

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kentsel Elek. Ulaş. Sist. Inc.
Yeni Mod. Sist. Araş.

Yüksek Lisans Tezi

Necmi C. Özdemir

1990

152

124

EIK

250007

**YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTSEL ELEKTRİKLİ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ
YENİ MODERN SİSTEMLERİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Müh. Necmi C. ÖZDEMİR

İSTANBUL 1990

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Kot : R 152
124

Alındığı Yer : FEN BİL. ENS.

Tarih : 16.04.1992

Fatura : - - - - -

Fiyatı : 25.000.TL.

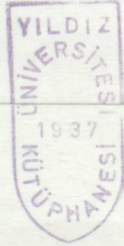
Ayniyat No : 1/2

Kayıt No : 48335

UDC : 621.3 378.242

Ek :

4



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
D.B. No 46113

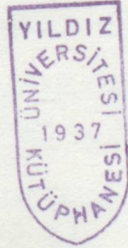
YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KENTSEL ELEKTRİKLİ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ, YENİ MODERN
SİSTEMLERİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK MÜH. NECMİ C. ÖZDEMİR

TEZİ YÖNETEN : PROF.DR. ING. ATIF URAL



İZMİR - 1990

GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM : ELEKTRİKLİ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN TANITILMASI VE SINIFLANDIRILMASI	2
İKİNCİ BÖLÜM : ELEKTRİKLİ DEMİRYOLLARININ KARAKTERİSTİK BÜYÜKLÜKLERİNİN BELİRTİLMESİ VE BU BÜYÜKLÜKLERİN SİSTEM SEÇİMİNE ETKİSİ	10
I. : MİKTAR-FİYAT KARAKTERİSTİĞİ	10
II. : ENERJİNİN SÜREKLİ EN OKONOMİK ŞEKİLDE ELDE EDİLMESİ KARAKTERİSTİĞİ	10
III. : ENERJİNİN YABANCI KAYNAKLARA BAĞLI OLMAMA KARAKTERİSTİĞİ	11
IV. : TOPLAM GİDERLERİN BÜYÜKLÜK DERECESESİ KARAKTERİSTİĞİ	11
V. : EN MODERN KUVVET KAYNAKLARINDAN YARARLANABİLME KARAKTERİSTİĞİ	12
VI. : ÖMÜR UZUNLUĞU KARAKTERİSTİĞİ	12
VII. : KAYIPLARIN DAHA AZALMASI ÖZELLİĞİ	13
VIII. : DAHA UZUN SÜRE ÇALIŞABİLME ÖZELLİĞİ	13
IX. : ZOR DOĞA KOŞULLARINDA BİLE GÜVENCELİ BİR İŞLETME GÖSTEREBİLME ÖZELLİĞİ	14
X. : EN TEMİZ, EN ELEGEN CER SİSTEMİ OLMA ÖZELLİĞİ.....	14
XI. : LOKOMOTİVLERDE BÜYÜK ENERJİ DEPOSUNUN OLMA ÖZELLİĞİ	14
XII. : AŞIRI YÜKLENEBİLME ÖZELLİĞİ	15
XIII. : HIZIN ARTTIRILMASINI KOLAYLAŞTIRMA ÖZELLİĞİ	16
XIV. : LOKOMOTİVLERİN KENDİ GÜÇ KAYNAKLARINDAN BAĞIMSIZ OLMA ÖZELLİĞİ	17
XV. : TRAFİĞİN ARTIŞINI EN ÇABUK KARŞILAYABİLME ÖZELLİĞİ	17

XVI.	: YOLLARI KATETMEDE BİR İTME VEYA ÇEKME LOKOMOTİVİNE GENELLİKLE GEREK DUYULMAMASI ÖZELLİĞİ	18
XVII.	: ELEKTRİK ENERJİSİNİN İYİ BİR ŞEKİLDE DAĞITILMASI ÖZELLİĞİ	18
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	: BUGÜNÜN YAKIN MESAFE ULAŞIM SİSTEMLERİ	19
I.	: KONVANSİYONEL SİSTEMLER	19
I.1.	GİRİŞ	19
I.2.	KONVANSİYONEL SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI.....	20
I.2.1.	KENT TAŞIT SİSTEMİ	20
I.2.2.	HIZLI KENT TAŞIT SİSTEMİ	22
I.2.3.	YERALTI TAŞIT SİSTEMİ (METRO)	23
I.3.	SONUÇ	25
II.	: KONVANSİYONEL OLMAYAN SİSTEMLER	28
II.1.	GİRİŞ	28
II.2.	KONVANSİYONEL OLMAYAN SİSTEMLERDEN İSTENEN ÖZELLİKLER	29
II.2.1.	YOLCULUK EDENLERİN İSTEDİĞİ ÖZELLİKLER .	29
II.2.2.	İŞLETENLERİN İSTEDİĞİ ÖZELLİKLER	29
II.2.3.	DIŞARIDA KALANLARIN İSTEDİĞİ ÖZELLİKLER	30
II.3.	YÜKSEK YOLLU TAŞIT DÜZENİ (H.Bahn)	30
II.3.1.	ÖZELLİKLER	30
II.3.2.	KUMANDA SİSTEMİ	32
II.4.	ELEKTRİKLİ OTOMOBİL DÜZENİ	34
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	: KENTLERDE ETÜDÜ ÖNGÖRÜLEN YAKIN MESAFE ULAŞIM SİSTEMLERİ	35
I.	: OTOBÜS	35
I.1.	GİRİŞ	35
I.2.	OTOBÜSÜN YAKIN MESAFE ULAŞIM ARACI OLARAK ROLÜ	35
I.3.	OTOBÜS İŞLETMESİNİN DÜZELTME OLANAKLARI	36
I.4.	OTOBÜS ULAŞIM SİSTEMİNDEKİ DÜZENLEMELER	38

III

I.4.1. ARAÇ BÜYÜKLÜĞÜ	38
I.4.2. TAŞIT TAHRİK SİSTEMLERİ	38
I.4.3. ELEKTRİKLİ TAHRİK SİSTEMLERİ	39
I.4.4. DURAK/YOL	40
I.4.5. İŞLETME	40
II. : TROLEYBÜS	41
II.1. TROLEYBÜSÜN TOPLU TAŞIMACILIKTAKİ YERİ VE ÖNEMİ	41
II.2. TROLEYBÜSÜN, OTOBÜS VE TRAMVAYLA KARŞILAŞTIRILMASI, ÜSTÜNLÜKLERİ VE SAKINICALARI.	41
II.2.1. ÜSTÜNLÜKLERİ	42
II.2.2. SAKINICALARI	43
II.2.3. SONUÇ	43
II.2.4. KARAKTERİSTİK VERİLER	44
II.2.5. ÇALIŞMA DEVRE ŞEMASI, KARAKTERİSTİK EĞRİLER	46
III. : ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLER VE MİNİBÜSLER	48
III.1. GİRİŞ	48
III.2. ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLERİN YAPISI	49
III.3. ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLERDE KULLANILAN TAHRİK MOTORLARI	63
III.3.1. DOĞRU AKIM TAHRİK MOTORLARINDA İYİLEŞME	65
III.3.2. ELEKTRONİK DEĞİŞTİRMELİ MOTORLAR	68
III.3.3. SABİT MIKNATISLI DOĞRU AKIM MOTORLARI	70
III.4. KONTROL SİSTEMLERİ	74
III.5. ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLER İÇİN EVİRİCİ-BATARYA ŞARJ EDİCİ	75
III.6. ENERJİ KAYNAKLARI (BATARYALAR)	81
III.6.1. KURŞUN-ASİT BATARYALARI	82
III.6.2. ÇİNKO-BROMİN BATARYALAR	84
III.6.3. YAKIT PİLLERİ	87
III.7. BATARYA ŞARJININ ZAMANLAMASI VE ELEKTRİK ŞEBEKESİNE ETKİSİ	91

III.8. ELEKTRİKLİ ARAÇLARLA İLGİLİ DENEMELER VE SONUÇLARI	92
III.9. AKÜLÜ TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİ	96
(ELEKTRİKLİ MİNİBÜS VE ELEKTRİKLİ OTOBÜS)	
III.9.1. GENEL BİLGİ	96
III.9.2. KURŞUN AKÜLÜ TAŞIT UYGULAMASI	100
III.9.2.1. MAN-STANDART-ELEKTROBUS SL-E TAŞITI .	100
III.9.2.2. MERCEDES-BENZ O 305 ÇİFTLİ OTOBÜSÜ ..	104
III.9.2.3. OE - 305 MERCEDES-BENZ. HYBRIDBUS TİPİ TAŞIT	105
III.9.3. ELEKTRİK MÖTORU	107
IV. : ÜYET (ÜST YOLLU YAKIN MESAFE ELEKTRİKLİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMİ)	110
IV.1. GİRİŞ VE TANITIM	110
IV.1.1. ÜYET SİSTEMİNİN YOLU	110
IV.1.2. DESTEK KOLONLARI	112
IV.1.3. İSTASYONLAR	112
IV.1.4. YOLCU KABİNLERİ	112
IV.2. DİĞER KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ ?	113
GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR	115
FAYDALANILAN KAYNAKLAR	117
ÖZGEÇMİŞ	120

ABSTRACT

Ö Z E T

Elektrikli raylı sistemler dışa bağımlı olmayan elektrik enerjisini kullanarak yüksek kapasiteli, az bakım gideri olan, süratli, konforlu az yer işgal eden ve havayı kirletmeyen bir ulaşım türünü oluşturmaktadır. 2000 yılına 10 yıl kaldığı halde, ülkemizde toplu taşımacılığa halen gereken önem verilmemiştir. Dileğimiz, yaşadığımız enerji çağında hızla artan nüfusa karşılık, doğan ulaşım sorunlarına gerçek çözüm bulunmasıdır.

ABSTRACT

Electrical railway systems which don't depend foreign aid have a high capacity, need a little maintenance expences, fast and have confort occupie a little space don't pollute the air, is a new transportation.

It hasn't been importance to the publich transportation although there are only ten years to reach 2000 th. Our government hasn't given an importance to the public transportation yet. We wish, we can find a real solution for transportation problems which appeared in our crowded cities where the new kinds of energies have begun to use.

G İ R İ Ő

Halen dünyadaki hızlı ulaşım ihtiyacını, özellikle ÷lkelerarası taşımacılıkta yaygın olan havayolu şebekesi sağlamaktadır. Ancak bunun yanında, daha çok ÷lke sınırları içindeki yoğun trafiğe çözüm getirecek demiryolu ulaşımı yaygınlaşmakta, günün hızlı ve yorucu yaşam koşullarına uygun yüksek hızlı trenler yapılmaktadır. Örneğin, 22 yıl kadar önce Japon Shinkansen trenleri 209 km/ saat hızla Tokyo ile Shin Osaka arasını üç saat on dakikada almaktaydı. Halen çalışmakta olan Fransız TGV trenleri 381 km/saat hızla Paris-Lyon arasında ulaşım yapmaktadır. Bu hattın taşıma kapasitesi 1985'de yirmiiki milyon yolcu olarak belirlenmiştir. İngiltere ise HST yüksek hızlı trenleriyle 201 km/saat hızın üzerine çıkabilmektedir. Bu konuda ABD biraz geç kalmakla beraber, 1989'da bitmesi planlanan bir yüksek hızlı demiryolu hattı yapımını sürdürmektedir. Bu hat Los Angeles-San Diego arasındadır ve hızı saatte 257 km. olacaktır. ABD'nin bu konuda geç uygulamaya geçmesinin nedeni, ÷lkede gelişmiş otoban yollar sistemi sayesinde ağırlığı karayolu taşımacılığına vermesidir.

Bizde ise ilk elektrikli tren uygulamaları 1955'li yıllarda başlamıştır. 25 kV, 50 Hz. frekanslı elektrifikasyonun dünyada ilk banliyö uygulaması olan Sirkeci-Halkalı hattı 1955' de, Haydarpaşa-Gebze hattı 1969'da, Kayaş-Ankara-Sincan hattı 1972'de, Gebze-Arifiye-Adapazarı hattı 1977'de işletmeye açılmıştır. Böylece hepsi çift hatlı olmak üzere toplam 200 km. lik kesim elektrikle işletilmektedir.

÷lkemizde acil olarak çözüm getirilmesi gereken taşımacılık yakın mesafe taşımacılığıdır. Hızlı yüksek kapasiteli elektrikli taşıma sistemlerine olan gereksinim özellikle İstanbul, Ankara, İzmir gibi büyük illerimizde had düzeye erişmiştir. Bu nedenle, birçok kentimizde ekonomik koşullar elverdiğince elektrikli ulaşım sistemleri kurulması yolları denenmekte ve bazıları uygulamaya konulmuştur.

ELEKTRİKLİ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN TANITILMASI VE SINIFLANDIRILMASI

Ulaşım Sistemi : Belirli bir yükü belirli bir yerden belirli bir yere belirli bir zamanda istenen koşullar altında taşıyan sisteme ulaşım sistemi denir.

Elektrikli ulaşım sistemi ise elektrik enerjisi ile beslenen ve elektrik motorları ile tahrik edilen sistemdir. Bu sistemde elektrik enerjisi motorlar tarafından mekanik enerjiye dönüştürülür.

Ulaşım Sistemleri genel olarak üç grupta toplanır:

1. Hava Yolu İle Ulaşım
2. Deniz Yolu İle Ulaşım
3. Kara Yolu İle Ulaşım

Elektrikli ulaşım sistemlerinin halen bugünkü teknoloji ile mümkün olan uygulama alanı KARA YOLU ulaşımıdır.

Kara yolu ulaşım böylelikle iki grupta toplanır:

1. Dizel ve Buharlı Sistemler (Elektrikli Olmayan Sistemler)
2. Elektrikli Sistemler

Konumuz olan ve insanların günlük yaşamlarını yakından ilgilendiren yakın mesafe elektrikli ulaşım sistemlerinin diğer ulaşım sistemlerine göre üstünlüklerini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

Bu nedenleri sıralamadan önce ön bilgi olarak şunları verirsek konu dahada açıklık kazanır.

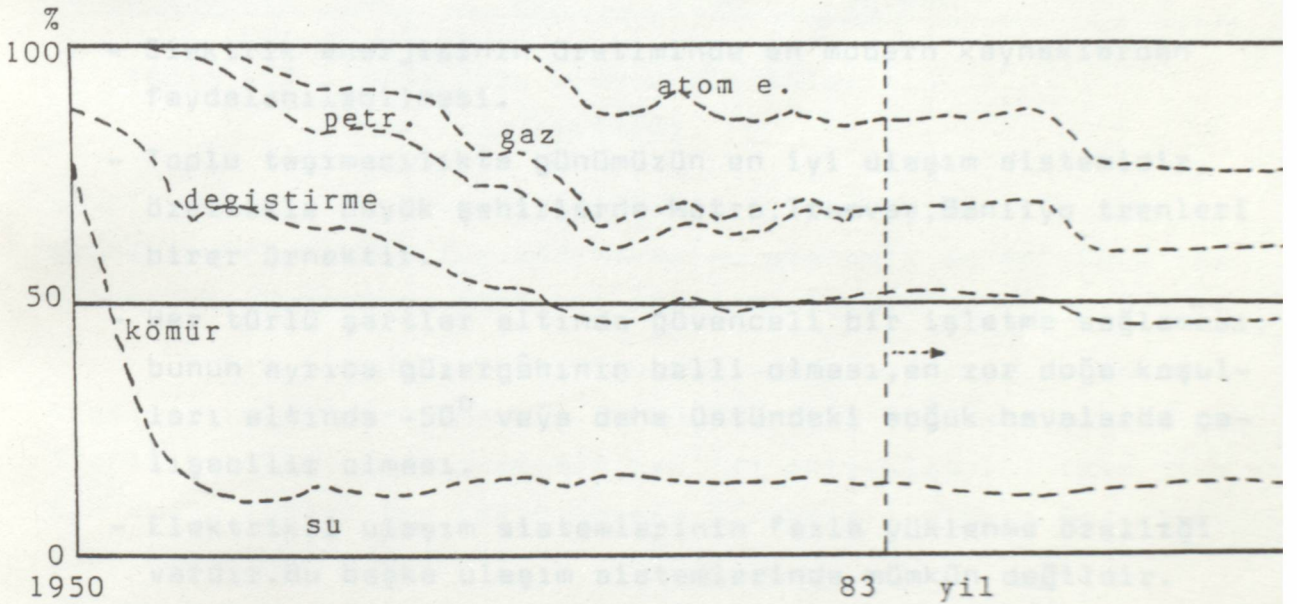
Öncelikle trafiğin yoğun olduğu, nüfusların kalabalık olduğu büyük şehir merkezlerine sahip olan Batı Avrupa ülkelerine, Amerika'ya ve Sovyetler Birliği'ne baktığımızda, ki, bu ülkeler Teknolojinin gelişmiş olduğu yakın mesafe ulaşımın en hızlı ve en ekonomik şekilde yapılmaya çalışıldığı ülkelerdir. Bu ülkeler

artık elektrikli ulaşım sistemini kullanmakta ve geliştirmektedirler. Eğer bir oranlama yapılacak olursa Sovyetler Birliği'nde % 90 ve Fransa'da % 60, F. Almanya'da % 80 in üzerinde bir oranla Elektrikli Ulaşım Sistemleri kullanılmaktadır.

Ayrıca şunu belirtmek gerekir ki, bu ülkeler elektrikli elektrikli ulaşım sistemi için gerekli olan enerjiyi, çok büyük sermaye gerektiren kömürle çalışan termik santrallerin de veya nükleer enerji santrallerinde üretmektedirler.

Bu sistemler, pahalılıkları yanında havayı ve çevreyi kirlettikleride kaçınılmaz bir gerçektir. Bütün bunlara rağmen bu ülkeler ekonomik olan elektrikli ulaşım sistemlerini tercih etmişlerdir.

Tablo 1.1 Burada F. Almanya'daki Elektrikli Ulaşım Sistemlerinin enerji kaynakları tablosu görülmüyor.

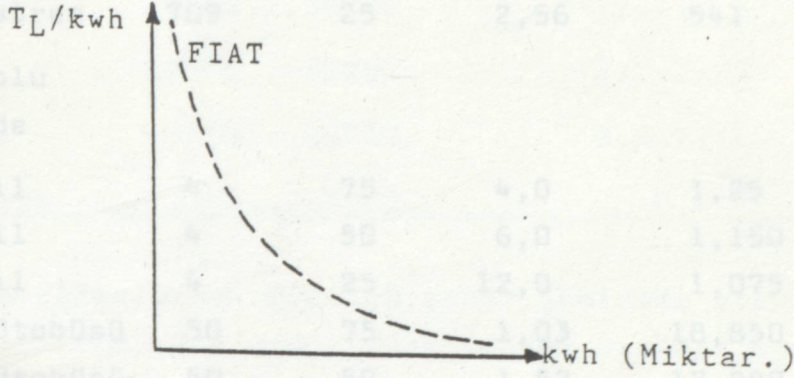


ELEKTRİKLİ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN ÜSTÜNLÜKLERİ

- Elektrikli ulaşım sistemlerinin çevreye en az zarar veren bir sistem olması, son zamanlardaki çevre kirliliği ile daha da önem kazanmıştır.

- Elektrik enerjisinin büyük santrallarda ekonomik bir şekilde üretilmesi, bunu şu şekilde açıklayabilir ne kadar çok kullanılırsa o kadar ucuza maloluyor.

Yol Türü	Yol Geni. (m)	Yol Geni. (ft)	Yol Geni. (m)	Yol Geni. (ft)	Yol Geni. (m)
Ray Üzerinde	769	25	0,9	570	26,9
Ekspres	769	50	1,32	956	27,4
Yol Üzerinde	769	25	2,56	941	28,2
Stambül	4	75	4,0	1,25	1138,1
Stambül	4	50	6,0	1,150	1212,3
Stambül	4	25	12,0	1,075	1297,1
Yolcu Otobüs	50	25	1,32	1,850	242,3
Yolcu Otobüs	50	50	1,32	1,850	255,4
Yolcu Otobüs	50	25	3,92	16,980	269,9



- Elektrik enerjisinin üretiminde en modern kaynaklardan faydalanılabilmesi.
- Toplu taşımacılıkta günümüzün en iyi ulaşım sistemidir, özellikle büyük şehirlerde Metro, Tramvay, Banliyö trenleri birer örnektir.
- Her türlü şartlar altında güvenceli bir işletme sağlaması, bunun ayrıca güzergâhının belli olması, en zor doğa koşulları altında -50° veya daha üstündeki soğuk havalarda çalışabilir olması.
- Elektrikli ulaşım sistemlerinin fazla yüklenme özelliği vardır. Bu başka ulaşım sistemlerinde mümkün değildir.
- Ayrıca teknolojinin elektrikli ulaşım sistemlerinin üzerine dikkatle eğilmesi, sisteme yenilikler getirmesi, ayar sınırlarının genişletilmesi, faydalı frenlemenin sağlanması, hızın artması, kayıpların azaltılması gibi yeni gelişmelerin yapılması.

Yol Türü	Yol Geni. (m)	Yol Geni. (ft)	Yol Geni. (m)	Yol Geni. (ft)	Yol Geni. (m)
Banliyö	8000...32000	1...3	40...30		
Metro	20000...30000	1...3	25...40		
Tramvay	5000...20000	0,6...1	15...30		
Trolleybus	1500...5000	0,6	15...30		

Taşıtın Cinsi	Orta. otur. yeri	Orta. yükl. %	Orta. en.tük. TKE Yol.km	Tas.ve yol küt	Orta.üzgöl en.tük. Wh/t km
Ray Üzerinde	769	75	0,9	570	26,8
Exsprestren	769	50	1.32	556	27,4
Exsprestren	769	25	2,56	541	28,2
Kara Yolu Üzerinde					
Otomobil	4	75	4,0	1,25	1138,3
Otomobil	4	50	6,0	1,150	1212,5
Otomobil	4	25	12,0	1,075	1297,1
Yolcu Otobüsü	50	75	1,03	18,850	242,3
Yolcu Otobüsü	50	50	1,57	17,880	255,4
Yolcu Otobüsü	50	25	3,02	16,980	268,9

Tablo 1.2 : Kara Yolu Ulaşım Sistemlerinin Karşılaştırılması.

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi,elektrikli ulaşım sistemlerinin toplu taşımacılıkta en ekonomik ve en çabuk şekilde çok yük taşıma özelliği gösterilmiş oluyor.

Tablo 1.2 deki karşılaştırmalardan sonra yakın mesafe ulaşımında kullanılan,çoğunlukla büyük şehir içindeki yoğun trafiğin en hızlı ve ekonomik şekilde gerçekleşmesi için halen bugün kullanılan yakın mesafe Elektrikli Ulaşım Sistemlerini karşılaştırırsak:

Tablo 1.3

Yak.Mes.Ul. sistem.adi	Hat basına saatteki tasınan Yolcu sayısı Pers./h Richt.	Ortalama duraklar arası uzaklık km	Ortalama hareket hızı km/h
Banliyö	8000...35000	1.....5	40...50
Metro	20000...50000	1.....3	25...40
Tramvay	5000...20000	0,6.....1	15...30
Trolleybüs	1500....5000	0,6	15...20

ELEKTRİKİ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Tablo 1. ¹⁰

Yak.Mes.Ul. Sistem.adi	Hat Başına saatteki taşınan yolcu sayısı Pers./h Richt.	Ortalama duraklar arası uzaklık km	Ortalama hareket hızı km/h
Banliyö	8000...35000	1.....5	40...50
Metro	20000...50000	1.....3	25...40
Tramvay	5000...20000	0,6.....1	15...30
Trolleybüs	1500....5000	0,6	15...20

Burada görülenlerden Banliyö yakın şehirler arasında kullanılmakta olup, duraklar arası mesafe daha uzaktır, buna rağmen hızı yüksektir.

Metro ise, kent içinde kullanılır, hızı normaldir, kendine ait bir yolunun ve güzergâhının olması bunun avantajıdır. Ayrıca çok kişi taşır. Bütün bunlara karşı alt yapı tesisleri çok pahalı ve her yere uygun olmamaktadır.

Tramvayın ucuz ve yapım işlerinin çabuk gerçekleşmesi, kent içinde hemen her yerde kullanmaya elverişli olmasına karşı, kent içi trafiğinden etkilenmesi ve hızının düşmesi bir dezavantajdır.

Trolleybüs ise, durak arası yakın olması, çok durması kent içi trafiğinden etkilenmesi nedeni ile az tercih edilir, son zamanlarda çift vagonluları devreye girmiştir.

1.2.4. Yüksek hızlı trenler

1.2.5. Yüksek hızlı otomobiller

II. ENERJİ ALTIĞINA GÖRE SINIFLANDIRILMA

II.1.1. Elektrik enerjisini dışardan bir ekip alıcısı ile alanlar.

(Bunlar seyyir elektrik veya raylardan beslenen Trolleybüs-Metro-Tramvay)

II.1.2. Elektrik enerjisini üzerlerindeki bir enerji deposundan

ELEKTRİKLİ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

- I. KULLANILMALARINA GÖRE SINIFLANDIRMA
 - I.1. Halen kullanılmakta olan sistemler
 - I.2. Halen deneme devresinde olan veya az kullanılan sistemler.
 - I.1. Halen Kullanılmakta Olan Ulaşım Sistemleri
 - I.1.1. Büyük mesafelerde kullanılanlar
 - I.1.1.1. Ray üzerinde yapılan ulaşım (Demiryolları, yeraltı metroları, tramvaylar)
 - I.1.1.2. Yol üzerinde yapılan ulaşım (Dizelelektrikli otobüs, trolleybüs, akülü taşıt gibi)
 - I.1.1.3. Deniz üzerinde yapılan taşıma (Elektrik tahrik pervaneli şilepler gibi)
 - I.1.2. Küçük mesafelerde kullanılanlar
 - I.1.2.1. Havai taşıyıcı teleferikler
 - I.1.2.2. Dağ Demiryolları
 - I.1.2.3. Asansörler
 - I.1.2.4. Gemi yükleme ve boşaltma makinaları
 - I.2. Halen Az Kullanılan Ve Deneme Devresinde Olanlar
 - I.2.1. Transrapid (Transurban, Magnetik Yastıklı bir Elektrik Treni)
 - I.2.2. H.Bahn-M.Bahn-(Üst yollu asılı giden bir sistem)
 - I.2.3. Elektrikli otomobil (Akülüdür, akü boşalınca kadar gider)
 - I.2.4. Yürüyen Kaldırımlar
 - I.2.5. Tele elektrikli otomobil
- II. ENERJİ ALIŞINA GÖRE SINIFLANDIRMA
 - II.1.1. Elektrik enerjisini dışardan bir akım alıcısı ile alanlar.

(Bunlar seyr iletkeni veya raylardan beslenen Trolleybüs-Metro-Tramvay)
 - II.1.2. Elektrik enerjisini üzerlerindeki bir enerji deposun-

dan taşıyan sistemler

Bunların çalışma alanı enerji deposunun kapasitesine bağlıdır.

II.1.2.a. Bir Akümülatör Bataryası(Akümülatörlü Taşıtlar)

II.1.2.b. Bir Termik Motor (Dizel Motoru,Buhar Türbünü,Gaz Türbünü)

III. YAPIM ŞEKİLLERİNE GÖRE SINIFLANDIRMA

III.1. Tek demiryolu taşıtı olarak ray üzerinde giden elektrikli taşıtlar

Bunlar ikiye ayrılırlar:

III.1.1. Lokomotifler(Bunların ayrıca yük bölümleri vardır) Bunlarda aralarında çeşitli bölümlere ayrılır.

A. Akım Alışına Göre

1.Dışardan Akım Alanlar

2.Üzerlerindeki Bir Enerji Kaynağından Akım Alanlar (Akümülatör Dizel Elektrikli)

B. Kullanılma Amacına Göre

1.Uzak mesafe demiryolu lokomotifleri

2.Yakın mesafe demiryolu lokomotifleri

3.Dağ demiryolu lokomotifleri

4.Yeraltında ve yer üstünde çalışan endüstri ve maden ocakları lokomotifleri

III.1.2. Ototrenler(Otomatrisler)

Bunlar daha çok yolcu taşıyanlardır.Bunlarda kendi aralarında kısımlara ayrılırlar.

A. Akım Alışına Göre

1.Dışardan Akım Alıcı Ototrenler

2.Kendi enerji kaynaklı ototren(Akümülatörlü,Dizel veya Benzinli)

B. Kullanılma Amacına Göre

1.Uzak Mesafe Ototren

2.Yakın Mesafe Ototren

3.Şehir yolları İçin Ototren

4. Tramvaylar İçin Ototren

5. Dağ Demir yolları İçin Ototren

Bunların çoğu genellikle akım dışardan alanlardır, bazıları üzerlerinde taşıdıkları kaynaklardan alırlar.

III.2. Yoldan Yararlanan Elektrikli Ulaşım Sistemleri

a. Akümülatörlü taşıtlar

İnsan ve yük taşımacılığında kullanılan elektrikli kariyerler, elektrikli otomobiller

b. Dizel elektrikli otobüsler veya yük kamyonları

c. Trolleybüsler, Akübataryalı veya Dizel Elektrikli Olabilen Tipleride vardır.

III.3. Akım Cinsine Göre Sınıflandırma

III.3.1. Doğru akımla beslenen elektrikli taşıtlar

III.3.2. Alternatif akımla beslenen elektrikli taşıtlar

a. Tekfazlı alternatif akımla beslenen sistemler

1. 16 2/3 Hz lı sistem

2. 50 Hz. Endüstri frekanslı sistem

b. Üçfazlı alternatif akımla beslenen sistemler

IV. ENERJİ SİSTEMLERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMA

IV.1. Buharlı Sistemler

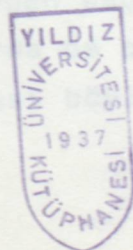
IV.2. Dizel Sistemler

IV.3., Elektrikli Sistemler

Bunların genel karşılaştırılması yapılırsa,

$$\eta_b < \eta_d < \eta_{el} \quad (1)$$

Görülüyorki elektrikli ulaşım sistemlerinde verim en yüksektir.



İKİNCİ BÖLÜM

ELEKTRİKLİ DEMİRYOLLARININ KARAKTERİSTİK BÜYÜKLÜKLERİNİN
BELİRTİLMESİ VE BU BÜYÜKLÜKLERİN SİSTEM SEÇİMİNE ETKİSİ

Bu araştırmada, demiryolu işletmelerinde bugünün ve yarının cer sistemi olarak kabul edilen elektrikle cer sisteminin karakteristik büyüklükleri ortaya konulurken, diğer sistemlere olan üstünlükleri de belirtilmektedir.

I. MİKTAR-FİAT KARAKTERİSTİĞİ

Elektrik işletmeli bir demiryolu (genel adıyla elektrikle cer) şebekesi ne kadar büyük ise, enerji o kadar daha ucuz olur. Diğer bir anlatım ile, kilowatsaat (Kwh) miktarının fiatı artan elektrik enerjisi tüketimiyle sürekli azalır. Buharlı ve dizelli işletmeler için böyle bir karakteristik yoktur.

Elektrikle cer'in, akım üretimi ve dağıtım tesislerine özgü bütün giderleride içine almak üzere, enerji giderleri, ana yollarda bugünkü enerji fiatlarında, dizelli işletmeye göre (Santraldan hesap edildiğine göre) yaklaşık % 15 ile 20 daha azdır.

Diğer taraftan, dizel elektrikli ile elektrikli lokomotiflerin motorlarının girişindeki enerji fiatlarının karşılaştırılması yapılırsa burada da, elektrikli sistemin dizelli sisteme olan üstünlüğü ortaya çıkar.

Elektrik enerji fiatının, birçok ülkelerde genel fiat düzeyiyle karşılaştırmada, bu arada özellikle diğer enerji çeşitleriyle karşılaştırmada oldukça sabit kaldığı görülür.

II. ENERJİNİN SÜREKLİ EN EKONOMİK ŞEKİLDE ELDE EDİLMESİ
KARAKTERİSTİĞİ

Elektrikle cer kendine gerekli enerjiyi büyük enterkonekte elektrik şebekelerinden sağlar. Bu büyük şebekeler ülke sınırlarını aşmış durumlarda da birbirleriyle enterkonekte çalışırlar. Enerji sağlanması böylece sürekli olarak en ekonomik

şekilde gerçekleştirilir. Bu şekilde bir enerji sağlanması, herbir cer işletmesinin kendine özgü elektrik santrallerinden enerji almasından daha iyidir, çünkü enterkonnekte şebekeler önemli bazı üstünlükler sağlarlar :

1) Yardımcı santrallerin aralarındaki uzaklık oldukça büyültülebilir. 70-80 km. gibi.

2) Gerilim düşümü iki veya daha fazla taraflı besleme ile daha küçük tutulabilir.

Örneğin, 10^6 kwh/km. sene'den de fazla bir yükteki tek gidişli yollarda (yükü yollar) ve yardımcı santraller arasındaki uzaklığın 70 km'nin üstüne çıktığı durumlarda bile, gerilim düşümü güvenceli sınırlar içinde kalır. Küçük gerilim düşümü, aynı seyriletkeni tesislerinde alçak enerji kayıpları anlamına da gelir.

III- ENERJİNİN YABANCI KAYNAKLARA BAĞLI OLMAMA KARAKTERİSTİĞİ

Elektrikli cer şebekesi, normal bir cer işletmesi durumunda, yabancı dizel maddesi ithalini gerektirmez. Dünya politikasının krizli zamanlarında, genellikle dizel maddesi çok arandığından enerji açısından bakıldığında, elektrik enerjisinin trafiğin aksamadan devamı için en güvenceli enerji aracı olduğu görülür. Bu ise, enerjinin "politik güvencesi" bakımından çok önemlidir.

IV- TOPLAM GİDERLERİN BÜYÜKLÜK DEREJESİ KARAKTERİSTİĞİ

Aynı bir yol yükünde elektrikli cer daha az toplam gider gösterir. Elektrikli cer'in kuruluş giderlerinin yüksek olmasına rağmen, elektrikleştirilen 1 km. yol için yaklaşık 100 Milyon düşünülebilir. Şayet, yaklaşık 18000 ile 20000 t/ gün'lük çok yükü düz yollar veya yaklaşık 10000 t/gün'lük yükü olan eğimli yolların elektrikleştirilmesi gerekiyorsa, elektrikli işletmenin toplam giderleri dizelli cer işletmesininkilerden daha azdır.

V- EN MODERN KUVVET KAYNAKLARINDAN YARARLANABİLME KARAKTERİSTİĞİ

Çekirdek (Atom) enerjisinin, tekniğin bugünkü durumuna göre, trafik için ekonomik bir şekilde kullanılabilmesi yalnız elektrik akımı aracılığıyla olabilir. Bu ise, çekirdek enerjisinden, ilerde elektrik enerjisine dönüşmüş olarak faydalandığımızda, cer araçları ve sabit elektrik kuruluşlarının büyük bir bölümü yeniden kullanılabilir, anlamına gelmektedir. Şimdiye kadar projesi yapılan atom lokomotiflerinin, reaktör kılıfının çok ağır oluşu ve çok yeri gerektirmesi dolayısıyla alışılan norm hat genişliğinde çalışan bir cer aracına zorlukla yerleştirilebilmesi gibi sakıncaları vardır. Dolayısıyla, atom enerjisini sabit santrallarda elektrik enerjisine çevirdikten sonra elektrikli cer işletmesinde kullanmak amaca daha uygundur. Elektrik enerjisi tüketiminin artması nedeniyle, gelecekte atom enerji kaynağı gerekli olacaktır. İngiliz atom alimi Cockcraft'ın fikrine göre, yeni asrın başlangıcında atom enerjisi, bugün kömürden elde edilen enerjinin yarısını verecektir.

VI- ÖMÜR UZUNLUĞU KARAKTERİSTİĞİ

Bir elektrik lokomotifinin ömrü dizelinkinden daha uzundur. Makina titremesi ve yağ kalıntısı olmadığından, elektrikleştirilmede makinanın mekanik bölümleri dizelinkilerden daha fazla dayanırlar, dolayısıyla daha az onarım giderleri olur,

Bir elektrik lokomotifinin fiyatı, bir dizel-elektrik lokomotifinin fiyatından, yaklaşık olarak 1/4 daha pahalıdır. Dolayısıyla, teorik olarak, bir dizel-elektrik lokomotivi, doğrultmaç katmakla elektrik lokomotivine dönüştürülebilir. Böylece dizel lokomotifinin cer motorlarından, mekanik bölümleri ve basınçlı hava frenleme düzenlerinden faydalanılabilir. Fakat, bu dönüşümün pratik değeri olmadığından, gerçekleştirilmemektedir.

VII- KAYIPLARIN DAHA AZALMASI ÖZELLİĞİ

Elektrikli işletmede, dolayısıyla elektrikli lokomotiflerde ısıtma için daha az elektrik enerjisi tüketimi gerekmektedir. Cer kuvvetinin üretilmesi için gerekli enerji tüketimi yanında; ısıtma, cer'in ikinci en büyük enerji tüketim şeklidir. Lokomotifin genel konstrüksiyonuna ve toplam ağırlığına, ısıtma enerjisinin elde edilmiş şekli oldukça etki yapar. Buharlı ve elektrikli lokomotiflerde, ısıtma enerjisi ana enerji devresinden çekilebildiğinden, ısıtma için tüketim en azdır. Dizelli lokomotiflerde, buharlı ve elektrikli lokomotiflerde olduğu gibi, belli bir minimum miktar enerjiye gerek vardır. Bu durumda tren ısıtması diğer amaçlar için kurulan yardımcı cihazlardan sağlanır. Özellikle küçük nominal güçlerde, cer gücü tren ısıtması lehine oldukça küçültülebilir.

Elektrik lokomotiflerinin ısıtma enerjisi, toplam enerjisinin genellikle yaklaşık % 10-12'sidir. Bu değer tren cinsine çok bağlıdır.

VIII- DAHA UZUN SÜRE ÇALIŞABİLME ÖZELLİĞİ

Elektrikli işletme, lokomotifler için daha uzun süre çalışabilmeyi sağlar. Revizyonlar ve onarımlar az zamanı gerektirdiklerinden, elektrik lokomotivi senede ortalama 314 gün serviste kalır. Dolayısıyla, her işletme gününe düşen km. sayısı, dizel lokomotiflerininkilerden çok fazladır.

Ayrıca, istatistikler elektrik lokomotiflerinde ortalama olarak kazasız gidilen km'nin, dizel lokomotiflerininkilerden daha yüksek değerde olduğunu göstermektedir.

Bir cer işletmesinde, daha uzun süre çalışabilme özelliği nedeniyle, elektrikli sistemin toplam tren, km ve t. km'ye olan katkı oranı devamlı büyümektedir.

Trenlerin ulaştığı km.lerin devamlı artışı, özellikle gitgide büyüyen şebekelere bağlanabilir. Böylece daima daha fazla uzun mesafeli gidişlere müsaade edilmektedir. Dolayısıyla, dönme zamanlarının ve bunun gibi sistemin verimini arttırmayan kayıpların küçülmesine sebep olunmaktadır.

Bu artış, aynı zamanda bir tren ünitesinin yerine diğere-
rinin konulması probleminin çözümünde kolaylaştırmakta ve
yeni bir sisteme geçişte gerekli olan elektrik lokomotifleri
sayısını azaltmaktadır.

IX- ZOR DOĞA KOŞULLARINDA BİLE GÜVENCELİ BİR İŞLETME GÖSTEREBİLME ÖZELLİĞİ

Elektrikli cer işletmesi, zor iklim koşullarında bile,
güvenceli bir işletme sağlar. En sert kış ikliminde bile, gerek-
li olan güçler, ancak elektrikli cer işletmesi sayesinde yerine
getirilebilir. Başka bir işletme çeşidi böyle gitme güçlerine
ulaşamaz.

Örneğin ; kış aylarında elektrikli cer, Ural ve Sibirya
gibi en soğuk yerlerde (-50° C) ve hatta daha aşağı dereceler-
de bile güvence ile çalışır.

X- EN TEMİZ, EN ELEGAN CER SİSTEMİ OLMA ÖZELLİĞİ

Elektrikli cer işletmesi, cer işletmelerinin en eleganı-
dır. Avrupa'daki koşullar içinde, elektrikli işletme en elegan,
en temiz, en az gürültülü bir sistemdir. Çünkü elektrik akımı
enerji olarak temiz, hafif ve tam ayarlanabilir niteliktedir.

Uzun tünelli bütün yollarda elektrikli işletme seçilir.
Seçilme sebeplerinin en önemlisi, dizelli işletmedeki duman
sebebiyle insanların hayatının tehlikeye girmesinin önlenmesi-
dir.

XI- LOKOMOTİVLERDE BÜYÜK ENERJİ DEPOSUNUN OLMASI ÖZELLİĞİ

Elektrik lokomotiflerinde, dizel lokomotiflerinden fark-
lı olarak, santral biçiminde büyük enerji deposu bulunur. Bu
bakımdan, teorik olarak, elektrik lokomotivi istenen her güç ve
cer kuvvetini tren miline verebilir. Enerji kaynaklarını bera-
berlerinde sürükleyen dizel lokomotiflerinde ise güç sınırlıdır.
Bir elektrik lokomotifinin saatlik gücü genellikle 2000 ile
4000 kW arasındadır, özel durumlarda ise bu değer 1000 kW'a
kadar düşer.

Bu fark bizi zorunlu olarak, dizel lokomotiflerinde tah-

rik mili başına erişilebilen maksimum güçlerin, daima elektrik lokomotiflerindeki gibi göre oldukça daha küçük olması gerektiği sonucuna götürür. Bu arada dikkat edilmesi gereken bir noktada, bir dizel lokomotifinin motor gücüyle, pratik olarak tahrik tekerleği çevresinde var olan bir elektrik lokomotivi gücünün karşılaştırılmıyacağıdır. Karşılaştırmadan önce, dizel motor gücünden, lokomotifin yardımcı işletme devresi için gerekli güç ile, kuvvet iletim sisteminde ortaya çıkan kayıplarla ilgili gücü çıkarmalıdır.

Bunların sonucu olarak şunu söyleyebiliriz; büyük lokomotif güçleri büyük hızlarda da büyük cer kuvvetleri vermektedir. Bu ise, birçok durağı olan veya geçici olarak hız sınırlamalı yollarda istenen büyük ivmelerin gerçekleşmesini sağlamaktadır.

XII- AŞIRI YÜKLENEBİLME ÖZELLİĞİ

Elektrikli lokomotifler aşırı yüklenirler, bu ise üzerlerinde bulunan elektrik motorlarının aşırı yüklenmesi demektir. Dizel motoru pratik olarak aşırı yüklenemez. Elektrik lokomotiflerinde sürekli cer kuvvetinden başka, daha da yüksek değeri olan ve yeter derecede uzun süre uygulanabilecek olan cer kuvvetleri ve saatlik cer kuvveti büyüklükleride tanımlanabilir. Bir elektrik lokomotivi yolalma döneminde kendi sürekli cer kuvvetinin üç misline kadar bir kuvvetle yüklenir, bu ise özellikle, durma durumundaki bir taşıtın hızlanması için oldukça önemli bir anlam taşır.

Elektrikli cer işletmesi, elektrik lokomotiflerinin önemli derecedeki aşırı yüklenilme özelliği nedeniyle bazı noktalarda hissedilebilir bir başarıya olanak sağlar. Toplam yol seyr zamanları kısalmır.

Bu özellik durakların sık bulunduğu yollarda önemlidir. Çünkü böylece yolalma sırasında yüksek ivme sayesinde, çok sık durmaktan ötürü ileri gelen zaman kayıpları dengelenmiş olur.

Bir yöndeki 120 trende örneğin, 1 dakikalık bir seyir zamanı kazancı, bir dar yol için, bir günde 2 saatlik bir yükten kurtulma sağlar. Bütün yol kısımları için olan seyir zamanı kazançları da oldukça önemlidir. Bunlar özellikle ağır trenlerde

kendilerini çok belli ederler. Ayrıca seyir planlarının birbirine koordineli uygunluğunda gerekli birbirine geçmeleri önemli sayıda azaltır ve böylece yol gücünün (katar sayısı ve çekilen yük miktarı artarlar) artmasına sebep olur. Diğer taraftan, elektrik lokomotiflerinin büyük güç depo edebilmesinden dolayı, trenlerin yükünün artmasına karşı seyir zamanlarının kısalmaları oldukça hissedilmez derecededir.

XIII- HIZIN ARTTIRILMASINI KOLAYLAŞTIRMA ÖZELLİĞİ

Elektrikli cer işletmesi, hızın arttırılması problemini kolaylaştırır. Uçaklar ve diğer yük ile insan taşıyan taşıtlarla yarışabilmek için yolcu ve yük trenlerinin hızlarının arttırılması gerekmektedir. Yapılan araştırmalar, amaca elektrikli cer ile daha güvenlik dolu ve daha ekonomik bir biçimde erişilebildiğini göstermiştir. Yolcu trenlerinin hızlarının, bugün erişilen değerlerinde üstündeki değerlerine çıkarılışı, lokomotif ve vagon yapımı, frenleme tekniği, sinyalizasyon, üst yapı ve yol yapımı vs. gibi birçok problemleri kapsayan çok yanlı bir konuya dayanır. Burada yalnız şu soru sorulabilir, acaba işletme için seyir hızlarının böyle artması ilginçmidir? Eğer böylece seyir zamanlarında da önemli bir azalma olmuşsa, gerçekten bu sorunun cevabı pozitif olacaktır.

Burada şu özelliği de belirtmek gerekir, seyir zamanlarını etkileyen ve bugünkü yol koşullarına bağlı olan büyük hızlar kurvelerdeki ray durumları düzeltilmediği derecede yüksek seçilebilirler. Kurvelerdeki yol bölümlerinin oldukça az giderlerle olabilen düzeltmelerinden, seyir zamanının azaltılması probleminde, ancak elektrik lokomotifli bir işletmede yararlanılabilir, çünkü dizel lokomotifleri hattın düzeltilmesinden sonrada bu büyük ve güvenebilen hızlara hiçbir zaman erişemezler.

Genellikle demiryolları işletmeleri tarafından konulan tren hızını, özellikle yolcu trenlerinde arttırmak ancak elektrikli cer işletmelerinde olabilir.

XIV- LOKOMOTİVLERİN KENDİ GÜÇ KAYNAKLARINDAN BAĞIMSIZ OLMA ÖZELLİĞİ

Elektrikli cerde lokomotifler kendi güç kaynaklarını beraberlerinde sürüklemek zorunluğunda değildirler. Bu şüphesiz büyük bir avantajdır fakat büyük yatırımları gerektirir. Bu yatırım gereksinmesine rağmen, elektrikli cer, kuvvetli bir trafiğin olduğu büyük ana yollarda öncelikle uygulanır. Elektrik lokomotifleri yalnız enerji dönüştürücüleridir. Elektrik santrali sabit bir kuruluştur. Elektrik enerjisi elektrik lokomotiflerine bir seyir iletkeni üzerinden verilir. Bu da bizi şu sonuca götürür; tekerlek çevresine indirgenmiş aynı bir güçte, çekilen yükün taşınabilmesi için dizel lokomotifde elektrikli lokomotive göre daha az bir güç hizmete hazırdır. Elektrik lokomotiflerine ait "güç / ağırlık" değerleri, dizel lokomotiflerinin olduğundan altı kat daha yüksektir. Dört dingilli lokomotiflerde bu değer 30 kp/ps'in altına düşmediği halde, dört dingilli elektrikli lokomotiflerinde 15 kp/ps dolaylarındadır.

1 metre lokomotif uzunluğu başına kullanılan güç, bir elektrikli lokomotifinde bir dizel lokomotifininkinin yaklaşık 2 katıdır.

XV- TRAFİĞİN ARTIŞINI EN ÇABUK KARŞILAYABİLME ÖZELLİĞİ

Banliyö trafiğinin artışında bunu karşılayabilmek için akla ilk gelen, elektrikleştirme değildir. Bu trafik büyük kentlerde önemli rol oynar, çünkü günden güne yolculuk edenlerin sayısı artmaktadır.

Örneğin, İstanbul'un Sirkeci-Halkalı banliyö hattını inceleyelim:

Bu hatta 1946 verilerine göre yaklaşık 1 milyon yolcu taşınmıştır.

Dünyanın büyük kentlerindeki banliyö trafiği sürekli artışlar göstermektedir. Trafiğin böyle sürekli ve hızlı artışını karşılayabilmek önemli bir kentleşme sorununu çözmek demektir; bu çözümünde en büyük yardımcısı elektrikli cerdir.

XVI- YOLLARI KATETMEDE BİR İTME VEYA ÇEKME LOKOMOTİVİNE GENELLİKLE GEREK DUYULMAMASI ÖZELLİĞİ

Elektrik lokomotiflerinin yüksek gücü ve aşırı yüklenebilme özellikleri dolayısıyla büyük eğimli yollarda dahi, büyük eğimden ötürü oluşan kuvveti yenecek çer kuvvetinin sağlanması için gerekli olan itme veya çekme lokomotivine, yani, ikinci bir çer lokomotivine genellikle gerek görülmez.

Böylece yalnız işletme önerilerinin hafifletilmesiyle kalınmamakta, aynı zamanda programları tam zamanında uygulayabilme derecesi düzeltilmekte ve kaza tehlikesi azaltılmaktadır.

XVII- ELEKTRİK ENERJİSİNİN İYİ BİR ŞEKİLDE DAĞITILMASI ÖZELLİĞİ

Çer işletmesinin gelişmesi, elektrik enerjisinden yararlanmanın iyi bir biçimde dağıtılmasına neden olur. Çünkü trenlerin trafik hareketlerini hızlandırmak, manevra istasyonlarındaki giderleri azaltmak için; daha kısa, daha çabuk ve daha sık trenlerin düzenlenmesini düşünmek gerekir. Bir çift ray üzerinde çok sayıda gidiş-gelişi mümkün kılan merkezi tren gözetleme kontrolunun (C.T.C.) kullanılmasıyla bazı yolların gücünü yoğunlaştırarak, diğerleri üzerindeki yükü kaldırmak gerçekleştirilmektedir.

Çok yüklü yollarda, trenlerin 24 saate dağılışı, daha iyi bir enerji tüketimi dağılışına ve şüphesiz daha yararlı tarifelerin gerçekleşmesine olanak verdiği oranda, elektrikleştirme derecesi ekonomik bakımdan yararlı olur.

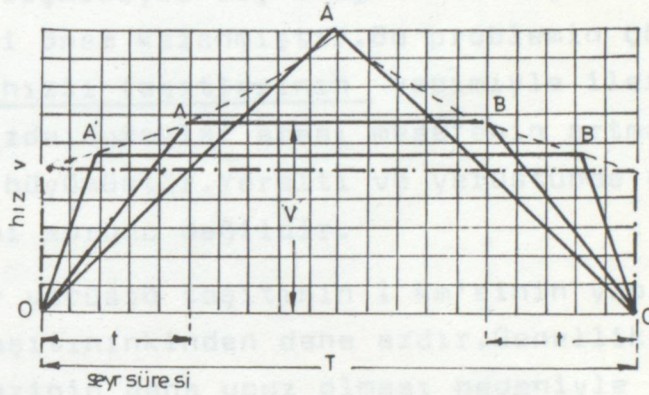
Şekil 1

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BUGÜNÜN YAKIN MESAFE ULAŞIM SİSTEMLERİ

I- Konvansiyonel SistemlerI.1. Giriş

Duraklar arası mesafelerin ve seyr sürelerinin kısalıkları nedeniyle yolalma ve frenleme periyotlarının, motor gücünün ve enerji tüketiminin saptanmasında önemli bir faktör oldukları trafik düzenine yakın trafik düzeni denir. Bunun tersi uzak trafik düzeni adını alır.



Yakın mesafe trafik sisteminin temel seyr eğrileri (aynı bir T seyr süresi ve aynı bir S yolu için aynı bir alan)

Yol Alma Zamanı = Frenleme Zamanı = t (alınıyor)
v = Tam Hareketteki Hız

OA = Yol Alma, AB = Tam Hareket, BC = Frenleme

Şekil 1

Trafiğin motorlaştırılması tramvayla başlar. Uzun süre önemli bir taşıt aracı olarak kullanıldıktan sonra genellikle önemini kaybetmektedir. Kent estetiğini bozduğu düşüncesi bugün içinde geçerlidir. Ayrıca, ilk tesis giderlerinin büyüklüğü de

bir sakıncadır.Çünkü,trafik miktarı ancak öngörülen sınırlara ulaştığında bu tesisler ekonomiklik kazanır.Bunun olmadığı durumda verimli değildir.Tramvayın diğer sakıncasınınıda özellikle eski kentlerde dar sokakların çok bulunması ve bu taşıtla rında rayabağlı olması nedeniyle,trafiği zorlaştırmasıdır.

Otobüslerin ise yakıtlarının genellikle dışardan getirilmesi,havayı kirletmeleri en önemli sakıncalarındandır.

Trolleybüslerde ise,taşıt kendisine gerekli elektrik enerjisini akım alıcısı yardımıyla seyr iletkeninden alır.Ray'ı gerektirmemesi bir avantajdır,fakat yinede otobüslerin serbestliğinde olamaması bakımından sakıncalı görülebilir,bir arızada trafiği ağırlaştırmaktadır.

Kentlerin gelişmesiyle dış bölgelerden iç kesimlere gidip gelme problemi önem kazanmıştır.Bu problemin çözümü, yeraltı ve yerüstü hızlı taşıtlarının yapımıyla ilerlemiştir. Böylece maksimum hızda,duraklar arası mesafenin artmasıyla ortalama seyr hızıda büyümüştür.Yeraltı ve yerüstünde olması yalnızca bir ekonomi sorunu değildir.

Şüphesiz bir yerüstü taşıtının 1 km'sinin yapım giderleri,bir yeraltı taşıtınıninkinden daha azdır.Genellikle,kentin dış yörelerinde arazinin daha ucuz olması nedeniyle yerüstü yapımına gidilir.Diğer taşıtlarla kesişme olan bölgelere alt yapı ve üstten geçişlerle bunun önüne geçilir.

Bu konvansiyonel sistemlerden raya bağlı olanları sınıflandırmak gereklidir.Böylece görev alanları ve nitelikleri daha açıklıkla ortaya konulabilmektedir.

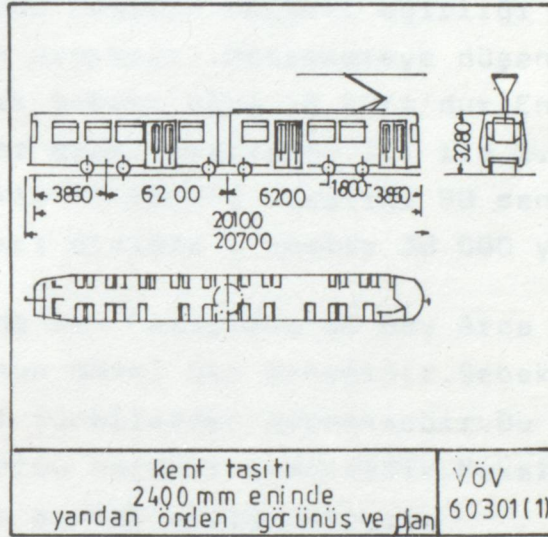
I.2.Konvansiyonel Sistemlerin Sınıflandırılması

I.2.1. Kent Taşıt Sistemi

Bu taşıtlar geliştirilmiş tramvaylardır.Belli bir yol veya tünel geçitli yollar üzerinde hareket ederler.Otomobillerin bulunduğu caddelerden ayrı bir yerde bulunmaları düşünülmemektedir.Genel caddelerde işletilme olanağı azdır.

Birim tek yönlü, 2 tahrik 1 boş dingillidir. İki yönlüye dönüştürülebilir. Taşıtlar kumanda tesisleriyle donatılabilirler. Be vagonun elektriksel veya elektronik kumandası oluşturulabilir.

Bu sistemde taşıtın boştaki ağırlığı 20 t. adhezyon ağırlığı ise bunun % 80'idir. Metrekareye düşen ağırlığı 420 kg. dur. Saatlik tahrik gücünün, taşıtın ağırlığına oranı, 15 kW/t. dur. Duraklar arası mesafe 400 ile 600 m, en yüksek hız 70 km/h seyahat hızı ise 20-25 km/h dır. Bu koşullarda 90 saniyede bir kalkışta beş vagonlu bir kent taşıt sistemi, bir yönde bir saatte 20000 yolcuya kadar taşıyabilir.



Şekil 2

Rhein/Ruhr/Wupper (Almanya) bölgesinde 11 milyon insan yaşamakta olup ortalama nüfus yoğunluğu km^2 ye 2200 kişidir. Bu, sistemin ekonomikliği için yeterli bir sayıdır. Kent Taşıt şebekesi 842 km uzunluğundadır. Durak sayısı 260 dır.

Münih'in 5000 km^2 lik bir trafik bölgesinde 400 km uzunluğunda bir kent trafik sistemi vardır ve günde 250 000 yolcu taşımaktadır.

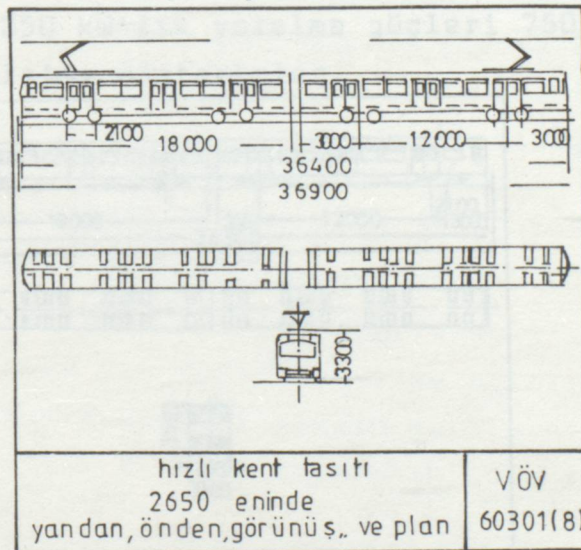
I.2.2.Hızlı Kent Taşıt Sistemi

Bu taşıtlar genel caddelerdeki trafiğe katılmazlar. Tünelde,yüksek veya bölümlü yol ve özel yollarda hareket ederler.Bu taşıtlar,tramvaydan özel trafik düzeni dışındaki bir düzene geçişte kullanılırlar.Geçiş döneminde,tramvay ve hızlı kent taşıtlı bir birleşik işletme olacağından genel caddelerde kullanılırlar.

Birim,iki yönlü çift otomatrisli 4 adet ikili tahrik dingillidir.İkili sistemin ortak bir elektriksel ve havalı donatımı vardır.Üç birime kadar işletmece işletilebilirler.

Bu sistemde taşıtın boştaki ağırlığı 42 t.dur.Adhezyon ağırlığıda bunun aynısıdır.Metrekareye düşen ağırlığı 450 kg'dur.Özgül saatlik tahrik gücü 18 kW/t'dur.En yüksek hız 100 km/h'dır.Duraklar arası mesafenin 1.1 ile 1.5 km.olduğu,seyahat hızınının 37 ile 40 km/h'a ulaştığı 90 saniyede bir kalkışın olduğu,bir yöndeki gidişte 1 saatte 30 000 yolcu taşınabilir.

Amerika'da San Francisco'da Bay Area Rapid Transit System(BART) bunun güzel bir örneğidir.Şebeke uzunluğu 120 km olup bunun 1/3'i tünellerden geçmektedir.Bu sistemde saatte, 28 000 oturan yolcu hareket etmektedir.Maksimum hız 130 km/h'dır.Tam otomatik olarak çalışmaktadır.



Şekil 3

I.2.3. Yeraltı Taşıt Sistemi (Metro)

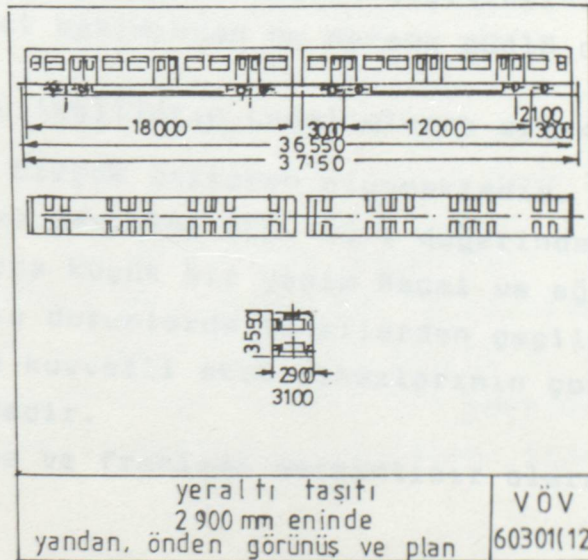
Bu taşıt sistemi, genel caddelerdeki trafiğe katılmaz. Tünelde, yüksek veya bölümlü yol ve özel yollarda hareket ederler. Bölge içi veya bölge dışı (banliyö) trafiğinde kullanılırlar. Birim, iki yönlü çift otomatrisli, 4 adet ikili tahrik dingillidir. İki vagonun ortak bir elektriksel ve havalı donatımı vardır. Üç birime kadar işletmece işletilebilirler.

Bu sistemde taşıtın boştaki ağırlığı 48 t. dur. Adhezyon ağırlığı bunun aynısıdır. Metrekareye düşen ağırlığı 450 kg. dur.

Özgül saatlik tahrik gücü 15 kW/t. dur. En yüksek hız 80 km/h dur. Duraklar arası mesafenin 600 ile 1000 m olduğu, seyahat hızının 35-40 km/h'e ulaştığı, 90 saniyede bir kalkışta bir yönde bir saatte 35 000 yolcu taşınabilir.

Büyük kentlerin içinde caddelerin trafik bakımından boşaltılmasında, uzak mesafeler gözönüne alındığında en iyi çözüm yolu yeraltı taşıt sistemidir. İkinci bir düzlemde hareket ettiklerinden sürekli serbest geçişleri vardır. Çok büyük bir yer olanağı yaratırlar, büyük hızlarda sık bir akış sağlarlar.

Bu sistemler genellikle doğru akım ile beslenirler. Bu ise alternatif akımın doğru akıma dönüştürülmesini gerekli kılar, böylece taşıtta daha hafif olur. Seyriletkeni olarak akım rayı kullanılır. 250 kW'lık yolalma güçleri 750 V ile çalışıldığında iyi bir işletme gösterirler.



Şekil : 4

Bu düzenleri bir tablo olarak gösterebiliriz;bu tabloyu karşılaştırmaya yararlı olur düşüncesiyle genel motorlu kara taşıt araçlarından otobüs ve kent dışı taşıt aracı (kent dışındaki bölgelerde işliyen kent içi trafik sistem karakterli taşıtlar) da konulmuştur.

	Genel motorlu kara taşıtı (Otobüs)	Kent taşıtları(tramvaylarında kapsamaktadırlar)	Hızlı Kent taşıtları	Yeraltı taşıtları(metro)	Kent dışı taşıt (Banliyö)
Duraklar arası mesafe (m)	400	400-600	Şehir içi 600 Şehir dışı 1500	600-1000	2500
En yüksek hız (km/h)	50-80	70	100	80	120
Yön ve saat başına yol kapasitesi(insan)	7000	15000 20000	30000	35000	50000

Tablo 2

Yakın trafik düzenleriyle ilgili sınıflandırma tablosu Otomobil ile bir yönde saat başına yalnız 2000 kişi taşınabilir. Bu sayı,yakın mesafe trafik taşıtlarının,otomobile göre taşıma kapasitesi bakımından ne derece güçlü olduğunu gösterir.

Bu taşıtların genel olarak ortak olan yönleri:

- 1- Katar birçok Üniteden oluşmaktadır.
- 2- Besleme gerilimi 600-750 V değerindeki doğru gerilimdir.
- 3- Bunlarda küçük bir yapım hacmi ve ağırlığında gidilmektedir.
- 4- Zorunlu durumlarda tünellerden geçilmesi bakımından güvence nedeniyle kuvvetli akım cihazlarının çoğu taşıtın altına yerleştirilmektedir.
- 5- Yolalma ve frenleme sarsıntısız olarak yapılmaktadır.

Ortak olmayan yönleri ise şu şekilde sıralanabilir:

- 1- Ünite başına düşen cer motorlarının sayısı:
Kent Taşıtı 2, hızlı kent ve yeraltı taşıtları ise 4 cer motorludurlar.
- 2- Cer motorlarının gücü;
- 3- Büyük frenleme ivmesi;
Kent ve hızlı kent taşıt sistemlerinde yaklaşık $2,3 \text{ m/s}^2$ dir.
- 4- En büyük hız;
Kent taşıtında 70 km/h, hızlı kent taşıtında 100 km/h, yeraltı taşıtında ise 80 km/h'dır

Bu sistemlerin birbirleriyle iyi bir koordinasyonu, araya bazı yerlerde taksilerinde katılmasıyla, kullanan için kısa bir yolculuk ve az bir bekleme anlamı taşır.

1.3. Sonuç

Tekniğin büyük aşamaları sonucunda yakın trafik taşıtlarında da hız artmış, fakat bu artış yolcuları rahatsız etmemiş - tir. Modern elektronik kumandalar yardımıyla elde edilen yüksek yol alma ve frenleme ivmeleri sonucunda büyük hızlara ulaşılmıştır. Büyük durak aralıklı yollarda hız 120 km/h'e erişebilmektedir.

Otomatik kumanda ve emniyet düzenleriyle, yolu yalnız kendine ait olan ve kruazmanı bulunmayan sistemlerde sık bir taşıt yoğunluğu sağlanabilir.

Yapımda gözetilecek bazı özellikler ile duraklarda az zaman durabilmek, örneğin geniş otomatik kapılarla sağlanabilir. Aynı şekilde, bazı koşullarla taşıt daha ucuza çıkar.

Kent dışı bağlantılı düzen için Alman demiryolları Münih, Frankfurt, Stuttgart gibi bölgelerde yeni geliştirilmiş olan, elektronik kumandalı Tip 420 no'lu taşıtlar kullanmaktadır. Bunların maksimum hızları 120 km/h, ortalama hızları 65 km/h'dır. Yeni yeraltı taşıtları (metrolar) örneğin, Berlin ve Münih'te

olduğu gibi, yüksek yolalma ve frenleme ivmeleri nedeniyle ($1,2 \text{ m/s}^2$) kısa duraklar arası mesafesinde de yüksek hızlara çıkabilmektedirler. Hafif çelik ve alüminyum yapımları nedeniyle de bir vagonun ağırlığı 30 t'dan 17 t'a düşebilmiştir.

Yarının kentlerinde kent içi trafiği büyük bir oranda yeraltı taşıt sistemiyle çözümlenecektir.

Son olarak bu yeraltı taşıt sisteminin en modern tiplerinden olup, Almanya'da Münih ve Nürnberg'de 1971 ve 1972 yıllarında işletmeye açılmış olan yeraltı taşıt sistemine (metro) ait karakteristik değerleri yazılırsa, sonuç en iyi bir şekilde belirtilmiş olur.

Bu sistem iki yönlü çift vagonludur. Katar, Münih'te 2, 4, 6 Nürnberg'de ise 2 veya 4 vagonludur.

Bir çift vagonun dingiller dahil uzunluğu		37 150 mm.
Vagonun genişliği		2 950 mm,
Vagonun yüksekliği		3 550 mm.
Çift vagonun boştaki ağırlığı		51.6 t.
Brüt temel alan başına boştaki ağırlık		450 kg/m ²
Akım cinsi		Doğru akım
Akım rayı gerilimi	750 V	+ % 20
		- % 30
750 V'da motorun saatlik gücü		180 kW
750 V'da motorun sürekli gücü		155 kW
Boş vagon ağırlığı başına saatlik tahrik gücü		14 kW/t.
% 70 uyarma da saatlik akım		270 A
Saatlik devir sayısı		n=940 d/d
Çevirme Oranı		ü=43:8
Güvenceli en yüksek hız		v _{max} =80 km/h
Ortalama 750 m'lik duraklar arası mesafede ve 20 s'lik durmada ortalama seyahat hızı		v _{ort} =36 km/h
Çift vagonlarda toplam yer sayısı (Oturulacak ve ayakta)		290

Berlin yeraltı taşıt sistemi de çok modern olup burada ayrıca impuls şeklinde doğru gerilim üreten tristorlu düzen kullanılmaktadır. Buradaki elektronik kumandanın en önemli avantajı, frenleme enerjisinin şebekeye geri verilmesi olanağının doğmasıdır.

Kent taşıtları, özel motorlu kara taşıt araçlarının çıkmasıyla eskor gaskılarıyla kirlenmiştir ve gürültü çakılmaz durumdadır. Kent taşıtları ve genel motorlu kara taşıtları hareketlidir, yeraltı taşıtları ise gabelidir. Büyük kentlerde, merkez bölgelerde trafik yoğunlaşması yeni problemleri ortaya çıkarır. Kentlerin var olan şekilleriyle ve bugünkü trafik tekniğiyle bu sorunlar çözümlenemez. Bugünkü konvansiyonel sistemleri olan özel motorlu taşıt (otomobil), genel motorlu taşıt (otobüs) yeraltı taşıtları (metroler, trenler) ve özel motorlu taşıtlar (otobüsler) olarak değerlendirilmeleri ve genel motorlu taşıtları durumda bile bulundukları kentte bir trafik kaosuyla sonuçlanmaktadır.

Kent taşıtları olarak kullanılan otomobil, bir kitle taşıtları niteliğinde değildir ve özellikle iş trafiğinde en büyük sorunları oluşturur. Bunun sonucu olarak, gürültü, hava kirliliği, park yeri sıkıntısı, caddelerin tıkanması ve yüksek hızlarda hareket etmelerine sebep olmaktadır. Hava kirliliği, özel motorlu taşıtların çok sayıda kullanılmasıyla, kent içinde en çok kirlenmiş bölge olarak değerlendirilmektedir. 1972'de otomobil başına düşen emisyon miktarı 2.5 t. civarında iken, bu miktarın 1980 için 5.15 olacaktır. Endüstriyel tesislerin emisyonları da bu miktarın yaklaşık 4000 t. civarında olacaktır. Bundan ayrı olarak otomobil taşıtlarının emisyonlarının azaltılması için özel motorlu taşıtların emisyonlarının azaltılması gerekmektedir. Bu miktarın 14.000 t. civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Genel motorlu taşıtlardan yararlanma, özellikle otobüs, uzun bakımlı araçlar genellikle tariflere bağlı bakımlar, sıkıntılı iş saatleri, yavaş gidip gelmeler ve özellikle trafik yoğunlaşması nedeniyle otobüs taşıtlarının hızlarının azaltılması gerekmektedir.

Genel motorlu taşıtların bu problemleri, yeni yollar yapımı ve

II- Konvansiyonel Olmayan Sistemler

II.1. Giriş

Bugün kentlerde, bazı saatler dışında genellikle cadde - ler tıkalıdır, hava motorlu kara taşıt araçlarının çıkardığı eksoz gazlarıyla kirlenmiştir ve gürültü çekilmez durumdadır. Kent taşıtları ve genel motorlu kara taşıtları hareketsiz, yeraltı taşıtı ise pahalıdır. Bütün büyük kentlerde, merkez bölgelerde trafiğin yoğunlaşması aynı problemleri ortaya çıkarmıştır. Kentlerin var olan şekilleriyle ve bugünkü trafik tekniğiyle bu sorunlar çözümlenemez. Bugünün konvansiyonel sistemleri olan özel motorlu taşıt (Otomobil), genel motorlu taşıt (otobüs) yeraltı taşıtı (kent içi treni) tesisleriyle beraber sürekli olarak düzeltildikleri ve genişletildikleri durumda bile buldukları kentte bir trafik boğulması oluşturmaktadırlar.

Kent taşıtı olarak önerilen otomobil, bir kütle taşıtı rolünü almış ve özellikle iş trafiğinde sınırlarına ulaşmıştır. Bunun olumsuz etkileri, gürültü yapmasında, havayı kirletmesinde, park yeri sağlanmasında, caddelerin tıkanmasında ve yüksek kaza sayısı endekslerinde görülmektedir. Havayı kirletmeye örnek olarak şu söylenebilir; havayı kent içinde en çok kirleten eksoz gazıdır, havanın % 85'i eksoz gazını oluşturan maddelerle doludur. Bundan dolayı Almanya'da 1972'de otomobil benzininin litresinde maksimum 0,4 gr kurşun olabileceği sınırı konmuşken, bu değer 1988 için 0.15 olacaktır. Endüstri merkezlerinde senede havaya yaklaşık 4000 t. kurşun bırakılmaktadır. Bundan ayrı olarakta motorlu taşıtların lastiklerinin aşınmasından ileri gelen madde miktarı da yaklaşık 14 000 t. dir.

Genel motorlu taşıtlardan yararlanma, örneğin otobüs, uzun beklemeli gitmeler genellikle tarifelere bağlı beklèmeler, sıkıntılı inip binmeler, ayakta gidip gelmeler ve özellikle trafiğin maksimum noktalarına ulaştığı saatlerin dışında az olan binebilme olanakları anlamına gelmektedir.

Kent içi trafiğin bu problemleri, yeni yollar yapımı ye-

rine yeni taşıtlar yapıldığında daha çekici olmaları nedeniyle, otomobilde gerçek bir alternatif olabileceklerinden, çözümlenebilecektir.

II.2. Konvansiyonel Olmayan Sistemlerden İstenen Özellikler

II.2.1. Yolculuk Edenlerin İsteddiği Özellikler

- 1- Çocuklar ve sakatlar için tehlikesiz olması,
- 2- Kazaya ve saldırılara karşı güvenceli olması,
- 3- Oturma olanakları bakımından iyi olabilmesi,
- 4- Isıtma ve havalandırma olması,
- 5- Yüklenebilme; yük, kayar iskemle, çocuk arabası ile binebilme olanağının sağlanması,
- 6- Tam zamanında ve aktarma olmadan yerine varış,
- 7- Çok duraklı, az yol yürümenin sağlanabildiği ağ gibi bir şebeke olması,
- 8- Az ara durağın ve yüksek ortalama hızın olması,
- 9- Sık hareket nedeniyle hareket planına gerek olmaması, kısa bekleme süreli olması,
- 10- Kolay ve ucuz bilet sağlanabilmesi.

II.2.2. İşletenlerin İsteddiği Özellikler

- 1- Büyük kapasite-büyük birimler
- 2- Yüksek hız-az taşıt
- 3- Hava koşullarına bağlı olmama
- 4- Hatasız çalışma
- 5- Yedek birim bulunması
- 6- Çabuk ve basit şebeke geniletilmesi, gerektiğinde ayakta durulan yerlerin oturulabilir duruma sokulabilmesi
- 7- Az personel olması, sürücüsüz otomatik olması
- 8- Bakım kolaylığı; basit teknik, az bakım yerleri
- 9- Bakım kolaylığı, çabuk temizleme
- 10- Kuruluş giderinin azlığı, basit yapı
- 11- Az enerji; enerjide ekonomi, iyi bir verim

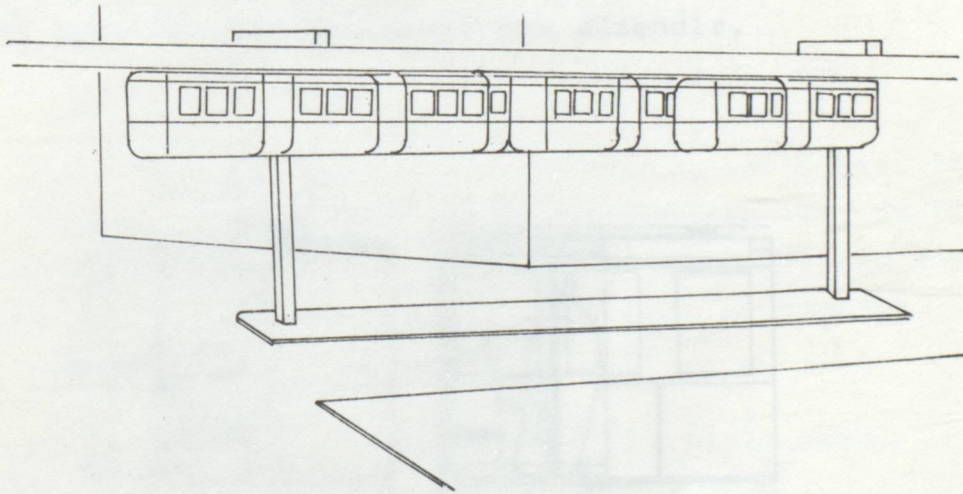
II.2.3.Dışarıda Kalanların İsteddiği Özellikler

- 1- Taşıtın dışındakiler için tehlikesiz olması,
- 2- Taşıtın dışındakilere engel olmayan kendine özgü bir trafik alanı yolu olması,
- 3- Etrafa eksoz gazı bırakmaması,elektrikli tahrik düzeni olması,
- 4- Gürültüsüz olması,
- 5- Hiçbir bozucu büyüklüğünün olmaması,Örneğin;televizyon ve radyo yayınlarına bozucu bir etki yapmaması,
- 6- Estetik yönünden kentin görünümünü güzelleştirici olması,
- 7- Yapım süresi ve trafik düzenine engel oluşunun kısa süreli olması.

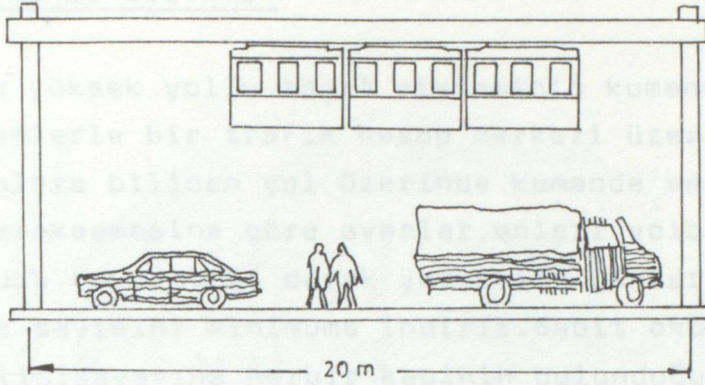
II.3.Yüksek Yollu Taşıt Düzeni (H.Bahn)

II.3.1. Özellikler

Yüksek yollu taşıt düzeni otomatik çalıştırılan bir kabin sistemidir.Sekiz kişilik tek kabinler veya 3 adet tek kabinli taşıt sık aralıklarla ve önceden belirtilen doğrultularda şebekenin her hattında çalışırlar.



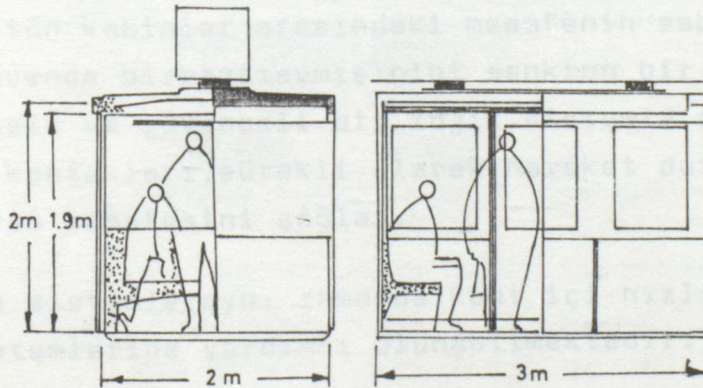
Şekil : 5



Şekil : 6

Yüksek ve ince yolların monte edilmesi kolaydır ve yapımı diğer taşıt sistemlerinin akışını pek etkilemez. Taşıt tümüyle basit olup, bakımı kolaydır. Yalnızca 2 tekerlek kabini taşır ve hareket ettirirler. Harekete, 35 km/h'lık bir sabit hız sağlayan senkron lineer motor verir. Magnetik kuvvetinin etkisi ile, aynı zamanda tekerleklerin kısmen yükten kurtulmasına ve kabinin yana sallanmasına karşın bir dengeleme sağlar.

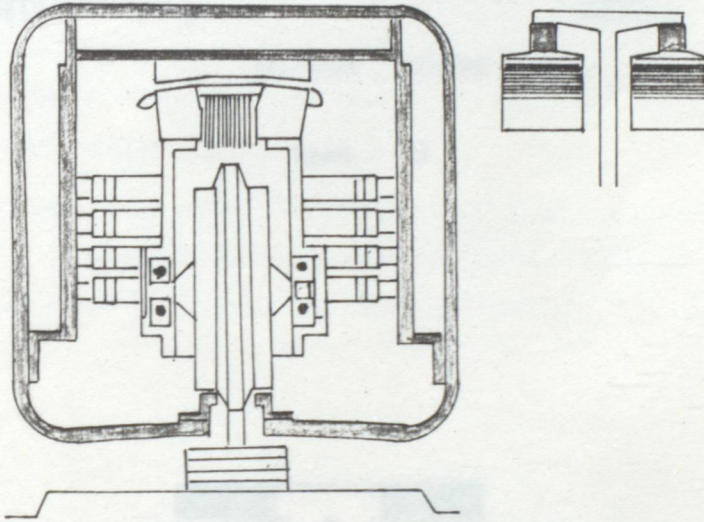
Makası sabit mıknatıslarla ve kabinin dingilindeki bir düzen ile çalışır. Bu bölümün her bir kabin için önceden ayar edilmesiyle, çeşitli doğrultularda sık aralıklı bir trafik sağlanır. Bu aynı zamanda güvenceli bir düzendir.



Şekil : 7

II.3.2. Kumanda Sistemi

Bu yüksek yollu taşıt sisteminin kumandasını merkezi ara sistemlerle bir trafik hesap merkezi üzerine alır. Bilgisayar, kabinlere bilinen yol üzerinde kumanda verir, sayılarını trafik gerekmesine göre ayarlar, onları yolcuların bilet almaları sonucu kaydettiği durak yerlerine gönderir. Yolcular için ara durak sayısını minimuma indirir. Sabit okuma cihazları trafik bilgisayarına her bir kabinin bulunduğu yeri bildirir, yolcu sabit magnetik bantlar üzerinden düzgün aralıklarla bulunduğu yeri öğrenir.

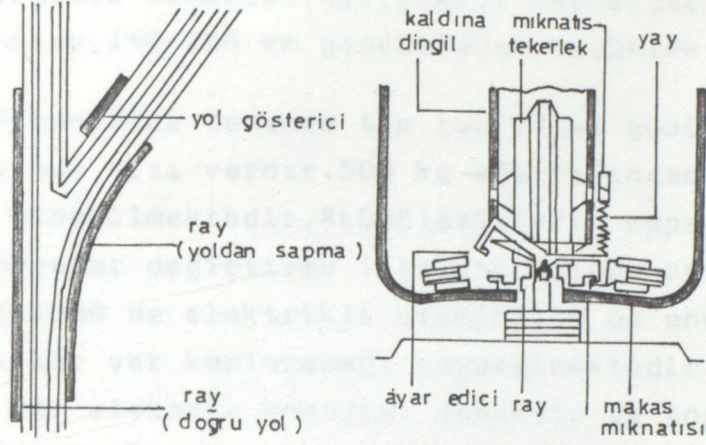


Seyr köprüsü ve dingile ait kesit

Şekil : 8

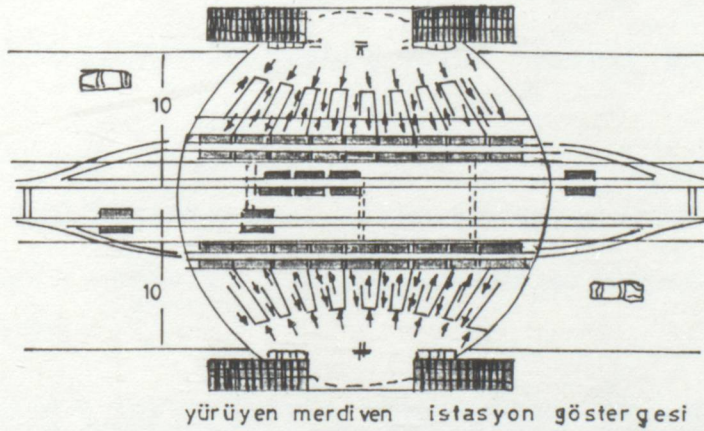
Bütün kabinler arasındaki mesafenin sabit tutulabilmesine ait güvence birbanttaymış gibi senkron bir şekilde elde edilir. Basit ve güvenceli bir lojik sistemle çalışan elektronik tekerlek kontakları, sürekli olarak, hareket durumundaki kabinin mutlak fren mesafesini sağlar.

Bu sistemle, aynı zamanda kent içi hızlı taşıt yeraltı taşıt sistemlerine yardımcı olunabilmektedir.



Güvence düzenli makas

Şekil : 9



Bir büyük duragın yapımı ile ilgili düzenleme

Şekil : 10

II.4. Elektrikli Otomobil Düzeni

İsviçre'de geliştirilen elektrikli otomobilin tahrik motoru serbest uyarımlı bir doğru akım motorudur. Kumandası kayıpsız, tristor kumandalıdır. Enerji kaynakları 60 Wh/kg kapasitesinde olup, 150-200 km gidebilecek büyüklüktedir.

Almanya'da denenen tip ise 17 kW gücündedir. 75 km/h'lik bir maksimum hızı vardır. 500 kg ağırlığındadır ve 15 km'lik bir yol gidebilmektedir. Akümülatörlerin kapasitesi 32 Wh/kg'dır. Bataryalar değiştirme istasyonlarında anında değiştirilmektedirler. 1988 de elektrikli otomobilin bu endüstri kolunda % 10 luk bir yer kaplayacağı öngörülmektedir. Bu ise senede 10 TWh'lık bir elektrik enerjisi demektir ve toplam senelik enerji gerekmesinin % 2 si olmaktadır. Diğer bir görüşe göre de 1990 da yine Almanya'da senelik elektrikli otomobil üretimi 100.000 adet olacaktır.

Ayrıca, ray üzerinde hareket edebilen lastik tekerlekli elektrikli otomobiller düşünülmektedir. Saatte 20 000 yolcu taşıyabileceği ve otomatik olarak çalıştırılacağı öngörülmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KENTLERDE ETÜDÜ ÖNGÖRÜLEN YAKIN MESAFE ULAŞIM SİSTEMLERİ

I- OtobüsI.1. Giriş

Otobüs, sadece trafikte seyreden ve durma yeri bir direktle belirlenen bir araç olmaktan öteye, kullanım sınırlarını henüz ulaşılmamış ve geliştirilmesi devam etmesi gereken bir toplu taşıma aracıdır. Araç, yol/durak ve işletme unsurlarıyla geliştirilen otobüs trafik sistemi, planlama durumuna göre her işletmenin ihtiyacına cevap verebilecek bir bütün haline getirilebilir. Bu nedenle raylı taşıma araçlarına göre büyük bir avantaj olup alınan her önlem kısa zamanda devreye sokulabilir ve sistem kademeli olarak tevsii edilebilir. Ekonomik şartların iyi olmadığı ve büyük kamu yatırım finansmanının zor olduğu zamanlarda, otobüsün otobüs trafik sistemine dönüştürülmesinde nisbeten küçük yatırımlarla büyük atraktivite elde edilebilir.

Konu ile ilgili özellikle aşağıdaki unsurlar ele alınacaktır:

- Araç büyüklüğü (minibüsten büyük hacimli körüklü otobüslere kadar)
- Araç tahriği (Dizel, duo, trolley, metanol, gazla çalışan otobüsler ve fren enerjisinin geri kazanılmasıyla çalışan otobüsler)
- Özel şerit otomatik kumanda sistemleri (mekanik ve elektronik yönlendirme)

I.2. Otobüsün Yakın Mesafe Ulaşım Aracı Olarak Rolü:

Günümüzde yakın mesafe ulaşımında otobüs yaygın olarak kullanılır. Endüstriyel seri üretimde güvenli ve ucuz geniş alanda veya bir hat boyunca kullanılabilen otobüsü her yerde kullanmak mümkündür. Değişmekte olan bir ulaşım talebine, otobüs hattı ağı, hızlı ve ucuz bir şekilde intibak ettirilebilir.

Kullanım aşamasında masraf çok azdır.

Ulaşımın yakın mesafe olması durumunda otobüs değişik görevleri üstlenebilir.

Şehirlerde:

- Tek başına hizmet verme
- Raylı ulaşım araçlarıyla görev paylaşımı

Ve ayrıca;

-Şehirlerin ve belediyelerin birbirine bağlanması ulaşımında otobüsün rolü devamlı artmıştır.Ağırlıklı pozitif yönlerine karşın işletme dezavantajları;

-Diğer ulaşım araçları tarafından trafik akışı açısından engellemeler

-Duraktaki gecikme,engelleme ve düzensizlikler

-Alt yapı eksikliği

I.3.Otobüs İşletmesinin Düzeltme Olanakları

Otobüsün olumlu yönlerinin kitlelere empozisi gereklidir. Daha rantabil olduğu aktarılmalıdır.

Yolcuya yönelik olarak,aşağıdaki noktalarda yapılacak düzeltmeler ile çekiciliğinin arttırılması gereklidir.

- Yolculuk süresi
- Yolculuk seyir hızı
- Aktarma bağlantıları
- Bekleme süreleri
- Hava koşullarından korunma imkanları
- Dakiklik ve güvenilirlik
- Erişebilme olanağı
- Başka taşıtlara bağlantı güvencesi
- Yolculuk rahatlığı

Verimliliğin yanı sıra güvenlik ve ekonomik koşullarda işletmeyi ilgilendirmektedir.Konuyla ilgili önlemler;

- Engellerin hafifletilmesi(Duraklarda,kavşaklarda ve trafik

lambalarının bulunduğu yerlerdeki engeller vb.gibi..)

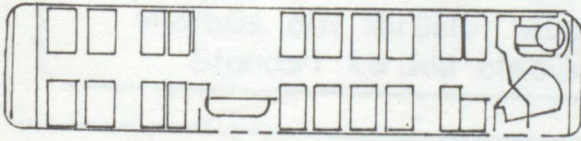
- Düzeneklerin amaca uygunluğu
- Otobüs duruşlarındaki işletim aksamaları
- Özel yollar
- Kılavuz sistemleri
- Değişen ulaşım talebine, otobüs hatlarının oluşturduğu ağına adapte edilmesi.

Bir sistem seçimini kolaylaştırmak için, otobüsler sık sık raylı ulaşım araçları ile kıyaslanır. Kıyaslama, yolcular ve kamu bakış açısından kriter çokluğu, masraflara ve kalite ile ilgili karakteristiklerden dolayı işletmecilerce güçleşir.

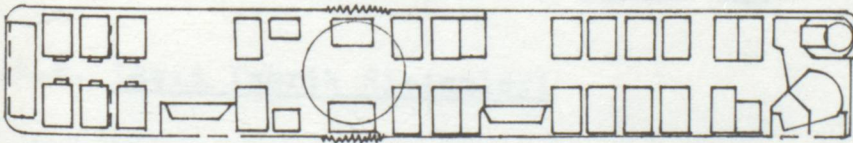
Şekil-11 'de ulaşım araçlarımızın kademelendirilmesi şematik olarak görülmektedir.

Şekil-12 'de ise çeşitli düzenlemeler yapılması halinde ortaya çıkan gelişmeler gözlenebilir.

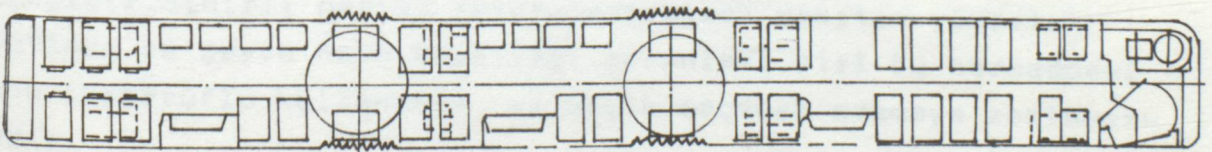
Dolayısıyla ulaşım aracı olarak otobüsten değil, ayrı ayrı öğelere ayrılmış bir otobüslü ulaşım sisteminden söz edilmektedir.



Standart şehir içi otobüsü



Standart körüklü otobüs



Standart büyük hacimli körüklü otobüs

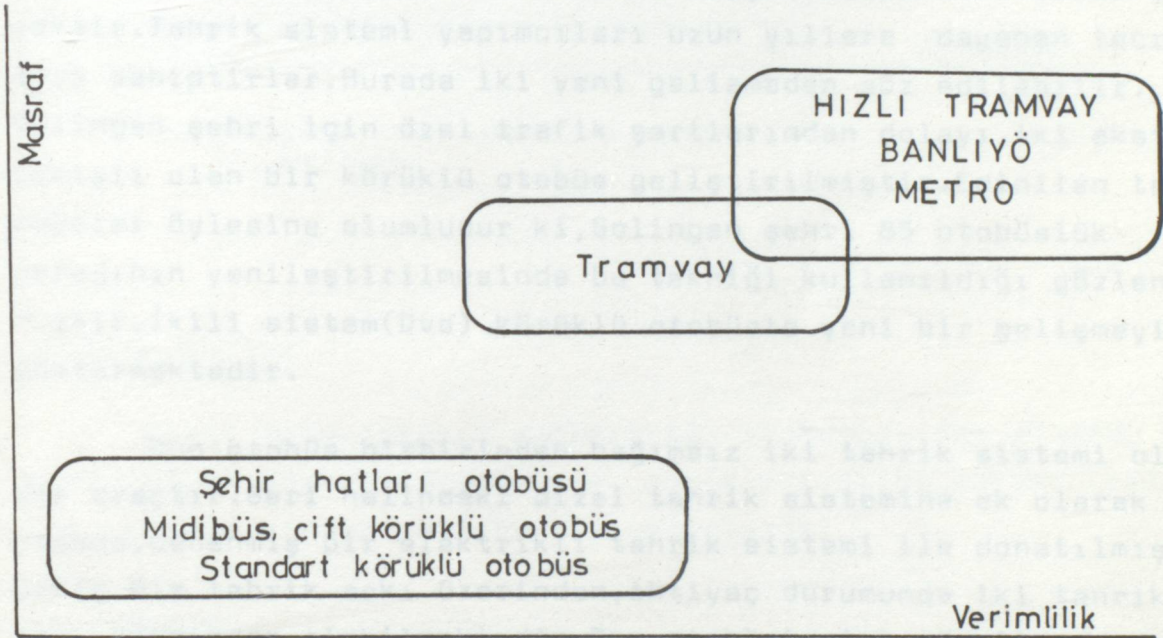
I.4. Otobüs Ulaşım Sistemindeki Düzenlemeler

I.4.1. Araç Büyüklüğü

Şehiriçi toplu taşımacılıkta yer alan bütün öğeleri içermektedir.

- | | |
|-------|----------|
| -Araç | -Durak |
| -Yol | -İşletme |

Aracın büyüklüğü otobüs hattının verimliliğine bağlı olarak arttırılabilir.



Şekil:12 Şehiriçi toplu taşımacılıkta çeşitli ulaşım araçları için masraflar ve verimlilik arasındaki ilişki.

I.4.2. Taşıt Tahrik Sistemleri

Dizel tahrik sistemi ile çalışan araçlar yaklaşık 80 yıllık bir geçmişe sahiptir. Bu, ekonomik ve güvenilir olmanın ölçüğüdür. Sınırlı petrol rezervleri, dizel yakıtın yükselen fiyatları ve çevre hava kirliliği sorunları bizi bu hammaddeyi daha tasarruflu kullanmaya ve başta seçenek aramaya zorlamaktadır.

Ekonomiklik, emniyet güvenilirlik ve hava kirliliği gözönüne alındığında taşıtlar için 10 yılda enerji durumu aşğıdaki tedbirlerle düzeltilebilir.

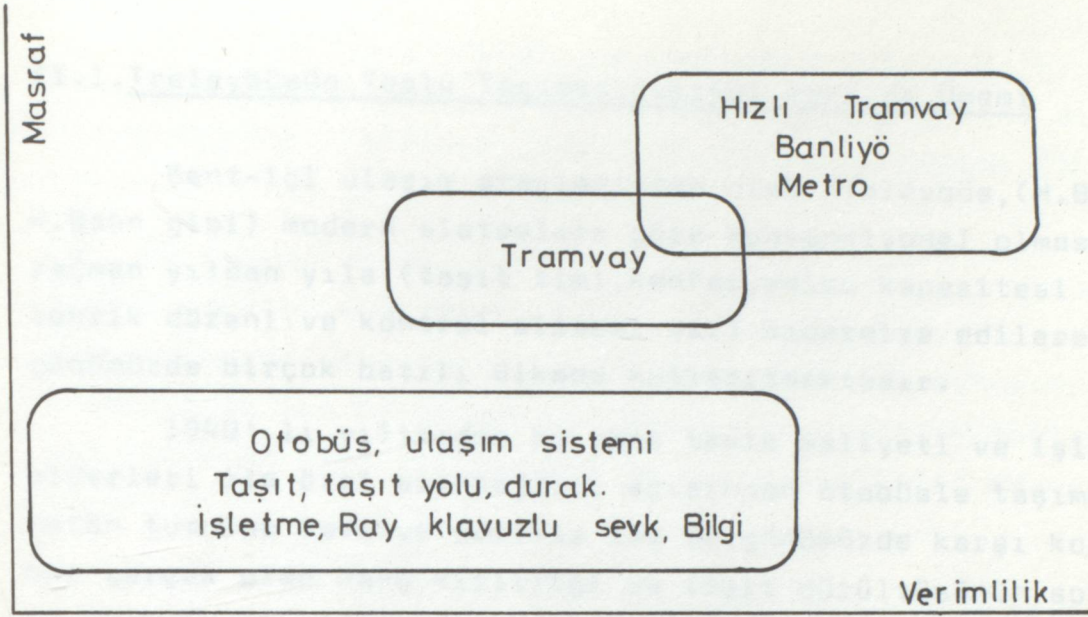
- Dizel motoru ve şanzımanın optimal hale getirilmesi
- Enerji geri kazanmalı tahrik sistemleri
- Diğer yakıt seçenekleri
- Elektrikli tahrik sistemleri

I.4.3. Elektrikli Tahrik Sistemleri

Uzun ömürlüdür, fazla bakım gerektirmez ve çevre kirlenmesine olumsuz katkıda bulunmaz. Buna karşın masrafları biraz yüksektir. Tahrik sistemi yapımcıları uzun yıllara dayanan tecrübeye sahiptirler. Burada iki yeni gelişmeden söz edilebilir. Solingen şehri için özel trafik şartlarından dolayı, iki akstan çekişli olan bir körüklü otobüs geliştirilmiştir. Edinilen tecrübeler öylesine olumludur ki, Solingen şehri 85 otobüslük garajının yenileştirilmesinde bu tekniği kullanıldığı gözlenmiştir. İkili sistem (Dvo) körüklü otobüste yeni bir gelişmeyi göstermektedir.

Duo otobüs birbirinden bağımsız iki tahrik sistemi olan bir araçtır. Seri halindeki dizel tahrik sistemine ek olarak otobüs, denenmiş bir elektrikli tahrik sistemi ile donatılmıştır. Çekiş bir tahrik askı üzerinden, ihtiyaç durumunda iki tanrik askı üzerinden olabilmektedir. Duo otobüslerini tünellerde ve şehir merkezlerinde egzost gazı olmadan, açık alanda ve kenar bölgelerde ise, "havai hatsız) olarak dizel ile işletmek mümkündür.

Bu yöntem sayesinde aktarma yapmaya gerek kalmaz. Hareket halindeyken dizelden elektrikli tahrik sistemine ya da ter yönde hızlı bir geçişin sağlanabilmesi için, şöför mahallinden kumanda edilebilir, kendinden çalışır cereyan alıcılar monte edilir.



Şekil:13 Otobüs ulaşım sistemi ile verimliliğin artırılması.

I.4.4. Durak/Yol

Hızlı tramvayların verimliliği ve kamuoyunda gördüğü büyük rağbet önemli ölçüde durak tesisleri, bilgi edinme sistemleri ve özel otobüs yolları ile belirlenir.

I.4.5. İşletme

Uzun vade de çok kârlı bir yatırımdır.

II- Trolleybüs

II.1. Trolleybüsün Toplu Taşımacılıktaki Yeri Ve Önemi

Kent-içi ulaşım araçlarından olan Trolleybüs, (M.Bahn, H.Bahn gibi) modern sistemlere göre konvansiyonel olmasına rağmen yıldan yıla (taşıt tipi, konfor, yolcu kapasitesi artımı, tahrik düzeni ve kontrol sistemi vs.) modernize edilerek halâ günümüzde birçok batılı ülkede kullanılmaktadır.

1940' lı yıllardan bu yana tesis maliyeti ve işletme giderleri ile özel avantajları açısından otobüsle taşımacılık üstün tutulup tavsiye edilmiş ise de, günümüzde karşı konulamaz bir gerçek olan hava kirliliği ve taşıt gürültüsünün sosyolojik ve psikolojik olarak insan üzerindeki olumsuz etkileri dikkate alındığında, trolleybüs özellikle büyük şehirlerde ve turistik bölgelerde önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

İnsan unsurunun (özellikle sağlık açısından) dikkate alınmayarak yalnız maliyetlerin gözönünde tutulmasıyla kurulan ve insanların hizmetine sunulan ucuz kentiçi ulaşım sistemlerinin, netice verdikleri sorunlar bakımından, giderek barışın egemen olduğu ve insan unsurunun önem kazandığı bir dünyada tasvip edilmesi düşünülemez.

II.2. Trolleybüsün, Otobüs Ve Tramvayla Karşılaştırılması, Üstün - lükleri ve Sakıncaları

İstanbul gibi büyük şehirlerde trolleybüs, sözkonusu sorunların giderilmesi bakımından tekrar incelenip bazı güzergâhlarda tekrar işletmeye konulması gerekli bir taşıttır. Zira, taşıt hacmi kısıtlı hale gelmiş bu gibi büyük şehirlerde paralel yolların olmayışı veya kısıtlı oluşu nedeniyle tramvay gibi alt yapı (ray montajı vs.) esnasında trafiği aksatacak bir sisteme göre kuruluş esnasında oldukça avantajlıdır. Ayrıca taşıtın yapısı dolayısıyla, işletme sıralarında (otobüs yerine işletmeye konursa) fazladan bir bakım personeline gerek duyulmayacaktır. Çünkü, trolleybüs bir nevi otobüstür.

II.2.1. Üstünlükleri

1- Trolleybüs, otobüsün yolcular için sağladığı konforu aynen, hatta fazlasıyla sağlamaktadır. Yolcu kapasitesi de en az bir otobüsünki kadardır. (Şekil-16 ve 17 bu konuda fikir verebilir).

2- Normal duruş ve kalkışlarda (Şekil-16 den anlaşılacağı üzere) kontrol-kumanda sistemi yardımıyla trolleybüsün ivmesinin yumuşatılarak yolcuların konforuna katkısı sözkonusudur. Otobüslerde ise bu operasyon düzenli bir şekilde sağlanamadığından yolcular üzerinde olumsuz psikolojik etkiler meydana gelmektedir.

3- Sıkışık şehiriçi trafiğinin bir cilvesi olarak ani duruşlarda yapılması gerekli frenlemelerde mekanik frene ek olarak motor freni mevcut olduğundan kaza yüzdesi azaltılarak, daha güvenli bir taşıma sağlanmaktadır (Şekil-16 ve 17 inceleyiniz).

4- Tramvayla gerçekleştirilemeyen araç sollama gibi manevralar trolleybüs ile mümkündür.

5- Otobüslerin meydana getirdiği hava kirliliği ve gürültü, trolleybüsler için sözkonusu değildir.

6- Çeşitli ekonomik ve siyasi veya zorunlu istikrarsızlıklar sonucu ortaya çıkacak akaryakıt sıkıntısından trolleybüs otobüs gibi etkilenmez.

7- Enerji besleme hattının montajından başka tramvaydaki gibi ray döşeme problemi yoktur.

8- Trolleybüslerde verim yüksek olacağından yüksek hızlara çıkılması sözkonusudur. (Şekil- 16 ve 17 'a göre). Böylece trafiğin akış hızına katkıda bulunulur.

9- İnişli-yokuşlu güzergâhlarda, yokuş-aşağı inerken faydalı (regenerative) frenleme yapılarak yokuş-çıkan (fazla enerji alan) trolleybüslerin fazla enerji ihtiyacı büyük ölçüde karşı -

(Özellikle turistik mahallerde) acilen işletmeye konulması kaçınılmazdır. Zira, otobüsle yapılan toplu taşıma işleminin neden olduğu sorunlar, hem şehrin yerlileri ve özellikle taşradan gelenler için fiziksel ve ruhsal yorgunluk kaynağıdır. Gelecekte toplumun önemli kişileri olacak üniversite ve diğer okul öğrencileri (özellikle taşralılar), bu sorunlardan olumsuz yönde büyük ölçüde etkilenmektedir. Ayrıca bu sorunların olumsuz katkılarıyla iş hayatında verimi düşürdüğü bir gerçektir.

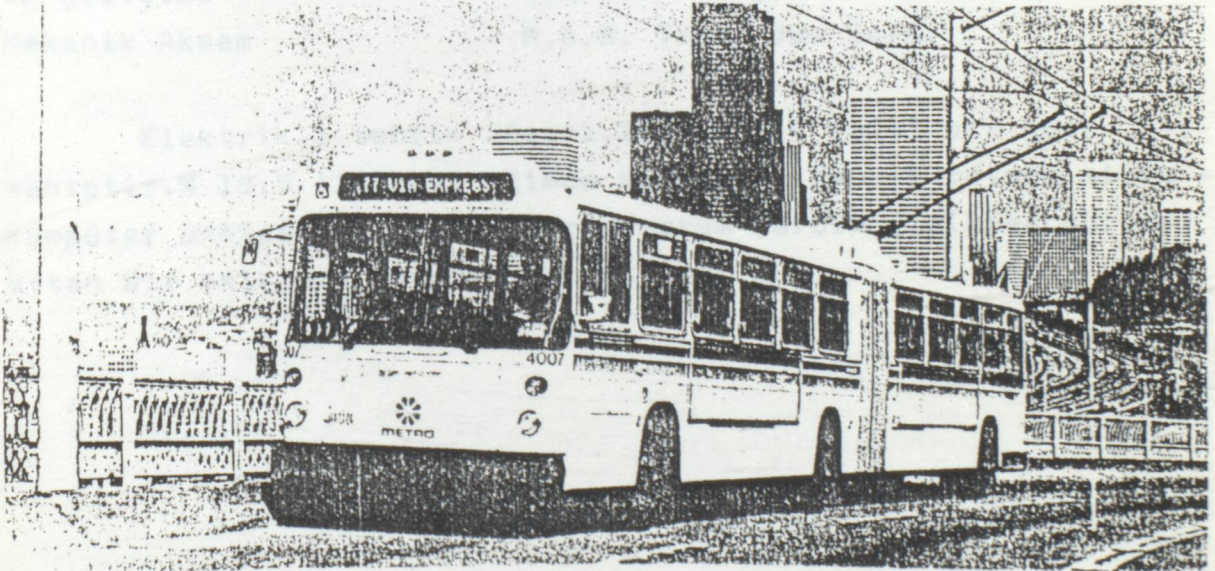
Bir turistin dinlenmek için geldiği bir yerden, (tüm bu sorunlar yüzünden) yorgun gittiğini düşünmek, şehircilik açısından son derece üzücüdür.

İşte adı geçen bütün bu problemler, mahalli olmaktan öte giderek milli problemler haline dönüşmektedir. Çözüm için ilk hamle, tercihen trolleybüs olmalıdır.

Günümüz şartlarına uygunluğu gözönüne alınarak, Seattle (USA) için projelendirilen (Şekil-14, 15, 16 ve 17 'u kapsayan ek) körüklü trolleybüs tavsiye edilebilir.

II.2.4. Karakteristik Veriler

Örnek:



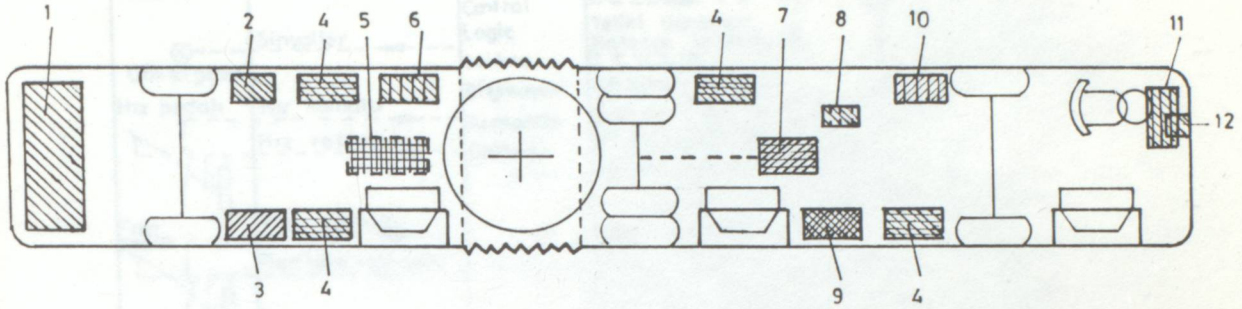
Şekil- 14

Konstrüksiyon tipi	3-dingilli körüklü trolleybüs
Hat Gerilimi	680 VDC (min.400 V,max.750 V)
Tahrik Motoru gücü	200 kW (28 km/h'de)
Kumanda Düzeni	Rotor ve alan devresi için mikrokompüter kontrollü tristör kıyıcı
Frenler	Hat geriliminden bağımsız kombine faydalı ve dinamik (regeneratif-reostatik) fren havalı fren
Max.hız	64 km/h (40 mph)
Hızlandırma İvmesi	1.56 m/s ² (limit % 3'e kadar eğimlerde mümkün)
Frenleme İvmesi	1.1 m/s ² (yalnız elektriksel)
Tırmanma Kabiliyeti	% 18.5 (tam yük+0.3 m/s ² ters ivme)
Dişli oranı,tahrik dingilli	11.12 : 1
Dinamik Lastik çapı	1.108 m.
Net Ağırlık (yüksüz)	18.4 t
Taşıtın Eni	2.590 mm (102 inch)
Taşıtın Boyu	18.288 mm (60 feet)
Yolcu Kapasitesi	66 oturan,20 ayakta
Tahrik sisteminin temini ve gelişimi	Siemens AG ve Siemens Energy Automation
Mekanik Aksam	M.A.N. Truc Bus Corp.

Elektrikli tahrik düzeni,200 kW'lık daimi bir güce sahiptir.% 18.5 'luk bir eğimde kalkarken tahrik motoru,mikro - kompüter ünitesindeki özel bir program yardımıyla(kısa sürede) artan bir kalkınma momenti geliştirir.

II.2.5. Çalışma Devre Şeması.Karakteristik Eğriler.

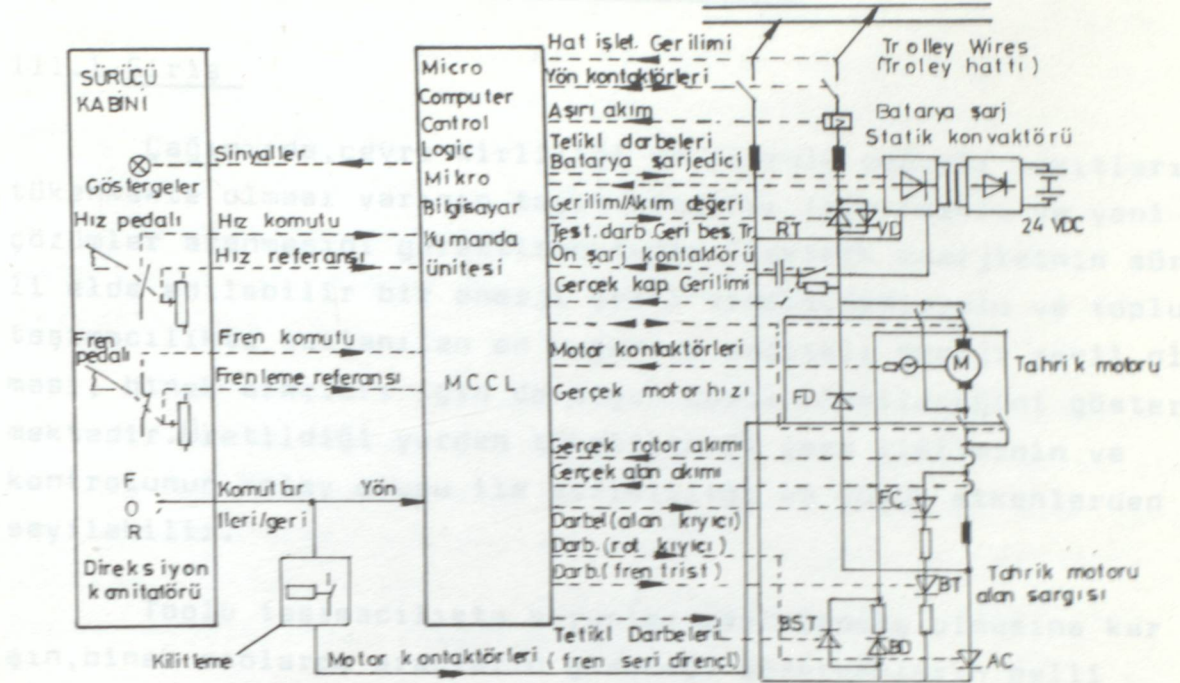
Örnek:



Şekil-15 Elektrikli Düzenin Yerleşimi.

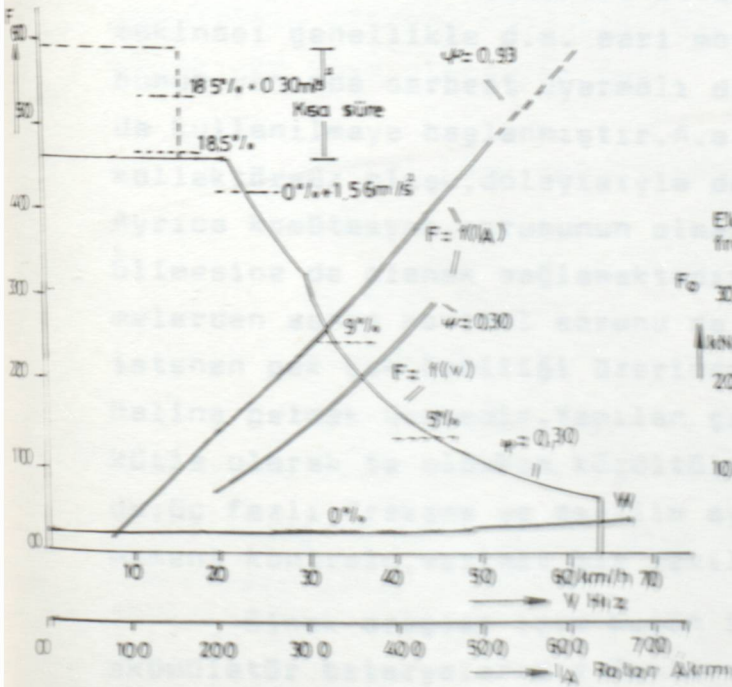
- 1- Arka Donanım grubu (kıyıcı ünitesi,batarya şarjedicisi,MC kumanda ünitesi,reaktör serisi,direnç ünitesi,donanım panoları,ana havalandırıcı,24 V yardımcı havalandırıcı),
- 2- Motor kontaktör ünitesi,
- 3- Hat Kapasitör ünitesi,
- 4- Alt Isıtıcılar,
- 5- Çatı Donanımı Ünitesi,
- 6- Kompresör,
- 7- Tahrik Motoru,
- 8- Tahrik motoru havalandırıcı,
- 9- Batarya Bölümü,
- 10-Servo direksiyon için 24 V servo düzeni,
- 11-Gösterge Panosu,
- 12-Hız Ve Fren Pedalları.

11- Elektrikli Otomobiller ve Mini Otobüsler



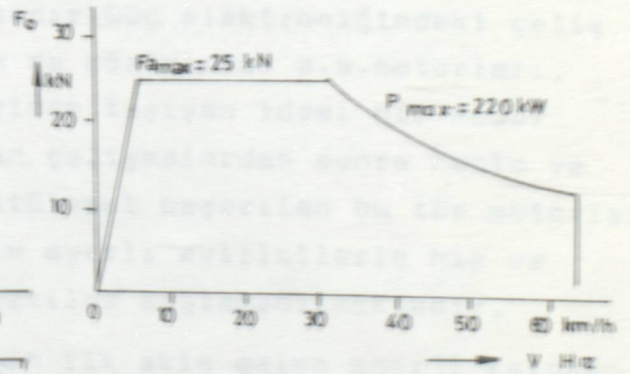
Şekil:16

Çer kuvveti



PERFORMANS EĞRİLERİ

Elektriksel fren kuvveti



Şekil: 17

III- Elektrikli Otomobiller Ve Minibüsler

III.1. Giriş

Çağımızda, çevre kirliliği ve petrole bağımlı yakıtların tükenmekte olması yarının taşıt araçları için farklı ve yeni çözümler aranmasını gerektirmektedir. Elektrik enerjisinin sürekli elde edilebilir bir enerji şekli olması, demiryolu ve toplu taşımacılıkta kullanılan en uygun ve sağlıklı enerji şekli olması, binek araçları için de uygun çözüm olabileceğini göstermektedir. Üretildiği yerden tüketileceği yere iletiminin ve kontrolünün kolay oluşu ile verimliliği en büyük etkenlerden sayılabilir.

Toplu taşımacılıkta sorunlar çözümlenmiş olmasına karşın, binek otolarda araçların gideceği güzergâhların belli olmaması, bazı sorunlar ortaya koymaktadır. Bu türlü araçların enerji, kaynak ve depolarını; beraberlerinde taşıma zorunlulukları, günümüz için çözümlenmesi gereken en büyük sorundur. Henüz tam olarak çözümlenmeyen bu sorun için, çeşitli yollar ve yöntemler denenmektedir.

Günümüze dek, elektrikli araçlarda kullanılan tahrik makinası genellikle d.a. seri motoru olmuştur. Şimdilerde ise, bunun yanında serbest uyarmalı d.a. motorları ile a.a. motorları da kullanılmaya başlanmıştır. A.a. motorlarının en büyük yararı, kollektörsüz oluşu, dolayısıyla da az bakım gerektirmesidir. Ayrıca komütasyon sorununun olmaması devir sayılarının yükselebilmesine de olanak sağlamaktadır. Güç elektroniğindeki gelişmelerden sonra kontrol sorunu da çözümlenen a.a. motorları, istenen pek çok özelliği üzerinde taşıyan ideal bir motor haline gelmek üzeredir. Yapılan çalışmalardan sonra hacim ve kütle olarak ta oldukça küçültülmesi başarılan bu tür motorlarda, üç fazlı, frekans ve gerilim ayarlı eviricilerle hız ve moment kontrolü, verimli bir şekilde sağlanabilmektedir.

Binek araçlar için bugün ilk akla gelen enerji kaynağı akümülatör bataryalarıdır. Bunların kütle ve hacim olarak büyük olmaları ve sık sık bakım gerektirmeleri, iyileştirilmesi gere-

ken olumsuz yönlerdi. Bu konu üzerindeki çalışmalar oldukça hızla ilerlemekte, umut veren sonuçlar elde edilebilmektedir. Bataryaların enerji depolayan kaynaklar olduğu gözönüne alındığında, araçların beraberlerinde taşıyabilecekleri, elektrik enerjisini üreten kaynakların araştırılması yoluna gidilmiştir. Önümüzdeki yüzyıl için, kullanılabilir duruma gelmesi söz konusu olabilecek kaynaklar olarak, güneş pilleri, atom pilleri ve daha yakın bir gelecek için sözkonusu olabilen yakıt pilleri geliştirilmektedir.

Bugün elektrik enerjisini depolama konusunda yeterince ilerlememesine karşın, bilinen klasik bataryalar ve tahrik sistemleri ile çalışan, deneme ve geliştirme safhasında olan, şehir içi servis otoları kullanılmakta, dinlenme, gezi ve bazı spor alanlarında, doğaya hiçbir zararlı etkisi olmayan elektrikli taşıt araçlarından yararlanılmaktadır.

III.2. Elektrikli Otomobillerin Yapısı

Elektrikli ulaşım araçları çeşitli amaçlarla ve çeşitli şekillerde tasarlanmakta, üretilmektedir. Buna rağmen hepsinde ortak olan bir tahrik motoru, motora kumanda eden bir sistem ve motorda üretilen hareketi tekerleklere ileten mekanik bir hareket iletim elemanı mevcuttur. Özel olarak, bir elektrikli otomobilde yer alan elemanlar ise;

Enerji Depolama Birimi,

Tahrik Motoru,

Kontrol Birimi,

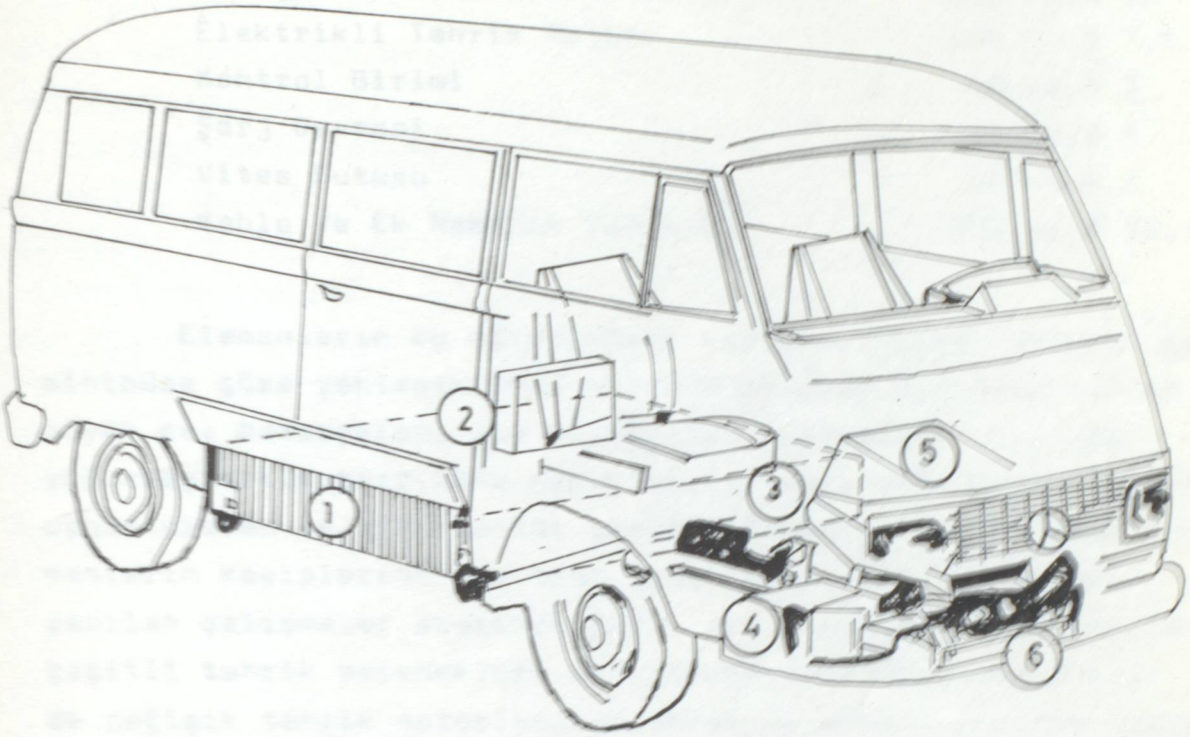
Şarj Birimi,

Moment değiştirici ve debriyaj,

olarak başlıklar halinde ele alınabilir.

Aşağıda, üretilmekte olan elektrikli bir minibüs ve ana elemanları gösterilmiştir.

şeklidir:



- 1- Tahrik bataryası
- 2- Yardımcı batarya için sarj devresi
- 3- Tahrik motoru
- 4- Ek endüi kontrol devresi
- 5- Elektronik kontrol devresi
- 6- Fren ve dümen sistemi için servomotor

Şekil-18

- 1- Tahrik Bataryası,
- 2- Yardımcı Batarya için Şarj Devresi,
- 3- Tahrik Motoru,
- 4- Ek Endüi Kontrol Devresi,
- 5- Elektronik Kontrol Devresi,
- 6- Fren ve Dümen Sistemi için Servomotor,

Bugünün teknolojisi ile üretilen ve halen pekçok yerde, özellikle servis amacıyla, şehir içi trafiğinde kullanılan elektrikli minibüslerin, tahrik elemanlarının, tahrik için kullanılan tüm elemanların toplam ağırlığı içindeki oranları yaklaşık

şöyledir:

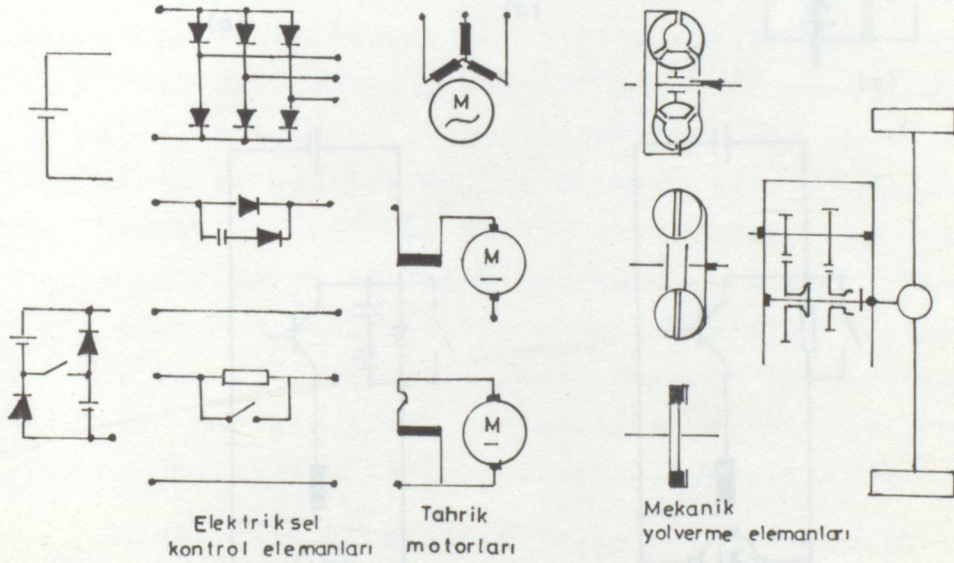
Enerji Depolama Birimi (Bataryalar)	:	1100 kg, % 70
Elektrikli Tahrik Motoru	:	120 kg, % 7,6
Kontrol Birimi	:	46 kg, % 3
Şarj Devresi	:	64 kg, % 4
Vites Kutusu	:	46 kg, % 3
Kablo Ve Ek Mekanik Parçalar	:	200 kg, % 12,4

Elemanların bu ağırlıkları ile araç, diesel motorlu bir minibüse göre yaklaşık 1400 kg daha ağırdır. Bunun içinde en büyük pay bataryalara ait olduğu için çalışmalar o yönde yoğunlaştırılmıştır. Daha düşük ağırlıkları elde etmek için en uygun sistem ve uygulamalar araştırılmaktadır. Kullanılan elemanların kayıplarını azaltmak motor kütlesini düşürmekte yapılan çalışmalar arasında büyük yer tutmaktadır. Bu amaçlarla çeşitli tahrik seçenekleri sunulmakta, denenmektedir. Şekilde değişik tahrik motorları, yol verme ve moment çevirme araçları ile güç kaynağı-tahrik motoru arasındaki devreler gösterilmiştir. Farklı hız ve gerilimler için yol verme araçları da farklı şekillerde düzenlenir. Bir elektrik motorunun uzun süre çok düşük hızlarda, yüksek akımlarla çalışması aşırı yorulmasına neden olacağından, kullanılan motor türü her ne olursa olsun yol verme araçları ve moment çeviriciler zorunlu olmaktadır.

Şekil-19 'de üstte üç fazlı senkron veya asenkron motor gösterilmiştir. Batarya çıkışındaki doğru gerilim, bir evirici yardımı ile üç fazlı alternatif akıma çevrilerek motora uygulanmaktadır. Motorun devir sayısı, evirici frekansı ayarlanarak değiştirilirken, yol almada gerilimde ayarlanabilmektedir. Az bakım gerektirmesi, kollektör sorunları olmayışı ve yapısının basitliği nedeniyle tercih edilen bu motorlarda, bu kez, yarı iletken giderleri yükselmektedir. Eviricinin, komütasyondan doğan olumsuz bir yönü de, 200 V batarya gerilimi altındaki gerilimlerde verim çok düşmektedir. Verimin düşüklüğü, zaten sorun olan enerji depolanmasına, depolanan enerjinin kayıplara harcanması yolu ile ek olumsuzluklar getirmekte, basit yapılı asenkron motorların bu olumlu yönü, olumsuzluklar

yanında pek bir anlam taşımamaktadır.

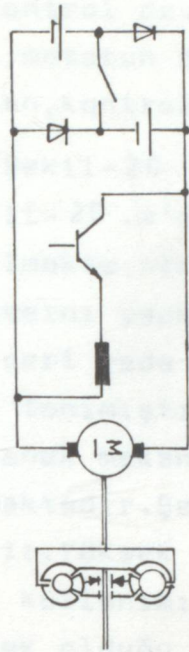
asimetrik olarak yüklenmektedir. Bataryalar aynı hız gruplarına ayrılarak Klasik kullanımda, akım-moment karakteristiğinden dolayı sürekli karşılaşılan d.a. seri motorda, uyarma akımı ile endüi akımı aynıdır. Şönt motorda, endüi ile uyarma akımları farklı olduğundan, uyarma devresi akımı daha kolay ve ucuz kontrol edilebilir. Seri motorda kontrol edilecek akım, endüi ve uyarma akımları toplamı olduğu için pratik değildir. Uyarma devresi gerilimi küçük, akımı büyük olması, endüi akımından bağımsız kontrolünü olanaksız kılmakta, ayar yalnızca kaynak geriliminin, bir kıyıcı yardımıyla değiştirilmesi şeklinde mümkün olabilmektedir. Aynı uzaklık ve aynı yolcu sayısı için, faydalı frenlemeye geri kazanılan enerji, seri motora göre % 5 daha fazla olurken, seri motor ve kontrol sisteminin enerji harcamasında % 9'luk artış gözlenmiştir.



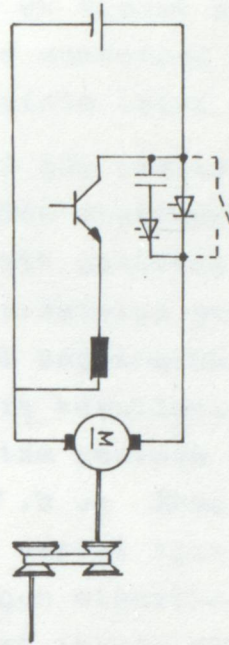
Şekil-19 Tahrik Elemanları

Bataryalar ikiye ayrılarak, bunlar seri veya paralel bağlanarak hız sınırı genişletilebilir. Düşük hızlar için, düşük gerilim-yüksek akım sistemini çok daha rahat ve uygun bir şekilde karşılamak olanağı sağlar. Diyotlar yardımıyla, batarya bölümleri,

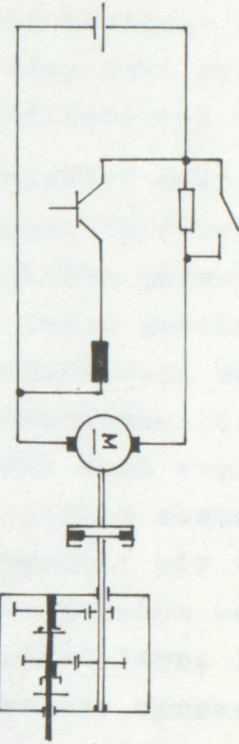
simetrik olarak yüklenmektedir. Bataryalar, daha fazla gruplara ayrılarak,



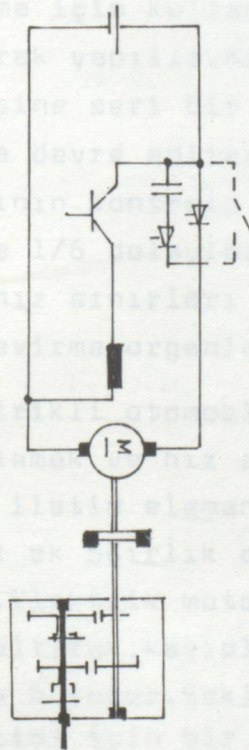
(a)



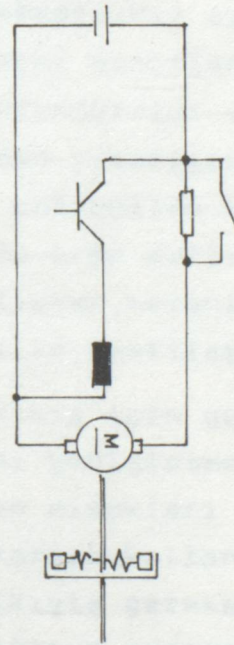
(b)



(c)



(d)



(e)

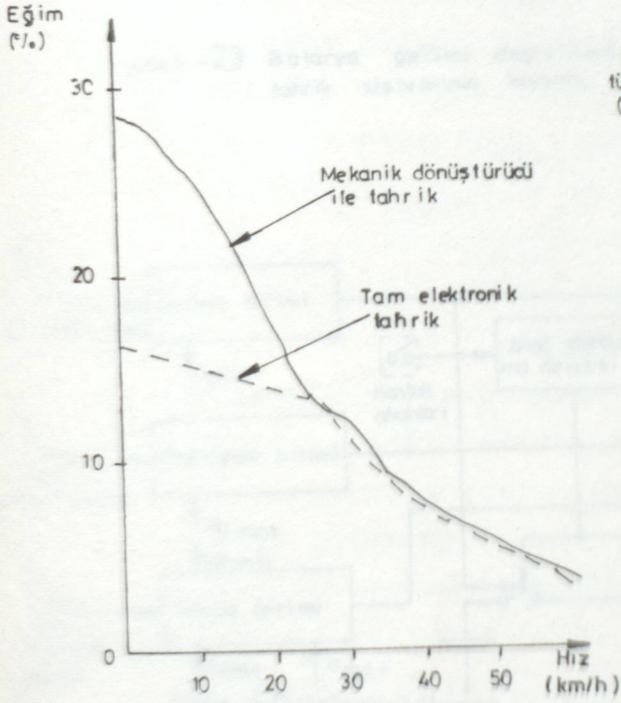
Şekil-20 Elektrikli Araçlarda Güç İletim Elemanları.

daha farklı gerilim değerleri elde etmek olanaklıdır.Örneğin, dört bölüme ayrılan bir batarya grubu ile üç değişik gerilim elde edilebilir.Bunun için 6 diyot ve 3 anahtar gerekli olmaktadır.Kontrol devresine ek olarak böyle bir sistemin de kullanılması,motorun devir ve momentine daha kolay etki edilmesini sağlarken,kontrol devresinin işini de basitleştirmiş olmaktadır.

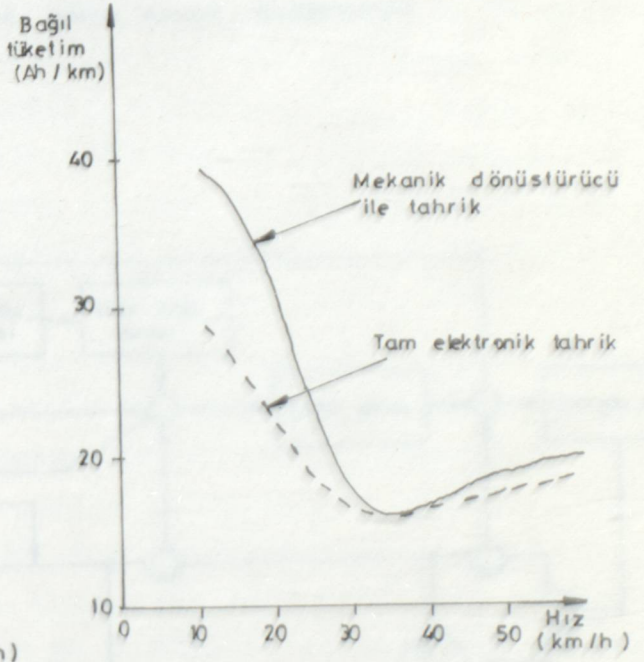
Şekil-20 çeşitli güç iletim sistemlerini göstermektedir.Şekil-20 .a'da görülen sistemde hız ayarı için uyarma alanı kullanılmakta,hidrodinamik çevirici de kalkışta gerekli moment ayarlamasını yapmaktadır.Batarya grupları ikiye ayrılmıştır ve bunlar seri yada paralel bağlanarak hız sınırlarını değiştirme olanağı tanımıştır.Kalkış koşullarını iyileştirmek için diğer bir seçenek mekanik sistem yanında bir endüi akım kısıyıcısı da kullanılmaktadır.Şekil-20 .b ve .20de buna ilişkin sistemler verilmiştir.Yüksek tahrik verimi için,el kumandalı bir vites kutusunun kullanımı da uygun olabilir.Böylece,motorun veriminin en yüksek olduğu sınırlar içinde alan zayıflatılması ile hız ayarı yapılabilir.(Şekil-20 .c,20 d.).Diğer bir hareket iletim sisteminde ise merkezkaç kuvveti ile çalışan bir debriyaj sistemi,yol alma için kullanılabilir.Hız ayarı,uyarma alanı zayıflatılarak yapılır.Kalkış akımını sınırlandırmak amacıyla endüi devresine seri bir direnç bulundurulur ve yol alma işlemi sonunda kısa devre edilerek devreden çıkarılır (Şekil-20e).Uyarma alanının kontrolü ile elde edilebilen hızlar arasındaki oran 1/7 ile 1/6 dolaylarındadır.Bu oran arttırılıp,kontrol edilebilen hız sınırları genişletilerek,mechanik güç aktarım organları,çevirme organları azaltılıp,basitleştirilebilir.

Elektrikli otomobillerde,kalkış için gerekli en iyi koşulları sağlamak ve hız sınırlarını genişletmek için kullanılan mekanik güç iletim elemanları,neden oldukları enerji kaybı ile getirdikleri ek ağırlık olmasına karşın,kullanımı gerekli olan organlardır.Elektrik motorunun kalkışta gereksinim duyduğu enerjiyi azaltarak,kayıplara ve motorun yıpranmasına,olumlu yönde etkide bulunur.Şekil-21 ve şekil-22 'de hareketin tekerlere iletimi için bir ara mekanik eleman bulundurmayan,tümüyle elektronik kontrollü bir tahrik sistemi ile,elektronik

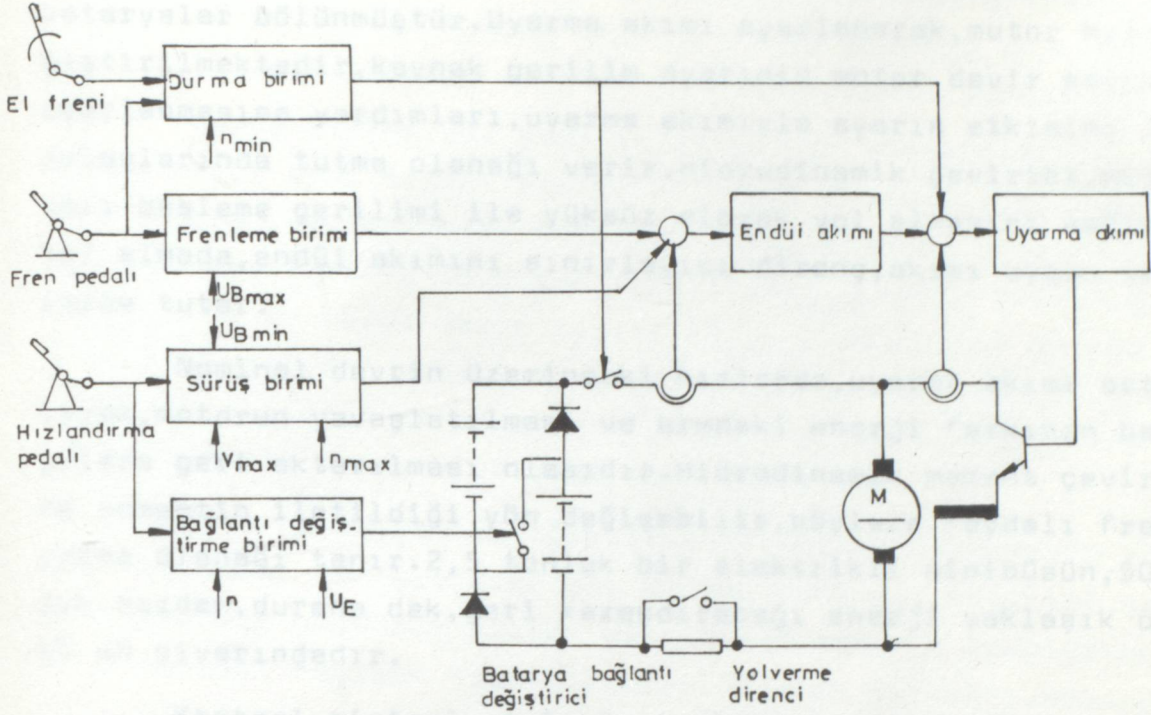
kontrol yanında hidrolik moment çevirici de içeren bir sisteme ilişkin, hıza bağlı enerji tüketimi ve yine hıza bağlı olarak rampa çıkabilme özelliklerini gösteren grafikler verilmiştir. Grafiklerden görüldüğü gibi, hidrolik bir moment çeviricinin kullanılması aracın tırmanma yeteneğini arttırdığı gibi, özellikle düşük hızlardaki enerji tüketimini de azaltmaktadır. Daha çok, şehiriçi ulaşımında kullanılan otomobillerin, bu trafikte dur-kalk işleminin çokluğu ve sıklığı düşünülerek, düşük hızlardaki enerji tüketiminin az oluşunun ve her kalkışta sözkonusu olan sistem zorlanmasının ortadan kaldırılmış ya da azaltılmış olmasının ne derece önemli olduğu ortaya çıkar. Şekil-23 ve şekil-24 'da, bu iki sisteme ilişkin blok diyagramları verilmiştir.



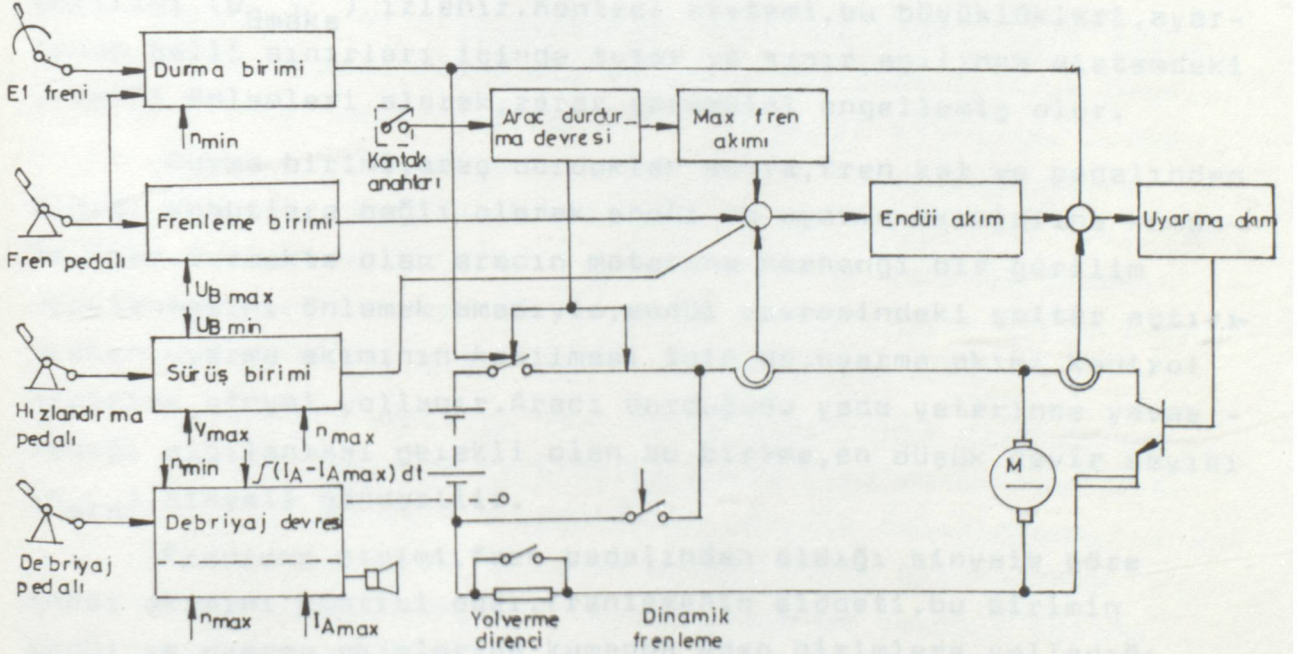
Şekil-21 Yokuş çıkabilme özellikleri



Şekil-22 Bağıl enerji tüketim özellikleri.



Şekil:-23 Batarya gerilimi değıştiricili hidrok moment dönüştürücülü tahrik sisteminin kontrolü.



Şekil:-24 El kumandalı vites ve klasik debriyaj sistemlerini içeren tahrik sisteminin kontrolü

Hidrodinamik moment çevirici ile güç iletilen sistemde, otomatik çalışmayı sağlamak ve sürüş alanını genişletmek için bataryalar bölünmüştür. Uyarma akımı ayarlanarak, motor hızı değiştirilmektedir, kaynak gerilim ayarınının motor devir sayısı ayarlanmasına yardımları, uyarma akımıyla ayarın etkisini 1/3 dolaylarında tutma olanağı verir. Hidrokinamik çevirici, motorun yarı besleme gerilimi ile yüksüz olarak yol almasını sağlar. Yol almada, endüi akımını sınırlayıcı direnç, akımı uygun seviyelerde tutar.

Nominal devrin üzerindeki hızlarda, uyarma akımı arttırılarak, motorun yavaşlatılması ve aradaki enerji farkının bataryalara geri aktarılması olasıdır. Hidrokinamik moment çeviricide de, momentin iletildiği yön değişebilir, böylece faydalı frenleme yapma olanağı tanır. 2,5 tonluk bir elektrikli minibüsün, 50 km/h'lık hızdan, durana dek, geri kazandıracağı enerji yaklaşık olarak 40 wh civarındadır.

Kontrol sistemlerinin özel elemanları, çeşitli şekillerde korunmak zorunda olduğundan, değişik önlemler alınır ve bu araçla pekçok eleman kullanırlar. Motorda izin verilebilecek olan, en büyük devir sayısı (n_{maks}), motor sıcaklığı (Q_{maks}), en düşük batarya gerilimi (U_{Bmin}) ve dolu durumdaki en yüksek batarya gerilimi (U_{Bmaks}) izlenir. Kontrol sistemi, bu büyüklükleri, ayarlanan belli sınırları içinde tutar ve sınır aşılınca sistemdeki gerekli önlemleri alarak, zarar görmesini engellemiş olur.

Durma birimi, araç durduktan sonra, fren kol ve pedalından aldığı komutlara bağlı olarak endüi ve uyarma akımlarına kumanda eder. Durmakta olan aracın motoruna herhangi bir gerilim uygulanmasını önlemek amacıyla, endüi devresindeki şalter açılırken, uyarma akımının kesilmesi için de, uyarma akımı kontrol birimine sinyal yollar. Aracı durduğunu yada yeterince yavaşladığı algılanması gerekli olan bu birime, en düşük devir sayısı (n_{min}) sinyali gönderilir.

Frenleme birimi, fren pedalından aldığı sinyale göre endüi akımını kontrol eder, frenlemenin şiddeti, bu birimin endüi ve uyarma akımlarına kumanda eden birimlere yolladığı sinyallerle değiştirilen, faydalı frenleme akımına bağlıdır,

Batarya geriliminin, ayarlanan, en büyük batarya gerilimine (U_{Bmaks}) ulaştığını bildiren sinyal, bu birim tarafından işleme alınır ve endüi ile uyarma akımlarındaki gerekli düzeltmelerin yapılması için bunlara ilişkin birimlere komut gönderilir.

Sürüş birimi, gaz pedalından aldığı sinyallerle motor ve dolayısıyla araç hızını ayarlayan, aracı hızlandırıp yavaşlatmak için kullanılan birimdir. Doğrudan endüi akımına kumanda eder. Batarya geriliminin en düşük değeri (U_{Bmin}), motor sıcaklığı (Q_{maks}) ve en büyük devir sayısı (n_{maks}) değerleri bu birime girilir. Ayarlanan değerleri aşmaları durumunda, gerekli önlemler alınarak sistemin zarar görmesi önlenmiş olunur. Gerekirse motor tümüyle durdurulur yada hızı düşürülür.

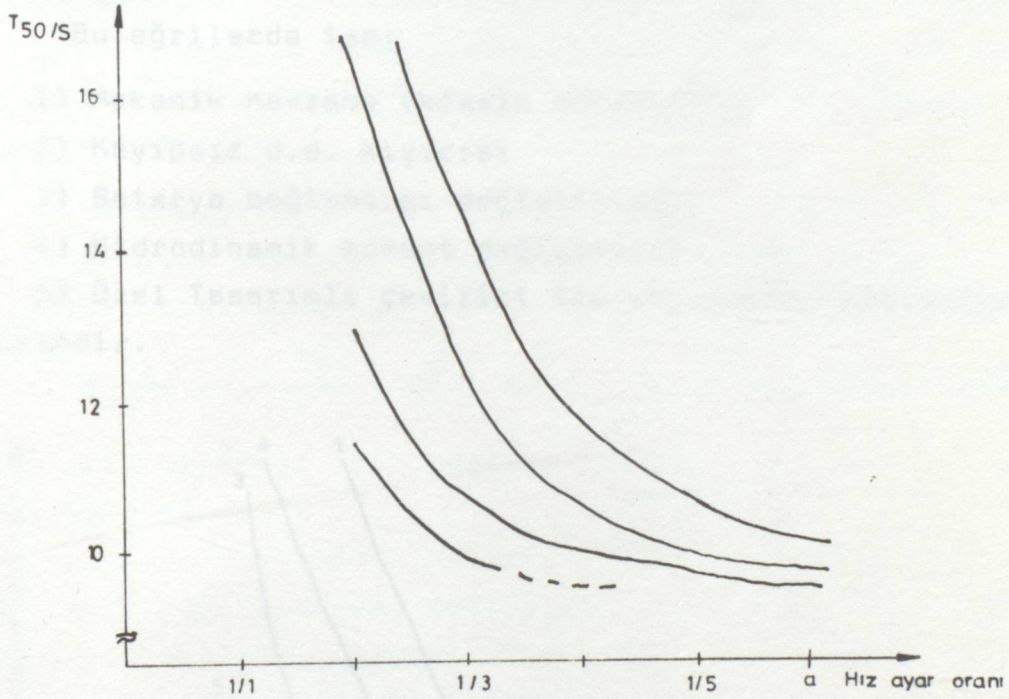
Batarya bağlantı, değiştirme birimi, motorun devir sayısı ayar sahasını genişleterek yol almada daha iyi koşullar sağlamak amacıyla bölünmüş olarak kullanılan, batarya gruplarını seri veya paralel bağlama işlevini üzerine alan birimdir. Batarya gerilimi (U_B) ve devir sayısı (n) değerlerine göre, gaz pedalından gelen sinyal değerlendirilerek, hız düşük ve hızlanmanın yüksek olması isteniyorsa bataryalar paralel bağlanarak en iyi koşullar sağlanır. Yüksek hızlarda ise bataryalar seri bağlanarak devrin yükselebilmesi için gerekli koşullar elde edilir.

Şekil-24 'de blok diyagramı verilmiş olan klasik debriyaj ve el kumandalı vites ile donanmış sistemde, batarya gruplarının ayrılması seri veya paralel bağlanması sözkonusu olmadığından, batarya bağlantı değiştirme birimi kullanılmamakta, yerini debriyaj devresi almaktadır. Batarya gerilimini küçültme olanağı olmayan bu sistemde, faydalı frenleme yanında dinamik frenleme kullanma zorunluğu da olduğundan, yol verme direnci aynı zamanda dinamik frenleme direnci olarak görev üstlenir.

Dur-kalklı şehiriçi trafiğinde elektrikli araçlar, zorunlu olarak bazı hızlandırma evrelerine sahip olma durumundadır. Bu nedenle tahrik sisteminin uygulamaya yönelik tasarımında, hızlanma anındaki davranış ve harcanan enerji büyük ölçüde önem kazanmaktadır. Sözkonusu olabilecek sistemlerin bu çerçevede içinde incelenmesi ve karşılaştırılması gerekecektir. Şekil-25 'de

çeşitli sistemlere ilişkin hız ayar oranına bağlı olarak hızlanma zamanını gösteren eğriler verilmiştir. Ölçülen hızlanma süreleri, araçların durmakta iken 50 km/h lık hıza ulaşma zamanlarıdır.

Şekildeki "1" no.lu eğri mekanik kavramlı (klasik debriyaj) ile d.a. kıyıcı sistemlere ilişkindir. "2" no.lu eğri ise batarya bağlantısı değiştirmeli sisteme ilişkin olup, görüldüğü gibi bu sistemlerde hızlanma zamanı uzun olmaktadır. Hidrodinamik moment çeviricili sistemin değişimi "3", özel bir çevirici tasarım ile elde edilebilecek değişim de "4" no.lu eğride gösterilmiştir. 3 ve 4 no.lu eğrilerde hızlanma zamanının daha kısa olduğu görülmektedir. "a" kontrol edilebilir, hız ayar sınırıdır.



Şekil: 25 Değişik tahrik sistemleri için hız ayar oranına bağlı olarak hızlanma zamanının değişimi.

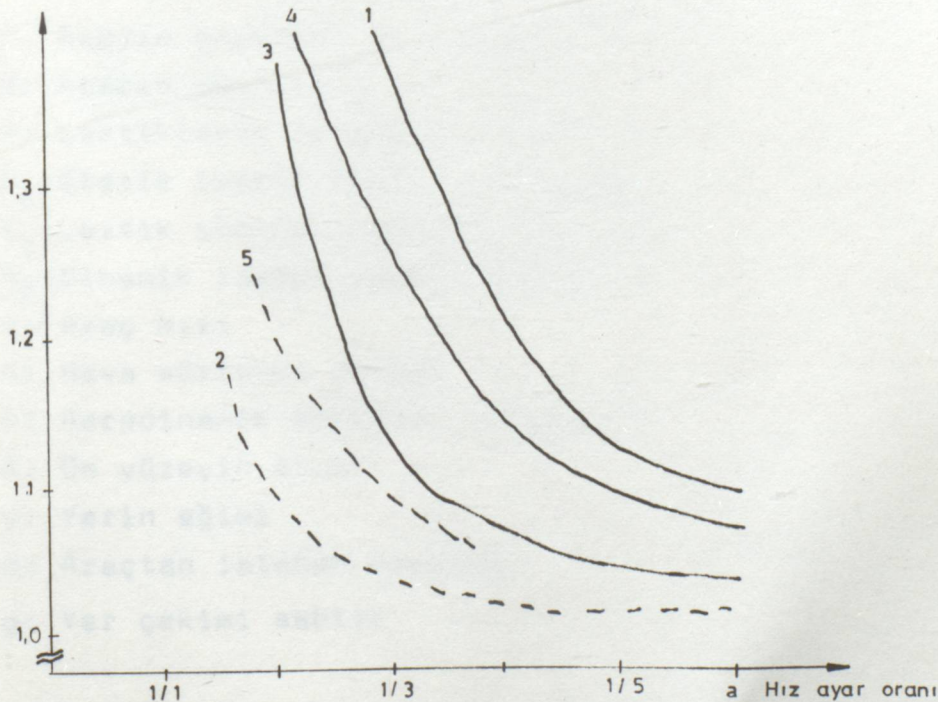
Şekil-26 'den görülebileceği gibi 50 km/h lık hıza 1 m/s^2 lik bir hızlanma ile ulaşmak istiyorsak, kontrol edilebilir hız oranının en az $1/2,5$ olması gerekmektedir. 14 saniyelik hızlanma süresinde ulaşılabilecek hızlanma süresinde, ulaşılabilecek uzaklık ise yaklaşık 1 mt. olacaktır. 50 km/h'lık sabit sürüş hızına ulaşmak için, gücün $1/4$ ' ü gerekir. Hızlanmada kullanılan bu enerji ile, sabit hızda 800 metre gidilebilir. Enerjinin çok dikkatli kullanılması zorunlu olan elektrikli otomobillerde, duruş-kalkış anındaki bu güç tüketimi bakımından hızlandırmaya, dolayısıyla yol verme sistemlerine, ne derece önem verilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Şekil-26 'da, tahrik sistemlerinin, hızlanma süresince tükettiği bağlı enerjinin hız ayar oranına bağlı değişimi gösterilmiştir.

Bu eğrilerde ise;

- 1) Mekanik Kavrama (klasik debriyaj)
- 2) Kayıpsız d.a. kısıcısı
- 3) Batarya bağlantısı değiştirici
- 4) Hidrodinamik moment değiştirici
- 5) Özel Tasarımlı çevirici ile yol verilen sistemlere

ilişkindir.



Şekil:26 Değişik tahrik sistemleri için hız ayar oranına bağlı olarak bağlı enerji tüketiminin değişimi

Batarya bağlantısı değiştiricili yolverme sistemlerinin, enerji tüketimi bakımından mekanik kavramlı (klasik debriyaj) sistemlerden daha iyi olduğu şekil-26'den görülebilmektedir. Enerji tüketiminin artması, kontrol edilebilir hız sınırlarının küçülmesi gibi düşünülebilir. Bu nedenle, yalnızca iletim kayıplarının artması değil, aynı zamanda hızlanma zamanının da büyümesi sözkonusu olur. Böyle bir durumda da batarya bağlantısı değiştirilerek araca yol verilmesi, mekanik kavram kullanılarak yol vermekten daha uygun olmaktadır.

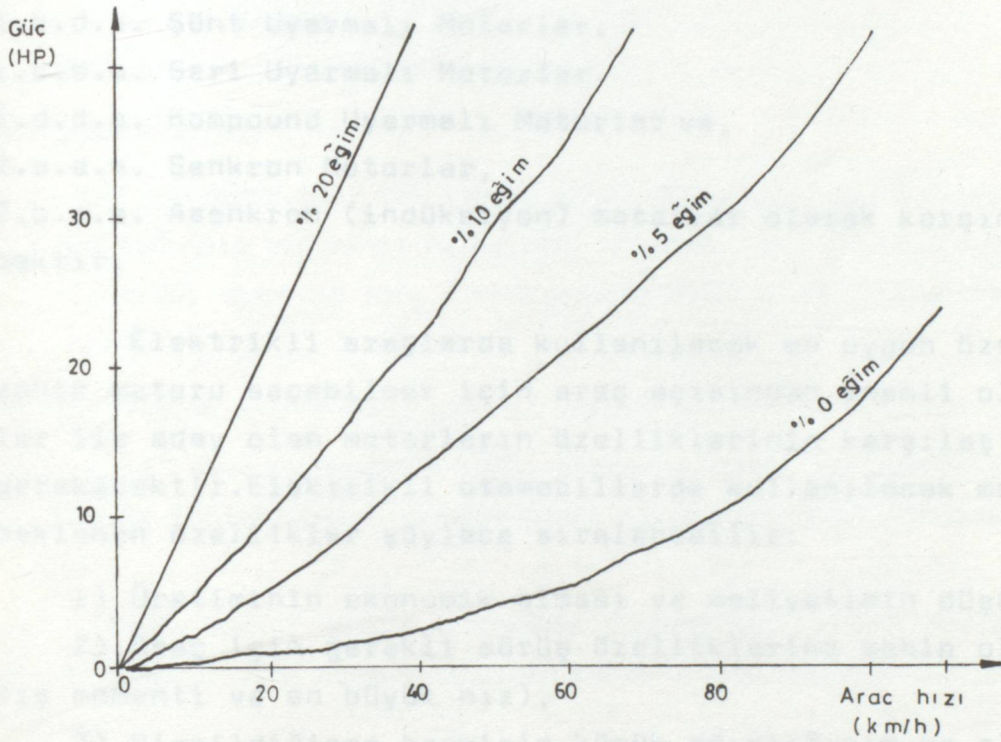
Elektrikli otomobillerde kayıpları en aza indirirken, hız ayar sınırlarını da uygun değerlerde tutmak düşüncesiyle kullanılan üç vitesli otomatik bir şanzımanın, her vites için en büyük hızlardaki evrimleri birinci viteste % 84, ikinci viteste % 81 ve üçüncü viteste de % 80 olmaktadır. Buna karşın, özel olarak üretilen iki vitesli, el kontrollü bir vites kutusunun her yük ve devirde denenmiş verimi : 90-95 arası olarak saptanmıştır. Bu şanzımanın ağırlığı ise 36 kg.dır. Ve oldukça uygun kabul edilebilir.

Herhangi bir otomobil için gerekli tahrik kuvveti aşağıdaki formülle hesaplanır. Görüleceği gibi bir aracın tahrik kuvvetini etkileyen etkenler oldukça karmaşıktır.

$$F = W \left(R_0 \frac{R_1}{P} \cdot V + \frac{R_2}{P} \cdot V^2 \right) + \frac{1}{2} \cdot h \cdot V^2 \cdot D \cdot A + W \left(\sin \gamma + \frac{a}{g} \right) \dots \dots \dots (2)$$

F: Aracın hareketi için gerekli kuvvet	(N)
W: Aracın ağırlığı	(N)
P: Lastiklerin sürtünme kuvveti	(N.m/s)
R_0 : Statik lastik direnç katsayısı	(birimsiz)
R_1 : Lastik sürtünme direnci katsayısı	(N)
R_2 : Dinamik lastik direnç katsayısı	(N.s/m)
V: Araç hızı	(m/s)
h: Hava sürtünme etkisi	(N/m ³)
D: Aerodinamik sürtünme katsayısı	(S ² /m)
A: Ön yüzeyin alanı	(m ²)
γ : Yerin eğimi	(derece)
a: Araçtan istenen hızlanma	(m/s ²)
g: Yer çekimi sabiti	(m/s ²)

11.3. Enerji depolama sorunu olan bugünkü elektrikli otomobillerde tüm bu etkenlerin en aza indirilmesi gerektiği için yapılan araştırma ve geliştirme çabaları bu amaca yönelik olarak yürütülmektedir. Şekil-27 'da 1350 kg ağırlığında ve $1,75 \text{ m}^2$ lik ön yüzey alanına sahip bir aracın, yer eğimine bağlı olarak hız-güç eğrileri verilmiştir. Görüldüğü gibi eğriler farklı yer eğimleri için verilmiştir. Ancak buradaki güçler verilen değerler için ivmesiz olarak hareket eden aracın gereksinim duyduğu güçler olup, hızlandırma için ayrıca ek bir güce gereksinim vardır.



Şekil:27. Aracın güç istemi

III.3. Elektrikli Otomobillerde Kullanılan Tahrik Motorları

Elektrikli araçlarda güç üreten makinanın elektrik motoru olduğu gözönüne alındığında, istenen sürüş özelliklerinin elde edilmesinde motor seçiminin önemi açıkça ortaya çıkar, bilindiği gibi elektrik motorları genel olarak iki gruba ayrılmaktadır:

1. Doğru Akım (d.a.) Motorları.
2. Alternatif Akım (a.a.) Motorları.

Bu motor türleri de kendi aralarında gruplandırılırsa;

- 1.a.d.a. Serbest Uyarmalı Motorlar.
- 1.b.d.a. Şönt Uyarmalı Motorlar.
- 1.c.d.a. Seri Uyarmalı Motorlar.
- 1.d.d.a. Kompound Uyarmalı Motorlar ve,
- 2.a.a.a. Senkron Motorlar,
- 2.b.a.a. Asenkron (indüksiyon) motorlar olarak karşımıza çıkacaktır.

Elektrikli araçlarda kullanılacak en uygun özelliklere sahip motoru seçebilmek için araç açısından önemli olan özellikler ile aday olan motorların özelliklerinin karşılaştırılması gerekecektir. Elektrikli otomobillerde kullanılacak motorlardan beklenen özellikler şöylece sıralanabilir:

- 1) Üretiminin ekonomik olması ve maliyetinin düşüklüğü,
- 2) Araç için gerekli sürüş özelliklerine sahip olması (kalkış momenti ve en büyük hız),
- 3) Olabildiğince hacminin küçük, ağırlığının az olması,
- 4) İstenen özellikleri verirken enerji isteminin de düşük olması,
- 5) Bakım ve onarımının kolay, hızlı ve ucuz olması,
- 6) Motorun hız ve moment kontrolü için kullanılabilecek kontrol sisteminin ekonomik olması.

Yukarıda sıralanan özelliklerin tümünü birarada içeren bir motor henüz üretilmemektedir. Fakat buna karşın olabildiğince fazla özelliği bünyesinde barındıran motorlar kullanılmaktadır.

Motorları moment bakımından genellersek karşımıza iki tip motor karakteristiği çıkmaktadır. Bunlar aşağıda moment-akım karakteristiği ve devir sayısı-moment karakteristikleri verilen:

1- Seri motor,

2- Şönt motorudur. Seri motor karakteristiğine sahip tek motor D.A. seri motor olmasına karşılık, güç elektroniğindeki ilerlemelerinle, farklı tiplerdeki motorlardada aynı karakteristik elde edilebilmektedir. Şönt motor karakteristiğine sahip motorlar ise D.A. şönt motor ve A.A. asenkron motordur. Bazı kompund motorlar ile serbest uyarmalı motorlarda aynı karakteristiğe sahip olmasalar bile anahatlarıyla aynı özellikleri gösterirler.

Doğru akım motorları için genel moment bağıntısı;

$$M = k_m \cdot I' \text{ dir. Burada, } \dots \dots \dots (3)$$

k_m : Motorun yapısına ilişkin bir katsayı,

I' : Uyarma akısı,

I : Endül akımıdır. Şönt motorlarda endüi akımı ile uyarma akısı birbirlerinden bağımsız oldukları halde, seri motorda durum farklıdır. Uyarma akımı ile endüi akımının aynı olması, uyarma akısını endüi akımına bağımlı kılar.

$$I' = k_u \cdot I \text{ olarak alınır, } \dots \dots \dots (4)$$

$M = k_m \cdot k_u \cdot I^2$ olur ki, momentin endüi akımının karesi ile orantılı olduğu (5) görülür. Bağıntıdaki k_u , uyarma akısı ile uyarma akımı arasındaki katsayıdır.

Devir sayısı-moment arasındaki matematiksel ilişki ise, şönt karakteristikli motorlarda uyarma akısının sabit olduğu düşünülürse, genel moment ifadesi;

$M = C_m \cdot I$ olarak alınabilir. Buradaki C_m sabiti, I' uyarma akısını da içine (6) alan bir katsayıdır. Bu bağıntı n devir sayısı, U endüi uç gerilimi olmak üzere;

$n = \frac{U}{k_e \cdot I'} - \frac{R}{k_e \cdot I'}$ bağıntısında yerine konur, uyarma akısının sabit olduğu da (7) düşünülürse;

$$n = \frac{U}{k_e \cdot I'} - M \cdot \frac{R}{k_e \cdot C_m \cdot I'} \dots \dots \dots (8)$$

$n = \frac{U}{C_e} - M \frac{R}{C_e C_m}$ (9) elde edilir. Görüldüğü gibi bağıntı ötelenmiş bir doğrudur.

Aynı bağıntıyı seri motor için çıkaracak olursak:

$$n = \frac{U}{k_e \Phi} - i \frac{R}{k_e \Phi} \text{ (10) formülünde } \Phi = k_u \cdot I \text{ yerine konarak}$$

$n = \frac{U}{k_e k_u I} - \frac{R}{k_e k_u}$ (11) bulunur. k_e, k_u 'lar birer sabit olduklarından, çarpımlarını C_e göstermekle;

$n = \frac{U}{C_e \cdot I} - \frac{R}{C_e}$ bağıntısı elde edilir. Görüldüğü gibi bu da, ötelenmiş (12) bir hiperbol ifadesidir.

Elektrikli araçlarda istenen kalkış anındaki yüksek moment ile birlikte aşırı akım çekmemesi ve istenen momente göre devrini kendinin düşürmesi gibi özelliklerinden dolayı, seri karakteristikli motorlar en çok kullanılan, istenenleri en iyi verebilen motorlar olmuştur. Fakat bu özelliklerinin yanında kontrol güçlükleri gibi sorunlar nedeniyle yerini alabilecek farklı motor tip ve sistemleri arama yoluna gidilmiştir. Kontrol açısından en uygun olan serbest uyarlamalı motorlar ele alınmış, gelişen güç elektroniği yardımıyla da istenen karakteristikleri göstermesi sağlanabilmiştir. Buna rağmen, en iyi sürüş koşullarının ve ekonominin elde edilebilmesi için elektroniğin gelişiminden de yararlanarak daha uygun seçenekler arama zorunluğu sürmektedir.

Elektrikli otomobiller için ileri derecede geliştirilmiş deneysel motor ve sürüş sistemlerindeki önemli boyutlarda iyileştirmeler, verim ve performans açısından % 20 'ye varan artışlar gösterirken, maliyetlerde de % 15'lik bir tasarruf yapma olanağı tanır. Kullanılmakta olan D.A. motorlarındaki iyileştirme çabaları, maliyetlerde ancak % 10 ve performans ile verimde ise yalnızca % 3 lük bir iyileşmeye izin verebilmektedir. Bugün üzerinde ciddi çalışmalar sürdürülen ve umut verici görülen iki ileri gelişmiş motor tipi görülür. Bunlar elektronik çeviricili (kollektörlü) motorlar ve sabit mıknatıslı motorlardır.

III.3.1. Doğru Akım Tahrik Motorlarında İyileşme:

Yüksek verimli D.A. tahrik motorlarının gelişimiyle, sistemlerin performanslarında önemli iyileşmeler olup olmayacağı tartışma konusudur. Hatta bu gelişmelerle beraber daha pahalı, daha büyük ve daha ağır olabileceği görülmüştür. Motor sistemlerinde aşağıdaki değişiklikler yapılarak verimin yükseltilmesi olasıdır;

1. Endüideki direnç üzerinde oluşan kayıplar ($I_a^2 \cdot R_a$) azaltmak için sargıların iletkenliğini arttırmak,
2. Alan sargılarındaki kayıpları ($I_f^2 \cdot R_f$) azaltmak için yine iletkenliği arttırmak yada sabit mıknatıslı kutuplar kullanarak tümüyle ortadan kaldırmak,
3. Demir kayıplarını azaltmak için kullanılmakta olan silisli saçlardan düşük kayıplı saçlara geçmek veya endüi çekirdek boyunu uzatmak veya ikisini aynı anda yapmak,
5. Yatak, fan ve fırçaların neden olduğu kayıpları azaltmak için bunları iyileştirmek (sürtünme ve vantilasyon kayıplarını azaltmak).
6. Uyarma gereksinimini azaltmak için hava ağırlığı da performans verime paralel olarak artar. Doğru akım motorlarında uyarma alanı magnetik devresi motorun gövdesi olarak ta kullanılır. Bu da ağırlığın artmasında büyük etken olmaktadır. Yeni asenkron motorlardaki gibi gövde, alüminyum döküm kullanılarak artan ağırlığın dengelenmesi mümkün değildir. Fakat yine de ayak, fırça bağlantıları, korunak gibi yerlerde ağırlığı azaltmak için, alüminyum ve çeşitli plastikler kullanma olanağı vardır.

Tipik olarak, elektrikli otomobillerde kullanılan tahrik motorlarındaki çalışma kayıpları ve toplam kayıplar içindeki oranları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

1. Endüi bakır kayıpları (Fırça kayıpları dahil)	% 40
2. Uyarma alanı bakır kayıpları	% 15
3. Demir kayıpları	% 25
4. Mekanik kayıplar	% 20

Uyarma alanı ve endüi sargı kayıplarına, özellikle düşük hızlarda egemen olan hızlandırma anındaki yüksek akımlar burada oluşan kayıpların % 75'i için sorumlu tutulabilir. Bu kayıpları azaltarak verim ve performans iyileştirmek için devre dirençlerini düşürmek, olası bir yol olarak görülmektedir.

Elektrikli araçlarda, uygulama bakımından bir tek çalışma koşulundaki performans ve verim hesabı fazlaça bir anlam ifade etmez. Bunun sebebi, araçların çok değişik koşullarda çalışma durumunda olmasıdır. Bu amaçlada, tüm

işlevlerin değerlendirilebilmesi için, tahrikte kullanılan tüm elemanların bilgisayarla benzetimi yoluna gidilmiş, endüi devresi direnci azaltılarak umulduğu gibi araç menziline olumlu etkisi olduğu kesin olarak saptanmıştır. Aşağıdaki tabloda, normal motor endüi direncini baz alarak per-unit cinsinden endüi direncine göre araç performansı gösterilmektedir.

Direnç (p.u.)	Yük kg	Batarya ağırlığı (kg)	Araç ağırlığı (kg)	72 km/h sabit hızdaki verim (%)	Menzil (km)
1.0	135	600	1335	86.0	80.5
0.9	135	600	1335(1350)	86,6	82.5(81.0)
0.8	135	600	1335(1370)	87.2	84.2(82.4)
0.7	135	600	1335(1395)	87.8	86.1(82.5)
1.2	135	600	1335(1315)	84.9	76,1(77.7)

Tablo - 3

Yukarıdaki tablodan görüleceği gibi hiçbir ek ağırlık olmaksızın motor direnci % 30 azaltıldığından araç menzili % 7 ve 72 km/h sabit hız için verim yalnızca % 2 artmaktadır. Kalkıştaki hızlanmada ise % 8 lik artış olmaktadır. Buda şehir içindeki dur-kalkın çok olduğu kullanımlarda önemli bir etkidir.

Fakat gerçekte, ağırlık, boyut ve maliyet artmadan, motor direncini düşürmek olası değildir. Örneğin, 24 HP ve 3000 d/d lik bir motor için % 30 luk direnç azaltması söz konusu olduğunda, ağırlığıda 105 kg'dan 160 kg'ına (%50 oranında artış) yükselmektedir. Ağırlık artışında göz önüne alındığında, kalkıştaki moment artımı sadece % 3,5 olabilmektedir. Ayrıca menzil artışı da % 2,5' da kalmaktadır. Tabloda, parantez içindeki büyüklükler, ağırlık artışı eklendikten sonraki durumlar için verilmiştir.

Değiştirilebilecek diğer noktalar ele alındığında sürtünme etkisi azaltılacak, menzilde % 0,7 lik artış vantilasyon azaltılarak % 0,4 lük menzil artışı olasıdır. Daha ince saç kullanılmak suretiyle de % 0.7'lik iyileşme söz konusu olabilir. Sözü geçen tüm yapılabilecek değişikliklerle bile aracın menzilineki artış ancak % 3,4-4 olabilecektir. Kullanılacak saçların kalitesi iyileştirilerek elde edilebilecek artış % 1,7 dolaylarındadır.

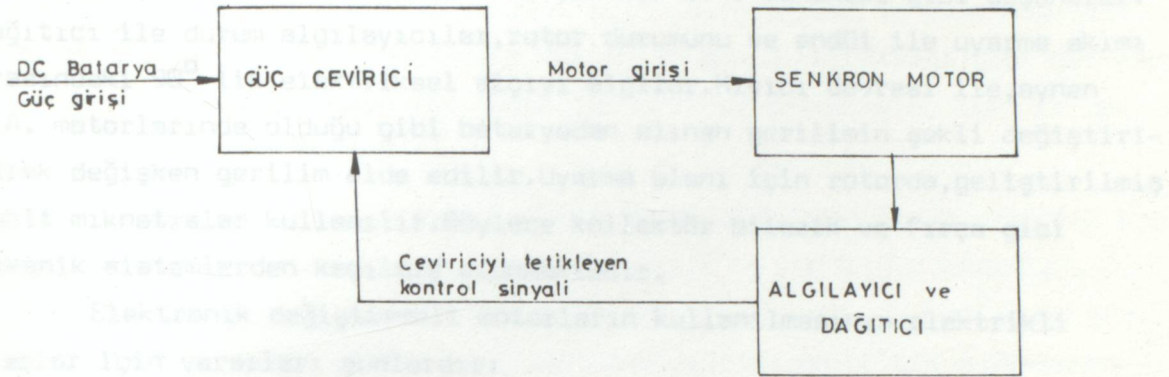
Yüksek verimli D.A. tahrik motoru daha büyük ve daha ağır olduğu gibi gerekli olan üretim tekniği de daha pahalı ve karmaşık olmak zorundadır. Bu nedenle, sadece motorda, değişiklik yaparak iyileştirmeye gitmek yerine, motorları elektronik kumandası ile bir bütün sistem olarak ele alıp, değişik seçenekler aramak yoluna gidilmiştir.

III.3.2. Elektronik Değiştirmeli Motorlar

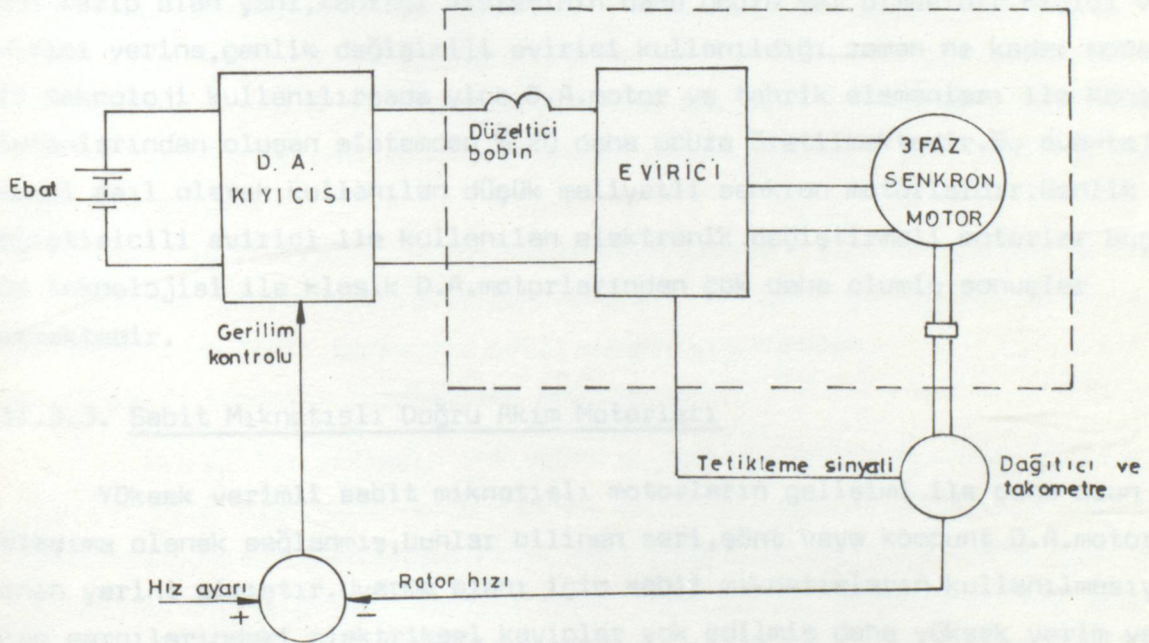
Kullanılmakta olan D.A. motorları, gövdeye tutturulmuş ve magnemotor kuvveti üreten uyarma alanı sargılarına sahiptir. Her endüi sargısında uyarıldığı zaman, magnetik alan oluşturur. Fırça ve kollektör düzeni, endüi magnemotor kuvvetini sabit ve uyarma alanı magnemotor kuvvetine göre 90° lik faz farkı ile, endüi sargılarını mekanik olarak anahtarlayan düzeneklerdir.

Kollektörün metalik yüzeyinden fırçaların kaldırılmasıyla pekçok yararlar sağlanabilir. Bunlar verim artışı, uzun ömür, az bakım, yüksek güvenlik şeklinde sayılırken, çevreye zarar vermek ve elektriksel parazitlerin seviyesinin düşmesi sözkonusu olur. Yarı iletken değiştirmeli ve bir veya daha fazla geri besleme çevirimine sahip bir senkron makina, dönüştürücü olmaksızın üretilebilir. (Eğer motorda uyarım alanı sabit mıknatıs kullanılarak elde ediliyorsa, fırça ve bilezik sistemi de ortadan kalkacaktır). Böylece yapısı basitleştiği halde doğru akım seri motorların en uygun olduğu belirtilen karakteristiklerini de göstermeleri mümkün olabilir. (Bu sistem aslında kollektörsüz bir motor veya kendi kendini kontrol eden bir senkron makinadır). Güç dönüştürücüsü elektronik değiştirmeli motorlarda (aynen motor miline monte edilmiş kollektörün anahtarlama karakteristiğine benzer şekilde) algılanan işaretlere göre sargıları anahtarlar ve kendi kendisini kontrol etmiş olur. Şekil 28 deki blok diyagramda gösterildiği gibi mekanik çıkış hızının komutuyla motorun besleme frekansı kontrol edilir.

Momentin gelişmesi için, endüi magnemotor kuvveti ile motor magnemotor kuvveti, önceden ayarlanmış bazı açılarla yer değiştirmelidir. (Bu D.A. motorlarında 90° dir). Kullanılmakta olan D.A. motorlarındaki kollektörlerin mekanik olarak yaptığı işlemi rotor algılayıcı da, anahtarlama devrelerini izin verilen akımı geçirmek üzere periyodik olarak tetikleyerek yapmış olur. Rotorun durumu (hızı) güç çeviricinin anahtarlama frekansına etkir. Böylece açık çevrim senkron motorlarda ortaya çıkan, senkron devrin kaybı sorunu, burada sözkonusu olamaz. Şekil 29 de elektrikli araçların tahrik sistemlerinde kullanılan bir elektronik değiştirmeli motorun blok diyagramı gösterilmiştir.



şekil :28 Elektronik değiştirmeli motorun prensip blok şeması



şekil :29 . Elektrikli araçlarda kullanılan elektronik değiştirmeli motor

Şekil 29 de gösterilen elektronik değiştirmeli motorda akım düzgünleştirici bobin evirici ve üç fazlı senkron makina aynı yapı içinde olup bir bütün şeklinedir. Sistem bu haliyle bir D.A. makinası gibi düşünülür. Dağıtıcı ile durum algılayıcılar, rotor durumunu ve endüi ile uyarma akımı arasındaki 90° lik elektriksel alçıyı algılar. Kıyıcı devresi ile, aynen D.A. motorlarında olduğu gibi bataryadan alınan gerilimin şekli değiştirilerek değişken gerilim elde edilir. Uyarma alanı için rotorda, geliştirilmiş sabit mıknatıslar kullanılır. Böylece kollektör bilezik ve fırça gibi mekanik sistemlerden kaçılmış olmaktadır.

Elektronik değiştirmeli motorların kullanılmasının elektrikli araçlar için yararları şunlardır:

- 1- Daha düşük ağırlık,
- 2- Verimde % 5 artış,
- 3- Endüinin statorda olması nedeniyle, daha fazla aşırı yüklenebilme olanağı,
- 4- Yüksek güvenilirlik ve düşük bakım bedeli,
- 5- Alternatif akım motor üretimine göre daha düşük üretim maliyeti.

Sayılan bu yararların ilk ikisi sayesinde aracın referans menzili olan 80 km için yaklaşık 12 km yani % 15 menzil artışı sözkonusudur. Hatta daha cazip olan yanı, kontrol sisteminin daha ucuza mâl olmasıdır. Kıyıcı ve evirici yerine, genlik değişimili evirici kullanıldığı zaman ne kadar modern bir teknoloji kullanılırsa da yine, D.A. motor ve tahrik elemanları ile kontrol elemanlarından oluşan sistemden % 20 daha ucuza üretilmektedir. Bu avantajın sebebi asıl olarak, kullanılan düşük maliyetli senkron motorlardır. Genlik değiştiricili evirici ile kullanılan elektronik değiştirmeli motorlar bugünün teknolojisi ile klasik D.A. motorlarından çok daha olumlu sonuçlar vermektedir.

III.3.3. Sabit Mıknatıslı Doğru Akım Motorları

Yüksek verimli sabit mıknatıslı motorların gelişimi ile daha uzun dolaşıma olanak sağlanmış, bunlar bilinen seri, şönt veya kompunt D.A. motorlarının yerini almıştır. Uyarma alanı için sabit mıknatısların kullanılmasıyla, alan sargılarındaki elektriksel kayıplar yok edilmiş daha yüksek verim ve daha derli bir sistem elde edilmiş olur. Sistemdeki çalışmalar, sabit mıknatıslar kullanılan bu motorlarda, hız ve moment ayarının alan kuvvetini kontrol ederek nasıl yapılabileceği yolundadır. Mıknatıslığı ayarlanabilen

daha yumuşak sabit mıknatıs malzemeleri almasına karşın, ağır olmaları nedeniyle elektrikli araçlarda kullanılmaları olanaksız görülmektedir.

1970 li yılların başında, yeni sabit mıknatıs malzemeleri geliştirildi ve durum değişti. Hava kuvvetleri için geliştirilen bu yeni magnetlere GECOR adı verildi. Bu magnetlerin mıknatıslığının kaybolması gibi bir sorun yoktur. Fakat buna rağmen iki sorun beraberinde gelmekte, maliyet ve üretim sorun olarak görülmektedir.

Kanada'da yapılan çalışmalarla GECOR'un kullanıldığı motorlar kullanılmıştır. Kullanılan mıknatısların hafifliği ve küçüklüğü nedeniyle ve endüi demiri (nüvesi) olmayışından dolayı, klasik bir D.a. motoruna göre çok daha küçük ve hafif olarak üretilebilmektedirler. Boyutları bakımından eşdeğerlerinin yaklaşık 1/4 üne düşürülmüşlerdir. Bu motorların mıknatıslığını yitirtecek etkilere dayanıklılığını, tam hızda endüide oluşabilecek kısa devreye bile dayanabilir olduğunu belirterek açıklamak olasıdır. Ayrıca disk şeklinde oluşu küçük motorların aynı mil üzerine veya bağımsız olarak kaskat veya paralel bağlanmasına da olanak verir.

Bugüne dek kullanılan sistemlerde, tekerlere güç aktarımı için şaft diferansiyel, arka mil gibi ağırlığı ve hacmi büyük elemanlar kullanılmaktaydı. Disk motorların kullanımıyla bunlara gerek kalmamakta, böylece tekerlere doğrudan bağlantı sonucu, mekanik bağlantıların sayısı azalmış ve sonuçta da düşük araç ağırlığı, daha kullanışlı sistem küçük kayıplar, ufaltılmış boyutlar ve daha düşük üretim maliyeti sağlanmış olabilmektedir.

Prensip olarak, kullanılabilecek yüksek momentli D.A. disk motorlarının avantajları:

- 1- Düşük ağırlık, yüksek verim, küçük kayıplar, daha iyi sistem performansı,
- 2- Doğrudan tahrik olanağı (vites ve dişli sistemine gereksinim olmaması),
- 3- Kapalı ve derli toplu bir şekil, uzunlukta küçülme,
- 4- Yüzeyin tamamını kuşatabilen soğutma şekli.

İkinci bir yaklaşım ise, sabit mıknatıslı motorları elektronik değiştirmeli motor gibi kullanabilme seçeneğidir. Alternatif akım sabit mıknatıslı motorların hepsi, rotor yapısındaki GECOR magnetlerle, hava aralığının her iki yanındaki, paralel endüi sargılarına sahiptir. Bu tip motorların verimi yaklaşık % 95 lere ulaşabilmekte, hatta aynı zamanda senkron motora göre de 1/3 oranında daha hafif olabilmektedir. Verim ve ağırlığın önemi yazının çeşitli yerlerinde vurgulanmıştır.

Kullanılan tahrik motorlarının iyileştirilmesi,söz edildiği gibi araç performansının artması bakımından önemlidir.İyileştirmeyle,araç menziline % 20 lik artış,buna karşın maliyette ise % 15 lik düşme elde edilebilmektedir.Elektronik değiştirmeli motorlar ve sabit mıknatıslı motorlar gibi ileri tip motorların geliştirilmesi ile verim ve iş yapabilme yeteneği,klasik D.A.tahrik motorlarına göre artmıştır.

Klasik D.A. motorları için etkin parçaların boyutlarının kabaca tasarımı için,gerekli moment ve endüi hacmi arasındaki bağıntı şu şekilde verilebilir.

$$T_n = \frac{P_n}{n_n} = \pi^2 \cdot B \cdot N_a \cdot I_a \cdot d_a^2 \cdot \ell_a \quad (13)$$

I_n	: Gerekli nominal moment	(N.m)
P_n	: Nominal Güç	(N.m/s)
n_n	: Nominal devir sayısı	(1/s)
B	: Hava aralığındaki ortalama akı yoğ.	(H)
N_a	: Endüi devresi iletken sayısı	(adet)
I_a	: Endüi akımı	(A)
d_a	: Endüi yarıçapı	(m)
ℓ_a	: Endüi boyu	(m)

Aşağıdaki tabloda,iyileştirme yoluna gidilmiş ve devir sayısı ayar sahasını genişletmek için kompozisyon sargılarının kullanıldığı bir motora ilişkin veriler gösterilmiştir.

	<u>Normal Tasarım</u>	<u>Kompozisyon sargılı tasarım</u>
En büyük devri sayısı (n_{maks})	7100	7000
Tam uyarma akımındaki devir sayısı (n_{min}) (d/d)	2100	900
Uyarma akımıyla ayarlanabilen hızlararası oran (birimsiz)	3,4	7,8
Motor ağırlığı (kg)	85	128
En büyük çıkış gücü (P_{maks})	32	32
Endüi çapının dış çapa oranı(birimsiz)	0,6	0,73

Elektrikli bir aracın tahriği için gerekleri kuvvet ve güçlerin kabaca hesabında aşağıdaki bağıntılar kullanılmaktadır. Ağırlığı ve hızı belirlenmiş olan bir aracın hareketi için gerekecek kuvvet:

$$F = W \left(2,5 + 0,025 \left(\frac{V}{10} \right)^2 + 3 \left(\frac{V}{10} \right)^2 \right) \text{ dir. Burada,} \dots \dots \dots (14)$$

- F : Gerekli tahrik kuvveti (kg)
W : Aracın ağırlığı (ton)
V : Aracın hızı (km/h)

Tahrik edilen aracın hareket ettikten sonra, hareketini sürdürebilmesi için gerekli güç:

$$P_R = R \cdot M_t \cdot g \cdot V \text{ 'dir.} \dots \dots \dots (15)$$

- P_R : Hareket direnci yenmek için gereken güç (kw)
R : Yuvarlanma direnci katsayısı (birimsiz)
 M_t : Taşıt kütlesi (kg)
g : Yerçekimi ivmesi (m/s^2)
V : Aracın hızı (m/s)

Durmakta olan bir aracın hızlandırılmasına ilişkin bağıntı ise:

$$P_h = 0,5 \cdot D \cdot A \cdot p \cdot V^3 \text{ şeklinde alınmaktadır.} \dots \dots \dots (16)$$

- P_h : Hızlandırma için gerekli güç (kw)
D : Hava direnci katsayısı (s^2/m)
A : Aracın ön yüzey alanı (m^2)
p : Hava yoğunluğu (kg/m^3)
V : Aracın ulaşması istenen hız (m/s)

Buraya kadar verilen bağıntılar hiç bir eğim olmayan yolda ilerlediği düşünülen araçlar için verilmiştir. Eğimli bir arazide yolun eğiminden dolayı gerekecek ek güç içinde şu bağıntı alınır.

$$P_e = g \cdot M_t \cdot V \cdot \sin x \dots \dots \dots (17)$$

- P_e : Eğim gücü (kw)
x : Yolun eğimi ($^\circ$) buradaki M_t ve V daha önceki bağıntılarda olduğu gibi aracın kütlesi ve hızıdır. Aracın, koşulları belirlenmiş bir durum için

motor gücü, bu üç gücün toplamıdır. Tahrik sistemi ile motorun verimlerine de bağıntıda yer verilirse motor gücü:

$$P_m = (P_r + P_h + P_e) / \eta_{top} \text{ olacaktır.} \dots\dots\dots(18)$$

III.4. Kontrol Sistemleri

Elektrikli otomobillerde kullanılan kontrol sistemlerinden beklenen özellikler, öncelikle yüksek verim, dolayısıyla düşük kayıp ve motorla uyum içinde olmak, faydalı frenlemeye uygun olup, en önemli sorun olan enerjinin geri kazanılmasını sağlayabilmek, kalkışta gerekli olan yüksek momenti alabildiğince az kayıp ve zorlamayla elde etmek şeklinde sıralanabilir. Bu özelliklerin temini için farklı tip motorlarda, farklı tiplerde kontrol sistemleri denemekte ve kullanılmaktadır. Bunlar ana hatları ile:

1- Doğru akım motorlarında kullanılan sistemler,

a-Kıyıcılı Sistemler,

- Seri motorlarda kullanılan, gerilimin etkin değerini küçülterek ayar yoluna gidilen sistemler,
- Serbest uyarmalı motorlarda, endüi akımını ayarlamalı kullanılan sistemler.

b-Alan kontrollu sistemler.

Serbest uyarmalı motorlarda uyarma devresine seri, seri uyarmalı motorlarda ise uyarma devresine paralel bağlı olan, uyarma alanının zayıflatılıp, nominal değerine ulaştırılarak, özellikle yüksek devirde ayar için kullanılan sistemler.

c-Batarya gerilimini değiştiren sistemler.

Özellikle kalkış anında gerekli yüksek moment, büyük endüi akımı ve bunlara karşın düşük devir sayıları ile küçük besleme gerilimi elde etmek üzere, bölünen batarya gruplarının değişik şekillerde anahtarlanarak geriliminin kademeli olarak ayarlanmasını sağlayan sistemler.

2- Alternatif akım motorlarında kullanılan sistemler,

a-Doğru akım kıyıcılı enversörler,

b-Genlik kontrollu enversörler.

Bunların D.A. kıyıcılı enversörlerden olan üstünlüğü, faydalı frenle-

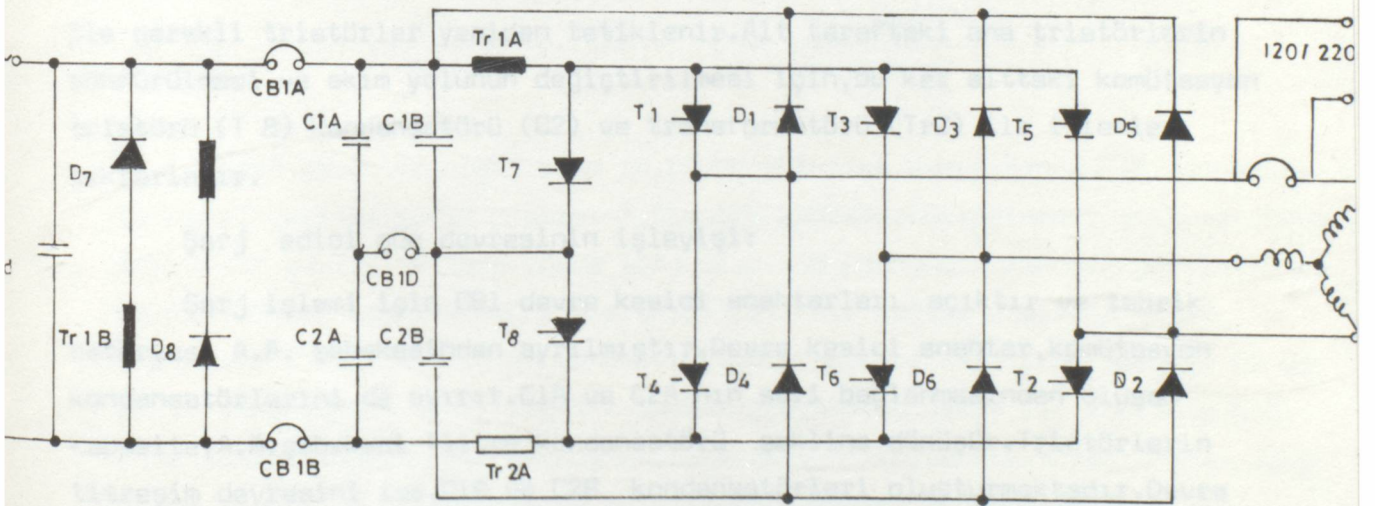
meye olanak tanıyan sistem oluşudur.

Yukarıda söz edilen sistemler, tek veya birkaçı birarada olmak üzere bugün üretilen veya üretilmesi düşünülen ticari amaçlı otomobillerde kullanılmakta ve denenmektedir.

III.5. Elektrikli Otomobiller İçin Evirici-Batarya Şarj Edicisi

Tristör temelli evirici-şarj edici devreler, elektrikli taşıt araçlarında denenmiş ve sonuç olumlu olmuştur. Batarya şarj edicisi, eviricinin güç devresi ile birleştirilmiştir. Şarjda kullanılan evirici komütasyon elemanları ile A.A. / D.A. çevirici gücü 3,6 kw olmaktadır. Bataryaların doldurulmasında, aracın tahrik bataryaları ile A.A. şebekesi elektrikselsel olarak yalıtılmıştır. 25 kwh'lık tahrik bataryaları, 220 V A.A. şebekesi ile 8 saat içinde % 86 ve % 95 olmaktadır. 132 volt güç bataryası ile üç fazlı kısa devre motorlu asenkron motor çalıştırılırken evirici motor milinden 34 kw (45 HP) alınabilecek güç aktarımına ve generatör çalışmada ise 45 kw (60 HP) lık güç aktarımı yeteneğine sahiptir. Girişteki iki adet komütasyon tristörü, altı adet evirici ana tristörün söndürülmesini sağlar.

Motor çalışma durumunda CB1 anahtarları kapalıdır. Böylece tahrik bataryası, evirici ve A.A. motoru, birbirleriyle bağlantılıdır. Aynı zamanda komütasyon kondansatörleri C1A/C1B ve C2A/C2B paralel bağlanırlar.



Şekil: 30- Evirici-şarj edici güç devresi

Böylece, girişten (müşterek) komütasyonlu evirici devresi elde edilmektedir. Farklı pek çok evirici devrelerinde kullanılan komütasyon tristörü sayısı daha fazladır. Girişten komütasyonlu bu devre için söndürme tristörünün iki adet olması, büyük bir avantajdır. Üstteki komütasyon tristörü, eviricinin üst tarafındaki üç ana tristörün, alttaki de, alt taraftaki üç ana tristörün söndürülmesini sağlar.

Şekildeki motorun üç ucundan herbiri, bataryanın pozitif ve negatif uçlarına ayrı ayrı bağlanır. Bağlantı yolu (T- 1-6 ana tristörler ve (D1-6) deşarj diyotları ile tamamlanır. Diğer yarı iletkenler (T 7-8, D 7-8), transformatör (Tr1, Tr2) ve kondansatörler (C1, C2) ana tristörlerin komütasyonu için kullanılmaktadır: Komütasyon tristörü T 7 nin kapısına gerilim geldiği anda, C1 kondansatörü üzerindeki gerilim, Tr1A transformatör sargılarından dolaşan bir akım geçirir. Tr1A üzerindeki gerilim, batarya geriliminden büyükse, ana tristörlerden T1 ve T3, ikisi birden kesime geçerler. Bunlar söndüğü zaman toplam akımları, motor ani hat akımına eşit olur.

Komütasyon tristörü T7 tetiklenince, C1 deşarj olurken C2 şarj olur. Akım T7 üzerinden D7 ye iletilir. Bunun için Tr1B deki gerilimin, batarya geriliminden yüksek olması gerekir. Doğru kutuplanmış D7 diyodu, akım akışına izin verince Tr1A da üreyen gerilim, C1 i ters yönde şarj eder ve ters kutuplanan T7 söner. Komütasyon için kullanılan akım ile üzerinde enerji depolanan Tr1, enerjisini Tr1B ve D7 üzerinden bataryalara geri verir. Böylece komütasyon tamamlanmış olur ve kumanda devresinden gelen sinyaller ile gerekli tristörler yeniden tetiklenir. Alt taraftaki ana tristörlerin söndürülmesi ve akım yolunun değiştirilmesi için, bu kez alttaki komütasyon tristörü (T 8) kondansatörü (C2) ve transformatörü (Tr2) ile işlemler tekrarlanır.

Şarj edici güç devresinin işleyişi:

Şarj işlemi için CBl devre kesici anahtarları açıktır ve tahrik bataryası A.A. şebekesinden ayrılmıştır. Devre kesici anahtar, komütasyon kondansatörlerini de ayırır. C1A ve C2A nın seri bağlanmasından oluşan kapasite, A.A. şebekesi filtre kondansatörü şekline dönüşür. Tristörlerin titreşim devresini ise, C1B ve C2B kondansatörleri oluşturmaktadır. Devre kesici anahtar, şarj işleminde otomatik olarak açılmakta, motor çalışmadıkça ise elle kapatılmaktadır. Mevcut evirici yarı iletkenleri, A.a. şebeke gerilimini, tahrik bataryalarını şarja uygun D.A. şebeke gerilimine dönüştürür. Motor çalışma sırasında, ana tristörlerin komütasyon için kullanılan transformatörler, tahrik bataryasını A.a. şebekesinden yalıtılmak için devre kesici

ile birlikte kullanılır.

Tek fazlı A.A.şebekesinden gelen akım, akım sınırlayıcı olarak çalışan motor sargılarından geçerek çeviriciyi besler, şebekeye filtre kondansatörü C4 den geçen tam dalga doğrultulmuş A.A. eviricideki serbest geçiş diyotlarından oluşmuş, köprü montajlı doğrultucuda D.A.'ya dönüştürülür. T7, T8, C1B, Tr1 ve Tr2 elemanlarından oluşan titreşim devresi, D.A.'ı Tr1, Tr2 transformatörleri ile tahrik bataryasına iletir. Transformatörlerin sekonder sargılarına bağlı doğrultucular, D7 ve D8 ile doğrultulan gerilim bataryaya uygulanır.

A.A.şebekesinden, tahrik bataryasına aktarılan güç, C1B, C2B, C1A ve C2A kondansatörlerine T7, T8 tristörlerinin tetikleme frekanslarına ve LC titreşim devresinin etkisine bağlıdır. Herhangi bir zamanda, T7 tetiklendiğinde, üzerinde enerji depolanan C1B ve C2B kondansatörleri, enerjilerini Tr1A transformatör sargılarının magnetik endüktansı L'ye aktarır. C1B, C2B, Tr1A, T7 bir titreşim devresi gibidir. Tr1A sargılarındaki akım, sinüsoidal olarak değişir. En büyük akım I_m , L, C_t ve C1B üzerindeki anlık gerilim V_{oc} 'nin fonksiyonudur. Bağlıntılar şu şekilde gösterilebilir.

$$I_m = \sqrt{\frac{C_T}{L}} \cdot V_{oc} \quad (19)$$

Burada C_T, titreşim devresinin eşdeğer kapasitesidir.

$$C_T = C1B + \frac{C2B \cdot C4}{C2B + C4} \quad (20) \quad C4 = \frac{C1A \cdot C2A}{C1A + C2A} \quad (21)$$

Tr1A sargılarındaki akım en büyük değerine ulaştığında, C1B kondansatöründeki gerilim sıfır olacaktır. C1B, C2B kondansatörlerindeki akım, maksimum değerinden azalır ve ters yönde şarj olur. C1B kondansatöründeki gerilim, A ve B sargılarının oranına bağlı olarak, belirli bir değere ulaştığı zaman, doğrultucu D7 diyodu iletim yönünde, kutuplanacak ve akım Tr1B sargısı D7 ve tahrik bataryasına iletilecektir. Bunlar gerçekleştiğinde, C1B kondansatörü uçlarındaki gerilim, Tr1A sargılarında endüklenerek, yansıyan gerilimden daha yüksek olacak ve T7 ters yönde kutuplanarak kesime gidecektir.

İleri yönde kutuplanmış D7 doğrultucusunda şekil 'de görülen QT noktasını veren bağlantı

$$Q_t = 90^\circ + \arcsin \left(\frac{1 - V_{c4}}{V_{oc}} \right) \quad (22)$$

V_{C4} gerilimi $C1A$ ve $C2A$ kondansatörleri üzerindeki, doğrultulmuş AA, şebeke gerilimidir. D7 diyodu ileri kutuplanmışken, Tr1A sarğılarının L magnetik endüktansındaki akım ise;

$$I_T = I_m \cdot \sin \theta_T \text{ 'dir.} \dots \dots \dots (23)$$

Tahrik bataryası şarjı için elde edilebilecek güç, T7 ve T8 deki toplam frekansa bağlı olarak,

$$P_T = \frac{1}{2} \cdot L T \frac{2}{T} \cdot f_g \text{ 'dır.} \dots \dots \dots (24)$$

Yukarıdaki eşitliklerden hareketle, tahrik bataryasında elde edilebilecek toplam güç aşağıdaki şekli alır:

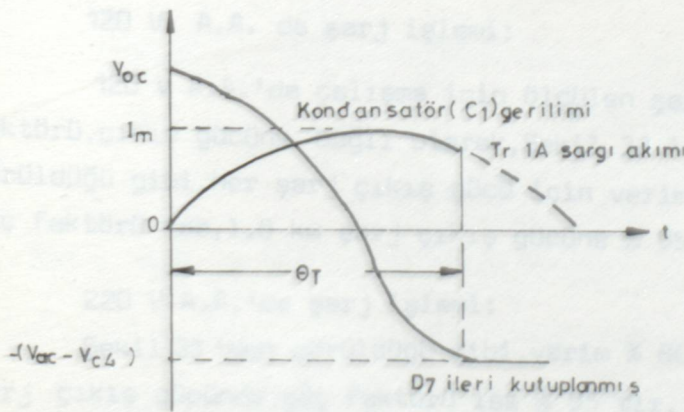
$$P_T = \frac{1}{2} \cdot C_T \cdot f_g \cdot V_{oc}^2 \cdot (\sin^2 \theta_T - K_C) \dots \dots \dots (25)$$

Kayıp güç ise;

$$P_k = \frac{1}{2} \cdot C_T \cdot f_g \cdot V_{oc} \cdot 2 \cdot K_C \text{ dir.} \dots \dots \dots (26)$$

K_C , devrenin eşdeğer kapasitesi olan C_T nin depoladığı anlık enerjinin, yüzde olarak sabitidir. Şarj çıkış gücü ise:

$$P_{\text{ş}} = \frac{1}{2} \cdot C_T \cdot f_g \cdot V_{oc}^2 \cdot (\sin^2 \theta_T - K_C) \text{ olur.} \dots \dots \dots (27)$$



Şekil:31- Şarj devresindeki bazı akım ve gerilimlerin değişimi

Şarj verimi hesaplanacak olursa;

$$\eta = \left(1 - \frac{K_c}{\sin^2 \cdot Q_T}\right) \text{ elde edilir.} \dots \dots \dots (28)$$

Bu denklemden anlaşıldığı gibi, şarj devresinin verimi, titreşim devresinin kayıp faktörü olan K_c ve D7 doğrultucusunun ileri kutuplamaya geçme açısı olan Q_T de transformatör sargı oranına bağlıdır.

Şarj devresi parametreleri:

Şarj devresi parametrelerinin çoğunluğu, motor çalışmada, evirici koşulları tarafından belirlenmiştir. Bu parametreler, transformatör sargılarının magnetik endüktansı, eviricinin toplam komütasyon kapasitesi, batarya filtre kondansatörü, transformatör çevirme oranı ve T7, T8 tristörleri ile D7, D8 doğrultucularına akım kapasiteleridir.

Devre kesicinin CBLD kutbu kullanılarak, şarj devresinin performansı esnekleştirilebilir. Şarj titreşim devresi kapasitesi, T7, T8 tristörlerinin anahtarlanabileceği maksimum frekansa bağlı olarak seçilir. En büyük çıkış gücü 120 V A.A. 'da 20-â A.A. devre kesici kullanılarak elde edilebilir.

T7 ve T8 tristörlerinin, kullanılmakta olan devredeki en büyük anahtarlanma frekansları 13 kHz'dir. Bu frekans Tr1A sargı endüktansına, şarj devresinin kapasitesine akımın T7 tristöründen D7 diyoduna aktarılması için gereken zamana ve tristörün eski durumuna dönmesi için gereken zamana bağlıdır.

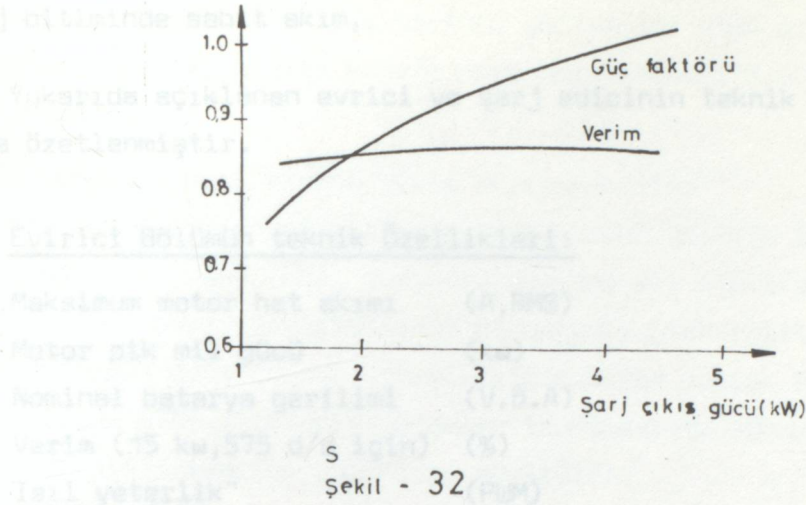
120 V A.A. da şarj işlemi:

120 V A.A.'da çalışma için ölçülen şarj devresi verimi ve güç faktörü, çıkış gücüne bağlı olarak, Şekil 32 'de gösterildiği gibi değişir. Görüldüğü gibi, her şarj çıkış gücü için verim % 80 dolaylarında sabittir. Güç faktörü ise, 1.8 kw şarj çıkış gücüne % 95 olmaktadır.

220 V A.A.'da şarj işlemi:

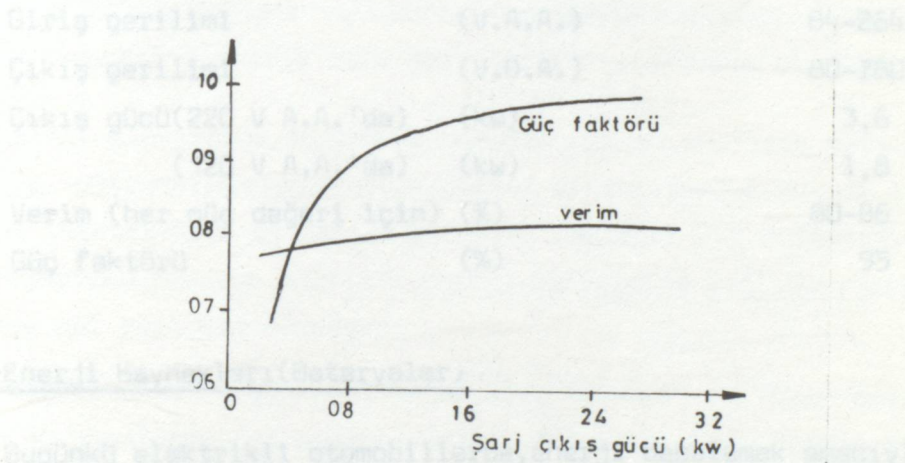
Şekil 33 'den görüldüğü gibi, verim % 86 civarında sabit, 3,6 kw şarj çıkış gücünde, güç faktörü ise % 95 tir.

- 1- Sabit emek şarj akımı,
- 2- Sabit gerilim,
- 3- Şarj altında sabit emek,



Şekil - 32
120 V A.A. da Şarj İçin Verim Ve Güç.

Şarj Bölümünün Teknik Özellikleri



Şekil - 33

220 V A.A. da Şarj İçin Verim Ve Güç.

Şarj kontrol devresi ise, farklı tiplerdeki tahrik bataryalarına uygunlaştırmak amacıyla, çift sabit akım seviyesi için seçilmiştir. Bu esneklikten dolayı şarj şekli, belirli bir batarya için optimize edilmemiştir. Şarj şekli, iç işlem modunda gerçekleştirilebilmektedir;

şarj ve deşarjlarının da kontrol altında ve en uygun biçimde olması gerekmektedir.

- 1- Sabit anlık şarj akımı,
- 2- Sabit gerilim,
- 3- Şarj bitiminde sabit akım,

Yukarıda açıklanan evrici ve şarj edicinin teknik özellikleri tablo'da özetlenmiştir.

Evirici Bölümün teknik Özellikleri:

Maksimum motor hat akımı	(A,RMS)	375
Motor pik mil gücü	(kw)	34
Nominal batarya gerilimi	(V.Ø.A)	132
Verim (15 kw,575 d/d için)	(%)	93
Isıl yeterlik"	(PwM)	Sürekli
Ağırlık	(kg)	46,5
Hacim	(m ³)	0,047

Şarj Bölümünün Teknik Özellikleri:

Giriş gerilimi	(V.A.A.)	84-264
Çıkış gerilimi	(V.D.A.)	80-180
Çıkış gücü(220 V A.A.'da)	(kw)	3,6
(120 V A,A.'da)	(kw)	1,8
Verim (her güç değeri için)	(%)	80-86
Güç faktörü	(%)	95

III.6. Enerji Kaynakları(Bataryalar)

Bugünkü elektrikli otomobillerde,enerji depolamak amacıyla kullanılan akümülatör bataryaları,tahrik sistemi içinde,yaklaşık % 70 lik oranla, ağırlık bakımından en büyük yeri tutar.

Birim ağırlıkta verebileceği enerjinin bu nedenle düşük olması, özellikle bataryaların geliştirilmesi için çaba harcanmasına itmiştir.

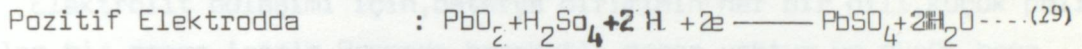
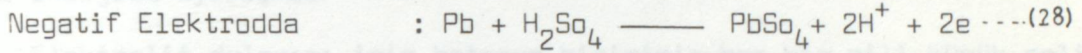
Kullanılan bataryaların verim ve kalitesini yükseltme çalışmaları yanında farklı seçenekler de araştırılmaktadır.Bu seçeneklerin içinde en umut verici görüneni ise,yakın gelecek için,yakıt pilleri olarak görülmektedir.Doğal olarak bataryaların verimli bir şekilde kullanılabilmesi için, şarj ve deşarjlarının da kontrol altında ve en uygun biçimde olması gerekmektedir.

III.6.1. Kurşun-Asit Bataryaları

Kurşun-asit bataryaların temelleri 1850'lerde atılmış olmasına karşın,geçen uzun zaman zarfında,yeterince gelişmeler elde edilememiştir.Bu gün,kurşun-asit bataryaların enerji depolama yeteneği % 67,güç ise % 54 dolaylarındadır.

Çalışma prensibi kısaca şöyle açıklanabilir:

Aktif maddelerden pozitif elektrod kurşun dioksit (PbO_2),negatif elektrod ise saf kurşun (Pb) 'dur.Üretimde,her iki elektrod da gözeneklidir, bu şekilde etkin yüzey genişletilmiş olmaktadır.Elektrolit,su içinde çözülmüş sülfirik asit (H_2SO_4) çözeltisidir.Diğer pekçok batarya sistemlerinde de olduğu gibi,elektrolit,boşalma tepkimesinde etkin eleman değildir. Basit olarak pilin tepkime bağıntısı şöyledir:



Negatif elektroddeki kurşun ile sülfirik asit,tepkimeye girdiği zaman, valans değeri değişir ve elektronlar boşta kalır.Bu serbest elektronlar,dış çevrede bir elektrik akımı gibi pozitif elektroda akarlar.

Pozitif elektrodta da benzer olaylar olarak,sülfirik asitin kurşun dioksit ile tepkimesi sonucu,kurşun sülfat oluşur.Şarj olayında işlemler aynı,fakat terstir.Açık devre pil gerilimi,yaklaşık 2 V dolaylarındadır. Gerilim değeri,kullanılan sülfirik asitin derişimine bağlıdır.Asitin derişimi düştükçe pil gerilimi de düşer.

Geliştirilmiş kurşun-asit bataryalar 200-250 dolup-boşalma ömürlü (% 80 boşalmada) ve özgül enerjisi 29 wh/kg olan bataryalardır.Ge - lişmiş bataryalara ilişkin performans değerler tabloda verilmiştir,

Özgül Enerji	(% 100 boşalmada wh/kg)	40
Özgül güç	(% 50 boşalmada w/kg)	100
Dolup-boşalma sayısı	(% 80 boşalmada)	800
Enerji Verimi	(%)	60

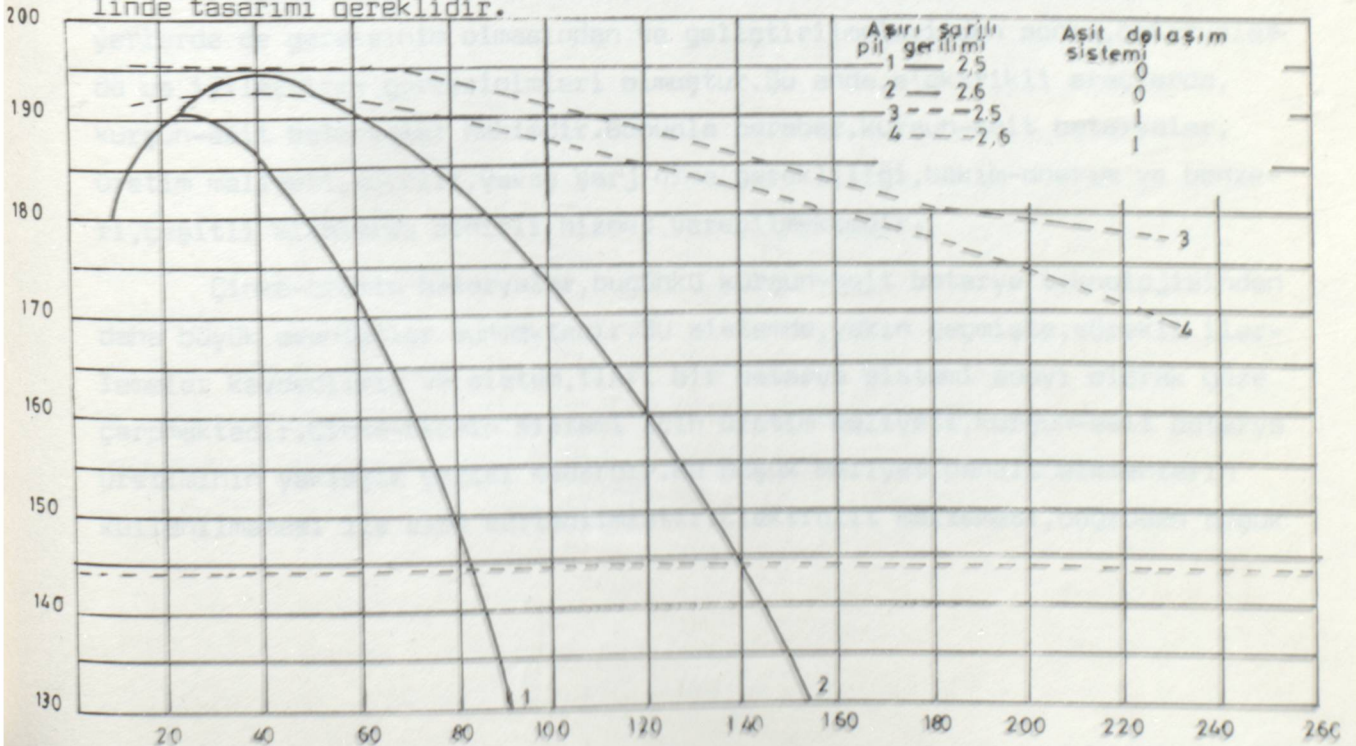
Bataryaların önemli noktalarından biri de elektrolit dolaşımıdır. Elektrokimyasal tepkimenin dehe erken elde edilmesi için dolaşım,ilk gerekli olan etkenlerdendir.Çok derin,aşırı bir boşalmada,elektrolitteki sülfirik asitin çok büyük bir bölümü tüketilir.Şarjda elektrodların yüzeyin-

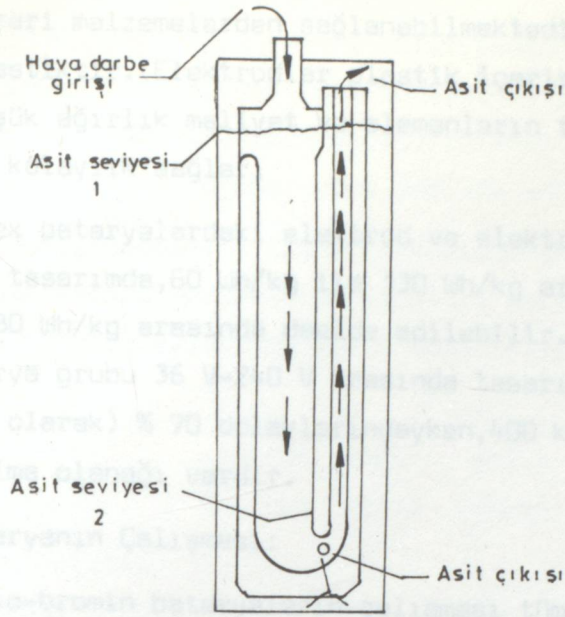
deki sülfirik asitin derişimi yoğunlaşır ve kabin dibine toplanır. Bunun sonucunda, elektrolitte, tortulaşma oluşur. Tortulaşma ise, kullanım ömrü ve elektriksel performans açısından batarya için zararlıdır.

Elektrolitteki tortulaşma, bataryanın şiddetli bir şekilde, aşırı şarj edilmesiyle giderilebilir. Fakat, maalesef aşırı şarj, kullanım ömrü için zararlıdır, pozitif etkin maddenin erimesi ve ızgaranın aşınmasını hızlandırır. Bu ve benzeri nedenlerle, elektrolit dolaşım sistemi içeren batarya tasarımı, aşağıdaki yararları sağlar:

- Kullanım ömründe artış,
- Şarj veriminde artış,
- Şarj veriminin iyileşmesi sonucu, dalga frekansında azalma,
- Özgül güçte iyileşme,
- Özgül enerjide iyileşme.

Elektrolit dolaşımı için, batarya biriminin her bir pili, küçük poli-porpilen bir pompa içerir. Pompada, hareketli parça yoktur ve düşük hava basıncının kısa darbeleri ile etkili olur. Pompalama sistemi, yalnızca dolma ve boşalmada çalışır. Boşalma süresince enerjisini, batarya grubundan alır ve enerji gereksinimi çok azdır. Elektrolit dolaşımı sayesinde kullanım ömrü artma faktörü 4, Coulomb türünden verim % 96, enerji verimi % 62 olmakta, özgül enerjideki iyileşme % 5'i bulmaktadır. Şekil 34 'te elektrolit dolaşım ve dolaşımsız deneysel pillerin kullanım ömürleri ile kapasiteleri gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, 3 ve 4 no.lu eğriler için kullanım ömründe iyileşme sözkonusudur. Bu eğriler, elektrolit dolaşım bataryalara ilişkindir. Şekil 35 'de ise pompanın şekli ve çalışma yöntemi gösterilmiştir. Pil kabının, pompanın çalışma verimi açısından, pompa ile beraber bir bütün şeklinde tasarımı gereklidir.





Şekil-35.

Elektrolit dolaşımından başka, dalgalandırma ve havalandırma sistem de kullanılabilir yöntemlerdir. Bu sistem iki amaca-yöneliktir; dalgalandırılarak tortulaşmanın önüne geçmek ve tehlikeli gazları güvenli bir şekilde dağıtmak. Ayrıca, elektrolitin özgül ağırlığının değişmesini önlemek ve elektroliti uygun seviyede tutmak, batarya sisteminin dolup-boşalma ömrünü ve kapasitesini önemli derecede yükselten etkenlerdendir.

III.6.2. Çinko-Bromin Bataryalar

Çinko-Bromin bataryalar, elektrikli araçlarda kullanılmak üzere geliştirilen, düşük üretim bedelli (28 \$ /kwh) ve iyi bir performans gösteren karakteristiklere sahip bataryalardır. Elektrikli araçların bazı yerlerde de gereksinim olmasından ve geliştirilmelerinden sonra, bataryalarda da iyileştirme gereksinimleri olmuştur. Şu anda, elektrikli araçlarda, kurşun-asit bataryalar hakimdir. Bununla beraber, kurşun-asit bataryalar, üretim maliyeti, ağırlık, yavaş şarj olma gerekliliği, bakım-onarım ve benzeri, çeşitli alanlarda sınırlı hizmet verebilmektedir.

Çinko-bromin bataryalar, bugünkü kurşun-asit batarya teknolojisinden daha büyük avantajlar sunmaktadır. Bu sistemde, yakın geçmişte, sürekli ilerlemeler kaydedilmiş ve sistem, ileri bir batarya sistemi adayı olarak göze çarpmaktadır. Çinko-Bromin sistemi için üretim maliyeti, kurşun-asit batarya üretiminin yaklaşık yarısı kadardır. Bu düşük maliyet pahalı elemanların kullanılmaması ile elde edilebilmiştir. Elektrolit malzemesi, doğrudan düşük

bedelli ticari malzemelerden sağlanabilmektedir. Bataryaların yapısı, hemen tümüyle plastiktir. (Elektrodlar plastik içerir). Geniş alanda plastik kullanılması, düşük ağırlık maliyet ve elemanların toplanmasında, bir araya getirilmesinde kolaylık sağlar.

Örnek bataryalardaki elektrod ve elektrolitlerin performansı, tipik 20 kWh'lık tasarımda, 60 Wh/kg ile 130 Wh/kg arasındadır. Enerji ve güç yoğunluğu, 80 Wh/kg arasında da elde edilebilir. Değişik şekillerde bağlantılarla, batarya grubu 36 V-240 V arasında tasarımılanır. Sistemin şarj verimi (D.A./D.A. olarak) % 70 dolaylarındayken, 400 kezden daha fazla derin dolma-boşalma olanağı vardır.

Bataryanın Çalışması:

Çinko-bromin bataryaların çalışması tümüyle elektrolit dolaşımına bağlıdır. Elektrolit dolaşımına dayalı, gelişmiş batarya tasarımları, çeşitli çiftler için önerilir. Bunlardan birkaçı, kurşun-asit, çinko-nikel, demir-nikel, çinko-klorin ve çinko-bromin olarak sayılabilir. Elektrolit dolaşımı genellikle, etkili maddeyi beslemek, üretimi harekete geçirmek, sıcaklığın yayılmasına yardımcı olmak ve elektrolitte eş dağılımı sağlamak için kullanılır. Dolaşım sistemi, tasarımı karmaşıktır, fakat buna karşılık daha iyi performans ve daha yüksek enerjiye izin verir.

Çinko-bromin bataryalarda üç ana eleman vardır. Elemanlardan birincisi, asıl elektrokimyasal maddenin yer aldığı elektrokimyasal bölümdür. İkincisi ise, elektrokimyasal bölümden dolaştırılan çinko-bromin ve bromin karışımının sulu çözeltisi olan, elektrolittir. Üçüncü bölümü, pompa ve dolaştırılan elektrolitin depo edildiği bölümler oluşturur. Şarj sırasında, negatif elektrod çinko ile kaplanır, pozitif elektrodun bromin açığa çıkar. Bromin, karışım ile tepkimeye girerek, ikinci bir şekle dönüşür. Bromin yönünden zengin bu madde, elektrokimyasal bölümün dışına pompalanır ve yerçekimi ile depodaki katod birikintisi ayrılarak, çökeltilir. Bu batarya sistemi ile şarjı uzun süre korumak mükemmel şekilde olasıdır. Buna neden olan, bromin çinkodan ayrı olarak, uzakta saklanmasıdır. Deşarj sırasında, katod birikintisi kapakçığı açılır ve bromin karışımı, elektrokimyasal bölümü yeniden besler. Çinko ve bromin, elektrokimyasal tepkime ile orijinal şekline döner ve çinko bromin çözeltisi oluşur. Şarjda alınan enerji böylece serbest kalır. Ayırıcı (seperatör) anot ve katod çevrimlerinin doğrudan karışmasını önleyerek, kendi kendine deşarj olayı azaltılmış olunur.

Sabit olarak, düşünülen bu bataryaların, hareketli bir elektrikli araca uygulanması için, öncelikle kontrol ve yardımcı devrelerin uygunlaştırılması gerekir. Depo hacminin değiştirilmesi gerekmez fakat, depo şeklinin ve düşey düzenlemenin, araca uygun şekilde yeniden tasarlanması gereklidir.

Gelişmiş araçlarla ilgili teknolojinin, üzerinde durduğu enerji depolama sistemleri, hareketli sıvıllılar; akışkanlılar, yüksek sıcaklık ve metal-hava bataryalarıdır. Bunların özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	Özgül enerji (Wh/kg)	Enerji yoğ. (Wh/l)	Özgül yoğ. (Wh/kg)	Güç yoğ. (W/l)	Tüketim bedeli (\$/kwh)	Dolma-boşalma ömrü
Hareketli sıvıllılar						
Kurşun-asit	45	100	180	400	80	800
Nikel-demir	50	85	120	205	150-300	1200
Nikel-çinko	60	100	200	330	200	600
Akışkanlılar						
Çinko-bromin	60	60	200	200	60	500-1000
Çinko-klorür	60	70	65	75	120-130	1000
Yüksek sıcaklık						
Li(A)-FeS	90	190	150	315	150-230	500-800
Li(A)-FeS ₂	110	240	180	400	145-230	650
Na-S	90	110	150	180	175	500
Metal-hava						
Alüminyum-hava	300	165	200	110	50-80	Uygun değil
Demir-hava	120	145	120	145	100	800

Tablo- 4

Tablo 4 'de, hareketli sıvıllılar için verilen, özgül enerji ve enerji yoğunluğu değerleri, 3 saatlik sabit boşalma akımında, diğer tip bataryaların ise 4 saatlik boşalma akımında elde edilmiştir. Özgül güç ve güç yoğunluğu değerleri, derin deşarjın % 50 si ve açık devre geriliminin 2/3 de, 30'ar saniyelik darbelerle alınmıştır.

Enerji depolama birimlerinden başka, enerji kaynağı veya yardımcı kaynak olarak kullanılmak üzere yakıt pilleri araştırılmaktadır. Çeşitli araştırma gruplarının çalışmaları sonucu, bazı seçenekler elde edilmiştir. Fosforik asit yakıt pili (PAFC : Phosphoric acid fuel cell) United Technologies Corporation (UTC) ve Energy Research Corporation (ERC) tarafından hazırlanmıştır. ERC tarafından sunulan diğer bir tasarımda, triflorometan sülfanik asit (TFMSA) kullanılmaktadır. General Electric Company (GE) tarafından tasarlanan bir sistem de, katı polimer elektrolit (SPE: Solid

polimer electrolyte) teknolojisi temeline dayanır. Bunların bazı özellikleri Tablo 5 'da verilmiştir. Bu değerler 90 V D.A. ve 20 kw sürekli yüklü sistem için elde edilmiştir. Maliyet belirlenirken 100.000 üretim/yıllık kapasite düşünülmüştür. Sistemin tamamı, hidrojen ve oksijenle tepkimeye giren, hava ve metanolun kullanımına dayalıdır.

Tablo- 5

	GE SPE	UTC PAFC	ERC PAFC	ERC TFMSA
Özgül güç sürekli	131	80	88	93
(Katot darbe (w/kg)	431	240	269	329
Güç yoğunluğu sürekli	59	59	59	46
(Anot darbe (w/1)	194	176	179	162
Enerji Verimi (%)	51	56	60	40-45
Soğuk Kalkış zamanı (dak)	1-3	5-7	10-12	3
Maliyet (\$/Kw)	330	300-500	200	380

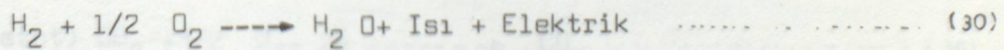
Gelişmekte olan bu sistemler, yakın gelecek için umut verir görünümündedir.

III.6.3. Yakıt Pilleri

Yakıtın ve yakıcının kimyasal enerjisini, doğrudan elektrik enerjisine çeviren elektrokimyasal araçlara yakıt pilleri denmektedir. Yapısı, pillerde olduğu gibi, elektrolit ve elektrodlardan oluşur. Pillerden farklı enerji depolamamaları, çift yönlü (şarj-deşarj) tepkimelerin sözkonusu olmayışıdır. Yakıt depolanarak, yakıt pili içine sürekli verilir ve elektrokimyasal yükseltgenmeler oluşturulur. Tepkimeye giren maddeler dışarıdan sağlandığı için pilin bitme sorunu yoktur. (dışarıdan gelen yakıtın sürekliliği durumunda).

Çalışma sırasında, yakıt ile yakıcının, aralarındaki tepkime sonucu, elektriği, suya ve ısıya dönüştüğü yer, yine elektrodlardır. Yakıt anotta elektronlarını bırakarak yükseltgenir. Yükseltgenme çeviriminin sağlanması için, anot ile katot arasında, bir dış devre (alıcı) bağlıdır. İyonlar, elektrolit yoluyla geçerek çevrimi tamamlanır.

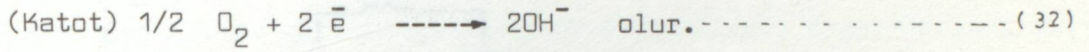
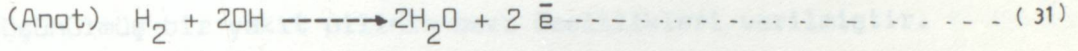
Yakıt pilinin tepkime bağıntısı şöyledir:



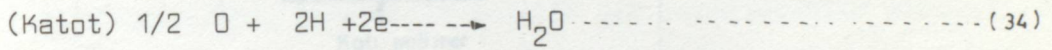
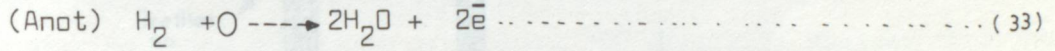
Tek bir pilin verdiği gerilim, bir volttan daha azdır. Ancak bu pillerin seri bağlanmasıyla yükseltilebileceğinden, sorun olarak görülmemelidir.

Dört çeşit yakıt pilinden söz edilebilir:

1- Alkalimli yakıt pilleri: Bu pillerde elektrolit olarak potasyum hidroksit, yakıt olarak saf hidrojen ve yakıcı olarak ta oksijen kullanılır. Pilde karşılaşılan ana sorun, elektrolitin karbondioksit ile tepkimeye girip, potasyum karbonat oluşturarak çökmesi ve pilin çalışmasını zamanla engellemesidir. Anot ve katot tepkime bağıntıları aşağıdadır:

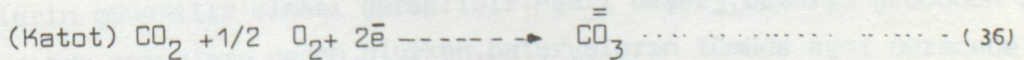
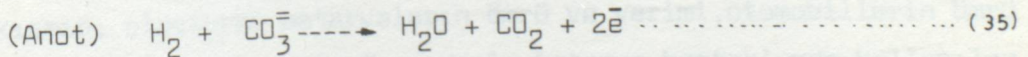


2- Asitli yakıt pilleri: Alkalimli pillerde olduğu gibi, bunlarda da hidrojen, oksijen kullanılır. Elektrolit olarak kullanılan asit, karbondioksitten etkilenmediği için havadaki oksijenin kullanımını kolaylığı vardır. Çalışma sırasında, hidrojen yakıtı anota doğru yayılır ve yükseltgenir. Oksijen ise, katotta hidrojen iyonları ile tepkimeye girer.

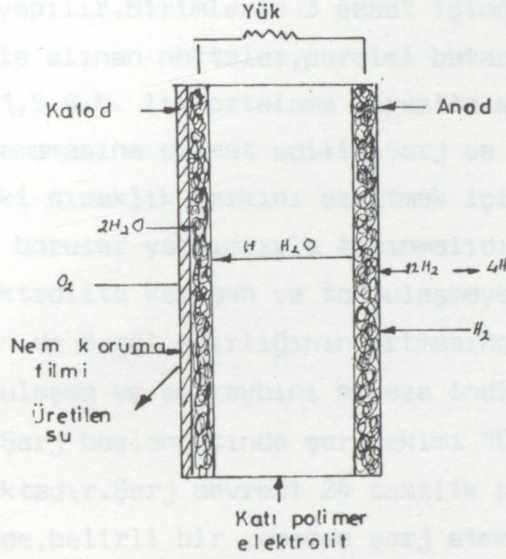


Oluşan su, gaz halinde havaya karışır. Bu pillerde elektrolit olarak fosforik asit kullanılması en iyi seçim olarak görülmektedir. Yakıt pilleri ticari olarak en gelişmiş olanı, yine fosforik asitli pillerdir. Verimleri % 35 dolaylarında olmakla beraber, rejenerasyon ile % 60 a yükseltilmektedir.

3- Erimiş tuzlu yakıt pilleri: Bu pillerde, saf hidrojen, hava asal olmayan metal elektrod ve bir gözenekli seramik kap içinde, erimiş halde bulunan elektrolit kullanılır. Elektrolit olarak alkali karbonat eriyiği tercih edilmektedir. Erimiş karbonatlı pillerde, gözenekli nikel, elektrod olarak, lityum ve potasyum karbonat karışımı ise, elektrolit olarak kullanılır.



Yakıt pillerinin araçlarda kullanılmak üzere düşünülenleri, yakıtın özellikle küçük hacimde depo edilmesi için, sıvı yakıt kullanan çeşitleridir. Hidrojen (yakıt) kaynağı olarak genellikle metanol kullanılmaktadır. Araçlarda kullanılması öngörülen elektrolit, teflona benzer perflorakarbon- dan üretilmiş bir plakadır. Elektrodun yapısı ve elektrolit yüzeyine baskı yapan ince bir tabakadır. Pilin yapısı ve elektrokimyasal tepkimeler Şekil 36 'da şematik olarak gösterilmiştir. Tablo 5.A.'de elektrikli araçlar için düşünülmüş bir yakıt pilinin bazı özellikleri verilmiştir.



Şekil - 36.

Yakıt Pilinin Şematik Gösterimi.

Hacim	0,115 m ³
Ağırlık	150 kg
Darbe gücü	66 kw
Sürekli güç	20 kw
Sistemin nom. gerilimi	96 V. D.A.
Sürekli güçte verim	% 50

Tablo 5.A.

4- Tahrik bataryaların şarjı: Bataryaların şarjı enerji ekonomisi ve kullanım ömrü bakımından oldukça önemlidir. Elektrikli otomobillerin en büyük kısmını oluşturan bataryaların ömrü ve verimi, otomobillerin ömrü ve verimine oldukça fazla etkir. Bu nedenle batarya kontrolunda kullanılan sistemlerin güvenilir olması gereklidir. Aşırı deşarj, batarya grubunun doldurulmasında sorunlara neden olurken, bataryaların tümüde aynı derecede şarj edilemez.

Şarj sorunlarının Etkenleri:

- Batarya kapasitesi uygunluğu,
- Elektrolit sıcaklık dengesi,
- Şarj anında elektrolitteki tortulaşma ve katmanlaşma,
- Şarj devresi ile batarya uyumsuzluğu olarak,sıralanabilir.

Batarya birimlerinin kapasitelerini dengelemek için,çeşitli incelemeler yapılmaktadır.İlk olarak,her bir batarya birimi arasında % 100 ağırlık ayrımı yapılır.Birimlerin 3 saat içindeki dolup-boşalma durumları incelenir.Ele alınan noktalar,paralel batarya kolları arasında,şarj tutma bakımından 1,5 A.h. lık ortalama kapasitelerin arasında ise 3 A.h. lık farkın aşılmasına dikkat edilir.Şarj ve deşarj sırasında batarya grupları arasındaki sıcaklık farkını azaltmak için,soğutma havası,en çok ısınan bataryalara borular yardımıyla taşınmalıdır.Şarj sırasında elektrotlardan koparak elektrolite karışan ve tortulaşmaya neden olan parçacıklar, elektrolitin de özgül ağırlığının artmasına sebep olur.Yapılan deneyler sonucu,tortulaşma ve su kaybını en aza indiren bir şarj akımı şekli elde edilmiştir.Şarj başlangıcında şarj akımı 100 A(paralel kollara 50 A düşmek üzere) olmaktadır.Şarj devresi 24 saatlik bir zamanlayıcıya sahiptir.Böylece gün içinde,belirli bir zamanda şarj etmesi için ayarlanabilir.Şarj sonunda akım 35 A. (Paralel kol başına 17,5 A) düşer.

Şarj işlemindeki gelişmeler,bir mikroişlemci ile kontrol edilmelidir. Gerilim,şarjlı batarya geriliminin % 95'ine ulaştığı zaman,basit olarak bataryaların da kapasitelerininin % 95'i kadar bir enerji ile yüklendiği söylenebilir.

Mikroişleyici kontrol biriminden,yapması beklenen işlemler şöyle sıralanabilir:

- Deşarj fonksiyonunun ortalamasına bağlı olarak şarj zamanını tespit etme,
- Şarj aralarını,erken şarj bitiş verilerini saklama ve ilerideki şarj etme zamanlarını hesaplamada,bunlardan yararlanma,
- Şarj bitiş akımını izlemek ve ayarlanan değeri aşarsa şarjı durdurup uyarı sinyali verme,
- Şarj şeklini seçme (Rampa fonksiyonu,darbeli,yükseltmeli gibi),
- Kullanılan bellek bloğunu, A.A. güç kaynağında oluşabilecek kesintilere karşı programlanan bilgilerin kaybını önlemek için D.A.güç kaynağından besleme.

Batarya şarjı, bataryalar bakımından önemli olduğu kadar, elektrik şebekesi açısından da önemlidir. Özellikle ileri dönük düşünüldüğünde tedbirlerin alınması gerekeceği açıkça görülebilir.

2000 yıllarında milyonlarca elektrikli aracın kullanılacağı olasılığı, elektrik şebekesine bunların şarj anında ne denli büyük yükler yükleyeceği sorununu da ortaya çıkarmaktadır.

Bir elektrikli aracın gereksinim duyduğu enerji miktarı, onun dolaşımına, yüküne, bataryaların enerji depolama yoğunluğuna, şarj verimi ile tahrik sisteminin verimine bağlıdır. Enerji yoğunluğu 0,05 kwh/kg olan, iyileştirilmiş kurşun-asit bataryalı, 65 km'lik dolaşım olanağına sahip, dört kişilik bir otomobil hareketli olduğu sürece, km başına 0,25 kwh 'lık elektrik enerjisine gereksinim gösterir. Bu bataryanın kullanımındaki ve doldurulmasındaki kayıpları da içermektedir.

Bataryaların şarjı için başlangıçta, güç güreceli olarak yüksektir ve tam şarja yaklaştıkça, güç istemi azalmaktadır. Tablo 6 'de kurşun-asit bataryanın şarjına ilişkin değerler gösterilmiştir.

Tablo- 6

		Zaman (saat)							
		0	1	2	3	4	5	6	
Gerilim	(V)	12,8	13,1	13,4	13,9	15,8	15,8	15,8	
Akım	(A)	46	46	46	46	46	7	4	
Güç	(W)	589	603	616	639	727	111	63	
Yük Miktarı	(Ah)	0	46	92	138	184	203	208	
Yük verimi	((%)	100	100	100	99	90	50	20	
Şarj durumu	(%)	0	23,1	46,3	69,4	91,3	99,1	100	

Şarjın büyük bir kısmında 4 saat süreyle akım, 46A de sabittir ve bu süre içinde gerilim 12,8 volttan 15,8 volta yükselmektedir. Şarjın bitiminde, gerilim sabit tutularak, geri kalan 2 saat içinde şarj akımı hızla düşürülür.

III.7. Batarya Şarjının Zamanlaması ve Elektrik Şebekesine Etkisi

Yeniden şarjın çoğu, araçlar park edildiği zamanlar yapılacaktır. Genellikle araç, park edildikten hemen sonra şarja bırakılır. Aksi halde, aracın şarja bağlanması için bir süre sonra yeniden yanına gelmek ve işlemi başlatmak gerekecektir ki bunu da hiçbir araç sahibi yapamayacaktır. Veya, zamanlama

işlemi otomatik yapılmalıdır.Gün boyunca,elektrik ücreti sabit olan yerler için şarj zamanlaması,maliyeti etkilemeyeceğinden,o denli önemli olmayabilir.Diğer bir durumda da,günün farklı saatlerinde farklı elektrik ücreti uygulaması durumudur.Bu halde,şarj işlemi olabildiğince ücretin en düşük olduğu saatlerde yapılması yarar sağlar.Tablo 7 'da 2000 yılında A.B.D. de sözkonusu olması beklenen durumlar belirtilmiştir.

Tablo - 7

Binek Otomobil sayısı	150 milyon
Elektrikli araçların binek otomobilleri içindeki oranı	% 5
Elektrikli araç sayısı	7,5 milyon
Elektrikli araçların ortalama yıllık dolaşımı	16.000 km
Elektrikli araçların km başına kullandıkları ortalama enerji	0,66 kwh
Her elektrikli araç başına günlük ortalama şarj yönü	18 kwh
Elektrikli araçların bir günlük şarj yükü	135 Gwh
Enerji taşıma ve dağıtım hatlarının verimi	% 90
Elektrikli araçların şarjı için gerekli günlük elk.üretimi	150 Gwh

Görüldüğü gibi,şarj için gerekli enerji miktarı,oldukça büyük boyutlara ulaşmaktadır.Elektrikli araçların batarya şarjında,enerji üretim maliyetinin düşük olduğu ve santralların yüklerinin azaldığı saatler seçilmelidir.Bu aşırı yük ve darbeleri karşılamak için,fosil yakıtları bağımlı,santrallardan yararlanıldığı ve gecenin geç saatlerinde devrede yalnızca hidroelektrik santrallerin kaldığı düşünülürse,enerji maliyetinin ne denli büyük farklılık göstereceği anlaşılabilir.

III.8. Elektrikli Araçlarla İlgili Denemeler Ve Sonuçları

Otomobillerin,ilk yaşlarından bu yana elektrikle tahrik ve enerjinin elektrik olarak depolanması,olası bir seçenek olarak görülmektedir. 1975 te servise alınan 58 adet,Mersedes Benz'in ürettiği elektrikli dağıtım minibüsü ile yaklaşık 2.2 milyon km. mesafelik kullanım süresi sözkonusu olmuştur.İkinci bir deney ise,30 adet 307 E model,elektrikli dağıtım minibüsü 1981'de devrede görülmüştür.Bu araçlar Bonn'da Alman Federal Posta Ofisinde ve Berlin'de değişik işlerde kullanılmaktadır. Berlin'de çalıştırılan araçlar Federal Teknoloji ve Geliştirme Bakanlığı tarafından geliştirilmiştir.Bu araçlarda yaklaşık olarak 400.000 km.lik toplam kullanıma sahiptir.Bu araçların denenmesinde teknik performans

ile sürücünün görüşüne önem verilmektedir.

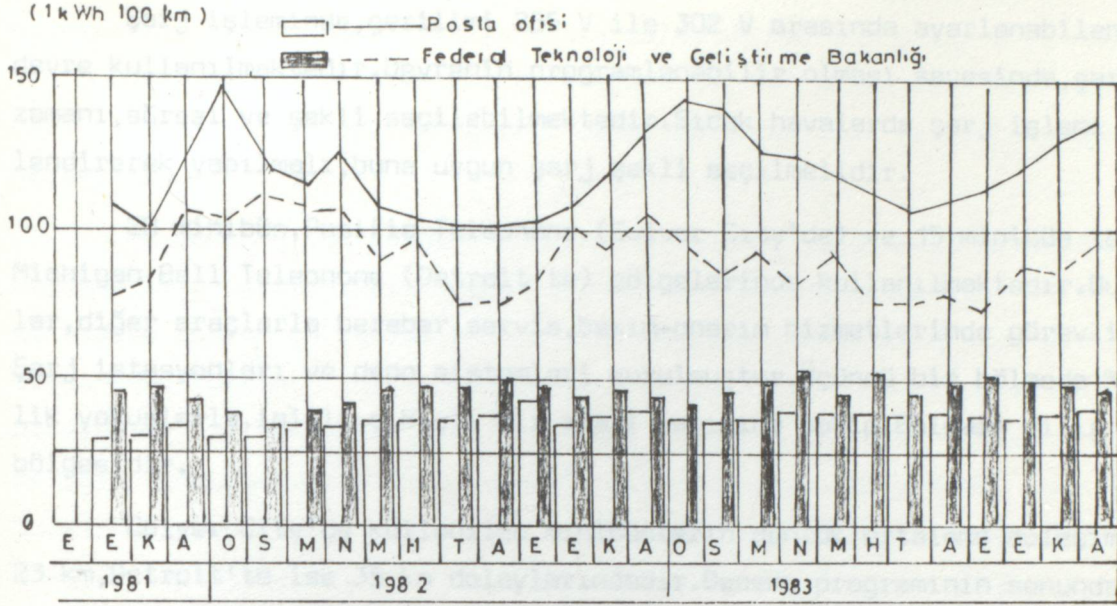
1200 kg'lık yüküyle yüklü elektrikli minibusün,bugünkü bataryaların izin verdiği menzil ile dağıtım yapması olasıdır.Araçların,çoğunlukla günlük kullanımı 12-30 km arasındadır.Diesel minibüslerdeki sürücü bölümünü ve yük alanını koruyabilmek için,içerdiği bataryalar ve elektrikle tahrik elemanları,uygun şekilde düzenlenmiştir.

Elektrikli dağıtım minibüsünün yüksüz ağırlığı 3200 kg'dır ve diesel motorlu bir araçtan,yaklaşık 1400 kg.daha ağırdır.Anlaşılacağı gibi ağırlıkların optimize edilmesi gerekmektedir.Kurşun-asitli bataryaların kullanılması halinde,enerji kapasitesi aynı kalırken,aracın boş ağırlığı 200 kg'dan daha fazla artış gösterir.Cihazların,bakım-onarım açısından,kolay erişilebilecek şekilde yerleştirilmesi gereklidir.Bataryaların yerleştirilmesinde ise sıcaklık dağılımları dikkate alınır.

Kurşun-asitli batarya ve şarj devresinin uygun kullanımı ile araca elverişliliği sağlanır.Batarya içindeki bağımsız gözlerin hatalı olması batarya performansını düşürür.Doğal olarak,böyle bir durumda gözün değiştirilmesiyle,bataryalar,eski performansını yeniden kazanır.Fakat bataryaların gücünü korumak için modüllerin % 24'ünü gerekli tarihte değiştirmek zorunludur.

Bataryalar,araçların kış kullanımlarında ısıtır.Birimlerinde,kurşunların ek olarak bölgesel ısıtması da sözkonusdur.Kullanılan bataryaların,günlük kullanımla,su miktarı 2,5 ayda % 90 'a düşer.Elektrolit seviyesinin düşmesi,bataryaların performansını düşüren ve onların zarar görmesine de yol açabilecek olan etkilerdendir.Bu nedenle,bataryaların bakımı önem kazanır ve azaltabilme olanağı yoktur.

Alman Federal Posta Ofisinde,günlük ortalama katedilen yol,batarya kapasitesinin % 30 ile % 60'ını tüketmektedir.Durma ve şarj işlemi ile,kışın ısıtma işlemi,günde 16 saat süreyle olmaktadır.Bazı araçların,bazı hallerde,uzun süreli dolaşımda kalmaları ve yüksek performans harcamaları,bataryaların kapasitesinden tam olarak yararlanma zorunluluğunu ortaya çıkarmakta,hatta aralıklarla şarja bağlanması,uygun görülmektedir.Şekil-37 'de,iki yıllık ana güç tüketimi ve günlük dolaşım dahil güç tüketimi 1200 Wh/km iken,Federal Teknoloji ve Geliştirme Bakanlığı programında,890 Wh/km gibi,oldukça düşük bir değerdir.Batarya ısıtılmasından dolayı,kış aylarında,güç tüketimi büyük ölçüde artmaktadır.



S
Şekil - 37.

Elektrikli Minibüs (307 E)'ün Ana Güç Tüketimi Ve Günlük Dolaşım.

Ele alabileceğimiz diğer bir örnek ise, A.B.D.'de üretilip denenmiş elektrikli minibuslerdir. Bunlarda motor kontrolü, iki tristörlü bir D.A. kısıyıcısı ile yapılmakta, yön değiştirme veya faydalı frenleme için bir alan yönü değiştirici kullanılmaktadır. Kontrol birimi 220 V ve 600 A için üretilmiştir, genliği ve frekansı (0-300 Hz) ayarlanabilmektedir. Kullanılan motor, General Motors'un ürettiği 3250 d/d'da 50 HP güç verebilen, seri uyarlamalı D.A. motorudur. Motor ağırlığı yaklaşık 150 kg'dır.

Batarya grubu, bir hava filtresi sistemini sudan etkilenmeyen bir gövdeyi ve aralarındaki iç bağlantıyı kapsar. Ateşten etkilenmemeleri için de, yaklaşık 40 kg.'lık ek bir ağırlığa rağmen, korumaya alınmışlardır. Bunların dışında kalan elemanlar ile bataryanın ağırlığı 1125 kg.'dır. Araç için güç sağlayan bataryalar, 36 adet, 12 voltluk, az bakımlı kurşun-asit akümülatörlerdir. Herbir bataryanın ağırlığı yaklaşık 30 kg. ve kapasitesi 76 Ah'tır. (25 A'lık boşalma akımında) Buna göre de 30 kWh/kg'luk bir enerji sağlanmaktadır.

Batarya grubunun nominal gerilimi 216 V'tur. 36 bataryanın 18 tanesi aralarında seri ve bu iki seri grupta birbirlerine paralel bağlıdır. Bu şekilde de 50 A'luk boşalma akımında 33 kWh'luk enerji alınabilmektedir. Kurşun-asit bataryaların özelliğinden dolayı boşalma akımı arttıkça bataryaların verebileceği enerji de azalmaktadır. Örneğin, akım 200 A'e çık-

tiđi zaman,bataryalardan alınabilecek enerji,21 kwh'a dűşmektedir.

Şarj işleminde,gerilimi 285 V ile 302 V arasında ayarlanabilen bir devre kullanılmaktadır.Devrenin programlanabilir olması sayesinde,şarj zamanı,sűresi ve şekli seçilebilmektedir.Sıcak havalarda şarj işlemi dindendirerek yapılmalı,buna uygun şarj şekli seçilmelidir.

20 minibűs,Pasific Telephone (Culver City'de) ve 15 minibűs te Michigan Bell Telephone (Detroit'te) bölgelerinde kullanılmaktadır.Bu araçlar,diğer araçlarla beraber,servis,bakım-onarım hizmetlerinde görevlidir.Şarj istasyonları ve depo sistemleri kurulmuştur.Üçüncü bir bölgede % 12'lik yokuşlarla,inişli-çıkışlı bir arazi yapısına sahip Baldwin Hills bölgesidir.

Culver City'de kullanılan minibűslerin günlük,ortalama dolaşımı 23 km,Detroit'te ise 35 km dolaylarındadır.Deneme programının sonunda 480.000 minibűs km'lik dolaşım birikimi sağlanmıştır.Detroit'te kullanılan ara şarj,gün içindeki 30-60 dakikalık şarjlardır ve bu şakilde şarjlar,tüm şarj işleminin % 40'ını oluşturur.Ara şarj genellikle öğle aralarında yapılır.Bu ara şarjlar, minibűslere 50-60 km/günlük çalışmaya izin verir.

Programda enerji tüketimi izlenmiş ve şu sonuçlar alınmıştır.Culver City'de başlangıçta,4.8 kwh/km olan enerji tüketimi,3 kwh/km'ye,Detroit'te ise 3,5 kwh/km'den 2,4 kwh/km'ye düşmüştür.Görüldüğü gibi Culver City'de şarj verimi % 50-60 dan %70-80 lere,Detroit'te % 70-75 den % 75-80'lere çıkmıştır.Enerji kullanımındaki bu değişimin nedeni,batarya gruplarının şarj yöntemlerindeki olumlu değişmelerdir.

Detroit'te enerji kullanımı daha azdır.Bunun nedeni şöyle göze çarpmaktadır.135-150 kg.dan az bir yükte çalışan minibűsler,Detroit'te 300 A'lik bir motor akımı üst sınırı ile çalışabilirken,Culver City'de bölgenin iniş-çıkışlarından dolayı 400 A'lik motor akımına kadar çıkılması gerekmektedir.Buna karşılık faydalı frenleme ile geri alınan enerji bakımından,Culver City'de % 15'lik değişim,Detroit'te ise % 15'lik değişim söz konusudur.Faydalı frenleme,mekanik fren düzeneğinin ömrünün artmasını da sağlamaktadır.

Her sekiz ile on haftada bir,kullanılan tüm bataryaların çalışması kontrol edilir.Bu bakım-onarım sırasında aşağıda açıklanan işlemler yapılır:
-Önce bataryalar araç üzerindeyken ve şarj yerinde,şarj edici açılır,batarya gerilimlerini kaydedici teyp çalıştırılır,156 dakika sonra da

akımların değişimleri elde edilir.Bataryalar araçtan dışarı alınır, elektrolitlerin belirli özellikleri ölçülür ve her bir pilin seri numarası ile durumu kaydedilir.Elektrolit seviyesi ile 200 V'luk özel bir yük üzerine boşaltılır,herbir bağımsız bataryanın gerilimi ve grubun kapasitesi kaydedilir.

Bu noktada,tüm batarya verileri incelenir ve gerekli bataryalar değiştirilir.Bataryaların değiştirilmesinde dikkate alınan bir nokta,şarjlı olarak okunan en yüksek gerilim ile boşaldıktan sonra okunan gerilim arasındaki farkın 3 volttan büyük olup olmadığının kontroludur.Diğer bataryalara da zarar verir.Paralel bağlı batarya grupları arasında da akım dengesi olmadığı durumlarda,paralel gruplardan biri,diğerinden daha fazla boşalacaktır.Herhangi zayıf veya iş görmeyen bir batarya olursa,gruptan sökülür ve tek olarak kontrol edilir.Tüm seperatir ve plakaların durumları incelenerek kaydedilir.Bataryalar değiştirildikten sonra,sistem yeniden şarj edilir ve araç servise sunulur.

Deney sonuçlarını almak karşılaşılan sorunları çözmek için,üç adet bilgisayar veri bankası ayrılmıştır.Biri ön üretim bilgilerini içerir.Her batarya için,kendi seri numarası altında 17 özellik saklanmıştır.İkincisi, tüm aylık arazi servisi ve bakım-onarım verilerini içerir.Üçüncüsü ise arızalı bataryalar ile ilgili veriler saklanır.Üç veri bankası,üretim etkisi ve servis parametrelerinin,batarya performans ve çalışma ömrüne etkilerini tesbit etmek için beraberce,birbirlerine bağlı olarak çalışırlar.

Genellikle toz ve kirden dolayı oluşacak kaçaıkları önlemek için, aracın hiçbir alıcı çalışmaz durumda iken,3 mA'dan büyük bir akım çekip çekmediği kontrol edilir.3 mA'lik kaçak akım sınırı aşılırsa,gerekli yerlerin yalıtım ve temizlikleri gözden geçirilir.

Arazi uygulamalarındaki sorunlar toplanarak,test mühendisleri tarafından değerlendirilir.Gerekli değişiklikler,yapılabilecek iyileştirme ve geliştirmeler yapılır,yeni devreler,yeni parçalar veya bölümler üretilir.

III.9. Akülü Toplu Taşıma Sistemleri.

Elektrikli Minibüs Ve Elektrikli Otobüs.

III.9.1. Genel Bilgi

Yapısı: Cadde trafiğindeki araçlar,bugün enerjilerinin % 100'e yakınına petrolle karşılamaktadırlar.Federal Almanya'da taşımacılıkta har-

canan petrol payı yaklaşık % 25 dir.Artan petrol fiatlarıyla beraber gele -
cekte petrol fiatlarındaki artışın devam edeceği,bu alanda büyük problemler
olacağına işarettir.

Böylece,buna karşılık petrol enerjisi yerine birincil enerji kaynak-
larından kömür ve atom enerjisi konmakta uzun vade için ise ikincil enerji
üretimi yapılarak ikincil enerji elde etmede yavaş yavaş Metanol ve Hidrojen
gibi enerji türleri güncelleşmektedir.



Elektrikli taşıma,trafik için alternatif bir çözümdür.Elektrikli
işletme,bilinen yararları dışında,elektrikli taşıtlarıyla trafiğe hafiflik
getirir.Bu nedenle elektrokimyasal bir enerji yoğunluğunu,bugün ve gelecekte,
belli mesafelerde taşıta aktararak taşıma yapılabilir.Ara istasyonlu
konvansiyonel bir taşıtı sadece elektrikle çalışan bir taşıt olarak kullan-
mak mümkündür.

Bunun için elektrikli taşımayla yük veya yolcu taşımada günümüzde
ve gelecek için elektrikli taşıtlar düşünülmektedir.Gelecekte elektrikli

taşıtlar için üretilecek kurşunlu yeni batarya sistemleri daha ekonomik ve enerji depolamayı daha iyi yapacak özelliklerde olacaktır.

Böylece kurşunlu aküler,elektrikli taşıma araçlarında daha düzenle ve daha optimal bir çözüm sağlayacaktır.Bu uygulama elektrikli taşıtlarda şimdiye kadar ki uygulamalar dışında yeni bazı özellikler getirmektedir. Bu özellikler;

1- İyi ağırlık enerji oranı (Wh/kg) ve
Yüksek güç yoğunluğu (W/kg)

2- Sistematik olarak bakım ve tamir kolaylığı,

3- Optimum ömür ve ekonomiklik,

4- Üniversal batarya hücreleri ve standart yapısı,

5- Özellikle yüksek derecede elektrik ve mekanik güvence,

olarak sıralanabilir.

VARTA Batterie AG nin özel olarak ürettiği kurşun hücreli akümülatörler birçok elektrikli taşıt üzerinde milyonlarca km çalışma yapılarak denendi.Özellikle,yeni teknoloji sonucunda 5 ana özellik ortaya çıktı.

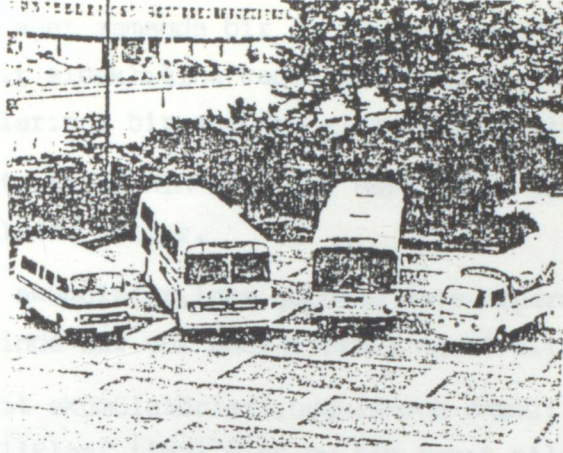
a) Uyumlu Kutup Ayakları: Bu taşıtların akülerinin hücrelerinde, yeni bir yöntemle,kutup ayaklarıyla plakalar birbirine uyumlu bağlanmıştır. Plakalardan yük ve akım aktarmada kolaylık sağlayacak ve bu açıdan ayak bağlantıları çok uygun yapılmıştır.

b) İnce Duvarlı Hücre Kapları: İnce duvarlara rağmen,hücre odalarına yapılan mekanik zorlamalar,elektriksel kararlılığı bozmamaktadır.Bu konstrüksiyonda hücre kaplarının tüm fonksiyonları,hücre elektriği ve bir sonraki hücreye olabilecek elektrolit etkisi izole edilmiştir.İlave desteklerle dayanıklı ve hafif özel bir yapı elde edilmiştir.Böylece orta kısımlarda et kalınlığı yaklaşık 1 mm civarındadır.

Buna rağmen hücre odaları 5 atü'lük basınç ve önemsiz bir ağırlık oranına sahiptir.İmalat yapılırken,kolayca taşınabilmesi için hücre odalarının üstü özel bir şekilde yapılmıştır.

c) Elektrolitik Hücreleri: Hücre ve kutu taşıyıcıları,taşıtlar üzerinde mekanik zorlamalara ve yüklere karşı dayanıklıdır.Özellikle kutup taşıyıcıları,elastik özellikteki plastik maddeden yapılarak vidayla sabitleştiril-

miştir.Hücre kapakları da yeni bir yöntemle elektrolitiğe dayanıklı biçimde yapılmıştır.



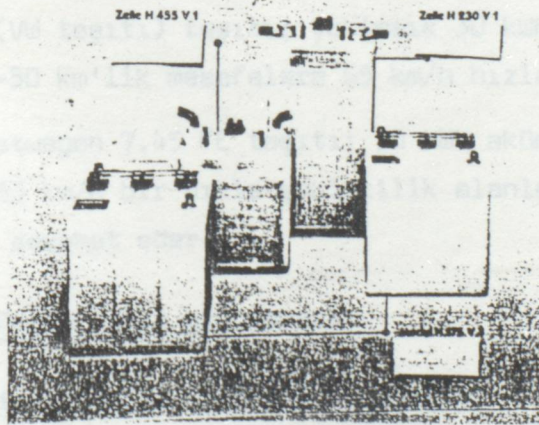
Muhtelif Akümülatörlü Taşıt Tipleri.

Yapılacak araştırmaların sonuçlarına göre aşağıdaki gibidir:

1- Mercedes-Benz-Tr... (E-Değer 200...); yaklaşık 30 km'lik

d) Kutup Bağlantı Vidaları: Elektrolitik hücreler,bükülebilir bir bakır iletkenle birleştirilebilir.Plastik izoleli bakır kabloyla yapılan tam izoleli bağlantı,akümülatör için tehlike oluşturmaz.Bağlantıların bükülebilir teknikle yapılması hücreler için mekanik zorlamaları önler ve ayrıca hücrelerin akım taşıyıcıları için güvenlik ve ömür arttırıcı özellik gösterir.

e) Akümlatör Sistemi: Hafif olmasından dolayı bütün hücre tipleri tek bir merkezden akıtılan su sistemiyle hücrelere saf su takviyesi yapılabilir.Su ekleme güvenli olarak yapılır.



Çeşitli Tip Akümülatörler.

Bu doldurma sistemine bağılı bir de gaz çıkarma yolu vardır.Bütün hücrelerden bu yolla gaz çıkabilir.

Bu sistem aynı zamanda bir su soğutma donanımına da sahiptir.Böylece akümülatör sınır sıcaklığına kadar gelmeden korunmuş olacaktır.Dolayısıyla büyük yük akımlarında bir soğutma elde edilmiş olacaktır.

VARTA Batterie AG'nin ürettiği Hafif,Orta ve Ağır olmak üzere 3 tip taşınabilir akümülatör vardır.

Bu üç tip akümülatör,ince çubuklu veya ızgara yapılı olmak üzere 31-37 Wh/kg değerinde bir yük enerji oranı hedef alınarak imal edilmektedir.

VARTA taşıt akümülatörleri,uygulamada önemli düzenlemeler getirmektedir.Teknik özellikleri ileri olan bu tip taşıt pilleri yeni gelişmelere yardımcı olmaktadır.

Yapılacak projelerde hız ve mesafe sınırları aşağıdaki gibidir:

1- Mercedes-Benz-Transporter LE 306 ve 307 taşıtları; yaklaşık 30 kWh'lık bir akümülatörle çalışır.Bu taşıt 70 km/h kadar bir hıza ulaşmaktadır. Yerleşim alanlarında 40-60 km mesafelerde kullanılır.

2- VW Transporter; yaklaşık 25 kWh'lık bir enerjiyle 70 km'lik mesafelere maksimum 70 km/h hızla çalışır.

3- MAN-Elektrobus SL-E ; 164 kWh'lık enerjiyle 60 km/h hızla 80 km'lik mesafelere çalışır.

4- Mercedes-Benz-Hybrid-Bus OE 305 ve DUO-Bus 305 taşıtları 80 kWh'lık aküler taşırlar.40-50 km.mesafelere çalışırlar.Bu mesafe.Hybrid grubuyla birlikte olunca 200-300 km'ye çıkar.

5- GES-City-Bus (VW taşıtı) taşıtı; yaklaşık 30 kWh enerjili bir akümülatöre sahiptir.40-50 km'lik mesafelere 65 km/h hızla seyahat eder.

6- MAN-Elektrolastwagen 7.45 FE taşıtı; 50 kWh akümülatöre sahiptir.En yüksek hız olan 53 km/h bir hızla şehircilik alanlarında yaklaşık 90 km'ye kadar mesafelere seyahat eder.

III.9.2. Kurşun Akülü Taşıt Uygulaması

III.9.2.1- MAN-Standart-Elektrobus SL-E Taşıtı:

GES Koordinasyonu altında H 105000 V 180 tipli VARTA akümülatörleriyle çalışan MAN akülü otobüsler,Düsseldorf şehrinde 3 hat Mönchengladbach'da tek hatta çalışmaktadırlar.

Özellikler 4,5 milyon km'nin üzerinde mesafede çalışmış ve yine 50 milyondan fazla yolcu taşımıştır.

Akümülatörün deşarjını 100 gün için yaklaşık 4-5 dakika için yapılır. 10m hatlarda bu süreyle çalışma yapmak mümkündür.

Elektrik Motoru:

Bosch, serbesti ayarlı: D4 motoru

Siemens, kompanzasyonlu serbesti ve hız ayarlı motoru.

Nominal Güç:

Saatlik güç:

Ani Güç:

Maksimum D:

Maksimum H:

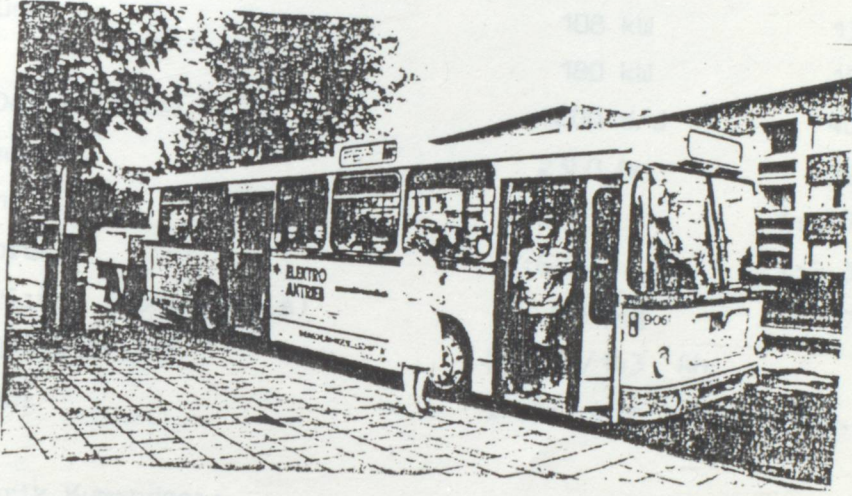
Dişli Oran:

İç dişli:

Motor ağırlığı:

Tanrik ağırlığı:

Hava Isıtıcı:



MAN-Standard-Elektrobus SL-E

H 455 V 180 Kurşun Akümülatörlü Elektrikli Taşıt

Maksimum impuls sürüşü:

Maksimum impuls frekansı:

Maksimum akım akışı:

Kapıda (maksimum ağırlığı):

Diğer Özellikler:

Akümülatörün deşarjını 100 gün için yaklaşık 4-5 dakika için yapılır. 10m hatlarda bu süreyle çalışma yapmak mümkündür.

İstatistikler:

Maksimum hız (yaklaşık):

Hızlanma süresi (0-30 km/h):

30 km/h

0-30 km/h yaklaşık 10 s

0-50 km/h yaklaşık 25 s

Otobüsler 4,5 milyon km'nin üzerinde mesafede çalışmış ve yine 50 milyondan fazla yolcu taşımıştır.

Akümülatör değiştirme işi,yaklaşık 4-5 dakika içinde yapılır.Tüm hatlarda bu taşıtla taşıma yapmak mümkündür.

Elektrik Motoru:

Bosch,serbest uyarmalı DA motoru

Siemens,monpanzasyon sargılı ve dışardan soğutmalı.

	Bosch	Siemens
Nominal Güç	90 kW	115 kW
Saatlik gücü	108 kW	135 kW
Ani Güç	180 kW	176 k.
Maksimum Devir Sayısı	4800 d/d	4000 d/d
Maksimum moment	2350 Nm	2250 Nm
Dişli Oranı	1:2,118	1:1,72
İç dişli oranı	1:6,32	1:6,32
Motor ağırlığı (donanımıyla)	600 kg	700 kg
Tahrik akümülatörleri	2x12 V/143 Ah	
Hava Basıncı	1 silindirli kompresör.	

Tahrik Kumandası:

Değişkin frekans ve değişken süreli'darbe üreteciyle,

	Bosch	Siemens
Maksimum impuls süresi	1 ms	0,3 ms
Maksimum impuls frekansı	400 Hz	350 Hz
Maksimum akü akımı	600 A	550 A
Kumanda Ünitesi ağırlığı	250 kg	330 kg

Tahrik Akümülatörleri:

Aküler yeterli soğutma sistemine sahip olup otomatik olarak su takviyesi yaparlar.Merkezi gaz yollu hücreler,7 PzF 455/180 tipindedirler.

Tahrik Gücü:

Maksimum hız	(yaklaşık)	70 km/h
Hızlanma zamanı	(%50 hıza ulaşma)	0-30 km/h yaklaşık 10's
		0-50 km/h yaklaşık 23 s

Eğim (tam dolu iken) yaklaşık % 12
 Kullanılacak mesafe (50 km/h hızda) yaklaşık 140 km
 Duraklı işletme mesafesi yaklaşık 80 km (yaklaşık 4 saat)

Teknik Detaylar:

Frenlemede taşıtın ürettiği enerji, akümülatörleri besler. Frenleme gücü işletme gücüne eşit veya büyük olmalıdır. Bir şalter (ahahtar) frenleme anında akümülatörlerin boşalmasını engeller. Bu durumda güvenlik devresi çalışarak bir alarm sinyali verir.

Ağırlık/Kütle:

Ön Dingil ağırlığı (maks.)		6000 kg
Arka dingil ağırlığı (maks.)		10000 kg
Otobüs maksimum toplam ağırlığı		16000 kg
Akü taşıtı maksimum ağırlığı		8000 kg
Taşıt öz ağırlığı	yaklaşık	8400 kg
Akü taşıtı toplam ağırlığı	yaklaşık	7300 kg
Akümlatör ağırlığı		6000 kg
Faydalı yük	yaklaşık	7600 kg
teker mesafesi		17712 mm
Alan		36 m ²
Faydalı Alan	yaklaşık	21 m ²
Durma Yüzeyi	yaklaşık	7,4 m ²
Kat yüksekliği	1.kat	335 mm
Kat yüksekliği	2. ve 3.katlar	herbiri 200 mm



MAN- Standart-Elektrobus SL-E
 H 455 V 180 Kurşun Akümülatörlü Elektrikli Taşıt.

Enerji Transferi:III.9.2.2. Mercedes-Benz O 305 Çiftli Otobüsü:

O 305 tipi otobüsleri hem üst kısmından hava hattından hem de içerdeki akülerden enerji alan tipte otobüslerdir. Bunlar şehir içinde sınırlı alanlarda üst akım taşıyıcısıyla beslenen tipte yapılmıştır. Seyahatlerde daha düşük taşıt yüklerinde enerjisini akülerden alır. Taşıt seyir halinde iken üst akım iletkeninden sadece hareket enerjisini almaz aynı zamanda aküleri şarj edecek enerjiyi de alır. Yapımcı ortak firmalar: Bosch, Daimler-Benz, Dornier ve VARTA'dır.

Bu çiftli otobüs projesi Alman araştırma ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenmektedir. 1979'da 2 adet üstten enerjili-akülü çiftli otobüs, Almanya'da Neckar yakınlarında Esslingen kasabasında bir hatta işletmeye alınmıştır.

Taşıt:

(Daimler-Benz AG)

Toplam ağırlık	18800 kg'a kadar
Yolcu kapasitesi	83 yolcu
Uzunluk/Genişlik/Yükseklik (yaklaşık)	11,1/2,5/3,3 m.
Maksimum hız (yaklaşık)	70 km/h
Maksimum eğim	% 16'ya kadar

Elektrik Motoru:

(Rob. Bosch GmbH) Serbest uyarımlı DA motoru

Anma gerilimi	360 V
İşletme gücü (nominal)	90 kW
Ani güç	180 kW

Tahrik Aküleri:

(VARTA Batterie AG)

Hücre tipi	6 PzF 230
Anma gücü	360 V
Anma Kapasitesi (5 saat)	230 Ah
Ağırlık	3000 Kg

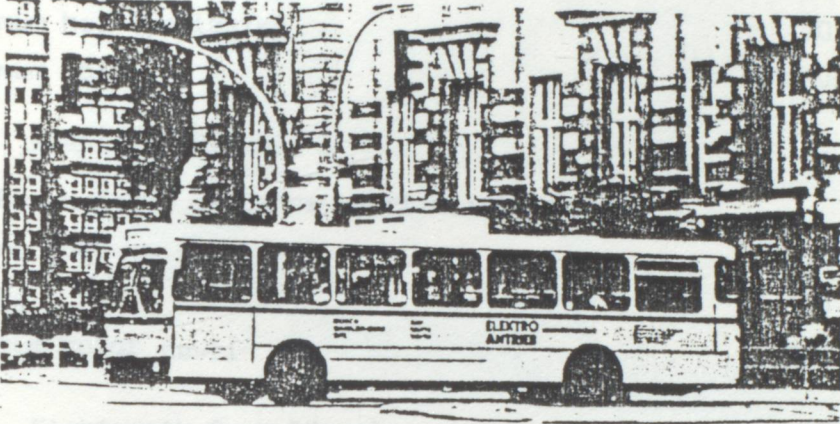
Tahrik Verileri:

(Rob. Bosch GMBH) Elektronik İpuls'lı, duruncaya kadar elektrikli frenleme.

Enerji Transferi:

(Dornier System GmbH) 600 V üst akım iletkeni, otomatik hareket eden akım alıcı.

Tahrik aküleri, seyr esnasında, enerjisini üst akım iletkeninden alan elektronik bir DA doğrultucusundan şarj edilirler.



Mercedes-Benz-hybridbus OE 305
H 230 V 180 Tipinde Kurşunlu Akülü Taşıt Uygulaması.

III.9.2.3. OE-305 Mercedes-Benz.Hybridbus Tipi Taşıt:

Şehiriçi ve banliyö alanlarında toplu taşıma için Hybrid tipi elektrikli otobüs önerilir. Elektrik enerjisini akülerden sağlayan Hybrid-Bus OE 305 tipi, sadece şehiriçinde işletilir. Şehir merkezi dışındaki banliyöler için uygun aküyle edilmiş ekli bir generatör-donanımı kullanılır. Bu generatör bir diesel grup ile donatılmış olup, seyr halindeki taşıtın akü şarj enerjisini sağlar.

Bugün dizayn edilmiş bir akü sistemi veya diesel grup sistemiyle, taşıt bütün gün, aküyü değiştirmeden çalışabilir. Aküler dizel motor ile bağlanarak şarj edilebilir. Taşıt üzerinde, aküyü anında değiştirmek mümkündür.

1979'dan beri Stuttgart ve Wesel'de 20 civarında Hybridbus tipi işletilmektedir. OE 305 tipindeki otobüsün enerji harcaması, şehirdeki diğer otobüslerin harcadığı enerjiyle aynıdır.

Taşıt:

(Daimler-Benz-AG)

Toplam ağırlık	19000 kg 'ya kadar
Yolcu kapasitesi	100 yolcu
Uzunluk	11,11 m
Maksimum hız (yaklaşık)	70 km/h
Maksimum eğim	%16'ya kadar

Elektrik Motoru:

(Rob.Bosch GmbH) Yabancı uyartımlı DA motoru

İşletme gücü	115 kW
Ani güç	150 kW
Maksimum motor devri	4800 d/d

Elektronik Ayar Düzeni:

(Rob.Bosch GmbH) iki düzenli olarak değişken frekans ve değişken zaman darbeleri.

Maksimum darbe frekansı	250 Hz
Minimum darbe süresi	1 ms

Elektronik düzeni, frenleme anından duruncaya kadar enerjiyi geri verebilecek şekilde düzenlenmiştir. Elektriksel geri besleme devresi bir güvenlik devresiyle korunur.

Şarj Düzeni:

Diesel motor OM 325 h 74 kW (Daimler Benz AG)

Generator (Rob.Bosch GmbH) Redresörle donatılmış AA gen.

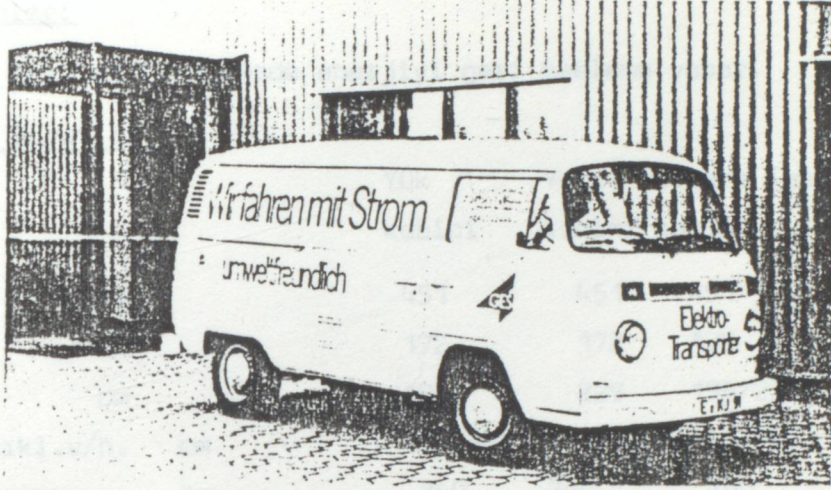
Tahrik Aküleri:

(VARTA Batterie AG)

Tip	6 PzF 230
Anma Gerilimi	360 V
Anma Enerjisi	83 kWh
Ağırlık	3000 kg

Seyehat Mesafesi:

- a) Sadece akülerle: Bir şarj ile 40 ila 50 km
 b) Hybrid tipi işletmede: Bir şarj ve yakıt tankı içeride olduğu halde 300 km'ye kadar.



VW E-Mobil, H 175 V72 Tipli Kurşunlu Akülü Taşıt.

VW Elektrikli Taşıyıcı aracı 1972'den beri pratik olarak kullanılmaktadır. Günlük kullanıma uygun bir taşıtı yapan ortak firmalar; Bosch, Siemens ve VW (Volks Wagen) dir.

III.9.3. Elektrik Motoru

Ani güç	32 kW
İşletme Gücü	16 kW
Maks.devir sayısı	7600 d/d
Maksimum moment	160 Nm

Elektrik Tesisatı:

Aküler	12/36 V/Ah
Yük Çeviricisi	12/40 V /Ah

Tahrik Aküleri:

Anma gerilimi	144 V
Batarya Ağırlığı	850 kg

Tanrik güçleri:

Maksimum Hız	kg	1350/1650	1350/1650	1350/1650	70 km/h
İvme (0'dan 50 km/h'a kadar)					12 s
Yukarı eğim (faydalı yüklü)					% 20

Frenler:

Ön ve arka frenler frenlemede enerjiyi geri besleme yapar.

Dış Boyutlar:

		Yük kabini	Yolcu kabini	Izgare Tab. kabin	Tahta Pres. büyük kab.
Uzunluk	cm	451	451	451	143
Genişlik	cm	172	172	172	198
Yükseklik	cm	196	229	196/225	196/-
Teker, i.açıkl.v/h.	cm	140/146	140/146	140/146	140/146
Tekerlek arası	cm	240	240	240	240
Dönme çapı	m	12,5	12,5	12,5	12,5

Yük Odası Ortalama Ölçüleri:

Uzunluk	cm	280	280
Genişlik	cm	154	154
Yükseklik	cm	93	121
Yüklü yükseklik	cm	98	98
Oda yüzeyi	m ²	4,1	4,1
Oda hacmi	m ³	4,0	5,2
Kapak	Br./H. cm	106/767	186/110
Bağlantı Kap.	Br./H. cm	123/73	123/73

Taban Ölçüleri:

Uzunluk	cm	271	282
Genişlik	cm	157	185
Yükseklik	cm (Örtü ve çerçeve)	38/120	41/-
Yüklü Yükseklik	yan/h. cm	98/98	98/98
Yüklü hacım	m ³	4,2	5,2

Ağırlıklar:

Şöför ve boş ağırl. kg.	2200	2200	2200	2280
Faydalı yük kg.	800	800	800	720
Kabul.Topl. y. kg.	3000	3000	3000	3000

Üst yükü	kg	100	-75	75	75
Uygun Dingil y. kg		1350/1650	11350/1650	1350/1650	1350/1650

Üst yükün sisteme bitişik veya tek olarak bulunan yalıtıcı kapılarından oluşmuş, yüksek seviyeli desteklere monte edilen ve kapalı olarak yol krişine mesafesi ayarlanabilir sistemdir.

Kendine özel bir yolu oluşturmuş dairesi, trafiki yoğun bölgelerde yerleşim alanlarında yerleşim yerleri arasında aralıklı ve bir görüş açısı sağlar. Yol-çu kenarlarında yerleşim alanlarına asılacak özel konstrüksiyonlu ve esnek olarak hareket ettirilebilen yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir. Bu sistem, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir.

Yüksek seviyeli destekler, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir. Bu sistem, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir.

Yüksek seviyeli destekler, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir. Bu sistem, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir.

Yüksek seviyeli destekler, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir. Bu sistem, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir.

Yüksek seviyeli destekler, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir. Bu sistem, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir.

Yüksek seviyeli destekler, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir. Bu sistem, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir.

Yüksek seviyeli destekler, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir. Bu sistem, yüksek seviyeli destekler kullanılarak monte edilmiştir.

IV.1.1. Üst Yol Krişinin Yapısı

Üst yol krişi, demir beton elemanları arasında % 50'lik yarıdan geçmeyen bir mesafe bırakılır. Mesafe, beton krişinin altına yapılır. Mesafe, beton krişinin altına yapılır. Mesafe, beton krişinin altına yapılır.

IV. Üyet : (Üst Yollu Yakın Mesafe Elektrikli Toplu Taşıma Sistemi)

IV.1. Giriş ve Tanıtım:

ÜYET taşıma sistemi; bitişik veya tek olarak bulunan yolcu kabinlerinden oluşmuş, yüksek seviyeli destekleme kolonlarına monte edilen ve kapalı olan bir yol krişine asılmış taşıma sistemidir.

Kendine özgü bir yolu olmasından dolayı, trafiği yoğun birçok yerleşim alanlarında varolan trafiği aksatmadan orjinal ve ek bir çözüm sağlar. Yolcu kabinler, destek kolonlarına asılı olarak özel konstrüksiyonlu yola asılı olarak hareket ettiklerinden diğer taşıma araçlarına olumsuz etkileri olmaz. Zemin trafiğine hiçbir etkisi yoktur.

Yatırım giderlerinin diğer sistemlere göre daha düşük olmasından dolayı ve kısa sürede kurulabildiği için ekonomik bir çözüm sağlayabilir. Bütün sistem elemanları prefabrikasyonla üretilerek kurulacak, hatta montajı yapılabilecektir.

Değişken yolcu kapasitesine sahip olması ve aynı zamanda kabin sayısı ile sefer sayısı sıklığını arttırmak mümkün olduğundan trafik kapasitesine uyuma özelliği gösterir.

Sistem kompüter kontrollü ve tam otomatik işletme sistemine sahip olduğundan; hem işletme ve hem de personel giderleri minimum olmaktadır. Bu otomatiktikten dolayı daha modern bir işletme yapılmaktadır.

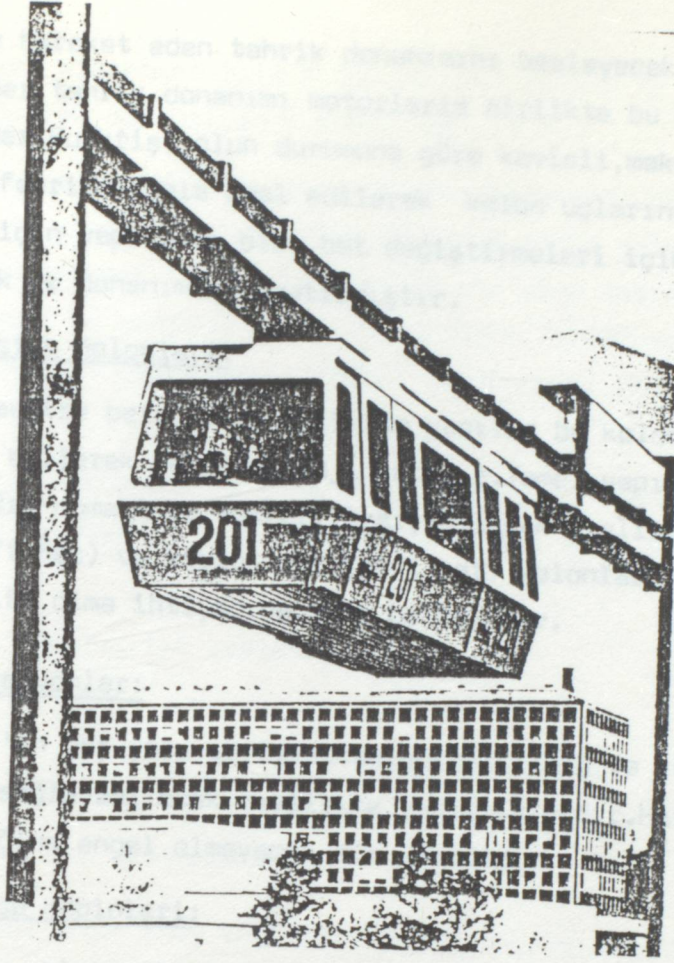
Sistem donanımı uzun bir ömre sahiptir. Bunun dışında bazı donanımın değiştirilmesiyle ömrünün dahada uzaması mümkündür.

Bu sistem hem döner motorlarla hem de lineer motorlarla tahrik edilebilir. Döner tip motorlarla tahrikli ÜYET sistemleri % 6'ya kadar olan eğimlerde verimli şekilde işletilebilir.

Lineer asenkron motor ile hareket eden tipte olanlarda ise bu sınır % 15'e kadar çıkmaktadır. Dolayısıyla ray-tekerlek sürtünmesinin olumsuz etkileride ortadan kalkmış olur. Bu sistemin bir modeli olan H-BAHN Batı Almanya'da işletilmektedir.

IV.1.1. ÜYET Sisteminin Yolu :

Üst yol krişi denen hat elemanları sistemde % 60'lık yatırım gerektiren en önemli kısımdır. Zemine konan krişlere monte edilir. Kapalı bir kutu şeklinde olan bu yol krişinin altında, kabinlerin asılı hareket edebilmesi için bir açıklık bulunmaktadır. Hat krişinin içinde, bu açıklığın her iki yanında, altta yükü taşıyan raylar bulunur. Yan duvarlarda ise bu kutu krişi-



ÜYET Üst Yol Kirişi Ve Hareket Eden Bir Kabin.



ÜYET Üst Yol Kolonları Ve Makas Noktası.

nin içinde hareket eden tahrik donanımını besleyecek olan enerji baraları vardır. Diğer tahrik donanımı motorlarla birlikte bu hat krişinin içinde hareket eder. Bu kriş, yolun durumuna göre kavisli, makas geçişli ve düz olarak prefabrikasyonla imal edilerek kolon uçlarına montajı yapılır. Bu yol krişi için yapılacak olan hat değiştirmeleri için makas noktaları özel olarak ek donanımla donatılmıştır.

IV.1.2. Destek Kolonları:

Konsantre beton veya çelikten yapılan bu kolonlar yine prefabrikasyonla imal edilerek hatta montajı yapılır. Temel yapısı zemin toprağının yapısına göre moment ve yükleri taşıyabilecek özellikte yapılır. L tipi, T tipi (Çift hat) ve köprü tipi (çift hat) kolonlar vardır. Hat yolunun tek veya çift olma ihtiyacına göre belirlenir.

IV.1.3. İstasyonlar:

ÜYET'in üst yolu seviyesinde, yükseltilmiş ve yolcu giriş-çıkışlarını rahatlıkla sağlayabilecek özellikte yapılmışlardır. Hat yolunun altında zemin trafiğine engel olmayacak bir yapıdadır.

IV.1.4. Yolcu Kabinleri:

Tek ve birleştirilmiş yolcu kabinleri vardır. Trafikteki yolcu sayısı ve zaman periotlarında değişik tipteki taşıt kabinleri trafiğe konabilir. Bu kabinler bir askı kolu ile üst yoldaki tahrik ünitelerine asılıdır.

IV.2. Diğer Karakteristik Özellikleri

İşletme tamamen otomatik olup, sürücüsüz ve kompüter kontrollu yapılmaktadır. İstenirse manuel olarak sürücü kontrolünde de işletme yapmak mümkündür.

Taşıtlar elektrikli tahrikle hareket ettiğinden hava kirliliği problemi oluşturmaz. Özellikle lineer motor tipli olan taşıtlarda gürültü oldukça düşük seviyededir. İnsan kulağını rahatsız eden gürültü sınırı 70 dB(A) olarak kabul edilmektedir. ÜYET'in bir modeli olan H-BAHN (Batı Almanya Dortmund Üniversitesi Kampüslerini birleştiren hatta kullanılmaktadır.) üzerinde yapılan ölçümede bu sınırın aşılmadığı görülmüştür. ÜYET'in gürültüsü 65 dB(A) dolayındadır.

Yatırım giderleri ve diğer toplu taşıma sistemleri yanında çok düşüktür. 1982-83 yıllarındaki Almanya piyasasına göre yatırım giderleri Metro(tünel) için % 186, zemin yollu raylı sistem için % 29, üst yollu diğer

konvansiyonel sistemler için % 100 ve ÜYET için % 29 olduğu tesbit edilmiştir. % 100 olarak 320 milyon TL kabul edilebilir.

Yolcu kapasitesi olarak da diğer sistemlere göre bazı avantajları vardır. Metro ve yerüstü treninden sonra en fazla yolcu kapasitesine sahiptir. Yolcu kapasitesi olarak bir saatte bir yöne taşınabilecek yolcu sayısı alınır, metro ve yerüstü treni 60.000, ÜYET 19.000, hafif raylı taşıma sistemi 14.000, otobüs (diesel) 12.000 ve otomobil 5200 olarak tesbit edilmiştir.

Enerji harcaması da yine birçok sistemden daha ekonomik olmaktadır. 1 yolcu için 1 km taşımak için harcanan enerji 1 gskE alınır (kömür enerjisi eşdeğeri),

Hafif raylı taşımacılık sistemi	8
Metro	8,5
Yerüstü treni	9,4
Otomobil (petrol)	121

oranlarında enerji harcamaları olur.

Bir yolcunun 1 km taşınması için harcanan enerjide (TL/yolcu km.)

ÜYET	0,32
Yerüstü Treni	0.88
Metro	0.96
Hafif raylı taşıt	1.68
Otobüs	1.68
Otomobil	2.56

oranındadır.

ÜYET sisteminin ortalama ömrü 75 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu süre sonunda bazı hat ve yol elemanlarını değiştirerek ömür uzatılabilir.

1980 yılı piyasa değerlerine göre ÜYET giderleri:

	Milyon(₺)
Ray hatları	130.00
Destek Kolonları	12.00
Makaslar	18.40
Enerji sağlama ünitesi	16.00
Binalar	18.40
Mekanik ve diğer donanım	12.08

Yolcu Kabinleri	134.96
Yardımcı taşıtlar	6.08
Motor Üniteleri	1.76
Güvenlik sistemi	10.80
Haberleşme sistemi	1.12
Toplam	: 361.60

ÜYET için,yapılan bir araştırmada ekonomik ve rahat taşımacılıkta kullanılan sistemleri karşılaştırmada geliştirilen bir bağıntıya göre;

ÜYET	779.220
Premetro	140.260
Metro	118.272
Hafif raylı taşımacılık	27.230
Otobüs	1.118
Otomobil	0.020

oranlarında kullanım katsayıları olduğu ortaya çıkmıştır.Bu sonuçlar;

$$Se = \frac{t.Pc}{Ns.g.Ap. (Tf + CR)} \quad \dots \dots \dots (37)$$

bağıntısı sonucunda elde edilmiştir.Burada:

- Se : Kullanım katsayısı
t : Zaman faktörü (Kuruluş süresi ve ömrü ile ilgili)
Pc : Yolcu kapasitesi
Ns : Gürültü faktörü
g : Yatırım ve diğer giderler
Ap : Hava kirliliği faktörü
Tf : Trafik faktörü
CR : Konfor faktörü

olarak tanımlanmıştır.

ÜYET sistemi trafik problemlerini çözmeye kısa sürede kurulma ve daha bir çok özelliklerinden dolayı kullanılabilir bir sistemdir.

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yakın mesafe ulaşım sistemlerinin fizibilite etüdünde izlenecek yol olarak ülkemizin en kalabalık kenti olan İstanbul'da yapılan "İstanbul Süratli Tramvay Projesi Ön Fizibilite Etüdü" baz alınabilir.

1984 yılında hazırlanan bu fizibilite etüdünde;

- . Trafik Etüdüleri,
- . Tramvay Güzergahı,
- . Metro Hatları ile Bağlantı,
- . Deniz Otobüsleri İle Bağlantı,
- . Lastik Tekerlekli Toplu Taşıma Sistemi İle Bağlantı,
- . İşletme,
- . İstasyonlar,
- . Enerji Temini,
- . Vagonlar,
- . Sinyalizasyon ve Dizilerin Kontrolü,
- . Bakım Deposu ve Atelye,
- . Jeolojik Durum,
- . Yapım,
- . Ücretler,
- . Yatırım Tutarı ve Yıllara Dağılımı,
- . Personel Durumu,
- . Tam Kapasitede Yıllık İşletme Giderleri,
- . Yatırım Etaplarına Göre Maliyetler,
- . Başabaş Analizi,
- . Kredi için Yapılan Varsayımlar,
- . Krediler için İtfa Tabloları,
- . Gelir Tablosu,
- . Fon Akımı,
- . Mali Değerlendirme ve Sonuçlar,

ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

Gelişmekte olan ülkeler arasında yavaş yavaş gerekliliğini ve tek gözüm olma özelliğini hissettirmeye başlayan yakın mesafe ulaşım sistemleri seçiminde :

Bilimsel çalışmaların başlangıç basamağında olunsada görünebilen ve arzu edilen,

- Belirli bir standartlaşma sağlanması için çalışmalar yapılmasına olanak tanınması,
- "Kişiyi İş Yaratma" mantığının benzeri olarak çeşitli sosyo-politik nedenlerden dolayı ulaşım sistemine göre Kenti uyarlama yerine,

Kentin çok yönlü özelliklerine göre sistem seçilmesine gidilmesi yarınımızda "yap-boz" olaylarının yaşanmasını engelleyecektir.

1970.

5. Milliyet Gazetesi 15.8.1973, s.4.

6. Devlet İstatistik Enstitüsü Araştırma İstatistikleri, 1967-1969
Ankara, 1973.

7. Biopro-Bahntechnik-Sonderheft-1/1971.

8. Internationale Congress Elektrische Bahnen, Nurnen, Bericht, 1971.

9. J.Ph.Bernard-The R.T.O. Turbine Trains-French Railway Technology.
Paris 15 (1972), Nr.4, s.131.

10. Jüseliti, Besturbinen elektrischer Versuchsbau R.P.T.E.der British
Railways-Neue Zürcher Zeitung (Zürich) 196 (1973), Nr.14.

11. Kraus-Raffel-Verlag, 1973.

12. G. Bogner-Symposium in der Technik-Wissenschaft und
Technik (Frankfurt/Main) 22 (1973), Nr.17.

13. B. Steffens-Klasi von Lager-Technik-Elektrotechnische Praxis
(Frankfurt/Main) 23 (1973) Nr.1, s. 11.

14. K. Zimnick, Der Rhythmus der Eisenbahn-Europaverkehr (Garmisch)
1973- nr.1, s.9

15.P.Friedrich -Das Regionale Schnellbahn-System von San Francisco(BART)
Verkehr u.Technik (Heldfeld) 1973,Nr.3.,s.117.

16.H.Reinfeld.Entwicklung moderner Triebfahrzeuge Bericht.ICEB 71,

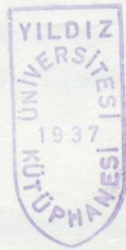
FAYDALANILAN KAYNAKLAR

17.H.von Kollmann und G.Staller.Elektrotechnische Arbeiten für

1. Nebelung-H."Bedeutung und Zukunft der Eisenbahnen"
Glaser's Annalen, 6(1962) s.224.
2. "T.C.D.D. İşletme Neticeleri" ve T.C.D.D. Cüzdanları"
T.C.D.D.İstatistik Dairesi, 10 (1982).
3. A.Joachimsthaler-Die elektrischen Einheitslokomotiven der BD.s. 119.1965.
4. Dr.Müh.A.URAL.Elektrik ve Dizel Lokomotiflerinin mukayesesine ait tablo,
1970.
5. Milliyet Gazetesi 15.8.1973, s.4.
6. Devlet İstatistik Enstitüsü Ulaştırma İstatistikleri,1967-1969,
Ankara,1973.
7. Siemens-Bahntechnik-Sonderheft-İCEB-1971.
8. Internationale Congress Elektrische Bahnen,Bahnen,Berichte,1971.
9. J.Ph.Bernard-The R.T.G. Turbine Trains-French Railway Techniques.
Paris 15 (1972). Nr.4 , s.131.
- 10.O.Welti.Gasturbinen elektrischer Versuchszug A.P.T.E.der British
Railways-Neue Zurcher Zeitung (Zurich) 194 (1973)., Nr.14.
- 11.Krauss-Maffei-Berichte 1973.
- 12.G.Bogner-Supraleitung in der Technik-Umschau in Wissenschaft und
Technik (Frankfurt/Main) 72 (1972) , Nr.17.
- 13.B.Steffens-1000 km-S.Bahn-Linien.Eisenbantechnische Praxis
(Frankfurt/Main) 25 (1973) Nr.1,s. 16.
- 14.K.Zimniok.Der Müncher Verkehrsbund-Europaverkehr (Darmstadt)
1973- nr.1 , s.5

15. P. Friedrich - Das Regionale Schnellbahn-System von San Francisco (BART) Verkehr u. Technik (Bielefeld) 1973, Nr. 3., s. 117.
16. H. Reinfeld. Entwicklung moderner Triebfahrzeuge Bericht. ICEB 71, München.
17. H. von Möllendorff und G. Steller. Elektrische Ausrüstungen für Nahverkehrs Triebwagen. AEG-Telefunken v1/469-Berlin, 1970.
18. K. Walter, C. Wolff - Der erste U-Bahn Zug mit Gleichstromsteller Steuerung in Deutschland - Der Stadverkehr 17 (1972), 1, s. 12.
19. K.M. Heute Nr. 2, 1973, s. 2.
20. K.M. Heute Nr. 3, 1973, s. 3.
21. H. Bahn - Ein Verkehrssystem für Stadtsentren - Bericht 14117 Vs-6722.
22. H. U. Wangenheim - Der Elektrotransporter Kommt - Energie - Wirtschaft Tagestragen (Grafelfing) 22. (1972) Nr. 11, s. 595.
23. K.M. Heute, Nr. 2, 1973, s. 2.
24. Wirtschaft und Technik im Transport: (Solothurn) 41 (1972) Nr. 191, s. 92 Taxibahn Elan-sig der Schweizerischen Industriegesellschaft, Neuhausen.
24. Becker, Klaus, Neue Nahverkehrsmittel. Fördern und Heben 22, (1972), Nr. 15.
25. Aktuelle Probleme des personennahverkehrs im Ruhrgebiet. Vortrag von Minister Dr. Riemer anlässlich der 50-Jahr-Feier des Verkehrsverbandes Industriebezirk. nahverkehrs-praxis (18) 170, s. 570 und 572, insbes. s. 572.
26. G. Potthoff. Prof. Dr. Ing. Verkehrsströmungslehre. Band 3. Transpress VEB. Verlag. Berlin, 1960.
27. A. Cossie, Ing. Principal, S.N.F.F. Le hacheur en traction electrique a courant cotinu - Revue generale des Chemins de Fer - Janvier 1973.
28. A. URAL, Eine neue vereinfachte Formel bei der Berechnung der Fahrwiderstaende für die Füzierzüge in elektrische Bahnen 1971 ZEV Glasers Annalen. 97. Nr. 4, s. 177-178, 1973.
28. A. URAL, Haydarpaşa - Ankara Demiryolunun fizibilite etüdü. 1965.

- 29.T.Boduroğlu,Prof.Dr.İ.T.Ü.Elektrik Fak.Elektrik Makinaları Dersleri, 968, 1972.
- 30.ABUT,Nurettin,"ÜYET-Üst Yollu Elektrikli Taşıma) Sisteminin Türkiye'de Uygulanabilirlik Araştırması",Doktora tezi.Y.Ü.F.B.Enst.1988,İstanbul.
- 31.URAL,Atıf,Prof.Dr."Türkiye'de Elektrikli Toplu Taşımacılığın Bugünü, Yarını" II.Elektromekanik Sempozyumu.T.M.M.O.B. Elektrik Mühendisleri Odası Bursa Şubesi. 7-12 Kasım 1988-Bursa.
- 32.URAL,Atıf,Prof.Dr. "Gegenüberstellung vescheidener schienengebundener Nachverkehrssysteme" Verkehr und Technik.33 (1980). H.9.s.399-402.
- 33.URAL,Atıf,Prof.Dr., "Eine neue Methode bei der System Wahl im Nahverkehr" Verkehr und Technik.34 (1981).H.8,s.351-356.
- 34.URAL,Atıf,Prof.Dr."Die erste S-Bahn der Türkei in İstanbul."Verkehr und Technik. 6 (1987),s.231-233.
- 35.URAL,Atıf,Prof.Dr."Tek Çözüm Metro" Milliyet Gazetesi 13 Haziran 1988.
- 36.MÜLLER,S. "Der Syntetische System der H-Bahn " Verkehr und Technik-Heft.11 und 12. 1978 , s.467-473 und 515-524.
- 37."Geleceğın Otobüs Ulaşım Sistemiyle İlgili Gelişmeler." Modern Alman Tekniği Tanıtma Haftası Şubat 87,Ankara-İstanbul.





Ö Z G E Ç M İ Ş

1960 yılında İskenderun'da doğdu.İskenderun Lisesinde orta öğrenimini tamamladı.İskenderun Meslek Yüksek Okulu Elektrik Bölümü 2.sınıfında iken,1981 yılında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümünü kazanınca,lisans eğitimine burada tekrar sıfırdan başladı. 1985 yılında Elektrik Mühendisi olarak diploma aldı.1986 yılında mezun olduğu bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı.1987 yılında Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Elektrik Mühendisliği yüksek lisansına başladı.

Halen Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmakta olup,evli ve bir çocuk babasıdır.

Yayınlanan çalışmaları:

Bilimsel :

- 1) "Modern Elektrikli Ulaşım Sistemlerinin Türkiye'deki Uygulamalarının Gelecek Bakımından Değerlendirilmesi" - (Prof.Dr.Atıf URAL-Arş.Gör. Nuran CANBULAT ile)- Elektrik Mühendisliği II.Ulusal Kongresi- 1987.
- 2) "Elektrikli Toplu Taşımada Metronun Yeri Ve Önemi" - (Prof.Dr.Atıf URAL, Arş.Gör.Nuran CANBULAT ile) - RAYTAŞ- 1989.
- 3) "Süper İletkenliğin Kablolarda Uygulanması" - (Prof.Dr.Atıf URAL,Arş. Gör.Nuran CANBULAT ile)- Elektrik Mühendisliği III.Ulusal Kongresi-

Kültürel :

- 1) Değerli İzmitliler- Kocaeli Gazetesi , 1989.
- 2) İzmit'te ve Türkiye'de TMMOB- Kocaeli Gazetesi, 1989.
- 3) Sorunlara Bakış "Otoparklar" - Kocaeli Gazetesi, 1989.
- 4) Günün Sözü - Kocaeli Gazetesi , 1989.

