

## Endüstriyel Bir Taşıma Sisteminde Alternatif Sistemlerin ve Enerjilerinin Karşılaştırılması

Merdan ÖZKAHRAMAN\*<sup>1</sup>, Ali Kemal YAKUT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

(Alınış / Received: 12.07.2015, Kabul / Accepted: 02.06.2016, Online Yayınlanma / Published Online: 10.06.2016)

**Anahtar Kelimeler**  
Taşıma,  
Taşıma sistemleri,  
Enerji verimliliği

**Özet:** Günümüzde işletme maliyetlerini etkileyen en büyük gider kalemlerinden birisi taşıma ve nakliye harcamalarıdır. Özellikle Akdeniz Bölgesi ve Isparta çevresi düşünüldüğünde maden işletmelerinin fazlalığı, mermer ocaklarının ihracata olan katkısı da hesap edildiğinde bu konuda bir maliyet düşürme çalışmasını zorunlu kılmıştır. Bugün çevremizde açılan ocakların jeolojik konumuna baktığımızda dağlık bölgeler, engebeli alanlar, ulaşımın zor veya hiç olmadığı kesimlerde yer almaktadır. Bu durum, mevcut işletmeler ve yeni açılacak olan işletmelerde büyük bir zorluk yaratmaktadır. Kurulmak istenen maden ocağının ulaşımına elverişli olması için yapılan yol yatırımları ne yazık ki maliyeti büyük ölçüde arttırdığı gibi kesilen ağaçlar ve oluşturulan yollar da hesap edildiğinde ekolojik sisteme verdiği zarar da yadsınamaz. Sadece yol yapım sürecinde verilen zarardan ziyade yolun tamamlanmasının ardından ocaktan çıkarılan hammaddenin nakliyesi kısmında kullanılan yük taşıma araçlarının içten yanmalı motorlarından çıkan emisyon gazları da çevreye büyük ölçüde zarar vermektedir. Bu araçlarda kullanılan akaryakıt her geçen gün ekonomik olarak dışa bağımlılığı da arttırmakta olan bir negatif durumdur. Tüm bu etkenler düşünüldüğünde ocaklardan çıkarılan ham maddenin taşınması için çevreye daha duyarlı ve giderleri azaltarak maliyeti düşürecek alternatif bir sistemin ortaya konması elzem hale gelmiştir. Bu çalışmada mevcut taşıma sistemlerine alternatif bir taşıma sistemi araştırılmış ve bu sisteminin enerji maliyetleri, alternatif enerji kaynaklarıyla beslenmesi durumunda ortaya çıkacak maliyet tablosu değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerden sonra olası mantıklı çözümler sunulup tartışılmıştır.

## Comparison of Alternative Systems and Their Energy in Industrial Transportation System.

**Keywords**  
Transport,  
Transport systems,  
Energy efficiency

**Abstract:** In our time, one of the biggest expense items which are affecting operating costs is the transportation and shipping cost of the goods. In particular there are many operating marble quarries in surrounding Isparta and Mediterranean region. Therefore mining operations cost reduction studies should be carried out urgently due to economic contribution of this and considering growing export of marble blocks. Most of the operating marble quarries are situated at mountainous or hilly regions with high altitude. For this reason of limited access, new roads to reach quarries must be build. This situation of transportation cost creates a major challenge for the marble sector. Investment for road making to the required mine quarry is costly due to the existing high slope gradients in the hilly region. Also cutting of trees can cause damage and harm to the ecological system. The high construction costs together with environmental pollution should be solved. Therefore combustion analysis is a vital process step to properly operate and control any combustion process in order to obtain the highest combustion efficiency with the lowest emissions of pollutants. This economic dependence on foreign fuel due to excessive use of fuel in cars and trucks every day has a negative effect on economy of the country. When considering all these factors, It became essential to find an alternative system which is more environmentally friendly and gives a solution by reducing transport and material removal costs by reducing expenses. This study was designed to find an alternative transportation system to the existing road transport system. In this study, energy cost of the alternative system is evaluated in consideration of alternative energy sources. As a result of comparison logical solutions are presented.

## 1. Giriş

Günümüzde endüstride ve sosyal yaşantımızda, endüstriyel süreçlerin etkinliklerinde ve yaşamımızın gereği olan hareketlerin gerçekleştirilmesinde vazgeçilmez unsurlar olarak çeşitli taşıma sistemlerinden ve makinalarında yararlanılmaktadır. Bu tür sistemlerin işlem hızı güvenilirliği, kapasite ve kontrol fonksiyonları gibi temel karakteristikleri de taşınmak istenenlere bağlı olarak sürekli geliştirilmektedir.

Taşıma; gerçekleştirilecek işlem veya amaca uygun olarak malzemelerin bir konumdan diğerine hareketi, istenilen konuma uygun bir biçimde yerleştirilmesi veya o konumda tutulması işlemlerinin kontrollü olarak gerçekleştirilmesi ile ilgilidir. [1,2,3,4,5].

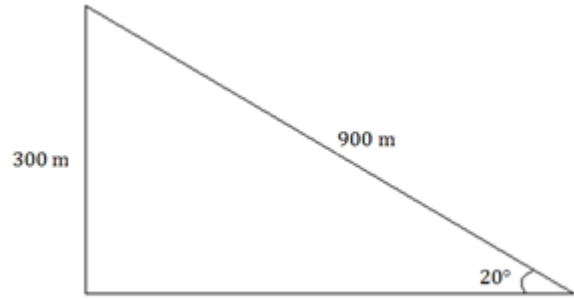
Malzeme taşıma maliyetinin ürün maliyeti içindeki payı %10-80 arasında değişmektedir. Bunun içinde fiziksel dağıtımın payının %25 civarında olduğu dikkate alınırsa, üretim esnasında yararlanılan taşıma işlemlerinin toplam maliyet içindeki katkısı daha iyi anlaşılır. Üretim zamanının %90 oranındaki kısmı üretim işlevi dışındaki taşıma gibi amaçlar için harcanmaktadır. [6].

Bu çalışmada değerlendirilmek üzere ele alınan konu mermer ocaklarındaki taşıma sistemleridir. Günümüz şartlarında mermer ocaklarında kompleks taşıma sistemlerinden ziyade karayolu taşımacılığının sıklıkla kullanıldığını bilinmektedir. Bu çeşit bir taşıma metodunun kullanıldığı alanlarda ormanlık bölgelere kamyonların taşıma yapabilmesi için yol açıldığı düşünüldüğünde doğaya verilen zarar görülmektedir. Ağaç ve yeşillığe verilen zarara ek olarak kullanılan kamyonların yaymış olduğu zararlı egzoz gazları da atmosfere ve çevreye zarar vermektedir. Bu tür bir taşıma yönteminin yerine elektrik motorlarının kullanıldığı alternatif taşıma sistemleri düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

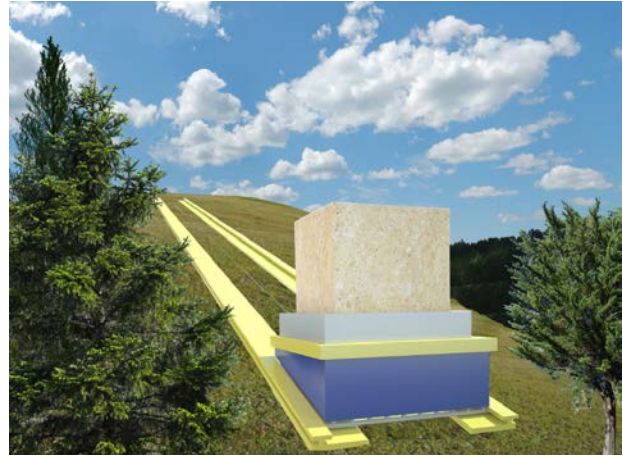
Mermer ocaklarında taşınacak olan bir mermer bloğunun ortalama ağırlığı 4-5 ton arasında olduğu düşünülürse taşıma sisteminin tasarımı sırasında emniyet faktörleri de değerlendirilerek üst sınır olan 5 ton taşıma sisteminin kapasitesi olarak seçilmiştir. [7]. Taşıma sisteminin değerlendirilmesi aşamasında önemli faktör de sistemin kurulacağı alan ve lojistik konumudur. Bilindiği üzere ülkemiz madenleri açısından önemli bir konumdadır. Göller yöresinde de maden çeşitliliği olarak sıkça mermer ocaklarıyla karşılaşmaktadır. Mermer ocakları düz arazilerde karayollarına yakın konumlarda bulunabileceği gibi dağlık alanlarda ve ulaşımı güç engebeli arazilerde de bulunabilmektedir. Bu çalışmada incelenen taşıma sisteminin kurulacağı alan ulaşımın güç olduğu, ağaç yoğunluğu sebebiyle yol açılmasının maliyetli olduğu dağlık bir alandır. Taşıma sisteminin kurulacağı

eğimli yüzey Şekil 1' de görülmektedir. Eğimli asansörün kullanılacağı mesafe 900 metredir. Asansör hızı emniyet değerleri göz önünde bulundurularak 1 metre/saniye seçilirse asansör tam turu iniş ve çıkış toplam 1800 saniye, 30 dakikadır. Aylık ortalama 2000 m<sup>3</sup> mermer çıkaran bir ocağın aylık 5400 ton mermer üretimi vardır. Asansörün yükleme kapasitesi 5 ton olduğuna göre asansör bir ayda 1080 sefer yapacaktır. Günlük ortalama 36 sefer yapan asansör günün 18 saati çalışacaktır.



Şekil 1. Taşıma sisteminin çalışacağı eğim ve uzunluk

Maden ocaklarında üretilen mermerin taşınmasında alternatif bir çözüm olarak tasarlanan taşıma sistemi Şekil 2' de görülmektedir.



Şekil 2. Taşıma sisteminin tasarımı

Böyle bir taşıma sisteminin tahrik mekanizması, alternatif veya doğru akım motoru ile tahrik edilen, kabin ve karşı ağırlığın eğik düzlemde aşağı yukarı hareketini sağlayan bir sistemdir. Bu mekanizma tamburlu, tahrik kasnaklı, redüktörsüz ve redüktörlü olmak üzere halatı tahrik eden eleman ve motorla bu eleman arasındaki güç iletim düzenine göre sınıflandırılabilir. Kabin yükü ile kabin ağırlığı toplamından oluşan en büyük çevresel kuvvet motor gücü tayininde esas alınmaktadır. Denklem 1 ve 2' de taşıma sistemine etki eden çevresel ağırlıklar toplamı verilmiştir. Denklem 3' de farkları alınıp motor gücü hesabında kullanılacak olan değer bulunmuştur.

Denklem 4' de ise gereken motor gücü hesabı yer almaktadır.

$$S_1 = Q + G_H + G_A \quad (1)$$

$$S_2 = G_A \quad (2)$$

$$U = S_1 - S_2 = \frac{Q}{2} \quad (3)$$

Burada  $Q$  taşınacak olan yükü,  $G_H$  halat ağırlığını,  $G_A$  karşıt ağırlık değerini göstermektedir.  $S_1$  halatın bir ucundaki dinamik kuvvetler toplamı,  $S_2$  halatın diğer ucundaki dinamik kuvvetler toplamını göstermektedir.  $U$  ise motora gelecek toplam kuvveti göstermektedir. Gerekli motor gücü;

$$N = \frac{\frac{Q}{2} V}{120 h} \quad (4)$$

Burada  $V$  asansör hızını,  $h$  ise tahrik mekanizmasının verimini ve işletme emniyet şartlarını ifade eden terimdir. Bu değer;

- $h$ , çok çalışan asansörler için 0,25,
- $h$ , az çalışan asansörler için 0,35. [6].

Denklemlerden yararlanılacak olursak eğer,  $S_1$  değeri 22038,  $S_2$  değeri 10000 ve  $U$  değeri 12038' e eşittir. Taşıma sisteminin hızı 1 m/s seçilirse, gerekli olan motor gücü 401.266 kW' dır. Hesaplamalardan da anlaşılabilir gibi bu taşıma sisteminin tasarımında ihtiyaç duyulan motor gücü yaklaşık 400 kW' dır.

### 3. Bulgular

Madencilik sektöründe aktif olarak kullanılan yöntemin kara yolu taşımacılığı olduğu bilinmektedir. Karayolu taşımacılığının en büyük dezavantajlarından biri çevreye verdiği zararlardır. Bunun sebebi taşıma araçları olarak kullanılan kamyonların sahip olduğu içten yanmalı motorların çalışma prensibi düşünüldüğünde, yakıt ve hava motorda karıştığında ortaya karbon, hidrojenin oksijenle yanması sonucunda karbondioksit ve su açığa çıkmaktadır. Karbondioksit emisyonları araçların kullandığı yakıt miktarlarıyla doğru orantılıdır.

Standart dizel yakıtlar düşünülecek olduğunda genellikle ağırlık bazında %87 oranında karbon ihtiva etmektedir. Yakıtın geri kalan kısmı hidrojen ve küçük bileşenlerden oluşmaktadır. Bir litre dizel yakıttaki karbon miktarı değişkenlik gösterse de bu durum toplam karbondioksit üretimini ancak küçük bir oranda etkilemektedir.

1 litre dizel yakıt genellikle 0.832 kg ağırlığındadır. Bu rakamın %86.1' i karbon olduğu için 1 litre yakıtta 0.716 kg karbon bulunmaktadır. Her bir karbon atomu 12 atomik birim ağırlığında olmakla beraber

karbon atomları yanma sürecinde iki oksijen atomuyla bir araya gelerek 44 atomik birim ağırlığındaki karbondioksit moleküllerini oluşturmaktadırlar. Yakıttaki 0.722 kg karbon bu şekilde 2.63 kg karbondioksit haline gelmektedir. Dolayısıyla bir litre dizel yakıtın yanması ile yaklaşık olarak 2.63 kg karbondioksit açığa çıkmaktadır. [8,9].

Her araç farklı oranlarda yakıt tüketmektedir. Bu neden farklı oranda karbondioksit salınımı ortaya çıkmaktadır. Maden sektöründe kullanılan araçların yük kamyonları olduğu düşünüldüğünde bir kamyonun 100 km' de 35 litre yakıt tüketimi olduğu göz önünde bulundurularak, kamyonların 100 km' de ortalama 92.05 kg karbondioksit salınımı yaptığı görülmektedir. [8]

Haziran 2015 dizel yakıtın pompa fiyatları ortalama 4 liradır. [10]. Kamyonların 35 litre olan yakıt tüketimi düşünüldüğünde bir kamyonun 100 km' lik yakıt harcamasının maliyeti 140 liradır. Tasarlanan alternatif sistemin eğik düzlemde 900 metre uzunlukta çalışabileceği düşünülse de gerek eğim gerek engebeli zemin şartları gereği kamyonlar için açılan karayolu 10 km' yi bulabilmektedir. Bunun maliyeti 14 liradır. Elektrik motoruyla karşılaştırıldığında 400kW' lık bir elektrik motorunun saatlik tüketimi 400kWh'dır. Elektrik birim fiyatı 2015 yılı Haziran ayı itibariyle 0.26 lira olduğu düşünüldüğünde saatlik elektrik tüketim maliyeti 104 liradır. Şebekeden sağlanan elektriğin üretiminde termik santrallerin de kullanıldığı bilindiğinden ve çevreye duyarlılığın eşit bir şekilde karşılaştırılması yapılmasının gerekliliğinden ötürü 400kWh' lik elektrik üretimi için 0.22 ton karbondioksit salınımı yapıldığı görülmektedir. Karayolu ve elektrik kaynaklı yapılan taşımacılığın maliyetlerinin karşılaştırılması Tablo 1' de görülmektedir.

**Tablo 1.** Taşıma sistemlerinin karşılaştırılması.

Elektrikli Taşıma Sistemi	Karayolu Taşımacılığı
Taşıma yapılacak mesafe	
900 metre	10000 metre
Sistemin bir tam turu için yakıt tüketimi (dizel)	
-	3.5 litre
Sistemin bir tam turu için elektrik tüketimi	
200 kWh	-
Sistemin bir tam turdaki taşıma kapasitesi	
5 ton	25 ton
5 ton blok mermer için bir tam tur maliyeti	
52 lira	13 lira
Sistemdeki karbondioksit salınımı	
110 kg	9.2 kg

Hesaplamalarda görüldüğü üzere mevcut şebeke elektrik fiyatlarıyla taşıma sisteminin karayolu taşımacılığına göre karı yoktur. Böyle bir durumda motor için gerekli olan elektrik kaynağını şebekeden sağlamak yerine doğal gaz türbini, rüzgâr enerjisi

veya güneş enerjisi gibi alternatif bir kaynak sağlanması düşünülmelidir. Bu tür sistemler kojenerasyon veya trijenerasyon sistemleri, güneş enerjisi sistemleri ve rüzgâr enerjisi sistemleri olarak adlandırılmaktadırlar. [11].

Kojenarasyon sistemleri ısı ve elektriğin birlikte üretildiği birleşik üretim anlamına gelmektedir. Aynı yakıt kaynağından daha fazla kullanılabilir enerji açığa çıkarttığı için tek amaçlı üretim sistemlerinden daha verimlidirler. Verimli olmalarının yanında egzoz gazlarını da değerlendirildiğinden karbondioksit emisyon oranı azalmaktadır. Bu tür kojenerasyon sistemlerin kullanımıyla beraber kWh başına 0,06 lira maliyete kadar sistem giderleri düşürülebilmektedir. [12].

Güneş enerjisi, gerek çevreci olması gerekse ucuz işletme maliyeti sebebiyle tercih edilen elektrik üretme yöntemlerinden biri haline gelmiştir. Güneş enerjisinden elektrik üretmek için kurulacak bir sistemde akü grubu, akü şarj regülatörü, evirici ve yardımcı elektronik devreler bulunabilir. Tabii ki uygulamalarda bu bileşenler uygulamanın özelliklerine göre farklılık göstermektedir. İstenen enerji miktarına göre güneş paneli ve sayısı belirlenir. Güneş enerjisi sistemlerinin 2 kW'lık panel maliyet fiyatı ortalama 22000 liradır. 400 kW'lık bir motor için gerekli kurulum maliyeti 4.4 milyon liradır. [13].

Rüzgar enerjisi, rüzgarı oluşturan hava akımının sahip olduğu hareket enerjisidir. Bu enerji elektrik enerjisine çevrilebilir. Atmosferi kirletici etkiye sahip gaz salınımının önüne geçmesi çevreci bir yeşil enerji kaynağı olmasıyla dünyada her geçen gün daha popüler bir hale gelmektedir. Yapısını rüzgar türbinleri oluşturmaktadır. Rüzgar türbinlerinin fiyatları 400 kW için yaklaşık 2.5 milyon lira civarında olmaktadır. [14]

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmamızda gerçekleştirilmiş olan alternatif taşıma sistemiyle bugüne kadar taşımacılıkta ortaya çıkan çevresel problemlerin önüne geçilmektedir. Karayolu taşımacılığında ortaya çıkan yol açma maliyeti düşürülmüş ve doğaya verilecek olan zararlar en aza indirilmiştir. Fakat elektrikli taşıma sisteminin şebeke elektriğinden beslendiği durumlarda karbondioksit salınımı yükselmiştir. Ek olarak elektrik tüketim maliyetleri de geleneksel karayolu taşımacılığına göre artmıştır.

Tasarlanan elektrik beslemeli taşıma sisteminin ihtiyacı olan elektriğin şebeke yerine alternatif enerji kaynaklarından sağlanması durumunda ek yatırım maliyetleri Tablo 2' de verilmiştir.

Uygun ulaşımın sağlanmadığı maden ocaklarından daha verimli yararlanabilmek amacıyla tasarlanan taşıma sisteminin geleneksel karayolu taşımacılığına göre çok daha maliyetli fakat çıkarılan hammaddenin

taşınması konusunda alternatif bir çözüm olduğu görülmektedir.

**Tablo 2.** Yatırım maliyetleri.

Enerji Kaynağı	İlk Yatırım Maliyeti
Doğalgaz Dönüştürümlü Kojenerasyon Sistemiyle Tahrik Edilen Elektrikli Taşıma Sistemi	2 milyon lira
Güneş Enerjisi Sistemiyle Tahrik Edilen Elektrikli Taşıma Sistemi	5 milyon lira
Rüzgar Enerjisi Sistemiyle Tahrik Edilen Elektrikli Taşıma Sistemi	3 milyon lira
Geleneksel Karayolu Taşımacılığı	1.5 milyon lira

Bu taşıma sisteminin, taşıma araçlarının ulaşamadığı bölgelere fayda göstermesini sağlamak ve bu sistemi tasarlarlarken taşıma araçlarının tüketiminden daha az bir tüketim sağlayarak maliyeti düşürmesi hedeflenmiş ve yapılan hesaplamalar göstermiştir ki 400 kW gücünde bir elektrik motoru bu sistemin çalışabilmesi için yeterlidir. Bununla beraber daha çevreci bir taşıma sistemi olması istenmiş ve ekolojik dengenin bozulmasının önüne geçilmiştir. Fakat taşımının yapıldığı alanda karbondioksit salınımı yapmayan bir sistem olmasına rağmen kullanılan elektriğin termik santrallerde üretildiği göz önüne alındığında karbondioksit ve zararlı gazların salınımının arttığı görülmektedir. Bu zararlı salınımların önüne geçmek için kullanılan alternatif enerji kaynakları da yatırım maliyetini arttırmaktadır. Bu yatırım maliyetleri göze alındığı takdirde yeşil alanların tahribatı engellenerek taşıma yolunda minimum oranda alan kullanılarak doğayla dost bir taşıma sistemi ortaya konmuştur.

Zaman içerisinde gerçekleşen tüketim maliyetinin hesaplanması kısmında ise kojenerasyon sisteminin kullanılmasıyla beraber doğal gazdan yararlanıldığı düşünülürse elektrik motorunun tam tur çalışmada tüketimi 12 liraya düşmektedir. Bu tüketim maliyetleri 5 tondan fazla yük kapasitesine sahip kamyonlara kadar daha karlı ve çevreci bir çözüm olmaktadır. Fakat 5 tonun üzerinde kapasiteye sahip kamyonlarla yapılacak taşımının tüketimi alternatif sisteme göre tüketimi daha az olabilmektedir. Güneş enerjisi sistemleri düşünüldüğünde ihtiyaç olan elektrik güneşten enerjisinin dönüşümüyle karşılanmakta fakat yatırım maliyeti olarak yaklaşık 5 milyon lira gibi bir maliyet ortaya çıkmaktadır. Ayrıca sistemin kurulacağı alan güneş ışınları alabilen bir yer olması gerektiğinden en az bir yıl süreyle ilgili alanda ölçüm yapılması gerekmektedir. Rüzgâr enerjisi düşünüldüğünde 3 milyon lira ve üzerinde yatırım maliyetleri ortaya çıkmasıyla beraber sistemin kurulacağı alanın rüzgar alması gereken bir bölge olması sebebiyle en az bir yıl süreyle ölçüm yapılması gerekmektedir. Bunlara karşılık karayolu taşımacılığında kamyon fiyatları 300 bin lirayla 500

bin lira arasında değişmektedir. Yol açma maliyeti de düşünüldüğünde toplam maliyet 1.5 milyon liraya yaklaşmaktadır. Bunlara ek olarak bir bu sistemde kurulabilecek bir kojenerasyon sisteminin maliyeti 2 milyon liradır. Tablo 3 ve Tablo 4' de taşıma sistemlerinin tüketim maliyetleri verilmektedir.

**Tablo 3. Karayolu taşımacılığı için enerji ve maliyetler.**

Kullanılan Enerji	Aylık Maliyet
Dizel	5200 lira

**Tablo 4. Tasarlanan taşıma sistemi için enerji ve maliyetler.**

Kullanılan Enerji	Aylık Maliyet
Doğalgaz	4800 lira
Güneş	-
Rüzgar	-

Tablo 3 ve Tablo 4' de yer alan aylık maliyet aylık 2000 ton üretim yapan mermer ocağı temel alınarak hesaplanmıştır. Taşıma işlemi tek seferde 5 tonluk paketler halinde gerçekleştirildiğinde doğal gazlı kojenerasyon sistemleri karayolu taşıma araçlarına göre daha karlı ve çevrecidir. Taşıma kapasitesi 5 tonun üzerine çıktığında ise karayolu taşımacılığı daha karlı konuma gelmektedir. Ayrıca tasarlanan sistemde güneş veya rüzgar enerjisi kullanmanın getirmiş olduğu ek maliyet kojenerasyon sistemi kullanılmasına göre amortisman süresi çok fazla olacağından dolayı kullanılması uygun olmayan enerji kaynağı türleridir.

### Teşekkür

Bu çalışmayı 4341-YL1-15 numaralı proje ile maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığına teşekkür ederiz.

### Kaynakça

- [1] İmrak C.E., Gerdemeli İ., 2000. Asansörler ve Yürüyen Merdivenler, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [2] İmrak C.E., Gerdemeli İ., 2000. Transport Tekniği. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [3] Kurbanoglu, C., 2001. Transport Tekniği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- [4] Demirsoy, M., 2005. Transport Tekniği, Cilt 2. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [5] Cürgül, İ., 2010. Taşıma Tekniği. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [6] Uzman, İ., Yıldırım, Ş., 2005. Taşıma Tekniği. Ufuk Kitabevi Yayınları, Kayseri.
- [7] Sensoy, S. 2014. Mermerlerin Ağırlıkları Nasıl Hesaplanır, Mermer Ağırlık Hesaplama. <http://dogaldecor.com/blog/mermerlerin> -

agirliklari - nasıl - hesaplanır - mermer-agirlik-hesaplama/ (Erişim Tarihi: 20.10.2014).

- [8] Göcen, İ. 2012. Kara Ulaşım Araçlarının Karbondioksit Emisyonlarına Eko-Verimlilik Yaklaşımı. <https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/kara-ulasim-araclarinin-karbondioksit-co2-emisyonlarına-eko-verimlilik-yaklasimi/165> (Erişim Tarihi: 20.10.2014).
- [9] Demir, A. 2011. Bir Litre Benzin Kaç Kg Karbondioksit Emisyonu İçerir. <http://www.otoguncel.com/teknik-bilgiler/bir-litre-benzin-kac-kg-karbondioksit-co2-emisyonu-icerir/> (Erişim Tarihi: 20.10.2014).
- [10] Anonim, 2015. Güncel Akaryakıt Pompa Fiyatları. İstanbul
- [11] Yakut, A.K., Köylü, R., Erakuman, K., 2000. Mevcut Merkezi Isıtmada Doğalgaz Dönüşümleri. III. Ulusal T.E.F. Öğrenci Sempozyumu, 1 Haziran 2000, 112-119. Isparta.
- [12] Karakaş, K., 2002. Doğalgaz ile Elektrik Enerjisi Üretimi ve Ekonomik Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [13] Anonim, 2015. Güneş Enerjisi Elektrik Üretim Sisteminin Tasarlanması ve Maliyet Hesabı. <http://www.elektrikport.com/haber-roportaj/gunes-enerjisi-elektrik-uretim-sisteminin-tasarlan-/4315#ad-image-0> (Erişim Tarihi: 20.02.2015).
- [14] Ateş, M. C., Çalışkan, H., Sınmaz, A., Halis, M., 2013. Rüzgar ile Nükleer Santrallerin Yatırım Fisibilitesi Yönünden Karşılaştırılması. <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/ruzgar-ile-nukleer-santrallerin-yatirim-fisibilitesi-ynunden-karsilastirilmesi/6845#ad-image-0> (Erişim Tarihi: 20.02.2015).