

Raylı Sistemlerde Enerji Verimliliği Yöntemleri

Dr. Mine SERTSÖZ

2. Baskı





Dr. Mine SERTSÖZ

RAYLI SİSTEMLERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ YÖNTEMLERİ

ISBN 978-605-69916-5-3

DOI 10.14527/9786056991653

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarına aittir.

© 2020, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. A.Ş.'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayınevidir**. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

1. Baskı: Ocak 2020, Ankara

2. Baskı: Ekim 2020, Ankara

Yayın-Proje: Özge Yüksek

Dizgi-Grafik Tasarım: Müge Çetin

Kapak Tasarımı: Pegem Akademi

Baskı: Vadi Grup Basım A.Ş.

İvedik Organize Sanayi 28. Cadde 2284 Sokak No: 105

Yenimahalle/ANKARA

Tel: (0312) 394 55 91

Yayıncı Sertifika No: 36306

Matbaa Sertifika No: 26687

İletişim

Karanfil 2 Sokak No: 45 Kızılay/ANKARA

Yayınevi: 0312 430 67 50 - 430 67 51

Dağıtım: 0312 434 54 24 - 434 54 08

Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60

İnternet: www.pegem.net

E-ileti: pegem@pegem.net

WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

ÖN SÖZ

Raylı sistemlerde enerji verimliliği, çok fazla girdiye sahip son derece önemli bir konudur. Türkiye, son yıllarda raylı sistemlerde olumlu gelişmeler gösterirken bu alanda yani verimlilik konusunda yapılan çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Ancak artan enerji ihtiyacında boş yere harcanacak enerji, ekonomiye ve çevreye büyük bir darbe olacaktır.

Bu sebeple bu kitap, raylı sistemlerde enerji verimliliğini ve bu verimlilik yollarını anlatmış; bu konuda yapılan çalışmalara dünyadan örnekler vermiştir. Amaç bu konuda lise, üniversite ve hatta lisansüstü eğitimi alan öğrencilere yeni ufuklar ve çalışma alanları kazandırabilmektir. Bununla birlikte sektör çalışanlarına da bir başvuru kitabı olma amacı taşımaktadır.

Dr. Mine Sertsöz

Ekim 2020

Eskişehir

İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....	iii
-------------	-----

GİRİŞ

Giriş.....	1
------------	---

1. BÖLÜM CER GÜCÜ BESLEME SİSTEMLERİ

1. Cer Gücü Besleme Sistemleri	3
1.1. Trafo Merkezleri.....	3
1.2. Akım Toplama Sistemleri	6
1.3. Cer Motoru ve Sürücülerini	9

2. BÖLÜM ARAÇ TASARIMI

Araç Tasarımı.....	15
2.1. Kontrol Grubu.....	16
2.2. Motor	19
2.3. Sinyalizasyon ve İletişim Teknolojileri.....	19
2.4. Konfor Fonksiyonları	21

3. BÖLÜM RAYLI SİSTEMLERDE ENERJİ DEPOLAMA

3. Raylı Sistemlerde Enerji Depolama	23
3.1. Enerji Depolama Aygıtları	23
3.1.1. Bataryalar.....	23
3.1.2. Volanlar	28
3.1.3. Ultrakapasitörler.....	29
3.1.4. Hibrid Elektrik Depolama Sistemleri.....	30
3.2. Raylı Sistemlerde Enerji Depolama Şekilleri.....	31
3.2.1. Araç Üstü Enerji Depolama	31
3.2.2. Yol Kenarı Enerji Depolama.....	33
3.2.3. Araç Üstü Enerji Depolama ile Yol Kenarı Enerji.....	34

4. BÖLÜM

ALTYAPI VE TESİS DİZAYNI

4.1. Sabit Tesisi Tüketimi	37
----------------------------------	----

5. BÖLÜM

VAROLAN TESİSLERİN VERİMLİ KULLANIMI

5. Varolan Tesislerin Verimli Kullanımı	39
5.1. İşletme	40
5.2. Enerji Verimli Sürüş Yöntemleri.....	41
5.3. Konfor Fonksiyonları	42
Son Söz.....	43
Kaynaklar.....	44

GİRİŞ

Raylı sistemlerde enerji verimliliği çok genel bir şekilde tasarım aşamasındaki ve çalışmakta olan raylı sistem işletmelerinde yapılacak olmak üzere ikiye ayrılır. Ancak bu konuda da çok keskin ayrımlar yoktur. Çünkü var olan bir sisteme daha sonrasında kazandırılacak birçok verimlilik çalışması mevcuttur.

Tasarım aşamasında yapılacak çalışmalar isminden de anlaşılacağı üzere henüz inşasına, işletmesine başlanmamış; planlama sürecinde olan raylı sistemlerde yapılabilecek çalışmalardır. Çoğu sistemde olduğu gibi bu sistemlerde de baştan yapılan planlama bazen maliyeti biraz arttırmakla birlikte geri dönüşü enerji verimliliğine dolayısıyla çevreye oldukça büyük olmaktadır.

Burada amaç aslında bu verimlilik adına yapılabilecek çalışmaların bir otorite haline getirebilmek ve bu otoritesiz bir tasarım düşünülmesini imkânsız hale getirebilecek verimlilik kültürünü oluşturabilmektir. Bu otorite tabii ki devlettir. Çünkü verimlilik çalışmalarını devlet güvencesi altında devamlılığına sağlamak, kişisel veya özel sektör çabalarının sürdürülebilirliğinden çok daha fazladır.

Bu bölümde önce sistemler anlatılacak sonrasında bu sistemlerde yapılabilecek verimliliklere değinilecektir. Çünkü sistemi tanımadan yapılabilecek verimlilikleri kestirmek mümkün olmayacaktır. Kitabın düzeninde UIC (Uluslararası Demiryolları Topluluğu)'in yayınlamış olduğu raylı sistemlerdeki enerji verimliliği sınıflandırmasından bir tanesi olan 'Uygulandığı Alt Sisteme Göre Sınıflandırılan Ölçüm' şeklindeki sınıflandırmaya benzer bir sistem kullanılmıştır. Sınıflandırma birebir aynı olmasa da içerik olarak aynı konuları anlatmaktadır. Bu sınıflandırma:

1. Yol düzeni ile ilgili olan enerji tüketimi (rampalar, eğriler, sapmalar vb.)
2. Elektrik altyapısı ile ilgili enerji tüketimi (trafo, katener, ağ topolojisi, gerilim elektrifikasyonu, iletken bölümler vb.)
3. Demiryolu aracı ile ilgili enerji tüketimi (tren büyüklüğü, kütle, mimari, motor vb.)
4. Trenlerin işletimi ile ilgili enerji tüketimi (tarifeler, duraklar, trafik kontrolü, sürüş teknikleri vb.)
5. Raylı sistemin diğer alanlarıyla ilgili enerji tüketimi (istasyonlar, atölyeler, fabrikalar vb.).

Bu kapsamda bu kitap beş bölümden oluşmuştur. Ancak her bölümün birbirinden çok keskin sınırları yoktur. Bazen bir bölüme dâhil edilebilecek bir konu başka bir bölümde de anlatılabilir. Kitap okunurken bu gerçeğin dikkate alınması gerekir.

İlk bölüm, *Cer Gücü Besleme Sistemlerinin* detaylı incelendiği bölümdür. Cer gücü besleme sistemleri Trafo Merkezleri, Akım toplama sistemleri ve Cer Motoru ve sürücüler olmak üzere üç kısımdan oluşur. Bu üç kısımda yapılacak enerji verimliliği çalışmalarına değinilmiştir.

İkinci bölüm, *Araç Tasarımını* anlatan bölümdür. Araç tasarımı şu birimlerden oluşmaktadır: Kontrol Grubu (Yazılım/Donanım/İzleme Sistemleri Şasi/Karoser), Motor ve Transmisyon, Elektrik–Elektronik Ekipmanlar/Sürücüler, Sinyalizasyon ve İletişim Teknolojileri, Konfor fonksiyonlarıdır (aydınlatma, ısıtma, soğutma ve havalandırma). Bu bölümde birçok birimden oluşmakta olan araç tasarımında yapılabilecek olan verimlilik çalışmalarına değinilmiştir.

Üçüncü bölüm *Raylı Sistemlerde Enerji Depolama* ile ilgili bölümdür. Bu bölümde öncelikle raylı sistemlerde enerji depolama için kullanabilecek depolama cihazları anlatılmıştır. Sonrasında ise yol kenarı ve araç üstü enerji depolama sistemlerinden bahsedilerek verimlilikle ilgili çalışmalara değinilmiştir.

Dördüncü bölümde *Altyapı ve Tesis Dizaynı* anlatılmıştır. Çünkü sistemin kurulduğu yer ihtiyaç duyulan enerji tüketiminde doğrudan etkilidir.

Beşinci bölümde *Varolan Tesislerin Verimli Kullanımı* ile ilgili bölümüdür. Bu bölümde yapım aşamasında olan değil de zaten var olan sistemin verimli kullanımına yönelik uygulamalar anlatılacaktır.

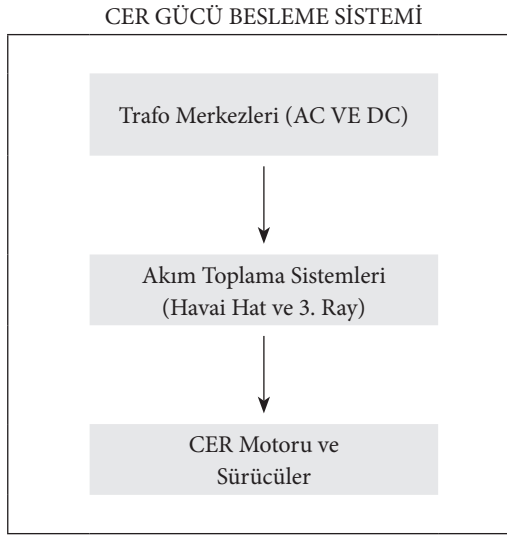
Dikkat edilecek olursa verimlilik çalışmaları daha ziyade elektriksel alanda yapılacak çalışmalardan oluşmuştur. Makina ve inşaat mühendisliğini ilgilendiren donanımlara yazarın çalışma sahası dışında kaldığından çok fazla değinilmemiştir.

1. BÖLÜM

CER GÜCÜ BESLEME SİSTEMLERİ

1. Cer Gücü Besleme Sistemleri

Cer gücü besleme sistemleri en kısa tabirle, cer motorlarının beslenmesini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerin yolculukların aksamaması için kesintisiz olması, bunun yanında insan sağlığına ve çevreye karşı güvenlik önlemlerinin en üst seviyede olması beklenir. Cer gücü besleme sistemleri üç ayrı yapıdan oluşur. Bunlar trafo merkezleri, akım toplama sistemleri ve cer elektrik motoru-sürücü sistemleridir. Bu sistemler ayrıntılı olarak anlatılacaktır. Şekil 1.1'de Cer gücü besleme sistemi ve alt birimleri gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Cer Gücü Besleme Sistemi ve Alt Birimleri

1.1. Trafo Merkezleri

Trenlerin ihtiyaç duyduğu besleme şekilleri şu şekildedir:

- 600 V DC
- 750 V DC