

Aerotren - Hava Treni yerden 2 santimetre yüksekte saatte 200 kilometre hız

Pierre LEFORT

Tekerlekten ve onun küfetterinden kurtulacak olan hava treni, karadan yolcu taşıyan araçlarda bir devrim yapacaktır. Ses geçirmeyen ve hava koşulları değişmeyen konforlu kabinelere yerleşmiş yolcuları büyük bir hızla gidecekleri yerlere götürecektir. Bu tren, betondan yapılmış tek ray üzerinden bir kaç santimetre yüksekte ve şimdiye dek ancak uçaklara mahsus olan bir hızla yol alacaktır.

İlaştırma Bakanlığı ile 18 Aralık 1968 tarihinde bir anlaşma imzalayan «Aérotrain Bertin» firması, 1969 yılı içerisinde bir hava treniyle onun ilk on kilometrelik yolunu yapmayı üzerine almıştır. Bu on kilometre bitince, altı ay sonra bunun devamı olan 20 kilometrelik bir kısım daha yapılacaktır. Yolun yönü, Orleans'dan Kuzeye ve Parise doğrudur. Eğer bir aksaklık olmazsa, yolun sağlayacağı gelir önceden hesaplanan koşullara uyarsa ve yoldan beklenen faydalar gerçek duruma uygun gelirse, Fransa şehirlerarası ilk hava trenine sahip olacak ki bunun ilk hattı da, Paris - Orleans olacaktır. Bu hat, dünyanın en hızlı hattı olacaktır, böyle ki, aradaki 100 kilometrelik uzaklık 20 dakikada alınacak ve böylece, saatteki ortalama hız 250 kilometreyi geçecektir.

Ulaştırma devrim yaratacak olan bu aracın ilk ve yarı büyüklükteki modeli, 1967 yılında ve 4 Aralık tarihinde Gometz ile Limours arasındaki 6,7 kilometrelik bir yol üzerinde ve saatte 345 kilometrelik bir hızla denenmiştir. Bu prototip model, iki yıldan daha az bir zaman içerisinde tam 3000 seyahat yapmış, 18.000 kilometre yol katetmiş ve 5.500 ziyaretçi taşımıştır. Bu denemelerden anlaşılması gerektiğine göre, bu biçim tren, yüksek bir hızla, tam bir emniyet ve konfor içerisinde, yolcu taşımaya elverişlidir. Denemelerden alınan sonuç şudur ki, bu hava treninin aski

sistemindeki denklilik (stabilite) iyidir, «hava yastığı» üzerindeki hareket kabiliyeti başarılıdır, yüksek hızla gitmek niteliği büyüktür, aski tertibatının yumuşaklığı ile hız alması, hız azaltması basit ve kolaydır, yapısının hafifliği dolayısıyla frenlenmesi sarsıntısızdır. Gene bu denemelerin gösterdiğine göre, bu tren hava katı üzerinde manevra yapabildiği gibi, tersine çevirilmiş T kesimindeki raya oturmakla, makas değişme ve terminalde durma sorunlarını da çözmektedir. Şimdi, için gelişme devri atlatılmış ve için ikinci safhasına geçilmiştir ki bu da, trenin hizmete açılmasıdır.

100 YILLIK GEÇMİŞİ OLAN BİR DÜŞÜNCE

Kısa ve orta mesafelere yolcu taşıma konusunda değişiklikler yapacak olan böyle bir tren prensipli, ortaya yeni atılmış değildir. İlk buharlı tren İngilterede yapıldıktan otuz yıl sonra, Louis Dominique Girard adında bir Fransız mühendisi, buharlı trenin tekerleklerini kaldırmak ve onun yerine sıvı kullanmak fikrini ortaya atmıştı. 1854 yılında, bu mühendis kendi düşüncülerini şöyle anlatmıştı :

Hava veya su gibi akıcı bir madde üzerinden çekiş, en az mukavemet göstermekte ve tekerlek üzerinde yuvarlanmaya nazaran daha az güç istemekte ve büyükçe bir ekonomi sağlamaktadır. Havaya sürtünmeden doğan direnç, hesaba katılmayacak derecede azdır. Suyun direnci ise, maddenin üzerinde yuvarlanmanın gösterdiği sürtünme direncinden önemli derecede azdır.

Girard, kendi buluşu olan bir tren modeli de yapmıştı. Bu proje o kadar akla uygun görüldü ki, Napoleon III onu kabul etmiş ve Argenteuil

Yakınında bir hat yapılması tekelinin verileceğini Girard'a vaat etmişti.

Ne yazık ki, bundan bir yıl sonra 1870 Harbi çıkmış ve yapılan model ortadan kaybolduğu gibi, onu yapan Girard da öldürülmüş idi.

Onun ölümünden sonra, yardımcılarında Charles Barré, bu fikri tekrar ele aldı ve Paris'teki 1889 uluslararası sergide tekerleksiz bir treni ortaya koydu. Bu tren, sergi devam ettiği müddetce bir kaç bin ziyaretçiyi Invalides düzlüğüne taşımış ve 1300 kilometrelik bir mesafe katetmişti.

Barré'nin treni, içi boş iki kızak üzerine oturmuştu, bunların içerisinde sevk edilen basınçlı su, treni yarım milimetre kaldırmayıyordu. Barré, hava yastığı denen prensipi uygulayamamıştı, çünkü o zamanlarda hava basıncı ile güç elde etme tekniği henüz yeter derecede ileri gidememişti. 1902 yılında Marsilyalı Charles Théryc, akıcı bir yastık üzerinde giden bir tren yaptı ve bunun adına «sıkışmış hava katı üzerinde kayan tren» dedi. Ve bunun yapılışını şöyle anlattı :

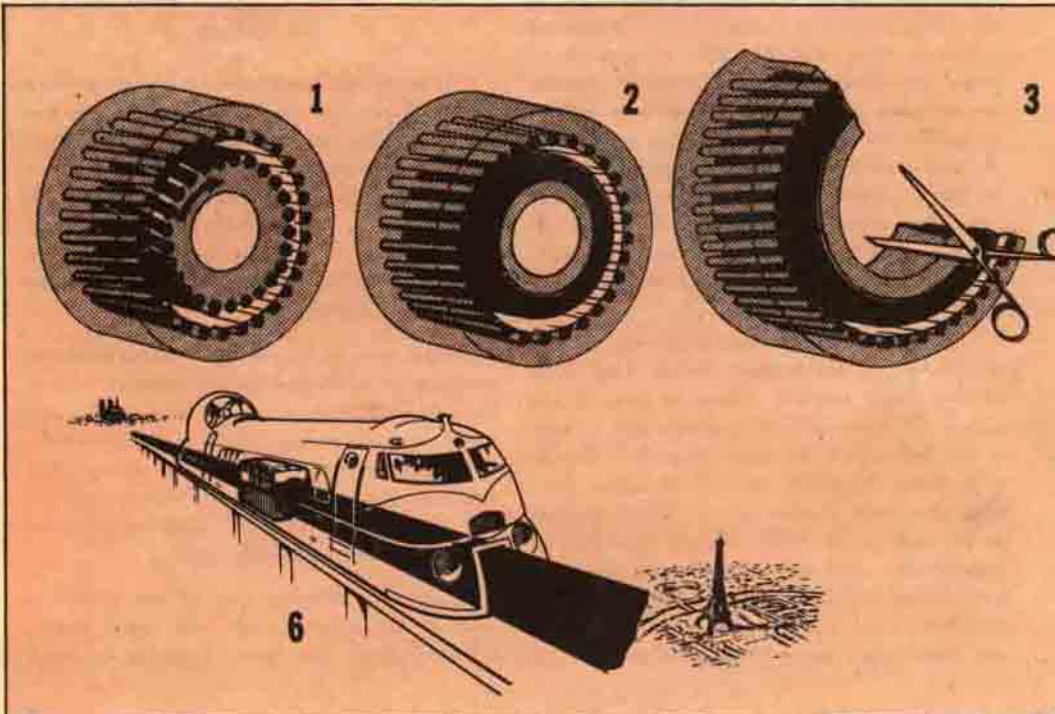
— Bunun karakteristik özelliği şudur ki, kendi çekiş katsayısını kendiliğinden çok büyük ölçüde azaltıyor ve bunu sağlamak için treni çeken güç, çekiş ile kaldırış arasında bölünerek,

treni komprime bir hava katı üzerinde kaydırıyor. —

Bu trene bir itiş gücü uygulamak için Barré bir pervane düşünmüştü. Ne var ki, 1932 yılında Amerikalı Trask, bir hava jet sistemi tasarlamıştı. Sonraları, tekerleksiz tren konusu neredeyse tamamen unutulmuşken, bu defa işi yeniden Bertin firmasının mühendisleri ele aldılar. Bunlar, hızlı giden bir kara aracına taşıyıcı bir «hava yastığı» uygulamayı düşündüler ki bu hava yastığını da, hareket etmekte olan araçla zemin arasındaki sıkışmış hava katı sağlayacaktı.

TAŞIMAYAN TEKERLEKLER

Girard'ın düşündüğü tren ile Bertin'in hava treni arasındaki fark elbet büyüktür. Ticari amaçlarla kullanılacak olan ilk hava treninin hızı, normal olarak saatte 250 kilometre olacak ise de, azami hızı saatte 300 kilometreyi bulacaktır. Havacılık tekniğine uygun olarak hafif maden karışımlarından yapılacak olan bu tren, bir «Caravelle» uçağının teknesinden bir az daha küçük olacaktır. İçerisindeki mefruşat da uçaklardaki tiplerde olacak, takriben 80 koltuk bulunacak ve bunların hem sayısı, hem de yerleri değiştirilebi-



lecektir. Sayısız başka tertipler de, yolcu ve trafik koşullarına göre uygulanabilecektir. Düşünülen çeşitli şekillerin özelliği, büyüklük, hacim, güç ve hız hususundaki istekleri kolaylıkla karşılamaktır. Hava treninin yolu, esas itibarıyla, Gometz'de denenmiş olan küçültülmüş modelin aynı olacaktır.

Bu yol, betondan yapılmış taşıyıcı bir setten ibarettir ki bunun da 3,4 metre genişliği vardır ve üzerinde, 90 santimetre yüksekliğinde ve 20 santimetre genişliğinde bir ray bulunmaktadır, bu da gene betondan yapılmış ve taşıyıcı setin tam ortasına yerleştirilmiştir. Taşıyıcı set ile ray, kesim itibarıyla tersine çevirilmiş bir T şeklindedir. Bu unsur, trenin hem yönünü ve hem de, genişliğine etki yapan yükün, santrifüj kuvvetin ve rüzgârın doğurduğu etkilerin istikrarını sağlamaktadır. Deneme için yapılmış olan yol parçası, zemin üzerine kurulmuştur. Esas yol ise, sütunlar üzerine inşa edilecek ve yüksek gerilimli elektrik hatları gibi olacaktır. Hat ile zemin arasındaki yükseklik 5 metreden aşağı olmayacak, taşıyıcı sütunların da birbirine nazaran aralıkları, 20 metreden az olmayacaktır. Bilinen demiryolları inşaatındaki arazi istimalinin burada lüzumu kalmayacaktır, çünkü hava treni hattının altında ka-

lan arazi ekilip biçilebilecektir, her türlü tarım makineleri, hattın altından geçebilecektir.

Hava treni, yapılış tarzı itibarıyla, önce düşünülen prototipe uygun olacaktır. Bu tren, baş aşağı çevirilmiş T şeklindeki bir set üzerinde yürüyecektir. Taşıyıcı «yastıklar» treni yatay bir platform üzerinde tutacak, bu sırada ise, dikey ray üstündeki iç yastıklar, mekanik bir temas olmaksızın hava treninin yönünü ve pozisyonunu sağlayacaktır.

Prototip hava treniyle gerçek hava treni arasındaki fark, motorizasyon hususunda olacaktır. Prototipte, ancak «hava yastığı» sisteminin uygulanabilecek bir sistem olduğu isbat edilmek istenmişti. Burada, gerekli olan hızı sağlayabilecek nitelikte bir itici unsurun, yani motörün ortaya çıkarılması bahiskonusu idi. Bu amaçla, bir biri ardından denemeler yapılarak, serbest ekzostlu Kontinental uçak motörüyle hareket ettirilen bir pervane ile iki SEPR yardımcı füzeli bir Turbomeca türbo-reaktörü üzerinde duruldu.

Kullanılacak olan hareket aracının bir uçak türbo-reaktörü veya füze olması elbet şart değildir. Kırlar ve tarlalar içerisinde bir «Caravelle» uçağı kadar gürültü çıkararak geçen bir araç arzu edilmiyor.

BİR MOTÖRÜN İKİNCİ AKIM DOLAŞIMI PARİSTEN ORLEANA KADAR UZANMAKTADIR

1. Klasik asinkron motör.
2. Bobin yerine nakil bir kat konulabilir.
3. Motörü kesip yere serelim.
4. Bunu yapınca, basit endüktörlü ve hat şeklinde bir motör elde edilir. Yatayına uzatılınca, birinci ve ikinci akım dolaşımını bir arada elektro-manyetik bir dişli niteliğini alırlar.
5. Çift endüktörlü lineer motor. İlave bir endüktör bobinaj yardımıyla, motörün ağırlığı artırılmadan, motörün gücü dört misli artırılabilir.
6. Elektrikli lineer motörlü hava treni. Birinci akım dolaşımını vagon taşımaktadır. İkinci akım dolaşımı ise, tersine çevrilmiş T şeklindeki rayın ortasında bulunmaktadır.



Ticari amaçlarla kullanılacak olan bu ilk hava treni için her halde pervaneli bir motor kullanılacaktır. Bu da, kısa palaı iki tane pervane olup, fazla gürültü çıkarmayan biçimde yapılabılır.

Pervaneleri, beheri 1300 beygir gücünde iki adet 950 KW türbo-motor çevirecektir ve bunların ses azaltıcı tertibatı özel şekilde etüdü edilecektir. Motor grubu kabinden tamamiyle tecrit edilmiş olacaktır. Herhangi bir yangın ihtimalini önlemek için, kabin çevresinde karbon gazlı bir tabaka bulunacaktır. Treni askıda tutacak tertibata gelince, bu işi 500 beygir gücünde bir 370 KW türbini sağlayacaktır.

Bundan başka, trenin meskûn bölgelere girişinde hızın azalması için trene pnömatik lastikli itici tekerlekler uygulanacak ki bunlar da hidrolik surette hareket ettirilecek. Bu tekerlekler aynı zamanda duraklarda ve makaslarda yön verici olacaktır. Bu tekerleklerin, bir arabada, otoray veya lokomotif gibi klasik araçlardaki gibi ağırlık taşıma görevi hiç olmayacaktır. Eğer, hava yastığı üzerinde yürüyen bir aracın tekerlekleri varsa, ki bu da insana acııp görünüyor, böyle tekerlekler, aracın gövdesine asılı olur, zemine yapışmaz. Yapışması ve temas etmesi için, özel bir tertibat kullanılması gerekir.

BİR DEVRİM : LINEAR MOTOR

Tamamiyle şehir içi servislerine tahsis edilen trenlerde ise, yalnız büyük hızlara elverişli olan pervane, bu defa yerini tekerleğe terk edebilir. Tekerlekler, taşıyıcı olmayacağından, zahmetsizce saatte 200 kilometrelik bir hız sağlayabileceklerdir. Bundan başka, muhtemelen yatay tekerlekler

betondan yapıli dikey bir kenara dayanacaklardır.

Her türü hallerde, normal bir frenleme ile hareket, birbiriyle beraber gider. Frenleme, ister pervanenin tersine işletilmesiyle, ister hareket ve yön verici tekerlekler üzerine etki ile sağlanır. Ayrıca, acil hallerde, bu her iki özel unsur bir arada kullanılarak kuvvetli bir frenleme uygulanabilir.

Sevkedici rayın fren balataları tarafından sıkıştırılması veya «sırsılması», hat haline getirilmiş bir diskin çalışmasına benzer. Tekerleklerin yol üzerine yapışması ve sürtünmesi problemi dışında olarak, bu frenleme, istendiği kadar sıkıştırılmış olabilir. Bu fren, yumuşak kullanılır ise, tersine döndürülen pervane ile frenlemeden daha etkili ve daha sahih bir durdurma sağlar. Sonra, çok sıkışık durumlarda, treni askıdan kurtarmak mümkündür ve böyle bir halde, tren bir çok iç kızaklar üzerine oturarak durur. Kızakların beton eteğe sürtünmesi, vagonun çabuk durmasını sağlar. Hava yastığı ile tutunmada bir arıza olursa, bu biçim tertibat, otomatik olarak emniyet uygulanır. Saatte 250 kilometre hızdan itibaren, vagonun normal durdurulması için 1500 metrelik bir mesafeye lüzum vardır. Çok sıkışık durumlarda bu mesafe yarıya indirilebilir. Eğer, yukarıda sözü geçen her üç frenleme şekli hep bir arada uygulanırsa, tersine ivme 6 g olur ve böylece, durmak için gerekli olan mesafe daha da kısılır.

Doppler sisteminde bir radar, vagonun burununa yerleştirilir ise, yol üzerindeki her türlü engelleri 5 kilometreden görmeyi sağlar ve önde giden başka bir tren varsa, onun kendisine nazaran hızını da hesaplamaya ve anlamaya yarar. Bu emniyet unsurlarına, hava trenine özel bir ihmal



UÇAK GİBİ DÜZENLENMİŞ BİR TREN

Şekilde, hava treninin içi görünüyor. Trenin kabini, klimatize edilmiş ve ses geçirmez niteliktedir. Vagonun taşıdığı 80 yolcu, bir Caravelle uçağında olduğu kadar konfora sahiptir. Resimde görülen sürücü yeri, deneme için yapılmış prototipe aittir. Treni tek bir kişi sürmektedir

edilemeyecek bir unsur daha ilave ediyor ki o da şudur: 90 santimetre yüksekliğindeki beton ray, trenin ağırlık merkezi mesafesinin üçte ikisine kadar yükseldiğinden, vagonun yoldan çıkması maddeten imkânsızdır.

Şimdiki halde uygulanması mümkün olan çeyitli taşıtlar, yakın zamanda yeni tip bir motörle değiştirilecektir ki bu motör, böyle bir hava trenine çok uygun olup, özel surette düşünülmüştür. Motör, elektrikle işleyecek bir çizgisel (linear) motörden ibarettir. Direkt olarak doğru bir hareketi sağlayabilen bir motör, bu amaçlar için her zaman uygun görülmektedir. Bu yöndeki araştırmaları uğraşan büyük endüstri kurulları, bu hususları gözden kaçırmamışlardır. Fransada, bir çok yıllardan beri Grenoble'deki Merlin Géerin firmasınınca yapılan araştırmalar, değişik tiplerdeki linear motörlerin teorik ve deneysel niteliklerini derinleştirmeğe yol açmıştır. Bu firmanın mühendisleri, böyle bir motörün özellikle hava trenine uygulanması konusu ile ilgilenmişlerdir.

Linear bir motör, gerçekte çok fazlı (polifaz) döner (rotatif) bir motörün değişik bir şeklidir. Asinkron bir normal motör, bir endüktör veya stator ile bir rotordan ibarettir. Statorun üç fazlı sargılarında devreden direkt elektrik akımı, kutuplar arasında sabit bir açısız hızla dolaşan bir endüksiyon alanı vücuda getirmektedir. Bu endüksiyon alanı da, kendi tarafından, rotorun sargılarında, alana karışan bir akım doğurmaktadır ki bu da, rotoru kendi dönüş yönünde çevirmektedir. Eğer, rotorun sargıları, sabit kalınlıkta bir iletken katla değiştirilirse, bu prensipte hiç bir değişme olmaz ve bu iletken kat, dönmekte olan alan tarafından sürüklenir. Böyle bir motör, bazı

uygulamalar için kullanılmıştır.

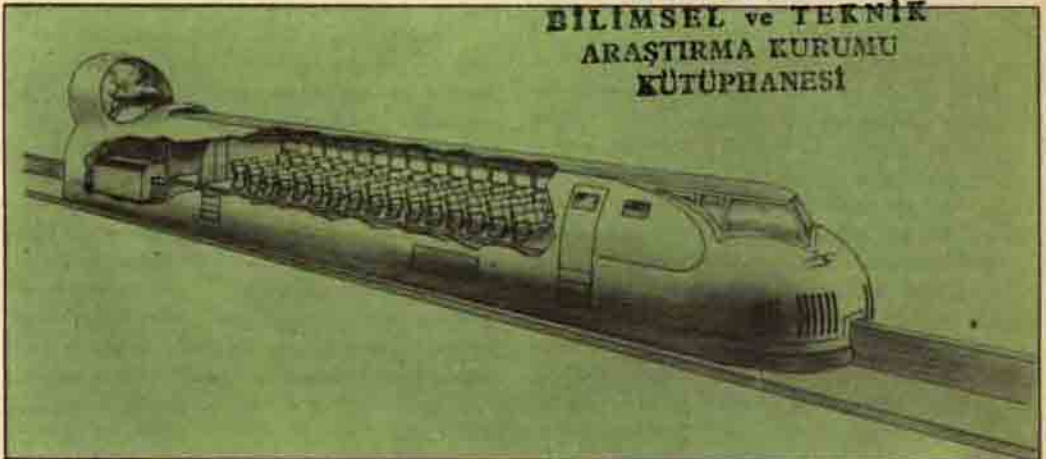
Şimdi, farz edelim ki, statoru ve rotoru, generatör yönüne izleyerek kestik ve düz yüzey üzerine serdik. Stator ve rotor birbirine paralel bulunsun. Burada, stator birinci, rotor ise ikinci devre adını alır. Birincideki akım sirkülasyonu, kutuplar arasında manyetik bir alan yaratacaktır. Bu manyetik alan, bir eksen etrafında döneceği yerde, uzunlughuna ve düzüne akacaktır. İşte, çizgisel veya linear motör budur. Böyle bir motör hava trenine uygulanınca, birinci devre vagonun üzerinde ve ikinci ise, bu defa alüminlumdun yapılmış olan rayda bulunacaktır.

Birinci devrenin beslenmesi, iletken bir şamandra ile olacaktır ki bu da, orta settin içine yerleştirilmiş bir elektrik hattı üzerinde kayacaktır. Böylece yaratılan endüksiyon alanı, rayı itmeğe çalışacaktır, oysa, ray sabit olduğundan, bu endüksiyon alanı birinci devreyi itecek, ve böylece, vagon harekete gelecek ve hızını gittikçe artıracaktır. Çift birinci devre, endüksiyona maruz kalan rayı binişmiş olacak. Aracın ağırlığını arttırmaksızın, aktif iletkenler sayısı iki misli çoğaltılır ve güç dört kat çoğalır.

Çekiş konusunda, böyle bir motörün dikkate değer avantajları vardır, öyle ki, mekanik yapışma problemi ortadan kalkmış olur. Bu motör, manyetik bir dişli tertibatı imiş gibi çalışır, çünkü, gerek çekiş ve gerekse frenleme, vagonun müşterek birinci devresi sargıları ile sabit rayın ikinci devresi arasında oluşmaktadır.

Bu vagon, üstün derecede hafifletilebilir. Onun yokuş çıkma kabiliyeti ise, motör gücüne bağlıdır. Mekanik her hangi bir sürtünme olmadığından, çok büyük hız düşünülebilir. Aerodina-

TÜRKİYE BİLİMSEL ve TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU KÜTÜPHANESİ



mik bir şekilde hareket eden bu hava treninin üstünlükleri meydandadır. Özellikle, linear motörün bütün avantajlarını da sayabiliriz: ses ve gürültü yoktur, geçtiği yerlerde havayı kirlilemez, hız alma ve hız vermedeki yumuşaklık yolculara rahatlık sağlar, frenlemede motör kendiliğinden Foucault akımı yaratarak frenlemeyi emniyete alır ve hatta, elektrik devresinde her hangi bir arızaya karşı, trene konmuş bir batarya bu biçim frenlemeyi sağlar.

Bu kadar üstünlüğüne karşılık sakıncaları olmaması, ender bir haldir. Burada ancak, pervaneli hava treninde kullanılacak beton ray yerine, düz motörlü trenin istediği alüminyum rayın maliyeti sorunu vardır, ki böyle bir ray, beton raydan daha pahalı olacaktır. Oysa, buna mukabil, linear motör, pahalı olmayacaktır. 250 beygirlik, 180 KW prototip bir motör 150.000 liraya mal olmuştur. Şimdiki halde, hangi motör tipinin daha ekonomik olacağına dair bir şey söylemek mümkün değildir.

Her ne de olsa, hava treni özel her hangi bir yürütücü güce bağlı değildir. Enerji kaynağı olarak, petrol, elektrik ve saire kullanılabilir. Trenin daynağına gelince, hava yastığı, pervane, veya ray uygulanabilir ki bu takdirde, tekerlek veya linear manyetik motor için içerisine girer. Bunlar arasından birisini seçmek, birçok faktörlere bağlıdır. Bir ulaştırma aracının amacı, en uygun bir masrafa karşılık vakit kazanmak, zahmet ve külfetleri azaltmaktır.

HIZ VE RAHATLIK

Ele alınan formüle göre, ergeç, saatte 200 - 400 kilometre yol alabilecek bir taşıt gerçekleştirilebilir ve burada, 400 kilometrelik hız, bir limit telakkisi edilebilir. Saatte 200 kilometre hız, şehir dolayları, yani 10 - 100 kilometre gibi mesafeler için düşünülmüştür.

Limit olarak kabul edilen 400 km/saat hız, yerde yürüyen ve hava yoğunluğunun fazlalığı içerisinde bulunan bir yer aracı için üstün sınır sayılabilir. Öyle ki, pervaneli uçaklar bile, yere yakın alçak uçuşlarda bu sınırı aşamamışlardır.

Bu gibi büyük bir hız, şehirlerarası seferleri ve 100, 400, 500 kilometrelik mesafeler için elverişli olacaktır. Araçlara verilecek olan büyük hızlar, teknik bakımından mümkün ise de, ortada bir de ekonomik ve en uygun hız sorunu da vardır ki bu da, «optimum», yani en müsait hızdır.

Bu araçların yapılışında, teknisyenleri uğraştıran malzeme mukavemeti konusu fazla yer almıyacaktır çünkü hava treni, malzeme yıpran-

ması problemlerine fazla yer bırakmıyor. Bu husus, önemlidir çünkü işletme masraflarını haylica azaltır. Sonuç olarak, hava treni çok üstün hıza sahip olmak imtiyazını haiz değildir, oysa, teknolojik bakımdan, hızı en basit yoldan ve en az masrafla elde etmek imkânını vermektedir.

Şimdiki halde, direkt işletme masrafı, yol amortismanı hariç olmak üzere masraf toplamı, günde 2000 - 5000 yolcu taşımak kaydı ile, her kilometrede yolcu başına yaklaşık 10 - 20 kuruş olarak hesaplanmaktadır. Yolun bakım masraflarına gelince, bunu tayin etmek şimdilik zordur. Bilinen şudur ki, çift bir hattın yapımı beher kilometre için 8 - 10 milyon liradır, bu da, bir demiryolu hattı tutarının yarısı demektir. Gerçeğe bakılırsa, şimdiki halde her hangi bir ulaştırma aracı, kendi enfastrüktürünün amortisman masraflarını tam olarak karşılamıyor ve bunu da, normal saymak gerekir, çünkü işletme bölgesinde bulunan toplumsal veya özel yatırımları endirekt olarak değerlendirmektedir.

Sonuç olarak, hava treni, diğer ulaştırma sistemleri içerisinde, kendi yerini bulacaktır. Hava treni, çok kullanışlıdır, hızlıdır ve çok çabuk frenlenebiliyor, gayet az emniyet sahasına ihtiyaç gösteriyor. Bu trenler sık sık servisler yapabilirler. Bir dakikadan daha az fasialarla seferler yapmak suretiyle, çift hat üzerinde ve çeşitli yönlerde saatte 10.000 yolcu taşıyabilirler ve bunu sağlamak için, vagonları birbirine takip katar teşkiline de lüzum olmadığından, verim de artmış olur. Banliyo seferlerinde, bu trenlerin özelliklerinden birisi, havayı kirliletip boğucu hale getirmemeleridir. Büyük hızla yapılan şehirlerarası seferlerde, hava treni, demiryolu ile uçak arasında ortalama bir araçtır. 500 kilometreye kadar uzaklıklarda hava treni, yolcuları bir uçak hızı ile taşıyabilir ve masrafı uçaktan daha az olur.

Bugün, Fransız hava treni tekniği, milletlerarası bir ilerleme kaydetmiş bulunuyor ve bu işin önemini anlamış ülkeler önünde rekabet yapmak zorundadır. Amerikalıların bu konuya gösterdikleri ilgiden başka, İngiltere hükümeti de Cambridge doğusu bölgesinde böyle bir yol yapmak çabasıdadır. Yer ulaştırma araçları konusunda bir takım idari, mall ve politik engeller olduğu gibi, önceden her çeşit istekleri karşılamak kaygısından doğan mülahazalar da, birbirine eklenince, zorluklar çıkmaktadır. Şimdi, eğer iktidar tutumundan caymaz ise, bu devrimsel projenin gerçekleşmesinde Fransa öncü ve ilk ülke olacaktır.

Science et Vie'den
Çeviren: Hüseyin TURGUT