

istanbul Metro - Fünükülerinin Elektrifikasyonu

Yazan :
Y. EH. Müh.
NUSRET ALPERÖZ

İETT Etüf Proje ve Plânlama Müdürü
ve
İTÜMMF öğretim Üyesi

ÖZET

Galata ile Beyoğlu arasındaki İstanbul metro - fünüküleri, İstanbul halkına bir asra yaklaşan uzun bir müddet hizmet ettikten sonra, teçhizatının eskimiş olması dolayısıyla hizmetten çıkarılmış bulunmaktadır.

Halen yenilenmektedir. Yeni sistemde fünüküler elektrikle çalışmakta, vagonlar lâstik tekerlekli olup, beton yol üzerinde seyretmektedir.

Aşağıda İstanbul metro - fünüküleri hakkında ayrıntılı izahat verilmiştir.

SUMMARY

Metro - Funicular of istanbul, located between Galata and Beyoğlu was taken out of the service because of its loorn out equipment, after serving a long time near one century to the people of istanbul.

Presently, it is under construction. for renemal, in the new system, the Funicular uHU operate by electricity. The toagons have rubber tyres and they are running on concrete tracTe.

A concise information regarding Metro - Funicular of istanbul is given below,

GENEL:

1874 senesinde faaliyete geçen ve Londra ve Newyork metrolarından sonra dünyanın 3ncü metrosu olan Galata ve Beyoğlu arasındaki istanbul Metrosu, bir osra yaklaşan bir hizmet süresinden sonra, tesisat ve teçhizatının tamamen eskimiş, bulunması ve çalışmasının emniyetli ve ekonomik olmaması dolayısıyla 24.11.1968 tarihinde hizmetten çıkarılarak, modern tekniğin İcaplarına uygun ve elektrikli tahrik sistemi esasına göre yeniden tesis ve teçhiz edilmeye bağlanılmış bulunmaktadır.

Güzergâhın Beyoğluna yakın kısmında eğim % 15 kadar olduğundan bu kadar büyük bir eğimde kendi kendine hareket eden bir vasıtanın kullanılması emniyetli olmadığı gibi, vasıtanın özel olarak imâlini ve fazla enerji sarfiyatını icap ettirmektedir. Bu sebeple elektrifikasyon işleminin İkmalinden sonra İşleyecek olan vagonlar da birer otomotrls olmayıp eski tesisattaki gibi fünüküler vagonlardır.

Dik rampaları çıkıp İnmeye yarayan ve bir kablo İle çıkarılıp indirilen nakil vasıtalarına fünüküler, tünel içinde işleyen fünkülere de metro - fünüküler denilmektedir.

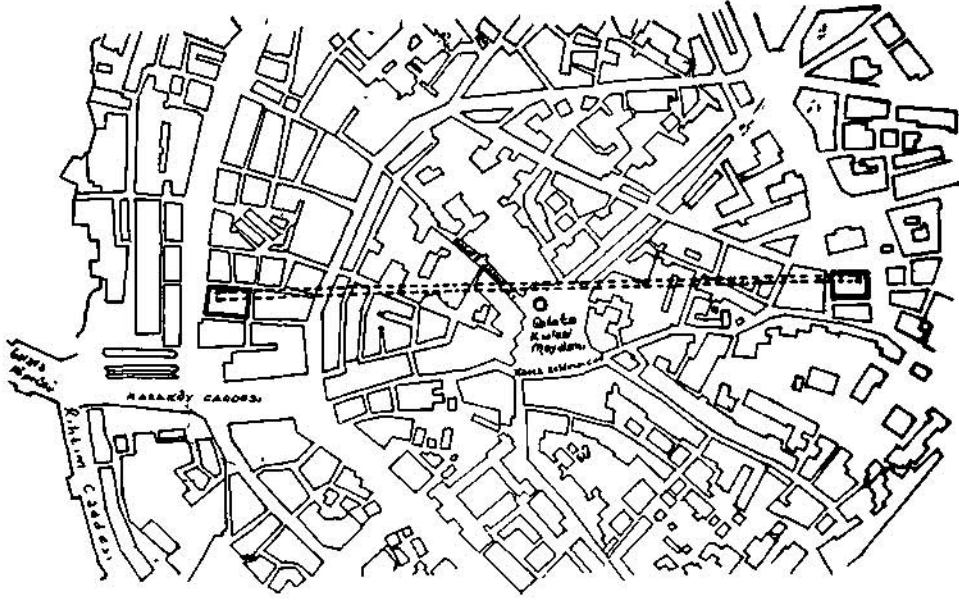
Yeni sistemde vagonlar lâstik tekerlekli olup beton pist üzerinde seyretmektedirler. Vagonların karşılaştığı orta kısım hariç geri kalan kısımlarda tek yol bulunmakta ve vagonlar istasyonlara geldiği zaman her iki tarafı da perona ya-

naşablmektedir. Bu suretle bir taraftan binillrken diğer taraftan inilebilmekte, dolayısıyla inme - binme müddeti kısaldığı gibi, istasyonlarda devamlı olarak bir tarafın inişe diğer tarafın da inişe tahsis edilmesi mümkün olabilmektedir.

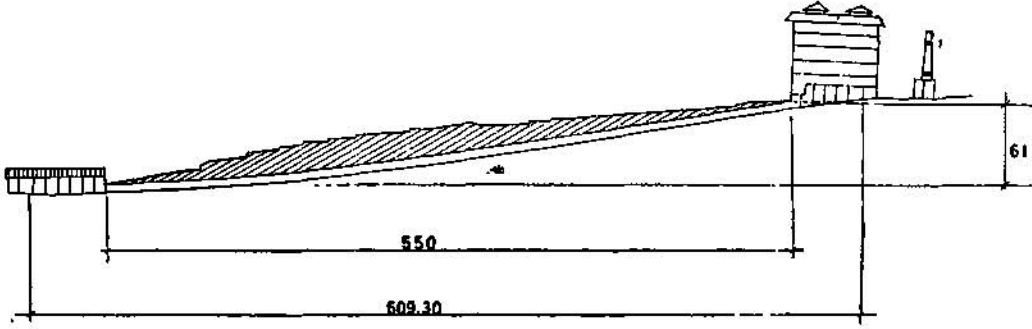
TARİHÇE :

1867 senesinde seyyah olarak istanbul'a gelen A. Gavan isminde bir Fransız Mühendisi Galata ile Beyoğlu arasındaki Yüksekaldırımından günde ortalama 40.000 kişi geçtiğini görerek, asansör tipinde bir demiryolunun hem halk için kolaylık ve hem de kendisi için kârlı bir iş olacağını düşünüyor. A. Gavan gerekli hazırlıkları yaparak 1869 da tünel İmtiyazını almaya muvaffak oluyor. Kendi hükümetinden sermaye tedariki müsaadesini alamayan A. Gavan İngiliz tabiyetini iddia ve muhafaza eden Dlr şirket teşkil ediyor. İnşaat ve tesisat 17.000 İngiliz lirasına mal olmuş ve Aralık 1874 de bitmiştir, işletme ilk seneden itibaren fevkalâde verimli olmuş, senelik geliri 50.000 altın lirayı bulmuştur. İşletme 1974 - 1911 seneleri arasında İngiliz şirketinin idaresinde faaliyet göstermiş, bilâhare Osmanlı Şirketi namı altında bir şirket işletmeyi devralmıştır. Bu glrket 12.6.1939 tarih 3643 sayılı kanunla Hükümete ve 16.6.1939 tarih, 3645 sayılı kanunla da İETT tdaresine intikal etmiştir.

Tünel işletmesinde yalnız bir defa önemli bir İtaza vuku buümüştür. 6.7.1943 tarihinde



Şekil 1 Tünel'in Vaziyet Plânı.



Şekil 2 .Yol Kesidi

Beyoğludan Galata'ya İnmekte olan vagona ait yassı çelik halatın kopması ve fren yapılamaması neticesinde serbest kalan vagon Galatadaki memur kulübesine çarparak, Tünel İşletmesi memurlarından bir kişinin ölümüne ve yolcuların 5 kişinin yaralanmasına sebep olmuştur.

COĞRAFİK KONUMU :

„ Tünelin vaziyet plânı ile boyuna profili 1 ve 2 No. lı gekülerde gösterilmiş bulunmaktadır. Peronlar hariç yalnız tünel kısmının uzunluğu 550 m .alt ve üst İstasyonlar arasındaki seviye farkı 61 on. ve Beyoğluna yakın kısımlarda ortalama eğim % 15 tir.

ESKİ TESİSATIN MAHZURLARI VE HİZMETTEN ÇIKARILMASI :

Genel verimi \approx 4 civarında olan alev borulu buhar kazanları ile serbest eksozlu buhar

makinalarından müteşekkil tahrik sistemi 1874 senesinden beri muhtelif tamirler görmüştür. Bu arada buhar makinalarından birinin gövdesinde meydana gelen önemli bir çatlak, gövdenin ikinci bir yatakla takviyesi suretiyle tesirsiz hale getirilmiştir. Buhar devresi açık olduğundan bilhassa kazanlar devamlı bir korozyona maruz bulunmakta idi.

Eski tesisat, tünel gibi rutubetli ve korozif bir ortamda, gerek atmosferik ve gerekse mekanik tesirlere tamamen açık, dolayısıyla ömrü kısa ve terk edilmiş bir imalât olduğu için temini güç yassı cer kablosunun kullanılması, vagonların artık demiryolu işletmesinde tamamen terk edilmiş olan bu vagonlar olması, modern tekniğin icabettirdiği ve cer kablosu gevşediği veya koptuğu zaman arabaları' olduğu yerde duran otomatik emniyet freninin bulunmaması gibi daha 'birçok mahzurları da ihtiva etmekte idi.

Eski tesisat nihayet idare uzmanlarının ve Teknik Üniversite profesörlerinden müteşekkil bilirkişi heyetinin, işletmenin daha fazla idamesinin tehlikeli ve ekonomik olmadığını belirten raporları üzerine 24.11.1968 tarihinde hizmetten çıkarılmış bulunmaktadır.

YENİ TESİSAT :

Tünelin modern tekniğin icaplarına uygun olarak yeniden teçhizi için en müsait teklifi veren ve bu işte mütehasıs Fransız Firmalar Grubunu temsil eden L'Electro Entreprlse Firması İle 3.12.1968 tarihinde bir mukavele ektedilmiş bulunmaktadır.

Aşağıda yeni sistem hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir :

Tahrik Sistemi :

Tahrik sistemi elektrikli dir. Verimi % 72 civarında olup, buharlı sisteme nazaran takriben 18 misline çıkarılmış olmaktadır. Tahrik makineleri Beyoğlu yönünde yolun altına İsa bet eden makine dairesine yerleştirilmiş, klasik bir Ward •Leonard ayar grubudur. Grubun tahrik motoru 220/380 V. luk, 375 kW. lık bir asenkron motordur. Bu, grubun özel generatörü olan 440 V. luk 277 kW. lık doğru akım generatörünü tahrik etmekte, bu da 440 V. luk 255 kW. lık iş motorunu beslemektedir. Ayrıca karakteristikleri tamamen aynı olan bir de yedek iş motoru bulunmaktadır, iş motoru cer kablosunun .sanlı olduğu volanı tahrik etmektedir.

Ayrıca bir de dizel motoru olup, bu da 50 kVA. lık yardımcı bir alternatörle, 110 V., 90 kW. lık bir yardımcı doğru akım generatörünü tahrik etmektedir. Bu emniyet grubu kesildiğinde enerji hizmete sokulmakta ve yardımcı alternatör makine dairesi ve idare kabininin azaltılmış bir şekilde aydınlatılmasını ve lüzumlu alternatif akım cihazlarının beslenmesini temin etmektedir. 110 V. 90 kW. lık doğru akım yardımcı generatörü de iş motorunun beslenmesi için kullanılmaktadır. İş motoru 440 V., 255 kW. lık olduğu halde enerji kesildiğinde bunu besleyen generatör 110 V., 90 kW. İliktir. Çünkü normal olarak 8,33 m/s. olan seyir hızı, enerji kesildiğinde dizel elektrojen grubu ile beslemede 1,5 m/s. ye düşmektedir. Bu suretle normal olarak 1,5 dakika olan bir sefer süresi yaklaşık olarak 6,5 dakikaya çıkmakta bu hızla çalışmaya devam edilebileceği gibi, arabaları üst ve alt İstasyonlara çekip şehir enerjisinin tekrar gelmesi de beklenebilir.

Ayrıca, Beyoğlu tarafında bulunan kumanda masasındaki bir kolla hız 0 - 0,5 - 1,5 - 4,15 - 8,33 m/s. ye ayarlanabilmektedir. Bu suretle şe-

beke gerilimi mevcut İken de arabaların, tesisat aksamının kontrolü v.s. gibi amaçlarla bu -düşük hızlardan herhangi biri ile çalıştırılması mümkündür.

tış motorlarını beleyen gerek esas ve gerekse yardımcı doğru akım generatörlerinin ikaz devreleri elektronik olarak ayar edilmektedir.

Makine dairesinde 3,5 m. çapında bir tahrik kasnağı ile aynı çapta bir dönüş kasnağı, ayrıca alt istasyonda da gene aynı çapta bir gergi kasnağı bulunmaktadır. Bu gergi kasnağı yatay olarak bir araba üzerine yerleştirilmiştir. Bu araba bir kablo ile gerilmektedir. Arabayı geren kablo 1,2 m. çapında 3 makaradan geçtikten sonra alt İstasyondaki karşıt ağırlık kulesinin üstünde bulunan bir noktaya tesbit edilmektedir. Kulenin içinde bulunan 3. üncü madaraya 33.000 kg. ağırlığında bir karşıt ağırlık asılmak suretiyle cer ve denge kablolarının gerilmeleri sağlanmış bulunmaktadır. Bu suretle kabloların uzayıp kısalmaları da dengelenmekte ve hareket ve frenleme şartları ne olursa olsun eter kablosunun tamburdaki kasnak üzerine iyi yapışması sağlanmaktadır.

Ayrıca üst ve alt İstasyonlarda ve güzergâhta kabloya istikâmet veren muhtelif makaralar mevcuttur.

Cer denge ve gergi kabloları:

Şekil 3 de görüldüğü üzere cer sistemi üst istasyon makine dairesinde bulunan bir tamburun kasnağı ile çekilen cer kablosunun her iki ucuna birer araba ile ve gel-git tarzındadır. ABC arasındaki kablo cer kablosu, ADC arasındaki kablo denge kablosu ve alt İstasyondaki kasnağın yerleştirildiği müteharrik vasıtayı karşıt ağırlık kulesine bağlayan kablo da gergi kablosudur. Karşıt ağırlık gergi kablosuna tesir etmektedir.

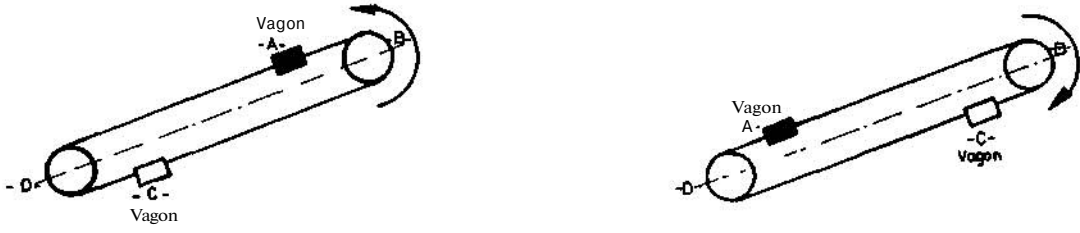
Cer ve denge kabloları arabaların şasileri altına konan sapanlara sıkıca tesbit edilmektedir.

Makas kısmında madeni köprücükler seyir pistleri ile cer ve denge kablolarının kesişmesine imkân verir.

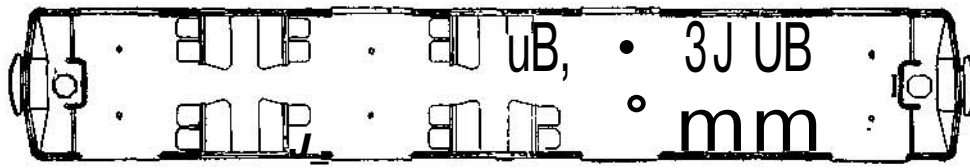
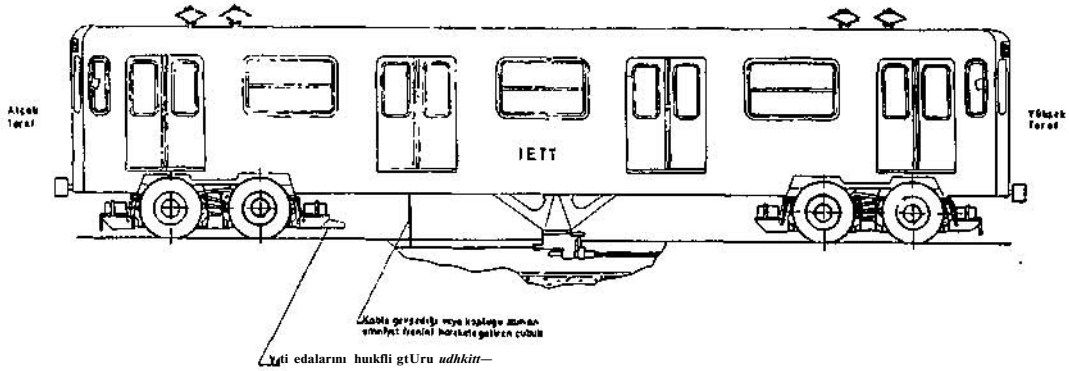
Cer, denge ve gergi kabloları birbirinin aynıdır. Bu, 30 mm. çapında, içtekiler vukarlık üst iki sıradakiler Z profilli tellerden mütekekkil yuvarlak bir kablodur. Dış tesirlere maruz yüzeyi asgari hadde indirilmiş, dolayısıyla ömürü çok arttırılmıştır. Temini de kolaydır.

Vagonlar :

Tesisat birbirinin aksi istikamette hareket eden iki vagon ihtiva etmektedir. Vagonlar (Şekil 4) Paris metrosunda en son kullanılan ve



Çekil 3 Cer Sistemi



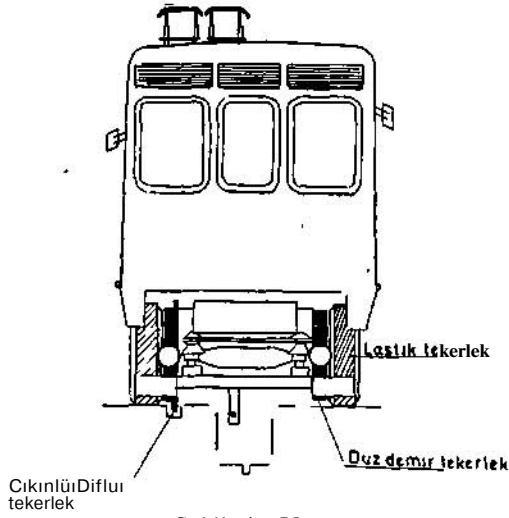
ŞİBL 4 Vay*A

KAPASİTE

Oturma Yeri	24
Ayakta	146
Toplam	170

VAGONUN AĞIRLIĞI = 22000 kg.

Yük	Yolcu Sayısı	Ağırlık	Toplam Ağırlık
1/4	43	5000	25000
1/2	85	6000	28000
3/4	128	9000	31000
4/4	170	12000	34000
6/5	2000	14000	36000
istisnai Hallerde	250	18000	40000



Şekil 4: Vagon

bütün konforu havi tipte olup herblri tam yükte 170, % 20 fazla yükte 200 ve özel durumlarda da 250 yolcu alabilmektedir. Oturacak yer adedi 21 tür. Ayrıca 24 saat de gerektiğinde açılıp oturulabilen stropenten bulunmaktadır. Seyir süresi çok kısa olduğundan oturacak yer sayısı asgari oranda tutulmuştur. Vagonlar şişirilmiş lastik tekerlekli olup beton yol üzerinde gitmektedirler. Böylece gürültü ve sarsıntı asgari hadde indirilerek konfor artırılmıştır. Lâstik tekerleklerin beton zemin üzerine iyi yapışma kabiliyeti, çok büyük hızla yürüyen vasıtaların süratle yavaşlamasını ve tatlı bir frenlemeyi mümkün kıldığı gibi arabaların ömrünü artırarak bakım masraflarını azaltmakta, ayrıca toprağa ve civardaki binalara iletilen titreşimleri de asgari hadde indirmektedir.

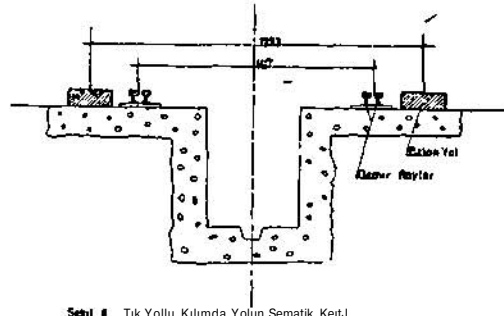
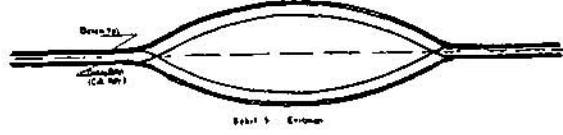
Beher normal sefer süresi 1,5 dakika, seyir hızı 30 km/saat ve yol alma ve frenlemede ivme 0,5 m/s* dir.

Bir $f_{n>ikp}$ bir durma için mümkün olan azami trafik satte 10.000 yolcu ve 3 dakika 45 saniyelik bir durma için saatte 3.500 yolcu olmaktadır.

Lâstik tekerleklerin İç kısmında demir tekerlekler de bulunmakta ve lâstik tekerleklerden herhangi birinin yarılması halinde temlr tekerlek raya oturarak araba yoluna devam edebilmektedir. Normal olarak demir tekerlekler raydan 3,5 - 4 cm. yüksekte bulunmaktadırlar. Her iki vagonun yolun eksenine nazaran dış tarafta olan demir tekerlekleri birer çıkıntı ihtiva etmekte ve bu çıkıntılar yanyana bulunan iki ray arasına girerek vagonların gidajını yani kendi yoluna sapmasını ve kendi beton seyir pisti üzerinde tutulmasını sağlarlar. İç taraftaki demir tekerlekler ise düz olup çıkıntı ihtiva etmemektedirler.

Yol:

İstasyonlar hariç tünel 550 m. boyunda olup bu mesafenin istasyonlar tarafındaki 200 er metrelik kısımları tek yollu, inen ve çıkan vagonların karşılaştığı ortadaki 150 metrelik kısım da çift yolludur.



Şekil 6: Tık Yollu Kılımda Yolun Şematik Kesit

Şekil 5 de görüldüğü gibi çift hatlı kısımda yalnız dış taraflarda gidaj yani yöneltme rayları bulunur. Şekil prensibi izah için çizilmiş olup ölçekli değildir. Hakikatte eğimler çok daha azdır. Yolun bir tarafındaki yöneltme rayları bir arabayı diğer tarafındaki yöneltme rayları ise diğer arabayı yöneltir. Çift hatlı kısımda düz olan iç demir tekerleklerin gerektiğinde oturması için lâstik tekerleğin seyrettiği beton piste bitişik olarak beton yollar yapılmıştır. Tek hatlı kısımda yolun kesiti şekil' 6 da gösterilmiştir.

Arabaların lâstik tekerleklerinin seyrettiği beton pistler longrin adı verilen prefabrike betonarme plâklardan teşekkül eder. Longrinler 26 cm. genişliğinde 10 cm. kalınlığında ve 3 m. boyundadır. Her longrin iki tarafında bulunan 4 er adet kulakçık vasıtasıyla civatalarla zemine tesbit edilir. Bu longrinler ucuca eklenmek suretiyle lastik tekerleklerin seyrettiği beton pist veya yollar teşkil edilmektedir. Bozulan longrinlerin kolaylıkla değiştirilmesi mümkündür.

Katarın kumanda ve kontrolü :

Katarın kumanda ve kontrolü üst İstasyonda hattın nihayetinde bulunan bir kabindeki kumanda masasından yapılır. Kumanda masasında çıkan ve inen katarları gösteren ışıklı oklar ve üst istasyona değişik yaklaşma kısımlarının geçildiğini gösteren gözler vardır. Ayrıca bu kumanda kabininden her iki katar Şefi ile ayrı ayrı konuşulabilir.

İstasyonlarda yolcuların İnip binmesi bittikten ve kapılar kapandıktan sonra her iki katar şefi kumanda odasına birer işaret gönderir. Bu işaretler ancak katarın kapıları kapalı iken gönderilebilir. Her iki katar şefinin gönderdiği işaretler kumanda odasındaki birer lâmbayı yakıtığı gibi, kumanda odasındaki hoparlörde de değişik tonda birer ses olarak duyulur. Ancak bu iki İşaret geldikten sonra katar hareket ettirilebilir.

Katarın istasyona yaklaşırken yavaşlaması ve aşın hızlanması halinde imdat freninin faaliyete geçirilmesi yol pedallarının verdiği kumandalarla otomatik bir şekilde olur. Her iki araba cer kablosu ile birbirine bağlı olduğundan yalnız yukarı çıkan arabanın kontrolü yapılır.

Hız kontrol pedalları üst istasyondan 74, 42 ve 26. ncı metrelelere yerleştirilmiştir. Bu mesafelerde hızın sırasıyla 7, 4 ve 1.5 m/s. olması lazımdır.

Yavaşlatma pedalları üst istasyondan 102, 17 ve 12,5 metrelelere yerleştirilmiştir. 102 m. de hız azaltılır ve bu 17 m. de 1,5 m/s. ye düşer 17. ncl .metrede tekrar bir hız azaltılması yapılır ve bu 12,5 m. de 0,5 m/s. ye düşer. Yol pedallarını harekete getiren endüktör arabanın ön ucundan 11,335 m. mesafede olduğundan, endüktör 12,5 m. deki pedalin üzerinden geçerken durma kumandasını verir.

Yol pedalları yol üstüne yerleştirilen manyetik rölelerdir. Bunlara araba bujileri üstünde bulunan elektromıknatıslar tarafından uzaktan kumanda edilir. Yalnız çıkan arabanın endüktörü yol pedallarını etkiler.

Sabit tesisatla arabalar arasındaki bağlanma tımar :

Her araba tünel boyunca kemere tesbit edilmiş olan iki hatla sabit tesisata bağlanır Her bir hatla birbirine paralel bağlı iki pantograf vasıtasıyla bağlantı sağlanır. Bu iki hat şunları temin eder :

Hat 1 (Katener) : İmdat frenlemesi.

Hat 2 (Katener) :

a — Arabaların 240 V. doğru akımla beslenmesi. Bu, kompresörlerin beslenmesi, arabalarındaki bataryaların doldurulması ve normal aydınlatma için gereklidir.

b — Arabaların harekete hazır olduğuna dair işaretler 240 V. luk doğru akım devresine iletilen taşıyıcı frekans ile sağlanır. Bu frekans 1. nci araba için 2115, ikinci araba için 2975

c/a. dir. Bu işaretler kumanda kabini hoparlörden değişik birer ses çıkarır.

c — Kumanda kabini ile yolda seyreden arabalar arasında telefon konuşmaları 240 V. luk doğru akım devresine iletilen taşıyıcı frekans ile sağlanır.

Akımın müşterek dönüşü bujilere monte edilen ve gidaj raylarına temas eden fırçalar vasıtasıyla olur.

Arabalarındaki bataryalar imdat aydınlatmasını sağlar. 240 V. doğru akımın kesilmesi halinde imdat aydınlatması otomatik olarak hizmete girer.

Arabaların her iki ucunda şasi altında bulunan birer far her an yolu ve makaraları görmeyi sağlar.

Frenleme :

3 türlü frenleme mümkündür :

- 1) Normal durmayı sağlayan hizmet freni,
- 2) Bir aksaklık olduğunda hareket halindeki katarın veya kumanda masasından kumanda edilebilen imdat freni,
- 3) Kablonun veya bağlantı parçalarının gevşemesi veya kopması halinde doğrudan doğruya demir tekerleklerle tesir eden emniyet freni.

Normal ve İmdat frenlemeleri cer kablosunu tahrik eden tambur üzerine tesir eder. Normal frenlemede yalnız bir karşı ağırlık tesir eder, ve 10.500 kgm. lik bir fren momenti elde edilir.

İmdat frenlemesinde 2 karşı ağırlık tesir eder ve tambur üzerine 15.350 kgm. lik bir fren momenti tatbik edilir.

Bu karşı ağırlıkların kaldırılması birer elektrikli vanada akanın kesilmesi ve karşı ağırlığa alt olan basınçlı havanın boşaltılması ile sağlanır.

Emniyet frenlemesi arabanın bütün demir tekerleklerine tatbik olunur. Her demir tekerleğe tesir eden iki fren çenesi vardır. Bu fren çeneleri bir yaya karşı çalışan basınçlı hava ile açık tutulur Yani fren silindirlerinde basınçlı hava bulunduğu müddetçe fren boştur. Bir elektrikli valf vasıtasıyla silindirlerden basınçlı hava boşaltılır boşaltılmaz arabanın 8 demir tekerleğine birden fren tatbik edilmiş olur Lâstik tekerlekler demir tekerleklerle birlikte dönmekte olduklarından lâstik tekerlekler de durur.

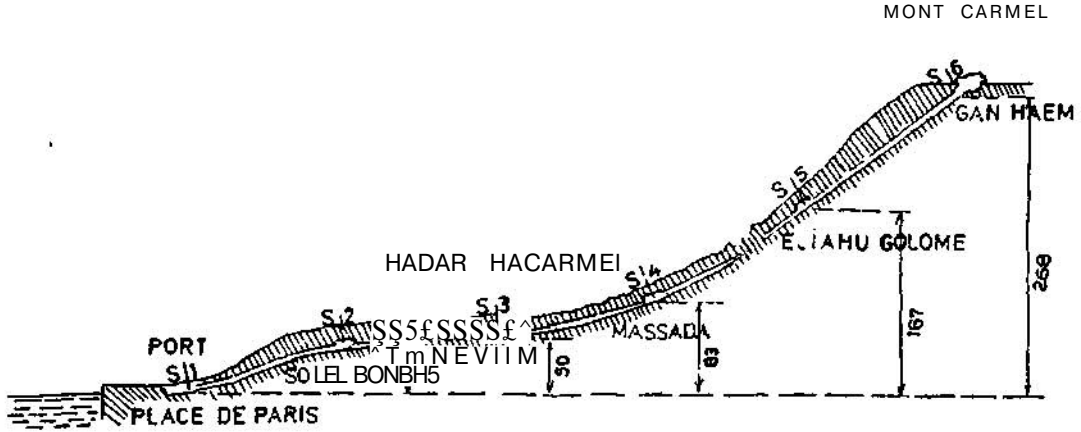
Emniyet frenini çalıştıran elektrikli valf, kablolarla bağlı olduğu saptandan 2,5 m. mesafede denge kablosuna bir çubukla bağlı olan mekanik bir kontak vasıtasıyla kablonun gevşemesi veya kopması halinde faaliyete geçirilir.

HAYFA FÜNİKÜLERİ :

1959 senesinde aynı müteahhit firma tarafından İsrail'in Hayfa şehrinde yapılmış olan füniküler sistem İstanbul'da yapılmakta olan

aynısıdır. Hayfa fünikülerinde tünelin uzunluğu 1.780 m. (çift hatlı kısım 120 m.) alt ve üst istasyonlar arasındaki seviye farkı 300 m., üst istasyona yakın kısımlarda eğim % 30 dur. Güzergâhta alt ve üst istasyonlardan başka 4 adet de ara istasyon bulunmaktadır (Şekil 7).

Coğrafik şartların bizdekinden çok daha elverişsiz olmasına rağmen Hayfa'da tatbik edilen bu sistemden son derece iyi sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil: 7

Hayfa Metro Feniküler'inin Profili

SİMTAŞ
Seri İmalât Sanayii

DELİKLİ PABUÇ
Per. Sat. Fi.
165 krj.

P.K. 696 Karaköy-İst.

SİMTAŞ
Seri İmalât Sanayii

SİNYAL
Per. Sat. Fi.
125 krş.

P.K. 696 Karaköy-İst.

SİMTAŞ
Seri İmalât Sanayii

SABİT DİŞİ FİŞ
Per. Sat. Fi.
60 krş.

P.K. 696 Karaköy-İst.

SİMTAŞ
Seri İmalât Sanayii

FİŞ BANAN
Per. Sat. Fi.
90 krj.

P.K. 696 Karaköy-İst.

SİMTAŞ
Seri İmalât Sanayii

DELİKLİ FİŞ BANAN
Per. Sat. Fi.
165 krj.

P.K. 696 Karaköy-İst.