

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**KOCAELİ TRAMVAY PROJESİ ŞEHİR HASTANESİ UZATMA HATTININ
KISMEN KATENERDEN KISMEN ARAÇÜSTÜ ENERJİ DEPOLAMA
SİSTEMİNDEN BESLENMESİ ÇÖZÜMÜNÜN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Enes Malik AYSEL

Raylı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı

Raylı Sistemler Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ

OCAK 2021

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**KOCAELİ TRAMVAY PROJESİ ŞEHİR HASTANESİ UZATMA HATTININ
KISMEN KATENERDEN KISMEN ARAÇÜSTÜ ENERJİ DEPOLAMA
SİSTEMİNDEN BESLENMESİ ÇÖZÜMÜNÜN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Enes Malik AYSEL
(526181008)**

Raylı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı

Raylı Sistemler Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ

OCAK 2021

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 526181008 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Enes Malik AYSEL, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “KOCAELİ TRAMVAY PROJESİ ŞEHİR HASTANESİ UZATMA HATTININ KISMEN KATENERDEN KISMEN ARAÇÜSTÜ ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMİNDEN BESLENMESİ ÇÖZÜMÜNÜN İNCELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Mustafa BAĞRIYANIK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet BAYRAK
Sakarya Üniversitesi

Teslim Tarihi : 22 Ocak 2021
Savunma Tarihi : 15 Şubat 2021





Sevgili Aileme,



ÖNSÖZ

İnsanoğlunun çağlar boyunca süregelen gelişimi birçok ihtiyacı da beraberinde getirmiştir. Bu ihtiyaçlardan en önemlilerinden biri de ulaşım ve ulaştırma ihtiyacıdır. İnsanoğlu yüz yıllardır bir yerden bir yere gitme veya ürettiklerini bir yerlere nakletme gayretindedir. Bu nedenle ulaşım, yüzyıllardır insanoğlunun ihtiyacı olan ve geliştirmekte olduğu bir kavramdır.

Raylı ulaşım, ulaşım sistemleri arasında insanlar tarafından en çok kullanılan ve en etkin ulaşım biçimidir. Tarihi M.Ö. 6. yy'a kadar uzanan raylı ulaşım günümüzde de geliştirilerek şehirlerin ve ülkelerin vazgeçilmez ulaşım yolu haline gelmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte raylı ulaşım sistemleri bulunduğu şehirlerin ya da ülkelerin gelişmişlik simgesi olmuştur. Raylı sistemler, yüksek yolcu kapasitesi, hızlı ve ekonomik ulaşım imkanı, tamamen elektrik güç besleme sistemleri ile çalıştığı için yakıt gereksiniminin olmaması, gürültü, hava kirliliği gibi olumsuz etkileri bulunmaması dolayısı ile hem toplumsal refahı ve sosyal imkanları geliştirmekte hem de ülke ekonomisi için olumlu etkiler bırakmaktadır.

Ülkemizde ilk demiryolu hattı 1866 yılında İzmir - Aydın arasında kurulmuştur. Cumhuriyetin ilk yıllarında raylı ulaşım ve demiryoluna önem verilmiş fakat 1950'li yıllardan 2000'li yıllara kadar ağırlıklı olarak karayollarına yatırım yapılmış raylı ulaşım sistemleri ikinci planda bırakılmıştır. 2000'li yıllardan itibaren 10 yıllık süreçte raylı ulaşım sistemleri için yatırımlar artmış ve bu yatırımlar günümüzde de katlanarak devam etmektedir.

Gelişen teknoloji, artan nüfus ve ulaşım ihtiyacı raylı sistemlerin geliştirilmesi ihtiyacını beraberinde getirmiştir. Bu nedenle ülkemizde bu sistemlerin geliştirilmesi için akademik çalışmalar yapılmalı, araştırma-geliştirme projelerine önem verilmeli ve sektörde çalışabilecek insanlar yetiştirmek için stratejiler geliştirilmelidir. Bu tez çalışmasının, raylı sistemler ile ilgili olan, bu konuda araştırma yapmak isteyen herkese yardımcı olmasını ve Türkiye'de raylı sistemlerin gelişimine katkıda bulunmasını dilerim.

Tezimin hazırlanması aşamasında bana yol gösterip tüm bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan değerli hocam Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ'ye, beni büyüten ve her zaman yanımda olan sevgili annem İnayet AYSEL ve babam M. Sadık AYSEL ve bana güvenen ve desteklerini esirgemeyen eşim Merve KOZAN AYSEL'e çok teşekkür ederim.

Ocak 2021

Enes Malik AYSEL
Elektrik Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı.....	1
1.2 Literatür Araştırması	1
2. RAYLI SİSTEMLERİN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ	7
2.1 Demiryolu ve Raylı Sistemlerin Tanımı.....	7
2.1.1 Cadde tramvayı	7
2.1.2 Hafif raylı sistem.....	8
2.1.3 Hafif metro.....	9
2.1.4 Metro	10
2.1.5 Banliyö Treni	11
2.1.6 Hızlı tren	11
2.1.7 Monoray.....	12
2.2 Raylı Sistemler Güç Beslemesi ve Tramvay Uygulamaları	13
2.2.1 Orta gerilim üniteleri	19
2.2.2 Transformatörler ve doğrultucu birimleri.....	20
2.2.3 Yardımcı servis transformatörleri ve yardımcı servisler	25
2.2.4 İletim sistemleri.....	26
2.2.4.1 Konvansiyonel katener sistemi.....	26
2.2.4.2 Rijit katener sistemi	26
2.2.4.3 Üçüncü ray sistemi	27
3. ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ	29
3.1 Çalışma Prensipleri.....	32
3.2 Terminoloji ve Tanımlar.....	33
3.2.1 C-değeri	34
3.2.2 Terminal ve açık devre gerilimleri	34
3.2.3 Kapasite	34
3.2.4 Batarya sağlık durumu (SoH):	35
3.2.5 Batarya doluluk (şarj) durumu (SoC):	35
3.2.6 Deşarj derinliği (DoD).....	35
3.2.7 Kesme gerilimi (cut-off voltage).....	36
3.3 Lityum İyon Pil	36
4. KOCAELİ'DE RAYLI SİSTEMLER VE TARİHÇESİ	41
4.1 Kocaeli Tramvay Projesi (Akçaray).....	42

4.2 Kocaeli Tramvay Projesi (Akçaray) Yapımı Düşünülen Uzatma Hatları	44
4.3 Gebze – Darıca Metro Hattı.....	44
5. ŞEHİR HASTANESİ UZATMA HATTI SİMÜLASYONU	49
5.1 Araç Kavramı.....	49
5.2 Araç Bilgileri	50
5.3 Ana Güç Devresi.....	53
5.4 Hat Bilgileri	54
5.4.1 Şehir hastanesi uzatma hattı (H3) eğim bilgileri	54
5.4.2 Şehir hastanesi uzatma hattı (H3) kurp bilgileri	57
5.4.3 Şehir hastanesi uzatma hattı (H3) durak bilgileri	58
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	63
6.1 Simülasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi	63
6.2 Zaman Çizelgesi.....	67
6.3 Enerji Hesaplaması	68
6.4 Simülasyon Grafikleri	69
6.5 Detaylı Araç Zaman Çizelgesi.....	70
6.6 Yaklaşık Maliyet Hesabı	71
6.6.1 Konvansiyonel katener sistemi çözümü yaklaşık maliyet hesabı	74
6.6.2 Kısmi katener ve araç üstü batarya sistemi çözümü yaklaşık maliyet hesabı	79
6.6.3 Çözümlerin Karşılaştırılması	79
6.7 Enerji Verimliliği Karşılaştırılması.....	81
6.7.1 Sadece katener çözümü	81
6.7.2 Kısmi katener ve araç üstü batarya çözümü	82
6.7.3 Tamamen katenersiz çözüm (sadece araç üstü batarya çözümü)	82
6.8 Batarya– Fuel cell karşılaştırması.....	82
KAYNAKLAR.....	85
EKLER	89
ÖZGEÇMİŞ.....	137

KISALTMALAR

EN	: European Norm
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
ESS	: Energy Storage System
BTMS	: Battery Thermal Management System
LTO	: Lithium Titanium Oxide
HRS	: Hafif Raylı Sistem
BEMU	: Battery Electric Multiple Unit
EMU	: Electric Multiple Unit
s	: Saniye
dk	: Dakika
sa	: Saat
mm	: Milimetre
km	: Kilometre
km/h	: Kilometre/saat
km²	: Kilometre-kare
kg	: Kilogram
°C	: Santigrad derece
A	: Amper
kA	: Kiloamper
Ah	: Amper-saat
V	: Volt
kV	: Kilovolt
rms	: Root mean square (etkin değer)
kVA	: Kilovolt Amper
MVA	: Megavolt Amper
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt-saat
kN	: KiloNewton
Hz	: Hertz
DC	: Direct Current
AC	: Alternative Current
p	: Darbe sayısı
V_m	: Şebeke geriliminin tepe değeri
V_{d0}	: Doğru gerilim ortalama değeri
GIS	: Gas Insulated Switchgear (gaz yalıtımlı kesici)
AIS	: Air Insulated Switchgear (hava yalıtımlı kesici)
IP	: Ingress Protection
OCV	: Open Circuit Voltage (açık devre gerilimi)
SoH	: State of Health (batarya sağlık durumu)
SoC	: State of Charge (batarya doluluk (şarj) durumu)
DoD	: Depth of Discharge (deşarj derinliği)
AW3	: Added Weight-3



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Türkiye’deki hafif raylı sistem projeleri.	9
Çizelge 2.2 : Farklı raylı sistem uygulamalarında hat gerilimleri [23].	14
Çizelge 2.3 : İzin verilen maksimum ve minimum hat gerilimleri [19].	15
Çizelge 2.4 : İstanbul’da bazı hatlara ait cer gücü sistemleri [20].	15
Çizelge 2.5 : Farklı darbe sayılarında ortalama gerilim değerin gerilimin tepe değerine oranı.	22
Çizelge 3.1 : Batarya sınıflandırması.	29
Çizelge 3.2 : Lityum bazlı bataryaların avantaj ve dezavantajları [30].	38
Çizelge 4.1 : Araç teknik özellikleri [32].	46
Çizelge 4.2 : Tramvay motor bogie, 750 V DC (teknik özellikler) [32].	46
Çizelge 5.1 : Traksiyon sistemi – araç teknik verileri.	50
Çizelge 5.2 : Enerji depolama sistemi teknik verileri.	51
Çizelge 5.3 : Enerji depolama sistemi mekanik verileri.	52
Çizelge 5.4 : H3 - Şehir hastanesi uzatma hattı eğim bilgileri.	57
Çizelge 5.5 : H3 - Şehir hastanesi uzatma hattı kurp bilgileri.	57
Çizelge 5.6 : H3 - Şehir hastanesi uzatma hattı durak isimleri, km ve eğim bilgileri.	58
Çizelge 5.7 : Simülasyon için baz alınan çalışma koşulları.	59
Çizelge 5.8 : İstasyon km bilgileri – istasyonda bekleme süresi.	59
Çizelge 6.1 : Zaman çizelgesi.	68
Çizelge 6.2 : Enerji tüketim hesapları.	68
Çizelge 6.3 : Zaman çizelgesi.	71
Çizelge 6.4 : Konvansiyonel katener sistemi birim fiyat cetveli.	73
Çizelge 6.5 : 34,5 kV sistemi birim fiyat cetveli.	73
Çizelge 6.6 : 750 V DC dağıtım sistemi birim fiyat cetveli.	74
Çizelge 6.7 : Alçak gerilim sistemi birim fiyat cetveli.	74
Çizelge 6.8 : Konvasiyonel katener sistemi yaklaşık maliyet analizi.	76
Çizelge 6.9 : 34,5 kV sistemi yaklaşık maliyet analizi.	77
Çizelge 6.10 : 750 V DC sistemi yaklaşık maliyet analizi.	77
Çizelge 6.11 : Alçak gerilim sistemi yaklaşık maliyet analizi.	78
Çizelge 6.12 : OG-DC kablo sistemi yaklaşık maliyet analizi.	78
Çizelge 6.13 : Konvasiyonel katener sistemi yaklaşık maliyet analizi.	78
Çizelge 6.14 : Kısmi katener ile araç üstü enerji depolama sistemi yaklaşık maliyet analizi.	80
Çizelge 6.15 : Konvansiyonel katener – araç üstü depolama yaklaşık maliyet analizi karşılaştırma tablosu.	80
Çizelge A.1 : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü.	90
Çizelge A.2 : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü-2.	136



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Kocaeli cadde tramvayı.....	8
Şekil 2.2 : Gaziantep hafif raylı sistemi.....	8
Şekil 2.3 : Aksaray - Atatürk havalimanı hafif metro hattı (İstanbul).....	10
Şekil 2.4 : Kadıköy – Kartal metrosu.	10
Şekil 2.5 : Haydarpaşa – Gebze banliyö treni (İstanbul).	11
Şekil 2.6 : Ankara – Eskişehir hızlı treni.	12
Şekil 2.7 : Monoray sistemi – Türkmenistan.	12
Şekil 2.8 : Raylı sistem güç beslemesi örneği.....	13
Şekil 2.9 : Tramvay elektrifikasyon sistemi besleme diyagramı.	16
Şekil 2.10 : Kocaeli tramvay sistemi örnek tek hat şeması.	18
Şekil 2.11 : Hava yalıtımlı bir orta gerilim kesici hücresi görseli (ABB).	20
Şekil 2.12 : Trafo merkezi doğrultucu devresi örneği.	20
Şekil 2.13 : EN 50328 standardı uyarınca cer trafosu bağlantı tipleri ve giriş akımı, çıkış gerilimleri değerleri.	23
Şekil 2.14 : 12 darbeli doğrultucu bağlantı şeması.	24
Şekil 2.15 : Çift sekonderli cer trafosunun doğrultuculara bağlantı şeması.	24
Şekil 2.16 : Yardımcı servisler güç beslemesi.	25
Şekil 2.17 : Konvansiyonel katener sistemi.	26
Şekil 2.18 : Rijit katener sistemi bileşenleri.	27
Şekil 2.19 : Üçüncü ray sistemi.....	27
Şekil 3.1 : Raylı sistemlerin teknolojik tarihsel süreci.	30
Şekil 3.2 : Raylı sistemlerin teknolojik tarihsel süreci-2.	31
Şekil 3.3 : Lityum-iyon pilin kimyası (a): şarj ve deşarj sırasında, (b): Li-iyon pilin silindirik görünümü [26].	32
Şekil 3.4 : Prizmatik lityum iyon hücreli hücre modülü [28].	33
Şekil 3.5 : Lityum iyon modüllü bir akü grubu [18].	34
Şekil 3.6 : Örnek bir batarya şarj durum göstergesi.	35
Şekil 3.7 : Örnek bir bataryanın DoD / şarj-deşarj döngüsü gösterimi.	36
Şekil 3.8 : Lityum-iyon pil sınıflandırması.....	37
Şekil 3.9 : Lityum-iyon pil alt sınıfları yaşam döngüleri.....	37
Şekil 4.1 : Kocaeli'nin ülke içerisindeki konumu.	41
Şekil 4.2 : Kocaeli'nin ilçeleri.	42
Şekil 4.3 : Yolcu/yön/saat – kentsel yoğunluk (kişi/km ²) karşılaştırması.	43
Şekil 4.4 : Verimlilik oranı (milyon kişi/km).	44
Şekil 4.5 : Kocaeli tramvay hattı (Akçaray) güzargahı [32].	45
Şekil 4.6 : Gebze-Darıca metro hattı.	47
Şekil 5.1 : Araç kavramı.	50
Şekil 5.2 : Enerji depolama sistemi görseli (ABB).	52
Şekil 5.3 : Traksiyon sistemi ana güç devresi gösterimi.	53
Şekil 5.4 : Hız – çekiş gücü efor diyagramı (araç üstü enerji depolama sistemi ile).	54
Şekil 5.5 : H1, H2 ve H3 uzatma hatları harita gösterimi.....	55

Şekil 5.6 : H3 uzatma hattı harita gösterimi.	56
Şekil 5.7 : TRAC Tool programı arayüzü.	60
Şekil 5.8 : TRAC Tool programı hat bilgileri arayüzü.	60
Şekil 5.9 : TRAC Tool hat profili görseli.	61
Şekil 5.10 : TRAC Tool hız limiti görseli.	61
Şekil 6.1 : Hız-zaman grafiği.	69
Şekil 6.2 : Çekiş gücü-zaman grafiği.	69
Şekil 6.3 : Seyahat edilen mesafe-zaman grafiği.	69
Şekil 6.4 : Tekerlekdeki güç-zaman grafiği.	70
Şekil 6.5 : Hat gerilimi-zaman grafiği.	70
Şekil 6.6 : Seyahat zaman-mesafe grafiği.	70
Şekil 6.7 : Fuel cell – batarya hibrid kullanımı.	83
Şekil 6.8 : Fuel cell – süper kapasitör hibrid kullanımı.	83



KOCAELİ TRAMVAY PROJESİ ŞEHİR HASTANESİ UZATMA HATTININ KISMEN KATENERDEN KISMEN ARAÇÜSTÜ ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMİNDEN BESLENMESİ ÇÖZÜMÜNÜN İNCELENMESİ

ÖZET

Son yıllarda özellikle ülkemizde ulaşım sorununu çözebilmek için raylı sistemlere verilen önem artmıştır. Özellikle şehir belediyeleri şehirlerin gelişmişlik göstergesi kabul edilen raylı sistemlere son yıllarda yoğun ilgi göstermişlerdir. Bu da raylı sistem yatırımlarının artması, yeni raylı sistem hatlarının devreye girmesi ve yeni hatların ihtiyacının oluşmasını beraberinde getirmiştir. Her yeni yapılan raylı sistem hattı yeni projelerin önünü açmış ve şehir gelişimine büyük katkılar sağlamıştır. Bunlara bağlı olarak raylı sistemler ile ilgili araştırmalar gittikçe artmış ve güncel hale gelmiştir. Yapılan araştırmaların artması raylı sistemlerin ülkemizdeki gelişimine önemli katkılar sağlayacaktır. Bu tez kapsamında raylı sistemlere kısaca değinilecek, raylı sistemlerin özel bir parçası olan tramvay sistemleri tanıtılacak, enerji depolama sistemi ele alınacak, Kocaeli'nin raylı sistemler geçmişi ve mevcut Kocaeli tramvay hattı tanıtılacak sonrasında ise yapılması planlanan Kocaeli Şehir Hastanesi uzatma hattının kısmen katenerden beslenmesi ve kısmen araç üstü enerji depolama sisteminden beslenmesi çözümü simülasyon çalışması incelenecek ve son bölümde simülasyon çalışması sonuçları paylaşılacaktır.

Bölüm 1'de raylı sistemlerde elektrik güç beslemesinin önemine değinilmiş, tezin amacına, literatür taramasına ve simülasyonun nedenlerine vurgu yapılmıştır. Araç üstü enerji depolama sistemleri demiryolu uygulamalarında son zamanlarda kilit rol oynamaktadır. Bu tezin temel amacı, araç üstü enerji depolama sistemi uygulaması ile simülasyon gerçekleştirerek, sonuçları paylaşmaktır.

Bölüm 2'de raylı sistem ve tramvay sistemleri ile ilgili temel kavramlar verilmiş, raylı sistem çeşitlerinden söz edilmiştir. Raylı sistem çeşitleri anlatılırken ülkemizde bulunan raylı sistemlerden örnekler verilmiştir. Bunun yanında tramvay sisteminin elektrik güç beslemesi, gerçek uygulamalardan örnekler verilerek detaylıca anlatılmıştır. Tramvay sistemleri elektrik güç beslemesini oluşturan sistemler dört grupta incelenmiştir: Orta gerilim üniteleri; cer transformatörleri ve doğrultucu sistemleri; yardımcı servis transformatörleri ve yardımcı servisler; iletim (katener) sistemleri.

Bölüm 3'te enerji depolama sisteminin tanımı yapılmış, geçmiş tarihçesi ve enerji depolama sistemi çeşitlerinden bahsedilmiştir. Devamında ise enerji depolama sistemlerinin (pillerin) çalışma prensipleri, pil teknolojisi ile ilgili kritik değerlere önem sahip terminolojiler ve son olarak tez kapsamında kullanılması düşünülen lityum iyon pil teknolojisi detayları anlatılmıştır.

Bölüm 4'te Kocaeli genel hatları ile tanıtılmış ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi raylı sistem geçmişi anlatılmıştır. Kocaeli'de yapılmış gerçekleştirilmiş Akçaray Tramvay Projesi ve bu hat kapsamında yapılması planlanan uzatma hatlarına ait detaylar

verilmiştir. Kocaeli'de ana hat tramvay projesine ek üç adet uzatma hattı projesi bulunmaktadır ve bunlar aşağıdaki gibidir.

- Kuruçeşme Uzatma Hattı ~900 m uzunluk - (H1)
- Stadyum Uzatma Hattı ~5700 m uzunluk - (H2)
- Şehir Hastanesi Uzatma Hattı ~3000 m uzunluk - (H3)

Sözü edilen uzatma hatlarından üçüncüsü olan Şehir Hastanesi Uzatma Hattı bu tez kapsamında ele alınacak projedir.

Bölüm 5'te Şehir Hastanesi Uzatma Hattı Projesi kısmen katener ve araç üstü enerji depolama sistemi simülasyon çalışması verileri ve proje detaylarından söz edilmiştir. Bu tezde sunulan tüm hesaplamalar ve simülasyonlar Matlab / Simulink endüstriyel yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Matlab / Simulink aynı zamanda hat profili simülasyonu için ABB'ye özel bir araç olan TRAC Tool'un temelini oluşturmaktadır.

Şehir Hastanesi Uzatma Hattı beş istasyondan oluşmaktadır. Simülasyonun en temel ve en önemli verilerinden biri olan Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından paylaşılan uzatma hattına ait güzergah, eğim, kurp, istasyon bilgileri, hat uzunluğu vb. verilere bu bölümde detaylı olarak değinilmiştir. Simülasyon için diğer önemli parametre olan “araç verileri” için ise mevcut Kocaeli tramvay hattında çalışan tramvay araca ait bilgiler kullanılmıştır.

Bölüm 6'da ise gerçekleştirilen simülasyon çalışması sonuçlarına yer verilmiştir. Temelde araç üstü enerji depolama sistemi öncelikle katenersiz bölgede tramvay aracını hareket ettirmesi için gereken enerjiyi sağlaması düşünülerek tasarlanmıştır. Araç katenerli bölgeye girdiğinde, katener hattını besleyen trafo merkezleri vasıtasıyla araç üstü enerji depolama sistemi şarj edilecektir.

Kısmen katenerli yapılması düşünülen bu hat özelinde hat verileri ile yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda enerji bakımından araç üstü enerji depolama sistemi olarak > 20 kWh enerji depolama sistemi kurulması yeterli görüldüğü anlaşılmıştır. Şehir Hastanesi Uzatma Hattı özelinde sistemin yedekliliği de düşünülerek 2×20 kWh'lik enerjiye sahip araç üstü batarya sistemi kurulması ve sadece eğimin neredeyse %5 seviyelerine ulaştığı Başaran İstasyonu'ndan başlayan yaklaşık 800 m'lik mesafe için çift yönlü bir katener sistemi kurulması yeterli olacaktır.

INVESTIGATION OF SUPPLY PROBLEM SOLUTION OF THE CITY HOSPITAL EXTENSION LINE OF KOCAELİ TRAMVAY PROJECT WITH PARTIALLY FROM CATENARY OR PARTIALLY FROM ON-BOARD ENERGY STORAGE SYSTEM

SUMMARY

In our country, the increase in the investments on rail transit systems comes with a variety of studies regarding these systems. The increase in the number of studies will provide a great contribution to the development of rail transit systems in our country.

The city of Kocaeli, a city where the railway system investment taking place is, if we consider about geographical, by the side of Istanbul metropolis, and have a gulf which is convenient to sea transportation, and a suburban rail passes through, if there can be more investments, there will be tourist potential, although the seventh smallest city in Turkey, there is vice versa case economically. The city of Kocaeli has a very important part for Turkey. Due to the fact, that it is a developing city and its increasing population, more investment in rail systems is inevitable.

Railway transit systems is an all-encompassing term for various types of local rail systems providing passenger service within and around urban or suburban areas. This thesis briefly defines rail transit systems and its categories; introduces street tram systems that is a special part of rail transit systems; afterwards explains the traction power system of street tram; gives on-board energy storage system (ESS) details that will be used; introduces Kocaeli Metropolitan Municipality and rail system history of city Kocaeli; gives City Hospital extension line details (track data, vehicle system, on-board energy storage system details).

ESS has a key role in this thesis due to it is a new attractive technology introduced in railway application; then simulation of extension line with partial catenary & on-board ESS solution application will take places; at the last chapter, conclusions of simulation of the extension line with partial catenary & on-board ESS solution will be given.

In Chapter 1, the importance of traction power system and the reasons for simulation is highlighted and the objective of this thesis is explained. On-board energy system is taking key role in railway business. The main objective of this thesis is to establish a source for future systems by conducting a simulation with on-board energy storage system.

In Chapter 2, the basic concepts regarding rail transit is briefly introduced, the types of rail transit systems are defined, and the traction power system of street tram systems is explained with a detail. Rail transit system subsystems are generally light rail transit systems, light metro, metro, suburban train, high-speed train, regional railways and monorail systems.

In this thesis general focus will be for the street tram cause extension line will be an extension of street tram.

In Chapter 3, the energy storage systems are defined, its history and types of energy storage systems. Then, the working principles of energy storage systems (battery), critical terminologies related to battery technology and finally the details of lithium-ion battery technology, which is considered to be used in the thesis, are explained. In the past, many types of batteries were invented by scientists. Lead Acid, Nickel Cadmium and Lithium based batteries became very popular on industry because of their advantages. This thesis mainly focused on the Lithium Ion batteries which are used in vehicle systems and advantages and disadvantages of current technology of Li-ion batteries are given. Li-ion batteries can provide many advantages in railway application like energy-efficient and optimized traction chain, compact, highly integrated, powerful and modular design.

In Chapter 4, Kocaeli Metropolitan city is introduced in general terms and the history of Kocaeli Metropolitan Municipality's rail system is explained. Details of the Akçaray Tramway Project, which was built throughout Kocaeli province is given.

The Akçaray tram line was opened on 17 June 2017 and started to operation between 11 stations on the 14.8 km line between the Bus Station and Sekapark. The first 4 stations of the Sekapark - Plajyolu section, the second phase of the line, were put into operation on February 9, 2019. In November 2019, one more station was added to the line and the tram reached to Plajyolu.

The 33-meter-long vehicles in service have a total capacity of 290 passengers. The line, which was opened in June 2017, carried 23 million passengers until November 2019. The number of daily passengers has exceeded 40.000.

The extension lines planned to be built to the main line, are given below. There are three extension lines which will be built in Kocaeli.

- The first one is Kuruçeşme extension with ~900 m length (H1)
- The second one is Stadyum extension ~5700 m length – (H2)
- The third one is the City Hospital extension, which we will consider within the scope of this thesis. Length ~3060 m (H3)

The other project started in 2019 is Gebze-Darica metro project invested by the government. Gebze - Darica metro will be the first metro of Kocaeli. The system is planned to consist of a single 14.6 km length. The line will provide the transit of Marmaray at Gebze Train Station.

In Section 5, the project details of the City Hospital Extension line with partial catenary system and on-board energy storage system will be introduced for the simulation study. City Hospital Extension line, which will be built, consists of five stations. The track data which covers route, slope, curve, station information, line length etc. belong to the extension line shared by Kocaeli Metropolitan Municipality are the most basic and crucial data of the simulation within the scope of this thesis. The most difficult parameter here is the slope. Slope can reach nearly 5% for along 800 m.

For the "vehicle data", which is another important parameter for simulation, it been used the tramway vehicle details which is in currently running in the main line. ABB traction system is in use (traction convertor, motor etc.) therefore simulation was taken place with a smooth way with TRAC Tool program.

All the calculations and simulations presented in this thesis were performed using Matlab/Simulink industrial software.

Matlab/Simulink is also the base for TRAC Tool, an ABB proprietary tool for track profile simulation.

In Chapter 6, outcomes and suggestions are stated. In this chapter, it is especially mentioned about the importance of rail transit systems for Turkey. Turkey is belated to use rail transit systems. For this reason, this delay results in a great deal of problems. These problems can be listed as transportation, high-costs and insufficient number of qualified workers. Those problems are touched upon in this chapter and suggestions are presented.

Following these discussions, outcomes obtained through the simulation are evaluated.

The on-board energy storage system was designed primarily to provide the energy required to move the vehicle in the catenary-free zone. When the vehicle enters the catenary zone, the on-board energy storage system will be charged through the substations supplies feeding the catenary line.

The simulation study made with track data and vehicle data for the City Hospital extension line, which is planned to be partial catenary, it has been understood that it is enough to install an on-board energy storage system > 20 kWh. In addition, redundancy is very critical here because even if a convertor on the vehicle is out of service, the operation will not be interrupted.

The system we examined within the scope of this thesis is a system with an installed power (redundant) of 2×20 kWh. It has been observed that this system will also be compatible with the on-board mechanical system and will not have a major impact on vehicle data (weight, etc.).

The simulation study shows, it will be enough to install a two-way catenary system for approximately 800 m starting from Basaran Station, where the slope reaches almost 5% levels, with an on-board battery system with 2×20 kWh energy. Of course, this catenary system needs to be fed by the substation as in the existing line.

According to outcomes of simulation and excel table which will be annex of thesis, shows us that systems are stable, efficient and solution-based approached.

Moreover, considering that the catenary system will cause difficulty in implementation in the region where the viaduct is located along the route and will extend the project lead time, the establishment of an on-board energy storage system will provide a very serious advantage.

As a result, Kocaeli Tramway Project, City Hospital extension line with partially catenary system and on-board energy storage system was simulated, and the operation of the system was examined. The increase in the number of such studies will pave the way for newer designs and further analysis.

1. GİRİŞ

Raylı sistemler ulaşım sorununun çözülmesinde önemli bir yere sahiptir. Artan nüfus özellikle büyük kentlerde ulaşımı sorun haline getirmektedir. Raylı sistemler sadece insan taşımacılığı değil aynı zamanda yük taşımacılığı için de hem hız hem de ekonomik açıdan en verimli sistemlerdir. Bu tezde temel olarak raylı sistemlerden söz edilecek ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılması planlanan Şehir Hastanesi uzatma hattına ait benzetim (simülasyon) çalışmasına ve benzetim sonuçlarına yer verilecektir.

1.1 Tezin Amacı

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2020 yılı sonuna kadar açılması planlanan Kocaeli Şehir Hastanesi'ni, mevcut ana tramvay hattı ulaşım sistemine entegre etmek ve aynı zamanda yolcu ulaşımını kolaylaştırmak adına Şehir Hastanesi Tramvay Uzatma Hattı Projesini uygulamaya geçirmeyi planlamaktadır. Bu tezin amacı Şehir Hastanesi Uzatma Hattı Projesi kısmen katener ve kısmen araç üstü enerji depolama sistemi uygulaması ile beraber incelemek ve sonuçları ortaya koymaktır.

1.2 Literatür Araştırması

Raylı sistemlerle ilgili dünya çapında birçok çalışma bulunmaktadır. Ülkemizde ise uygulanan raylı sistemler dünya uygulamalarına göre çok yeni olduğu için öncü çalışmalar bulunmaktadır ve daha birçok yeni çalışmanın yapılacağı açıktır. Bu tez kapsamında ele alınan konu ile benzer dünyada yapılan örnek çalışmalara burada değinilmiştir.

R. Lamedica ve arkadaşları 2020 yılında, Matlab tabanlı bir ortamda 3 kV DC elektrifikasyon sistemi ile araç üstü enerji depolama sistemi tekno-ekonomik karşılaştırması ile ilgili bir çalışmada bulunmuşlardır. Dizel motorlu trenlerin işlediği, 3 kV DC'de elektrikli bir bölüm ve elektrikli olmayan bir bölüm sunan

gerçek bir demiryolu hattında Matlab / Simulink ortamında sayısal simülasyonlar gerçekleştirilmiş ve farklı ESS türleri analiz edilmiştir [1].

V. Lopez ve arkadaşları 2014 yılında, raylı sistemlerde araç üstü enerji depolama sistemi olarak optimum süper kapasitör ve pil kombinasyonu üzerine çalışma yürütmüşlerdir. Süper kapasitör ve batarya kombinasyonu ile birlikte, genel ESS çözümünün verimliliğini, çalışabilirliğini ve dayanıklılığını artırmayı düşünmüşlerdir. Demiryolları için standart test yolu profillerine karşı iki topolojiyi simülasyonla incelemişlerdir [2].

Y. Yang ve arkadaşları 2020 yılında, tamamı ile katenersiz bir tramvay sistemi için araç üstü enerji depolama sistemi ve istasyon merkezli besleme altyapısı optimizasyonu üzerine çalışmışlardır. Hem araç üstü enerji depolama sistemlerinin hem de şarj altyapılarının dikkate alındığı, katenersiz bir tramvay için en uygun boyutlandırma yöntemini araştırmışlardır. Mevcut şarj süresi ile ekonomik çalışma arasındaki bağı nicel olarak analiz etmek, optimum boyutlandırma problemi için tüm yaşam boyu enerji depolama maliyetini ve enerji tedariki masrafını içeren bir günlük maliyet fonksiyonu formüle etmişlerdir. Üç şema için en uygun çözümleri bulmak için bir karma parçacık sürüsü optimizasyon algoritması geliştirmişler: (1) her istasyonda hızlı şarj olan ultra kapasitör depolama sistemleri; (2) başlangıç ve bitiş istasyonlarında yavaş şarj olan batarya depolama sistemleri; (3) aktarma istasyonunda hızlı değiştirilebilen pil depolama sistemleri. Önerilen yöntemin etkinliğini doğrulamak için, Çin'deki mevcut katener içermeyen bir seyir koridoru üzerine bir vaka çalışması uygulamışlardır. Sonuçlar, şema 2 ile günlük maliyette % 30'un üzerinde bir azalma ve % 40'ın üzerinde bir ağırlık azaltma elde edilebileceğini ve şema 3 ile % 34,23 oranında bir maliyet tasarrufu ve % 32,46 oranında bir ağırlık azaltma elde edilebileceğini göstermektedir [3].

J. Wang ve arkadaşları 2020 yılında yaptıkları çalışmada, bir diğer araç üstü enerji depolama türü olan süper kapasitörlerin metro sistemlerinde rejeneratif frenleme enerjinin geri kazınması için kurulduğunu ve frenleme enerjisi geri kazanımını karşılamak için, kısıtlı konfigürasyon yöntemi süper kapasitör bankının gücüne, kapasitesine ve deşarj derinliğine dayandığını söylemişlerdir. Süper kapasitör bankı optimizasyon süreci ve çalışma voltajının ve sıcaklığın süper kapasitörün ömrü üzerindeki etkisini ekonomik açıdan analiz etmişlerdir. İlk yatırım hesaplama modelleri, işletme bakım maliyeti ve sistemin ekonomik faydasını sunmuşlardır.

Yaptıkları çalışmaların simülasyon sonuçları, güç, kapasite ve deşarj derinliğine dayalı süper kapasitör bankasının metro araçları için frenleme enerjisi geri kazanımı ihtiyacını karşılayabileceğini göstermektedir [4].

R. Takagi ve T. Amano 2010 yılında, çoklu tren simülasyonu programı (RTSS) kullanarak raylı sistem araçlarındaki saf elektrik frenlemesi sırasında ortaya çıkacak rejeneratif enerjinin enerji tasarrufu ve bakım kolaylığı açısından oldukça çekici bir sistem olduğunu ve fakat daha yüksek hızlarda yapılacak frenlemenin daha büyük enerjileri ortaya çıkaracağını, bunun ise daha büyük kayıplar ortaya çıkaracağını ve katenerin alımını düşüreceğini düşünmüşlerdir. Rejeneratif frenlemede ortaya çıkan bu enerjinin araç üstü enerji depolama sisteminde etkin bir şekilde kullanımını için akıllı şarj-deşarj kontrolü gerçekleştirmişlerdir. Belirli bir rota ve işletme takvimi için önceden hesaplanmış referans SoC verilerini kullanarak bir kontrol şeması önermişler ve çoklu tren simülasyon programı (RTSS) kullanılarak nasıl değerlendirilebileceğini göstermişlerdir [5].

C. Sumpavakup ve arkadaşları 2017 yılında, pik güç talep kesme stratejisini kullanarak araç üstü enerji depolama sistemi çözümü ile raylı sistemlerde optimum enerji tasarrufu üzerine çalışmışlardır. DC elektrikli demiryolu sistemlerinde tepe güç sorunu, esas olarak hızlanma sırasında trenin yüksek güç talebinden kaynaklanmaktadır. Eğer bu güç azaltılırsa, trafo merkezinden talep edilen pik güçte önemli ölçüde azalacaktır. Farklı yolculuk süreleri altında pik güç talep kesme stratejisini kullanarak araç üstü enerji depolama sistemi ile DC elektrikli demiryolunda optimum enerji tasarrufu üzerine bir çalışma yapmışlardır. Önerilen strateji, geri kazanılan frenleme enerjisini araç üstü enerji depolama sisteminde depolamak ve depolanan enerjiyi herhangi bir trafo merkezinin tepe gücünü azaltacak şekilde güç şebekesine geri göndermek için en uygun zamanı bulmaya dayanmaktadır. Tayland'daki Bangkok Toplu Taşıma Sistemi (BTS) - Silom Hattı, önerilen stratejiyi test etmek ve doğrulamak için kullanılmıştır. Sonuçlar, trafo merkezi tepe gücünün % 63,49 azaldığını ve net enerji tüketiminin yavaşlama ve araç boşta çalışma modunda % 15,56 azaldığını göstermektedir [6].

C. Wu ve arkadaşları 2020 yılında, elektrikli demiryolu sistemleri için enerji depolama sistemlerinin optimum boyutlandırılması üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında gerçek tren işletmesinde katener enerji tüketimini en aza indirmek için araç üstü enerji depolama sistemi optimum boyutlandırma problemini ele almayı

amaçlamaktadır. Enerji akışı ve enerjinin korunumu yasasına dayanan bir karma tamsayılı doğrusal programlama (MILP) modeli kullanılarak, Pekin Changping hattında, yaygın olarak kullanılan üç tür enerji depolama sistemi: süper kapasitörler, Li-ion piller ve flywhell incelenmişlerdir. Sonuçlar, sermaye maliyeti veya herhangi bir kısıtlama olmadan, süper kapasitör, Li-ion pil ve optimize edilmiş kapasiteye sahip flywhell sisteminin katener enerji tüketimini enerji depolama sistemi olmayan duruma göre sırasıyla % 23.6, % 22.9 ve % 23.7 oranında azaltılabileceğini göstermektedir. [7].

M. Steiner ve arkadaşları 2007 yılında, demiryolu araçları için ultrakapasitörlü enerji depolama sistemi için çalışmada bulunmuşlardır. Bombardier Transportation, Mannheim'daki toplu taşıma operatörü RNV için bir prototip LRV aracı (hafif raylı araç) bojisini bir MITRAC Energy Saver ile donatmış. Enerji depolama ünitesinin günlük yolcu operasyonunda çalışması ve Eylül 2003'ten beri kayıt alması yapılan çalışma için çok önemli veri tabanı oluşturmuştur. Yapılan çalışmalar sonrasında deneyimler çok olumlu olmuş ve ölçülen yaklaşık % 30'luk çekiş enerjisi tasarrufu, önceki hesaplamaları tam olarak doğrular niteliktedir. Enerji depolama sisteminin bir tramvay sisteminde çalışması ek olarak şu faydaları da beraberinde getirdiğini görmüşlerdir: (i) pik güç talebinde önemli bir azalma (ii) katenerden elektrik beslemesi olmadan birkaç yüz metrede katenersiz çalışma (iii) araç üstü depolama sistemi ve şarj istasyonları sayesinde katenersiz şehir merkezleri [8].

M. Ceraolo ve arkadaşı G. Lutzemberger 2014 yılında yaptıkları çalışmada tramvayların enerji ve maliyet etkinliğini arttırmak için istasyon ve araç üstü enerji depolama sistemleri üzerine çalışmışlardır. Yaptıkları çalışma dört farklı sistemi karşılaştırmakta ve analiz etmektedir.

- İstasyonda bulunan yüksek güçlü lityum batarya
- İstasyonda bulunan süper kapasitör
- Araç üstü yüksek güçlü lityum batarya
- Araç üstü süper kapasitör

Yaptıkları çalışmada enerji depolama sistemlerinin enerji tasarrufu büyük ölçüde arttırılabileceğini: hat direncine bağlı olarak, geri kazanılan enerjinin etkili bir şekilde gönderilebileceği maksimum mesafenin önemli bir rol oynadığını

görmüşlerdir. Bu nedenle, hat boyunca birkaç depolama sistemi kurulması ile büyük avantajlar elde edileceğini söylemişlerdir. Maliyet/fayda bakımından istasyon bazlı enerji depolama sistemlerinin daha iyi bir çözüm olduğunu görmüşlerdir [9].

B. Kılıç ve arkadaşlarının DC raylı sistemlerde frenleme enerjisi geri kazanımı üzerine çalışması bulunmaktadır. Bu çalışmada rejeneratif frenleme ile kazanılan enerji, enerji tasarrufu sağlamasının yanı sıra mekanik frenlerin aşınmasını da önleyerek bakım masraflarını azalttığını söylemişlerdir. Bu çalışmada aynı zamanda DC raylı sistemlerde rejeneratif enerjinin geri kazanım potansiyeli araştırılarak, Aksaray-Havalimanı (M1) hafif metro hattı için yapılan simülasyon sonucu da değerlendirilmiştir. Rejeneratif enerji geri kazanım potansiyelinin belirlenmesi için araç-üstü enerji ölçerler ile katener sistemine verilen ve fren dirençlerinde harcanan enerji miktarlarının ölçülerek fizibilite çalışmalarının yapılmasını önermişlerdir [10].

Tez kapsamında ayrıca hem kısmi katener uygulaması hem de araç üstü enerji depolama sistemi tabanlı ABB firmasının uygulamaya geçirdiği bir çok projeye ait kaynaktan yararlanılmıştır.



2. RAYLI SİSTEMLERİN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

2.1 Demiryolu ve Raylı Sistemlerin Tanımı

"Demiryolu"nın çok kapsamlı tanımı, eski DIN 57115 (VDE 0115) Bölüm 1'e (tercüme edilmiştir) göre: "Yolcu ve kargo taşımacılığı için raylı ve raylı olmayan taşıma sistemleridir". Encyclopedia Britannica'nın 1962 baskısında daha kısa bir yorum bulunabilir: "Demiryolu", her biri iki paralel çelik raya sahip olan bir veya daha fazla raydan oluşan bir kara taşımacılığı yöntemidir. Bu raylar üzerinde yük ve yolcu taşıyan araçlar veya flanşlı tekerlekli arabalar hareket ettirilir. Arabalar, kendinden tahrikli olsalar bile, genellikle bir lokomotif tarafından çekilir veya itilir" [11].

Başlıca raylı taşıma sistemler, aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir.

2.1.1 Cadde tramvayı

Kategori C olarak adlandırılan karma trafiğe sahip; tramvay aracının sokak alanını diğer araçlarla ve/ya yayalarla paylaşan; görsel cihazlar (kaldırım işaretleri, işaretler veya sinyaller) aracılığıyla tercihi geçiş hakkına sahip olabilen, ancak diğer trafik sistemlerinden fiziksel olarak ayrılmayan sistemlere cadde tramvayı denir [12].

Şekil 2.1'de Kocaeli'nde işletmede olan cadde tramvayından bir örnek görülmektedir. Bu tramvayın işlediği hat, 17 Haziran 2017 tarihinde törenle hizmete açıldı ve 20 dakikada bir Otogar ile Sekapark arasındaki 14,8 km'lik hatta bulunan 11 istasyona hizmet vermeye başladı [13].



Şekil 2.1 : Kocaeli cadde tramvayı.

2.1.2 Hafif raylı sistem

Ray açıklığı genellikle 1435 mm olan 750 V DC veya 1500 V DC ile 3. raydan veya katenerden enerji alan, bir sürücü tarafından sinyalizasyon sistemine uygun olarak kumanda edilen, her 600–1000 metre mesafede özel istasyonlarda yolcu indirip bindiren, ortalama 60–80 km/h hızla kendine ait hatlarda işletilen raylı toplu taşıma sistemidir [14]. Şekil 2.2'de 2010 yılında hizmete giren Gaziantep Hafif Raylı Sistemi'nden bir görüntü bulunmaktadır.



Şekil 2.2 : Gaziantep hafif raylı sistemi.

Ülkemizde bulunan hafif raylı sistem uygulamaları Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Türkiye'deki hafif raylı sistem projeleri.

Hat İsmi	Hattın Uzunluğu (km)	İstasyon Miktarı	Ortalama Yolcu Sayısı (Kişi/Gün)	Sefer Sıklığı (s)	Besleme Sistemi
İstanbul Habipler - Topkapı HRS	15,3	22	170.000	300	750 V DC
Ankaray HRS	8,7	11	175.000	120	750 V DC
Bursa (Burulaş)	17,1	17	200.000	180	1500 V DC
Eskişehir (Estram)	16	26	120.000	120	750 V DC
Samsun HRS	15,7	21	90.000	240	750 V DC
Gaziantep HRS	9,3	13	80.000	300	750 V DC
Kayseri HRS	17,5	28	90.000	240	750 V DC

2.1.3 Hafif metro

Genellikle 1435 mm ray açıklındaki hatlarda, 600 V-750 V DC veya 1500 V DC ile üçüncü raydan veya katener hattından beslenen, tek yönlü olarak çalışan 4-6 araçtan diziler halinde sinyalizasyon sistemine tabi olarak işletilen çoğunlukla yer altında açılan tünellerde döşenen hatlarda ortalama 70-90 km/h hızla gidebilen raylı toplu taşıma sistemidir [14].

Şekil 2.2'de görülen Aksaray - Atatürk Havalimanı Hafif Metro hattı, hizmet verdiği bölge ve güzergah üzerinde günlük 220.000 yolcu ile taşıyıcı aks konumuna gelmiştir [15].



Şekil 2.3 : Aksaray - Atatürk havalimanı hafif metro hattı (İstanbul).

2.1.4 Metro

Yolcu taşıma kapasitesi hafif metro sistemine kıyasla daha fazladır. Dünyada en yaygın olarak kullanılan toplu taşıma aracıdır. Yolcu yükü nedeniyle dizideki araç sayısı daha fazla, istasyon peronları daha uzundur. Dünyanın büyük şehirlerinde (İstanbul, Paris, Londra gibi) çok büyük bir toplu taşıma gerçekleştirmektedir. Alt yapı yatırım maliyetlerinin diğer sistemlere göre çok yüksek olmasıdır en büyük dezavantajıdır [14].

Şekil 2.4'de görülen ve yapımına 2008 yılında başlanan ve Kadıköy - Kartal arasında hizmet veren metro, 17 Nisan 2012 tarihinde hizmete girmiştir. 10 Ekim 2016'da hattın Kartal - Tavşantepe uzantısı hizmet vermeye başlamıştır [16].



Şekil 2.4 : Kadıköy – Kartal metrosu.

2.1.5 Banliyö Treni

Büyük şehirlerde çoğunlukla şehir dışındaki yerleşim yerlerine yolcu taşımada kullanılan banliyö trenleri için hat genişliği 1435 mm olup 15 - 25 kV besleme enerjisini katenerden almaktadır. İşletme giderleri ve enerji tüketimi oldukça düşüktür [14].

Şekil 2.5'te görülen Haydarpaşa-Gebze banliyö treni uzun zamandır hizmet vermektedir. Bu güzergah Marmaray kapsamında yenilenmiştir.



Şekil 2.5 : Haydarpaşa – Gebze banliyö treni (İstanbul).

2.1.6 Hızlı tren

Yüksek hızlı tren ve çok yüksek bir hızı sürdürmek için gelişmiş/sofistike bir araç üstü tahrik sistemi [demiryolu üzerinde hareket eden özel tasarlanmış tren setlerini barındıran bir sistem] ve özel bir ray kullanan bir tür trendir. Hızlı trenin hızı konusunda dünya çapında bir standardı yoktur. Ancak mevcut sistem ve hatlarda yüksek hızlı bir tren 200 veya 220 km / saate kadar hızlar elde edebilir. Yeni önerilen hatlarda 250 km / saate kadar çıkarabilir [17].

Şekil 2.6'da ülkemizdeki ilk hızlı tren projesi olan Ankara - Eskişehir hızlı treninden bir görüntü verilmiştir.



Şekil 2.6 : Ankara – Eskişehir hızlı treni.

2.1.7 Monoray

Monoray, şehir içi demir yolu ulaşım çeşitlerinden birisidir. Adından da anlaşılacağı haliyle vagonlar, mono yani tek bir adet ray üzerinde veya altında asılı şekilde gidiş ya da geliş istikametinde hareket ederler. Toplu taşımacılıkta kullanılan ray sistemi bir kolon üstüne oturtulan iki kiriş ve bu iki kirişin üzerinde bulunan raylar ile gidiş ve geliş aynı anda gerçekleştirilmektedir.

Maliyetinin az olması ve yapım aşamasının kısa sürmesi nedeniyle diğer taşımacılık sistemlerinden özellikle çift raylı sistemler olan şehir içi yolcu taşımacılığında kullanılan Metro ve Tramvay hatlarından kendisini daha avantajlı kılar.

Japonya, Rusya, ve Singapur’da işletilmekte olan monoray sistemleri mevcuttur. Monoray sistemlerinin taşıma kapasiteleri tek yönde saatte 30.000 kişiyi bulmakta ve ortalama 25-30 km/h ticari hıza ulaşabilmektedirler. Şekil 2.7’de Türkmenistan’da çalışmakta olan monoray sisteminden bir kesit görülmektedir [18].

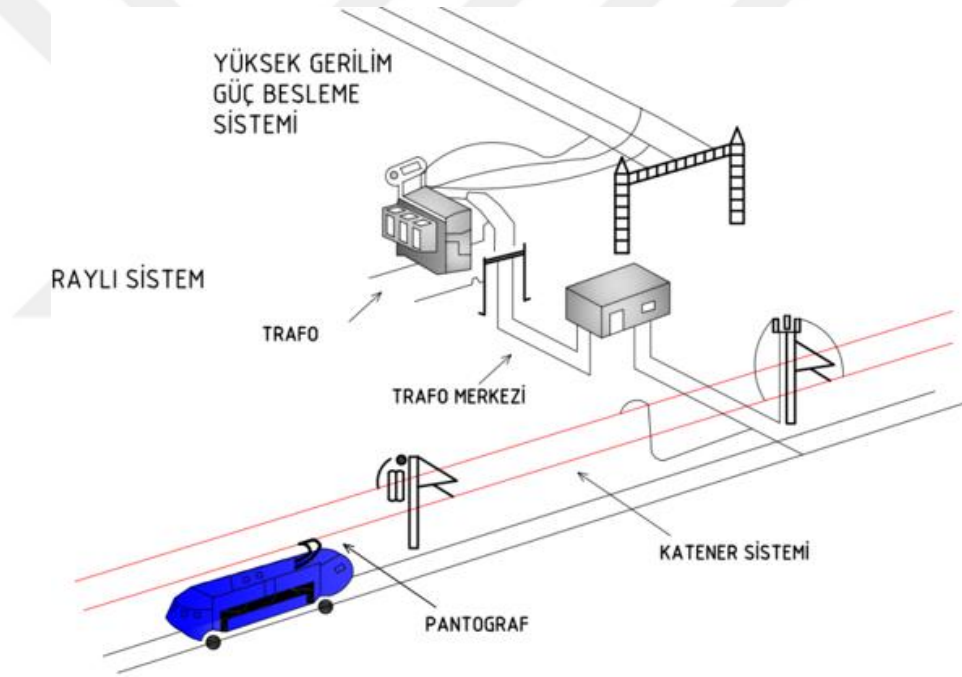


Şekil 2.7 : Monoray sistemi – Türkmenistan.

2.2 Raylı Sistemler Güç Beslemesi ve Tramvay Uygulamaları

Raylı sistemlerde "cer gücü" motorların tahriki ve yardımcı sistemlerin beslemesi için gerekli olan güce denir. Raylı sistemlerin enerji beslemesinin türü ihtiyaca ve motor karakteristiğine göre belirlenir. DC veya AC sistemler, AIS veya GIS trafo merkezleri veya farklı katener işletme gerilim ve frekans değerlerinde trafo merkezleri tercih edilmektedir. Enerji besleme sistemleri kullanım alanı ve ihtiyaca göre farklılık gösterebilmektedir.

Raylı sistemlerde güç beslemesinin asıl amacı tren hareketini sağlamaktır. Tren hareketi için gerekli olan elektrik enerjisinin sağlandığı merkezlere "Cer gücü trafo merkezi" adı da verilen hat üzerinde uygun aralıklarla kurulmuş trafo merkezleri üzerinden sağlanır. Şekil 2.8'de örnek bir raylı sistem güç beslemesi gösterilmiştir.



Şekil 2.8 : Raylı sistem güç beslemesi örneği.

Enerji beslemesi raylı ulaşım sistemlerinde doğru akım (DC) ve alternatif akım (AC) olmak üzere iki kısımda incelenebilir. AC sistemler kendi içerisinde farklı gerilim ve frekans seviyelerinde olabilmektedir. AC sistemler üç fazlı ve bir fazlı olarak iki gruba ayrılır. Günümüzde üç fazlı sistemler artık kullanılmamaktadır.

Bir Fazlı Akım (AC) Sistem; Bir faz, AC sistemler iki iletkenlidir. 60Hz, 50 Hz, gibi endüstride kullanılan frekanslarla aynı olanakları gösterir.

Dünyada AC sistemlerde 15 ila 25 kV'lık yüksek gerilim altında 50 Hz'lik bir fazlı akım yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bir fazlı akım 3 fazlı elektrik iletim hatlarının tek fazının kullanılması ile elde edilir. Uzun mesafeli şehirlerarası raylı sistemlerde genellikle bu sistem tercih edilir. Gerilim seviyesinin yükseltilmesi trafo merkezleri arasındaki uzaklığın artmasına ve dolayısıyla trafo merkezi sayısının azalmasına olanak tanır. Marmaray Projesinde de bu sistem kullanılmaktadır.

Bir Fazlı Akım (DC) Sistem; Seri motorların yol almada istenilen büyük yol alma momentini sağlamasından sonra bu sistem (1914-1918) tarihleri arasında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Doğru akımın avantajı iki iletken ihtiyacı olmasıdır ve bu iletkenlerden biri de ray olabilir. DC sistemlerde 750 V DC, 1500 V DC yaygın olarak kullanılmakta olup, 3000 V DC yaygın olmasa da İtalya'da yüksek hızlı tren işletmeciliği yapılan bir hatta uygulanmıştır. Raylı sistemlerde genel eğilim ise kent içi raylı sistem uygulamalarında 750 V DC ve metro uygulamalarında 1500 V DC kullanılması yönündedir.

Dünyada raylı sistemlerde kullanılan elektrikli cer gücü besleme sistemleri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir. Çizelge 2.3'de ise EN 50163 standardı uyarınca bu sistemler için izin verilen maksimum ve minimum gerilim değerleri bulunmaktadır [19].

Çizelge 2.2 : Farklı raylı sistem uygulamalarında hat gerilimleri [23].

Kaynak Gerilimi	Akım Toplama Sistemi	Demiryolu Uygulamaları
750 V DC	Havai Hat veya Ray Seviyesi	Metro, Tramvay, Hafif Raylı Sistem
1500 V DC	Havai hat veya Ray Seviyesi	Metro ve Anahat Trenleri
3000 V DC	Havai Hat	Metro, Anahat ve Yüksek Hızlı Tren
15kV AC 16.7Hz	Havai Hat	Ana Hat Trenleri
25kV AC 50/60Hz	Havai Hat	Yüksek Hızlı Tren, Banliyö ve Ana Hat Trenleri
2x25 AC 50/60Hz	Havai Hat	Yüksek Hızlı Tren ve Ağır Yük Hatları

DC gerilim sisteminin kullanıldığı raylı sistem uygulamalarında ya havai katener hattı ya da üçüncü ray (genellikle rijit katener) kullanılmaktadır. AC gerilim sisteminin tercih edildiği uygulamalarda ise yalnızca havai katener hattı kullanılmaktadır. AC ve DC sistemlerin yanı sıra bunların her ikisinin de aynı tren setinde kullanılabildiği uygulamalar mevcuttur. Çok sistemli birim trenlerine örnek olarak Fransa ve İngiltere arasında Manş Tüneli'ni kullanan Eurostar trenleri örnek verilebilir. Bu trenler hattın Londra bölümünde 750 V DC gerilim ve üçüncü ray

akım toplama sistemi kullanırken, Belçika’da 3000 V DC ve hattın geri kalanında ise 25 kV AC 50 Hz havai katener hattını kullanmaktadır.

Çizelge 2.3 : İzin verilen maksimum ve minimum hat gerilimleri [19].

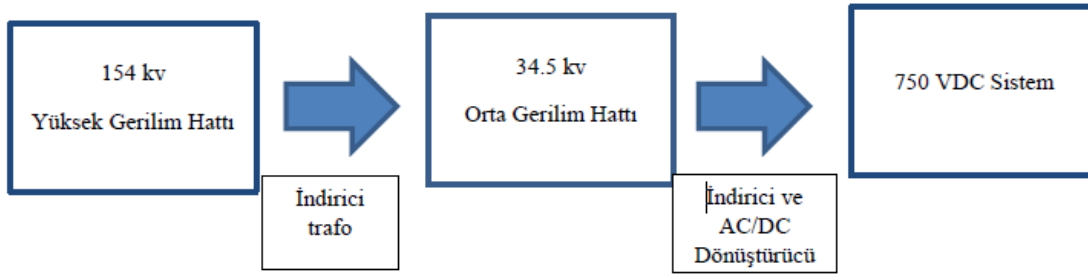
Elektrifikasyon Sistemi	En Düşük Gerilim (Geçici)	En Düşük Gerilim (Sürekli)	Nominal Gerilim	En Yüksek Gerilim (Kalıcı)	En Yüksek Gerilim (Geçici)
600 V DC	400 V	400 V	600 V	720 V	800 V
750 V DC	500 V	500 V	750 V	900 V	1000 V
1500V DC	1000 V	1000 V	1500V	1800 V	1950 V
3000V DC	2000 V	2000 V	3000V	3600 V	3900 V
15kV AC, 16.7Hz	11 kV	12 kV	15kV	17.25 kV	18 kV
25kV AC, 50Hz	17.5 kV	19 kV	25kV	27.5 kV	29 kV

Ülkemizde hem AC hem de DC sistemler kullanılmakta olup 25 kV AC yüksek hızlı tren ve banliyö trenlerinde tercih edilmiş olup (Marmaray ve İZBAN), 750 V DC ve 1500 V DC ise kent içi raylı sistem araçları ve metrolarda kullanılmaktadır. İstanbul’da ki bazı raylı sistem araçlarının kullandığı gerilim değerleri Çizelge 2.4’te gösterilmiştir [20].

Çizelge 2.4 : İstanbul’da bazı hatlara ait cer gücü sistemleri [20].

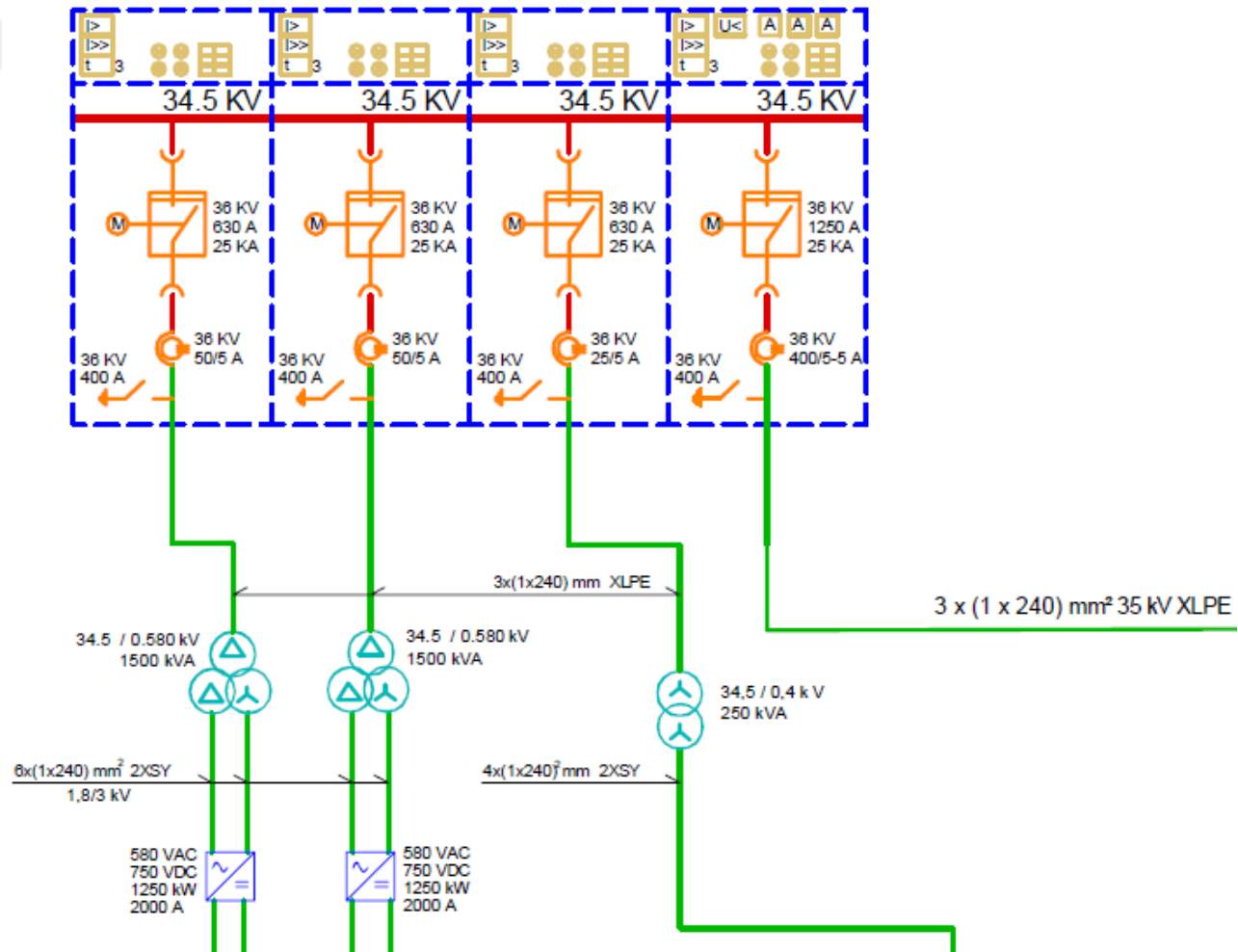
Hatlar	Kaynak Gerilimi	Akım Toplama Sistemi	Cer Trafo Merkezleri Arası Uzunluk
Marmaray	25 kV AC, 50Hz	Tüp/Tünel: Rijit Katener Açık Hat: Klasik Havai Katener	12 - 15 km
M1 Aksaray-Havalimanı	750 V DC	Klasik Havai Katener	1.5 – 2 km
M2 Yenikapı-Hacıosman	750 V DC	3. Ray Sistemi	1.5 – 2 km
M3 Başakşehir-Olimpiyatköy	1500 V DC	Rijit Katener	2 - 2.5 km
M4 Kadıköy-Kartal	1500 V DC	Rijit Katener	2 - 2.5 km

Tramvay sistemleri için genel bir elektrifikasyon tek hat diyagramı Şekil 2.9’da gösterilmiştir [21]. Kocaeli tramvay ana hat projesi güç besleme sistemi bir trafo merkezi örnek tek hat şeması ise Şekil 2.10’da görülmektedir.



Şekil 2.9 : Tramvay elektrifikasyon sistemi besleme diyagramı.

TM-1 TRAFİ MERKEZİ

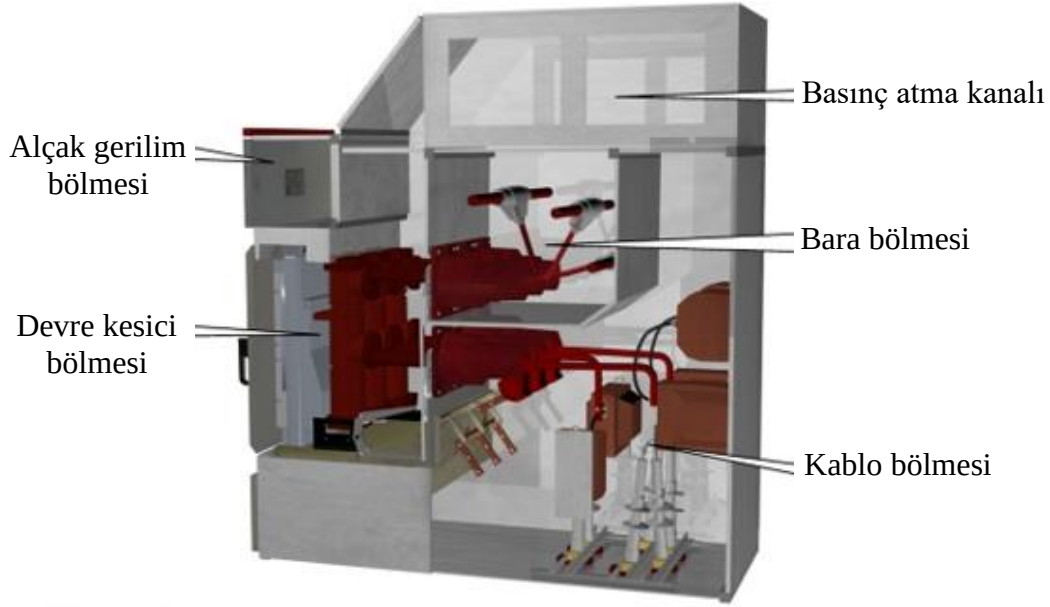


Tramvay sisteminin güç beslemesi yukarıda sistemde de görüldüğü üzere 154/34,5 kV indirici merkezden alınarak cer trafo merkezine getirilmiştir. Burada orta gerilim hücrelerinden cer ve yardımcı servis trafolarına çıkış verilmiştir. Yardımcı servis trafosu istasyon içi güç ihtiyacını karşılamakta, cer trafoları ise tren hareketi için gerekli güç beslemesini sağlamaktadır. Cer trafoları 34,5/(2 × 0,58) kV gerilim seviyene dönüştürmek, yardımcı servis trafoları ise 34,5/0,4 kV gerilim seviyesi dönüştürmektedir. Cer trafolarından çıkan 580 V AC gerilim doğrultucu (redresör) grubuna girmektedir. 750 V DC gerilim doğrultucu grubunda elde edilip buradan iletim sistemi yardımı ile tren beslemesi sağlanmaktadır. Son elde edilen bu gerilim seviyesi kullanılan sistemin ihtiyacına göre değişebilir. Ülkemizde tramvay sistemi beslemesi için genellikle 750 V DC ile beslenen sistemler tercih edilmektedir. Tramvay sistemlerindeki elektrik güç beslemesini oluşturan sistemleri dört grupta inceleyebiliriz.

- 1- Orta gerilim üniteleri
- 2- Cer transformatörleri ve doğrultucu sistemleri
- 3- Yardımcı servis transformatörleri ve yardımcı servisler
- 4- İletim sistemleri

2.2.1 Orta gerilim üniteleri

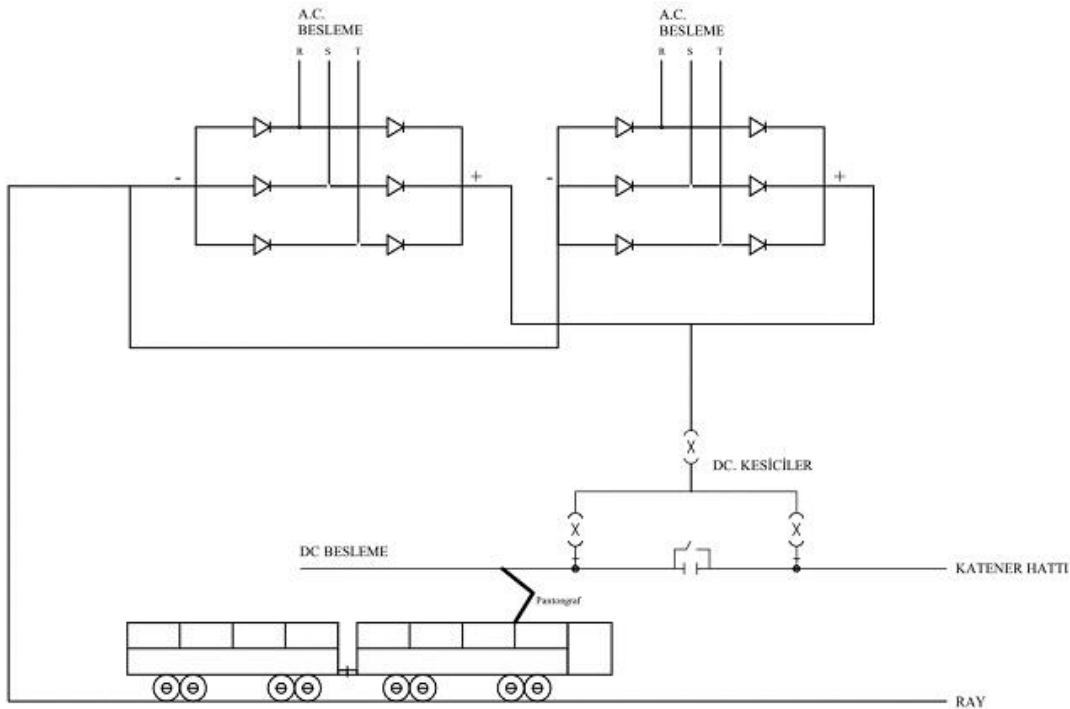
Tramvay sistemlerinde indirici merkezden alınan enerji orta gerilim kabloları ile trafo merkezine taşınır. İndirici merkezden taşınan bu enerji orta gerilim kesici hücrelerine girer. Orta gerilim hücreleri sistemin ihtiyacına göre kesiciler ile donatılmıştır. Orta gerilim hücreleri hem ölçme hem de besleme amacı ile kullanılır. Şekil 2.11’de ABB’ye ait hava yalıtımlı bir orta gerilim hücresi gösterilmektedir.



Şekil 2.11 : Hava yalıtımlı bir orta gerilim kesici hücresi görseli (ABB).

2.2.2 Transformatörler ve doğrultucu birimleri

Cer trafo merkezleri şebekeden aldığı alternatif gerilimi doğrultucular ile doğru gerilime çevirerek, tren hareketi enerjisini sağlayarak iletim hatlarına gönderir. Cer trafo merkezinin ana bileşenleri, cer trafosu, doğrultucu ve kesicidir. DC demiryollarının çalışma gerilimleri, 600 V DC'den 3000 V DC'ye kadar değişir. Şekil 2.12'de trafo merkezlerindeki doğrultucu devresinin örneği gösterilmektedir.



Şekil 2.12 : Trafo merkezi doğrultucu devresi örneği.

Redresör transformatörü güç şebekesi tarafından beslenen orta gerilimi (34,5 kV), doğru anma gerilimi için (örn. Kocaeli Tramvay projesi uygulaması için 34,5/(2 × 0,58) kV) redresör tarafından talep edilen alçak gerilime dönüştürür. Redresör transformatörleri özellikle, redresörün çalışmasından kaynaklanan güçlü değişken gerilim verileri için tasarlanmıştır.

Genelde iki tip transformatör kullanılır:

- Dökme reçine transformatör (kuru tip)
- Yağlı transformatörler

Cer trafoları özel trafolardır. Genelde çift sekonderli olarak tasarlanıp kullanılırlar. Bunu nedeni çift sekonderli trafoların harmonikleri azaltması ve birbirini yedekleyebilmesidir [22].

Doğrultucular, üç-faz alternatif akımların DC'ye dönüştürülmesi için gereklidir. Diyot gibi yarı iletken malzeme kullanan doğrultucular kontrolsüz doğrultucu olarak adlandırılırken, tristör kullanan doğrultucular ise kontrollü doğrultucu olarak adlandırılır. Doğal soğutmalı silikon diyot doğrultucular daha basit bir tasarıma sahiptir, daha az bakım gerektirir, daha fazla aşırı yük kapasitesine sahiptir, daha uzun ömürlüdür ve bu sebeple DC ger gücü sistem uygulamalarında sıklıkla tercih edilir [23]. Günümüzde, çoğunlukla, DC demiryolları güç beslemesi uygulamalarında silikon tipi kontrolsüz diyot redresörler kullanılmaktadır. Bununla birlikte doğrultucular ürettikleri darbe sayıları bakımından da sınıflara ayrılır. 6 darbeleri, 12 darbeleri ve 24 darbeleri doğrultucular vardır.

Az rastlanan durumlar dışında, 6-darbeleri veya 12-darbeleri doğrultucu devreleri kullanılmaktadır. 6-darbeleri doğrultucular düşük yükler için ve 12-darbeleri doğrultucular yalnızca orta veya büyük yükler için kullanılır. 12-darbeleri devre, iki adet üç-faz köprüden paralel veya seri devre yoluyla devam ettirilir. Doğrultucu gruplarının tasarımını istenilen güç değeri etkiler. Doğrultucu tasarımında belirleyici olan akım değeridir.

Doğrultulan gerilimin ortalama değer olarak ifadesi denklem (2.1)'deki gibidir.

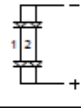
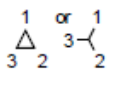
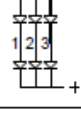
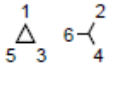
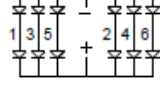
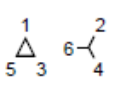
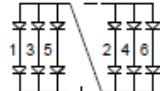
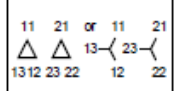
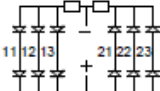
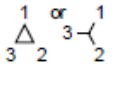
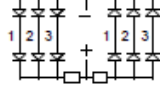
$$V_{d0} = V_m \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p} \quad (2.1)$$

Çizelge 2.5 : Farklı darbe sayılarında ortalama gerilim değerin gerilimin tepe değerine oranı.

Darbe Sayısı (p)	p = 2	p = 3	p = 6	p = 12
$\frac{V_{d0}}{V_m}$	0,637	0,827	0,955	0,989

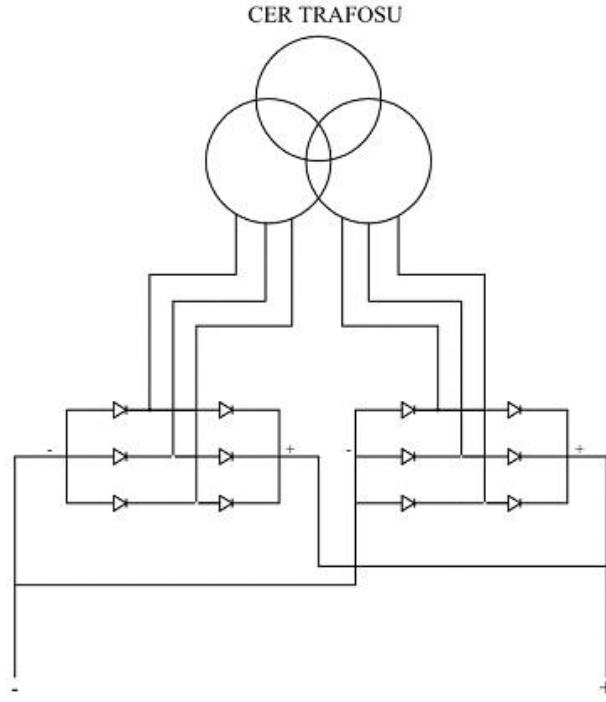
Burada p darbe sayısıdır. V_m ise şebeke geriliminin tepe değeridir. Çizelge 2.5'den görüldüğü gibi, denklemde darbe sayıları yerine konduğunda V_{d0}/V_m oranının 1'e yaklaştığı görülmektedir. Bu da doğrultulan gerilimin daha az salınımlı ve sürekli olduğunu gösterir.

Cer trafo doğrultucu gruplarının bağlantı tiplerine göre EN 50328'de belirtilen giriş akımı, çıkış gerilimi değerleri Şekil 2.13'de gösterilmiştir.

Con- nection no.	Transformer connection valve side	Valve connection	p	q	Current factor on the a.c. side I_d/I_d	$\frac{U_{di}}{U_{v0}}$	$\frac{U_{IM}}{U_{di}}$	$\frac{d_{x1B}}{e_{x8}}$
7			2	2	1	$0,9$ $\left(\frac{2\sqrt{2}}{\pi}\right)$	$1,57$ $\left(\frac{\pi}{2}\right)$	$0,707$ $\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$
8			6	3	$0,816$ $\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)$	$1,35$ $\left(\frac{3\sqrt{2}}{\pi}\right)$	$1,05$ $\left(\frac{\pi}{3}\right)$	0,5
9			12	3	$0,408$ $\left(\frac{1}{\sqrt{6}}\right)$	$1,35$ $\left(\frac{3\sqrt{2}}{\pi}\right)$	$1,05$ $\left(\frac{\pi}{3}\right)$	0,26
12			12	3	$0,816$ $\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)$	$2,7$ $\left(\frac{6\sqrt{2}}{\pi}\right)$	$0,524$ $\left(\frac{\pi}{6}\right)$	0,26
18			6	3	$0,816$ $\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)$	$1,35$ $\left(\frac{3\sqrt{2}}{\pi}\right)$	$1,05$ $\left(\frac{\pi}{3}\right)$	0,5
19			6	3	$0,816$ $\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)$	$1,35$ $\left(\frac{3\sqrt{2}}{\pi}\right)$	$1,05$ $\left(\frac{\pi}{3}\right)$	0,5
NOTE 4 Connection no. 9 with interbridge reactor is used together with converter transformers equipped with two secondary windings at low leakage magnetic flux and a coupling factor $K > 0,9$ (see EN 50329). Connection no. 9 can be used without interbridge reactor if $K < 0,2$ i.e. - a three-windings transformer with non coupled secondary windings, or - a four-windings transformer, or - two separate three-phase transformers with different vector groups are used. In this case d_{x1B}/e_{x8} is 0,5.								

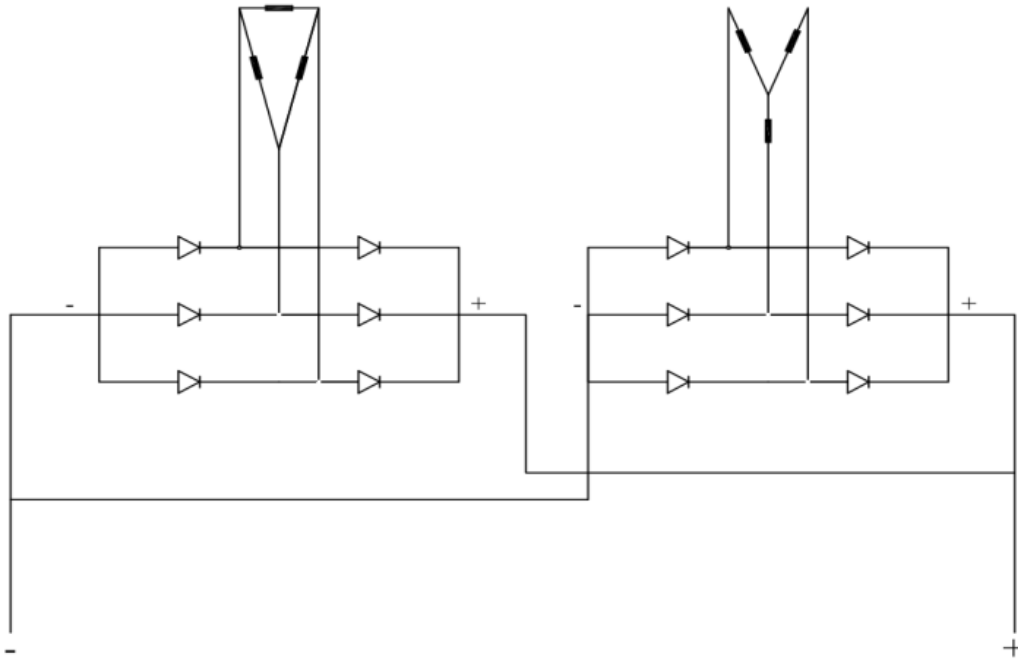
Şekil 2.13 : EN 50328 standardı uyarınca cer trafosu bağlantı tipleri ve giriş akımı, çıkış gerilimleri değerleri.

12-darbeli doğrultucu-trafo yapısı; Eski sistemlerde 6 darbeli doğrultucu grupları tercih edilmekteydi. Artan güç ihtiyacı ile beraber gelişen sistemlerde 12 darbeli doğrultucular kullanılmaya başlanmıştır. Yeni uygulamaların çoğunda artık 12 darbeli doğrultucu grupları kullanılmaktadır. Şekil 2.14'de 12 darbeli doğrultucuların devreye bağlantı şeması görülmektedir.



Şekil 2.14 : 12 darbeli doğrultucu bağlantı şeması.

Çift sekonderli trafolar bu uygulamalar için idealdir. Seri bağlı üçgen ve yıldız sargılarının uçlarının 6'sar adet diyotla seri bağlanması sonucu gerilim-akım doğrultma işlemi gerçekleştirilir. Şekil 2.15'te sekonder sargıları üçgen ve yıldız olan cer trafosunun doğrultucu birimine bağlanması görülmektedir. 3 fazlı 12 darbeli doğrultucunun trafo bağlantı modeli Şekil 2.15'teki gibidir



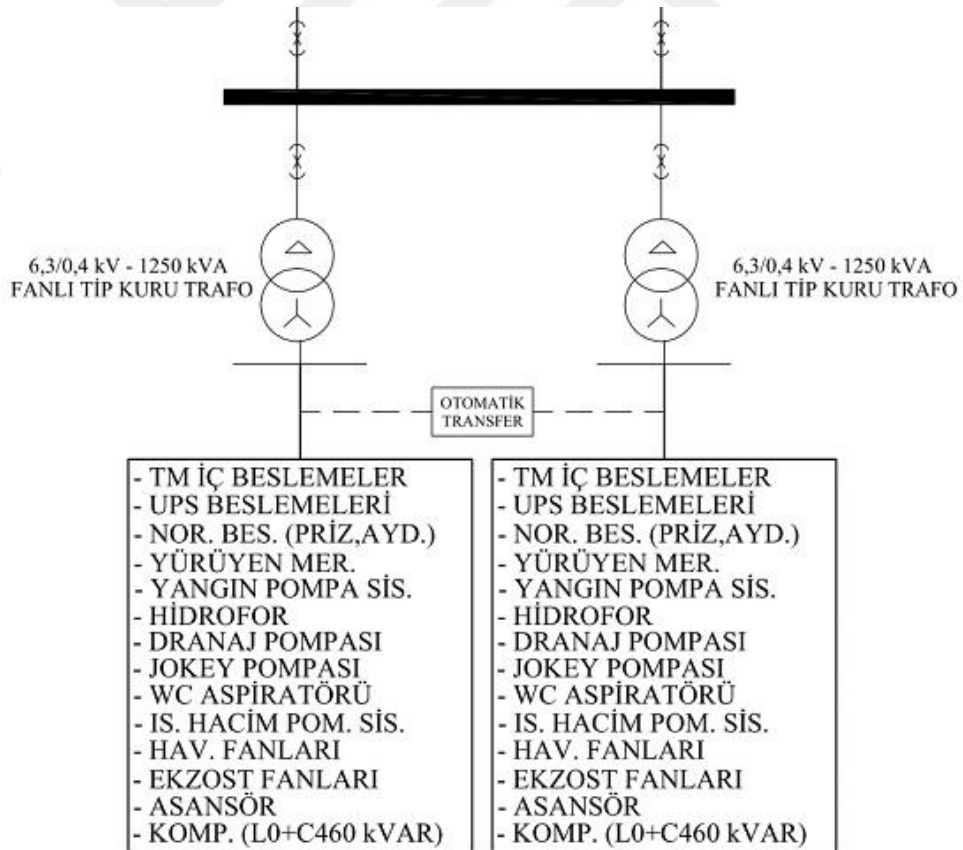
Şekil 2.15 : Çift sekonderli cer trafosunun doğrultuculara bağlantı şeması.

2.2.3 Yardımcı servis transformatörleri ve yardımcı servisler

Raylı sistemlerde yardımcı servis trafoları özel trafolar değildir. Diğer tüm alçak gerilim enerji beslemesine ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılan genelde 34,5/0,4 kV dönüştürme oranına sahip trafolardır. İstasyonun büyüklüğüne, yeraltı ya da yerüstü istasyonu olmasına veya hatta tünel olup olmamasına göre güç değeri değişiklik gösterir. Raylı sistemlerdeki yardımcı servis trafoları 100 kVA'dan başlayıp güç ihtiyacına göre 2400 kVA'ya kadar çıkabilmektedir. Tramvay sistemlerinde yardımcı servis trafoları tarafından beslenebilecek sistemler aşağıda belirtilmiştir.

- Yürüyen merdiven ve asansör beslemeleri
- İstasyon aydınlatma ve priz tesisatları
- Zayıf akım sistemleri

Şekil 2.16'da örnek bir trafo merkezi yardımcı servisler güç beslemesi gösterilmektedir.



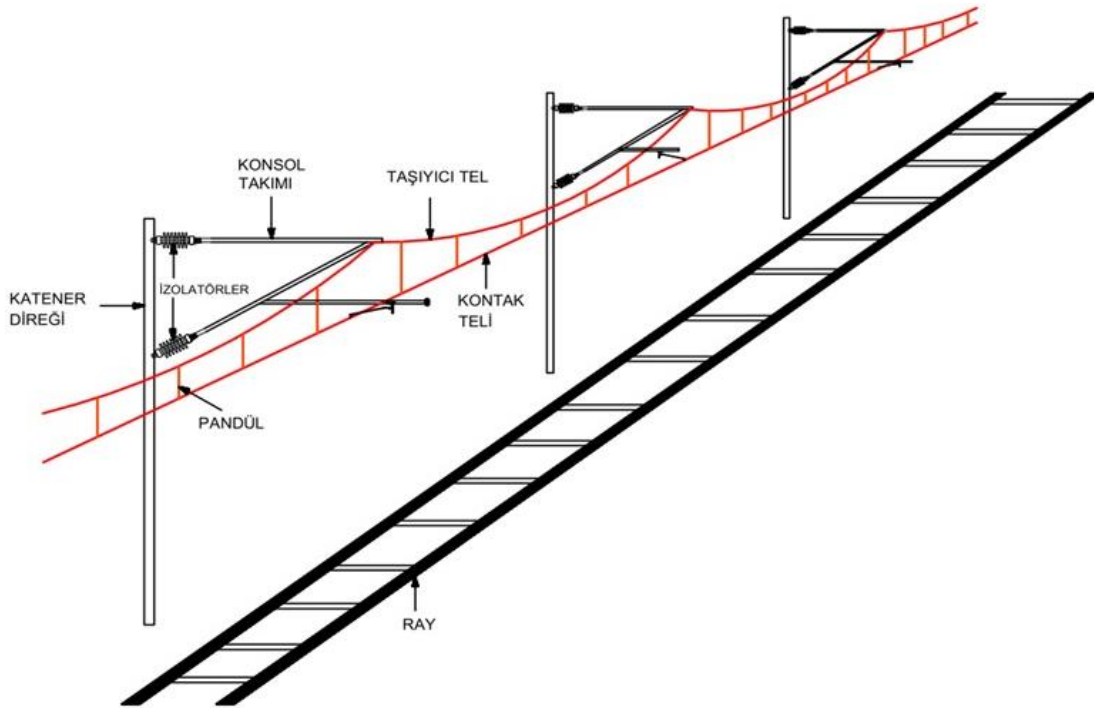
Şekil 2.16 : Yardımcı servisler güç beslemesi.

2.2.4 İletim sistemleri

Raylı sistemlerde trafo merkezinden sağlanan güç iletim sistemleri vasıtası ile trene aktarılır. Bu iletim sistemlerini üç grupta inceleyebiliriz.

2.2.4.1 Konvansiyonel katener sistemi

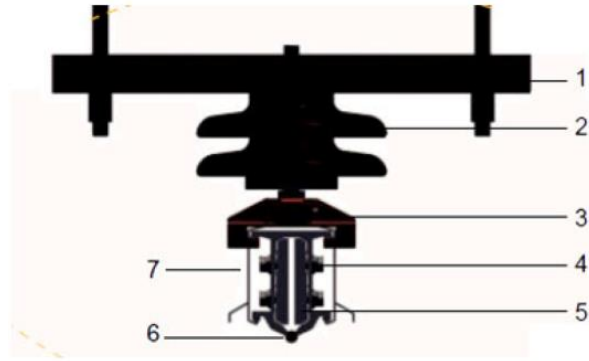
Konvansiyonel katener sistemi taşıyıcı tel, kontak teli, izolatör, pandül, atlama kabloları ileten gerji düzenekleri (ağırlıklar), direk, konsol, hoban, bağlantı parçaları vb. ekipmanları barındıran bir sistemdir. Şekil 2.17'de konvansiyonel katener sisteminin genel görüntüsü verilmiştir. Kısmen katener uygulaması, sistemin ihtiyacına ve uygulanabilirliğine bağlı olarak ortaya çıkan bir sistemdir.



Şekil 2.17 : Konvansiyonel katener sistemi.

2.2.4.2 Rijit katener sistemi

Son yıllarda gelişen raylı sistem teknolojisi ile konvansiyonel katener sistemine alternatif olarak ortaya çıkan, hafif, bakımı ve yüksek iletkenliğe sahip rijit katener sistemi kullanılmaktadır. Genel olarak Şekil 2.18'de verilmiş alüminyum kompozit bir profil ve buna tutturulmuş kontak telinden oluşmaktadır. Yalıtımın daha kolaylaşması amacıyla daha küçük tünel yapımına imkan sağlayan rijit katener sistemi metrolarda kullanılmaktadır. Şekil 2.18'de rijit katener sistemini oluşturan elemanlar gösterilmektedir.



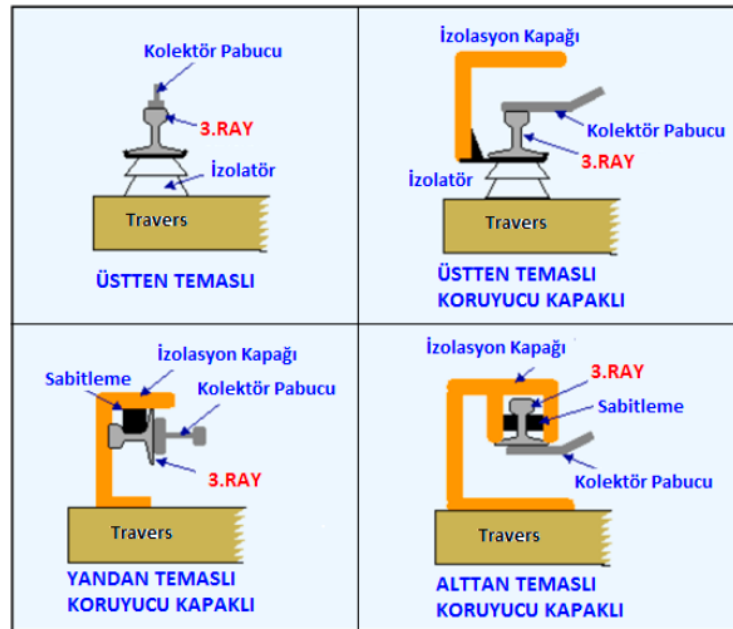
Şekil 2.18 : Rijit katener sistemi bileşenleri.

1: Askı; 2: İzolatör; 3: Kanca; 4: Alüminyum iletken;
5: Bağlantı contası; 6: Kontak iletkeni; 7: Koruma kılıfı.

2.2.4.3 Üçüncü ray sistemi

Üçüncü ray demir yolu araçlarına elektrik enerjisi sağlamak amacıyla kullanılan yöntemdir. Bu yöntem adını taşıyıcı rayların birinin dış tarafında hat boyunca devam eden üçüncü raydan almaktadır. Üçüncü ray nadir de olsa bazen iki rayın ortasında da olabilmektedir.

Şekil 2.19'da üçüncü ray sistemi ve çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 2.19 : Üçüncü ray sistemi.

Besleme sistemi detayları anlatıldıktan sonra 3. bölümde enerji depolama sistemi detaylarına geçilmiştir.



3. ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ

İlk batarya 1800 yılında Alessandro Volta tarafından icat edilmiştir. Temelde iki ana batarya türü bulunmaktadır: tek kullanımlık, bir kez kullanıldıklarında tekrar şarj edilemeyen birincil hücreler ve dışarıdan akım uygulandığında birçok kez şarj edilip kullanılabilen ikincil hücreler. Çizelge 3.1'de her iki tip bataryadan birkaç örnek gösterilmektedir [24].

Çizelge 3.1 : Batarya sınıflandırması.

Birincil Hücreler	İkincil Hücreler
Alkalın	Lityum İyon
Lityum Piller	Lityum Polimer
Manganez Piller	Lityum Demir Fosfat
Çinko Karbon	Nikel Metal Hidrit
	Nikel Kadmiyum
	Kurşun Asit Aküler

Örneğin, çinko-karbon, magnezyum ve alüminyum pilleri geri dönüşü olmayan kimyasal reaksiyonları nedeniyle birincil hücreler olarak sınıflandırılırlar. Ayrıca piyasada kolayca bulunabilen alkalın piller bu gruba girmektedir. Bu tip piller tek kullanımlık olduğu için şarj kontrolüne, koruma devresine veya yakıt ölçümüne gerek duymaz. İkincil hücreler ise başarımlarını arttırmak için bu işlemlere ihtiyaç duymaktadır. Bu grup içinde, tez kapsamında odaklanılacak olan Lityum-iyon pilleri bulunmaktadır. Bu piller günümüzün taşınabilir kullanıcı elektroniği dünyasında yaygın olarak kullanılmaktadır [25].

Raylı sistemlerdeki teknolojik tarihsel süreçler Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Raylı Sistemler Tarihsel Süreç

At arabaları



Cenevre 1880

Buharlı sistemler



Münih 1885

Pantograf



Wetingen 1904

Bataryalı Sistemler



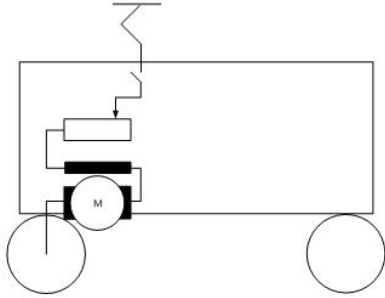
Bern 1931

Şekil 3.1 : Raylı sistemlerin teknolojik tarihsel süreci.

Sistem Gelişimine Genel Bakış

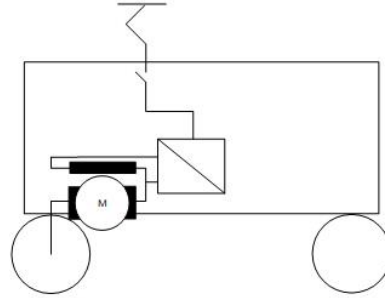
Mekanik sistemlerden akıllı enerji yönetimine sahip sistemlere

DC veya tek fazlı motorlu elektromekanik sistem

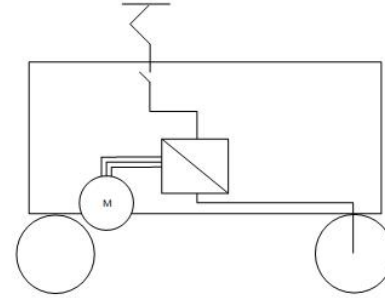


19. yüzyıldan – 1970

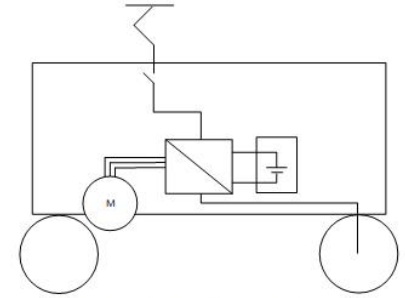
DC motorlu statik doğrultucu veya kıyıcı



AC motorlu statik invertör



Enerji depolama sistemli invertör



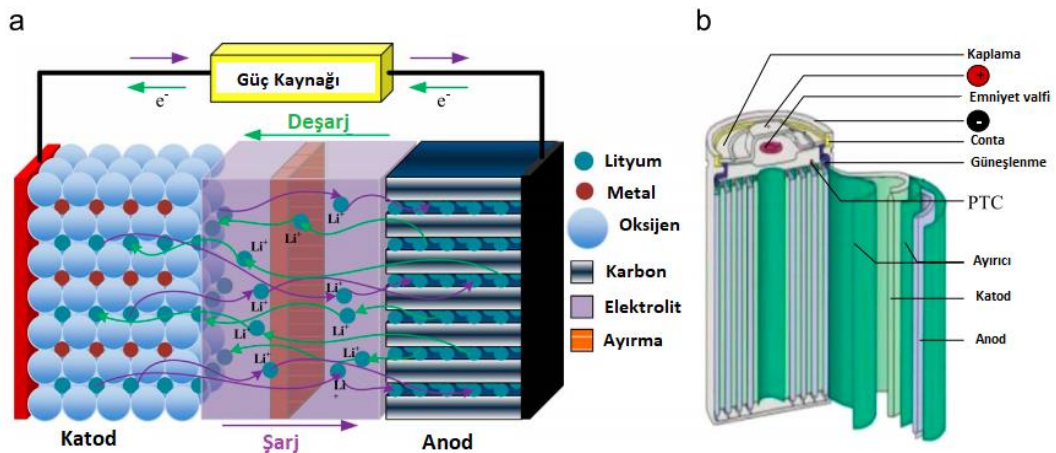
Şekil 3.2 : Raylı sistemlerin teknolojik tarihsel süreci-2.

3.1 Çalışma Prensibi

Bir batarya, içindeki kimyasal enerjiyi, elektronların bir elektrottan diğerine transferini içeren bir oksidasyon redoks reaksiyonu yoluyla doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren, bir veya daha fazla elektrokimyasal hücreden oluşan bir cihazdır. Bataryanın her iki ucunu da bir dış yüke (örneğin bir lambaya) bağlandığında, okside olan anottan dış yüke elektrotlar akar. Elektrolit, anot ve katot arasındaki yük transferine izin veren iyonik bir iletkenidir.

Li-iyon batarya hücresi, enerji depolamak için lityum iyonları kullanır. Tüm pillerde olduğu gibi, hücrenin işlevi kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmektir ve bir önceki bölümde söz edildiği gibi, ikincil tip bir hücre olduğu için tersini de yapar. Bir batarya hücresi, bir negatif elektrot, bir pozitif elektrot, elektrolit sıvı ve çoğu Li-iyon hücresinde ayrıca bir de ayırma duvarından oluşur. Pozitif elektrot bataryanın ne tür bir Li-iyon hücresine sahip olduğunu tanımlar; örneğin lityum demir fosfat veya lityum kobalt oksit. Negatif elektrot genellikle grafitten yapılmaktadır. Ayırıcı duvarın gözenekli olması gerekir, böylece lityum iyonları elektrotlar arasında geçiş yapabilir ancak elektronlar arasında yapamaz.

Dolma (şarj) ve boşalma (deşarj) sırasında akü hücresinin çalışmasına genel bir bakış Şekil 3.3'de gösterilmiştir. Sağdaki şekilde gösterilen pil hücresi dış bir yüke bağlanır ve elektronlar anottan katoda akar. Benzer şekilde, hücre soldaki şekilde olduğu gibi şarj edilirken akış tersine çevrilir.

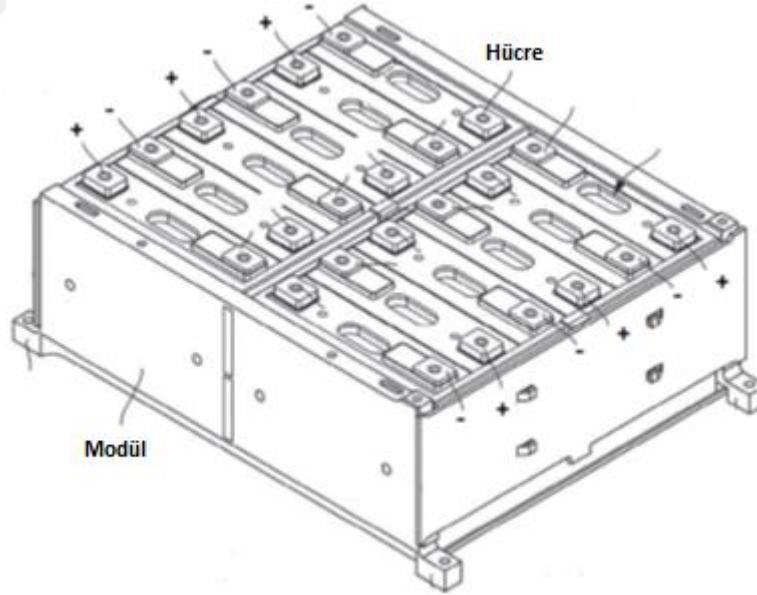


Şekil 3.3 : Lityum-iyon pilin kimyası (a): şarj vedeşarj sırasında, (b): Li-iyon pilin silindirik görünümü [26].

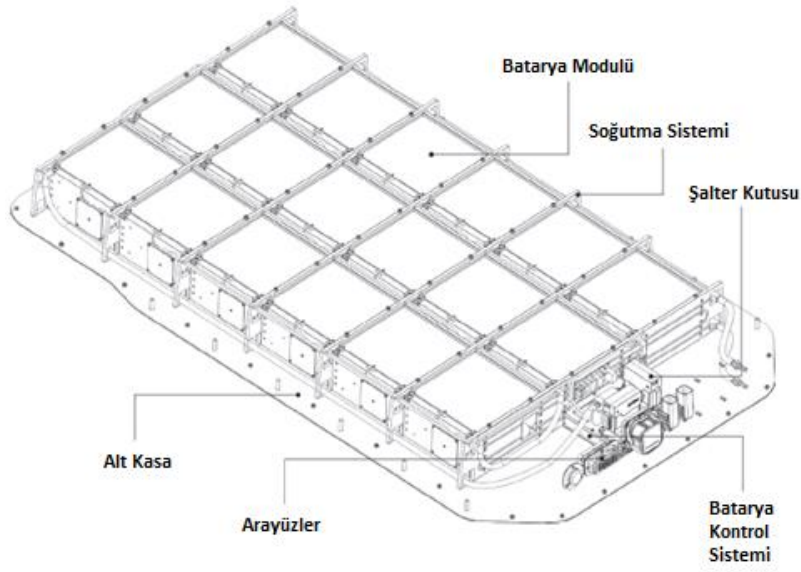
3.2 Terminoloji ve Tanımlar

Şarj edilebilir enerji depolama sistemleri genellikle yüksek gerilimli (YG) akü gruplarından oluşur; tipik bir YG akü grubu, kullanılacak sistemin enerji ve güç gereksinimlerini karşılamak için binlerce pil hücresinden oluşabilir. Li-ion pil hücreleri, akü gruplarının en temel unsurudur ve genellikle 3-4 V sağlarlar [27]. Birçok hücreyi paralel olarak bağlayarak bloklar oluşturulur ve hücre ile aynı gerilimi sağlamasına rağmen daha yüksek kapasite sunarlar. Paralel bloklar seri halde bağlanarak seri modüller oluşturulur, modüller bloklarla aynı kapasiteye sahiptir, ancak daha yüksek gerilim sağlarlar. Son olarak, gruplar batarya modüllerinin bağlanmasıyla oluşturulur.

Akü grubunda seri bağlı daha fazla hücre varsa, daha fazla grup gerilimi anlamına gelmektedir. Böylece, daha düşük akımla daha yüksek güçler sunulabilir. Benzer şekilde, paralel olarak daha fazla hücre, enerji depolama kapasitesini artırılabilir. Şekil 3.4, birçok modülden oluşan bir akü grubunun resmi gösterilmektedir. Ayrıca Şekil 3.5, bir modülün birçok hücreyi kullanabileceğini göstermektedir.



Şekil 3.4 : Prizmatik lityum iyon hücreli hücre modülü [28].



Şekil 3.5 : Lityum iyon modüllü bir akü grubu [18].

3.2.1 C-değeri

C-değeri, bir pilin güvenli bir şekilde ve zarar görmeden ne kadar hızlı boşaldığı veya doldurulduğu (şarj edildiği) hızı tanımlar. 1C, tam dolu bir pilin tüm kullanılabilir enerjisini bir saat içinde tüketeceği akım oranıdır. 50 Ah kapasiteli bir hücre için 1C, 50 Amper'i tanımlar, benzer şekilde 2 Ah'lık bir hücre için 1C, 2A'dır. Farklı uygulamalar, farklı performans kriterleri gerektirir, bu nedenle bir uygulama için farklı hücre adaylarını değerlendirirken, C-değeri anlamlı bir hal alır. Kullanıcıların paralel olarak 1 adet 50 Ah hücre mi? yoksa 25 adet 2Ah hücre mi? kullanmaları gerektiğine karar vermelerine yardımcı olacaktır.

3.2.2 Terminal ve açık devre gerilimleri

Batarya üzerinden akım akışı olduğunda akü uçları arasında ölçülen gerilime terminal (uç) gerilimi denir. Öte yandan, açık devre gerilimi (OCV), akünün dinlenme gerilimi veya aküye herhangi bir akım kesintisi uygulanmadığında kararlı durum gerilim değeridir.

3.2.3 Kapasite

Kapasite, bir pilin amper-saat (Ah) cinsinden elektrik enerjisi depolama kapasitesi olarak tanımlanabilir. Kapasite, tam dolu bir bataryadan boşalana kadar sabit bir akım çekilerek hesaplanabilir. Başlangıç ve bitiş arasında geçen zaman - akım değişimi, Ah cinsinden kapasiteyi verecektir. Kapasite C-değeri nedeniyle

değiştirilebilir, daha yüksek şarj / deşarj akım hızlarında pil kapasitesi daha düşüktür. Daha yüksek akımlarda, gerilim dağılımı daha büyük olma eğilimindedir; bu nedenle deşarj sonu veya şarj sonu gerilimlerine daha erken ulaşılır.

3.2.4 Batarya sağlık durumu (SoH):

SoH, bir bataryanın, anma kapasite kaybıdır ve fiziksel durumunu tanımlar. SoH'nin genel bir tanımı, bir bataryanın sağlık durumunu ve yeni bir batarya ile karşılaştırıldığında belirli bir başarıyı sağlama yeteneğini ne kadar yansıttığıdır. Araştırmacılar ve üreticiler, bataryanın sağlık eşiği olarak anma kapasite yüzdesini kullanır. Şarj-deşarj döngüsünden dolayı azalan kapasitenin, anma kapasitesinin %80'ine düşmesi, batarya arızası olarak tanımlanır.

3.2.5 Batarya doluluk (şarj) durumu (SoC):

Şarj durumunun tanımı (SoC), bataryanın kalan şarjının toplam şarja olan oranıdır. SoC genellikle yüzde olarak ifade edilir, burada %100 tamamen şarj edilmiş demektir ve %0 tamamen boşaltılmış demektir. SoC kritiktir bir büyüklük olmasına karşın, mevcut tümleşik ölçüm teknolojileri göz önüne alındığında kesin olarak hesaplanamaz. Şekil 3.6'da örnek bir batarya şarj durum göstergesi gösterilmektedir.

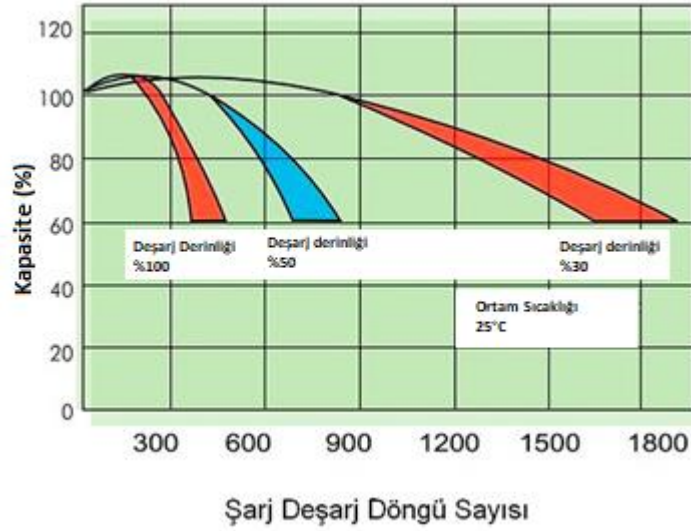


Şekil 3.6 : Örnek bir batarya şarj durum göstergesi.

3.2.6 Deşarj derinliği (DoD)

Deşarj derinliği, pilin kalan enerjisini takip etmenin başka bir yoludur. Basitçe, DoD, bir bataryadan Ah veya yüzde cinsinden boşalan şarjın ölçüsüdür. Diğer bir ifadeyle, bataryanın zarar görmeden, kapasitesinden ve ömründen kaybetmeden kullanabileceğimiz “faydalı kapasite”sidir. Bu değer altına da inilebilir ama bu durumda akü şarj-deşarj döngüsü (cycle) yani ömrü kısalmır.

Temel olarak yüzde olarak ifade edilirse, $DoD (\%) = 100 - SoC (\%)$. Şekil 3.7’de bir akünün uygulanan deşarj derinliğine oranla ömrünün (şarj deşarj döngüsü) ne kadar kısaldığı görülebilir.



Şekil 3.7 : Örnek bir bataryanın DoD / şarj-deşarj döngüsü gösterimi.

Görüldüğü gibi eğer akü %30 DoD (sadece toplam kapasitenin %30'u kullanılıyor, sonra şarj ediliyor ise) değerinde kullanılıyorsa 1800 kere yeniden şarj edilebiliyor. Bu akünün her gün kullanılıp şarj edildiğini hayal edersek 1800 döngü (cycle) yaklaşık 5 yıl eder. Yani böyle bir kullanımda (örnek: 100Ah'lık akünün sadece 30Ah'ini kullanmak ve daha fazladeşarj olmasına izin vermeden yeniden şarj etmek.) bu akünün ömrü ~5 yıl olacaktır. Grafikte %50deşarj derinliğinde ise ömrün yarıdan daha fazla düştüğü, 800-900 döngü (~2 yıl) ömrü kaldığı ve %100deşarj edildiğinde ise 300 döngü (1 yıldan az) ömrü olduğu görülebiliyor.

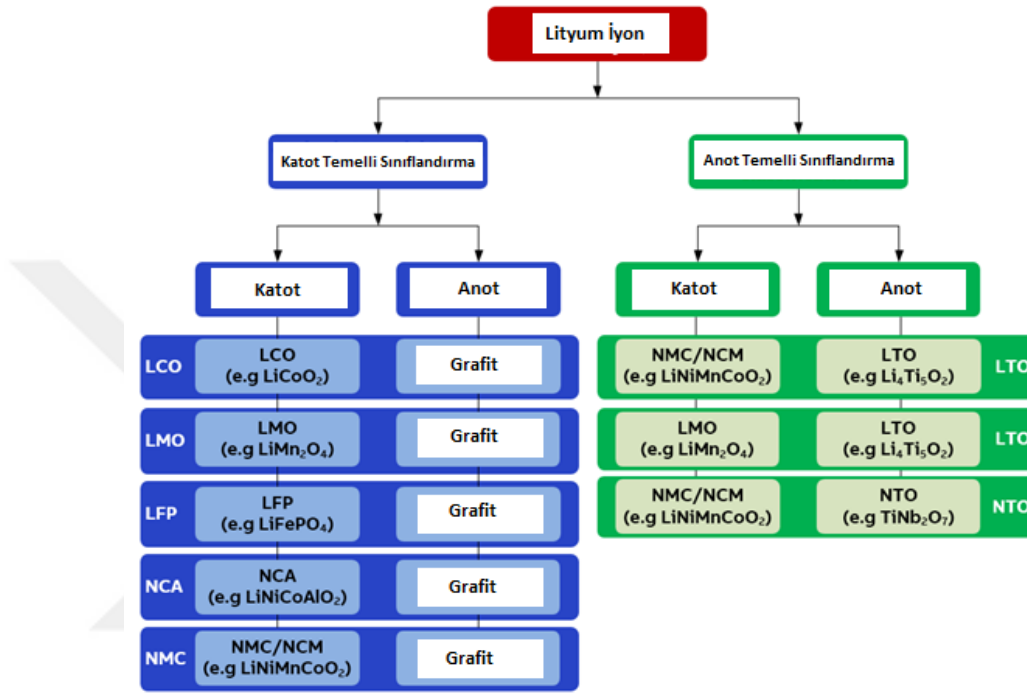
3.2.7 Kesme gerilimi (cut-off voltage)

Bu terim, pilin aşırı gerilim noktalarını ifade etmek için kullanılır. Akü, düşük kesme geriliminin altına kadar boşaltılmamalı veya yüksek kesme geriliminin üzerinde doldurulmamalıdır. Aksi takdirde, geri döndürülemez kimyasal reaksiyonlar meydana gelebilir, bu da pil sağlığının azalmasına ve hatta ısının bozulmasına (pilin tahrip olmasına) neden olabilir [29].

3.3 Lityum İyon Pil

Lityum iyon (Li-ion) pillerin kullanımı son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Diğer pil teknolojisi biçimlerine göre bazı belirgin avantajlar ve iyileştirmeler sunarlar. Bununla birlikte, tüm teknolojiler gibi, lityum iyon pillerin de dezavantajları vardır. Li-ion pil teknolojisinden en iyisini elde etmek için, teknolojinin yalnızca avantajlarını değil, sınırlamalarını veya dezavantajlarını da anlamak gerekir. Bu

şekilde güçlü yönlerine en iyi şekilde oynayacak şekilde kullanılabilirler. Çok hızlı bir şekilde ilerleyen lityum iyon pil teknolojisi ile, dezavantajlar ele alınmakta ve genel teknoloji iyileştirilmektedir. Bu ailede en çok bilinen batarya türleri Lityum Polimer ve Lityum İyon bataryalardır. Şekil 3.8’de Li-ion pil sınıflandırılması görülmektedir. Şekil 3.9’da ise Li-ion pil alt sınıflarının bazı değerler altında yaşam döngüleri gösterilmiştir.



Şekil 3.8 : Lityum-iyon pil sınıflandırması.

	Unom	Wh/kg	Sürekli Şarj C-değeri	Termal Sınır Değeri	Yaşam Döngüsü (0.5C, 100% DoD, 25°C)
LCO	3.6	150...240	0.5 C	~ 150°C	300 ... 700
LMO	3.7	100...150	0.5 C	~ 250°C	300...1000
NCA	3.6	130...240	1 to 1.5 C	~ 150°C	300...1000
NMC	3.7	150...220	1 to 1.5 C	~ 210°C	1000...4000
LFP	3.2	90...120	1 to 1.5 C	~ 270°C	1000...5000
LTO	2.3	85...130	3 to 5 C	Elverişli değil	>20000

** Değerler 1C değeri ve 25 °C' de % 100 DoD döngülerine karşılık gelmektedir.

Şekil 3.9 : Lityum-iyon pil alt sınıfları yaşam döngüleri.

Çizelge 3.2 lityum iyon bataryaların avantaj ve dezavantajları gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 : Lityum bazlı bataryaların avantaj ve dezavantajları [30].

Avantajları	Dezavantajları
- Yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. Birim alanda daha fazla enerji verir.	- Diğer tip bataryalar kadar dayanıklı değildirler, bu sebeple mutlaka koruma devresinin bulunması gerekir.
- İç deşarj akımı göreceli olarak daha düşüktür.	- Toplam şarj/deşarj çevrim ömrü düşüktür.
- Çalışması için bakıma ihtiyaç duymamaktadır. Performansının devamı için belli periyotlarda dolum boşalım yaptırtmaya gerek yoktur.	- Uçaklarda Lityum bazlı bataryaların taşınımı sınırlıdır. Kısa devre olma riskinden ötürü her uçakta taşınabilecek toplam batarya ayrı ayrı taşınması koşulu ile sınırlı sayıdadır; bu sebeple genelde denizyoluyla taşınmaktadır.
- Ürün çeşitliliği oldukça fazladır. Bazı modeller telefon gibi kısıtlı alanın olduğu yerlerde idealken, daha yüksek enerji yoğunluğuna sahip modeller elektrikli araçlarda kullanılabilir.	- Maliyetinin göreceli olarak daha yüksek olması (Nikel-Kadmiyum bataryaya göre hücreleri yüzde 40 daha pahalıdır).
- Kısa sürede şarj olabilirler.	- Teknoloji göreceli olarak yenidir ve hala geliştirilmesine devam edilmektedir. Henüz tam olarak olgunlaşmamıştır, kendini kanıtlaması için daha uzun yıllar kullanılması gerekmektedir.
Raylı sistem uygulamalarında katenersiz işletmeye imkan sunmaktadır.	
Daha az emisyon	

Raylı sistem uygulamaları özelinde bilinmesi gereken bir nokta da şudur ki; pil üreticileri sistem tasarımlarını raylı sistem teknolojisine göre yapmamaktadır. Bu durum sistem tasarımcılarına uygulama için dikkat etmesi gereken bir kaç önemli hususu ortaya çıkarmaktadır. Bunlar;

- Sistem ihtiyaçlarını, gereksinimlerini iyi anlamak
- Doğru hücre kimyasalını belirlemek
- Traksiyon sistemi performansı ile uyuşması incelemek

- Hücreslerin izlenmesi ve sıcaklık yönetimi/kontrol sisteminden emin olmak (BTMS)
- Araç ile mekanik olarak entegrasyona odaklanmak





4. KOCAELİ'DE RAYLI SİSTEMLER VE TARİHÇESİ

Kocaeli, Türkiye'nin en kalabalık onuncu şehri ve ülkenin en büyük sanayi ve ticaret kentlerinden biridir. İlin yüzölçümü 3.397 km²'dir ve 2019 itibarıyla 1.953.035 kişilik nüfusa sahiptir.

Kocaeli, 2018 yılı verisine göre gayri safi yurt içi hasıla bakımından 150,1 milyar TL ile ülkenin dördüncü büyük ilidir. Kişi başına düşen gelirde ise 79.254 TL ile ilk sırada yer almaktadır. Kocaeli'nin GSYİH'a yaptığı katkının yüzde 69.9'u sanayi sektöründedir. TÜPRAŞ, Hyundai Assan, Ford Otosan, Honda, Anadolu Isuzu, Pirelli, Goodyear, Pakmaya, Aygaz, Milangaz, Petrol Ofisi, Kordsa, Çelikkord, Nuh Çimento, Marshall, Polisan, CBS, Mannesman Boru gibi önemli markaların fabrikaları bulunmaktadır. Türkiye'de tüketilen toplam elektriğin yüzde 10'u Kocaeli'de üretilmektedir. Kocaeli'de 100'ü aşkın yabancı sermayeli sanayi kuruluşu vardır. İlde 7'si faal olmak üzere 12 organize sanayi bölgesi vardır.



Şekil 4.1 : Kocaeli'nin ülke içerisindeki konumu.



Şekil 4.2 : Kocaeli'nin ilçeleri.

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2' de Kocaeli'nin Türkiye içindeki konumu ve Kocaeli'nin ilçelerini gösteren haritalara yer verilmiştir. Kocaeli'den söz ettikten sonra Kocaeli raylı sistem geçmişine değinebiliriz.

4.1 Kocaeli Tramvay Projesi (Akçaray)

Akçaray; İzmit, Kocaeli'de hizmet veren tramvay hattıdır. Kocaeli'nin ilk ve şu an için tek tramvay hattı olma özelliğini taşımaktadır.

Hattın yapım ihalesi 20 Mayıs 2015 tarihinde gerçekleştirilmiştir. İhaleyi 113 milyon 990 bin TL bedelle Gülermak firması kazanmış ve 19 Ekim 2015 tarihinde projenin temel atma töreni gerçekleştirilmiştir. Hattın projelendirme aşamasında mevcut güzergahının dışında yürüyüş yolu diye bilinen eski demiryolu tartışmalara neden olmuştur.

21.07.2015 tarihinde Kocaeli belediyesinin açtığı 12 adet tramvay aracı ihalesini Durmazlar firması % 60 yerli katkı ile kazanmıştır. 22.11.2017 tarihinde ise yolcu talebinin artması ve planlanan uzatma hatları dikkate alınarak 6 adet tramvay aracı alım ihalesi daha yapılmış ve bu kapsamda Durmazlar firması tarafından tedarik edilmiştir.

Hat, 17 Haziran 2017 tarihinde törenle hizmete açıldı ve 20 dakikada bir Otogar ile Sekapark arasındaki 14,8 km'lik hatta bulunan 11 istasyon arasında hizmet vermeye başladı. Hattın ikinci etabı olan Sekapark - Plajyolu kısmının ilk 4 istasyonu 9 Şubat 2019 tarihinde hizmete açıldı. 2019 yılı Kasım ayında hatta 1 durak daha eklenerek

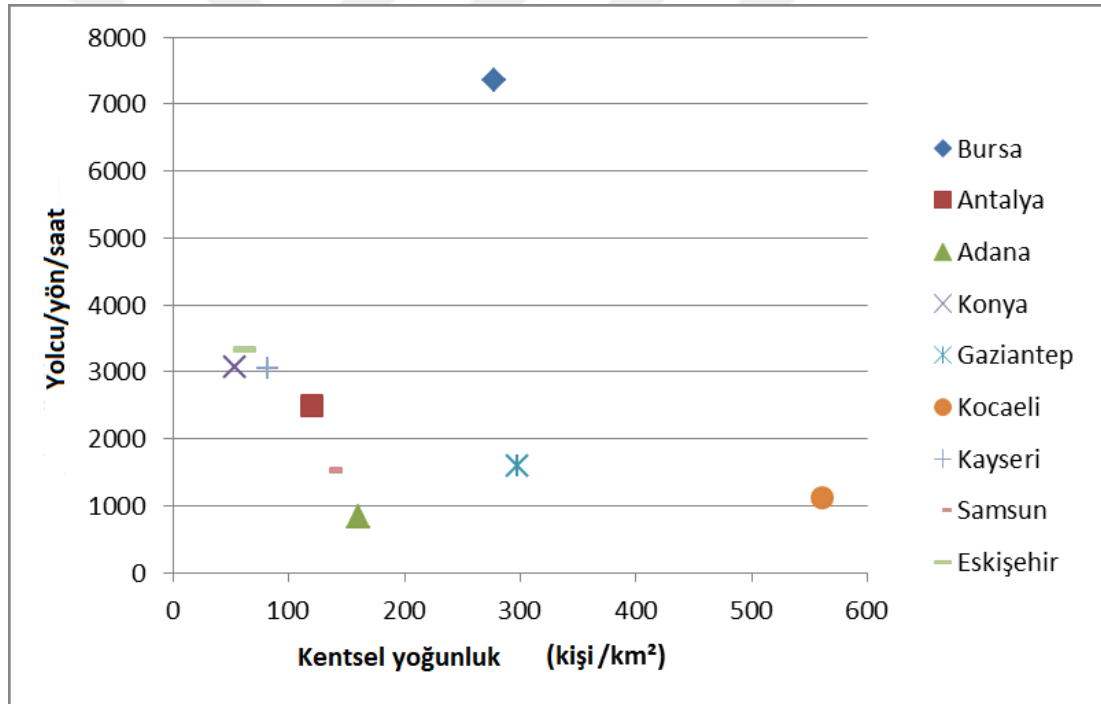
Plajyolu'na kadar tramvay ulaşmıştır. Kuruçeşme'ye kadar yapılacak uzatma hattının ihalesi 2020 yılında yapılacaktır.

2017 yılı Haziran ayında açılan hatta 2019 yılı Kasım ayına kadar 23 milyon yolcu taşındı [13].

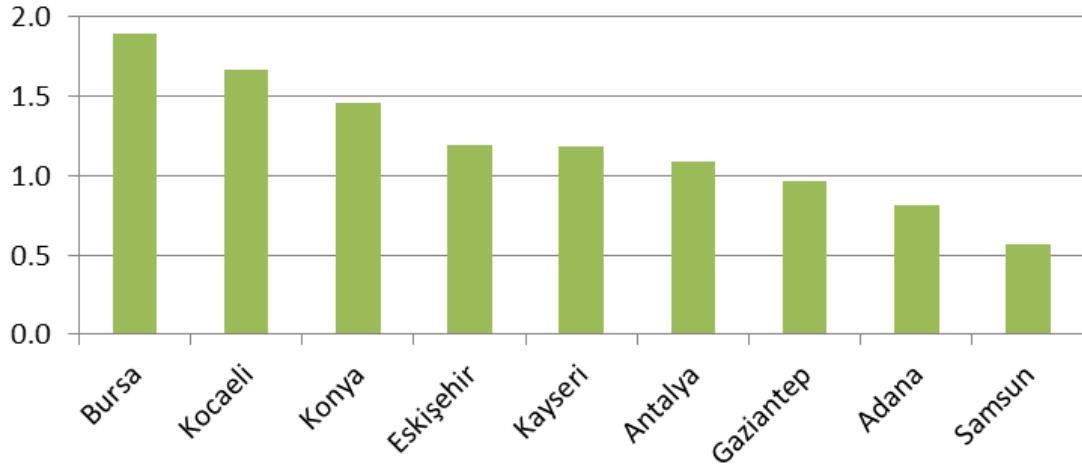
Üç büyük şehir dışında, raylı sistem barındıran illeri kapsayan bir çalışmada, Kocaeli Akçaray tramvay projesi Türkiye genelinde önemli ve verimli bir hat olma özelliği taşıdığını göstermiştir. Bu çalışma iki karşılaştırma yöntemi içermektedir. Bunlar;

- Yolcu/yön/saat – Şehir popülasyonu
- Km başına taşınan yolcu sayısı

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te sırasıyla Türkiye'de üç büyük şehir dışında raylı sistem barındıran illere ait karşılaştırma çizelgeleri bulunmaktadır [31].



Şekil 4.3 : Yolcu/yön/saat – kentsel yoğunluk (kişi/km²) karşılaştırması.



Şekil 4.4 : Verimlilik oranı (milyon kişi/km).

Şekil 4.5’de Akçaray tramvay projesi güzergahı gösterilmiştir. Devamında hatta yürüyen tramvay aracına ait özellikler gösterilmektedir [32].

4.2 Kocaeli Tramvay Projesi (Akçaray) Yapımı Düşünülen Uzatma Hatları

Kocaeli ana tramvay hattı üç etap halinde uzatılması planlanmaktadır. Bu hatlar aşağıda gösterilmiştir.

- Kuruçeşme Uzatma Hattı ~900 m uzunluk - (H1)
- Stadyum Uzatma Hattı ~5700 m uzunluk - (H2)
- Şehir Hastanesi Uzatma Hattı ~3060 m uzunluk - (H3)

4.3 Gebze – Darıca Metro Hattı

Kocaeli’nin ilk metrosu olacak olan Gebze – Darıca metrosu, Kocaeli’nin Gebze, Darıca ilçelerinde inşaat halinde olan metro ağıdır. Sistem, Darıca’dan Gebze’ye kuzeye uzanan 14,6 km uzunluğunda tek bir hattın oluşması planlanmaktadır. Hat, YHT ve şehirlerarası trenlerle birlikte, Marmaray banliyö trenlerinin Gebze Tren İstasyonu’nda İstanbul’a geçişi sağlayacaktır. Gebze ve Darıca’nın Kocaeli’de yer almalarından dolayı metro sistemi Türkiye’de il merkezi dışındaki ilk metro ağı olacaktır.



Şekil 4.5 : Kocaeli tramvay hattı (Akçaray) güzergahı [32].

Araç özellikleri; Araç teknik özellikleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de gösterilmiştir [32].

Çizelge 4.1 : Araç teknik özellikleri [32].

Ana özellikleri	%100 Alçak Tabanlı Çift Yönlü Tramvay, 750 V DC
Araç boyu	33 m
Araç genişliği	2.650 mm
Araç yüksekliği	3.500 mm
Koltuklar	50
Ayakta yolcu kapasitesi (8 Kişi/m ²)	240
Toplam yolcu kapasitesi	290
En yüksek hız	70 km/h
Araç taban yüksekliği	350 mm
%100 yerli tasarım, yerli teknoloji, yerli üretim	

Çizelge 4.2 : Tramvay motor bogie, 750 V DC (teknik özellikler) [32].

Ray genişliği	1.435 mm
Tekerlek çapı (yeni/eski)	650 mm / 570 mm
Akslar arası mesafe	1.850 mm
Anma güç	4 x 68 kW
Fren sistemi	Hidrolik - Manyetik Fren Sistemi
30 Yıl ömür testlerini tamamlamış, çevreci ve güvenli tasarım.	

900 metrelik bir bölüm dışında, metro hattının çoğu yeraltında olması planlanmaktadır. Gebze metro hattında 1080 yolcu kapasiteli, 4 araçtan meydana gelen sürücüsüz metrolar kullanılacak. Yolculuk süresinin 19 dakika olması ve öngörülen günlük yolcu sayısının 4,800 civarında olması beklenmektedir.

Gebze'nin kuzeyindeki Pelitli'de bir bakım tesisi ve bir kontrol merkezi yapılacaktır. Metronun inşasına 2018 yılının sonlarında başlandı ve 2023'te açılması beklenmektedir. Metro ağının inşaatı, 18 Eylül 2019 tarihinde yayımlanan Resmî Gazete ile Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'na devredilmiştir [33].



Bu bölümün başında Kocaeli'nin Türkiye'deki önemini açıkladığımız ve üç büyük şehir dışında raylı sistem barındıran illeri kapsayan çalışmada da görüleceği gibi, Kocaeli nüfus bakımından dinamik bir yapıya sahip olmakla beraber artan nüfus ile birlikte ilerleyen zamanlarda Kocaeli'ne daha fazla raylı sistem yatırımının kaçınılmaz olacağı görülmektedir.



5. ŞEHİR HASTANESİ UZATMA HATTI SİMÜLASYONU

Bu tez kapsamında, yapımı düşünülen Şehir Hastanesi Uzatma Hattı Projesi'nin kısmen katener ve araç üstü enerji depolama sistemi uygulama simülasyonu yapılmıştır. Yapılan benzetim (simülasyon) çalışması, tedarik edilen araç bilgileri ve hat modelleri ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçların sunulması amaçlanmıştır. Simülasyon çalışması sonucu elde edilen koşu performansı ve enerji tüketim verileri, varsayılan simülasyon modelleri ile birlikte gösterilecektir.

Bu tez çalışmasında sunulan tüm hesaplamalar ve simülasyonlar Matlab / Simulink yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Matlab / Simulink aynı zamanda hat profili simülasyonu için ABB'ye özel bir araç olan TRAC Tool'un temelini oluşturmaktadır.

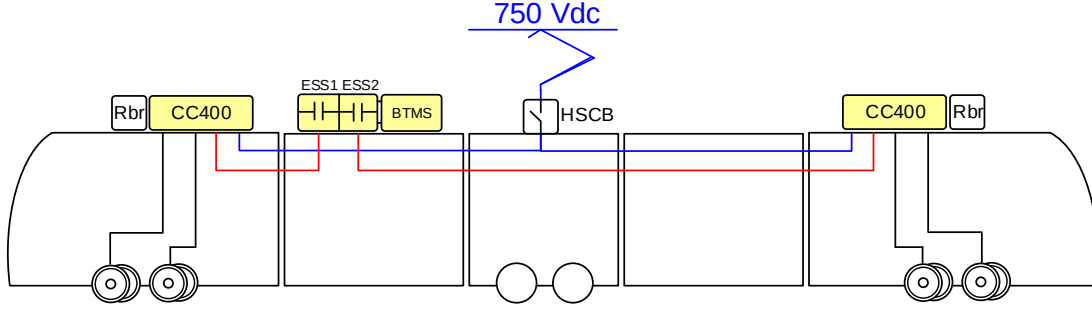
Şehir Hastanesi Uzatma Hattı beş istasyondan oluşmaktadır. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından paylaşılan hatta ilişkin veriler bu tez kapsamında gerçekleştirilecek simülasyonun en temel verilerini oluşturmaktadır. Simülasyon için diğer önemli veri ise araç verileridir.

Araç üstü enerji depolama sisteminin öncelikle katenersiz bölgede tramvay aracını hareket ettirmesi için gereken enerjiyi sağlaması düşünülerek tasarlanmıştır. Araç katenerli bölgeye girdiğinde ise, katener hattını besleyen trafo merkezleri vasıtasıyla araç üstü enerji depolama sistemi şarj edilecektir.

Simülasyon çalışması için gerekli olan araç verileri, hat verileri ve kurulması düşünülen araç üstü enerji depolama sistemi teknik verilerine aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

5.1 Araç Kavramı

Araç üstü enerji depolama sistemi ile birlikte gösterilmiş “araç kavramı” Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 : Araç kavramı.

5.2 Araç Bilgileri

Araç üstünde kurulu traksiyon sistemi ve araç teknik verileri Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1 : Traksiyon sistemi – araç teknik verileri.

Araç bilgileri	
Anma gerilim	750 V DC
Maksimum hız	70 km/h
Maksimum hız (ESS modu aktif)	20 km/h
Maksimum hızlanma ivmesi	1.2 m/s ²
Maksimum yavaşlama ivmesi	1.3 m/s ²
Yardımcı güç	35 kW
Isıtma gücü	0 kW
Tahrik bilgileri	
Cer konvertörü sayısı	2
Motor sayısı	8
Tekerlekteki maksimum güç (çekiş/frenleme)	875 kW / 1500 kW
Maksimum çekiş gücü (çekiş/frenleme)	90/90 kN (yarı aşınmış tekerlek)
Tekerlek çapı	650 mm (yeni) 570 mm (aşınmış, eskimiş)

Kurulması düşünülen araç üstü enerji depolama sistemi teknik verileri Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 : Enerji depolama sistemi teknik verileri.

Enerji depolama sistemi teknik bilgileri	
Hücre	
Hücre kimyası	Lityum Titanat Oksit (LTO)
Üretici	Toshiba
Biçim faktörü	Prizmatik
Anma kapasite	23 Ah
Anma gerilim	2.3 V
Modül	
Üretici	ABB
Konfigürasyon	24s2p
Anma kapasite	2.54 kWh
Anma gerilim	55.2 V
Soğutma	Sıvı soğutma
Sistem bilgileri (15.25 kWh ESS)	
Üretici	ABB
Modül konfigürasyonu	6s1p
Anma kapasite	15.25 kWh
Maksimum SoC kullanım aralığı	10 to 90%
Anma gerilim, Vn	331 V
Batarya OCV aralığı	305...357 V DC (10...90% SoC)
Deşarj kesme gerilimi	217 V (mutlak sınır)
Şarj kesme gerilimi	389 V (mutlak sınır)
C-değeri	
Tepe C değeri (30s & 25°C)	6C
Sürekli C değeri	3C
*Şarj-deşarj kesme gerilim değerlerine ulaşılmadığı sürece.	
*C-değeri, yük döngüsü verilerine göre tanımlanacaktır.	

Sistem ömür değerleri & soğutma	
Takvim ömrü	≥ 9 yıl
Soğutma tipi	Sıvı soğutma
Ortam koşulları	
Ortam sıcaklık aralığı	-25...+45°C
Maksimum yükseklik	≤1000 m
Nem (işleme & bekleme durumu)	%95'e kadar

Kurulması düşünülen araç üstü enerji depolama sistemi mekanik verileri Çizelge 5.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.3 : Enerji depolama sistemi mekanik verileri.

Boyutlar (L x W x H)	1550 x 1050 x 525 mm
Ağırlık (30.5 kWh ESS için)	530 kg ± 5%
Koruma derecesi	IP 65
Montaj yeri	Çatı (araç üstü)

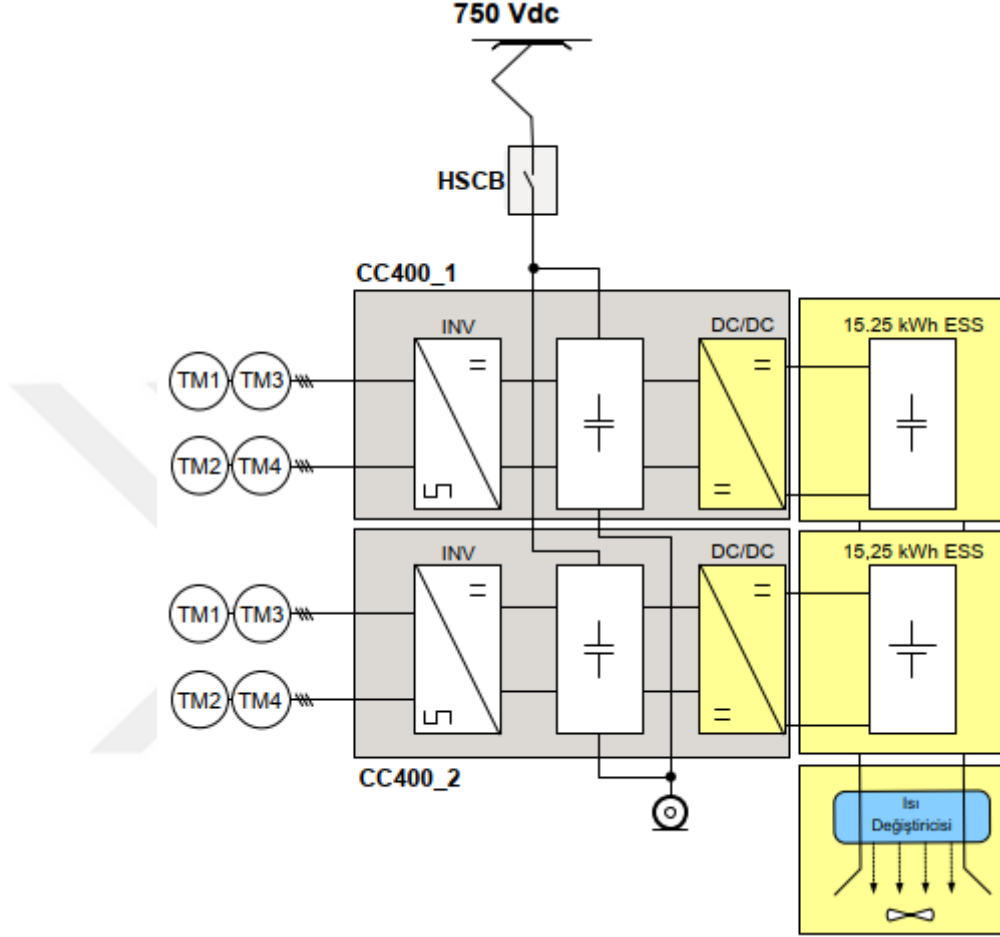
ABB enerji depolama sistemine ait görsel Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2 : Enerji depolama sistemi görseli (ABB).

5.3 Ana Güç Devresi

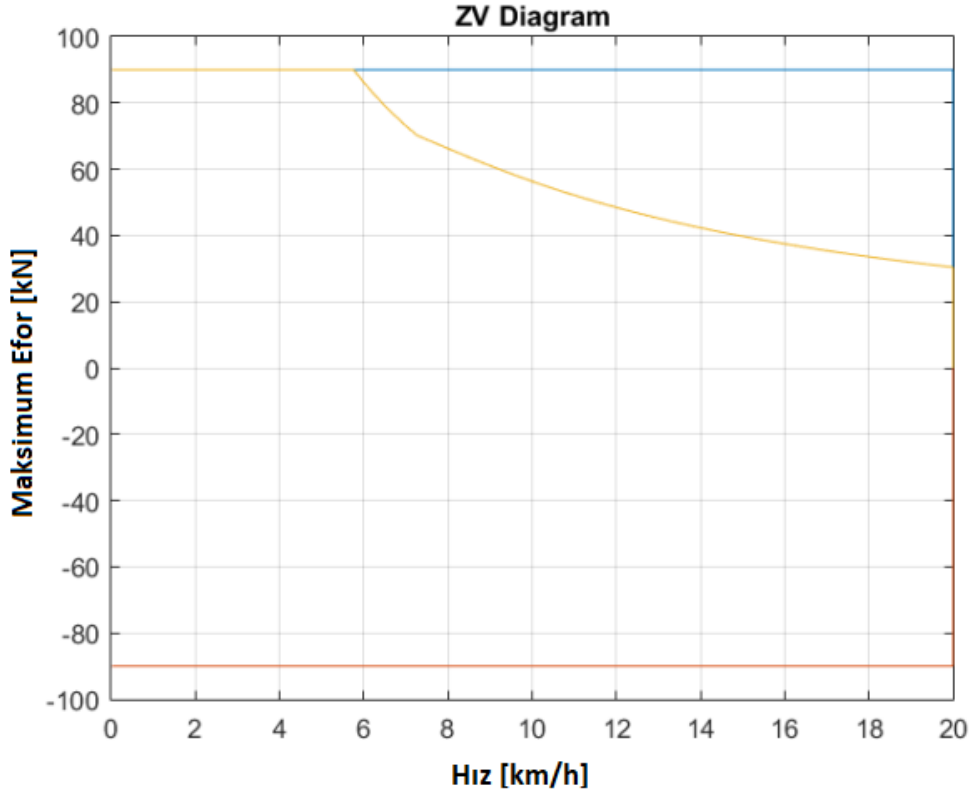
Araç üstünde kurulu traksiyon sisteminde kullanılması düşünülen araç üstü enerji depolama sistemi ana güç devresi Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3 : Traksiyon sistemi ana güç devresi gösterimi.

Araç üstü enerji depolama sistemi, kısmen katenerli sistemin kurulmasına imkan vermek amacıyla bütün araçlara birebir aynı sistemin kurulması düşünülerek tasarlanmıştır ve araç katenersiz bölgede maksimum 20 km/h veya daha düşük hızlarda seyir etmesi düşünülmüştür.

Şekil 5.4'te çekiş gücü - hız diyagramı katenersiz bölge sürüşü düşünülerek gösterilmiştir.



Şekil 5.4 : Hız – çekiş gücü efor diyagramı (araç üstü enerji depolama sistemi ile).

Enerji depolama sistemi, 120 kW'lık bir tepe deşarj ve şarj gücüne (tramvay başına 240 kW) dayanmaktadır ve katenersiz bölgede sürüş sırasında araç yardımcı güç tüketimi (AC + DC yükler), araç işletmede iken 35 kW (%50 yük) ile sınırlandırılacaktır.

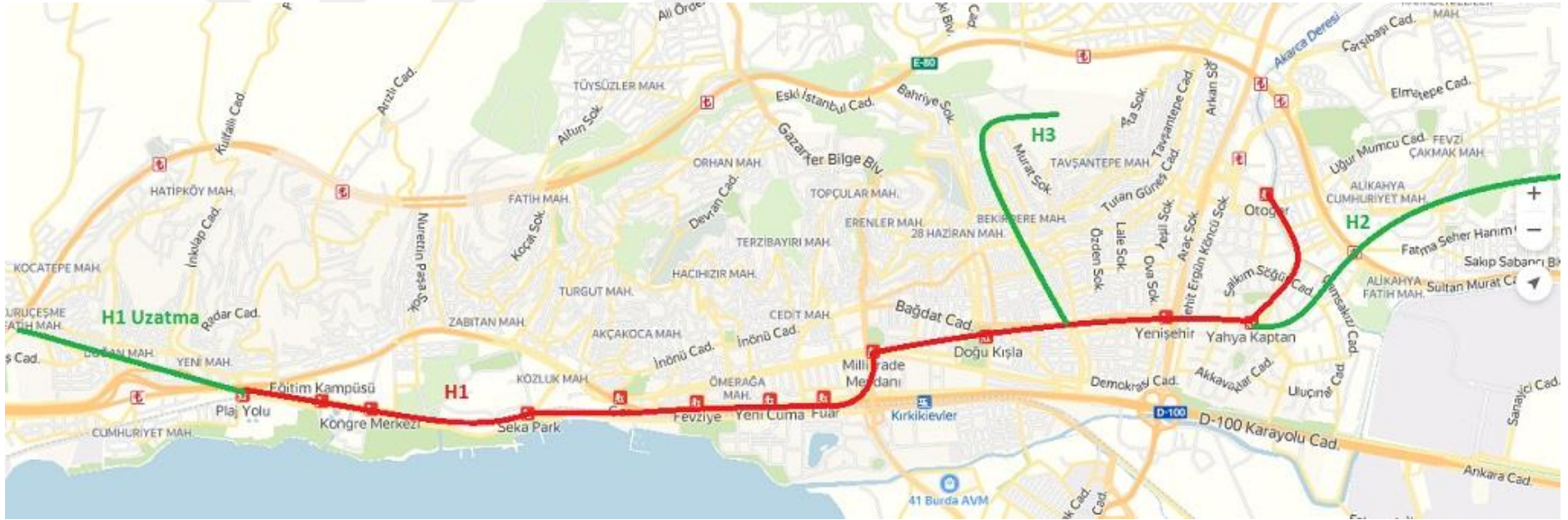
5.4 Hat Bilgileri

Tez kapsamında daha önce 4 numaralı başlıkta sözü edilen yapımı düşünülen H1, H2 ve H3 uzatma hatlarının harita gösterimi Şekil 5.5'te gösterilmiştir.

Şekil 5.6'da ise Kocaeli Şehir Hastanesi Uzatma Hattına (H3) ait hat görseli yakın gösterimi bulunmaktadır.

5.4.1 Şehir hastanesi uzatma hattı (H3) eğim bilgileri

Çizelge 5.4'de Şehir Hastanesi Uzatma hattına (H3) ait eğim bilgileri verilmiştir.



Şekil 5.5 : H1, H2 ve H3 uzatma hatları harita gösterimi.

Çizelge 5.4 : H3 - Şehir hastanesi uzatma hattı eğim bilgileri.

Baş [m]	Son [m]	Eğim [%]		Baş [m]	Son [m]	Eğim [%]
0	16	3,100		977	1194	1,600
16	96	0,000		1194	1332	2,696
96	230	0,884		1332	1431	1,000
230	339	1,160		1431	1516	3,209
339	444	1,735		1516	2091	4,895
444	583	1,350		2091	2276	4,000
583	684	2,945		2276	2420	0,500
684	790	0,497		2420	2734	3,213
790	867	1,253		2734	2880	-1,684
867	977	2,597		2880	3060	0,000

5.4.2 Şehir hastanesi uzatma hattı (H3) kurp bilgileri

Çizelge 5.5'te Şehir Hastanesi Uzatma hattına (H3) ait kurp bilgileri verilmiştir.

Çizelge 5.5 : H3 - Şehir hastanesi uzatma hattı kurp bilgileri.

H3 – Şehir Hastanesi Uzatması		
Baş [m]	Son [m]	Yarıçap [m]
100	167	-250
324	391	700
518	555	150
567	599	-75
650	689	80
763	831	-150
925	981	200
1006	1062	-230
1094	1152	100
1177	1242	-185
1285	1349	160
1399	1466	-525
1492	1578	700
1742	1860	110
2136	2250	100
2471	2581	-1500
2694	2799	300

5.4.3 Şehir hastanesi uzatma hattı (H3) durak bilgileri

Çizelge 5.6’da Şehir Hastanesi Uzatma hattına (H3) ait durak bilgileri km bilgisi olarak verilmiş ve çizelge hattın eğim bilgisi ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 5.6 : H3 - Şehir hastanesi uzatma hattı durak isimleri, km ve eğim bilgileri.

İstasyon İsmi	Baş [m]	Eğim [%]	
<u>Hat başı</u> Mehmet Ali Paşa İstasyonu	0	3,1	Katenersiz
	16	0	
Kanal boyu İstasyonu	54		
	96	0,884	
	230	1,16	
	339	1,735	
	444	1,35	
	583	2,945	
Turan Güneş İstasyonu	617		
	684	0,497	
	790	1,253	Katenerli
	867	2,597	
	977	1,6	
	1194	2,696	
	1332	1	Katenersiz
Başaran İstasyonu	1373		
	1431	3,209	
	1516	4,895	
	2091	4	Katenersiz
	2276	0,5	
FTR Hastane İstasyonu	2365		
	2420	3,213	
	2734	-1,684	Katenersiz
	2880	0	
Şehir Hasta nesi İstasyonu	2915		Katenersiz
Hat sonu	3060		

Simülasyon yapılırken dikkat edilen bazı çalışma koşulları Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7 : Simülasyon için baz alınan çalışma koşulları.

Araç maksimum işletme hızı (katenersiz bölge sürüşünde)	20 km/h			
Son istasyonda bekleme süresi	3 dk			
Yardımcı güç toplamı	35 kVA			
Duraklarda durma süresi	20 sn			
Seyahat sırasında trafikten dolayı durma kalkma sayısı haritada yer alan kavşak adetleri olarak alınmıştır. Gerçek değer değişiklik gösterebilir.				
	Başlangıç	Bitiş	Durak Sayısı	Kavşak Sayısı
H3	Kanalboyu	Şehir Hastanesi	5	2

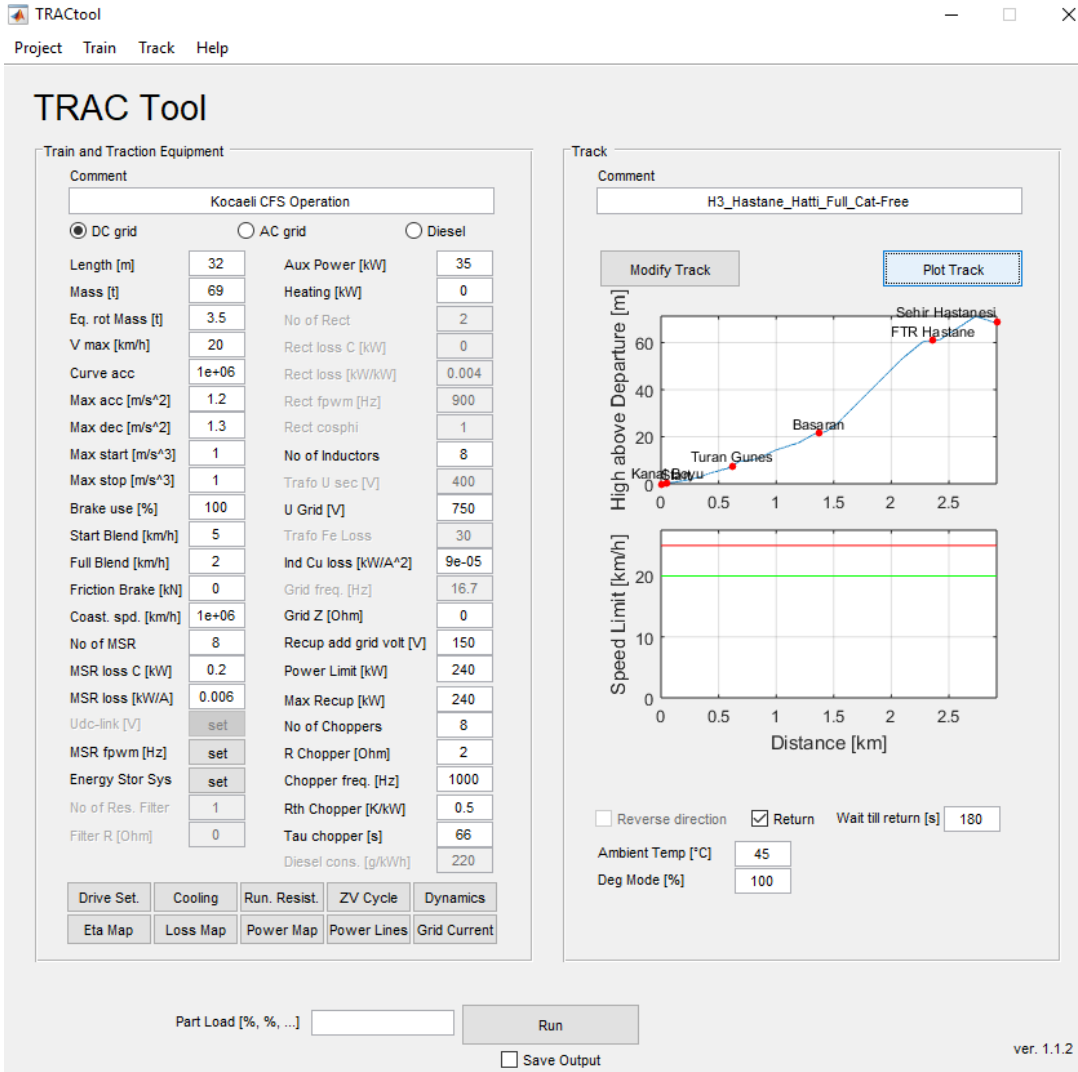
H3 uzatma hattı boyunca istasyon başlangıç km bilgileri ve istasyonlarda bekleme sürelerini içeren bilgiler Çizelge 5.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.8 : İstasyon km bilgileri – istasyonda bekleme süresi.

km	İstasyon	Bekleme süresi
0	Başlangıç	
0.05	Kanal Boyu	20 s
0.62	Turan Güneş	20 s
1.37	Başaran	20 s
2.37	FTR Hastane	20 s
2.9	Şehir Hastanesi	180 s

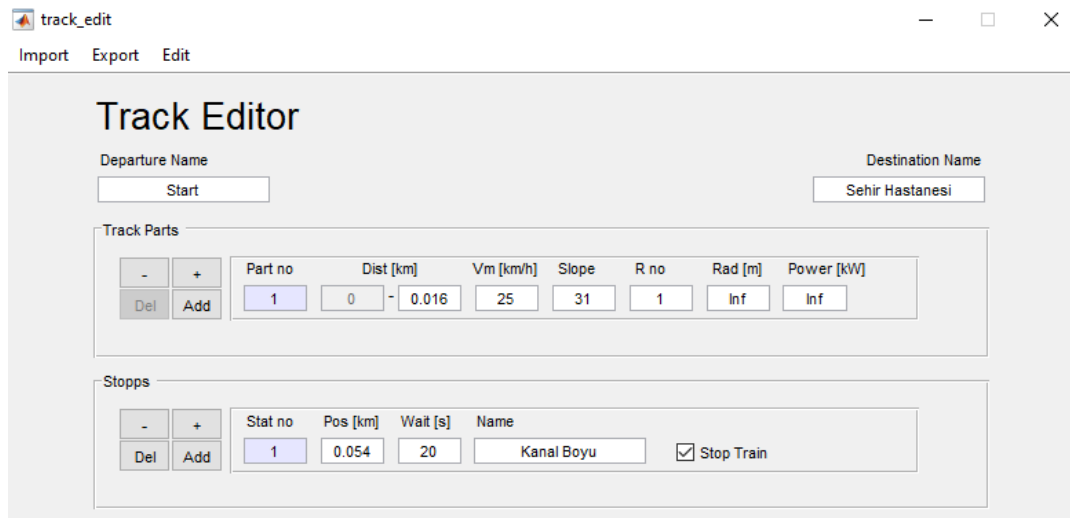
Bu detaylı bilgiler verildikten sonra Matlab TRAC Tool yazılımına işlenmiş ve simülasyon sonuçları elde edilmiştir.

Şekil 5.7’de TRAC Tool programı arayüzüne yer verilmiştir. Programın sol tarafına araç ve sistem verileri sağ tarafına ise hat verileri girilmesi gerekmektedir.



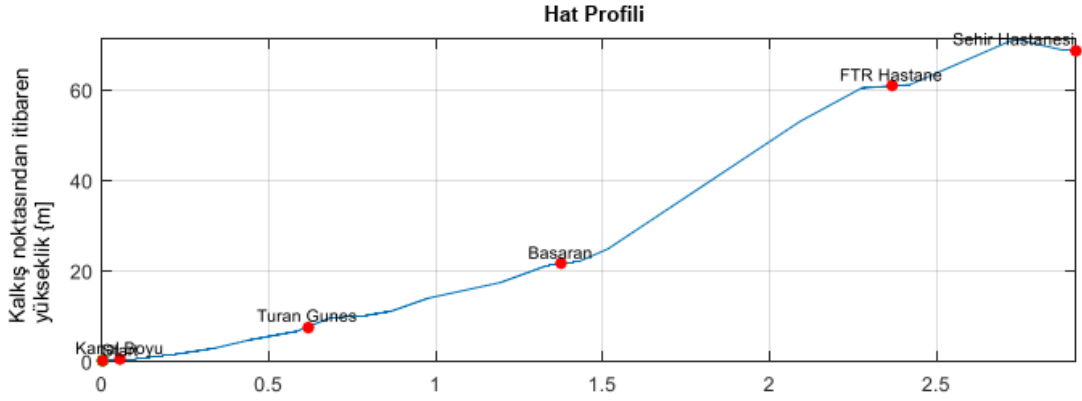
Şekil 5.7 : TRAC Tool programı arayüzü.

Şekil 5.8’de TRAC Tool programında hat verilerinin girileceği arayüz gösterilmiştir.

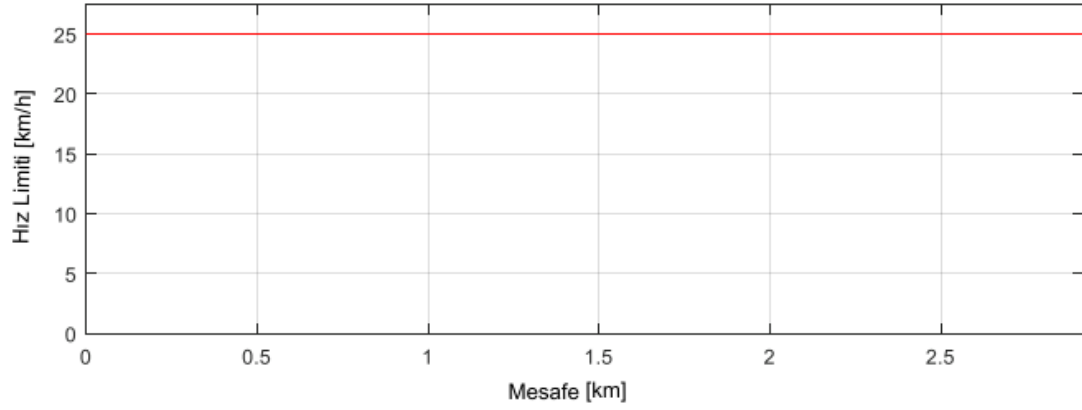


Şekil 5.8 : TRAC Tool programı hat bilgileri arayüzü.

Hat verileri ve hız limit değeri girildikten sonra program hat profilini ve hız limit grafiğini oluşturmaktadır. Şekil 5.9’da ve Şekil 5.10’da bu grafiklere yer verilmiştir.



Şekil 5.9 : TRAC Tool hat profili görseli.



Şekil 5.10 : TRAC Tool hız limiti görseli.

Programa girilen veriler sonrasında araç hatta koşturulmuş ve simülasyon sonuçları elde edilmiştir. Simülasyon sonuçları bir sonraki bölümde detaylı olarak ele alınmıştır.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Simülasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tez kapsamında ele aldığımız sistemin simülasyon sonuçlarının değerlendirmesine geçmeden önce genel olarak bir hattın simülasyon çalışması yapılması istendiğinde göz önüne alınması gereken bazı önemli noktalar bulunmaktadır ve burada kısaca değinilmiştir.

Simülasyon çalışmasının öncelikle müşteri isterlerini karşılaması beklenmektedir. Bu isterlerin yanında simülasyon çalışması için bazı kritik verilerde ön plana çıkmaktadır. Bunlardan bazıları, hat verileri (kurp, eğim, sürüş direnci (running resistance), hat uzunluğu, istasyon sayısı vb.), araç verileri (efor, hız, hızlanma ve frenleme ivme değerleri, ağırlık vb.), araçların yük mü? yoksa yolcu mu? taşıyacağı ve arka planda bu bilgilerin çalışacağı programda ki yazılım detayları sonuçlar açısından önemlidir. Örnek vermek gerekirse;

Tamamen katenersiz sistem simülasyonu (Enerji depolama sistemi sürüşü)

Genel olarak yeni yapılan hatlarda uygulanabilir. Bu sistemin uygulanabilmesi için hat eğimi, hız, yardımcı güç ihtiyacı ve işletme verileri belirleyici ana kriterlerdir. Genellikle yüksek güç ve yüksek enerji gereksiniminin aynı anda istenmesi durumunda uygulanabilir bir sistem olmamaktadır. Örneğin;

İstasyon şarjlı sistem; Hat başlarında ve istasyonlarda özel katener sistemi kurulması gerekmektedir. Enerji depolama sistemi şarjlı hat sonlarında ve istasyonlarda araçların beklemesi sırasında yapılmaktadır.

Hat başında ve/ya sonunda şarjlı sistem; Bu durumda en yüksek enerji depolama sistemi kapasitesi ihtiyacı doğmaktadır ve sistem limitlerini enerji depolama sistemi boyutları belirlemektedir.

Kısmi katenerli sistem simülasyonu

Genel olarak mevcut hatların kısa mesafelerde uzatılması yada mevcut hattın geçtiği bölgedeki katener sisteminin oluşturduğu kötü görüntüyü ortadan kaldırmak için uygulanabilir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Genellikle mevcut hatta çalışan

araçlarda küçük modifikasyonlar yapılarak ve araç ağırlığı çok fazla arttırılmadan, limitli kapasitede enerji depolama sistemi eklenilerek kısmi katenerli sisteme geçilebilmektedir. Genellikle kısmi katenerli operasyondaki güç optimizasyonu direkt olarak kapasiteyi belirleyeceğinden kısa mesafedeki bu geçişler için araç tam performans (ivmelenme ve yardımcı güç) çalışması beklenmemektedir.

Örneğin; Katenerli operasyonunda hızlanma/frenleme ivmesi $1.2/1.3 \text{ m/sn}^2$ istenirken, enerji depolama sistemi sürüşünde hızlanma/frenleme ivmesi $0.6/0.9 \text{ m/sn}^2$ istenebilmektedir. Benzer şekilde yardımcı güç ihtiyacı katenerli operasyonda %100 istenirken, bataryalı sürüşte %50 istenebilmektedir.

Genel olarak enerji depolama sistemleri günden güne gelişen bir teknoloji olmakla birlikte raylı sistemler özelinde bir çok avantaj sunmaktadır. Bu avantajlardan bazıları,

- Pik güç azaltımı
- Sürüş performansı artırımı
- Katenersiz işletme olanağı
- Daha az bakım
- Daha az karbon salınımı
- Yüksek şarj-deşarj kapasitesine sahip olması (LTO özelinde)

Bu genel bilgilere değindikten sonra bu tez kapsamında, yapımı düşünülen Şehir Hastanesi Uzatma Hattı Projesinin kısmen katener ve araç üstü enerji depolama sistemi uygulama simülasyonu yapılmış ve sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Bu tez çalışmasında sunulan tüm hesaplamalar ve simülasyonlar Matlab / Simulink yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Yapılan simülasyon çalışması sonuçları, Bölüm 5'te değinilen verilerin Matlab TRAC Tool yazılımına işlenmesi sonrası elde edilmiştir.

Kısmen katenerli yapılması düşünülen bu hat özelinde hat verileri ile yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda enerji bakımından araç üstü enerji depolama sistemi olarak $> 20 \text{ kWh}$ enerji depolama sistemi kurulması yeterli görüldüğü anlaşılmıştır. Buna ek olarak yedeklilik burada çok kritik öneme sahiptir çünkü araç

üstünde bulunan bir dönüştürücünün (konvertörün) hizmet dışı kalması durumunda dahi operasyonun/işletmenin aksamaması sağlanacaktır.

Araç üstü enerji depolama sistemi öncelikle katenersiz bölgede tramvay aracını hareket ettirmek için gereken enerjiyi sağlaması düşünülerek tasarlanmıştır. Araç katenerli bölgeye girdiğinde ise, katener hattını besleyen trafo merkezleri vasıtasıyla araç üstü enerji depolama sistemi şarj edilecektir.

Tez kapsamında incelenen sistem 2×20 kWh'lik kurulu güce sahip (yedekli) bir sistemdir. Bu sistemin araç verilerine (ağırlık vs.) ve araç performansına etkisi olmayacağı ve aynı zamanda araç üstü mekanik sistemine uyumlu olacağı ve sistemin maksimum aks yükü sınırları içinde olacağı görülmüştür.

Simülasyon çalışması sonucunda 2×20 kWh'lik enerjiye sahip araç üstü batarya sistemi ile sadece eğimin neredeyse %5 seviyelerine ulaştığı Başaran İstasyonu'ndan başlayan yaklaşık 800 m'lik mesafe için çift yönlü bir katener sistemi kurulması yeterli olacaktır. Bu katener sistemi mevcut hatta olduğu gibi bir trafo merkezi vasıtasıyla aracı beslemesi gerekmektedir. Katener sistemi proje güzergahı boyunca viyadük bulunan bölgede uygulama zorluğuna sebep olacağı ve hattın açılış zamanını uzatacağı göz önünde bulundurulduğunda araç üstü enerji depolama sistemi kurulması çok ciddi avantaj sağlamaktadır.

Hat tasarımının araç üstü enerji depolama sistemi yerine konvansiyonel katener sistemi için yapılması durumunda, katener hattı beslemesi için bir trafo merkezi yerine iki trafo merkezi kurulması gerekecekti ve bu konuda da batarya çözümünün ciddi bir avantaj sunacağı görülmektedir. Buna ilave olarak, konvansiyonel katenerli bir sistemde normal işletmede katenerin alıcı olmadığı durumunda, frenleme sırasında ortaya çıkacak ve fren dirençlerinde yakılacak enerjinin (boşa giden enerji olarak adlandırılabilir) (10-12 kWh civarı) geri kazanılıp bataryalarda depolanması planlanmaktadır.

Bu sonuçlarla birlikte, bu sistem sadece H3 hattı için düşünülmemiştir. 2×20 kWh'lik güce sahip araç üstü enerji besleme sistemi ile Kocaeli'de yapımı düşünülen H1 ve H2 uzatma hatlarında da benzer simülasyon çalışmaları yapılmış ve sistemin bu hatlarda da güvenli bir şekilde çalıştığı ve sistem ihtiyaçlarını karşıladığı görülmüştür.

Enerji depolama sistemin en kötü durumda dahi > 9 yıldan fazla ömre (yıllık 10500 çevrim) (kapasitenin %80'nin altına düştüğünde ömrü bitmiş olarak hesaplanmaktadır) sahip olması, finansal anlamda ciddi bir kazançta sunmaktadır.

Tartışma; Araç üstü enerji depolama sistemlerinin dünya genelinde bir çok ülkede kullanılmış ve referansının olması, (lityum iyon temelli batarya sistemleri için Almanya, Amerika, Brezilya, Norveç, Tayvan vb. referanslar sıralanabilir) batarya teknolojisi ile donatılan araçların 120 km/h, 160 km/h, 200 km/h kadar hızlara çıkması batarya teknolojisinin kullanıma hazır olduğunu göstermektedir. Ayrıca EMU (Electrical Multiple Unit) ve DMU (Diesel Multiple Unit) araçlarının Avrupa ülkelerinden başlayarak özellikle Almanya'dan BEMU (Battery Electrical Multiple Unit) kavramı araçlara dönüştürülmesi ve yeni ihalesi yapılan araçların bu kavrama uygun istenmesi, batarya sistemlerinin ülkemiz için de neden olmasının sorusunu akıllara getirmektedir.

İkinci olarak, Avrupa'nın 2030 yılına kadar karbon emisyonunu en az %55 azaltma yönünde aldığı karar çerçevesinde dizel araçların azaltılması, dizel olan raylı sistem araçlarının azaltılması, dizel araçlara ilerleyen dönemlerde yasakların gelmesi, batarya, fuel cell gibi teknolojileri ön plana çıkarmaktadır. Ülkemizin karbon emisyonu azaltılması yönündeki aksiyon planı tartışmaya açık bir konudur.

Üçüncü olarak, batarya sistemleri enerji tasarrufu konusunda ciddi bir avantaj sunmaktadır. Amerika, İngiltere ve Avrupa'daki bir çok ülkede yapılan ihalelerde enerji verimliliği açısından en iyi olan sistemler teknik puan değerlendirmesinde OEM'ler (Original Equipment Manufacturer) için büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bu noktada yine ülkemizde enerji tasarrufu yöntemi ile ilgili aksiyon planı tartışmaya açık bir konudur.

Enerji depolama sistemleri yukarıda da değinildiği gibi bir çok avantaj sunmasının yanı sıra kendini ispatlamış ve bu teknoloji ile donatılan araçların 200 km/h kadar olan hızlara çıkması teknolojisinin kullanıma hazır olduğunu göstermektedir. Fakat bunun yanında sistemin maliyet tarafı düşünüldüğünde km başına maliyet olarak doğru değerler vermek zordur. Çünkü kurulacak enerji depolama sistemini; müşteri istekleri, işletme koşulları, araç verileri, sistem limitleri belirlemektedir. Örneğin; 1,5 km'lik tarihi hattın katenersiz olarak geçilmesi istenmesi durumunda, maksimum hız limiti ne olacaktır? işletme gereklilikleri nelerdir? ve sistem genel olarak

tasarlandıktan ve simülasyon çalışması yapıldıktan sonra kullanılacak enerji depolama sistemi çözümü ortaya çıkmaktadır ve bu başka bir örnek için çok değişken olabilmektedir. Fakat genel yaklaşım olarak kWh maliyeti üzerinden hesaplama yapmak daha doğrudur. Bu da farklı enerji depolama sistemi (süper kapasitör, NMC, LTO, LFP batarya vb.) çözümleri için farklı sonuçlar verecektir.

Bazı lityum bazlı alt batarya tiplerinde yapılan maliyet analizde, yaşam döngüleri ve DoD değerleri baz alınarak, LTO için 1500 USD/kWh, LFP özelinde maliyet 700 USD/kWh iken, NMC bataryalar için ise 900 USD/kWh ön görülmektedir [34]. Türkiye’de de batarya teknolojisi geliştirme ve maliyet düşürme çalışmaları yapılması ilerleyen dönemlerde hedeflenebilir.

Öneriler; Hafif raylı sistem bulunan, hat eğimi çok az olan örneğin Kocaeli, Konya, Samsun gibi şehirlerdeki hatların uzatılması durumunda veya yeni hatların yapılması durumunda bataryalı sistem mi? yoksa alışlagelmiş konvansiyonel sistem mi? kurulması gerekliliği ile ilgili bir fizibilite çalışması yapılması öneri olarak sunulabilir. Bu fizibilite çalışmasında LCC (Life Cycle Cost) maliyetleri, ilk kurulum maliyetleri, enerji verimliliği, sistemin esnekliği, avantajları, dezavantajları karşılaştırılabilir ve doğrudan konvansiyonel sisteme yönelmek yerine batarya sistemleri tercih edilebilir.

Son olarak gelişen teknolojilere ayak uydurmak, raylı sistem sektörünün ülkemiz açısından gelişmişlik seviyesini gösterecek ve bu sektörde çalışan bir çok kişinin ufkunu genişletecektir. Batarya sistemlerinin ülkemizde de gelişmesi, öncü firmaların ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

6.2 Zaman Çizelgesi

Programa girilen bilgiler sonrası araç hatta koşturulmuş ve Çizelge 6.1’deki zaman çizelgesi elde edilmiştir.

Çizelge 6.1 : Zaman çizelgesi.

İstasyon	Geliş	Gidiş
Başlangıç		00:00:00
Kanal Boyu	00:00:17	00:00:37
Turan Güneş	00:02:24	00:02:44
Başaran	00:05:09	00:05:29
FTR Hastane	00:08:56	00:09:16
Şehir Hastanesi	00:11:01	00:14:01
FTR Hastane	00:15:47	00:16:07
Başaran	00:19:11	00:19:31
Turan Güneş	00:21:54	00:22:14
Kanal Boyu	00:24:01	00:24:21
Başlangıç	00:24:37	

Ortalama tren hızı: 14,2 km/h

6.3 Enerji Hesaplaması

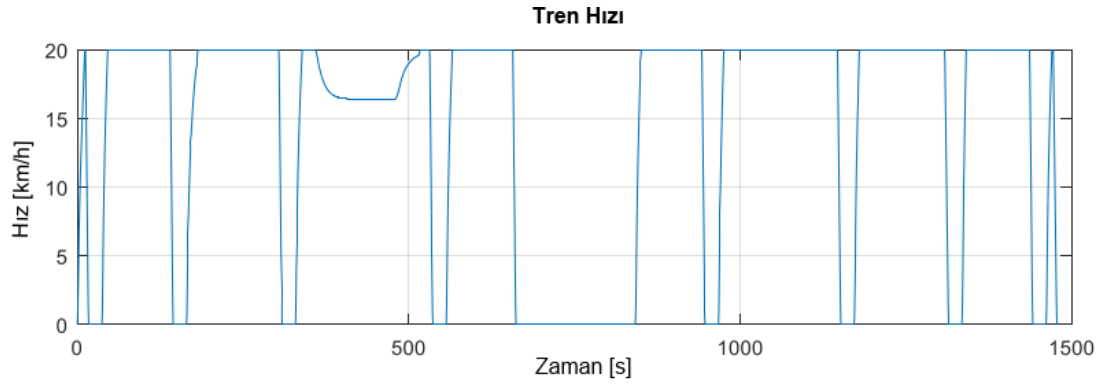
Programa girilen bilgiler sonrası araç hatta koşturulmuş ve Çizelge 6.2'deki enerji tüketim hesapları elde edilmiştir.

Çizelge 6.2 : Enerji tüketim hesapları.

	Enerji [kWh]	Net enerji oranı
Tekerlek (net)	5.7	19.7 %
Mekanik frenleme	0.1	0.4 %
Şanzıman	1	3.5 %
Motorlar	5.8	20 %
Dönüştürücüler (konvertörler)	1.6	5.5 %
Fren kıyıcı	0.2	0.8 %
Yardımcı güç tüketicileri	14.4	49.7 %
Isıtma	0	0 %
Giriş indüktörleri	0.1	0.5 %
Net enerji tüketimi	28.9	100 %
Brüt enerji tüketimi	35.3	121.8 %
Geri kazanma	6.3	21.8 %

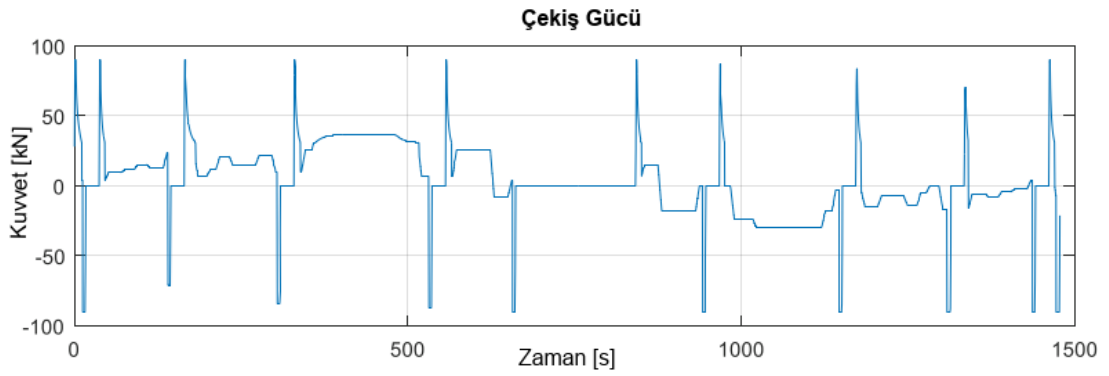
6.4 Simülasyon Grafikleri

Hız-zaman grafiği Şekil 6.1’de gösterilmiştir.



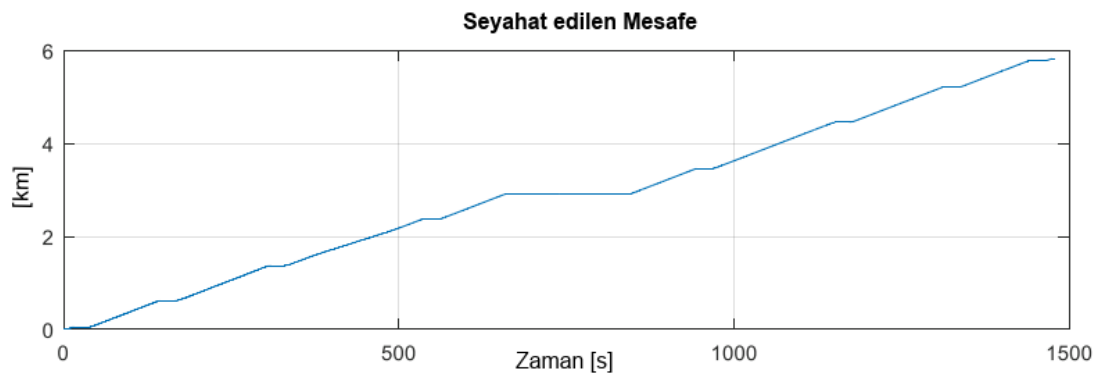
Şekil 6.1 : Hız-zaman grafiği.

Çekiş gücü-zaman grafiği Şekil 6.2’de gösterilmiştir.



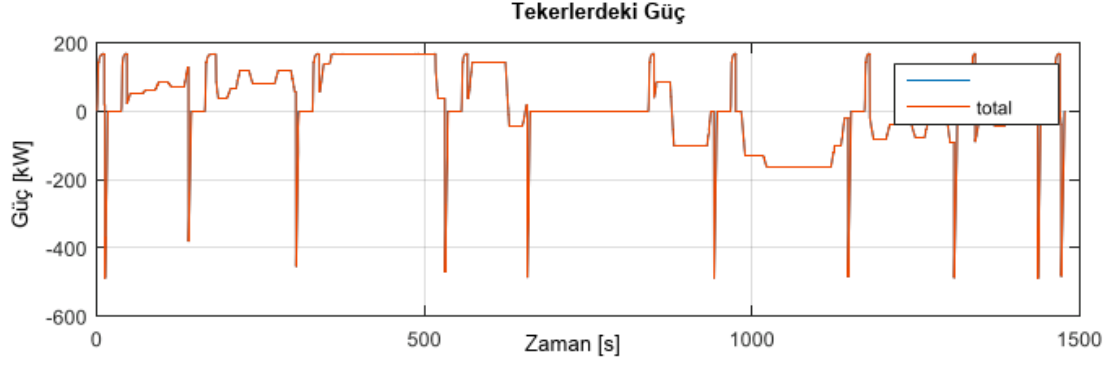
Şekil 6.2 : Çekiş gücü-zaman grafiği.

Seyahat edilen mesafe-zaman grafiği Şekil 6.3’de gösterilmiştir.



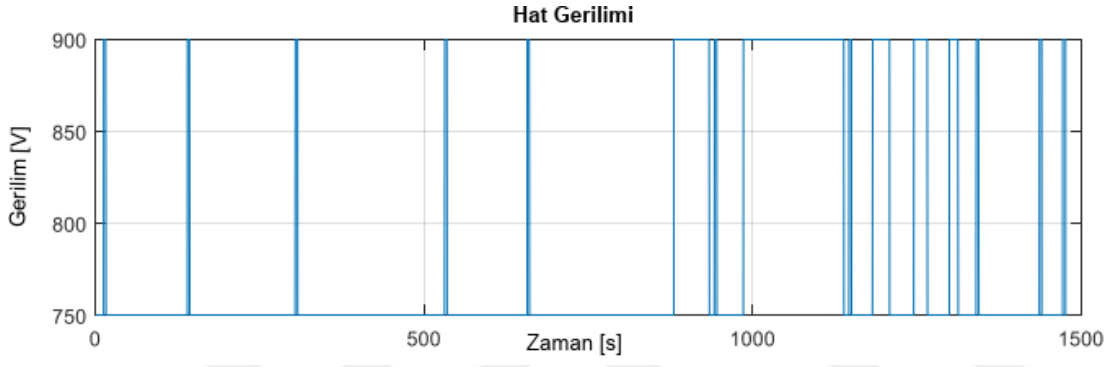
Şekil 6.3 : Seyahat edilen mesafe-zaman grafiği.

Tekerleklerdeki güç-zaman grafiği Şekil 6.4’de gösterilmiştir.



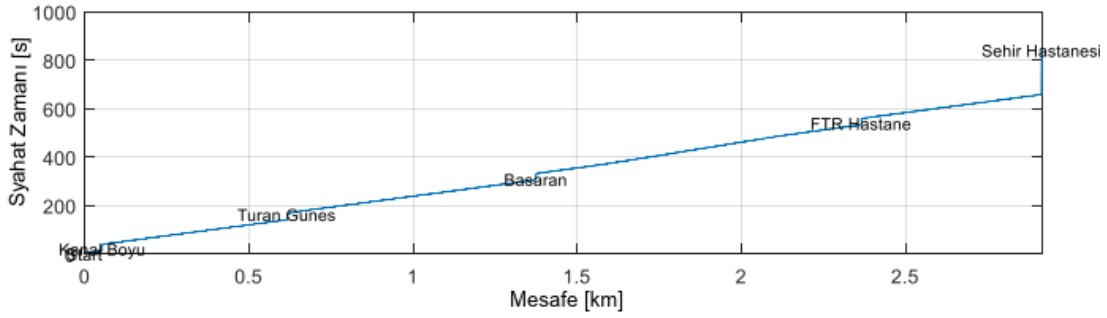
Şekil 6.4 : Tekerlerdeki güç-zaman grafiği.

Hat gerilimi-zaman grafiği Şekil 6.5’de gösterilmiştir.



Şekil 6.5 : Hat gerilimi-zaman grafiği.

Seyahat zaman-mesafe grafiği Şekil 6.6’da gösterilmiştir.



Şekil 6.6 : Seyahat zaman-mesafe grafiği.

6.5 Detaylı Araç Zaman Çizelgesi

Detaylı araç zaman çizelgesi Çizelge 6.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 6.3 : Zaman çizelgesi.

İstasyon ismi	Mesafe	Seyahat süresi	Bekleme süresi	Ortalama hız	Motor faz akımları	Motor ortalama güçleri	Şebekeden çekilen enerji	Enerji geri kazanımı	Geri kazanım oranı
	[m]	[s]	[s]	[km/h]	[A _{rms}]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[%]
Başlangıç	54	17	0	11	109	19	1	0	0
Kanal Boyu	563	107	20	19	70	10	4	0	0
Turan Güneş	756	144	20	19	73	12	6	0	0
Başaran	992	207	20	17	83	20	13	0	0
FTR Hastane	550	105	20	19	75	14	4	0	0
Şehir Hastanesi	550	105	180	19	71	12	2	1	50
FTR Hastane	992	185	20	19	72	17	1	4	400
Başaran	756	143	20	19	67	8	1	1	100
Turan Güneş	563	107	20	19	67	5	1	0	0
Kanal Boyu	54	16	20	12	107	19	1	0	0
Başlangıç									

Daha detaylı program sonuçları, EK-A’da “TRAC Tool H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü” Excel listesinde bulunmaktadır. Bu Excel listesinde kurulması düşünülen araç üstü enerji depolama sistemi şarj gücü, batarya gücü, enerji değerleri, kapasitesi vb. gibi detaylı veriler bulunmaktadır.

6.6 Yaklaşık Maliyet Hesabı

Raylı Sistem maliyetleri sistemlerin tipine ve planlanan projenin ihtiyaçlarına göre çok değişkendir. Raylı sistem yapım maliyetleri elektromekanik, inşaat ve araç maliyetleri olmak üzere üç ana başlık altında incelenebilir.

Kocaeli tramvay elektrik sistemleri işleri yaklaşık yapım maliyetleri hesaplanırken Çevre ve Şehircilik Bakanlığının sağladığı fiyatlar ve bu pozlarda olmayan özel imalatlar için daha önce kazanılmış ihalelerde kullanılmış (İzmir Konak Karşıyaka

Tramvayları yapım işi İhalesi 2014, Samsun Tramvay 2. Etap İhalesi 2015) fiyatlardan yararlanılmıştır.

Araç üstü batarya çözümü maliyeti için ise raylı sistem sektöründe faaliyet gösteren benzer batarya çözümü sunan tedarikçilere ait ortalama bir fiyat alınmıştır.

Burada önemli konu, araç üstü batarya çözümü kullanılması durumunda, elektromekanik ve inşaat yapım işleri tarafında hangi maliyetlere etkisi olduğu tespitidir. Yapılan benzetim (simülasyon) çalışmasına göre, araç üstü batarya çözümünün, konvansiyonel katener sistemine kıyasla hat üzerinde kurulacak trafo merkezi sayısını azaltıcı yönde ekti edeceği ve maliyeti düşüreceği, benzer şekilde katener sistemi kurulum maliyetini düşüreceğini ve trafo merkezleri arası orta gerilim, trafo merkezi katener sistemi arası doğru gerilim kablo maliyetlerini düşüreceği ön görülmüştür.

Yaklaşık maliyet hesabı yapılırken, elektrik ana iş kalemleri hesabı katılmış ve raylı sistemlerde genel hesaplama yöntemi olarak kabul edilen bir cer trafo merkezi kurulum maliyeti ve km başına katener sistemi kurulum maliyeti üzerinden hesaplamalar yapılmıştır.

Orta gerilim ve doğru akım kablo maliyetleri trafo merkezi kurulum yerine göre değişkenlik gösterebilmekle birlikte yaklaşık maliyet analizi için varsayım yapılmıştır. Diğer alt sistemlerin (sinyalizasyon, hat alt yapı işleri vb.) araç üstü batarya çözümü olsun veya sadece konvansiyonel katener sistemi olsun değişmediği ön görülmüştür.

Buna göre maliyet etkisine sebep olacak elektrik sistemleri Çizelge 6.4, Çizelge 6.5, Çizelge 6.6 ve Çizelge 6.7’de özetlenmiştir.

Çizelge 6.4 : Konvansiyonel katener sistemi birim fiyat cetveli.

Sıra No	İş Kaleminin Adı	Birim	Birim Fiyat (USD)
1	Tekli donatı taşıyan direkler	AD	1.150,00
2	Çoklu donatı taşıyan direkler	AD	1.450,00
3	Her türlü donatı ve hat sonu montajı taşıyan direkler	AD	3.600,00
4	Antişöminman ankraj direkleri	AD	2.900,00
5	Head-span direkleri	AD	3.300,00
6	2 yol için head-span sistemi	AD	1.200,00
7	Antişöminman sistemi	AD	1.150,00
8	Pandül	AD	45,00
9	Besleme bağlantıları	AD	290,00
10	Standart katener için sabit gerdirme ile hat sonu montajları	AD	1.150,00
11	Standart katener için yaylı gerdirme cihazı ile hat sonu montajları	AD	1.150,00
12	Standart katener için karşı ağırlıklı gerdirme cihazı ile hat sonu montajları	AD	3.600,00
13	Seksiyon izolatörü	AD	2.000,00
14	Parafudur sistemi	AD	2.000,00
15	Elle kumandalı ayırıcı	AD	4.300,00
16	Motor kumandalı ayırıcı	AD	5.700,00
18	Kontak teli	m	30,00
19	Taşıyıcı tel	m	30,00
20	Standart konsol hoban donanımı	AD	60,00

Çizelge 6.5 : 34,5 kV sistemi birim fiyat cetveli.

Sıra No	İş Kaleminin Adı	Birim	Birim Fiyat (USD)
1	Ring hücresi	AD	23.500,00
2	Trafo besleme hücresi	AD	23.500,00
3	Transformatör (1500 kVA cer trafosu)	AD	58.000,00
4	Orta gerilim kabloları – (1 × 240 mm ²) 35kV XLPE	m	25,00
5	20.3/35 kV dahili tip kablo başlığı 1 × 240 mm ² YE3SV (2XSJ)	AD	45,00
6	Montaj	m	3,00
7	2 mm'lik galvanizli sac tava ve rafları	kg	3,00

Çizelge 6.6 : 750 V DC dağıtım sistemi birim fiyat cetveli.

Sıra No	İş Kaleminin Adı	Birim	Birim Fiyat (USD)
1	Redresör	AD	50.000,00
2	DC çıkış fider hücresi	AD	45.000,00
3	DC giriş fider hücresi	AD	40.000,00
4	DC negatif bara hücresi	AD	35.000,00
5	Gerilim sınırlama cihazı	AD	25.000,00
6	DC gerilim kabloları – (1 × 240 mm ²)	m	60,00
7	Montaj	m	3,00
8	2 mm’lik galvanizli sac tava ve rafları	kg	3,00

Çizelge 6.7 : Alçak gerilim sistemi birim fiyat cetveli.

Sıra No	İş Kaleminin Adı	Birim	Birim Fiyat (USD)
1	Transformatör (100 kVA iç ihtiyaç)	AD	15.000,00
2	220 / 380 V AC İç ihtiyaç dağıtım panosu	AD	15.000,00
3	110 V DC besleme dağıtım panosu	AD	15.000,00
4	110 V DC batarya grubu	AD	30.000,00
5	UPS 20 kVA	AD	35.000,00
6	Besleme hatları – 1 × 185 mm ² NYY	m	20,00
7	Montaj	m	3,00

Trafo merkezi inşaat işi yaklaşık yapım maliyeti 90.000,00 USD (KDV hariç) ön görülmüştür (Samsun tramvay projesi bilgileri baz alınmıştır).

Araç üstü batarya sistemi kurulum maliyeti için ise araç başına 150.000 USD ± %10 (KDV hariç) ön görülebilmektedir.

Birim fiyatlar belirlendikten sonra tümüyle konvansiyonel katener sistemi çözümü ile kısmi katener ile birlikte araç üstü batarya çözümü yaklaşık kurulum maliyet karşılaştırması yapılabilir.

6.6.1 Konvansiyonel katener sistemi çözümü yaklaşık maliyet hesabı

Bölüm 6.7’de ki birim fiyatlar kullanılarak çift hat katener sistemi (gidiş/geliş) km başına ön görülen kurulum maliyeti yaklaşık 365.000,00 USD (KDV hariç) ön görülebilmektedir. Çizelge 6.8’de km başına yaklaşık katener sistemi maliyeti detaylı olarak gösterilmiştir.

Trafo merkezi kurulum maliyeti için ise elektrik ana iş kalemleri (OG sistem, DC sistem, alçak gerilim sistemi ve kablolama maliyeti) dikkate alındığında (inşaat hariç) yaklaşık 720.000,00 USD (KDV hariç) (scada arayüzü, havalandırma, aydınlatma vb. dahil) ön görülebilmektedir. Kocaeli Şehir Hastanesi Uzatma Hattı proje planı ve hat uzunluğu verileri dikkate alındığında, hat üzerinde iki adet cer trafo merkezi kurulması planlanmaktadır. Çizelge 6.9, Çizelge 6.10, Çizelge 6.11 ve Çizelge 6.12’de bir adet trafo merkezi elektrik ana iş kalemler ile birlikte yaklaşık maliyet detaylı olarak gösterilmiştir.

34,5 kV orta gerilim dağıtım merkezinden trafo merkezi giriş noktası için, trafo merkezleri arası 34,5 kV orta gerilim ring beslemesi için ve trafo merkezi çıkışından hatta çekilecek 750 V DC gerilim kabloları için yaklaşık maliyet trafo merkezi başına 72.000,00 USD (KDV hariç) ön görülmüştür. Çizelge 6.13’de ise konvansiyonel katener uygulaması için yaklaşık toplam maliyet hesaplanmıştır.

Çizelge 6.8 : Konvansiyonel katener sistemi yaklaşık maliyet analizi.

No	İş Kalemi	Birim	Birim Fiyat (USD)	Miktar	Tutar
1	Tekli donatı taşıyan direkler	AD	1.150,00	40	46.000,00
2	Çoklu donatı taşıyan direkler	AD	1.450,00	40	58.000,00
3	Her türlü donatı ve hat sonu montajı taşıyan direkler	AD	3.600,00	5	18.000,00
4	Antişöminman ankraj direkleri	AD	2.900,00	5	14.500,00
5	Head-span direkleri	AD	3.300,00	5	16.500,00
6	2 yol için head-span sistemi	AD	1.200,00	2	2.400,00
7	Antişöminman sistemi	AD	1.150,00	10	11.500,00
8	Pandül	AD	45,00	200	9.000,00
9	Besleme bağlantıları	AD	290,00	10	2.900,00
10	Standart katener için sabit gerdirme ile hat sonu montajları	AD	1.150,00	10	11.500,00
11	Standart katener için yaylı gerdirme cihazı ile hat sonu montajları	AD	1.150,00	10	11.500,00
12	Standart katener için karşı ağırlıklı gerdirme cihazı ile hat sonu montajları	AD	3.600,00	2	7.200,00
13	Seksiyon izolatörü	AD	2.000,00	4	8.000,00
14	Parafudur sistemi	AD	2.000,00	1	2.000,00
15	Elle kumandalı ayırıcı	AD	4.300,00	2	8.600,00
16	Motor kumandalı ayırıcı	AD	5.700,00	2	11.400,00
18	Kontak teli	m	30,00	2000	60.000,00
19	Taşıyıcı tel	m	30,00	2000	60.000,00
20	Standart konsol hoban donanımı	AD	60,00	100	6.000,00
	Toplam Maliyet (USD) - KDV hariç				365.000,00

Çizelge 6.9 : 34,5 kV sistemi yaklaşık maliyet analizi.

No	İş Kalemi	Birim	Birim Fiyat (USD)	Miktar	Tutar
1	Ring hücresi	AD	23.500,00	2	47.000,00
2	Trafo besleme hücresi	AD	23.500,00	3	70.500,00
3	Transformatör (1500 kVA cer trafosu)	AD	58.000,00	2	116.000,00
4	Orta gerilim kabloları – (1 × 240 mm ²) 35kV XLPE	m	25,00	200	5.000,00
5	20.3/35 kV dahili tip kablo başlığı 1 × 240 mm ² YE3SV (2XSY)	AD	45,00	20	900,00
6	Montaj	m	3,00	100	300,00
7	2 mm’lik galvanizli sac tava ve rafları	kg	3,00	100	300,00
	Toplam Maliyet (USD) - KDV hariç				240.000,00

Çizelge 6.10 : 750 V DC sistemi yaklaşık maliyet analizi.

No	İş Kalemi	Birim	Birim Fiyat (USD)	Miktar	Tutar
1	Redresör	AD	50.000,00	2	100.000,00
2	DC çıkış fider hücresi	AD	45.000,00	4	180.000,00
3	DC giriş fider hücresi	AD	40.000,00	2	80.000,00
4	DC negatif bara hücresi	AD	35.000,00	1	35.000,00
5	Gerilim sınırlama cihazı	AD	25.000,00	1	25.000,00
6	DC gerilim kabloları – (1x240 mm ²)	m	60,00	200	12.000,00
7	Montaj	m	3,00	100	300,00
8	2 mm’lik galvanizli sac tava ve rafları	kg	3,00	100	300,00
	Toplam Maliyet (USD) - KDV hariç				432.600,00

Çizelge 6.11 : Alçak gerilim sistemi yaklaşık maliyet analizi.

No	İş Kalemi	Birim	Birim Fiyat (USD)	Miktar	Tutar
1	Transformatör (100 kVA iç ihtiyaç)	AD	15.000,00	1	15.000,00
2	220 / 380 V AC İç ihtiyaç dağıtım panosu	AD	15.000,00	1	15.000,00
3	110 V DC besleme dağıtım panosu	AD	15.000,00	1	15.000,00
4	110 V DC batarya grubu	AD	30.000,00	1	30.000,00
5	UPS 20 kVA	AD	35.000,00	1	35.000,00
6	Besleme hatları – 1 × 185 mm ² NYY	m	20,00	200	4.000,00
7	Montaj	m	3,00	50	150,00
	Toplam Maliyet (USD) - KDV hariç				114.150,00

Çizelge 6.12 : OG-DC kablo sistemi yaklaşık maliyet analizi.

No	İş Kalemi	Birim	Birim Fiyat (USD)	Miktar	Tutar
1	Orta gerilim kabloları – (1 × 240 mm ²) 35 kV XLPE	m	25,00	960	24.000,00
2	DC gerilim kabloları – (1 × 240 mm ²)	m	60,00	800	48.000,00
3	Toplam Maliyet (USD) - KDV hariç				72.000,00

Çizelge 6.13 : Konvansiyonel katener sistemi yaklaşık maliyet analizi.

No	İş Kalemi	Birim	Birim Fiyat (USD)	Miktar	Tutar
1	Katener sistemi kurulum maliyeti (çift hat)	km	365.000,00	3	1.095.000,00
2	Trafo merkezi kurulum maliyeti	AD	720.000,00	2	1.440.000,00
3	OG ve DC kablo maliyeti	AD	72.000,00	2	144.000,00
4	Trafo merkezi inşaat maliyeti	AD	90.000,00	2	180.000,00
5	Araç üstü batarya	AD	150.000,00	0	0,00
	Toplam Maliyet (USD) - KDV hariç				2.859.000,00

6.6.2 Kısmı katener ve araç üstü batarya sistemi çözümü yaklaşık maliyet hesabı

Bu çözümde benzetim (simülasyon) çalışması ışığında katener sistemi 800 m ve çift yönde kurulması yeterli görülmüştür. 800 m katener sistemi kurulumu için 292.000,00 USD yaklaşık maliyet hesaplanabilir. Benzer şekilde bu katener sistemi beslemesi için bir trafo merkezi kurulması yeterlidir.

Batarya çözümünün ise işletme bakımından işlevselliğini arttırmak için mevcut hatta çalışan 18 adet araca kurulması düşünülmüştür. Çizelge 6.14'te kısmı katener ile araç üstü enerji depolama sistemi yaklaşık maliyet hesabı ve Çizelge 6.15'te ise konvansiyonel katener – araç üstü depolama yaklaşık maliyet analizi karşılaştırma çizelgesi bulunmaktadır.

6.6.3 Çözümlerin Karşılaştırılması

Konvansiyonel katener sistemi kurulması sadece H3 hattı özelinde ilk kurulum maliyeti olarak daha uygun bir sistem gibi gözükse de kısmı katener ile birlikte araç üstü enerji depolama sistemi kurulumu Bölüm 4 ve Bölüm 5'te değinildiği gibi diğer uzatma hatları (H1 ve H2) dikkate alındığı ve simülasyon çalışmasının bu hatları da kapsadığı ve güvenle çalıştığı söylenebildiği için, kısmı katener ile araç üstü enerji sisteminin kurulması ileriye dönük hem maliyet, hem enerji verimliliği hem de sistem olarak büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu çözüm aynı zamanda hat açılış süresini de kısaltacaktır.

Çizelge 6.14 : Kısmı katener ile araç üstü enerji depolama sistemi yaklaşık maliyet analizi.

No	İş Kalemi	Miktar	Birim	Birim Fiyat (USD)	Tutar
1	Katener sistemi kurulum maliyeti (çift hat)	0,8	km	365.000,00	292.000,00
2	Trafo merkezi kurulum maliyeti	1	AD	720.000,00	720.000,00
3	OG ve DC kablo maliyeti	1	AD	72.000,00	72.000,00
4	Trafo merkezi inşaat maliyeti	1	AD	90.000,00	90.000,00
5	Araç üstü batarya	18	AD	150.000,00	2.700.000,00
Toplam Maliyet (USD) - KDV hariç					3.874.000,00

Çizelge 6.15 : Konvansiyonel katener – araç üstü depolama yaklaşık maliyet analizi karşılaştırma tablosu.

No	İş Kalemi	Birim	Birim Fiyat (USD)	Konvansiyonel Katener		Araç üstü batarya çözümü	
				Miktar	Tutar	Miktar	Tutar
1	Katener sistemi kurulum maliyeti (çift hat)	km	365.000,00	3	1.095.000,00	0,8	292.000,00
2	Trafo merkezi elektromekanik sistem kurulum maliyeti	AD	720.000,00	2	1.440.000,00	1	720.000,00
3	OG ve DC kablo maliyeti	AD	72.000,00	2	144.000,00	1	72.000,00
4	Trafo merkezi inşaat maliyeti	AD	90.000,00	2	180.000,00	1	90.000,00
5	Araç üstü batarya	AD	150.000,00	0	0,00	18	2.700.000,00
Toplam Maliyet (USD) - KDV hariç				2.859.000,00		3.874.000,00	

6.7 Enerji Verimliliği Karşılaştırması

H3 hattı kısmi katener ve araç üstü batarya çözümü uygulamasında, batarya gücü araç başı 120 kW anma, 240 kW (30 saniye) pik güç seviyesi hattaki katenersiz işletmeyi gerçekleştirmek için yeterlidir. H3 hattının tamamen katenersiz tasarlanması durumunda, bir araç için yaklaşık batarya gücü 180 kW anma, 360 kW (30 saniye) pik güç ihtiyacı gereklidir. Çünkü 800 m'lik bölgenin yüksek eğiminden dolayı (~%5) aracın dur kalk yapabilmesi ve yukarı çıkabilmesi için daha fazla batarya gücüne ihtiyaç vardır. Ayrıca bu bölgede de batarya tüketimi olacağı için daha fazla batarya kapasitesi gerektirmektedir.

Bunun yanında sistemin tamamen katener olması durumunda veya kısmi katener ile birlikte araç üstü batarya sistemine göre tasarlanması durumunda araç tarafında talep edilen güç olarak herhangi bir artış veya azalış ön görülmemektedir. Buradaki asıl enerji verimliliği kalemi rejeneratif frenleme de sistemlerin nasıl davrandığının analizinin yapılması ve enerji verimliliği incelemesine dayanmaktadır. Bu iki sistem arasındaki en büyük enerji verimliliği farkı bu noktadır.

6.7.1 Sadece katener çözümü

Rejeneratif frenlemede açığa çıkan enerji hattın alıcı olduğu durumda katener sistemi tarafından geri kazanılacaktır fakat araç kontrol ünitesinden (TCMS) alınan verilere dayanarak elektrodinamik frenlemede ve hattın alıcı olmadığı durumda %20-25 civarı fren dirençlerinde enerji yakılmaktadır.

Bir araçta (araç kontrol ünitesinden alınan verilere dayanılarak) güncel işletme değerleri baz alınarak tur başına yaklaşık 10-12 kWh enerji fren dirençlerinde yakılmaktadır. Bu da her bir aracın günlük 15 tur yaptığı varsayıldığında minimum 150kWh enerjinin yakıldığı ortaya çıkmaktadır. Araçların yılda 330 gün çalıştığı varsayıldığında sistemde harcanan enerji:

“Yıllık enerji harcaması = araç sayısı × günlük enerji tüketimi × 330 gün” ile bulunabilir. Yıllık 891.000 kWh enerjinin fren dirençlerinde yakıldığı anlamına gelmektedir ki bu da yıllık yaklaşık 89.100 USD (kWh maliyeti 0,1 USD olarak alınmıştır) maliyet demektir.

6.7.2 Kısmi katener ve araç üstü batarya çözümü

Kısmi katener ve araç üstü batarya çözümü H3 hattı ve diğer hatların kısmi katener veya katenersiz uzatılmasına imkan sağlamasının yanı sıra enerji verimliliği olarak hattın alıcı olmadığı durumda fren dirençlerinde yakılacak enerjinin ortalama %85'lik kısmı batarya sisteminde depolanabilmesine ve aracın hareketi veya iç tüketimi (klima, kompresör) için kullanabilmesini imkan sunmaktadır. Bu da yıllık yaklaşık 712.000 kWh enerjinin tasarrufu anlamına gelmektedir. Bu da yaklaşık 71.200 USD (kWh maliyeti 0,1 USD olarak alınmıştır) tasarruf anlamına gelmektedir.

6.7.3 Tamamen katenersiz çözüm (sadece araç üstü batarya çözümü)

H3 hattındaki 800 m'lik bölgedeki yüksek eğimden (~%5) dolayı yüksek güç gereksinimi ve bu yüksek güç gereksinimi yüksek batarya kapasitesi gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Bu durum yaklaşık iki kat yüksek bir batarya kapasitesi ihtiyacını doğurmaktadır. Mevcut 18 adet tramvay aracında aşağıdaki sebeplerden dolayı tamamen katenersiz çözümün uygulanması imkansız hal almaktadır.

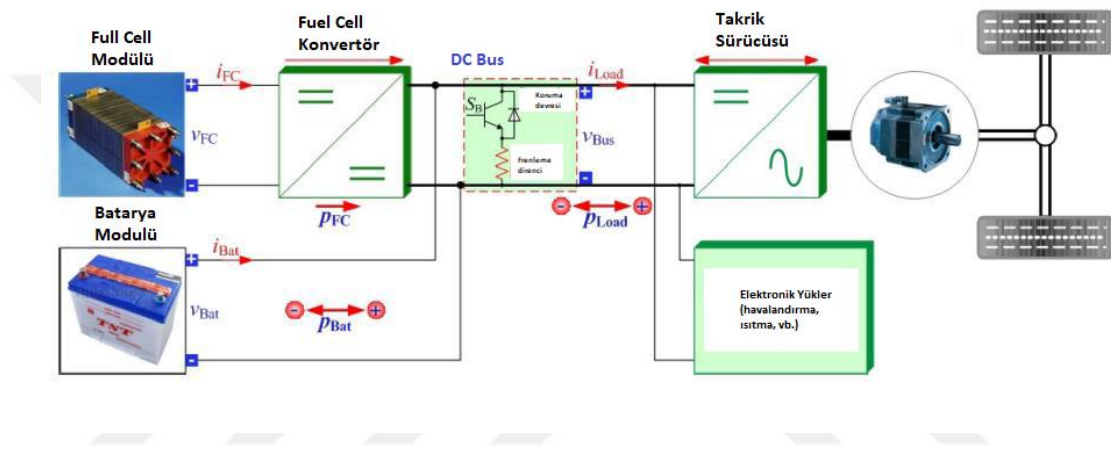
- Batarya boyutlarının büyümesinden dolayı araç üzerinde yeterli alana sahip olamama
- Araç ağırlığında ciddi artışa sebep olması (~1-1,5 ton ek)
- Batarya kapasitesi artması dolayısıyla soğutma ihtiyacının da artmasına sebep olacaktır. Bu durumda BTMS (Battery Thermal Management System) güç tüketimi arttırmakta, 4 kW'dan 6 kW'a çıkmak gerekmektedir.
- Bu sebepler aynı zamanda maliyetin çok fazla artmasına sebep olmakta ve sistemin kurulumu uygulanamaz hal almaktadır.

Eğimin en yüksek olduğu 800 m boyunca katener sistemi kurulması batarya kapasitesi ve gücünde optimizasyon sağlamıştır. 800 m katenerli bölgenin katenersiz olarak uygulanması durumunda batarya kapasitesi iki katına çıkması gerekmektedir. 800 m yüksek eğimde katenerin kurulmasının ana sebebi budur.

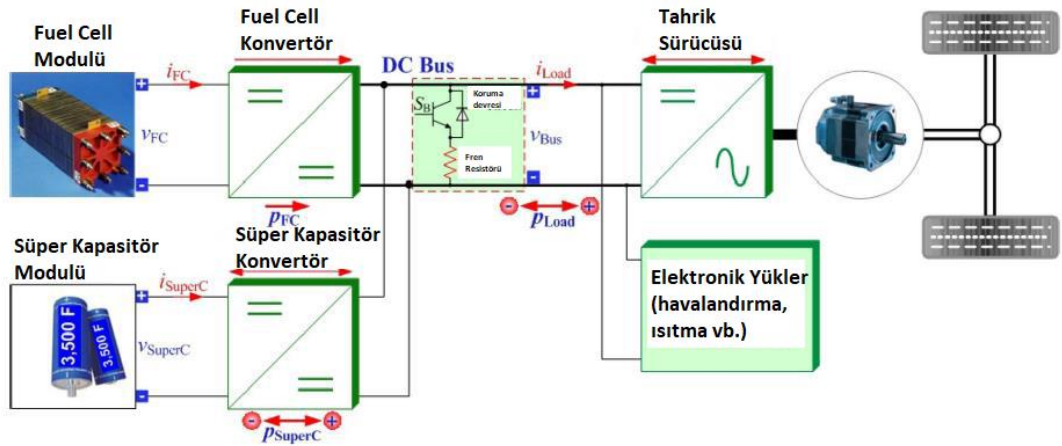
6.8 Batarya– Fuel cell karşılaştırması

Fuel cell (yakıt hücresi) çözümü genellikle uzun mesafeli ve katener (elektrifikasyon) sistemi bulunmayan hatlarda, sabit ve düşük güç gerektiren

uygulamalarda kullanılmaktadır ve tercih edilebilir. Fuel cell tek başına bir enerji kaynağı olarak kullanılamamaktadır. Aracın ilk hareketi için gerekli yüksek güç ihtiyacı ve yine pik güç ihtiyaçları ayrıca bir ESS sistemi (batarya veya süper kapasitör) tarafından sağlanması gerekmektedir. Günümüzde batarya teknolojisinin gelmiş olduğu nokta itibari ile yüksek şarj-deşarj kapasitesi ve bununla birlikte yüksek verimlilik (yaklaşık % 96) kullanmak mümkündür. Fuel cell sistemlerinin kurulumları ve bakım gereksinimleri dolayısıyla çok maliyetli ve verimlilik oranları da yaklaşık olarak % 65 seviyelerindedir. Bu yüzden ele alınan Kocaeli tramvay sisteminde kullanmak makul değildir.



Şekil 6.7 : Fuel cell – batarya hibrid kullanımı.



Şekil 6.8 : Fuel cell – süper kapasitör hibrid kullanımı.



KAYNAKLAR

- [1] **Lamedica, R.; Ruvio, A.; Tobia, M.; Buffarini, G.G.; Carones, (N. A)** Preliminary Techno-Economic Comparison between DC Electrification and Trains with On-Board Energy Storage Systems. *Energies* 2020, 13, 6702.
- [2] **Lopez, V., Martin, J.L., Andreu, J., Kortabarria, I., Ortega, D.** (2014) Optimal supercapacitors and batteries combination as an on-board energy storage system in railways, *Published in: PCIM Europe 2014; International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management, Publisher: VDE*
- [3] **Yang, Y., Zhang, W., Wei, S., Wang, Z.** (2020) Optimal Sizing of On-Board Energy Storage Systems and Stationary Charging Infrastructures for a Catenary-Free Tram. *Energies* 2020, 13, 6227.
- [4] **Wang, J., Ren, C., Zhao, S., Nie, L., Zhuang, Y., Hong, L.** (2020) Optimized configuration and economic evaluation of on-board energy storage system for subway vehicles, *Electrical Engineering Journal*
- [5] **Takagi, R., Amano, T.** (2010) Evaluating on-board energy storage systems using multi-train simulator RTSS, *IET Conference on Railway Traction Systems (RTS 2010), Birmingham, 2010, pp. 1-3, doi: 10.1049/ic.2010.0043.*
- [6] **Sumpavakup, C., Suwannakijborihan, S., Ratniyomchai, T., Kulworawanichpong T.** (2018) Peak Demand Cutting Strategy with an On-Board Energy Storage System in Mass Rapid Transit. *Iran J Sci Technol Trans Electr Eng* 42, 49–62 (2018). <https://doi.org/10.1007/s40998-018-0048-6>
- [7] **Wu, C., Lu, S., Xue, F., Jiang, L., Chen, M.** (2020) Optimal Sizing of On-Board Energy Storage Devices for Electrified Railway Systems, *IEEE Transactions on Transportation Electrification*
- [8] **Steiner, M., Klohr M., Pagiela, S.,** (2007) Energy storage system with ultracaps on board of railway vehicles, *2007 European Conference on Power Electronics and Applications, Aalborg, 2007, pp. 1-10, doi: 10.1109/EPE.2007.4417400.*
- [9] **Ceraolo, M., Lutzemberger, G.** (2014) Stationary and on-board storage systems to enhance energy and cost efficiency of tramways, *Journal of Power Sources, Volume 264, Pages 128-139, ISSN 0378-7753, https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2014.04.070.*
- [10] **Kılıç, B., Tuna, S., Yağcıtekin, B., Temiz, M.S.** DC Raylı Sistemlerde Frenleme Enerjisi Geri Kazanımı, *alındığı tarih 12.01.2021, from https://www.academia.edu/9021411/DC_Raylı_Sistemlerde_Frenleme_Enerjisi_Geri_Kazan%C4%B1m%C4%B1*
- [11] **Andreas Steimel (2016).** Electric Traction – Motive Power and Energy Supply, Basics and Practical Experience | 2nd edition: Publisher, DIV Deutscher Industrieverlag GmbH., Munich, Germany.

- [12] **Vukan R. Vuchic (2005).** Urban Transit: Operation, Planning and Economics, University of Pennsylvania: Publisher, John Willey & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- [13] **Url-1** <<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ak%C3%A7aray>>, alındığı tarih: 18.10.2020.
- [14] **Üstünişik, B. ve Bayazıt, S. (1996).** Türkiye’de Kentsel Ulaşım Planlaması Yaklaşımları ve Kent İçi Raylı Taşımacılık Projeleri, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 384, Ankara, s. 53-62.
- [15] **Url-2** <[https://tr.wikipedia-on-ipfs.org/wiki/M1_%C4%B0stanbul_metrosu\).html](https://tr.wikipedia-on-ipfs.org/wiki/M1_%C4%B0stanbul_metrosu).html)>, alındığı tarih: 18.10.2020
- [16] **Url-3** <[https://tr.wikipedia.org/wiki/M4_\(%C4%B0stanbul_metrosu\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/M4_(%C4%B0stanbul_metrosu))>, alındığı tarih: 18.10.2020
- [17] **Ahmed Ali Baig, M., Khan, S.A., Ansar Ali Baig, M. (2017).** *High Speed Trains: A Review*: IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE).
- [18] **Url-4** <<https://www.intamintransportation.com/projects/ashgabat/>>, alındığı tarih: 19.10.2020
- [19] **BS EN 50163 (2007).** Railway Applications – Supply Voltages for Traction Systems. British Standard Institution.
- [20] **Url-5** <<https://www.metro.istanbul/tr> >, alındığı tarih: 19.10.2020.
- [21] **Arıkan, A. Akkaş, Özge Pınar ve Çam, Ertuğrul. (2018).** Kırıkkale İli Hafif Raylı Sistem Etüdünün Gerçekleştirilmesi, International Journal of Engineering Research and Development, s. 10.
- [22] **Kulesz, B. (2005).** Rectifier Transformers in Electric Traction Substations – Different Designs Transport – 2005, Vol. XX, No 2, 66–72: Publisher: Taylor & Francis Group, ISSN: 1648-4142 (Print) 1648-3480 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/tran20>
- [23] **Kiessling, F., Puschmann, R., Schmieder, A. ve Schneider, E. (2009).** *Contact Lines for Electric Railways: Planning, Design, Implementation and Maintenance* England: Publicis Publishing.
- [24] **A. Delbari, (2006).** Design and Implementation of a Lithium-ion Cell Tester Capable of Obtaining High Frequency Characteristics, McMaster University.
- [25] **İncesu, H. (2019).** Li-iyon batarya modelinin en uygunlaştırılması ve batarya bozunumunun incelenmesine katkılar, İTÜ yüksek lisans tezi.
- [26] **Hannan, M.A., Hoque, M.M., Mohamed, A., Ayob, A. (2018).** *Review of energy storage systems for electric vehicle applications: Issues and challenges*: Elsevier Ltd., pages 771–789
- [27] **Farag, M.S. (2013).** Lithium-Ion Batteries: Modelling and State of Charge Estimation, 169. (Master’s thesis) Master of Applied Science, Faculty of Engineering, McMaster University, Ontario
- [28] **Linse, C. and Kuhn, R. (2015).** *Design of high-voltage battery packs for electric vehicles*, Elsevier Ltd.

- [29] **Andrea, D.** (2010). Battery Management Systems for Large Lithium Ion Battery Packs, EBL-Schweitzer, Artech House, <https://books.google.com.tr/books?id=o-QpFOR0PTcC>.
- [30] **Maçın, F.** (2019). Lityum İyon Bataryalarda Parça Ömür Kestirimi, İTÜ Yüksek Lisans Tezi.
- [31] **Gençer C.B., Ulusoy C., Erdem E., Aysel E.M., & Farzambehboudi Y.** (n.d.). Urban Rail Systems in Implementation in Turkish Cities, s. 8., from <http://www.....>
- [32] **Url-6** <<https://www.ulasimpark.com.tr/Tramvay/AracOzellikleri.aspx>>, alındığı tarih: 04.11.2020
- [33] **Url-7** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Gebze_metrosu>, alındığı tarih:05.11.2020
- [34] **Ayers, W. (2016)** (Chief Electrical Engineer) Comparative Payback of Lithium-Ion Batteries for Pacific NW Ferries, *Elliott Bay Design Group*, *alındığı tarih 19.02.2021, from https://www.ebdg.com/wp-ebdg-content/uploads/2017/02/Payback_Lithium-Ion_NWFerries_paper.pdf*



EKLER

EK A.1: TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü



Çizelge A.1 : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü.

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
0	0	27.96804	0	0	0	0	0	176.6729836	0	35	0.009722222	31.99027778	99.97%	35	
1	34.83278966	67.56911502	1.85584852	70.62993917	0.099495935	0	0	426.8313815	0	105.6299392	0.039063872	31.96093613	99.88%	35	
2	74.02963079	66.73367295	3.993586095	113.3432936	0.255783929	0	0	421.5539275	0	148.3432936	0.080270342	31.91972966	99.75%	35	
3	92.32694504	56.32948818	5.900650563	128.3809926	0.327952117	0	0	355.8311109	0	163.3809926	0.125653951	31.87434605	99.61%	35	
4	100.2721941	48.73151848	7.40756941	133.9441628	0.356911122	0	0	307.835042	0	168.9441628	0.172582886	31.82741711	99.46%	35	
5	103.9587942	43.23487621	8.656268569	135.9764016	0.367793896	0	0	273.1129739	0	170.9764016	0.22007633	31.77992367	99.31%	35	
6	106.0992611	39.18310455	9.748019804	136.9875852	0.373269427	0	0	247.5180952	0	171.9875852	0.26785066	31.73214934	99.16%	35	
7	107.522282	36.01215654	10.74860245	137.5893212	0.376546909	0	0	227.4873442	0	172.5893212	0.315792138	31.68420786	99.01%	35	
8	108.558091	33.39555609	11.70244036	137.9918034	0.378747066	0	0	210.9583844	0	172.9918034	0.363845417	31.63615458	98.86%	35	
9	109.360231	31.14397014	12.6412048	138.2823958	0.380339543	0	0	196.7352066	0	173.2823958	0.411979415	31.58802058	98.71%	35	
10	110.0086354	29.14765776	13.58707971	138.503921	0.381555756	0	0	184.1245816	0	173.503921	0.460174949	31.53982505	98.56%	35	
11	110.5510546	27.33010223	14.5621188	138.6799926	0.382523798	0	0	172.6431564	0	173.6799926	0.508419391	31.49158061	98.41%	35	
12	111.0139554	25.65020486	15.58079251	138.823564	0.383314056	0	0	162.0313123	0	173.823564	0.556703715	31.44329629	98.26%	35	
13	111.4082617	24.10695929	16.63709663	138.9411201	0.383961723	0	0	152.2826921	0	173.9411201	0.605020693	31.39497931	98.11%	35	
14	-167.341905	-39.74386376	15.15783331	-134.629465	0.252683861	0	0	-236.2227196	0	-99.62946502	0.577345841	31.42265416	98.20%	35	
15	-143.6643938	-39.76276458	13.00693829	-113.115482	0.17827174	0	0	-236.3350591	0	-78.11548197	0.555647096	31.4443529	98.26%	35	
16	-119.9620947	-39.77877458	10.85663279	-91.56674653	0.116749712	0	0	-236.4302165	0	-56.56674653	0.539934111	31.46006589	98.31%	35	
17	-96.24371168	-39.79189471	8.707234751	-69.99114563	0.068172604	0	0	-236.5081978	0	-34.99114563	0.530214348	31.46978565	98.34%	35	
18	-72.51868512	-39.80212644	6.559128716	-48.3972552	0.032577074	0	0	-236.5690113	0	-13.3972552	0.526492889	31.47350711	98.35%	35	
19	-48.80474174	-39.80947221	4.413448915	-19.51997354	0.005298563	0	0	-190.3508621	0	15.48002646	0.530792896	31.4692071	98.34%	35	
20	-25.14391482	-39.81393699	2.27352782	11.5495334	0.00266662	0	0	-21.57580228	0	46.5495334	0.543723322	31.45627668	98.30%	35	
21	-2.713490988	-28.55281276	0.341296586	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	0.557224349	31.44277565	98.26%	35	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.566946572	31.43305343	98.23%	35	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.576668794	31.42333121	98.20%	35	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.586391016	31.41360898	98.17%	35	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.596113238	31.40388676	98.14%	35	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.605835461	31.39416454	98.11%	35	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.615557683	31.38444232	98.08%	35	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.625279905	31.3747201	98.05%	35	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.635002127	31.36499787	98.02%	35	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.644724349	31.35527565	97.99%	35	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.654446572	31.34555343	97.95%	35	
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.664168794	31.33583121	97.92%	35	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.673891016	31.32610898	97.89%	35	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.683613238	31.31638676	97.86%	35	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.693335461	31.30666454	97.83%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.703057683	31.29694232	97.80%	35	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.712779905	31.2872201	97.77%	35	
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.722502127	31.27749787	97.74%	35	
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.732224349	31.26777565	97.71%	35	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.741946572	31.25805343	97.68%	35	
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.751668794	31.24833121	97.65%	35	
42	18.58930347	46.58509458	1.436543002	43.08463656	0.037065862	0	0	294.2761685	0	78.08463656	0.773358971	31.22664103	97.58%	35	
43	46.21500172	46.58842948	3.571144283	73.50069833	0.107735281	0	0	294.2972349	0	108.5006983	0.803498054	31.19650195	97.49%	35	
44	73.97099628	46.5946416	5.715154649	104.0980883	0.215835036	0	0	294.3364767	0	139.0980883	0.842136411	31.15786359	97.37%	35	
45	101.6693868	46.55141572	7.862503473	134.6501859	0.36067575	0	0	294.0634205	0	169.6501859	0.889261463	31.11073854	97.22%	35	
46	106.2083397	38.95640161	9.814842766	137.0361328	0.373533325	0	0	246.0860219	0	172.0361328	0.937049278	31.06295072	97.07%	35	
47	108.3189638	34.02627514	11.46022026	137.9015624	0.378253212	0	0	214.9426113	0	172.9015624	0.985077489	31.01492251	96.92%	35	
48	109.5513002	30.57462161	12.89910822	138.3491715	0.38070595	0	0	193.1386548	0	173.3491715	1.033230037	30.96676996	96.77%	35	
49	110.3564333	28.0000257	14.18869461	138.6179184	0.382182375	0	0	176.875036	0	173.6179184	1.081457237	30.91854276	96.62%	35	
50	110.9231897	25.99069325	15.36411514	138.7960278	0.383162426	0	0	164.1821638	0	173.7960278	1.129733911	30.87026609	96.47%	35	
51	111.3433394	24.36870273	16.44881896	138.921999	0.383856339	0	0	153.9361149	0	173.921999	1.178045577	30.82195442	96.32%	35	
52	111.6634143	23.04170236	17.44612726	139.014607	0.384366687	0	0	145.5535069	0	174.014607	1.226382968	30.77361703	96.17%	35	
53	111.9070714	21.96848052	18.3383412	139.0830907	0.384744624	0	0	138.7740077	0	174.0830907	1.274739382	30.72526062	96.02%	35	
54	112.0967243	21.08942541	19.13510007	139.1351759	0.385032049	0	0	133.221052	0	174.1351759	1.323110265	30.67688974	95.87%	35	
55	112.2464407	20.36560352	19.8416547	139.175662	0.385255538	0	0	128.6486982	0	174.175662	1.371492393	30.62850761	95.71%	35	
56	45.38707515	8.169673528	20	63.89261695	0.081437887	0	0	51.60749904	0	98.89261695	1.398962564	30.60103744	95.63%	35	
57	51.40082197	9.252147955	20	70.604732	0.099419983	0	0	58.44544645	0	105.604732	1.428297212	30.57170279	95.54%	35	
58	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.458047065	30.54195294	95.44%	35	
59	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.487796918	30.51220308	95.35%	35	
60	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.517546771	30.48245323	95.26%	35	
61	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.547296624	30.45270338	95.16%	35	
62	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.577046476	30.42295352	95.07%	35	
63	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.606796329	30.39320367	94.98%	35	
64	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.636546182	30.36345382	94.89%	35	
65	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.666296035	30.33370396	94.79%	35	
66	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.696045888	30.30395411	94.70%	35	
67	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.725795741	30.27420426	94.61%	35	
68	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.755545594	30.24445441	94.51%	35	
69	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.785295447	30.21470455	94.42%	35	
70	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.8150453	30.1849547	94.33%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
71	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.844795152	30.15520485	94.24%	35	
72	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.874545005	30.12545499	94.14%	35	
73	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.904294858	30.09570514	94.05%	35	
74	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.934044711	30.06595529	93.96%	35	
75	52.73865333	9.4929576	20	72.0994704	0.103667912	0	0	59.96663129	0	107.0994704	1.963794564	30.03620544	93.86%	35	
76	53.36139213	9.605050584	20	72.79543852	0.105676031	0	0	60.67471816	0	107.7954385	1.993737741	30.00626226	93.77%	35	
77	55.21769502	9.939185103	20	74.87075063	0.111778135	0	0	62.78543248	0	109.8707506	2.024257394	29.97574261	93.67%	35	
78	56.94350501	10.2498309	20	76.80114263	0.11760732	0	0	64.7477695	0	111.8011426	2.055313267	29.94468673	93.58%	35	
79	58.86516513	10.59572972	20	78.95169912	0.124275282	0	0	66.93279844	0	113.9516991	2.086966517	29.91303348	93.48%	35	
80	60.58511039	10.90531987	20	80.87749341	0.130401858	0	0	68.88846694	0	115.8774934	2.11915471	29.88084529	93.38%	35	
81	62.49489453	11.24908102	20	83.01693066	0.137380397	0	0	71.05999227	0	118.0169307	2.15193719	29.84806281	93.28%	35	
82	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.184913524	29.81508648	93.17%	35	
83	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.217889857	29.78211014	93.07%	35	
84	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.250866191	29.74913381	92.97%	35	
85	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.283842524	29.71615748	92.86%	35	
86	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.316818858	29.68318114	92.76%	35	
87	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.349795191	29.65020481	92.66%	35	
88	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.382771525	29.61722848	92.55%	35	
89	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.415747858	29.58425214	92.45%	35	
90	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.448724192	29.55127581	92.35%	35	
91	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.481700525	29.51829947	92.24%	35	
92	63.11763333	11.361174	20	83.71480059	0.139695962	0	0	71.76807914	0	118.7148006	2.514676859	29.48532314	92.14%	35	
93	-173.8754681	-31.8430639	19.65739507	-140.1182512	0.273748801	1.849557299	0	-189.2633087	0	-105.1182512	2.485477345	29.51452266	92.23%	35	
94	-154.9643262	-31.86801262	17.50569094	-124.7842475	0.217018714	0	0	-189.4115946	0	-89.78424753	2.460537276	29.53946272	92.31%	35	
95	-136.0144371	-31.89006916	15.35437192	-107.5650465	0.161180555	0	0	-189.5426905	0	-72.56504648	2.440380319	29.55961968	92.37%	35	
96	-116.4595955	-31.75354944	13.20339177	-89.81297566	0.112314336	0	0	-188.7312681	0	-54.81297566	2.425154492	29.57484551	92.42%	35	
97	-96.34724354	-31.38061176	11.05300583	-71.58262127	0.071310549	0	0	-186.5146655	0	-36.58262127	2.414992653	29.58500735	92.45%	35	
98	-76.81465436	-31.05895943	8.903462931	-53.86236452	0.040355272	0	0	-184.6028839	0	-18.86236452	2.409753107	29.59024689	92.47%	35	
99	-57.76039511	-30.78175262	6.755217201	-36.56184373	0.018585579	0	0	-182.9552698	0	-1.561843726	2.409319262	29.59068074	92.47%	35	
100	-39.22181594	-30.63367717	4.609258523	-15.63239249	0.003395796	0	0	-158.3603913	0	19.36760751	2.414699153	29.58530085	92.45%	35	
101	-20.90220118	-30.48271969	2.468543687	10.68743389	0.002284115	0	0	-28.29658974	0	45.68743389	2.427390106	29.57260989	92.41%	35	
102	-3.199528774	-24.64541289	0.467052862	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	2.440891134	29.55910887	92.37%	35	
103	16.56774694	55.99357602	1.065191625	44.76520029	0.040013527	0	0	353.7091673	0	79.76520029	2.463048134	29.53695187	92.30%	35	
104	49.77761001	56.07425035	3.195751931	81.3551737	0.131950786	0	0	354.2187838	0	116.3551737	2.495369016	29.50463098	92.20%	35	
105	83.28831159	56.16035716	5.33895959	118.3322428	0.278737671	0	0	354.7627171	0	153.3322428	2.537961305	29.46203869	92.07%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
106	100.0678995	48.99244761	7.353085958	133.8211999	0.356257843	0	0	309.4833208	0	168.8211999	2.584856083	29.41514392	91.92%	35	
107	104.6121874	42.07753964	8.950246837	136.2986146	0.3695343	0	0	265.8021253	0	171.2986146	2.632439032	29.36756097	91.77%	35	
108	106.8665154	37.52876799	10.25134172	137.3192274	0.375074025	0	0	237.0677178	0	172.3192274	2.680305484	29.31969452	91.62%	35	
109	108.1992355	34.33569628	11.34440067	137.85576	0.378002676	0	0	216.8972122	0	172.85576	2.728320973	29.27167903	91.47%	35	
110	109.0732271	31.97471629	12.28045529	138.1804531	0.379780508	0	0	201.9829966	0	173.1804531	2.776426654	29.22357335	91.32%	35	
111	109.6865879	30.1607197	13.09226039	138.3953156	0.380959251	0	0	190.5240531	0	173.3953156	2.824592019	29.17540798	91.17%	35	
112	110.1402145	28.71998761	13.80588719	138.5473608	0.381794474	0	0	181.4230065	0	173.5473608	2.87279962	29.12720038	91.02%	35	
113	110.4953132	27.523646	14.45241486	138.662227	0.382426067	0	0	173.8657646	0	173.662227	2.921039127	29.07896087	90.87%	35	
114	110.7812451	26.51049861	15.04356987	138.7520345	0.382920235	0	0	167.4657533	0	173.7520345	2.969303581	29.03069642	90.72%	35	
115	111.0165305	25.6398616	15.58743183	138.8242125	0.383317628	0	0	161.9659743	0	173.8242125	3.017588085	28.98241192	90.57%	35	
116	111.2135466	24.88250068	16.09037849	138.8834596	0.383643978	0	0	157.1817558	0	173.8834596	3.065889046	28.93411095	90.42%	35	
117	111.3808598	24.21681656	16.55755064	138.9328578	0.383916185	0	0	152.9766561	0	173.9328578	3.114203728	28.88579627	90.27%	35	
118	111.5247579	23.62659618	16.99310279	138.9747165	0.384146919	0	0	149.2482577	0	173.9747165	3.162530038	28.83746996	90.12%	35	
119	111.6498035	23.09929156	17.40050403	139.0106019	0.384344783	0	0	145.9172956	0	174.0106019	3.210866317	28.78913368	89.97%	35	
120	111.7594304	22.62506076	17.78266837	139.0416609	0.384516076	0	0	142.9215987	0	174.0416609	3.259211223	28.74078878	89.81%	35	
121	111.8563808	22.19614403	18.14202461	139.0688854	0.384666253	0	0	140.212149	0	174.0688854	3.307563691	28.69243631	89.66%	35	
122	111.9426593	21.80616745	18.4807166	139.0928648	0.384798553	0	0	137.7486826	0	174.0928648	3.35592282	28.64407718	89.51%	35	
123	112.0199355	21.4499884	18.80056005	139.1141591	0.384916058	0	0	135.4987139	0	174.1141591	3.404287864	28.59571214	89.36%	35	
124	112.0895339	21.12334764	19.10314365	139.133191	0.385021093	0	0	133.4353373	0	174.133191	3.452658195	28.54734181	89.21%	35	
125	112.1525257	20.82269001	19.38986303	139.1502938	0.385115494	0	0	131.5360952	0	174.1502938	3.501033276	28.49896672	89.06%	35	
126	112.2098014	20.54503248	19.66194462	139.1657511	0.385200823	0	0	129.7821437	0	174.1657511	3.549412652	28.45058735	88.91%	35	
127	112.2622845	20.28675016	19.92158554	139.1798151	0.385278468	0	0	128.1505847	0	174.1798151	3.597795934	28.40220407	88.76%	35	
128	81.26580633	14.62784514	20	104.1054602	0.215860977	0	0	92.40350932	0	139.1054602	3.636436339	28.36356366	88.64%	35	
129	78.78006866	14.18041236	20	101.3065378	0.204432816	0	0	89.57709444	0	136.3065378	3.674299266	28.32570073	88.52%	35	
130	76.32963274	13.73933389	20	98.54923318	0.193477099	0	0	86.79081952	0	133.5492332	3.711396276	28.28860372	88.40%	35	
131	73.75173865	13.27531296	20	95.65051606	0.182283678	0	0	83.85961793	0	130.6505161	3.747688086	28.25231191	88.29%	35	
132	71.29291316	12.83272437	20	92.88760634	0.171924021	0	0	81.06380362	0	127.8876063	3.783212421	28.21678758	88.18%	35	
133	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	3.818415313	28.18158469	88.07%	35	
134	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	3.853618206	28.14638179	87.96%	35	
135	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	3.888821098	28.1111789	87.85%	35	
136	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	3.92402399	28.07597601	87.74%	35	
137	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	3.959226883	28.04077312	87.63%	35	
138	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	3.994429775	28.00557022	87.52%	35	
139	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.029632668	27.97036733	87.41%	35	
140	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.06483556	27.93516444	87.30%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
141	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.100038452	27.89996155	87.19%	35	
142	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.135241345	27.86475866	87.08%	35	
143	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.170444237	27.82955576	86.97%	35	
144	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.20564713	27.79435287	86.86%	35	
145	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.240850022	27.75914998	86.75%	35	
146	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.276052915	27.72394709	86.64%	35	
147	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.311255807	27.68874419	86.53%	35	
148	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.346458699	27.6535413	86.42%	35	
149	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.381661592	27.61833841	86.31%	35	
150	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.416864484	27.58313552	86.20%	35	
151	70.26258333	12.647265	20	91.73041266	0.1676747	0	0	79.89226425	0	126.7304127	4.452067377	27.54793262	86.09%	35	
152	73.81413794	13.28654483	20	95.72065824	0.182550857	0	0	83.93056921	0	130.7206582	4.488378671	27.51162133	85.97%	35	
153	83.98833214	15.11789978	20	107.1731941	0.228742516	0	0	95.4991648	0	142.1731941	4.527871224	27.47212878	85.85%	35	
154	94.27360569	16.96924902	20	118.7831751	0.280856058	0	0	107.1940635	0	153.7831751	4.570588773	27.42941123	85.72%	35	
155	105.0667435	18.91201383	20	131.001233	0.341441149	0	0	119.4664306	0	166.001233	4.616700227	27.38329977	85.57%	35	
156	112.2736026	20.23174741	19.97777313	139.1830381	0.385296263	0	0	127.8031345	0	174.1830381	4.665084404	27.3349156	85.42%	35	
157	-102.6029572	-20.65976447	17.87871687	-78.68201494	0.086173487	0	0	-122.7939432	0	-43.68201494	4.652950511	27.34704949	85.46%	35	
158	-86.51734219	-19.80396581	15.72727625	-64.14267301	0.057245183	0	0	-117.7073948	0	-29.14267301	4.644855324	27.35514468	85.48%	35	
159	-74.75890775	-19.82363229	13.57632489	-53.44454516	0.03973029	0	0	-117.824285	0	-18.44454516	4.639731839	27.36026816	85.50%	35	
160	-62.9699695	-19.84040766	11.4257678	-42.71580545	0.025372374	0	0	-117.9239916	0	-7.715805446	4.63758856	27.36241144	85.51%	35	
161	-51.15868735	-19.85429251	9.276144102	-31.9638606	0.014202968	0	0	-118.006518	0	3.036139401	4.638431932	27.36156807	85.50%	35	
162	-39.33073612	-19.8652885	7.127540819	-21.19386367	0.006242649	0	0	-118.071874	0	13.80613633	4.64226697	27.35773303	85.49%	35	
163	-27.49756978	-19.87339773	4.981093633	-10.21744594	0.001452393	0	0	-117.0919827	0	24.78255406	4.649151013	27.35084899	85.47%	35	
164	-15.67646984	-19.8786242	2.838993928	9.68874098	0.001877503	0	0	-33.04269148	0	44.68874098	4.661564552	27.33843545	85.43%	35	
165	-3.918314219	-19.73391357	0.714693544	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	4.675065579	27.32493442	85.39%	35	
166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.684787802	27.3152122	85.36%	35	
167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.694510024	27.30548998	85.33%	35	
168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.704232246	27.29576775	85.30%	35	
169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.713954468	27.28604553	85.27%	35	
170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.72367669	27.27632331	85.24%	35	
171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.733398913	27.26660109	85.21%	35	
172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.743121135	27.25687887	85.18%	35	
173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.752843357	27.24715664	85.15%	35	
174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.762565579	27.23743442	85.12%	35	
175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.772287802	27.2277122	85.09%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.782010024	27.21798998	85.06%	35	
177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.791732246	27.20826775	85.03%	35	
178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.801454468	27.19854553	85.00%	35	
179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.81117669	27.18882331	84.97%	35	
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.820898913	27.17910109	84.93%	35	
181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.830621135	27.16937887	84.90%	35	
182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.840343357	27.15965664	84.87%	35	
183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.850065579	27.14993442	84.84%	35	
184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.859787802	27.1402122	84.81%	35	
185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.869510024	27.13048998	84.78%	35	
186	16.25379419	66.5191027	0.879651958	49.6266046	0.049161009	0	0	420.198496	0	84.6266046	4.893017414	27.10698259	84.71%	35	
187	55.57030242	66.52168254	3.007336562	92.89147635	0.171940986	0	0	420.2147927	0	127.8914764	4.928542824	27.07145718	84.60%	35	
188	84.7983163	59.93840704	5.093162985	121.7587468	0.295069949	0	0	378.6285062	0	156.7587468	4.97208692	27.02791308	84.46%	35	
189	97.34810851	52.09390202	6.72738501	132.0790951	0.347066657	0	0	329.0750835	0	167.0790951	5.01849778	26.98150222	84.32%	35	
190	102.2484064	45.9860646	8.00450594	135.0786614	0.362966387	0	0	290.4921202	0	170.0786614	5.065741853	26.93425815	84.17%	35	
191	104.772622	41.78268069	9.027237315	136.3757109	0.369951336	0	0	263.9395132	0	171.3757109	5.113346217	26.88665378	84.02%	35	
192	106.297938	38.76567652	9.871435444	137.0748733	0.373743976	0	0	244.8812192	0	172.0748733	5.161144793	26.83885521	83.87%	35	
193	107.3158084	36.50044472	10.58444474	137.505552	0.376089788	0	0	230.571841	0	172.505552	5.209063002	26.790937	83.72%	35	
194	108.0417085	34.73661119	11.19712716	137.794867	0.377669722	0	0	219.4297755	0	172.794867	5.257061576	26.74293842	83.57%	35	
195	108.5846621	33.32373754	11.73052436	138.0015466	0.378800406	0	0	210.5047095	0	173.0015466	5.305117561	26.69488244	83.42%	35	
196	109.0054328	32.16640158	12.19967593	138.1559593	0.379646249	0	0	203.1938649	0	173.1559593	5.353216439	26.64678356	83.27%	35	
197	109.3405882	31.20129898	12.61569927	138.2753638	0.380300967	0	0	197.0973506	0	173.2753638	5.401348484	26.59865152	83.12%	35	
198	109.6133903	30.384659	12.98708861	138.3701775	0.380821249	0	0	191.9386686	0	173.3701775	5.449506867	26.55049313	82.97%	35	
199	109.8393896	29.68528378	13.3204664	138.4471128	0.381243685	0	0	187.5207435	0	173.4471128	5.49768662	26.50231338	82.82%	35	
200	110.0293529	29.08026632	13.6211158	138.5106489	0.381592723	0	0	183.6988725	0	173.5106489	5.545884023	26.45411598	82.67%	35	
201	110.1909762	28.55239198	13.89332053	138.5638923	0.381885341	0	0	180.3643116	0	173.5638923	5.594096215	26.40590378	82.52%	35	
202	110.3299197	28.08844677	14.14060868	138.6090732	0.382133736	0	0	177.4335883	0	173.6090732	5.642320958	26.35767904	82.37%	35	
203	110.4504131	27.67809126	14.36592953	138.6478022	0.382346723	0	0	174.8413891	0	173.6478022	5.690556458	26.30944354	82.22%	35	
204	110.5609853	27.29473001	14.58228648	138.6829849	0.38254026	0	0	172.4197115	0	173.6829849	5.738801732	26.26119827	82.07%	35	
205	110.6987042	26.80764268	14.86573702	138.7263078	0.382778641	0	0	169.3428004	0	173.7263078	5.78705904	26.21294096	81.92%	35	
206	110.8638111	26.20892709	15.22800745	138.7775312	0.38306059	0	0	165.5607381	0	173.7775312	5.835330576	26.16466942	81.76%	35	
207	111.0494678	25.51511091	15.66828822	138.834192	0.383372588	0	0	161.1779292	0	173.834192	5.883617852	26.11638215	81.61%	35	
208	111.2482487	24.74626799	16.1840071	138.8937896	0.383700894	0	0	156.3211794	0	173.8937896	5.931921682	26.06807832	81.46%	35	
209	111.4542774	23.91788442	16.77554442	138.9543017	0.38403438	0	0	151.0883137	0	173.9543017	5.980242321	26.01975768	81.31%	35	
210	111.6630531	23.04291842	17.4451494	139.0144404	0.384365951	0	0	145.5611887	0	174.0144404	6.028579666	25.97142033	81.16%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
211	111.8690343	22.13994203	18.19014142	139.0725082	0.384686239	0	0	139.8571232	0	174.0725082	6.07693314	25.92306686	81.01%	35	
212	112.0510037	21.30537696	18.93342213	139.1227605	0.384963526	0	0	134.5852092	0	174.1227605	6.125300574	25.87469943	80.86%	35	
213	112.2047806	20.57011304	19.63709284	139.1644979	0.385193904	0	0	129.9405766	0	174.1644979	6.173679601	25.8263204	80.71%	35	
214	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.198921194	25.80107881	80.63%	35	
215	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.224162788	25.77583721	80.55%	35	
216	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.249404381	25.75059562	80.47%	35	
217	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.274645974	25.72535403	80.39%	35	
218	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.299887567	25.70011243	80.31%	35	
219	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.32512916	25.67487084	80.23%	35	
220	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.350370754	25.64962925	80.16%	35	
221	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.375612347	25.62438765	80.08%	35	
222	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.40085394	25.59914606	80.00%	35	
223	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.426095533	25.57390447	79.92%	35	
224	38.18551833	6.8733933	20	55.86973558	0.062289421	0	0	43.41894898	0	90.86973558	6.451337126	25.54866287	79.84%	35	
225	42.05752446	7.570354403	20	60.18130363	0.072262224	0	0	47.82162423	0	95.18130363	6.477776377	25.52222362	79.76%	35	
226	46.78148007	8.420666412	20	65.44793627	0.085445113	0	0	53.19301099	0	100.4479363	6.505678582	25.49432142	79.67%	35	
227	51.83162073	9.329691732	20	71.08599547	0.100778022	0	0	58.93528737	0	106.0859955	6.535146914	25.46485309	79.58%	35	
228	56.75957526	10.21672355	20	76.59536664	0.116979177	0	0	64.53863166	0	111.5953666	6.566145627	25.43385437	79.48%	35	
229	61.98800598	11.15784108	20	82.44897786	0.135510234	0	0	70.48363324	0	117.4489779	6.598770343	25.40122966	79.38%	35	
230	66.61217594	11.99019167	20	87.63319099	0.153055482	0	0	75.74155846	0	122.633191	6.632835118	25.36716488	79.27%	35	
231	66.61489833	11.9906817	20	87.63624506	0.153066132	0	0	75.74465396	0	122.6362451	6.666900742	25.33309926	79.17%	35	
232	66.61489833	11.9906817	20	87.63624506	0.153066132	0	0	75.74465396	0	122.6362451	6.700966366	25.29903363	79.06%	35	
233	66.61489833	11.9906817	20	87.63624506	0.153066132	0	0	75.74465396	0	122.6362451	6.735031989	25.26496801	78.95%	35	
234	66.61489833	11.9906817	20	87.63624506	0.153066132	0	0	75.74465396	0	122.6362451	6.769097613	25.23090239	78.85%	35	
235	66.61489833	11.9906817	20	87.63624506	0.153066132	0	0	75.74465396	0	122.6362451	6.803163237	25.19683676	78.74%	35	
236	66.61489833	11.9906817	20	87.63624506	0.153066132	0	0	75.74465396	0	122.6362451	6.83722886	25.16277114	78.63%	35	
237	66.61489833	11.9906817	20	87.63624506	0.153066132	0	0	75.74465396	0	122.6362451	6.871294484	25.12870552	78.53%	35	
238	66.61489833	11.9906817	20	87.63624506	0.153066132	0	0	75.74465396	0	122.6362451	6.905360107	25.09463989	78.42%	35	
239	74.50928718	13.41167169	20	96.5021324	0.185538279	0	0	84.72099058	0	131.5021324	6.941888478	25.05811152	78.31%	35	
240	83.79887913	15.08379824	20	106.9596439	0.227833587	0	0	95.28374674	0	141.9596439	6.981321712	25.01867829	78.18%	35	
241	92.27088078	16.60875854	20	116.5199664	0.270280606	0	0	104.9168596	0	151.5199664	7.023410591	24.97658941	78.05%	35	
242	100.9828599	18.17691479	20	126.3740116	0.317803353	0	0	114.8228395	0	161.3740116	7.068236706	24.93176329	77.91%	35	
243	109.9398488	19.78917278	20	136.5292858	0.370783229	0	0	125.0074084	0	171.5292858	7.11588373	24.88411627	77.76%	35	
244	112.2743263	20.22697179	19.98260439	139.1830315	0.385296226	0	0	127.7729671	0	174.1830315	7.164267905	24.83573209	77.61%	35	
245	112.2660339	20.26814913	19.94053426	139.1808153	0.385283399	0	0	128.0330827	0	174.1808153	7.212651465	24.78734854	77.46%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
246	112.2580949	20.30748171	19.90050502	139.1786915	0.385272265	0	0	128.2815451	0	174.1786915	7.261034435	24.73896557	77.31%	35	
247	112.250499	20.34503686	19.86242635	139.1766581	0.385261038	0	0	128.5187795	0	174.1766581	7.30941684	24.69058316	77.16%	35	
248	112.2432339	20.38088299	19.82620883	139.1747116	0.385250291	0	0	128.745218	0	174.1747116	7.357798704	24.6422013	77.01%	35	
249	112.2362883	20.41508669	19.79176696	139.1728491	0.385240009	0	0	128.9612814	0	174.1728491	7.406180051	24.59381995	76.86%	35	
250	112.2296509	20.44771224	19.75901944	139.1710681	0.385230176	0	0	129.1673757	0	174.1710681	7.454560903	24.5454391	76.70%	35	
251	112.2233106	20.47882321	19.72788739	139.1693655	0.385220777	0	0	129.3639025	0	174.1693655	7.502941283	24.49705872	76.55%	35	
252	112.2172565	20.50848049	19.69829621	139.1677389	0.385211797	0	0	129.5512463	0	174.1677389	7.55132121	24.44867879	76.40%	35	
253	112.2114776	20.53674465	19.67017297	139.1661851	0.385203219	0	0	129.7297898	0	174.1661851	7.599700706	24.40029929	76.25%	35	
254	112.2059632	20.56367395	19.64344837	139.1647014	0.385195028	0	0	129.8999011	0	174.1647014	7.64807979	24.35192021	76.10%	35	
255	112.2007033	20.58932393	19.61805709	139.1632856	0.385187212	0	0	130.061931	0	174.1632856	7.69645848	24.30354152	75.95%	35	
256	112.1956874	20.61375041	19.59393447	139.1619346	0.385179754	0	0	130.2162321	0	174.1619346	7.744836795	24.2551632	75.80%	35	
257	112.1909058	20.63700575	19.57102043	139.1606461	0.385172641	0	0	130.3631352	0	174.1606461	7.793214753	24.20678525	75.65%	35	
258	112.1863488	20.65914144	19.54925653	139.1594174	0.385165858	0	0	130.5029654	0	174.1594174	7.841592369	24.15840763	75.50%	35	
259	112.1868321	20.65679608	19.55156036	139.1595479	0.385166578	0	0	130.4881499	0	174.1595479	7.889970021	24.11002998	75.34%	35	
260	-129.1734617	-24.38600831	19.06931792	-102.4080446	0.146074304	0	0	-144.9413484	0	-67.40804462	7.871245564	24.12875444	75.40%	35	
261	-119.3976881	-25.40717402	16.91775788	-93.39575165	0.121464908	0	0	-151.0107769	0	-58.39575165	7.855024522	24.14497548	75.45%	35	
262	-108.0936461	-26.3528124	14.76643669	-82.99625794	0.095893787	0	0	-156.6312992	0	-47.99625794	7.841692228	24.15830777	75.49%	35	
263	-95.25188652	-27.18101846	12.61567153	-71.20657322	0.070562308	0	0	-161.5538475	0	-36.20657322	7.831634847	24.16836515	75.53%	35	
264	-81.02446757	-27.87136197	10.46551262	-58.16804432	0.047070194	0	0	-165.6569921	0	-23.16804432	7.825199279	24.17480072	75.55%	35	
265	-65.66136442	-28.42384398	8.316289528	-44.10833424	0.027055189	0	0	-168.9407394	0	-9.108334239	7.822669186	24.17733081	75.55%	35	
266	-49.41428824	-28.83846607	6.168547186	-29.25669082	0.011898125	0	0	-171.4050986	0	5.743309184	7.824264549	24.17573545	75.55%	35	
267	-32.38913994	-28.98025885	4.02345974	-5.302296326	0.000391522	0	0	-116.1788695	0	29.69770367	7.832513912	24.16748609	75.52%	35	
268	-15.18147467	-28.98420011	1.885624222	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	7.846014939	24.15398506	75.48%	35	
269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.855737161	24.14426284	75.45%	35	
270	26.23653803	57.41553482	1.645051919	56.05251883	0.062704285	0	0	362.6916238	0	91.05251883	7.881029528	24.11897047	75.37%	35	
271	60.31030122	57.41915141	3.781265949	93.57338649	0.174473362	0	0	362.7144697	0	128.5733865	7.916744357	24.08325564	75.26%	35	
272	92.49362092	56.21574435	5.923253941	128.5135406	0.32862786	0	0	355.1125957	0	163.5135406	7.962164785	24.03783521	75.12%	35	
273	101.5501806	47.0058388	7.777348512	134.689909	0.360885732	0	0	296.9339929	0	169.689909	8.009300871	23.99069913	74.97%	35	
274	105.2239507	40.93316371	9.254281656	136.5895574	0.371109315	0	0	258.5731486	0	171.5895574	8.056964637	23.94303536	74.82%	35	
275	107.1806302	36.81470804	10.48089499	137.4500969	0.375787328	0	0	232.5570298	0	172.4500969	8.104867442	23.89513256	74.67%	35	
276	108.3914058	33.83702423	11.53203354	137.9290798	0.37840377	0	0	213.7471209	0	172.9290798	8.152903297	23.8470967	74.52%	35	
277	109.2135888	31.57233919	12.45296868	138.2306451	0.3800557	0	0	199.4411966	0	173.2306451	8.201022921	23.79897708	74.37%	35	
278	109.8083031	29.78328584	13.27288536	138.4367454	0.381186746	0	0	188.1398185	0	173.4367454	8.249199795	23.75080021	74.22%	35	
279	110.2585196	28.32838236	14.01176953	138.5859996	0.382006872	0	0	178.9492518	0	173.5859996	8.297418128	23.70258187	74.07%	35	
280	110.6113812	27.1181729	14.68391702	138.6989969	0.382628356	0	0	171.3044073	0	173.6989969	8.345667849	23.65433215	73.92%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
281	110.8952867	26.09293503	15.30004654	138.7872205	0.383113934	0	0	164.828021	0	173.7872205	8.393942077	23.60605792	73.77%	35	
282	111.1288469	25.21153664	15.86828911	138.8581443	0.383504517	0	0	159.2602628	0	173.8581443	8.442236006	23.55776399	73.62%	35	
283	111.3242942	24.44433343	16.39511072	138.9162584	0.383824704	0	0	154.413871	0	173.9162584	8.490546078	23.50945392	73.47%	35	
284	111.4902679	23.76957354	16.88566416	138.9647266	0.384091846	0	0	150.1514399	0	173.9647266	8.538869613	23.46113039	73.32%	35	
285	111.6330175	23.1708745	17.34414063	139.0058081	0.384318348	0	0	146.3694821	0	174.0058081	8.58720456	23.41279544	73.16%	35	
286	111.7570733	22.63557015	17.77403765	139.0410329	0.384512612	0	0	142.9879861	0	174.0410329	8.635549291	23.36445071	73.01%	35	
287	111.8658562	22.15374516	18.17828519	139.0715378	0.384680885	0	0	139.944317	0	174.0715378	8.683902496	23.3160975	72.86%	35	
288	111.9620304	21.71752486	18.55935891	139.0982221	0.384828113	0	0	137.1887309	0	174.0982221	8.732263113	23.26773689	72.71%	35	
289	112.0476675	21.32054877	18.91938336	139.121765	0.384958032	0	0	134.6810489	0	174.121765	8.78063027	23.21936973	72.56%	35	
290	112.1243901	20.95761298	19.26020079	139.1426743	0.385073436	0	0	132.3883981	0	174.1426743	8.829003235	23.17099676	72.41%	35	
291	112.1935163	20.6244312	19.58340944	139.16137	0.385176637	0	0	130.2837023	0	174.16137	8.877381394	23.12261861	72.26%	35	
292	112.2561087	20.31742478	19.89041465	139.1781796	0.385269438	0	0	128.3443551	0	174.1781796	8.925764221	23.07423578	72.11%	35	
293	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	8.963903508	23.03609649	71.99%	35	
294	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.002042794	22.99795721	71.87%	35	
295	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.040182081	22.95981792	71.75%	35	
296	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.078321367	22.92167863	71.63%	35	
297	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.116460654	22.88353935	71.51%	35	
298	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.15459994	22.84540006	71.39%	35	
299	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.192739227	22.80726077	71.27%	35	
300	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.230878513	22.76912149	71.15%	35	
301	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.2690178	22.7309822	71.03%	35	
302	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.307157086	22.69284291	70.92%	35	
303	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.345296373	22.65470363	70.80%	35	
304	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.383435659	22.61656434	70.68%	35	
305	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.421574945	22.57842505	70.56%	35	
306	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.459714232	22.54028577	70.44%	35	
307	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.497853518	22.50214648	70.32%	35	
308	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.535992805	22.4640072	70.20%	35	
309	79.66383333	14.33949	20	102.3014313	0.208459498	0	0	90.5819815	0	137.3014313	9.574132091	22.42586791	70.08%	35	
310	82.96467045	14.93364068	20	106.0194663	0.223854231	0	0	94.33520746	0	141.0194663	9.613304165	22.38669583	69.96%	35	
311	90.44446537	16.28000377	20	114.4570655	0.260816432	0	0	102.8401289	0	149.4570655	9.654820017	22.34517998	69.83%	35	
312	97.27734728	17.50992251	20	122.179906	0.297108754	0	0	110.6094761	0	157.179906	9.698481102	22.3015189	69.69%	35	
313	104.9286221	18.88715197	20	130.8446438	0.340625993	0	0	119.3093792	0	165.8446438	9.744549059	22.25545094	69.55%	35	
314	111.7415566	20.11348019	20	138.5749657	0.381946426	0	0	127.0560453	0	173.5749657	9.792764327	22.20723567	69.40%	35	
315	112.2725555	20.23577386	19.97359743	139.1825586	0.385293615	0	0	127.8285695	0	174.1825586	9.841148371	22.15885163	69.25%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
316	112.2583882	20.30603606	19.90197386	139.178771	0.385272703	0	0	128.2724129	0	174.178771	9.889531363	22.11046864	69.10%	35	
317	112.2442137	20.37605574	19.83107896	139.1749746	0.385251744	0	0	128.7147245	0	174.1749746	9.9379133	22.0620867	68.94%	35	
318	112.2305943	20.44308308	19.76365984	139.171322	0.385231578	0	0	129.1381335	0	174.171322	9.986294223	22.01370578	68.79%	35	
319	112.2175174	20.50720699	19.69956529	139.1678096	0.385212187	0	0	129.5432016	0	174.1678096	10.03467417	21.96532583	68.64%	35	
320	112.2049713	20.56851622	19.63865027	139.1644349	0.385193557	0	0	129.9304896	0	174.1644349	10.08305318	21.91694682	68.49%	35	
321	112.1929442	20.62709944	19.58077531	139.1611961	0.385175677	0	0	130.3005574	0	174.1611961	10.13143129	21.86856871	68.34%	35	
322	112.1814211	20.68304895	19.5258019	139.1580884	0.385158521	0	0	130.6539882	0	174.1580884	10.17980854	21.82019146	68.19%	35	
323	112.17039	20.73645299	19.47360067	139.1551103	0.385142082	0	0	130.9913394	0	174.1551103	10.22818496	21.77181504	68.04%	35	
324	112.1598359	20.78740251	19.42404347	139.1522577	0.385126335	0	0	131.3131855	0	174.1522577	10.27656058	21.72343942	67.89%	35	
325	112.1497442	20.83598718	19.37700748	139.1495266	0.38511126	0	0	131.6200928	0	174.1495266	10.32493545	21.67506455	67.73%	35	
326	112.1401017	20.88229328	19.33237699	139.1469151	0.385096844	0	0	131.9126066	0	174.1469151	10.37330959	21.62669041	67.58%	35	
327	112.1308918	20.92641056	19.29003588	139.1444175	0.385083058	0	0	132.1912937	0	174.1444175	10.42168304	21.57831696	67.43%	35	
328	112.1221014	20.96842249	19.24987755	139.1420318	0.38506989	0	0	132.4566814	0	174.1420318	10.47005583	21.52994417	67.28%	35	
329	112.1137149	21.00841457	19.21179596	139.1397536	0.385057315	0	0	132.7093097	0	174.1397536	10.51842798	21.48157202	67.13%	35	
330	112.105718	21.04646912	19.17569084	139.1375791	0.385045313	0	0	132.9496988	0	174.1375791	10.56679953	21.43320047	66.98%	35	
331	112.0980962	21.08266625	19.14146634	139.1355051	0.385033865	0	0	133.1783547	0	174.1355051	10.61517051	21.38482949	66.83%	35	
332	112.0908353	21.11708446	19.10903032	139.1335277	0.385022951	0	0	133.3957731	0	174.1335277	10.66354093	21.33645907	66.68%	35	
333	112.0839211	21.14980027	19.0782944	139.1316434	0.385012551	0	0	133.6024375	0	174.1316434	10.71191083	21.28808917	66.53%	35	
334	112.0773395	21.18088836	19.04917374	139.1298482	0.385002644	0	0	133.7988198	0	174.1298482	10.76028024	21.23971976	66.37%	35	
335	112.0710973	21.21032596	19.0216761	139.1281445	0.384993241	0	0	133.9847759	0	174.1281445	10.80864916	21.19135084	66.22%	35	
336	112.0767157	21.18383635	19.04641686	139.1296787	0.385001708	0	0	133.8174421	0	174.1296787	10.85701852	21.14298148	66.07%	35	
337	112.1027639	21.06053563	19.16237858	139.1367806	0.385040905	0	0	133.0385564	0	174.1367806	10.90538985	21.09461015	65.92%	35	
338	112.1473086	20.8477653	19.36564025	139.1488796	0.385107688	0	0	131.6944948	0	174.1488796	10.95376454	21.04623546	65.77%	35	
339	112.2078525	20.55453914	19.65250968	139.1652248	0.385197917	0	0	129.8421969	0	174.1652248	11.00214377	20.99785623	65.62%	35	
340	66.02976453	11.88535762	20	86.97987542	0.150785816	0	0	75.07932596	0	121.9798754	11.03602706	20.96397294	65.51%	35	
341	-176.9049308	-32.92995237	19.33977167	-140.1182512	0.273748801	4.435457724	0	-195.7233689	0	-105.1182512	11.00682755	20.99317245	65.60%	35	
342	-157.3406383	-32.95447415	17.18814589	-126.767333	0.223984299	0	0	-195.8691172	0	-91.76733304	10.98133662	21.01866338	65.68%	35	
343	-137.7377181	-32.97610393	15.03682173	-108.9551786	0.165380257	0	0	-195.9976765	0	-73.95517859	10.96079352	21.03920648	65.75%	35	
344	-118.1026243	-32.99484223	12.88593694	-91.10549657	0.11557443	0	0	-196.10905	0	-56.10549657	10.94520866	21.05479134	65.80%	35	
345	-98.44212744	-33.01068975	10.73566371	-73.22440804	0.074622236	0	0	-196.2032418	0	-38.22440804	10.93459077	21.06540923	65.83%	35	
346	-78.76408956	-33.02364747	8.586293318	-55.31903981	0.042568384	0	0	-196.2802577	0	-20.31903981	10.92894659	21.07105341	65.85%	35	
347	-59.07779184	-33.03371661	6.43827199	-37.39782363	0.019445579	0	0	-196.3401048	0	-2.397823626	10.92828053	21.07171947	65.85%	35	
348	-39.39995304	-33.04089978	4.292856255	-12.17537456	0.002063078	0	0	-150.092505	0	22.82462544	10.9346207	21.0653793	65.83%	35	
349	-19.76754497	-33.04520248	2.15350968	12.68679881	0.003218359	0	0	-10.05019245	0	47.68679881	10.94786703	21.05213297	65.79%	35	
350	-1.127756955	-16.437447	0.243795983	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	10.96136806	21.03863194	65.75%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
351	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.93497917	21.06502083	65.83%	70	Başaran
352	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.90859028	21.09140972	65.91%	70	
353	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.8822014	21.1177986	65.99%	70	
354	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.85581251	21.14418749	66.08%	70	
355	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.82942362	21.17057638	66.16%	70	
356	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.80303473	21.19696527	66.24%	70	
357	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.77664584	21.22335416	66.32%	70	
358	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.75025695	21.24974305	66.41%	70	
359	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.72386806	21.27613194	66.49%	70	
360	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.69747917	21.30252083	66.57%	70	
361	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.67109028	21.32890972	66.65%	70	
362	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.6447014	21.3552986	66.74%	70	
363	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.61831251	21.38168749	66.82%	70	
364	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.59192362	21.40807638	66.90%	70	
365	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.56553473	21.43446527	66.98%	70	
366	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.53914584	21.46085416	67.07%	70	
367	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.51275695	21.48724305	67.15%	70	
368	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.48636806	21.51363194	67.23%	70	
369	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.45997917	21.54002083	67.31%	70	
370	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	10.43359028	21.56640972	67.40%	70	
371	23.1025121	53.35410873	1.558812332	50.78857552	0.051490177	0	0	337.0357586	-180.7885755	-60	10.4072014	21.5927986	67.48%	70	
372	54.75733652	53.35760894	3.694438601	85.64372751	0.146199688	0	0	337.0578693	-215.6437275	-60	10.38081251	21.61918749	67.56%	70	
373	86.55009106	53.36398689	5.838775285	120.7003493	0.289973251	0	0	337.0981585	-250.7003493	-60	10.35442362	21.64557638	67.64%	70	
374	101.8384551	46.59198718	7.868744103	134.852148	0.36175335	0	0	294.3197088	-264.852148	-60	10.32803473	21.67196527	67.72%	70	
375	105.6992208	40.00004516	9.512961867	136.8082982	0.372295662	0	0	252.6786762	-266.8082982	-60	10.30164584	21.69835416	67.81%	70	
376	107.6905415	35.60702918	10.88793816	137.6568727	0.376915734	0	0	224.928171	-267.6568727	-60	10.27525695	21.72474305	67.89%	70	
377	108.9000525	32.46230703	12.07680452	138.1179213	0.379437797	0	0	205.0630877	-268.1179213	-60	10.24886806	21.75113194	67.97%	70	
378	109.7116335	30.0841798	13.12857063	138.4040286	0.38100709	0	0	190.0405536	-268.4040286	-60	10.22247917	21.77752083	68.05%	70	
379	110.2936349	28.21121185	14.07444754	138.5974848	0.382070018	0	0	178.2090904	-268.5974848	-60	10.19609028	21.80390972	68.14%	70	
380	110.7316189	26.69035995	14.93550064	138.7367495	0.382836107	0	0	168.6019302	-268.7367495	-60	10.1697014	21.8302986	68.22%	70	
381	111.0731192	25.42558479	15.72681141	138.8414471	0.383412547	0	0	160.6123963	-268.8414471	-60	10.14331251	21.85668749	68.30%	70	
382	111.346932	24.3536386	16.45951663	138.9229245	0.38386144	0	0	153.8409554	-268.9229245	-60	10.11692362	21.88307638	68.38%	70	
383	111.5715488	23.43108809	17.14208574	138.9882337	0.384221444	0	0	148.0132409	-268.9882337	-60	10.09053473	21.90946527	68.47%	70	
384	111.7591027	22.62685342	17.78121205	139.0416365	0.384515941	0	0	142.9329228	-269.0416365	-60	10.06414584	21.93585416	68.55%	70	
385	111.9037874	21.98298369	18.32570505	139.0821127	0.384739228	0	0	138.8656237	-269.0821127	-60	10.03775695	21.96224305	68.63%	70	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
386	112.0016895	21.53473181	18.72352491	139.1091537	0.384888436	0	0	136.0340346	-269.1091537	-60	10.01136806	21.98863194	68.71%	70	
387	112.0619457	21.25344553	18.98153444	139.1256527	0.384979488	0	0	134.2571605	-269.1256527	-60	9.984979173	22.01502083	68.80%	70	
388	112.0902801	21.1197135	19.10655695	139.1333765	0.385022117	0	0	133.4123806	-269.1333765	-60	9.958590285	22.04140972	68.88%	70	
389	112.0895982	21.12294489	19.10351784	139.1331912	0.385021094	0	0	133.4327932	-269.1331912	-60	9.932201396	22.0677986	68.96%	70	
390	112.061423	21.25589354	18.9792601	139.1255084	0.384978691	0	0	134.2726244	-269.1255084	-60	9.905812507	22.09418749	69.04%	70	
391	112.0168082	21.46446472	18.78735496	139.1132883	0.384911252	0	0	135.5901602	-269.1132883	-60	9.879423618	22.12057638	69.13%	70	
392	111.9730241	21.66692676	18.6045255	139.1012383	0.384844757	0	0	136.8691048	-269.1012383	-60	9.853034729	22.14696527	69.21%	70	
393	111.9304577	21.8617117	18.43175198	139.0894701	0.384779822	0	0	138.0995534	-269.0894701	-60	9.82664584	22.17335416	69.29%	70	
394	111.8891685	22.04876587	18.26864202	139.0780034	0.384716556	0	0	139.2811671	-269.0780034	-60	9.800256951	22.19974305	69.37%	70	
395	111.8492099	22.22807569	18.11480071	139.0668589	0.384655073	0	0	140.41386	-269.0668589	-60	9.773868062	22.22613194	69.46%	70	
396	111.810628	22.39966169	17.96983689	139.0560576	0.384595488	0	0	141.4977618	-269.0560576	-60	9.747479173	22.25252083	69.54%	70	
397	111.7734478	22.56358364	17.83335589	139.0456057	0.384537835	0	0	142.5332502	-269.0456057	-60	9.721090285	22.27890972	69.62%	70	
398	111.7376977	22.71992716	17.70497381	139.0355205	0.384482208	0	0	143.5208659	-269.0355205	-60	9.694701396	22.3052986	69.70%	70	
399	111.7033836	22.8688136	17.58430453	139.0258024	0.38442861	0	0	144.4613756	-269.0258024	-60	9.668312507	22.33168749	69.79%	70	
400	111.6705217	23.01037876	17.47098052	139.0164684	0.384377135	0	0	145.355637	-269.0164684	-60	9.641923618	22.35807638	69.87%	70	
401	111.6376406	23.15101286	17.35973766	139.0070959	0.38432545	0	0	146.244017	-269.0070959	-60	9.615534729	22.38446527	69.95%	70	
402	111.5867705	23.36665655	17.19169304	138.9925354	0.384245163	0	0	147.6062295	-268.9925354	-60	9.58914584	22.41085416	70.03%	70	
403	111.5113615	23.68215027	16.95120264	138.9708204	0.38412544	0	0	149.5991906	-268.9708204	-60	9.562756951	22.43724305	70.12%	70	
404	111.4105263	24.09646304	16.64468063	138.9415238	0.383963948	0	0	152.2163877	-268.9415238	-60	9.536368062	22.46363194	70.20%	70	
405	111.2827188	24.60981718	16.27878096	138.9039673	0.383756973	0	0	155.4592252	-268.9039673	-60	9.509979173	22.49002083	70.28%	70	
406	111.1259153	25.22276837	15.86080089	138.8572502	0.383499592	0	0	159.3312132	-268.8572502	-60	9.483590285	22.51640972	70.36%	70	
407	110.9367394	25.93912529	15.39652147	138.7999182	0.383183847	0	0	163.856411	-268.7999182	-60	9.457201396	22.5427986	70.45%	70	
408	110.7144298	26.75148913	14.89905949	138.7312566	0.382805876	0	0	168.9880807	-268.7312566	-60	9.430812507	22.56918749	70.53%	70	
409	110.4818069	27.57003381	14.42633687	138.6578524	0.382402004	0	0	174.1587946	-268.6578524	-60	9.404423618	22.59557638	70.61%	70	
410	110.2485786	28.36134715	13.99422115	138.5827198	0.381988841	0	0	179.1574891	-268.5827198	-60	9.378034729	22.62196527	70.69%	70	
411	110.0171475	29.11968257	13.60117127	138.5066106	0.381570534	0	0	183.9478634	-268.5066106	-60	9.35164584	22.64835416	70.78%	70	
412	109.7899598	29.84010775	13.24539068	138.4304134	0.381151971	0	0	188.4987603	-268.4304134	-60	9.325256951	22.67474305	70.86%	70	
413	109.5692649	30.51867584	12.92485157	138.3549692	0.380737771	0	0	192.7852476	-268.3549692	-60	9.298868062	22.70113194	70.94%	70	
414	109.3571372	31.15249711	12.63737271	138.2811545	0.380332733	0	0	196.7890711	-268.2811545	-60	9.272479173	22.72752083	71.02%	70	
415	109.1552786	31.73980992	12.38063599	138.2097174	0.379940946	0	0	200.4991025	-268.2097174	-60	9.246090285	22.75390972	71.11%	70	
416	108.9650544	32.27990536	12.15227306	138.1413325	0.379566086	0	0	203.9108637	-268.1413325	-60	9.219701396	22.7802986	71.19%	70	
417	108.7874522	32.77304085	11.94990881	138.0765585	0.379211189	0	0	207.0259807	-268.0765585	-60	9.193312507	22.80668749	71.27%	70	
418	108.6230644	33.2203206	11.77120022	138.0158049	0.378878471	0	0	209.8514289	-268.0158049	-60	9.166923618	22.83307638	71.35%	70	
419	108.4721396	33.62352749	11.6138828	137.959355	0.378569451	0	0	212.3984706	-267.959355	-60	9.140534729	22.85946527	71.44%	70	
420	108.3345993	33.98497803	11.47579262	137.9073488	0.378284868	0	0	214.6817391	-267.9073488	-60	9.11414584	22.88585416	71.52%	70	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
421	108.210098	34.30736723	11.35488935	137.8598064	0.378024805	0	0	216.7182587	-267.8598064	-60	9.087756951	22.91224305	71.60%	70	
422	108.0981126	34.59358936	11.2492869	137.816673	0.377788937	0	0	218.5263124	-267.816673	-60	9.061368062	22.93863194	71.68%	70	
423	107.9979297	34.84668156	11.1572332	137.7777829	0.377576335	0	0	220.1250856	-267.7777829	-60	9.034979173	22.96502083	71.77%	70	
424	107.9087589	35.06965788	11.07714073	137.7429295	0.377385852	0	0	221.5336181	-267.7429295	-60	9.008590285	22.99140972	71.85%	70	
425	107.8297428	35.26546813	11.00756906	137.711858	0.377216077	0	0	222.7705436	-267.711858	-60	8.982201396	23.0177986	71.93%	70	
426	107.76	35.43693481	10.94722222	137.6842866	0.37706546	0	0	223.8536917	-267.6842866	-60	8.955812507	23.04418749	72.01%	70	
427	107.6986574	35.58670682	10.8949437	137.6599226	0.376932388	0	0	224.7997955	-267.6599226	-60	8.929423618	23.07057638	72.10%	70	
428	107.6448686	35.71724352	10.84970423	137.6384715	0.376815246	0	0	225.6243905	-267.6384715	-60	8.903034729	23.09696527	72.18%	70	
429	107.5978309	35.83079663	10.81059392	137.619646	0.376712456	0	0	226.341701	-267.619646	-60	8.87664584	23.12335416	72.26%	70	
430	107.5567936	35.92941105	10.77681059	137.6031711	0.376622513	0	0	226.9646443	-267.6031711	-60	8.850256951	23.14974305	72.34%	70	
431	107.5210651	36.01492698	10.74765014	137.588789	0.376544004	0	0	227.504845	-267.588789	-60	8.823868062	23.17613194	72.43%	70	
432	107.4900145	36.08899049	10.7224959	137.5762607	0.376475621	0	0	227.9727012	-267.5762607	-60	8.797479173	23.20252083	72.51%	70	
433	107.4630708	36.15306594	10.70080905	137.5653674	0.376416167	0	0	228.3774632	-267.5653674	-60	8.771090285	23.22890972	72.59%	70	
434	107.4397228	36.20844688	10.68212077	137.5559113	0.376364561	0	0	228.7273024	-267.5559113	-60	8.744701396	23.2552986	72.67%	70	
435	107.4195153	36.25627204	10.66602365	137.5477148	0.376319832	0	0	229.029412	-267.5477148	-60	8.718312507	23.28168749	72.76%	70	
436	107.4020427	36.29754455	10.6521628	137.5406184	0.376281109	0	0	229.2901288	-267.5406184	-60	8.691923618	23.30807638	72.84%	70	
437	107.386948	36.33314098	10.64023099	137.5344808	0.376247619	0	0	229.51499	-267.5344808	-60	8.665534729	23.33446527	72.92%	70	
438	107.3739176	36.36382493	10.62996273	137.5291775	0.376218682	0	0	229.7088193	-267.5291775	-60	8.63914584	23.36085416	73.00%	70	
439	107.3626772	36.39026135	10.62112839	137.5245988	0.3761937	0	0	229.8758171	-267.5245988	-60	8.612756951	23.38724305	73.09%	70	
440	107.3529857	36.4130306	10.61352879	137.5206482	0.376172146	0	0	230.0196495	-267.5206482	-60	8.586368062	23.41363194	73.17%	70	
441	107.344634	36.43263393	10.60699271	137.5172416	0.376153561	0	0	230.143483	-267.5172416	-60	8.559979173	23.44002083	73.25%	70	
442	107.3374401	36.44950651	10.60137218	137.5143057	0.376137543	0	0	230.2500664	-267.5143057	-60	8.533590285	23.46640972	73.33%	70	
443	107.3312452	36.46402583	10.5965393	137.5117764	0.376123745	0	0	230.3417843	-267.5117764	-60	8.507201396	23.4927986	73.41%	70	
444	107.3259127	36.47651685	10.59238434	137.5095983	0.376111862	0	0	230.4206896	-267.5095983	-60	8.480812507	23.51918749	73.50%	70	
445	107.3213237	36.48726082	10.58881255	137.5077232	0.376101633	0	0	230.4885588	-267.5077232	-60	8.454423618	23.54557638	73.58%	70	
446	107.3173752	36.49650117	10.58574215	137.5061094	0.376092829	0	0	230.5469298	-267.5061094	-60	8.428034729	23.57196527	73.66%	70	
447	107.3139788	36.50444648	10.58310318	137.5047209	0.376085254	0	0	230.59712	-267.5047209	-60	8.40164584	23.59835416	73.74%	70	
448	107.3110576	36.51127788	10.58083502	137.5035264	0.376078738	0	0	230.6402736	-267.5035264	-60	8.375256951	23.62474305	73.83%	70	
449	107.3085456	36.51715097	10.57888564	137.502499	0.376073134	0	0	230.6773737	-267.502499	-60	8.348868062	23.65113194	73.91%	70	
450	107.3063857	36.52219954	10.57721039	137.5016155	0.376068314	0	0	230.7092653	-267.5016155	-60	8.322479173	23.67752083	73.99%	70	
451	107.3045287	36.52653923	10.5757707	137.5008558	0.37606417	0	0	230.736679	-267.5008558	-60	8.296090285	23.70390972	74.07%	70	
452	107.3029323	36.5302692	10.57453352	137.5002026	0.376060607	0	0	230.7602411	-267.5002026	-60	8.269701396	23.7302986	74.16%	70	
453	107.3015601	36.5334749	10.57347042	137.4996411	0.376057544	0	0	230.7804913	-267.4996411	-60	8.243312507	23.75668749	74.24%	70	
454	107.3003806	36.53623002	10.57255688	137.4991585	0.376054911	0	0	230.7978953	-267.4991585	-60	8.216923618	23.78307638	74.32%	70	
455	107.2993669	36.53859761	10.57177194	137.4987436	0.376052647	0	0	230.8128513	-267.4987436	-60	8.190534729	23.80946527	74.40%	70	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
456	107.2984956	36.54063227	10.57109744	137.498387	0.376050702	0	0	230.8257042	-267.498387	-60	8.16414584	23.83585416	74.49%	70	
457	107.2977469	36.54238073	10.57051788	137.4980805	0.37604903	0	0	230.8367491	-267.4980805	-60	8.137756951	23.86224305	74.57%	70	
458	107.2971035	36.54388314	10.57001991	137.4978172	0.376047594	0	0	230.8462398	-267.4978172	-60	8.111368062	23.88863194	74.65%	70	
459	107.2965505	36.5451742	10.56959203	137.4975908	0.376046359	0	0	230.8543953	-267.4975908	-60	8.084979173	23.91502083	74.73%	70	
460	107.2960754	36.54628352	10.5692244	137.4973963	0.376045298	0	0	230.8614029	-267.4973963	-60	8.058590285	23.94140972	74.82%	70	
461	107.2956671	36.54723671	10.56890852	137.4972292	0.376044386	0	0	230.8674241	-267.4972292	-60	8.032201396	23.9677986	74.90%	70	
462	107.2953163	36.54805575	10.56863712	137.4970855	0.376043603	0	0	230.872598	-267.4970855	-60	8.005812507	23.99418749	74.98%	70	
463	107.2950148	36.54875947	10.56840394	137.4969621	0.37604293	0	0	230.8770434	-267.4969621	-60	7.979423618	24.02057638	75.06%	70	
464	107.2947558	36.54936415	10.56820358	137.4968561	0.376042351	0	0	230.8808631	-267.4968561	-60	7.953034729	24.04696527	75.15%	70	
465	107.2945333	36.54988369	10.56803143	137.496765	0.376041854	0	0	230.884145	-267.496765	-60	7.92664584	24.07335416	75.23%	70	
466	107.294342	36.55033008	10.56788353	137.4966867	0.376041427	0	0	230.8869648	-267.4966867	-60	7.900256951	24.09974305	75.31%	70	
467	107.2941777	36.55071362	10.56775645	137.4966194	0.37604106	0	0	230.8893877	-267.4966194	-60	7.873868062	24.12613194	75.39%	70	
468	107.2940365	36.55104315	10.56764728	137.4965616	0.376040745	0	0	230.8914693	-267.4965616	-60	7.847479173	24.15252083	75.48%	70	
469	107.2939152	36.55132629	10.56755347	137.4965119	0.376040474	0	0	230.8932578	-267.4965119	-60	7.821090285	24.17890972	75.56%	70	
470	107.293811	36.55156956	10.56747287	137.4964693	0.376040241	0	0	230.8947945	-267.4964693	-60	7.794701396	24.2052986	75.64%	70	
471	107.2937215	36.55177857	10.56740363	137.4964326	0.376040041	0	0	230.8961148	-267.4964326	-60	7.768312507	24.23168749	75.72%	70	
472	107.2936445	36.55195815	10.56734413	137.4964011	0.376039869	0	0	230.8972493	-267.4964011	-60	7.741923618	24.25807638	75.81%	70	
473	107.2935784	36.55211244	10.56729301	137.496374	0.376039722	0	0	230.8982239	-267.496374	-60	7.715534729	24.28446527	75.89%	70	
474	107.2935216	36.552245	10.5672491	137.4963508	0.376039595	0	0	230.8990613	-267.4963508	-60	7.68914584	24.31085416	75.97%	70	
475	107.2934729	36.5523589	10.56721136	137.4963308	0.376039486	0	0	230.8997808	-267.4963308	-60	7.662756951	24.33724305	76.05%	70	
476	107.2934309	36.55245675	10.56717894	137.4963136	0.376039392	0	0	230.9003989	-267.4963136	-60	7.636368062	24.36363194	76.14%	70	
477	107.2933949	36.55254083	10.56715109	137.4962989	0.376039312	0	0	230.90093	-267.4962989	-60	7.609979173	24.39002083	76.22%	70	
478	107.293364	36.55261307	10.56712716	137.4962862	0.376039243	0	0	230.9013864	-267.4962862	-60	7.583590285	24.41640972	76.30%	70	
479	107.2933374	36.55267513	10.5671066	137.4962753	0.376039183	0	0	230.9017784	-267.4962753	-60	7.557201396	24.4427986	76.38%	70	
480	107.2933145	36.55272845	10.56708893	137.496266	0.376039132	0	0	230.9021153	-267.496266	-60	7.530812507	24.46918749	76.47%	70	
481	107.2932949	36.55277426	10.56707376	137.4962579	0.376039088	0	0	230.9024046	-267.4962579	-60	7.504423618	24.49557638	76.55%	70	
482	107.293278	36.55281363	10.56706071	137.496251	0.376039051	0	0	230.9026533	-267.496251	-60	7.478034729	24.52196527	76.63%	70	
483	107.2932635	36.55284745	10.56704951	137.4962451	0.376039018	0	0	230.9028669	-267.4962451	-60	7.45164584	24.54835416	76.71%	70	
484	107.2932511	36.5528765	10.56703989	137.49624	0.376038991	0	0	230.9030505	-267.49624	-60	7.425256951	24.57474305	76.80%	70	
485	107.2932404	36.55290147	10.56703162	137.4962356	0.376038967	0	0	230.9032082	-267.4962356	-60	7.398868062	24.60113194	76.88%	70	
486	107.2932312	36.55292291	10.56702451	137.4962319	0.376038946	0	0	230.9033436	-267.4962319	-60	7.372479173	24.62752083	76.96%	70	
487	107.2932233	36.55294134	10.56701841	137.4962286	0.376038928	0	0	230.9034601	-267.4962286	-60	7.346090285	24.65390972	77.04%	70	
488	107.2932165	36.55295717	10.56701316	137.4962258	0.376038913	0	0	230.9035601	-267.4962258	-60	7.319701396	24.6802986	77.13%	70	
489	107.2932107	36.55297078	10.56700865	137.4962235	0.37603889	0	0	230.903646	-267.4962235	-60	7.293312507	24.70668749	77.21%	70	
490	107.2932057	36.55298246	10.56700478	137.4962214	0.376038889	0	0	230.9037198	-267.4962214	-60	7.266923618	24.73307638	77.29%	70	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
491	107.2932014	36.5529925	10.56700146	137.4962197	0.376038879	0	0	230.9037832	-267.4962197	-60	7.240534729	24.75946527	77.37%	70	
492	107.2931977	36.55300113	10.5669986	137.4962181	0.376038871	0	0	230.9038377	-267.4962181	-60	7.21414584	24.78585416	77.46%	70	
493	107.2931945	36.55300854	10.56699614	137.4962168	0.376038864	0	0	230.9038846	-267.4962168	-60	7.187756951	24.81224305	77.54%	70	
494	107.2931918	36.55301491	10.56699403	137.4962157	0.376038858	0	0	230.9039248	-267.4962157	-60	7.161368062	24.83863194	77.62%	70	
495	107.2931894	36.55302038	10.56699222	137.4962148	0.376038853	0	0	230.9039594	-267.4962148	-60	7.134979173	24.86502083	77.70%	70	
496	107.2931874	36.55302508	10.56699066	137.4962139	0.376038848	0	0	230.9039891	-267.4962139	-60	7.108590285	24.89140972	77.79%	70	
497	107.2931857	36.55302912	10.56698932	137.4962132	0.376038844	0	0	230.9040146	-267.4962132	-60	7.082201396	24.9177986	77.87%	70	
498	107.2931842	36.55303259	10.56698818	137.4962126	0.376038841	0	0	230.9040365	-267.4962126	-60	7.055812507	24.94418749	77.95%	70	
499	107.2931829	36.55303557	10.56698719	137.4962121	0.376038838	0	0	230.9040553	-267.4962121	-60	7.029423618	24.97057638	78.03%	70	
500	107.2931818	36.55303813	10.56698634	137.4962116	0.376038836	0	0	230.9040715	-267.4962116	-60	7.003034729	24.99696527	78.12%	70	
501	107.2931809	36.55304033	10.56698561	137.4962113	0.376038834	0	0	230.9040854	-267.4962113	-60	6.97664584	25.02335416	78.20%	70	
502	107.2931801	36.55304223	10.56698498	137.4962109	0.376038832	0	0	230.9040973	-267.4962109	-60	6.950256951	25.04974305	78.28%	70	
503	107.2931794	36.55304385	10.56698445	137.4962106	0.37603883	0	0	230.9041076	-267.4962106	-60	6.923868062	25.07613194	78.36%	70	
504	107.2931788	36.55304525	10.56698398	137.4962104	0.376038829	0	0	230.9041164	-267.4962104	-60	6.897479173	25.10252083	78.45%	70	
505	107.2931783	36.55304644	10.56698359	137.4962102	0.376038828	0	0	230.904124	-267.4962102	-60	6.871090285	25.12890972	78.53%	70	
506	107.2931778	36.55304748	10.56698324	137.49621	0.376038827	0	0	230.9041305	-267.49621	-60	6.844701396	25.1552986	78.61%	70	
507	107.2931775	36.55304836	10.56698295	137.4962099	0.376038826	0	0	230.9041361	-267.4962099	-60	6.818312507	25.18168749	78.69%	70	
508	107.2931771	36.55304912	10.5669827	137.4962097	0.376038825	0	0	230.9041409	-267.4962097	-60	6.791923618	25.20807638	78.78%	70	
509	107.2931769	36.55304977	10.56698248	137.4962096	0.376038825	0	0	230.904145	-267.4962096	-60	6.765534729	25.23446527	78.86%	70	
510	107.2931766	36.55305034	10.5669823	137.4962095	0.376038824	0	0	230.9041486	-267.4962095	-60	6.73914584	25.26085416	78.94%	70	
511	107.2931764	36.55305082	10.56698214	137.4962094	0.376038824	0	0	230.9041516	-267.4962094	-60	6.712756951	25.28724305	79.02%	70	
512	107.2931762	36.55305123	10.566982	137.4962093	0.376038823	0	0	230.9041542	-267.4962093	-60	6.686368062	25.31363194	79.11%	70	
513	107.2931761	36.55305159	10.56698188	137.4962093	0.376038823	0	0	230.9041565	-267.4962093	-60	6.659979173	25.34002083	79.19%	70	
514	107.2931759	36.55305189	10.56698178	137.4962092	0.376038823	0	0	230.9041584	-267.4962092	-60	6.633590285	25.36640972	79.27%	70	
515	107.2931758	36.55305216	10.56698169	137.4962092	0.376038822	0	0	230.9041601	-267.4962092	-60	6.607201396	25.3927986	79.35%	70	
516	107.2931757	36.55305238	10.56698162	137.4962091	0.376038822	0	0	230.9041615	-267.4962091	-60	6.580812507	25.41918749	79.43%	70	
517	107.2931757	36.55305258	10.56698155	137.4962091	0.376038822	0	0	230.9041627	-267.4962091	-60	6.554423618	25.44557638	79.52%	70	
518	107.2931756	36.55305274	10.5669815	137.4962091	0.376038822	0	0	230.9041638	-267.4962091	-60	6.528034729	25.47196527	79.60%	70	
519	107.2931755	36.55305289	10.56698145	137.4962091	0.376038822	0	0	230.9041647	-267.4962091	-60	6.50164584	25.49835416	79.68%	70	
520	107.2931755	36.55305301	10.56698141	137.496209	0.376038822	0	0	230.9041655	-267.496209	-60	6.475256951	25.52474305	79.76%	70	
521	107.2931754	36.55305312	10.56698138	137.496209	0.376038821	0	0	230.9041661	-267.496209	-60	6.448868062	25.55113194	79.85%	70	
522	107.2931754	36.55305321	10.56698135	137.496209	0.376038821	0	0	230.9041667	-267.496209	-60	6.422479173	25.57752083	79.93%	70	
523	107.2931753	36.55305328	10.56698132	137.496209	0.376038821	0	0	230.9041672	-267.496209	-60	6.396090285	25.60390972	80.01%	70	
524	107.2931753	36.55305335	10.5669813	137.496209	0.376038821	0	0	230.9041676	-267.496209	-60	6.369701396	25.6302986	80.09%	70	
525	107.2931753	36.55305341	10.56698128	137.496209	0.376038821	0	0	230.904168	-267.496209	-60	6.343312507	25.65668749	80.18%	70	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
526	107.2931753	36.55305346	10.56698126	137.496209	0.376038821	0	0	230.9041683	-267.496209	-60	6.316923618	25.68307638	80.26%	70	
527	107.2931753	36.5530535	10.56698125	137.496209	0.376038821	0	0	230.9041686	-267.496209	-60	6.290534729	25.70946527	80.34%	70	
528	107.2931752	36.55305354	10.56698124	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041688	-267.4962089	-60	6.26414584	25.73585416	80.42%	70	
529	107.2931752	36.55305357	10.56698123	137.4962089	0.376038821	0	0	230.904169	-267.4962089	-60	6.237756951	25.76224305	80.51%	70	
530	107.2931752	36.5530536	10.56698122	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041692	-267.4962089	-60	6.211368062	25.78863194	80.59%	70	
531	107.2931752	36.55305362	10.56698121	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041693	-267.4962089	-60	6.184979173	25.81502083	80.67%	70	
532	107.2931752	36.55305364	10.5669812	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041694	-267.4962089	-60	6.158590285	25.84140972	80.75%	70	
533	107.2931752	36.55305366	10.5669812	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041695	-267.4962089	-60	6.132201396	25.8677986	80.84%	70	
534	107.2931752	36.55305367	10.56698119	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041696	-267.4962089	-60	6.105812507	25.89418749	80.92%	70	
535	107.2931752	36.55305368	10.56698119	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041697	-267.4962089	-60	6.079423618	25.92057638	81.00%	70	
536	107.2931752	36.55305369	10.56698118	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041698	-267.4962089	-60	6.053034729	25.94696527	81.08%	70	
537	107.2931752	36.5530537	10.56698118	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041698	-267.4962089	-60	6.02664584	25.97335416	81.17%	70	
538	107.2931752	36.55305371	10.56698118	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041699	-267.4962089	-60	6.000256951	25.99974305	81.25%	70	
539	107.2931752	36.55305372	10.56698118	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041699	-267.4962089	-60	5.973868062	26.02613194	81.33%	70	
540	107.2931752	36.55305372	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.90417	-267.4962089	-60	5.947479173	26.05252083	81.41%	70	
541	107.2931752	36.55305373	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.90417	-267.4962089	-60	5.921090285	26.07890972	81.50%	70	
542	107.2931752	36.55305373	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.90417	-267.4962089	-60	5.894701396	26.1052986	81.58%	70	
543	107.2931752	36.55305374	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041701	-267.4962089	-60	5.868312507	26.13168749	81.66%	70	
544	107.2931752	36.55305374	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041701	-267.4962089	-60	5.841923618	26.15807638	81.74%	70	
545	107.2931752	36.55305374	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041701	-267.4962089	-60	5.815534729	26.18446527	81.83%	70	
546	107.2931751	36.55305375	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041701	-267.4962089	-60	5.78914584	26.21085416	81.91%	70	
547	107.2931751	36.55305375	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041701	-267.4962089	-60	5.762756951	26.23724305	81.99%	70	
548	107.2931751	36.55305375	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041701	-267.4962089	-60	5.736368062	26.26363194	82.07%	70	
549	107.2931751	36.55305375	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041701	-267.4962089	-60	5.709979173	26.29002083	82.16%	70	
550	107.2931751	36.55305375	10.56698117	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.683590285	26.31640972	82.24%	70	
551	107.2931751	36.55305375	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.657201396	26.3427986	82.32%	70	
552	107.2931751	36.55305375	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.630812507	26.36918749	82.40%	70	
553	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.604423618	26.39557638	82.49%	70	
554	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.578034729	26.42196527	82.57%	70	
555	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.55164584	26.44835416	82.65%	70	
556	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.525256951	26.47474305	82.73%	70	
557	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.498868062	26.50113194	82.82%	70	
558	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.472479173	26.52752083	82.90%	70	
559	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.446090285	26.55390972	82.98%	70	
560	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.419701396	26.5802986	83.06%	70	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
561	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.393312507	26.60668749	83.15%	70	
562	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.366923618	26.63307638	83.23%	70	
563	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.340534729	26.65946527	83.31%	70	
564	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.31414584	26.68585416	83.39%	70	
565	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.287756951	26.71224305	83.48%	70	
566	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.261368062	26.73863194	83.56%	70	
567	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.234979173	26.76502083	83.64%	70	
568	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.208590285	26.79140972	83.72%	70	
569	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.182201396	26.8177986	83.81%	70	
570	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.155812507	26.84418749	83.89%	70	
571	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.129423618	26.87057638	83.97%	70	
572	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.103034729	26.89696527	84.05%	70	
573	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.07664584	26.92335416	84.14%	70	
574	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.050256951	26.94974305	84.22%	70	
575	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	5.023868062	26.97613194	84.30%	70	
576	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.997479173	27.00252083	84.38%	70	
577	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.971090285	27.02890972	84.47%	70	
578	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.944701396	27.0552986	84.55%	70	
579	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.918312507	27.08168749	84.63%	70	
580	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.891923618	27.10807638	84.71%	70	
581	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.865534729	27.13446527	84.80%	70	
582	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.83914584	27.16085416	84.88%	70	
583	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.812756951	27.18724305	84.96%	70	
584	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.786368062	27.21363194	85.04%	70	
585	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.759979173	27.24002083	85.13%	70	
586	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.733590285	27.26640972	85.21%	70	
587	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.707201396	27.2927986	85.29%	70	
588	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.680812507	27.31918749	85.37%	70	
589	107.2931751	36.55305376	10.56698116	137.4962089	0.376038821	0	0	230.9041702	-267.4962089	-60	4.654423618	27.34557638	85.45%	70	
590	107.3005892	36.53574302	10.57271837	137.4992439	0.376055377	0	0	230.794819	-267.4992439	-60	4.628034729	27.37196527	85.54%	70	
591	107.3381128	36.44793012	10.60189717	137.5145807	0.376139043	0	0	230.2401084	-267.5145807	-60	4.60164584	27.39835416	85.62%	70	
592	107.403071	36.29511881	10.65297674	137.5410366	0.376283391	0	0	229.2748055	-267.5410366	-60	4.575256951	27.42474305	85.70%	70	
593	107.490968	36.08672479	10.72326424	137.5766474	0.376477731	0	0	227.9583889	-267.5766474	-60	4.548868062	27.45113194	85.78%	70	
594	107.5968395	35.83319103	10.80977203	137.6192506	0.376710298	0	0	226.3568263	-267.6192506	-60	4.522479173	27.47752083	85.87%	70	
595	107.7180009	35.53959078	10.9113471	137.6676192	0.376974423	0	0	224.5021653	-267.6676192	-60	4.496090285	27.50390972	85.95%	70	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
596	107.8507436	35.21359721	11.02593084	137.7201363	0.377261306	0	0	222.442877	-267.7201363	-60	4.469701396	27.5302986	86.03%	70	
597	107.992878	34.8593805	11.15264721	137.7758171	0.37756559	0	0	220.2053043	-267.7758171	-60	4.443312507	27.55668749	86.11%	70	
598	108.1419451	34.48197948	11.29027446	137.8335987	0.377881484	0	0	217.8212773	-267.8335987	-60	4.416923618	27.58307638	86.20%	70	
599	108.2961881	34.08493115	11.43808328	137.8927309	0.378204897	0	0	215.313139	-267.8927309	-60	4.390534729	27.60946527	86.28%	70	
600	108.4541248	33.67119032	11.59551685	137.9525737	0.378532337	0	0	212.6995548	-267.9525737	-60	4.36414584	27.63585416	86.36%	70	
601	108.5979195	33.28798358	11.74455396	138.0064445	0.378827221	0	0	210.2788532	-268.0064445	-60	4.337756951	27.66224305	86.44%	70	
602	108.7200598	32.95744577	11.87568439	138.051743	0.379075269	0	0	208.1908592	-268.051743	-60	4.311368062	27.68863194	86.53%	70	
603	108.8245236	32.67095634	11.99133225	138.0901491	0.379285638	0	0	206.381117	-268.0901491	-60	4.284979173	27.71502083	86.61%	70	
604	108.9143965	32.42161712	12.09353102	138.1229427	0.379465311	0	0	204.8060512	-268.1229427	-60	4.258590285	27.74140972	86.69%	70	
605	108.9921077	32.20383437	12.18400224	138.151114	0.379619693	0	0	203.4303262	-268.151114	-60	4.232201396	27.7677986	86.77%	70	
606	109.0595971	32.01301419	12.2642169	138.1754388	0.37975302	0	0	202.2249229	-268.1754388	-60	4.205812507	27.79418749	86.86%	70	
607	109.1184294	31.84538194	12.33542584	138.1965392	0.379868693	0	0	201.1659967	-268.1965392	-60	4.179423618	27.82057638	86.94%	70	
608	109.1698859	31.69775836	12.39871875	138.2149126	0.379969431	0	0	200.2334645	-268.2149126	-60	4.153034729	27.84696527	87.02%	70	
609	109.2150204	31.56749106	12.45503085	138.2309669	0.380057465	0	0	199.4105712	-268.2309669	-60	4.12664584	27.87335416	87.10%	70	
610	109.2547099	31.4523265	12.5051785	138.2450361	0.380134621	0	0	198.6830813	-268.2450361	-60	4.100256951	27.89974305	87.19%	70	
611	109.2896882	31.35035368	12.54987048	138.2573983	0.380202423	0	0	198.0389231	-268.2573983	-60	4.073868062	27.92613194	87.27%	70	
612	109.3205747	31.25993272	12.5897286	138.2682854	0.380262139	0	0	197.4677375	-268.2682854	-60	4.047479173	27.95252083	87.35%	70	
613	109.3478952	31.17965299	12.62529839	138.2778926	0.380314839	0	0	196.9606137	-268.2778926	-60	4.021090285	27.97890972	87.43%	70	
614	109.3720974	31.1083019	12.65705702	138.2863857	0.380361431	0	0	196.5098917	-268.2863857	-60	3.994701396	28.0052986	87.52%	70	
615	109.3935666	31.04482223	12.68542746	138.2939058	0.380402687	0	0	196.1088932	-268.2939058	-60	3.968312507	28.03168749	87.60%	70	
616	109.4126342	30.98829622	12.71078218	138.3005735	0.380439269	0	0	195.7518207	-268.3005735	-60	3.941923618	28.05807638	87.68%	70	
617	109.4295867	30.93792285	12.73345061	138.306493	0.380471747	0	0	195.4336141	-268.306493	-60	3.915534729	28.08446527	87.76%	70	
618	109.444673	30.8930018	12.75372415	138.3117538	0.380500612	0	0	195.1498497	-268.3117538	-60	3.88914584	28.11085416	87.85%	70	
619	109.4581098	30.85291833	12.77186135	138.316434	0.380526293	0	0	194.896644	-268.316434	-60	3.862756951	28.13724305	87.93%	70	
620	109.4700861	30.81713212	12.78809165	138.3206011	0.380549159	0	0	194.670584	-268.3206011	-60	3.836368062	28.16363194	88.01%	70	
621	109.4807676	30.78516797	12.80261859	138.3243144	0.380569535	0	0	194.4686677	-268.3243144	-60	3.809979173	28.19002083	88.09%	70	
622	109.4903003	30.75660396	12.8156243	138.3276254	0.380587704	0	0	194.28823	-268.3276254	-60	3.783590285	28.21640972	88.18%	70	
623	109.4988122	30.73106847	12.82727037	138.3305797	0.380603917	0	0	194.1269233	-268.3305797	-60	3.757201396	28.2427986	88.26%	70	
624	109.5064161	30.708233	12.83770049	138.3332172	0.38061839	0	0	193.9826726	-268.3332172	-60	3.730812507	28.26918749	88.34%	70	
625	109.5132117	30.68780555	12.84704315	138.3355728	0.380631318	0	0	193.8536332	-268.3355728	-60	3.704423618	28.29557638	88.42%	70	
626	109.5192872	30.66952712	12.85541288	138.3376778	0.38064287	0	0	193.7381691	-268.3376778	-60	3.678034729	28.32196527	88.51%	70	
627	109.5247208	30.65316775	12.86291186	138.3395594	0.380653196	0	0	193.6348276	-268.3395594	-60	3.65164584	28.34835416	88.59%	70	
628	109.5295817	30.63852255	12.86963148	138.341242	0.38066243	0	0	193.5423145	-268.341242	-60	3.625256951	28.37474305	88.67%	70	
629	109.5339316	30.62540933	12.87565333	138.3427471	0.380670691	0	0	193.4594788	-268.3427471	-60	3.598868062	28.40113194	88.75%	70	
630	109.5378249	30.61366576	12.88105034	138.3440939	0.380678082	0	0	193.3852951	-268.3440939	-60	3.572479173	28.42752083	88.84%	70	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
631	109.5413105	30.60314712	12.88588772	138.3452992	0.380684697	0	0	193.3188493	-268.3452992	-60	3.546090285	28.45390972	88.92%	70	
632	109.5444316	30.59372429	12.89022382	138.3463781	0.380690619	0	0	193.2593257	-268.3463781	-60	3.519701396	28.4802986	89.00%	70	
633	109.5472268	30.58528208	12.89411081	138.3473442	0.380695921	0	0	193.2059966	-268.3473442	-60	3.493312507	28.50668749	89.08%	70	
634	109.5497305	30.5777176	12.8975954	138.3482093	0.380700669	0	0	193.158212	-268.3482093	-60	3.466923618	28.53307638	89.17%	70	
635	109.5519734	30.57093885	12.90071941	138.3489842	0.380704922	0	0	193.115391	-268.3489842	-60	3.440534729	28.55946527	89.25%	70	
636	109.553983	30.56486366	12.9035203	138.3496783	0.380708731	0	0	193.0770142	-268.3496783	-60	3.41414584	28.58585416	89.33%	70	
637	109.5557837	30.55941857	12.90603158	138.3503002	0.380712145	0	0	193.0426178	-268.3503002	-60	3.387756951	28.61224305	89.41%	70	
638	109.5573974	30.55453787	12.90828329	138.3508574	0.380715203	0	0	193.0117866	-268.3508574	-60	3.361368062	28.63863194	89.50%	70	
639	109.5588436	30.55016276	12.91030231	138.3513568	0.380717944	0	0	192.9841492	-268.3513568	-60	3.334979173	28.66502083	89.58%	70	
640	109.5601399	30.54624069	12.91211274	138.3518043	0.3807204	0	0	192.9593737	-268.3518043	-60	3.308590285	28.69140972	89.66%	70	
641	109.5613018	30.54272452	12.91373617	138.3522054	0.380722601	0	0	192.9371622	-268.3522054	-60	3.282201396	28.7177986	89.74%	70	
642	109.5623433	30.53957209	12.91519196	138.3525649	0.380724574	0	0	192.9172484	-268.3525649	-60	3.255812507	28.74418749	89.83%	70	
643	109.5632771	30.53674565	12.91649745	138.3528871	0.380726343	0	0	192.8993939	-268.3528871	-60	3.229423618	28.77057638	89.91%	70	
644	109.5801925	30.48548374	12.94021439	138.3587215	0.380758366	0	0	192.5755745	-268.3587215	-60	3.203034729	28.79696527	89.99%	70	
645	109.6773289	30.18885826	13.07894429	138.3920652	0.380941406	0	0	190.7018032	-268.3920652	-60	3.17664584	28.82335416	90.07%	70	
646	109.8458142	29.66507765	13.33031848	138.4492767	0.381255569	0	0	187.3931022	-268.4492767	-60	3.150256951	28.84974305	90.16%	70	
647	110.0700159	28.94872304	13.68806839	138.5241395	0.381666855	0	0	182.8679189	-268.5241395	-60	3.123868062	28.87613194	90.24%	70	
648	110.3349819	28.07155296	14.1497708	138.6107542	0.382142979	0	0	177.3268708	-268.6107542	-60	3.097479173	28.90252083	90.32%	70	
649	110.6224469	27.07894306	14.70666602	138.7024434	0.38264732	0	0	171.056594	-268.7024434	-60	3.071090285	28.92890972	90.40%	70	
650	110.9221326	25.99358713	15.36224568	138.7954799	0.383159409	0	0	164.2004443	-268.7954799	-60	3.044701396	28.9552986	90.49%	70	
651	111.224443	24.84016836	16.11938276	138.8867794	0.383662269	0	0	156.9143443	-268.8867794	-60	3.018312507	28.98168749	90.57%	70	
652	111.5156525	23.66441441	16.96456271	138.9720775	0.384132371	0	0	149.4871539	-268.9720775	-60	2.991923618	29.00807638	90.65%	70	
653	111.7584469	22.63012425	17.77853432	139.0415265	0.384515335	0	0	142.9535846	-269.0415265	-60	2.965534729	29.03446527	90.73%	70	
654	111.9583215	21.73481182	18.54398648	139.0972486	0.384822742	0	0	137.297932	-269.0972486	-60	2.93914584	29.06085416	90.82%	70	
655	112.1259878	20.95044057	19.26707341	139.1431887	0.385076275	0	0	132.3430903	-269.1431887	-60	2.912756951	29.08724305	90.90%	70	
656	88.3229361	15.93735401	19.95283963	112.1119508	0.25749497	0	0	100.6756242	-242.1119508	-60	2.886368062	29.11363194	90.98%	70	
657	38.29833333	6.8937	20	55.99529068	0.062569386	0	0	43.54722559	-185.9952907	-60	2.859979173	29.14002083	91.06%	70	
658	38.29833333	6.8937	20	55.99529068	0.062569386	0	0	43.54722559	-185.9952907	-60	2.833590285	29.16640972	91.15%	70	
659	38.29833333	6.8937	20	55.99529068	0.062569386	0	0	43.54722559	-185.9952907	-60	2.807201396	29.1927986	91.23%	70	
660	38.29833333	6.8937	20	55.99529068	0.062569386	0	0	43.54722559	-185.9952907	-60	2.780812507	29.21918749	91.31%	70	
661	-188.2779276	-36.32245387	18.66064864	-140.1182512	0.273748801	14.2188999	0	-215.8871339	10.1182512	-60	2.754423618	29.24557638	91.39%	70	
662	-166.678437	-36.34606288	16.50914397	-134.6650091	0.252818279	0	0	-216.0274571	4.665009078	-60	2.728034729	29.27196527	91.47%	70	
663	-145.042206	-36.36678003	14.35793743	-115.0076268	0.18429554	0	0	-216.1505921	-14.99237322	-60	2.70164584	29.29835416	91.56%	70	
664	-123.3763131	-36.38460591	12.20721577	-95.31313236	0.126511263	0	0	-216.2565425	-34.68686764	-60	2.675256951	29.32474305	91.64%	70	
665	-101.6887184	-36.39954128	10.05725285	-75.58872944	0.07952413	0	0	-216.3453127	-54.41127056	-60	2.648868062	29.35113194	91.72%	70	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
666	-79.98575768	-36.41158725	7.908161921	-55.84015884	0.043374603	0	0	-216.4169095	-74.15984116	-60	2.622479173	29.37752083	91.80%	70	
667	-58.28148277	-36.42074513	5.760819536	-36.0801986	0.018099126	0	0	-216.4713406	-93.9198014	-60	2.596090285	29.40390972	91.89%	70	
668	-36.5953576	-36.42701842	3.616636642	-3.359278205	0.000159726	0	0	-116.671922	-126.6407218	-60	2.569701396	29.4302986	91.97%	70	
669	-14.99372077	-36.43041426	1.481657482	13.6036992	0.0036992	0	0	0	-143.6036992	-60	2.543312507	29.45668749	92.05%	70	
670	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.516923618	29.48307638	92.13%	70	
671	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.490534729	29.50946527	92.22%	70	
672	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.46414584	29.53585416	92.30%	70	
673	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.437756951	29.56224305	92.38%	70	
674	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.411368062	29.58863194	92.46%	70	
675	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.384979173	29.61502083	92.55%	70	
676	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.358590285	29.64140972	92.63%	70	
677	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.332201396	29.6677986	92.71%	70	
678	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.305812507	29.69418749	92.79%	70	
679	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.279423618	29.72057638	92.88%	70	
680	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.253034729	29.74696527	92.96%	70	
681	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.22664584	29.77335416	93.04%	70	
682	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.200256951	29.79974305	93.12%	70	
683	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.173868062	29.82613194	93.21%	70	
684	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.147479173	29.85252083	93.29%	70	
685	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.121090285	29.87890972	93.37%	70	
686	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.094701396	29.9052986	93.45%	70	
687	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.068312507	29.93168749	93.54%	70	
688	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.041923618	29.95807638	93.62%	70	
689	0	0	0	0	0	0	0	0	-130	-60	2.015534729	29.98446527	93.70%	70	
690	0.15719948	6.274866387	0.063732754	14.01881117	0.003930502	0	0	39.63807855	0	49.01881117	2.029151065	29.97084893	93.66%	35	
691	30.93846766	49.97045058	2.228886893	57.99952309	0.067127347	0	0	315.6613262	0	92.99952309	2.054984266	29.94501573	93.58%	35	
692	60.64526474	49.97485484	4.368656049	90.72318373	0.164021248	0	0	315.6891477	0	125.7231837	2.089907373	29.91009263	93.47%	35	
693	90.44222456	49.98214006	6.514167002	123.5897941	0.30398882	0	0	315.7351682	0	158.5897941	2.133960093	29.86603991	93.33%	35	
694	103.7100981	43.65906457	8.551685885	135.8507492	0.367116312	0	0	275.7925547	0	170.8507492	2.181418635	29.81858137	93.18%	35	
695	106.8393456	37.58990065	10.23209394	137.3079129	0.375012389	0	0	237.4538903	0	172.3079129	2.229281944	29.77071806	93.03%	35	
696	108.5206306	33.49608007	11.66331842	137.9779411	0.378671183	0	0	211.5933903	0	172.9779411	2.277331372	29.72266863	92.88%	35	
697	109.5660775	30.52914249	12.92006802	138.3540795	0.380732888	0	0	192.851365	0	173.3540795	2.325485283	29.67451472	92.73%	35	
698	110.2783352	28.26291276	14.04676031	138.5926207	0.382043274	0	0	178.535683	0	173.5926207	2.373705455	29.62629454	92.58%	35	
699	110.7943843	26.46348469	15.07208393	138.7562575	0.382943481	0	0	167.1687682	0	173.7562575	2.421971083	29.57802892	92.43%	35	
700	111.1854756	24.99235538	16.01561028	138.8751407	0.383598147	0	0	157.8757036	0	173.8751407	2.470269733	29.52973027	92.28%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
701	111.4922752	23.76196364	16.89138077	138.9654444	0.384095804	0	0	150.1033685	0	173.9654444	2.518593467	29.48140653	92.13%	35	
702	111.7392163	22.71386493	17.70994808	139.0360552	0.384485157	0	0	143.4825711	0	174.0360552	2.566936816	29.43306318	91.98%	35	
703	111.9414241	21.81221545	18.47539394	139.0925978	0.38479708	0	0	137.7868875	0	174.0925978	2.615295871	29.38470413	91.83%	35	
704	112.0873413	21.13397375	19.09316714	139.1326375	0.385018038	0	0	133.502462	0	174.1326375	2.663666048	29.33633395	91.68%	35	
705	112.1823353	20.67875448	19.53001685	139.158359	0.385160015	0	0	130.6268602	0	174.158359	2.71204337	29.28795663	91.52%	35	
706	112.2368803	20.41222082	19.79465011	139.173016	0.38524093	0	0	128.9431778	0	174.173016	2.760424763	29.23957524	91.37%	35	
707	112.2562576	20.31657196	19.89127537	139.1781997	0.385269549	0	0	128.3389678	0	174.1781997	2.808807596	29.1911924	91.22%	35	
708	112.2436704	20.37875058	19.82836071	139.1748319	0.385250955	0	0	128.7317477	0	174.1748319	2.857189494	29.14281051	91.07%	35	
709	112.2017699	20.58417618	19.62315043	139.1635815	0.385188845	0	0	130.0294129	0	174.1635815	2.905568267	29.09443173	90.92%	35	
710	112.1536517	20.81723934	19.39513459	139.150593	0.385117146	0	0	131.5016635	0	174.150593	2.953943432	29.04605657	90.77%	35	
711	112.1064047	21.04323726	19.17875376	139.1377717	0.385046376	0	0	132.9292833	0	174.1377717	3.002315035	28.99768497	90.62%	35	
712	112.0601372	21.26194234	18.97364274	139.1251579	0.384976757	0	0	134.3108345	0	174.1251579	3.050683134	28.94931687	90.47%	35	
713	112.0149363	21.47317194	18.7794227	139.1127755	0.384908422	0	0	135.6451633	0	174.1127755	3.099047794	28.90095221	90.32%	35	
714	111.9708791	21.67678719	18.59570641	139.1006459	0.384841488	0	0	136.9313927	0	174.1006459	3.147409085	28.85259092	90.16%	35	
715	111.928043	21.87269036	18.42210336	139.0887989	0.384776119	0	0	138.1689051	0	174.0887989	3.195767084	28.80423292	90.01%	35	
716	111.8864923	22.06082461	18.25821958	139.077258	0.384712444	0	0	139.3573417	0	174.077258	3.244121878	28.75587812	89.86%	35	
717	111.8462786	22.24117337	18.10365858	139.0660412	0.384650562	0	0	140.4965975	0	174.0660412	3.292473556	28.70752644	89.71%	35	
718	111.8074441	22.41375718	17.9580246	139.0551648	0.384590563	0	0	141.5868025	0	174.0551648	3.340822213	28.65917779	89.56%	35	
719	111.7700165	22.57863386	17.82092145	139.0446375	0.384532494	0	0	142.6283218	0	174.0446375	3.389167946	28.61083205	89.41%	35	
720	111.7340339	22.73588275	17.69196861	139.0344854	0.3844765	0	0	143.6216568	0	174.0344854	3.437510858	28.56248914	89.26%	35	
721	111.6994924	22.88563005	17.57077149	139.024699	0.384422525	0	0	144.5676044	0	174.024699	3.485851053	28.51414895	89.11%	35	
722	111.6664112	23.02801111	17.45696066	139.0152978	0.384370679	0	0	145.4670199	0	174.0152978	3.534188635	28.46581136	88.96%	35	
723	111.6347795	23.1631963	17.35016206	139.0062775	0.384320937	0	0	146.3209793	0	174.0062775	3.582523712	28.41747629	88.80%	35	
724	111.6045897	23.2913697	17.25001709	138.9976415	0.384273317	0	0	147.1306455	0	173.9976415	3.630856391	28.36914361	88.65%	35	
725	111.5758252	23.41273343	17.15617586	138.9893891	0.384227815	0	0	147.8972953	0	173.9893891	3.679186777	28.32081322	88.50%	35	
726	111.5484617	23.52750504	17.06829779	138.9815156	0.384184404	0	0	148.6223029	0	173.9815156	3.727514975	28.27248502	88.35%	35	
727	111.5224728	23.63590965	16.98605677	138.9740179	0.384143068	0	0	149.3070905	0	173.9740179	3.775841091	28.22415891	88.20%	35	
728	111.4978259	23.73818368	16.90913593	138.9668897	0.384103771	0	0	149.9531514	0	173.9668897	3.824165227	28.17583477	88.05%	35	
729	111.474484	23.83456894	16.83723105	138.960123	0.384066469	0	0	150.5620132	0	173.960123	3.872487484	28.12751252	87.90%	35	
730	111.4524074	23.92531102	16.77005024	138.9537086	0.38403111	0	0	151.1352273	0	173.9537086	3.920807958	28.07919204	87.75%	35	
731	111.4315532	24.01065723	16.70731412	138.9476363	0.383997639	0	0	151.6743559	0	173.9476363	3.969126746	28.03087325	87.60%	35	
732	111.4118772	24.0908547	16.64875586	138.9418954	0.383965996	0	0	152.1809601	0	173.9418954	4.017443939	27.98255606	87.45%	35	
733	111.3933339	24.16614801	16.59412175	138.9364746	0.383936118	0	0	152.6565848	0	173.9364746	4.065759627	27.93424037	87.29%	35	
734	111.3758783	24.23677637	16.54317209	138.9313634	0.383907948	0	0	153.1027413	0	173.9313634	4.114073894	27.88592611	87.14%	35	
735	111.3594608	24.30298096	16.49567435	138.9265478	0.383881408	0	0	153.5209531	0	173.9265478	4.162386824	27.83761318	86.99%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
736	111.3440352	24.36499241	16.45141196	138.9220161	0.383856434	0	0	153.912677	0	173.9220161	4.210698496	27.7893015	86.84%	35	
737	111.3295541	24.4230371	16.41017838	138.9177556	0.383832954	0	0	154.2793429	0	173.9177556	4.259008983	27.74099102	86.69%	35	
738	111.3159712	24.47733348	16.3717791	138.9137538	0.383810902	0	0	154.622331	0	173.9137538	4.307318359	27.69268164	86.54%	35	
739	111.3032409	24.52809272	16.33603036	138.9099984	0.383790207	0	0	154.942975	0	173.9099984	4.355626692	27.64437331	86.39%	35	
740	111.2913185	24.57551809	16.30275892	138.9064772	0.383770804	0	0	155.2425592	0	173.9064772	4.403934047	27.59606595	86.24%	35	
741	111.2801597	24.61980661	16.27180025	138.9031776	0.383752622	0	0	155.522328	0	173.9031776	4.452240485	27.54775951	86.09%	35	
742	111.2697234	24.66114321	16.24300225	138.9000886	0.383735601	0	0	155.7834497	0	173.9000886	4.500546065	27.49945393	85.94%	35	
743	111.259968	24.69970815	16.21621935	138.8971983	0.383719675	0	0	156.0270628	0	173.8971983	4.548850843	27.45114916	85.78%	35	
744	111.2508544	24.73567151	16.19131609	138.8944956	0.383704783	0	0	156.2542419	0	173.8944956	4.597154869	27.40284513	85.63%	35	
745	111.2423449	24.76919493	16.16816545	138.8919699	0.383690867	0	0	156.466008	0	173.8919699	4.645458194	27.35454181	85.48%	35	
746	111.2344033	24.8004322	16.14664812	138.8896109	0.383677869	0	0	156.6633326	0	173.8896109	4.693760864	27.30623914	85.33%	35	
747	111.2269952	24.82952884	16.12665248	138.8874086	0.383665736	0	0	156.8471349	0	173.8874086	4.742062922	27.25793708	85.18%	35	
748	111.2200877	24.85662255	16.10807402	138.8853539	0.383654415	0	0	157.0182847	0	173.8853539	4.790364409	27.20963559	85.03%	35	
749	111.2136496	24.88184378	16.09081474	138.8834375	0.383643857	0	0	157.1776063	0	173.8834375	4.838665364	27.16133464	84.88%	35	
750	111.2076512	24.90531496	16.07478343	138.8816509	0.383634013	0	0	157.3258728	0	173.8816509	4.886965822	27.11303418	84.73%	35	
751	111.2020644	24.92715198	16.05989453	138.8799859	0.383624841	0	0	157.4638163	0	173.8799859	4.935265819	27.06473418	84.58%	35	
752	111.1968627	24.94746307	16.04606867	138.8784349	0.383616296	0	0	157.5921207	0	173.8784349	4.983565384	27.01643462	84.43%	35	
753	111.1920208	24.9663513	16.03323089	138.8769905	0.383608338	0	0	157.7114369	0	173.8769905	5.031864548	26.96813545	84.28%	35	
754	111.1875156	24.98391123	16.02131277	138.875646	0.383600931	0	0	157.8223622	0	173.875646	5.080163338	26.91983666	84.12%	35	
755	111.1833243	25.00023427	16.01024866	138.8743946	0.383594037	0	0	157.9254742	0	173.8743946	5.128461781	26.87153822	83.97%	35	
756	111.1794262	25.01540403	15.99997881	138.8732303	0.383587622	0	0	158.021301	0	173.8732303	5.176759901	26.8232401	83.82%	35	
757	111.1758015	25.0294999	15.99044675	138.8721472	0.383581656	0	0	158.110344	0	173.8721472	5.225057719	26.77494228	83.67%	35	
758	111.1724318	25.04259555	15.98160038	138.87114	0.383576107	0	0	158.1930687	0	173.87114	5.273355258	26.72664474	83.52%	35	
759	111.1692997	25.0547606	15.97339065	138.8702035	0.383570948	0	0	158.2699148	0	173.8702035	5.321652537	26.67834746	83.37%	35	
760	111.1663892	25.06605859	15.96577298	138.8693331	0.383566153	0	0	158.3412838	0	173.8693331	5.369949574	26.63005043	83.22%	35	
761	111.1636848	25.07655092	15.95870447	138.868524	0.383561696	0	0	158.4075634	0	173.868524	5.418246386	26.58175361	83.07%	35	
762	111.1611725	25.08629348	15.95214619	138.8677723	0.383557554	0	0	158.4691068	0	173.8677723	5.46654299	26.53345701	82.92%	35	
763	111.1588389	25.09533898	15.94606155	138.8670738	0.383553707	0	0	158.5262468	0	173.8670738	5.514839399	26.4851606	82.77%	35	
764	111.1566716	25.10373621	15.94041677	138.866425	0.383550133	0	0	158.5792918	0	173.866425	5.563135628	26.43686437	82.62%	35	
765	111.154659	25.11153109	15.93518018	138.8658224	0.383546813	0	0	158.6285317	0	173.8658224	5.61143169	26.38856831	82.46%	35	
766	111.1527903	25.11876617	15.93032246	138.8652627	0.38354373	0	0	158.6742354	0	173.8652627	5.659727596	26.3402724	82.31%	35	
767	111.1510554	25.12548079	15.92581662	138.8647431	0.383540867	0	0	158.7166514	0	173.8647431	5.708023358	26.29197664	82.16%	35	
768	111.1494449	25.13171228	15.92163706	138.8642606	0.383538209	0	0	158.7560155	0	173.8642606	5.756318986	26.24368101	82.01%	35	
769	111.1479499	25.13749478	15.91776043	138.8638126	0.383535742	0	0	158.7925433	0	173.8638126	5.80461449	26.19538551	81.86%	35	
770	111.1797569	25.01414037	16.00083521	138.8733339	0.383588193	0	0	158.0133185	0	173.8733339	5.852912638	26.14708736	81.71%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
771	111.2894577	24.58309221	16.29746523	138.9059646	0.383767979	0	0	155.2904046	0	173.9059646	5.90121985	26.09878015	81.56%	35	
772	111.4623461	23.8849399	16.79989518	138.9566835	0.384047509	0	0	150.8802045	0	173.9566835	5.949541151	26.05045885	81.41%	35	
773	111.6805398	22.9682456	17.50460174	139.0194925	0.384393812	0	0	145.0894835	0	174.0194925	5.997879899	26.0021201	81.26%	35	
774	111.926128	21.8822918	18.41371391	139.0884311	0.384774089	0	0	138.229557	0	174.0884311	6.046237797	25.9537622	81.11%	35	
775	112.1810881	20.68629707	19.52269502	139.1582817	0.385159588	0	0	130.6745065	0	174.1582817	6.094615097	25.9053849	80.95%	35	
776	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.09707337	25.90292663	80.95%	35	
777	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.099531643	25.90046836	80.94%	35	
778	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.101989916	25.89801008	80.93%	35	
779	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.104448189	25.89555181	80.92%	35	
780	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.106906462	25.89309354	80.92%	35	
781	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.109364735	25.89063526	80.91%	35	
782	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.111823008	25.88817699	80.90%	35	
783	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.114281281	25.88571872	80.89%	35	
784	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.116739554	25.88326045	80.89%	35	
785	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.119197827	25.88080217	80.88%	35	
786	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.1216561	25.8783439	80.87%	35	
787	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.124114373	25.87588563	80.86%	35	
788	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.126572646	25.87342735	80.85%	35	
789	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.129030919	25.87096908	80.85%	35	
790	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.131489192	25.86851081	80.84%	35	
791	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.133947465	25.86605253	80.83%	35	
792	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.136405738	25.86359426	80.82%	35	
793	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.138864011	25.86113599	80.82%	35	
794	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.141322284	25.85867772	80.81%	35	
795	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.143780557	25.85621944	80.80%	35	
796	-43.83098667	-7.8895776	20	-26.15021723	0.009504598	0	0	-46.89271	0	8.84978277	6.14623883	25.85376117	80.79%	35	
797	-35.04685954	-6.308434718	20	-18.21194533	0.004609078	0	0	-37.49498576	0	16.78805467	6.150902179	25.84909782	80.78%	35	
798	-24.32825451	-4.379085812	20	-8.506130643	0.001005742	0	0	-26.02765465	0	26.49386936	6.158261587	25.84173841	80.76%	35	
799	-13.43411307	-2.418140352	20	1.380489807	3.81129E-05	0	0	-14.37252538	0	36.38048981	6.168367278	25.83163272	80.72%	35	
800	-2.12767242	-0.382981036	20	11.66544496	0.002720401	0	0	-2.276296596	0	46.66544496	6.181329902	25.8186701	80.68%	35	
801	-225.6740215	-41.72585212	19.47055042	-140.1182512	0.273748801	47.27096386	0	-248.0029201	0	-105.1182512	6.152130388	25.84786961	80.77%	35	
802	-191.971275	-39.90412344	17.31888073	-140.1182512	0.273748801	16.91126497	0	-237.1752435	0	-105.1182512	6.122930874	25.87706913	80.87%	35	
803	-167.4485911	-39.74377207	15.1675321	-134.726374	0.253049478	0	0	-236.2221747	0	-99.72637401	6.095229103	25.9047709	80.95%	35	
804	-143.7714275	-39.7626861	13.0166545	-113.2127628	0.178579087	0	0	-236.3345926	0	-78.21276279	6.073503336	25.92649666	81.02%	35	
805	-120.0692913	-39.77870929	10.86635188	-91.66423167	0.116997923	0	0	-236.4298285	0	-56.66423167	6.057763271	25.94223673	81.07%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
806	-96.35003281	-39.79184257	8.716864967	-70.08789024	0.068359811	0	0	-236.5078879	0	-35.08789024	6.048016635	25.95198336	81.10%	35	
807	-72.62499018	-39.80208703	6.568750204	-48.49403903	0.032707104	0	0	-236.5687771	0	-13.49403903	6.044268291	25.95573171	81.11%	35	
808	-48.91191594	-39.80944553	4.423143751	-19.72280557	0.005411705	0	0	-191.115372	0	15.27719443	6.048511956	25.95148804	81.10%	35	
809	-25.25031457	-39.81392305	2.28314939	11.46604424	0.002629825	0	0	-22.33473806	0	46.46604424	6.061419191	25.93858081	81.06%	35	
810	-0.205197454	-6.617779857	0.090681658	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	6.074920218	25.92507978	81.02%	35	
811	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.08464244	25.91535756	80.99%	35	
812	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.094364663	25.90563534	80.96%	35	
813	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.104086885	25.89591312	80.92%	35	
814	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.113809107	25.88619089	80.89%	35	
815	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.123531329	25.87646867	80.86%	35	
816	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.133253551	25.86674645	80.83%	35	
817	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.142975774	25.85702423	80.80%	35	
818	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.152697996	25.847302	80.77%	35	
819	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.162420218	25.83757978	80.74%	35	
820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.17214244	25.82785756	80.71%	35	
821	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.181864663	25.81813534	80.68%	35	
822	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.191586885	25.80841312	80.65%	35	
823	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.201309107	25.79869089	80.62%	35	
824	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.211031329	25.78896867	80.59%	35	
825	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.220753551	25.77924645	80.56%	35	
826	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.230475774	25.76952423	80.53%	35	
827	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.240197996	25.759802	80.50%	35	
828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.249920218	25.75007978	80.47%	35	
829	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.25964244	25.74035756	80.44%	35	
830	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.269364663	25.73063534	80.41%	35	
831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.279086885	25.72091312	80.38%	35	
832	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.288809107	25.71119089	80.35%	35	
833	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.298531329	25.70146867	80.32%	35	
834	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.308253551	25.69174645	80.29%	35	
835	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.317975774	25.68202423	80.26%	35	
836	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.327697996	25.672302	80.23%	35	
837	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.337420218	25.66257978	80.20%	35	
838	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.34714244	25.65285756	80.17%	35	
839	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.356864663	25.64313534	80.13%	35	
840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.366586885	25.63341312	80.10%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
841	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.376309107	25.62369089	80.07%	35	
842	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.386031329	25.61396867	80.04%	35	
843	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.395753551	25.60424645	80.01%	35	
844	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.405475774	25.59452423	79.98%	35	
845	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.415197996	25.584802	79.95%	35	
846	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.424920218	25.57507978	79.92%	35	
847	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.43464244	25.56535756	79.89%	35	
848	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.444364663	25.55563534	79.86%	35	
849	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.454086885	25.54591312	79.83%	35	
850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.463809107	25.53619089	79.80%	35	
851	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.473531329	25.52646867	79.77%	35	
852	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.483253551	25.51674645	79.74%	35	
853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.492975774	25.50702423	79.71%	35	
854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.502697996	25.497302	79.68%	35	
855	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.512420218	25.48757978	79.65%	35	
856	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.52214244	25.47785756	79.62%	35	
857	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.531864663	25.46813534	79.59%	35	
858	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.541586885	25.45841312	79.56%	35	
859	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.551309107	25.44869089	79.53%	35	
860	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.561031329	25.43896867	79.50%	35	
861	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.570753551	25.42924645	79.47%	35	
862	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.580475774	25.41952423	79.44%	35	
863	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.590197996	25.409802	79.41%	35	
864	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.599920218	25.40007978	79.38%	35	
865	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.60964244	25.39035756	79.34%	35	
866	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.619364663	25.38063534	79.31%	35	
867	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.629086885	25.37091312	79.28%	35	
868	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.638809107	25.36119089	79.25%	35	
869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.648531329	25.35146867	79.22%	35	
870	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.658253551	25.34174645	79.19%	35	
871	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.667975774	25.33202423	79.16%	35	
872	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.677697996	25.322302	79.13%	35	
873	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.687420218	25.31257978	79.10%	35	
874	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.69714244	25.30285756	79.07%	35	
875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.706864663	25.29313534	79.04%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
876	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.716586885	25.28341312	79.01%	35	
877	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.726309107	25.27369089	78.98%	35	
878	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.736031329	25.26396867	78.95%	35	
879	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.745753551	25.25424645	78.92%	35	
880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.755475774	25.24452423	78.89%	35	
881	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.765197996	25.234802	78.86%	35	
882	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.774920218	25.22507978	78.83%	35	
883	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.78464244	25.21535756	78.80%	35	
884	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.794364663	25.20563534	78.77%	35	
885	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.804086885	25.19591312	78.74%	35	
886	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.813809107	25.18619089	78.71%	35	
887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.823531329	25.17646867	78.68%	35	
888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.833253551	25.16674645	78.65%	35	
889	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.842975774	25.15702423	78.62%	35	
890	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.852697996	25.147302	78.59%	35	
891	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.862420218	25.13757978	78.55%	35	
892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.87214244	25.12785756	78.52%	35	
893	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.881864663	25.11813534	78.49%	35	
894	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.891586885	25.10841312	78.46%	35	
895	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.901309107	25.09869089	78.43%	35	
896	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.911031329	25.08896867	78.40%	35	
897	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.920753551	25.07924645	78.37%	35	
898	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.930475774	25.06952423	78.34%	35	
899	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.940197996	25.059802	78.31%	35	
900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.949920218	25.05007978	78.28%	35	
901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.95964244	25.04035756	78.25%	35	
902	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.969364663	25.03063534	78.22%	35	
903	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.979086885	25.02091312	78.19%	35	
904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.988809107	25.01119089	78.16%	35	
905	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.998531329	25.00146867	78.13%	35	
906	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.008253551	24.99174645	78.10%	35	
907	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.017975774	24.98202423	78.07%	35	
908	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.027697996	24.972302	78.04%	35	
909	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.037420218	24.96257978	78.01%	35	
910	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.04714244	24.95285756	77.98%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
911	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.056864663	24.94313534	77.95%	35	
912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.066586885	24.93341312	77.92%	35	
913	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.076309107	24.92369089	77.89%	35	
914	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.086031329	24.91396867	77.86%	35	
915	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.095753551	24.90424645	77.83%	35	
916	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.105475774	24.89452423	77.80%	35	
917	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.115197996	24.884802	77.77%	35	
918	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.124920218	24.87507978	77.73%	35	
919	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.13464244	24.86535756	77.70%	35	
920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.144364663	24.85563534	77.67%	35	
921	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.154086885	24.84591312	77.64%	35	
922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.163809107	24.83619089	77.61%	35	
923	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.173531329	24.82646867	77.58%	35	
924	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.183253551	24.81674645	77.55%	35	
925	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.192975774	24.80702423	77.52%	35	
926	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.202697996	24.797302	77.49%	35	
927	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.212420218	24.78757978	77.46%	35	
928	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.22214244	24.77785756	77.43%	35	
929	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.231864663	24.76813534	77.40%	35	
930	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.241586885	24.75841312	77.37%	35	
931	18.50291671	46.58508851	1.429867402	42.98958236	0.036901849	0	0	294.2761302	0	77.98958236	7.263250658	24.73674934	77.30%	35	
932	46.12639327	46.58841409	3.564298514	73.4030762	0.107446186	0	0	294.2971377	0	108.4030762	7.293362623	24.70663738	77.21%	35	
933	73.88339176	46.59461712	5.708389198	104.0014527	0.215432219	0	0	294.336322	0	139.0014527	7.331974138	24.66802586	77.09%	35	
934	101.5950414	46.55797511	7.855680199	134.570572	0.360248891	0	0	294.1048559	0	169.570572	7.379077075	24.62092293	76.94%	35	
935	106.1990502	38.97556835	9.809201165	137.0319611	0.373510649	0	0	246.2070974	0	172.0319611	7.42686373	24.57313627	76.79%	35	
936	108.3144027	34.03964295	11.4552742	137.9002568	0.37824607	0	0	215.0270552	0	172.9002568	7.47489158	24.52510842	76.64%	35	
937	109.5479581	30.58381375	12.89484535	138.3477909	0.380698373	0	0	193.1967212	0	173.3477909	7.523043744	24.47695626	76.49%	35	
938	110.3544414	28.00720781	14.18479086	138.6173749	0.382179386	0	0	176.9204051	0	173.6173749	7.571270792	24.42872921	76.34%	35	
939	110.9192582	26.00438933	15.35546007	138.7946264	0.38315471	0	0	164.2686813	0	173.7946264	7.619547077	24.38045292	76.19%	35	
940	111.3178528	24.47094812	16.37633407	138.9145382	0.383815224	0	0	154.5819949	0	173.9145382	7.667856671	24.33214333	76.04%	35	
941	111.6042232	23.29367309	17.2482621	138.997683	0.384273546	0	0	147.1451959	0	173.997683	7.716189361	24.28381064	75.89%	35	
942	111.8145574	22.38270515	17.98408816	139.0572439	0.384602032	0	0	141.390648	0	174.0572439	7.764538595	24.2354614	75.74%	35	
943	111.9696168	21.68289012	18.59026641	139.1003523	0.384839868	0	0	136.9699446	0	174.1003523	7.812899804	24.1871002	75.58%	35	
944	112.0828423	21.15513311	19.07330336	139.1313905	0.385011156	0	0	133.6361249	0	174.1313905	7.861269635	24.13873036	75.43%	35	
945	112.1631482	20.77152367	19.43946677	139.1531699	0.385131371	0	0	131.2128795	0	174.1531699	7.909645516	24.09035448	75.28%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
946	112.2232127	20.47941624	19.72729905	139.1693586	0.385220738	0	0	129.3676486	0	174.1693586	7.958025893	24.04197411	75.13%	35	
947	84.861729	15.27645801	19.99824466	108.1581365	0.232980569	0	0	96.50077074	0	143.1581365	7.997792042	24.00220796	75.01%	35	
948	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.036919662	23.96308034	74.88%	35	
949	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.076047281	23.92395272	74.76%	35	
950	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.115174901	23.8848251	74.64%	35	
951	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.15430252	23.84569748	74.52%	35	
952	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.19343014	23.80656986	74.40%	35	
953	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.232557759	23.76744224	74.27%	35	
954	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.271685379	23.72831462	74.15%	35	
955	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.310812998	23.689187	74.03%	35	
956	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.349940618	23.65005938	73.91%	35	
957	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.389068237	23.61093176	73.78%	35	
958	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.428195857	23.57180414	73.66%	35	
959	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.467323476	23.53267652	73.54%	35	
960	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.506451096	23.4935489	73.42%	35	
961	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.545578715	23.45442128	73.30%	35	
962	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.584706335	23.41529367	73.17%	35	
963	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.623833954	23.37616605	73.05%	35	
964	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.662961574	23.33703843	72.93%	35	
965	82.82265333	14.9080776	20	105.8594303	0.223180346	0	0	94.1737265	0	140.8594303	8.702089193	23.29791081	72.81%	35	
966	71.77355223	12.9192394	20	93.4275384	0.173924729	0	0	81.61031561	0	128.4275384	8.73776351	23.26223649	72.69%	35	
967	39.73892543	7.153006577	20	57.59896611	0.066207423	0	0	45.18525481	0	92.59896611	8.763485445	23.23651456	72.61%	35	
968	8.784307002	1.58117526	20	23.2857517	0.010841227	0	0	9.988220515	0	58.2857517	8.779675931	23.22032407	72.56%	35	
969	-23.98532397	-4.317358314	20	-8.195256399	0.000933021	0	0	-25.66076939	0	26.8047436	8.787121693	23.21287831	72.54%	35	
970	-55.55373269	-9.999671885	20	-36.72192376	0.018755739	0	0	-59.43432431	0	-1.721923757	8.786643381	23.21335662	72.54%	35	
971	-86.59689687	-15.58744144	20	-64.59591693	0.05805745	0	0	-92.64594481	0	-29.59591693	8.778422293	23.22157771	72.57%	35	
972	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.766543656	23.23345634	72.60%	35	
973	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.754665019	23.24533498	72.64%	35	
974	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.742786382	23.25721362	72.68%	35	
975	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.730907745	23.26909226	72.72%	35	
976	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.719029108	23.28097089	72.75%	35	
977	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.707150471	23.29284953	72.79%	35	
978	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.695271834	23.30472817	72.83%	35	
979	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.683393196	23.3166068	72.86%	35	
980	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.671514559	23.32848544	72.90%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
981	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.659635922	23.34036408	72.94%	35	
982	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.647757285	23.35224271	72.98%	35	
983	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.635878648	23.36412135	73.01%	35	
984	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.624000011	23.37599999	73.05%	35	
985	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.612121374	23.38787863	73.09%	35	
986	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.600242737	23.39975726	73.12%	35	
987	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.5883641	23.4116359	73.16%	35	
988	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.576485463	23.42351454	73.20%	35	
989	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.564606826	23.43539317	73.24%	35	
990	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.552728189	23.44727181	73.27%	35	
991	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.540849551	23.45915045	73.31%	35	
992	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.528970914	23.47102909	73.35%	35	
993	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.517092277	23.48290772	73.38%	35	
994	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.50521364	23.49478636	73.42%	35	
995	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.493335003	23.506665	73.46%	35	
996	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.481456366	23.51854363	73.50%	35	
997	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.469577729	23.53042227	73.53%	35	
998	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.457699092	23.54230091	73.57%	35	
999	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.445820455	23.55417955	73.61%	35	
1000	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.433941818	23.56605818	73.64%	35	
1001	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.422063181	23.57793682	73.68%	35	
1002	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.410184543	23.58981546	73.72%	35	
1003	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.398305906	23.60169409	73.76%	35	
1004	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.386427269	23.61357273	73.79%	35	
1005	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.374548632	23.62545137	73.83%	35	
1006	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.362669995	23.63733	73.87%	35	
1007	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.350791358	23.64920864	73.90%	35	
1008	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.338912721	23.66108728	73.94%	35	
1009	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.327034084	23.67296592	73.98%	35	
1010	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.315155447	23.68484455	74.02%	35	
1011	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.30327681	23.69672319	74.05%	35	
1012	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.291398173	23.70860183	74.09%	35	
1013	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.279519536	23.72048046	74.13%	35	
1014	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.267640898	23.7323591	74.16%	35	
1015	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.255762261	23.74423774	74.20%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1016	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.243883624	23.75611638	74.24%	35	
1017	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.232004987	23.76799501	74.27%	35	
1018	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.22012635	23.77987365	74.31%	35	
1019	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.208247713	23.79175229	74.35%	35	
1020	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.196369076	23.80363092	74.39%	35	
1021	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.184490439	23.81550956	74.42%	35	
1022	-101.3290317	-18.2392257	20	-77.76309351	0.084169394	0	0	-108.4071626	0	-42.76309351	8.172611802	23.8273882	74.46%	35	
1023	-87.04590057	-15.6682621	20	-64.99779976	0.058782763	0	0	-93.12631274	0	-29.99779976	8.16427908	23.83572092	74.49%	35	
1024	-68.8593607	-12.39468493	20	-48.69068524	0.03297319	0	0	-73.66938957	0	-13.69068524	8.160476111	23.83952389	74.50%	35	
1025	-51.74895254	-9.314811457	20	-33.29353563	0.015410014	0	0	-55.36376908	0	1.706464371	8.160950129	23.83904987	74.50%	35	
1026	-33.99327303	-6.118789146	20	-17.25885593	0.004139042	0	0	-36.36780314	0	17.74114407	8.165878225	23.83412178	74.48%	35	
1027	-16.01232028	-2.882217651	20	-0.961277275	1.32425E-05	0	0	-17.13082795	0	34.03872273	8.175333426	23.82466657	74.45%	35	
1028	0.693333333	0.1248	20	14.36699593	0.004125841	0	0	0.78835658	0	49.36699593	8.18904648	23.81095352	74.41%	35	
1029	0.693333333	0.1248	20	14.36699593	0.004125841	0	0	0.78835658	0	49.36699593	8.202759535	23.79724047	74.37%	35	
1030	0.693333333	0.1248	20	14.36699593	0.004125841	0	0	0.78835658	0	49.36699593	8.216472589	23.78352741	74.32%	35	
1031	-221.7224129	-43.09295346	18.52276605	-140.1182512	0.273748801	43.38426548	0	-256.1284611	0	-105.1182512	8.187273075	23.81272693	74.41%	35	
1032	-196.074558	-43.11637739	16.3712365	-140.1182512	0.273748801	19.99603619	0	-256.2676842	0	-105.1182512	8.158073561	23.84192644	74.51%	35	
1033	-170.3917045	-43.13690921	14.22007629	-136.7081235	0.260562087	0	0	-256.3897177	0	-101.7081235	8.129821304	23.8701787	74.59%	35	
1034	-144.6810432	-43.15454963	12.06945193	-113.3457782	0.178999732	0	0	-256.4945658	0	-78.34577815	8.108058588	23.89194141	74.66%	35	
1035	-118.9494233	-43.16929961	9.91950147	-89.94990689	0.112658357	0	0	-256.5822342	0	-54.94990689	8.092794725	23.90720528	74.71%	35	
1036	-93.20541795	-43.18116029	7.770507047	-66.52828354	0.061588219	0	0	-256.6527297	0	-31.52828354	8.084036868	23.91596313	74.74%	35	
1037	-67.46392912	-43.19013344	5.623278489	-43.09444647	0.0258261	0	0	-256.7060627	0	-8.09446467	8.081788406	23.91821159	74.74%	35	
1038	-41.74982759	-43.19622231	3.479456597	-3.972614374	0.00022156	0	0	-126.6130038	0	31.02738563	8.090407124	23.90959288	74.72%	35	
1039	-16.1476521	-43.19943458	1.345655288	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	8.103908152	23.89609185	74.68%	35	
1040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.113630374	23.88636963	74.64%	35	
1041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.123352596	23.8766474	74.61%	35	
1042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.133074818	23.86692518	74.58%	35	
1043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.142797041	23.85720296	74.55%	35	
1044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.152519263	23.84748074	74.52%	35	
1045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.162241485	23.83775852	74.49%	35	
1046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.171963707	23.82803629	74.46%	35	
1047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.181685929	23.81831407	74.43%	35	
1048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.191408152	23.80859185	74.40%	35	
1049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.201130374	23.79886963	74.37%	35	
1050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.210852596	23.7891474	74.34%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.220574818	23.77942518	74.31%	35	
1052	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.230297041	23.76970296	74.28%	35	
1053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.240019263	23.75998074	74.25%	35	
1054	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.249741485	23.75025852	74.22%	35	
1055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.259463707	23.74053629	74.19%	35	
1056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.269185929	23.73081407	74.16%	35	
1057	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.278908152	23.72109185	74.13%	35	
1058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.288630374	23.71136963	74.10%	35	
1059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.298352596	23.7016474	74.07%	35	
1060	3.628142712	33.96063535	0.384437775	22.46770908	0.010088898	0	0	214.5279674	0	57.46770908	8.314315849	23.68568415	74.02%	35	
1061	28.38924437	43.20174664	2.365674683	52.63588362	0.055297789	0	0	272.9036957	0	87.63588362	8.33865915	23.66134085	73.94%	35	
1062	54.07941158	43.20633544	4.50595674	80.93483397	0.130590595	0	0	272.9326829	0	115.934834	8.37086327	23.62913673	73.84%	35	
1063	79.84668643	43.21380554	6.651764705	109.3514403	0.238118306	0	0	272.9798712	0	144.3514403	8.410960892	23.58903911	73.72%	35	
1064	104.2853743	42.66485408	8.799533192	136.1391047	0.368672228	0	0	269.5121669	0	171.1391047	8.458499533	23.54150047	73.57%	35	
1065	107.5254036	36.00636127	10.75066506	137.5910765	0.376556491	0	0	227.4507358	0	172.5910765	8.506441498	23.4935585	73.42%	35	
1066	109.1973449	31.62126813	12.43184589	138.2253833	0.380026846	0	0	199.7502788	0	173.2253833	8.55455966	23.44544034	73.27%	35	
1067	110.2111108	28.48740045	13.92758297	138.5708648	0.381923669	0	0	179.9537627	0	173.5708648	8.602773789	23.39722621	73.12%	35	
1068	110.8897901	26.11467715	15.28657159	138.7858456	0.383106364	0	0	164.9653651	0	173.7858456	8.651047635	23.34895236	72.97%	35	
1069	111.3749285	24.24169382	16.5396969	138.9313055	0.383907629	0	0	153.1338047	0	173.9313055	8.699361887	23.30063811	72.81%	35	
1070	111.738763	22.71659784	17.70775347	139.0360711	0.384485245	0	0	143.4998347	0	174.0360711	8.74770524	23.25229476	72.66%	35	
1071	112.0212282	21.44445284	18.80563844	139.1146004	0.384918493	0	0	135.463746	0	174.1146004	8.796070407	23.20392959	72.51%	35	
1072	112.2471626	20.36309156	19.84422804	139.1760335	0.385257589	0	0	128.6328302	0	174.1760335	8.844452638	23.15554736	72.36%	35	
1073	0.693333333	0.1248	20	14.36699593	0.004125841	0	0	0.78835658	0	49.36699593	8.858165693	23.14183431	72.32%	35	
1074	0.693333333	0.1248	20	14.36699593	0.004125841	0	0	0.78835658	0	49.36699593	8.871878747	23.12812125	72.28%	35	
1075	0.693333333	0.1248	20	14.36699593	0.004125841	0	0	0.78835658	0	49.36699593	8.885591802	23.1144082	72.23%	35	
1076	0.693333333	0.1248	20	14.36699593	0.004125841	0	0	0.78835658	0	49.36699593	8.899304856	23.10069514	72.19%	35	
1077	0.693333333	0.1248	20	14.36699593	0.004125841	0	0	0.78835658	0	49.36699593	8.91301791	23.08698209	72.15%	35	
1078	0.693333333	0.1248	20	14.36699593	0.004125841	0	0	0.78835658	0	49.36699593	8.926730965	23.07326904	72.10%	35	
1079	-16.40478402	-2.952861124	20	-1.317642388	2.41742E-05	0	0	-17.55070644	0	33.68235761	8.936087175	23.06391282	72.07%	35	
1080	-38.86038878	-6.994869981	20	-21.66000515	0.00652027	0	0	-41.57490124	0	13.33999485	8.939792729	23.06020727	72.06%	35	
1081	-62.65893402	-11.27860812	20	-43.11726878	0.025855266	0	0	-67.03584485	0	-8.117268783	8.937537933	23.06246207	72.07%	35	
1082	-84.46983402	-15.20457012	20	-62.69155324	0.05468585	0	0	-90.37030036	0	-27.69155324	8.929845834	23.07015417	72.09%	35	
1083	-108.913084	-19.60435512	20	-84.52636184	0.099469575	0	0	-116.5209833	0	-49.52636184	8.916088512	23.08391149	72.14%	35	
1084	-130.6512485	-23.51722474	20	-103.8556578	0.150241781	0	0	-139.7776225	0	-68.85565782	8.89696194	23.10303806	72.20%	35	
1085	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.8777681	23.1222319	72.26%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1086	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.858574259	23.14142574	72.32%	35	
1087	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.839380419	23.16061958	72.38%	35	
1088	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.820186578	23.17981342	72.44%	35	
1089	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.800992738	23.19900726	72.50%	35	
1090	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.781798898	23.2182011	72.56%	35	
1091	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.762605057	23.23739494	72.62%	35	
1092	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.743411217	23.25658878	72.68%	35	
1093	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.724217376	23.27578262	72.74%	35	
1094	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.705023536	23.29497646	72.80%	35	
1095	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.685829695	23.3141703	72.86%	35	
1096	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.666635855	23.33336415	72.92%	35	
1097	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.647442015	23.35255799	72.98%	35	
1098	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.628248174	23.37175183	73.04%	35	
1099	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.609054334	23.39094567	73.10%	35	
1100	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.589860493	23.41013951	73.16%	35	
1101	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.570666653	23.42933335	73.22%	35	
1102	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.551472812	23.44852719	73.28%	35	
1103	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.532278972	23.46772103	73.34%	35	
1104	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.513085131	23.48691487	73.40%	35	
1105	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.493891291	23.50610871	73.46%	35	
1106	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.474697451	23.52530255	73.52%	35	
1107	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.45550361	23.54449639	73.58%	35	
1108	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.43630977	23.56369023	73.64%	35	
1109	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.417115929	23.58288407	73.70%	35	
1110	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.397922089	23.60207791	73.76%	35	
1111	-130.9241667	-23.56635	20	-104.0978256	0.150941743	0	0	-140.0696048	0	-69.09782555	8.378728248	23.62127175	73.82%	35	
1112	-133.5654951	-24.04178912	20	-106.4406833	0.15782284	0	0	-142.8954378	0	-71.44068325	8.358883614	23.64111639	73.88%	35	
1113	-139.6748502	-25.14147303	20	-111.8550253	0.17431351	0	0	-149.4315493	0	-76.85502525	8.337534996	23.662465	73.95%	35	
1114	-145.393342	-26.17080156	20	-116.9170978	0.190474972	0	0	-155.5494946	0	-81.91709775	8.314780247	23.68521975	74.02%	35	
1115	-151.1324304	-27.20383747	20	-121.991723	0.207397574	0	0	-161.6894751	0	-86.99172297	8.290615879	23.70938412	74.09%	35	
1116	-157.1199498	-28.28159097	20	-127.2799715	0.225801741	0	0	-168.0952405	0	-92.27997145	8.264982554	23.73501745	74.17%	35	
1117	-162.7985477	-29.30373858	20	-132.2896972	0.243960916	0	0	-174.170505	0	-97.28969721	8.237957638	23.76204236	74.26%	35	
1118	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	8.210496319	23.78950368	74.34%	35	
1119	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	8.183035	23.816965	74.43%	35	
1120	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	8.155573682	23.84442632	74.51%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1121	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	8.128112363	23.87188764	74.60%	35	
1122	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	8.100651044	23.89934896	74.69%	35	
1123	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	8.073189725	23.92681027	74.77%	35	
1124	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	8.045728407	23.95427159	74.86%	35	
1125	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	8.018267088	23.98173291	74.94%	35	
1126	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.990805769	24.00919423	75.03%	35	
1127	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.96334445	24.03665555	75.11%	35	
1128	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.935883132	24.06411687	75.20%	35	
1129	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.908421813	24.09157819	75.29%	35	
1130	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.880960494	24.11903951	75.37%	35	
1131	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.853499175	24.14650082	75.46%	35	
1132	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.826037857	24.17396214	75.54%	35	
1133	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.798576538	24.20142346	75.63%	35	
1134	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.771115219	24.22888478	75.72%	35	
1135	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.7436539	24.2563461	75.80%	35	
1136	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.716192582	24.28380742	75.89%	35	
1137	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.688731263	24.31126874	75.97%	35	
1138	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.661269944	24.33873006	76.06%	35	
1139	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.633808626	24.36619137	76.14%	35	
1140	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.606347307	24.39365269	76.23%	35	
1141	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.578885988	24.42111401	76.32%	35	
1142	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.551424669	24.44857533	76.40%	35	
1143	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.523963351	24.47603665	76.49%	35	
1144	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.496502032	24.50349797	76.57%	35	
1145	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.469040713	24.53095929	76.66%	35	
1146	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.441579394	24.55842061	76.75%	35	
1147	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.414118076	24.58588192	76.83%	35	
1148	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.386656757	24.61334324	76.92%	35	
1149	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.359195438	24.64080456	77.00%	35	
1150	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.331734119	24.66826588	77.09%	35	
1151	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.304272801	24.6957272	77.17%	35	
1152	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.276811482	24.72318852	77.26%	35	
1153	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.249350163	24.75064984	77.35%	35	
1154	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.221888844	24.77811116	77.43%	35	
1155	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.194427526	24.80557247	77.52%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1156	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.166966207	24.83303379	77.60%	35	
1157	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.139504888	24.86049511	77.69%	35	
1158	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.112043569	24.88795643	77.77%	35	
1159	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.084582251	24.91541775	77.86%	35	
1160	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.057120932	24.94287907	77.95%	35	
1161	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.029659613	24.97034039	78.03%	35	
1162	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	7.002198294	24.99780171	78.12%	35	
1163	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.974736976	25.02526302	78.20%	35	
1164	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.947275657	25.05272434	78.29%	35	
1165	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.919814338	25.08018566	78.38%	35	
1166	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.892353019	25.10764698	78.46%	35	
1167	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.864891701	25.1351083	78.55%	35	
1168	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.837430382	25.16256962	78.63%	35	
1169	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.809969063	25.19003094	78.72%	35	
1170	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.782507744	25.21749226	78.80%	35	
1171	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.755046426	25.24495357	78.89%	35	
1172	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.727585107	25.27241489	78.98%	35	
1173	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.700123788	25.29987621	79.06%	35	
1174	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.672662469	25.32733753	79.15%	35	
1175	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.645201151	25.35479885	79.23%	35	
1176	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.617739832	25.38226017	79.32%	35	
1177	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.590278513	25.40972149	79.41%	35	
1178	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.562817194	25.43718281	79.49%	35	
1179	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.535355876	25.46464412	79.58%	35	
1180	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.507894557	25.49210544	79.66%	35	
1181	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.480433238	25.51956676	79.75%	35	
1182	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.452971919	25.54702808	79.83%	35	
1183	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.425510601	25.5744894	79.92%	35	
1184	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.398049282	25.60195072	80.01%	35	
1185	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.370587963	25.62941204	80.09%	35	
1186	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.343126644	25.65687336	80.18%	35	
1187	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.315665326	25.68433467	80.26%	35	
1188	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.288204007	25.71179599	80.35%	35	
1189	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.260742688	25.73925731	80.44%	35	
1190	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.233281369	25.76671863	80.52%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1191	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.205820051	25.79417995	80.61%	35	
1192	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.178358732	25.82164127	80.69%	35	
1193	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.150897413	25.84910259	80.78%	35	
1194	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.123436094	25.87656391	80.86%	35	
1195	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.095974776	25.90402522	80.95%	35	
1196	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.068513457	25.93148654	81.04%	35	
1197	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.041052138	25.95894786	81.12%	35	
1198	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	6.013590819	25.98640918	81.21%	35	
1199	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.986129501	26.0138705	81.29%	35	
1200	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.958668182	26.04133182	81.38%	35	
1201	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.931206863	26.06879314	81.46%	35	
1202	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.903745544	26.09625446	81.55%	35	
1203	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.876284226	26.12371577	81.64%	35	
1204	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.848822907	26.15117709	81.72%	35	
1205	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.821361588	26.17863841	81.81%	35	
1206	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.793900269	26.20609973	81.89%	35	
1207	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.766438951	26.23356105	81.98%	35	
1208	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.738977632	26.26102237	82.07%	35	
1209	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.711516313	26.28848369	82.15%	35	
1210	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.684054994	26.31594501	82.24%	35	
1211	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.656593676	26.34340632	82.32%	35	
1212	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.629132357	26.37086764	82.41%	35	
1213	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.601671038	26.39832896	82.49%	35	
1214	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.574209719	26.42579028	82.58%	35	
1215	-164.5806417	-29.6245155	20	-133.8607475	0.249800543	0	0	-176.0770835	0	-98.86074749	5.546748401	26.4532516	82.67%	35	
1216	-153.6270046	-27.65286082	20	-124.1957021	0.21497335	0	0	-164.3583027	0	-89.1957021	5.521971817	26.47802818	82.74%	35	
1217	-143.1203824	-25.76166884	20	-114.9057219	0.183967918	0	0	-153.1177621	0	-79.90572188	5.499775783	26.50022422	82.81%	35	
1218	-131.6422329	-23.69560192	20	-104.7348701	0.152797611	0	0	-140.83783	0	-69.73487014	5.480404986	26.51959501	82.87%	35	
1219	-120.8390976	-21.75103757	20	-95.14114199	0.126053398	0	0	-129.280064	0	-60.14114199	5.463699113	26.53630089	82.93%	35	
1220	-110.0196488	-19.80353678	20	-85.51234914	0.101802607	0	0	-117.7048448	0	-50.51234914	5.449667905	26.5503321	82.97%	35	
1221	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.437826558	26.56217344	83.01%	35	
1222	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.425985211	26.57401479	83.04%	35	
1223	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.414143864	26.58585614	83.08%	35	
1224	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.402302518	26.59769748	83.12%	35	
1225	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.390461171	26.60953883	83.15%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1226	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.378619824	26.62138018	83.19%	35	
1227	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.366778477	26.63322152	83.23%	35	
1228	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.35493713	26.64506287	83.27%	35	
1229	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.343095784	26.65690422	83.30%	35	
1230	-101.1786117	-18.2121501	20	-77.62884853	0.083878722	0	0	-108.2462353	0	-42.62884853	5.331254437	26.66874556	83.34%	35	
1231	-91.34819241	-16.44267463	20	-68.84673969	0.065958677	0	0	-97.72913233	0	-33.84673969	5.321852565	26.67814744	83.37%	35	
1232	-77.56110406	-13.96099873	20	-56.50065556	0.044407594	0	0	-82.97897529	0	-21.50065556	5.31588016	26.68411984	83.39%	35	
1233	-62.96666697	-11.33400005	20	-43.39407529	0.026184986	0	0	-67.36507385	0	-8.39407529	5.313548473	26.68645153	83.40%	35	
1234	-48.42973391	-8.717352105	20	-30.30045088	0.012763118	0	0	-51.81269327	0	4.699549121	5.314853903	26.6851461	83.39%	35	
1235	-34.48950694	-6.208111249	20	-17.70777556	0.004358055	0	0	-36.89870044	0	17.29222444	5.319657299	26.6803427	83.38%	35	
1236	-19.1848758	-3.453277644	20	-3.841169888	0.000206569	0	0	-20.5249958	0	31.15883011	5.328312529	26.67168747	83.35%	35	
1237	-18.10916667	-3.25965	20	-2.864912634	0.000114005	0	0	-19.37414522	0	32.13508737	5.337238942	26.66276106	83.32%	35	
1238	-18.10916667	-3.25965	20	-2.864912634	0.000114005	0	0	-19.37414522	0	32.13508737	5.346165356	26.65383464	83.29%	35	
1239	-18.08594792	-3.259995809	19.97223822	-2.843761652	0.000112328	0	0	-19.37620058	0	32.15623835	5.355097644	26.64490236	83.27%	35	
1240	-230.7171677	-46.48484044	17.86779956	-140.1182512	0.273748801	50.84297073	0	-276.2885737	0	-105.1182512	5.32589813	26.67410187	83.36%	35	
1241	-203.0351592	-46.50738368	15.71635568	-140.1182512	0.273748801	25.59775155	0	-276.4225623	0	-105.1182512	5.296698616	26.70330138	83.45%	35	
1242	-175.3204303	-46.52703527	13.5653079	-140.0702086	0.27356078	0.37177945	0	-276.539364	0	-105.0702086	5.267512446	26.73248755	83.54%	35	
1243	-147.580861	-46.54379582	11.41486417	-115.2345313	0.185025398	0	0	-276.6389825	0	-80.23453128	5.245225077	26.75477492	83.61%	35	
1244	-119.8229217	-46.55766624	9.2651234	-89.99491279	0.11277096	0	0	-276.7214231	0	-54.99491279	5.229948712	26.77005129	83.66%	35	
1245	-92.0597734	-46.5686478	7.11670193	-64.73363255	0.058306109	0	0	-276.7866934	0	-29.73363255	5.22168937	26.77831063	83.68%	35	
1246	-64.30389937	-46.57674238	4.970163797	-38.9871846	0.021137563	0	0	-274.0815694	0	-3.987184604	5.220581818	26.77941818	83.69%	35	
1247	-36.59428659	-46.58195406	2.828121659	4.831384346	0.000469636	0	0	-76.42618034	0	39.83138435	5.231646092	26.76835391	83.65%	35	
1248	-9.083527156	-46.44417593	0.704007336	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	5.245147119	26.75485288	83.61%	35	
1249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.254869342	26.74513066	83.58%	35	
1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.264591564	26.73540844	83.55%	35	
1251	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.274313786	26.72568621	83.52%	35	
1252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.284036008	26.71596399	83.49%	35	
1253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.29375823	26.70624177	83.46%	35	
1254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.303480453	26.69651955	83.43%	35	
1255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.313202675	26.68679733	83.40%	35	
1256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.322924897	26.6770751	83.37%	35	
1257	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.332647119	26.66735288	83.34%	35	
1258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.342369342	26.65763066	83.31%	35	
1259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.352091564	26.64790844	83.27%	35	
1260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.361813786	26.63818621	83.24%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.371536008	26.62846399	83.21%	35	
1262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.38125823	26.61874177	83.18%	35	
1263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.390980453	26.60901955	83.15%	35	
1264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.400702675	26.59929733	83.12%	35	
1265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.410424897	26.5895751	83.09%	35	
1266	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.420147119	26.57985288	83.06%	35	
1267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.429869342	26.57013066	83.03%	35	
1268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5.439591564	26.56040844	83.00%	35	
1269	9.8479768	39.8157982	0.890418312	31.08465529	0.019304478	0	0	251.5147956	0	66.08465529	5.457948412	26.54205159	82.94%	35	
1270	33.38458716	39.81839296	3.018316484	56.99095873	0.064814747	0	0	251.5311866	0	91.99095873	5.483501457	26.51649854	82.86%	35	
1271	57.09103804	39.82386075	5.160919382	83.11189953	0.137696338	0	0	251.5657264	0	118.1118995	5.516310318	26.48368968	82.76%	35	
1272	80.85528185	39.83221178	7.307628707	109.3244141	0.237997189	0	0	251.6184795	0	144.3244141	5.556400433	26.44359957	82.64%	35	
1273	104.6509546	39.84058384	9.45627721	135.5986534	0.36576006	0	0	251.6713655	0	170.5986534	5.603788947	26.39621105	82.49%	35	
1274	108.3241787	34.01418268	11.46489287	137.9039761	0.378266419	0	0	214.8662237	0	172.9039761	5.65181783	26.34818217	82.34%	35	
1275	109.775094	29.88899259	13.22198405	138.4260106	0.381127794	0	0	188.8075639	0	173.4260106	5.699991722	26.30000828	82.19%	35	
1276	110.6698172	26.91296786	14.80373016	138.717773	0.382731673	0	0	170.0081354	0	173.717773	5.748246658	26.25175334	82.04%	35	
1277	111.2746313	24.64387942	16.25512093	138.9019875	0.383746064	0	0	155.674395	0	173.9019875	5.796552766	26.20344723	81.89%	35	
1278	111.7096966	22.84333887	17.60491921	139.027942	0.384440411	0	0	144.3004527	0	174.027942	5.844893861	26.15510614	81.73%	35	
1279	112.0473822	21.32428509	18.91602155	139.1221132	0.384959954	0	0	134.7046511	0	174.1221132	5.893261115	26.10673889	81.58%	35	
1280	-39.61581387	-7.130846497	20	-22.34271712	0.006937678	0	0	-42.38309499	0	12.65728288	5.896777027	26.10322297	81.57%	35	
1281	-50.25170272	-9.045306489	20	-31.94364863	0.014185625	0	0	-53.76193195	0	3.056351366	5.897626013	26.10237399	81.57%	35	
1282	-61.47826107	-11.06608699	20	-42.05522634	0.024593211	0	0	-65.77269842	0	-7.05522634	5.895666228	26.10433377	81.58%	35	
1283	-72.66514226	-13.07972561	20	-52.10813228	0.037767488	0	0	-77.74101617	0	-17.10813228	5.890913969	26.10908603	81.59%	35	
1284	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.883864432	26.11613557	81.61%	35	
1285	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.876814895	26.1231851	81.63%	35	
1286	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.869765359	26.13023464	81.66%	35	
1287	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.862715822	26.13728418	81.68%	35	
1288	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.855666285	26.14433372	81.70%	35	
1289	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.848616748	26.15138325	81.72%	35	
1290	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.841567211	26.15843279	81.75%	35	
1291	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.834517674	26.16548233	81.77%	35	
1292	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.827468138	26.17253186	81.79%	35	
1293	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.820418601	26.1795814	81.81%	35	
1294	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.813369064	26.18663094	81.83%	35	
1295	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.806319527	26.19368047	81.86%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1296	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.79926999	26.20073001	81.88%	35	
1297	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.792220453	26.20777955	81.90%	35	
1298	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.785170917	26.21482908	81.92%	35	
1299	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.77812138	26.22187862	81.94%	35	
1300	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.771071843	26.22892816	81.97%	35	
1301	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.764022306	26.23597769	81.99%	35	
1302	-81.88724667	-14.7397044	20	-60.3783326	0.05071764	0	0	-87.60731169	0	-25.3783326	5.756972769	26.24302723	82.01%	35	
1303	-81.48791609	-14.6678249	20	-60.02053709	0.050118199	0	0	-87.1800867	0	-25.02053709	5.75002262	26.24997738	82.03%	35	
1304	-74.46853227	-13.40433581	20	-53.72659523	0.040150875	0	0	-79.67037827	0	-18.72659523	5.744820788	26.25517921	82.05%	35	
1305	-67.06958345	-12.07252502	20	-47.08263034	0.030828926	0	0	-71.75459112	0	-12.08263034	5.741464502	26.2585355	82.06%	35	
1306	-60.17383187	-10.83128974	20	-40.88153381	0.023239022	0	0	-64.377151	0	-5.881533813	5.739830742	26.26016926	82.06%	35	
1307	-53.03669067	-9.54660432	20	-34.45420346	0.016503189	0	0	-56.7414595	0	0.545796544	5.739982353	26.26001765	82.06%	35	
1308	-45.68967518	-8.224141533	20	-27.82809717	0.010764303	0	0	-48.88123338	0	7.171902833	5.741974548	26.25802545	82.06%	35	
1309	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.745225322	26.25477468	82.05%	35	
1310	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.748476096	26.2515239	82.04%	35	
1311	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.751726871	26.24827313	82.03%	35	
1312	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.754977645	26.24502236	82.02%	35	
1313	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.758228419	26.24177158	82.01%	35	
1314	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.761479194	26.23852081	82.00%	35	
1315	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.764729968	26.23527003	81.99%	35	
1316	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.767980742	26.23201926	81.98%	35	
1317	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.771231516	26.22876848	81.96%	35	
1318	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.774482291	26.22551771	81.95%	35	
1319	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.777733065	26.22226694	81.94%	35	
1320	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.780983839	26.21901616	81.93%	35	
1321	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.784234613	26.21576539	81.92%	35	
1322	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.787485388	26.21251461	81.91%	35	
1323	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.790736162	26.20926384	81.90%	35	
1324	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.793986936	26.20601306	81.89%	35	
1325	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.797237711	26.20276229	81.88%	35	
1326	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.800488485	26.19951152	81.87%	35	
1327	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.803739259	26.19626074	81.86%	35	
1328	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.806990033	26.19300997	81.85%	35	
1329	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.810240808	26.18975919	81.84%	35	
1330	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.813491582	26.18650842	81.83%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1331	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.816742356	26.18325764	81.82%	35	
1332	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.81999313	26.18000687	81.81%	35	
1333	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.823243905	26.1767561	81.80%	35	
1334	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.826494679	26.17350532	81.79%	35	
1335	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.829745453	26.17025455	81.78%	35	
1336	-40.67216667	-7.32099	20	-23.29721261	0.007543217	0	0	-43.51323713	0	11.70278739	5.832996228	26.16700377	81.77%	35	
1337	-40.56443432	-7.32167306	19.94516352	-23.1991209	0.00747982	0	0	-43.51729699	0	11.8008791	5.83627425	26.16372575	81.76%	35	
1338	-250.1233052	-50.54677811	17.81407119	-140.1182512	0.273748801	67.58036876	0	-300.4312179	0	-105.1182512	5.807074735	26.19292526	81.85%	35	
1339	-220.013647	-50.5692494	15.66266339	-140.1182512	0.273748801	40.11813205	0	-300.5647789	0	-105.1182512	5.777875221	26.22212478	81.94%	35	
1340	-189.8719336	-50.58882871	13.51165829	-140.1182512	0.273748801	12.62758388	0	-300.6811511	0	-105.1182512	5.748675707	26.25132429	82.04%	35	
1341	-159.705357	-50.60551702	11.36119788	-125.2885118	0.218781336	0	0	-300.7803402	0	-90.28851178	5.723595565	26.27640444	82.11%	35	
1342	-129.5223956	-50.61931522	9.211515982	-97.84766155	0.133339884	0	0	-300.8623515	0	-62.84766155	5.706137881	26.29386212	82.17%	35	
1343	-99.33512701	-50.6302246	7.063102423	-70.38279314	0.068939254	0	0	-300.9271928	0	-35.38279314	5.696309327	26.30369067	82.20%	35	
1344	-69.15843974	-50.6382473	4.916646976	-41.50697388	0.023965293	0	0	-292.6124832	0	-6.506973881	5.694501835	26.30549817	82.20%	35	
1345	-39.03499208	-50.64338743	2.774813832	4.866343862	0.000474584	0	0	-77.74105538	0	39.86634386	5.705575819	26.29442418	82.17%	35	
1346	-9.070611473	-50.01180712	0.652795427	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	5.719076846	26.28092315	82.13%	35	
1347	7.587995176	35.75439342	0.764011905	27.3385825	0.014933604	0	0	225.859065	0	62.3385825	5.736393119	26.26360688	82.07%	35	
1348	28.69984098	35.75681558	2.889502989	50.57486582	0.051055785	0	0	225.8743656	0	85.57486582	5.760163915	26.23983608	82.00%	35	
1349	49.98542655	35.76211007	5.03179291	74.02476558	0.10927281	0	0	225.9078107	0	109.0247656	5.790448573	26.20955143	81.90%	35	
1350	70.78706091	35.50034371	7.178336549	96.88452151	0.187010559	0	0	224.2542432	0	131.8845215	5.827083162	26.17291684	81.79%	35	
1351	90.61680907	34.97660538	9.326828628	118.6174974	0.280075984	0	0	220.9458092	0	153.6174974	5.869754689	26.13024531	81.66%	35	
1352	108.3355695	33.98426901	11.47613751	137.9082246	0.37828966	0	0	214.6772603	0	172.9082246	5.917784751	26.08221525	81.51%	35	
1353	109.9582087	29.31280885	13.50435227	138.4879603	0.381468064	0	0	185.1678344	0	173.4879603	5.965975851	26.03402415	81.36%	35	
1354	110.9278182	25.97525809	15.37390918	138.7978278	0.383172337	0	0	164.0846605	0	173.7978278	6.014253026	25.98574697	81.21%	35	
1355	111.5723858	23.43041871	17.1427404	138.9890331	0.384225852	0	0	148.0090125	0	173.9890331	6.062583313	25.93741669	81.05%	35	
1356	112.0311305	21.40052386	18.84593281	139.1177132	0.384935671	0	0	135.1862484	0	174.1177132	6.110949344	25.88905066	80.90%	35	
1357	-74.41513317	-13.39472397	20	-53.6786806	0.040079238	0	0	-79.61324909	0	-18.6786806	6.105760822	25.89423918	80.92%	35	
1358	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.099638163	25.90036184	80.94%	35	
1359	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.093515504	25.9064845	80.96%	35	
1360	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.087392846	25.91260715	80.98%	35	
1361	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.081270187	25.91872981	81.00%	35	
1362	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.075147528	25.92485247	81.02%	35	
1363	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.069024869	25.93097513	81.03%	35	
1364	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.062902211	25.93709779	81.05%	35	
1365	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.056779552	25.94322045	81.07%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1366	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.050656893	25.94934311	81.09%	35	
1367	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.044534234	25.95546577	81.11%	35	
1368	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.038411575	25.96158842	81.13%	35	
1369	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.032288917	25.96771108	81.15%	35	
1370	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.026166258	25.97383374	81.17%	35	
1371	-78.16435167	-14.0695833	20	-57.04157154	0.045262592	0	0	-83.62436153	0	-22.04157154	6.020043599	25.9799564	81.19%	35	
1372	-74.12313457	-13.34216422	20	-53.41666307	0.039688643	0	0	-79.30085353	0	-18.41666307	6.014927859	25.98507214	81.20%	35	
1373	-65.72508274	-11.83051489	20	-45.8742496	0.029266033	0	0	-70.31617307	0	-10.8742496	6.011907235	25.98809277	81.21%	35	
1374	-56.93708127	-10.24867463	20	-37.96784564	0.020042773	0	0	-60.91430386	0	-2.967845636	6.011082833	25.98891717	81.22%	35	
1375	-48.02283145	-8.644109661	20	-29.93339349	0.01245522	0	0	-51.37736747	0	5.066606505	6.012490224	25.98750978	81.21%	35	
1376	-39.54315175	-7.117767314	20	-22.2770517	0.006897206	0	0	-42.3053572	0	12.7229483	6.016024376	25.98397562	81.20%	35	
1377	-30.65569887	-5.518025796	20	-14.23827825	0.002816789	0	0	-32.7970896	0	20.76172175	6.021791521	25.97820848	81.18%	35	
1378	-27.62323167	-4.9721817	20	-11.49203957	0.001834849	0	0	-29.55279564	0	23.50796043	6.02832151	25.97167849	81.16%	35	
1379	-27.62323167	-4.9721817	20	-11.49203957	0.001834849	0	0	-29.55279564	0	23.50796043	6.034851499	25.9651485	81.14%	35	
1380	-27.62323167	-4.9721817	20	-11.49203957	0.001834849	0	0	-29.55279564	0	23.50796043	6.041381488	25.95861851	81.12%	35	
1381	-27.62323167	-4.9721817	20	-11.49203957	0.001834849	0	0	-29.55279564	0	23.50796043	6.047911477	25.95208852	81.10%	35	
1382	-27.62323167	-4.9721817	20	-11.49203957	0.001834849	0	0	-29.55279564	0	23.50796043	6.054441466	25.94555853	81.08%	35	
1383	-27.62323167	-4.9721817	20	-11.49203957	0.001834849	0	0	-29.55279564	0	23.50796043	6.060971455	25.93902855	81.06%	35	
1384	-27.62323167	-4.9721817	20	-11.49203957	0.001834849	0	0	-29.55279564	0	23.50796043	6.067501444	25.93249856	81.04%	35	
1385	-27.62323167	-4.9721817	20	-11.49203957	0.001834849	0	0	-29.55279564	0	23.50796043	6.074031433	25.92596857	81.02%	35	
1386	-24.79273802	-4.462692844	20	-8.927171748	0.001107141	0	0	-26.52458369	0	26.07282825	6.081273885	25.91872611	81.00%	35	
1387	-20.0575553	-3.610359954	20	-4.633032755	0.000298308	0	0	-21.45863453	0	30.36696724	6.089709154	25.91029085	80.97%	35	
1388	-15.11430447	-2.720574804	20	-0.145762532	2.95094E-07	0	0	-16.17008309	0	34.85423747	6.099390887	25.90060911	80.94%	35	
1389	-10.0666589	-1.811998602	20	4.44108684	0.000394673	0	0	-10.76984463	0	39.44108684	6.110346744	25.88965326	80.91%	35	
1390	-5.328564945	-0.95914169	20	8.751191326	0.001531234	0	0	-5.700780878	0	43.75119133	6.122499853	25.87750015	80.87%	35	
1391	-0.0757625	-0.01363725	20	13.53466711	0.003661907	0	0	-0.081054734	0	48.53466711	6.135981705	25.8640183	80.83%	35	
1392	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.149729263	25.85027074	80.78%	35	
1393	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.163476821	25.83652318	80.74%	35	
1394	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.177224379	25.82277562	80.70%	35	
1395	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.190971937	25.80902806	80.65%	35	
1396	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.204719496	25.7952805	80.61%	35	
1397	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.218467054	25.78153295	80.57%	35	
1398	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.232214612	25.76778539	80.52%	35	
1399	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.24596217	25.75403783	80.48%	35	
1400	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.259709728	25.74029027	80.44%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1401	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.273457286	25.72654271	80.40%	35	
1402	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.287204845	25.71279516	80.35%	35	
1403	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.300952403	25.6990476	80.31%	35	
1404	0.806148333	0.1451067	20	14.49120939	0.00419747	0	0	0.916633187	0	49.49120939	6.314699961	25.68530004	80.27%	35	
1405	-6.558414867	-1.180514676	20	7.632008534	0.001164596	0	0	-7.016539435	0	42.63200853	6.326542185	25.67345781	80.23%	35	
1406	-22.6401518	-4.075227325	20	-6.975592219	0.000676683	0	0	-24.22163299	0	28.02440778	6.334326743	25.66567326	80.21%	35	
1407	-38.02563275	-6.844613894	20	-20.90547209	0.006074469	0	0	-40.68183503	0	14.09452791	6.33824189	25.66175811	80.19%	35	
1408	-54.99162586	-9.898492654	20	-36.21562759	0.018236557	0	0	-58.83295266	0	-1.215627593	6.337904215	25.66209578	80.19%	35	
1409	-70.99834287	-12.77970172	20	-50.61174183	0.035627166	0	0	-75.95778593	0	-15.61174183	6.333567621	25.66643238	80.21%	35	
1410	-87.32174744	-15.71791454	20	-65.24466727	0.059232097	0	0	-93.42142833	0	-30.24466727	6.325166324	25.67483368	80.23%	35	
1411	-91.25089167	-16.4251605	20	-68.75973581	0.065791016	0	0	-97.62503483	0	-33.75973581	6.31578862	25.68421138	80.26%	35	
1412	-91.25089167	-16.4251605	20	-68.75973581	0.065791016	0	0	-97.62503483	0	-33.75973581	6.306410915	25.69358908	80.29%	35	
1413	-91.25089167	-16.4251605	20	-68.75973581	0.065791016	0	0	-97.62503483	0	-33.75973581	6.297033211	25.70296679	80.32%	35	
1414	-91.25089167	-16.4251605	20	-68.75973581	0.065791016	0	0	-97.62503483	0	-33.75973581	6.287655507	25.71234449	80.35%	35	
1415	-324.4876866	-59.6302237	19.58999336	-140.1182512	0.273748801	132.9944134	0	-354.4198345	0	-105.1182512	6.258455992	25.74154401	80.44%	35	
1416	-288.9673971	-59.6550819	17.4382904	-140.1182512	0.273748801	100.5877982	0	-354.5675824	0	-105.1182512	6.229256478	25.77074352	80.53%	35	
1417	-253.4109876	-59.67704804	15.28694186	-140.1182512	0.273748801	68.14927039	0	-354.6981409	0	-105.1182512	6.200056964	25.79994304	80.62%	35	
1418	-217.8245709	-59.69612265	13.13600321	-140.1182512	0.273748801	35.68441971	0	-354.8115133	0	-105.1182512	6.17085745	25.82914255	80.72%	35	
1419	-182.2159284	-59.71230622	10.98563069	-140.1182512	0.273748801	3.200357982	0	-354.9077024	0	-105.1182512	6.141657935	25.85834206	80.81%	35	
1420	-146.5957513	-59.72559957	8.8361559	-110.927419	0.171432368	0	0	-354.9867131	0	-75.92741896	6.120566986	25.87943301	80.87%	35	
1421	-110.9762905	-59.7360044	6.688004234	-78.52126422	0.085823925	0	0	-355.0485556	0	-43.52126422	6.108477746	25.89152225	80.91%	35	
1422	-75.37866088	-59.74352308	4.542135591	-38.10262999	0.02020099	0	0	-300.8983844	0	-3.102629987	6.107615904	25.8923841	80.91%	35	
1423	-39.85912211	-59.74816033	2.401627772	8.905833206	0.001589524	0	0	-47.54212289	0	43.90583321	6.119811969	25.88018803	80.88%	35	
1424	-5.47641578	-50.65963132	0.389019296	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	6.133312996	25.866687	80.83%	35	
1425	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.143035219	25.85696478	80.80%	35	
1426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.152757441	25.84724256	80.77%	35	
1427	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.162479663	25.83752034	80.74%	35	
1428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.172201885	25.82779811	80.71%	35	
1429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.181924107	25.81807589	80.68%	35	
1430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.19164633	25.80835367	80.65%	35	
1431	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.201368552	25.79863145	80.62%	35	
1432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.211090774	25.78890923	80.59%	35	
1433	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.220812996	25.779187	80.56%	35	
1434	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.230535219	25.76946478	80.53%	35	
1435	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.240257441	25.75974256	80.50%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.249979663	25.75002034	80.47%	35	
1437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.259701885	25.74029811	80.44%	35	
1438	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.269424107	25.73057589	80.41%	35	
1439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.27914633	25.72085367	80.38%	35	
1440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.288868552	25.71113145	80.35%	35	
1441	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.298590774	25.70140923	80.32%	35	
1442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.308312996	25.691687	80.29%	35	
1443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.318035219	25.68196478	80.26%	35	
1444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	6.327757441	25.67224256	80.23%	35	
1445	9.7120521	26.65057704	1.311918588	27.3182364	0.014909692	0	0	168.3506231	0	62.3182364	6.345068062	25.65493194	80.17%	35	
1446	25.50869419	26.65374344	3.445343364	44.70818742	0.0399057	0	0	168.3706252	0	79.70818742	6.367209225	25.63279077	80.10%	35	
1447	41.39065931	26.65978647	5.589180938	62.20470722	0.077197749	0	0	168.4087987	0	97.20470722	6.394210533	25.60578947	80.02%	35	
1448	57.31077287	26.66871368	7.736360264	79.75596835	0.126817561	0	0	168.4651915	0	114.7559683	6.426087191	25.57391281	79.92%	35	
1449	73.26202854	26.68052837	9.885235098	97.35432483	0.188824255	0	0	168.5398245	0	132.3543248	6.462852281	25.53714772	79.80%	35	
1450	89.24497158	26.69523234	12.03517865	115.0004482	0.263293612	0	0	168.6327089	0	150.0004482	6.504519072	25.49548093	79.67%	35	
1451	105.2620248	26.71282675	14.18581745	132.6970862	0.350314148	0	0	168.743852	0	167.6970862	6.551101596	25.4488984	79.53%	35	
1452	111.2929644	24.57484581	16.30344769	138.9081598	0.383780075	0	0	155.2383124	0	173.9081598	6.599409418	25.40059058	79.38%	35	
1453	111.8876048	22.0593104	18.25967864	139.0782123	0.384717709	0	0	139.3477764	0	174.0782123	6.647764477	25.35223552	79.23%	35	
1454	-73.34224265	-13.2077022	19.99077185	-52.71546067	0.038652765	0	0	-78.50166135	0	-17.71546067	6.642843516	25.35715648	79.24%	35	
1455	-63.31908085	-11.39743455	20	-43.71101204	0.026569958	0	0	-67.74210488	0	-8.711012038	6.64042379	25.35957621	79.25%	35	
1456	-52.86370767	-9.51546738	20	-34.29830816	0.016354112	0	0	-56.55639313	0	0.701691838	6.640618705	25.3593813	79.25%	35	
1457	-42.24040392	-7.603272706	20	-24.71384883	0.008489437	0	0	-45.19102037	0	10.28615117	6.643475969	25.35652403	79.24%	35	
1458	-32.27038773	-5.808669792	20	-15.69986423	0.003424953	0	0	-34.52456923	0	19.30013577	6.648837118	25.35116288	79.22%	35	
1459	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.654449557	25.34555044	79.20%	35	
1460	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.660061996	25.339938	79.19%	35	
1461	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.665674435	25.33432556	79.17%	35	
1462	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.671286874	25.32871313	79.15%	35	
1463	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.676899314	25.32310069	79.13%	35	
1464	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.682511753	25.31748825	79.12%	35	
1465	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.688124192	25.31187581	79.10%	35	
1466	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.693736631	25.30626337	79.08%	35	
1467	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.69934907	25.30065093	79.06%	35	
1468	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.704961509	25.29503849	79.05%	35	
1469	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.710573949	25.28942605	79.03%	35	
1470	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.716186388	25.28381361	79.01%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1471	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.721798827	25.27820117	78.99%	35	
1472	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.727411266	25.27258873	78.98%	35	
1473	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.733023705	25.26697629	78.96%	35	
1474	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.738636145	25.26136386	78.94%	35	
1475	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.744248584	25.25575142	78.92%	35	
1476	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.749861023	25.25013898	78.91%	35	
1477	-31.27091667	-5.628765	20	-14.79521892	0.003041507	0	0	-33.45528217	0	20.20478108	6.755473462	25.24452654	78.89%	35	
1478	-32.96648689	-5.933967641	20	-16.32981154	0.003705347	0	0	-35.26929296	0	18.67018846	6.760659626	25.23934037	78.87%	35	
1479	-35.36568589	-6.365823461	20	-18.50032121	0.004756093	0	0	-37.83608307	0	16.49967879	6.76524287	25.23475713	78.86%	35	
1480	-38.05444339	-6.849799811	20	-20.93152341	0.006088694	0	0	-40.71265819	0	14.06847659	6.76915078	25.23084922	78.85%	35	
1481	-40.45364239	-7.281655631	20	-23.09977589	0.007415912	0	0	-43.2794483	0	11.90022411	6.772456398	25.2275436	78.84%	35	
1482	-43.10942954	-7.759697317	20	-25.49867844	0.009036729	0	0	-46.12074998	0	9.501321556	6.775095654	25.22490435	78.83%	35	
1483	-45.54159889	-8.197487801	20	-27.69445122	0.010660784	0	0	-48.72281352	0	7.305548782	6.777124973	25.22287503	78.82%	35	
1484	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.779102334	25.22089767	78.82%	35	
1485	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.781079695	25.21892031	78.81%	35	
1486	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.783057055	25.21694294	78.80%	35	
1487	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.785034416	25.21496558	78.80%	35	
1488	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.787011777	25.21298822	78.79%	35	
1489	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.788989138	25.21101086	78.78%	35	
1490	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.790966499	25.2090335	78.78%	35	
1491	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.79294386	25.20705614	78.77%	35	
1492	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.794921221	25.20507878	78.77%	35	
1493	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.796898582	25.20310142	78.76%	35	
1494	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.798875942	25.20112406	78.75%	35	
1495	-45.74884167	-8.2347915	20	-27.88150085	0.010805288	0	0	-48.94453281	0	7.118499152	6.800853303	25.1991467	78.75%	35	
1496	-257.7917949	-51.45810779	18.03506802	-140.1182512	0.273748801	74.34818943	0	-305.847822	0	-105.1182512	6.771653789	25.22834621	78.84%	35	
1497	-225.4224705	-51.09166434	15.88362628	-140.1182512	0.273748801	44.92136651	0	-303.6698187	0	-105.1182512	6.742454275	25.25754573	78.93%	35	
1498	-193.0255112	-50.60184168	13.73253558	-140.1182512	0.273748801	15.50005807	0	-300.7584953	0	-105.1182512	6.713254761	25.28674524	79.02%	35	
1499	-161.4873676	-50.19441807	11.58205529	-127.0087705	0.224839405	0	0	-298.3369211	0	-92.00877045	6.687696769	25.31230323	79.10%	35	
1500	-130.6374206	-49.86017654	9.432259368	-99.04829376	0.136636275	0	0	-296.350314	0	-64.04829376	6.669905576	25.33009442	79.16%	35	
1501	-100.3458624	-49.59697999	7.283611014	-71.55706319	0.071260976	0	0	-294.7859717	0	-36.55706319	6.659750836	25.34024916	79.19%	35	
1502	-70.44990978	-49.37177185	5.136936948	-44.39609912	0.027411576	0	0	-293.4474184	0	-9.396099117	6.657140809	25.34285919	79.20%	35	
1503	-40.95579309	-49.23911747	2.994368351	1.929318158	7.9445E-05	0	0	-97.00519116	0	36.92931816	6.667398953	25.33260105	79.16%	35	
1504	-11.85263884	-49.2240854	0.86684191	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	6.68089998	25.31910002	79.12%	35	
1505	5.373982385	34.85835903	0.554963642	24.6424517	0.012133539	0	0	220.1988518	0	59.6424517	6.697467328	25.30253267	79.07%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1506	27.62723075	37.25574525	2.66960248	49.84317841	0.049589263	0	0	235.3430441	0	84.84317841	6.721034878	25.27896512	79.00%	35	
1507	50.00466941	37.41642844	4.811170242	74.54192306	0.110802244	0	0	236.3580733	0	109.5419231	6.75146319	25.24853681	78.90%	35	
1508	72.62702633	37.57999384	6.957353184	99.53566526	0.197364997	0	0	237.3913094	0	134.5356653	6.788834208	25.21116579	78.78%	35	
1509	95.86862153	37.90213046	9.105742254	125.2865117	0.312373845	0	0	239.4262335	0	160.2865117	6.833358239	25.16664176	78.65%	35	
1510	108.0562742	34.70232193	11.20976488	137.8012564	0.377704654	0	0	219.2131717	0	172.8012564	6.881358588	25.11864141	78.50%	35	
1511	109.6659251	30.22534066	13.06182496	138.3885336	0.380922017	0	0	190.9322611	0	173.3885336	6.929522069	25.07047793	78.35%	35	
1512	110.6243404	27.07273888	14.71028447	138.7031472	0.382651193	0	0	171.0174025	0	173.7031472	6.977772943	25.02222706	78.19%	35	
1513	111.2617609	24.69330566	16.22070263	138.8978713	0.383723384	0	0	155.9866185	0	173.8978713	7.026077908	24.97392209	78.04%	35	
1514	111.7152382	22.81850176	17.62496794	139.0293553	0.384448205	0	0	144.1435577	0	174.0293553	7.074419395	24.9255806	77.89%	35	
1515	112.0536834	21.29392533	18.94407477	139.123693	0.384968672	0	0	134.5128697	0	174.123693	7.122787088	24.87721291	77.74%	35	
1516	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.130197433	24.86980257	77.72%	35	
1517	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.137607779	24.86239222	77.69%	35	
1518	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.145018124	24.85498188	77.67%	35	
1519	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.152428469	24.84757153	77.65%	35	
1520	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.159838815	24.84016119	77.63%	35	
1521	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.16724916	24.83275084	77.60%	35	
1522	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.174659505	24.82534049	77.58%	35	
1523	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.182069851	24.81793015	77.56%	35	
1524	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.189480196	24.8105198	77.53%	35	
1525	-24.12596667	-4.342674	20	-8.322756754	0.000962282	0	0	-25.8112364	0	26.67724325	7.196890541	24.80310946	77.51%	35	
1526	-23.77387919	-4.279298254	20	-8.003563101	0.000889885	0	0	-25.43455457	0	26.9964369	7.204389552	24.79561045	77.49%	35	
1527	-22.03178518	-3.965721332	20	-6.423885973	0.000573256	0	0	-23.57077017	0	28.57611403	7.212327361	24.78767264	77.46%	35	
1528	-20.18195427	-3.632751768	20	-4.745899391	0.000312868	0	0	-21.59172313	0	30.25410061	7.220731278	24.77926872	77.44%	35	
1529	-18.40367973	-3.312662351	20	-3.132222048	0.000136299	0	0	-19.68923089	0	31.86777795	7.229583438	24.77041656	77.41%	35	
1530	-16.65305564	-2.997550016	20	-1.543062007	3.30714E-05	0	0	-17.81632056	0	33.45693799	7.238877032	24.76112297	77.38%	35	
1531	-14.75620962	-2.656117731	20	0.179477459	6.61378E-07	0	0	-15.78697426	0	35.17947746	7.248649109	24.75135089	77.35%	35	
1532	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.258675843	24.74132416	77.32%	35	
1533	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.268702576	24.73129742	77.29%	35	
1534	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.278729309	24.72127069	77.25%	35	
1535	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.288756042	24.71124396	77.22%	35	
1536	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.298782776	24.70121722	77.19%	35	
1537	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.308809509	24.69119049	77.16%	35	
1538	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.318836242	24.68116376	77.13%	35	
1539	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.328862975	24.67113702	77.10%	35	
1540	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.338889709	24.66111029	77.07%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1541	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.348916442	24.65108356	77.03%	35	
1542	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.358943175	24.64105682	77.00%	35	
1543	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.368969908	24.63103009	76.97%	35	
1544	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.378996642	24.62100336	76.94%	35	
1545	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.389023375	24.61097663	76.91%	35	
1546	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.399050108	24.60094989	76.88%	35	
1547	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.409076842	24.59092316	76.85%	35	
1548	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.419103575	24.58089643	76.82%	35	
1549	-13.74698667	-2.4744576	20	1.096239739	2.40338E-05	0	0	-14.70725412	0	36.09623974	7.429130308	24.57086969	76.78%	35	
1550	-13.37020494	-2.40663689	20	1.438555435	4.16954E-05	0	0	-14.30415308	0	36.43855543	7.439252129	24.56074787	76.75%	35	
1551	-7.763279067	-1.397390232	20	6.535851825	0.000854124	0	0	-8.305566943	0	41.53585183	7.450789866	24.54921013	76.72%	35	
1552	-1.779571467	-0.320322864	20	11.98249491	0.002870228	0	0	-1.903879768	0	46.98249491	7.463840559	24.53615944	76.68%	35	
1553	3.821081971	0.687794755	20	17.81226174	0.006341336	0	0	4.344771798	0	52.81226174	7.478510631	24.52148937	76.63%	35	
1554	9.527444129	1.714939943	20	24.10591298	0.011610709	0	0	10.83320664	0	59.10591298	7.494928941	24.50507106	76.58%	35	
1555	15.50355871	2.790640568	20	30.70817454	0.018837274	0	0	17.62836421	0	65.70817454	7.513181211	24.48681879	76.52%	35	
1556	-213.9914501	-39.69805476	19.40571745	-140.1182512	0.273748801	37.02585209	0	-235.950448	0	-105.1182512	7.483981697	24.5160183	76.61%	35	
1557	-190.3826683	-39.7226654	17.25406913	-140.1182512	0.273748801	15.49868231	0	-236.0967245	0	-105.1182512	7.454782183	24.54521782	76.70%	35	
1558	-166.7359034	-39.74438403	15.10274395	-134.0789891	0.250617748	0	0	-236.2258119	0	-99.07898911	7.427260241	24.57273976	76.79%	35	
1559	-143.0575915	-39.76321094	12.95185474	-112.5639664	0.176534062	0	0	-236.3377121	0	-77.56396643	7.405714695	24.5942853	76.86%	35	
1560	-119.3550005	-39.77914682	10.80158932	-91.01465193	0.115343877	0	0	-236.432429	0	-56.01465193	7.39015507	24.60984493	76.91%	35	
1561	-95.63556332	-39.79219286	8.652150313	-69.43777816	0.067097785	0	0	-236.5099698	0	-34.43777816	7.38058902	24.61941098	76.94%	35	
1562	-71.91133515	-39.80235056	6.504158868	-47.84430034	0.031836731	0	0	-236.5703434	0	-12.84430034	7.377021159	24.62297884	76.95%	35	
1563	-48.19768281	-39.80962237	4.358535717	-18.38990519	0.00470557	0	0	-186.0205085	0	16.61009481	7.381635074	24.61836493	76.93%	35	
1564	-24.53961063	-39.81401338	2.21888204	11.99258349	0.002875963	0	0	-17.2653888	0	46.99258349	7.39468857	24.60531143	76.89%	35	
1565	-0.074845742	-4.398384791	0.058132379	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	7.408189597	24.5918104	76.85%	35	
1566	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.417911819	24.58208818	76.82%	35	
1567	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.427634042	24.57236596	76.79%	35	
1568	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.437356264	24.56264374	76.76%	35	
1569	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.447078486	24.55292151	76.73%	35	
1570	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.456800708	24.54319929	76.70%	35	
1571	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.46652293	24.53347707	76.67%	35	
1572	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.476245153	24.52375485	76.64%	35	
1573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.485967375	24.51403263	76.61%	35	
1574	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.495689597	24.5043104	76.58%	35	
1575	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.505411819	24.49458818	76.55%	35	

Çizelge A.1 (devam) : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü

Time	Wheel Power	Traction Effort	Speed	Grid Power	Trafo Losses	Braking R	SuCap Power	Motor Torque	Charging Power	Battery Power	ESS Energy	ESS Capacity	ESS Capacity	Aux Power	Station
[s]	[kW]	[kN]	[km/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	Nm	[kW]	[kW]	[kWh]	32	100.00%	35	
1576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.515134042	24.48486596	76.52%	35	
1577	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.524856264	24.47514374	76.48%	35	
1578	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.534578486	24.46542151	76.45%	35	
1579	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.544300708	24.45569929	76.42%	35	
1580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.55402293	24.44597707	76.39%	35	
1581	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.563745153	24.43625485	76.36%	35	
1582	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.573467375	24.42653263	76.33%	35	
1583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.583189597	24.4168104	76.30%	35	
1584	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.592911819	24.40708818	76.27%	35	
1585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	7.602634042	24.39736596	76.24%	35	
1586	19.29212022	46.58514388	1.490853661	43.85797382	0.038405158	0	0	294.2764799	0	78.85797382	7.624539034	24.37546097	76.17%	35	
1587	46.92489883	46.5885526	3.625990167	74.28279402	0.110035784	0	0	294.2980127	0	109.282794	7.654895366	24.34510463	76.08%	35	
1588	74.68299003	46.59483861	5.770140383	104.8834686	0.219097312	0	0	294.3377211	0	139.8834686	7.693751885	24.30624812	75.96%	35	
1589	101.9779792	46.36851276	7.917566295	134.9225206	0.362130072	0	0	292.9080299	0	169.9225206	7.740952585	24.25904741	75.81%	35	
1590	106.2809681	38.80383629	9.860201452	137.068179	0.373707577	0	0	245.1222729	0	172.068179	7.788749302	24.2112507	75.66%	35	
1591	108.3589334	33.92324491	11.49927861	137.9170976	0.378338207	0	0	214.2917735	0	172.9170976	7.836781829	24.16321817	75.51%	35	
1592	109.5762208	30.49945881	12.93381967	138.3578368	0.38075351	0	0	192.6638544	0	173.3578368	7.884936783	24.11506322	75.36%	35	
1593	110.3734295	27.94245097	14.22011104	138.6234103	0.382212575	0	0	176.5113388	0	173.6234103	7.933165508	24.06683449	75.21%	35	
1594	110.9354726	25.9448603	15.39295841	138.7997522	0.383182933	0	0	163.8926388	0	173.7997522	7.981443217	24.01855678	75.06%	35	
1595	111.3647244	24.28307675	16.50999507	138.9283568	0.383891378	0	0	153.395219	0	173.9283568	8.02975665	23.97024335	74.91%	35	
1596	111.7337096	22.73887895	17.68960521	139.0346954	0.384477658	0	0	143.6405836	0	174.0346954	8.078099621	23.92190038	74.76%	35	
1597	-230.0969658	-48.25695577	17.16542677	-140.1182512	0.273748801	49.86851462	0	-286.821367	0	-105.1182512	8.048900107	23.95109989	74.85%	35	
1598	-213.0195297	-51.07635528	15.01419406	-140.1182512	0.273748801	33.61492924	0	-303.5788273	0	-105.1182512	8.019700592	23.98029941	74.94%	35	
1599	-191.7570091	-53.66627278	12.8633214	-140.1182512	0.273748801	13.56547093	0	-318.9723321	0	-105.1182512	7.990501078	24.00949892	75.03%	35	
1600	-166.239757	-55.8633641	10.71304301	-129.8657899	0.235086827	0	0	-332.0310244	0	-94.86578992	7.96414947	24.03585053	75.11%	35	
1601	-137.3911292	-57.75706088	8.563631675	-103.1181194	0.14811182	0	0	-343.2864525	0	-68.11811936	7.94522777	24.05477223	75.17%	35	
1602	-105.337688	-59.10760986	6.415682894	-73.57105707	0.075334112	0	0	-351.3136125	0	-38.57105707	7.934513587	24.06548641	75.20%	35	
1603	-71.11696449	-59.95410647	4.270284223	-30.1909497	0.012682093	0	0	-269.6680422	0	4.809050303	7.935849435	24.06415057	75.20%	35	
1604	-35.95070824	-60.73467497	2.131000689	12.18966758	0.002972032	0	0	-15.75695205	0	47.18966758	7.948957676	24.05104232	75.16%	35	
1605	-2.596164758	-41.43965997	0.225393963	13.6036992	0.0036992	0	0	0	0	48.6036992	7.962458703	24.0375413	75.12%	35	

Çizelge A.2 : TRAC Tool Kocaeli H3 Hattı Kısmen Katener Çözümü-2.

Max Charging Power (kW)	Max Energy Used (kWh)	
240	11.0	
Charging Voltage	750	V
Charging Current	800	A
Max Traction Power	139.1830381	kW
Min Traction Power	-140.1182512	kW
Max Battery Power	174.1830381	kW
Min Battery Power	-105.1182512	kW
Max ESS Capacity	1	
Min ESS Capacity	0.655124154	
Losses Battery Chopper	1	
Losses Battery	1	
Battery Energy BoL	91.5	

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Enes Malik AYSEL

Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Raylı Sistemler Mühendisliği Programı

Mesleki Deneyim ve Ödüller: 7 Yıl - Raylı Sistem Sektörü