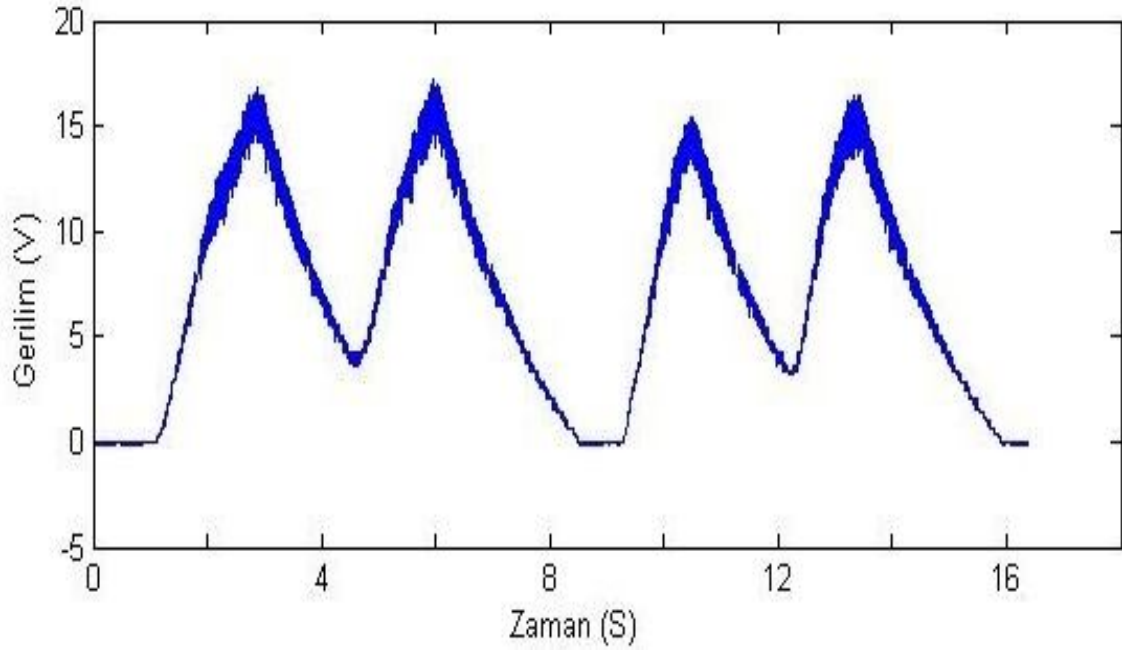
3.2.1.Çift hız kesiciden otomobil (1200 kg) ile geçilmesi

Çift hız kesiciden otomobil geçişi sonucu basınçta oluşan değişim şekilde 3.5’de gösterilmiştir. Aracın iki tekerleğinin çift hız kesiciye kuvvet uygulaması sonucu dört adet basınç çıkışı gözlemlenmiştir. Tek hız kesicide kullanılan araç ağırlığı değişmediği için basınç pik değeri yine 1 bar olarak ölçülmüştür.



Şekil 3. 5. Çift hız kesiciden otomobil geçişi sonucu basınç değişim grafiği

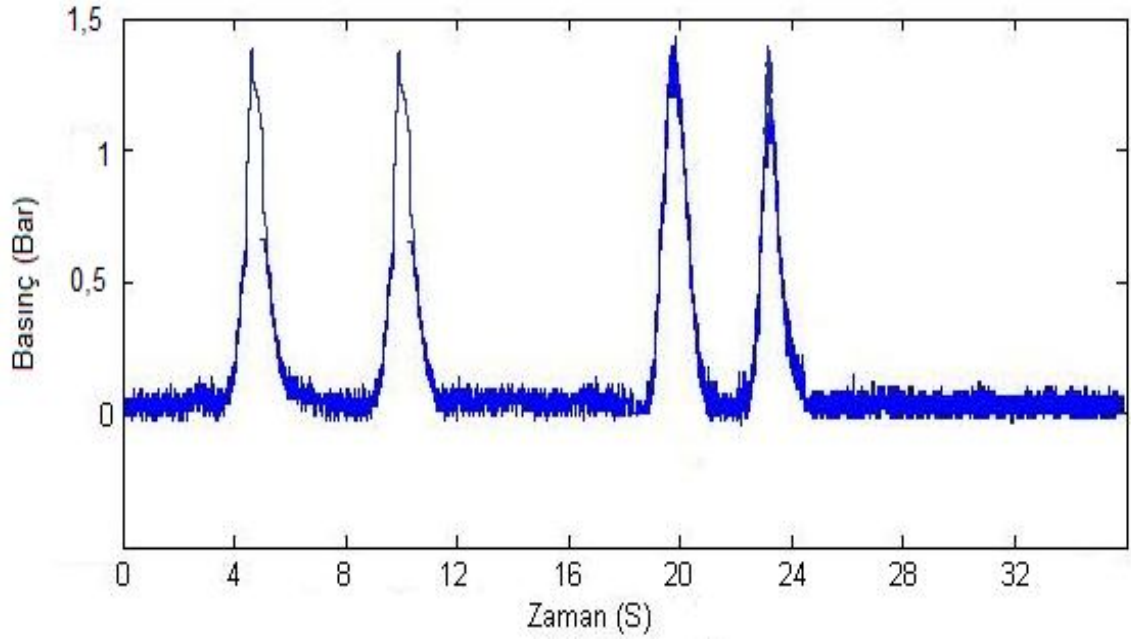
Otomobilin çift hız kesiciye uyguladığı kuvvet sonucu basınçtaki değişim ile eşdeğer olarak gerilimde de değişim meydana gelmektedir. Otomobilin ön tekerleği sırası ile birinci ve ikinci hız kesiciye kuvvet uyguluyor, arka tekerleği de sırası ile bir ve ikinci hız kesiciye kuvvet uyguladığında oluşan toplam da 4 adet pik gerilim değeri şekil 3.6'da gösterilmiştir. Gerilim zamana göre 0-15V arası değişim göstermektedir.



Şekil 3.6.Çift hız kesiciden otomobil iki tekerleğinin geçişi ile oluşan gerilim değişimi

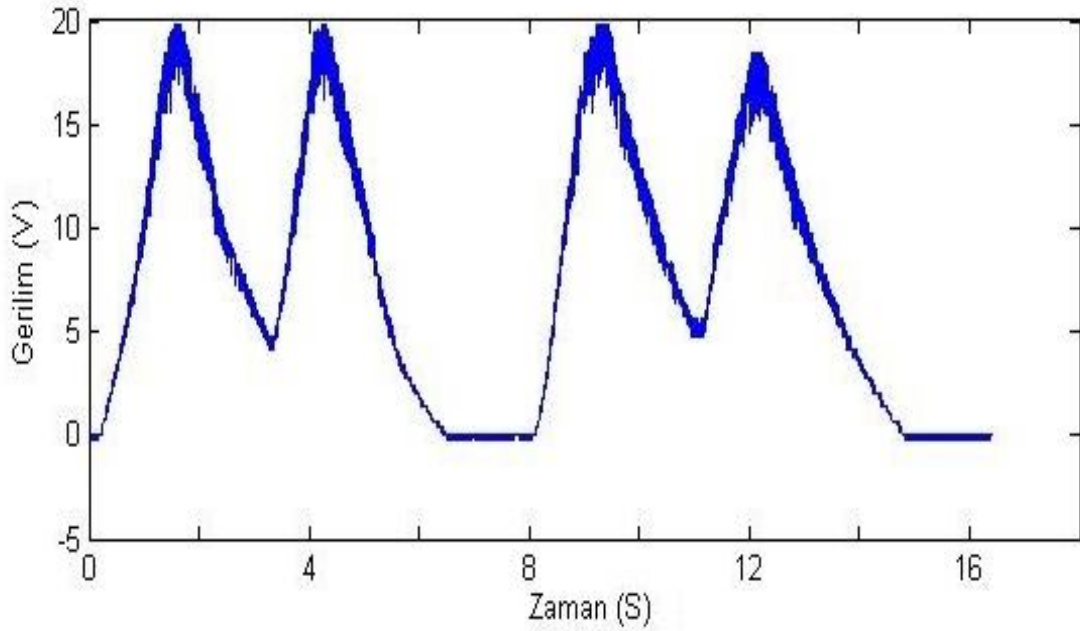
3.2.2. Çift hız kesiciden minibüs (2000 kg) ile geçilmesi

Minibüsün çift hız kesici üzerinden geçmesi sonucu oluşan basınç değişim grafiği şekil 3.7'de gösterilmiştir. Çift hız kesiciden iki adet (ön ve arka) tekerleğin geçişi sonucu basınçta dört adet çıkış gözlemlenmiştir. Aracın hızının düşük olmasından dolayı geçişler 4 s sürmektedir.



Şekil 3. 7. Çift hız kesiciden minibüs geçişi sonucu oluşan basınç değişim

Çift hız kesiciden minibüsün geçmesi sonucu basınçtaki değişim ile orantılı olarak gerilim de şekil 3.8'de görüldüğü gibi zamana göre 0-20 V arası değişim göstermiştir. Çift hız kesici ve iki lastik düşünülürdüğünde 4 adet çıkış değeri kaydedilmiştir.



Şekil 3. 8. Çift hız kesiciden minübüs ön ve arka tekerleğinin geçişi ile oluşan gerilim

3.3. Üretilen Elektrik Enerjisi ve Depo Edilmesi

Hız kesici sistemde üretilen elektrik enerjisi aracın hızına (hız kesici üzerinde kalma süresi) ve aracın ağırlığına göre değişim göstermektedir. Karayoluna iki adet (sağ ve sol tarafta) çift hız kesici sistem kurulup üzerinde 4 tekerleğe sahip aracın geçişi düşünüldüğünde aracın sistem üzerinde kalış süresi ve elde edilen veriler tablo 3.3’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3.Aracın iki adet çift hız kesiciden geçiş süresi ve elde edilen değerler

	Hız (Km/h)	Lastiğin bir hız kesiciden geçtiği süre (s)	İki adet çift hız kesiciden, 4 lastiğin toplam geçiş süresi (s)	Gerilim (V)	Akım (mA)	Güç (W)
Otomobil	0-5	4	32	15	200	3
	5-10	2	16	15	200	3
Minibüs	0-5	4	32	20	200	4
	5-10	2	16	20	200	4

Hız kesici sistemden elde edilen enerji doğrudan besleme olarak kullanılamayacağından depolanmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Depolama işlemi için akümülatör kullanılır. Hız kesici sistemin 12V, 7A/h, değerlerine ait aküyü doldurması için geçmesi gereken araç sayısı tablo 3.4’de gösterilmiştir.

Tablo 3.4.Üretilen enerjinin12 V, 7 A/h aküyü doldurması için geçmesi gereken araç sayısı

Hız (Km/h)	Zaman (s)	0,3 A /h geçmesi gereken araç sayısı	7A /h akü dolması için geçmesi gereken araç sayısı
0-5	32	112	3900
5-10	16	224	7800

4. SONUÇLAR

4.1. 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 yenilenebilir enerji üreten sistem meydana getirilmiştir.

İçi boş hız kesici içerisine hidrolik sıvı doldurularak araç tarafından kuvvet uygulanmış, kuvvet hız kesici içerisindeki sıvıyı harekete geçirmiştir. Basınçlı sıvının hidrolik motora iletilmesi ile dairesel hareket oluşturulmuştur. Elde edilen hareketin redüktör sistemi sayesinde devir sayısı artırılmıştır. Devri artırılan hareket dinamoya iletilerek elektrik enerjisi üretilmiştir.

Sistemde farklı yöntemler denenerek sonuca gidilmeye çalışılmıştır. Sıvı dönüşümü için tek hız kesici hidrolik tank sistemi, tek hız kesici hidrolik akü sistemi ve çift hız kesici sistemler kurularak otomobil ve minibüsle deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyler neticesinde otomobil (1200 kg) geçişinde 15V, 200 mA, 3W, minibüs (2000 kg) geçtiğinde 20V, 200mA, 4W, elektrik üretilmiştir. Sisteminde üretilen elektrik enerjisini trafik sinyalizasyon cihazları ve çevre aydınlatma direklerinde kullanıma mümkündür.

Hız kesici sistem esnek bir yapıya sahip kauçuk malzemeden üretildiği için araçlara yumuşak bir geçiş sağlamaktadır. Sert ve yüksek hız kesicilerden hızlı araç geçişleri sonucu oluşan bel fitiği, boyun fitiği, hamilelerde düşük ve araçlarda oluşan mekanik aksam sorunlarının önüne geçilmesi öngörülmektedir. Hız kesici sistemde basınç değişimlerinden faydalanılarak geçen araç sayısı, araç hızı, araçlardaki yük miktarı ve titreşim bilgileri istatistiki olarak elde edilebilir.

Karayollarındaki hız kesici kasislerden elektrik üretimi isimli çalışmaya yeni bir yenilenebilir kaynak olma yolunda büyük mesafe katetmiştir. Yaptığımız çalışma yenilenebilir enerji konusunda hız kesiciden hidrolik yolla elektrik üretimi ile ilgili yapılan araştırma ve çalışmalara öncülük etmektedir.

4.2. Öneriler

Sistem tasarımı esnasında kalıp imalatı ve malzeme dökümü gerçekleştirilirken hız kesici tasarımda basınç kaybını en aza indirmek için önlemler alınarak verim arttırılabilir. Kullanılan kauçuk sadece lastiğin basınç uyguladığı kısımlarda kullanılıp yan ve alt kısımlar daha sert bir malzeme seçilerek basınç kaybı en aza indirilebilir. Malzemenin iki parça yerine tek parça halinde üretilmesi halinde yapıştırmadan kaynaklanan sıvı sızmalarının önüne geçilmiş olur. Kullanılan makine elemanları daha kaliteli ve teknolojik seçilerek elde edilen güç arttırılabilir. Makine elemanları bir araya getirilirken elemanların millerinde meydana gelen aksel kaymalardan kaynaklanan sistem tıkanıklığını engellemek için bilgisayar destekli tezgâhlar da üretilen hata oranı düşük makine elemanları montaj sehpası gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Geller, & Howard. (2002). *Policies for a Sustainable*. Washington DC: Island Press.
- [2] Büyükmihci, M. K. (2003). *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*,(s. 15-22). TMMOB, Kayseri, Türkiye.
- [3] İlker, Y., Su, Ş., & İlbaş, M. (2003). Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu* (s. 399-401). TMMOB, Kayseri, Türkiye.
- [4] Önder, İ. (2001). Yeni Dünya Düzeni ve Enerji Politikaları. *Türkiye Üçüncü Enerji Sempozyumu* (s. 8-18). TMMOB, Ankara, Türkiye.
- [5] Keleş, R., & Harmancı, C. (2002). *Çevrebilim*. Ankara: İmge Kitapevi.
- [6] Doğan, M. (2001). Sanayileşme ve Çevre Sorunları. *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu* (s. 245-251). TMMOB, Kayseri, Türkiye.
- [7] Biello, D. (2011). *Speed-bump device convertstraffic energy toelectri city*. <http://www.phys.org> (27.05.2013).
- [8] Priananda, C. W., Gunawan, A. I., Purnomo, D. S., & Guntur, H. L. (2012). *Rancang Bangun Electrical System Pada speed Bump Pembangkit Daya*. Surabaya: Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- [9] Pirisi, A., Grimaccia, F., Mussetta, M., & Zich, R. E. (2012). Novel Speed Bumps Design and Optimization for Vehicles' Energy Recovery in Smart Cities. *Energies* , 4624-4642.
- [10] Phalke, R. (2011). Comparison of Mechanical Aand Piezoelectric Power Extraction Froma Speed Bump. *Master's Thesis* . San Diego State University, San Diego, USA.
- [11] Pourghodrat, A. (2011). Energy Harvesting Systems Design for Railroad. *Master's Thesis* . University of Nebraska, Lincoln, USA.

- [12] Abromovich, H. (2010). *Energy Harvesting Systems*. Innowattech: <http://www.innowattech.com> (5.12.2012)
- [13] Arıztı, M. (2010). Energy Harvesting From a Vehicle Suspension Using a Hydraulic System. *Master's Thesis*. Tampere Universty of Technology, Tampere, Finland.
- [14] Hedlund, J. D. (2010). Highways, wildlife, and habitat connectivity *Master's Thesis*. Universty of Minnesota, Saint Paul, USA
- [15] Wöltje, B. (2013). *Enerji Dönüşüm Sistemleri*. 11 06, 2013 tarihinde Enerji dönüşüm sistemleri: <http://www.dw.com>(11.06.2013).
- [16] Türkman, F. (1981). Dünyada ve Türkiyede Birincil Enerji Kaynakları Potansiyeli.
- [17] Nakicenovic, N., & Nodrhous, W. (2009). *Renewables Global Status Report*. Paris: Ren21.
- [18] Bakır, N. (2005). *Hidroelektrik Perspektifinden Türkiye ve AB Enerji Politikalarına Bakış*. <http://www.ere.com.tr> (04.05.2013).
- [19] Atılğan. (2000). Türkiyenin Enerji Politikalarına Bakış. *Gazi Üniv. Müh. Mim dergisi Fakültesi Dergisi*, 31-47.
- [20] Altın, V. (2002). Enerji. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 50-55.
- [21] Tuncer, G., & Eskibalçı, M. F. (2003). Türkiye Enerji Hammaddeleri Potansiyelinin Değerlendirilebilirliği. *İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 81-92.
- [22] Valentine, K. (2014). Climateprogress: <http://thinkprogress.org/> (28.05.2014).
- [23] Özden, S. Y. (2012). *Dünya Enerji Konseyi*. Worldenergy, <http://www.worldenergy.org> (02.06.2013).
- [24] Aybars, N. (1990). Nükleer Enerjinin Fayda ve Zararları. *İnsan ve Kainat*, 36-39.

- [25] Sengüle, A. (1998). Jeotermal Enerji ve Çevre. *M.T.A.* , 173
- [26] Valentine, K. (2014). Climateprogress:<http://thingprogress.org/> (28.05.2014).
- [27] <http://www.bp.com>. (2007). *Dünya enerji istatistikleri* (11.10.2013).
- [28] Report, R. G. (2009). *Lider Ülkelerde Rüzgar Kurulu Gücü Gelişimi*. Ren: Renewables Global Status Report.
- [29] Çukurçayır, F., & Arabacı, H. (2010). *Diğer enerji Kaynaklarının Ülkemizdeki Mevcut Durumu*. <http://www.angelfire.com> (05.07.2013).
- [30] Beyazıt, M., & Avcı. (1997). Türkiyenin Su Kaynakları: Potansiyel,Planlama,Geliştirme ve Yönetme. *WaterResources Development* , 443-452.
- [31] <http://www.yesilekonomi.com>. (2009). *Çinli enerji şirketinin Türkiye ye ilgisi* (02.03.2014).
- [32] Teiaş (2008). *Türkiye Kurulu Gücünün Yıllara Göre Değişimi*. Teiaş.
- [33] Dalcı, & Ark. (2012). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi. *Erciyes Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 130-135.
- [34] <http://www.muhteva.com>. (2009). *Yenilenebilir enerji* (09.11.2013).
- [35] Johnson, G. (1985). *Wind Energy Systems*. New Jersey: Prentice Hall.
- [36] Gallegher, E. (2008). *Dünya Toplam YEK Kurulu Güç Kapasitesi*. Ren: Renewables Global Status Report.
- [37] Altaş, İ., & Sharaf, A. (1992). A Chopper Controlled DC-Series Motor Drive System Powered From A Solar Cell Array. Conference on Electrical and Computer Engineering. Toronto, Canadian
- [38] Yeager, K. (1992). Electric Vehicles and Solar Power: Enhancing the Advantages of Electricity. *IEEE Power Engineering Solar Power* .

- [39] Kellecioğlu, M. A. (2011). T¼rkiyede ki Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansmanı, Soruları ve çz¼m nerileri. Ankara, T¼rkiye.
- [40] G¼rb¼z, A. (2009). . Yenilenebilir Enerji Kaynakların Gelişimini Sağlayan Sebepler. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu. Karab¼k, T¼rkiye.
- [41] G¼rb¼z, A. (2009). K¼resel Sıcaklık Değişimi. 5.Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu . Karab¼k, T¼rkiye.
- [42] İlbaş, A. (2005). Enerji ve çevre. Erciyes Üniversitesi, Kayseri , T¼rkiye.
- [43] Kılıç, A. M. (2003). T¼rkiye ve Enerji Gerçeği. *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu* (s. 361-368). TMMOB, Kayseri, T¼rkiye.
- [44] Koçak, S., & Altun, A. H. (2003). Enerji İhtiyacımız ve N¼kleer Enerji. *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu* (s. 397-400). TMMOB, Kayseri, T¼rkiye
- [45] Zeyrek, D. (2005). N¼kleer ve Kyoto 2012’de. *Radikal Gazetesi* .
- [46] Şalvarlı, H. (2003). T¼rkiye’de S¼rd¼r¼lebilir Kalkınma, Enerji Politikası ve Verimliliği Hakkında Bazı Gr¼şler. *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu* (s. 325-330). TMMOB, Kayseri, T¼rkiye.
- [47] Kaygusuz, K., & Sarı, A. (2003). T¼rkiye’nin Mevcut Enerji Durumu,S¼rd¼r¼lebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu* (s. 347-356). Tmmob, Kayseri, T¼rkiye.
- [48] Çentez, M. (2011). *Mikro Enerji Üretimi*. Elektrikport: <http://www.elektrikport.com> (12.5.2013)
- [49] <http://www.solarvizyon.com>. (2011) *Yenilenebilir enerji* (05.12.2013).
- [50] Donna, C. (2009). *Four Seasons Tests Way to Make Green Energy from Cars*. welovedc: <http://www.welovedc.com> (02.12.2013).

- [51] Nagode, c., Ahmadian, M., & Taheri, S. (2010). Motion-based energy harvesting devices for railroad applications. *JRC* .
- [52] Usakli, A., & Gurkan, S. (2010). Design of a Novel Efficient Human-ComputerInterface: An Electrooculagram BasedVirtual Keyboard. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 2099-2108.
- [53] Altaş, İ., & Sharaf, A. (1992). A FuzzyLogicPowerTracking Controller For A Photovoltaic Energy Conversion Scheme. *Electric Power Systems Resarch Journal* , 227-238.
- [54] Bai, Y. W., & Yang, M. Y. (2008). An Improved Design of a Wireless Keyboard Powered by Solar Cells and a Large Capacitor. *IEEE Consumer Electronics, Transactions on* , 1355-1357.
- [55] Kaajakari, V. (2010,). *Shoe power generator earns Louisiana Tech professor national attention*. News @ Tech: <http://www.news.latech.edu>.
- [56] Balkan, T., & Külah, H. (2008). *Sarsıntıdan Elektrik Enerjisi Üreten Mikro Enerji Üreteçleri* ODTÜ'den Bilimsel Araştırmalar: <http://www.oba.metu.edu.tr/> (10.13.2013).
- [57] Ho Ha, D., Kim, D., Choo, J., & Goo, N. (2011). Energy Harvesting and Monitoring Using Bridge Bearing With Built-in Biezoelectric Material. *Konkuk University* . Seoul, Korea.
- [58] Granstrom, J., Feenstra, J., Sodano, H., & Farinholt, K. (2008). Energy Harvesting From a Backpack Instrumented With Piezoelectric Shoulder Straps. *Mechanical Systems and Signal Processing* 22 , 721-734.
- [59] Aykaç, E. S. (2011). Pnömatik- Hidrolik. *TMMOB Makina Mühendisleri Odası* .
- [60] Akyazılı, Ö., & Çokrak, D. (2009). *Pnömatik ve Hidrolik Sistem Uygulamaları*. Elazığ, Türkiye.

- [61] Özpeynirci, E. (2010). *Otomotivde Devrim Yaratacak Adım Motor Lastiğe Girdi*, <http://www.hürriyet.com>.
- [62] Sözen, A. (2007). Hız Kesicilerin Trafik Yükleme Altında Dinamik simülasyonu. *Yüksek Lisans Tezi* . Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta , Türkiye
- [63] Karaman, M. (2008). Standart dışı kasisler, Tmmob Makina Mühendisleri Odası. Antalya, Türkiye
- [64] Özkan, M. (2006). Trafik kazalarının analizinde çoklu doğrusal analiz metodunun kullanılması. Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- [65] <http://www.hidrolikciyiz.com> (2012). Hidrolikçiyiz (15.04.2014) .
- [66] <http://www.gucaktarim.com>. (2010). Redüktör hakkında herşey (17.04.2014).
- [67] Güzelbeyoğlu, N. (2001). *Elektrik Makinaları I,II*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- [68] <http://www.teknikport.com>. (2012). *Kaplin* (05.05.2014).
- [69] Pancar, Y., & Ergür, S. (2011). VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi. *pnömatik Akü* . İzmir, Türkiye.
- [70] <http://www.geleceginenerjisi.com>. (2010). *Geleceğin Enerjisi* (21.02.2014).
- [71] <http://www.320volt>. (2011). *Akümülatör* (07.03.2014).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : ALİ DEMİRCAN

Doğum Yeri ve Tarihi : BOYABAT / 26.05.1985

Yabancı Dili : İngilizce

E-Posta : demircan_marmara@hotmail.com

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite/Lise	Mezuniyet Yılı
Lise	Elektrik	Boyabat Endüstri Meslek Lisesi	2002
Üniversite	Elektrik Öğretmenliği	Marmara Üniversitesi	2008

İş Deneyimi

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2007-2010	Boğaziçi Üniversitesi	Elektrik Teknisyeni
2010-2013	Alibeyköy Tek. ve EML.	Elektrik Öğretmeni
2013-	Dr.Nureddin Erk Perihan Erk Tek. ve EML.	Elektrik Öğretmeni