

# GELECEĞİN SÜPER TRENLERİ



Yeni süperiletkenler, raylara değmeksizin havada giden lokomotiflerin yapımı konusuna duyulan ilgiyi yeniden alevlendirdi.

**Gregory T. POPE**

**2000**'li yıllarda, aerodinamik yapıları trenlerin sert plastikten yapılmış tekerlekleri raylar üzerinde yuvarlanırken, trenin hızı arttıkça raylardan çıkan sesin de arttığı duyulacaktır. Düz "hızlanma yolu" üzerinde, trenin hızı 30-40 mil/sa (1 mil = 1,61 km)'e ulaşınca, bu tekerlekler aracın içine çekileceklerdir. Daha sonra tren, rayların yaklaşık 30 cm kadar yukarısında havada asılı olarak, 300 mil/sa'lık hıza ulaşınca dek momentum kazanacak ve dev bir yılan gibi ısıklı sesi çıkararak ve havayı yararak ilerleyecektir. Geleceğin istasyonlarında ise, bu süpertrenlerin, yükseltilmiş istasyonlardan inerek, varış yerlerine geldiklerini bildiren anonslar yapılacaktır.

MAGLEV (magnetically levitated: manyetik olarak yükseltilmiş) trenini tanıtmaya çalışıyorduk.. Aslında, gelecek yüzyılın bu mekik treni, uzun bir zamandan beri, dünyanın bazı yerlerinde kullanılmaktadır. İlgili teknoloji, on yılı aşan bir süreden beri uygulanabilir durumdaydı. Ancak, ABD'nin ilk ticari maglevi yapmasını sağlayabilecek gelişmeler yenidir.

Şehirlerarası hızlı ulaşım talebindeki patlama, şehir havaalanlarını bunaltmaktadır. Hava trafiğini rahatlatabilecek yüksek-hızlı yer taşımacılığı, dikkatleri kendi üzerine çekmeye başlamıştır. Ulaşım ekonomisi uzmanlarına göre, maglevler, birbirlerinden 300-600 km uzaktaki merkezler arasında, havaalanı bağlantılarından daha hızlı bir ulaşım sağlayabilirler.

## ÇEKME Lİ MAGLEV ASKI SİSTEMLERİ

Geçen yılın yüksek-sıcaklık süperiletkenliği atılımı, Amerikan maglevi için yeni bir yol açmıştır. Hem en, araştırmacılar, süperiletkenler üzerinde ve sıvı azot ile soğutuldukları zaman, elektriği dirençsiz olarak taşıyan seramikler üzerinde çalışmaya koyulmuşlardır. Geniş uygulama potansiyeli olan, güçlü ve derli toplu boyutlarda (compact) elektromıknatıslar elde etmişlerdir. 1990'ların maglev sayılabilecek trenleri, geleneksel elektromıknatıslar üzerinde gidebileceklerdir. Ama 21. yüzyılın maglevleri, sıvı helyumla soğutulan, süperiletken malzemeden yapılmış büyük mıknatısların bulunduğu **elektrodinamik askı sistemlerinin** üzerinde yüzeceklerdir.

Yeni-teknolojinin azot soğutmalı süperiletkenleri daha basit soğutma sistemleri kullanılabildi. Ancak, Amerikan ve Japon maglev mühendisleri, kısa vadede, eski teknolojiyi kullanacaklarını bildiriyorlar. Çünkü, araştırmacıların şimdiki dek bulunmuş oldukları yüksek - sıcaklık süperiletkenleri çabuk kırılmakta ve büyük elektrik akımlarını taşıyamamaktadırlar.

Maglevlerin tarihi, çelik-tekerlekli trenlerin fiziksel sınırları zorladığı 1960'lardan başlar. Japonların mermi treni Shin-Kansen, 125 mil/sa'lik hızı ile, dünkü ilk tren oldu; fakat yolunu, her gece yeniden düzenlemek gerekiyordu. Günümüzün, hız rekorunu elinde tutan 163 mil/sa'lik Fransız TGV treni ise, sapması 4 mm'yi geçmeyen yollar üzerinde, rayları bozma sakıncası olmadan hareket etmektedir.

Sonra, Hükümetlerinin desteği ile, Amerikan, Kanadalı, İngiliz, Alman ve Japon araştırmacılar da çalışmaya başladılar. Onları sürükleyen, taşımacılık kaygılarından çok, ulusal yararları; sürtünmesiz raylı ulaşım için, elektrikli trenlerin harcadığının 1/10 enerji yetiyordu ve daha az bakım gerekiyordu. Ancak, deniz taşıyan maglev projeleri ilerlerken, ABD'ninki 1975'te birdenbire kesintiye uğramıştır.

Günümüzde, maglev kavramı çok gelişmiştir. Yerden yükselmek için, ya çekmeli (elektromanyetik) ya da itmeli (elektrodinamik) askı sistemleri kullanılır.

Çekmeli askı sisteminde, tren üzerinde, yan bataryalarla beslenen geleneksel elektromıknatıslar bulunur. Bu elektromıknatıslar (demir-çelik çekirdek üzerine sarılmış kobalt-samaryum kangalları), trenin altında, tren boyunca uzanan kıvrık bir parçanın iç yanına dizilmişlerdir. Bataryalar devreye girilince, elektromıknatıslar raylardan yukarıya doğru çekilirler ve böylece tren yerçekimini yener. İtmeli askı sisteminde ise, trenin karnındaki aşırı soğutulmuş süperiletken kangallar, rayların manyetik alanında itilirler.

Şimdilik, çekmeli sistemler, itmeli kaldırmaya göre daha verimli görünmektedir. Brimingham'da düşük-hızlı bir elektromanyetik kamu taşı (dünyanın çalışmakta olan tek maglevi), 1985'ten beri, yollarını istasyondan havaalanına götürüp getirmektedir. Bir Amerikan şirketi de, Brimingham sistemini Atlantic City'ye, New York'un La Guardia Havaalanı'na ve hatta Manhattan'ın yeraltı tünellerine uygulamaya çalışıyor. Japonların yaptığı orta-hızlı HSST treni (Japonya İmparatoru Hirohito'yu da, 600.000 Expo'85 ziyaretçisi arasında taşıdı) ise, 1990'dan başlayarak Las Vegas'ta da işleyecektir.

Aslında, hiçbir sistem 125 mil/sa'lik doruğa göre tasarlanmamış değildir. Yüksek-hızlı elektromanyetik kaldırma, yalnız, Batı Almanya'daki Transrapid maglevine özgüdür. Aralık 1987'de, 196 koltuklu bir prototipi ise, 252 mil/sa'lik bir maglev hız rekoru elde etmiştir. Transrapid, bu tehlikeli hıza nasıl ulaşabilmiştir? Tüm maglevlerde olduğu gibi, onun itmeli sistemi de bir çizgisel motora dayalıdır. Bilinen döner-tipte bir manyetik motor düşünelim. Motorun dış durgun parçası üzerindeki akım-besleme kangalları, birbirleriyle uyumlu olarak, motorun iç döner parçasını döndüren bir manyetik kuvvet oluştururlar. Şimdi motorun durdurulduğunu ve araçtan dışarı çıkarıldığını varsayalım; böylece manyetik kuvvet, döndürme yerine, bir çizgi boyunca çok büyük değerlere yükselecektir.

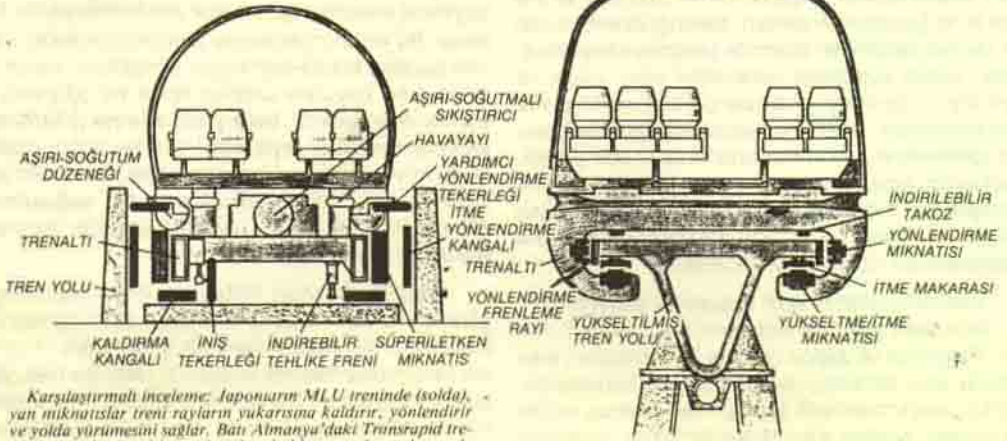
*Günümüzde artık müzeler kaldırılan ya da turistik amaçlarla kullanılan 1940'ların buharlı treni, etrafi siyaha boğan dumanyla yoluna devam etmektedir.*





## ELEKTRODİNAMİK (İTMELİ) SİSTEM

## ELEKTROMANYETİK (ÇEKMELİ) SİSTEM



Karşılaştırmalı inceleme: Japonya'nın MLU treninde (solda), yan mıknatıslar treni rayların yukarisına kaldırır, yönlendirir ve yolda yürütmesini sağlar. Batı Almanya'daki Transrapid treninde (sağda) ise, itici makaralar, kaldırma mıknatısları da iterler; ayrıca, raylardaki kılavuz mıknatıslar, treni yönlendirir ve tehlikeli durumlarda frenleme sağlarlar.

Transrapid'de, yol kenarındaki küçük güç istasyonları, raylara besleme akımları sağlar. Bir bilgisayar, trenin konumunu izler ve rayların, yalnızca üstünden tren geçen bölümlerine enerji vererek, raylar üzerinde ilerleyen bir manyetik kuvvet üretir.

Tren, kendi kaldırıcı elektromıknatıslarını kavrayan ve iten bu manyetik dalga üzerinde bir sörf tahtası gibi yüzer. Hız, raylardaki akımın gerilimi ve frekans ayarlanarak denetlenir. Bu akım da, tren üzerindeki ek kangalları indükler ve onlar da yan bataryaları yükler. İkinci bir mıknatıslar takımı ise, trenin raylar üzerine oturmasını önler.

Ancak, Transrapid'in elektromanyetik askı sisteminde, sistemin yapısından gelme bir kararsızlık önemli bir sakınca oluşturur. Trenin mıknatısları rayla yaklaşır, çekim kuvveti artmaya başlar. Yaklaşık 1 cm'lik bir güvenlik aralığı bulunması zorunludur. Bu, Transrapid için, çok duyarlı bir yol yapımı ve karmaşık bir askı denetim sistemi gerektirir. Aralıkları sürekli izleyen duyucu-gereçler (sensörler) yardımı

ile, elektromıknatıslardan geçen akımı ayarlayacak bir mikroişlemciye bilgi göndermek gerekir. Böylece, yol bozulur ya da titreşimler mıknatısları raylara yaklaştırırsa, besleme gücü azaltılarak, çekim kuvveti zayıflatılabilir.

## İTMELİ MAGLEV ASKI SİSTEMLERİ

Çekmeli kaldırma sistemi, daha gelişmiş teknolojiyle bile olsa, kararlılık bakımından, itmeli kaldırma sistemi ile geçilebilecek gibidir. Şimdilik, yüksek-hız uygulamaları için, iki itmeli sistem umut verici görünmektedir. Biri, daha çok deneye dayanan Japon MLU maglevidir; öbürü ise, ekonomik kriz yüzünden 1975'te depolara kaldırılmış olan Amerikan tasarımı Magneplane'dir.

(a) **Japon Maglevi** : Elektrodinamik ya da itmeli askı sistemi şöyle çalışır: Durgun bir kangalın yukarisından geçen hareketli bir kangaldan bir elektrik akımı geçirilir. Hareketli kangal olana yaklaştıkça, hareketli kangaldaki bu akım, durgun kan-



İtmeli kaldırmanın basitleştirilmiş açıklaması: Akım-taşıyan ilmek (manyetik kangalların sarımlarından biri), tren yolu üzerindeki durgun ilmeğin yukarisından geçer. İlmeğin yüzeylerinden geçen manyetik akı arttığı ya da azaldığı zaman, kaldırma oluşur. Hareketli ilmek, durgun olanın tam üstüne geldiğinde sürtünme doğar; ancak, bu sürtünme yüksek hızlarda azalır.

galdan gitgide artan bir manyetik akı geçmesine neden olur. Durgun kangaldan geçen manyetik akı arttıkça ya da azaldıkça, kendi içinde, hareketli kangaldakine karşı yönde bir akım indüklenir ve bu akım hareketli kangalı iter. Bu itme ise, treni kaldırır. İtme zayıfladığı zaman, sürtünme doğar.

Bir maglev treninin üzerine bir dizi kangal ve tren yolu üzerine de bir dizi durgun kangal yerleştirilerek, bir elektrodinamik askı sistemi elde edilir. Hız arttıkça, hareketli kangallar durgun olanların üzerinden daha çabuk geçerler. Demek ki, hız arttıkça, aerodinamik sürtünme artarken, elektrodinamik maglev de, sürtünmeyi yenerek, yükselmesi için yeterli hız (genellikle, 40-50 mil/sa) ulaşınca dek, tekerlekler üzerinde gider.

Elektrodinamik askı sisteminin asıl yararı, onun doğal kararlılığıdır. Trenin kangalları, rayınkilere yaklaşırsa, itme kuvveti birdenbire artar. Ayrıca, güçlü süperiletken mıknatıslarla donatıldığında, tren raylarının yaklaşık 30 cm yukarısında yüzebilir.

Japonlar, 1970'ten beri, itmeli-kaldırma sistemli trenleri deniyorlar; en son, 250 mil/sa'ye ulaştılar. Kullandıkları temel elektrodinamik askı sisteminde, durgun kangallar, betondan yapılmış tren yoluna gömülmüştür; süperiletken mıknatıslar ise, trenin yanlarına yerleştirilmiştir. Tren yolunun yanlarında da, trendeki süperiletken mıknatıslarla karşı karşıya gelecek biçimde yerleştirilmiş ve birbirlerine kablolarla bağlanmış kangallar bulunur. Bunlar, birbiri ardından yüklenecek, treni çabucak hızlandırır. Yan kangalların oluşturduğu manyetik alanlar, trenin, kaldırma kangalları üzerine oturmasını da önlüyor.

Japon maglevi, ticarî bakımdan Transrapid'den ileridedir. Ancak, yan soğutmalar hâlâ önemli bir pürüzdür. Transrapid'in elektro-mıknatıslarından daha az güç kullansalar bile, süperiletken mıknatısların, -187°C'ye dek güvenilir olarak soğutulmaları gerekmektedir. Bu da, karmaşık, yoğun sıvı-helyumlu aşırı-soğutma düzenekleri gerektirir. Japon mühendisler, aşırı-soğutma düzeneklerini küçültme yolunda ilerlemeler yapmışlardır; son olarak da, trenlere, mıknatısları-aşırı-soğutma kasetleri yerleştirmeyi deniyorlar.

Manevra yeteneği de, başka bir önemli sorundur. Japonlar, kendi trenlerini yalnızca düz bir yol üzerinde sınımışlardır; oysa Transrapid'in sınanma yolunda trenin kolayca kavrayabileceği kıvrımlar vardır.

(b) **Amerikan Maglev Tasarımı** : Amerikalılar, kendi maglev tasarımları olan Magneplane'in, Transrapid'e ve Japon maglevine göre, bazı kuramsal üstünlükleri bulunacağını ileri sürüyorlar: Öbür maglevlerin tekerleksiz trenler olmalarına karşılık, Magneplane'lerin kanatsız uçaklar olacaklarını savunuyorlar.

1974'te, Magneplane'in 1/25-ölçekli bir modeli

yapılmış ve yaklaşık 120 m'lik bir tren yolu üzerinde denenmişti. Ancak, 1975'te parasal destek kaldırılmıştır.

Magneplane, DC-9 uçağından örnek alınarak, yuvarlatılmış uzun bir burnu bulunacak ve silindirik kesitli olacak biçimde tasarlanmıştır. Trenin yan-daire biçimindeki karnasına bir dizi yassı süperiletken mıknatıslar yerleştirilmiştir; bunların görünümü, ters dönmüş bir semere benzer.

Magneplane, tren yolu kangalları yerine, oluk biçimli, alüminyum bir tabaka üzerinde yüzer. Trenin süperiletken mıknatısları, alüminyum tabaka için de **burgaç akımları (eddy currents)** oluşturur. Burgaç akımları da, sanki tren yolu kangalları varmış gibi davranarak, treni kaldıran bir itme kuvveti oluştururlar.

Tren yolunun ortasında, 3 fazlı bir makara bulunmaktadı. Makaradan geçen akım, Transrapid'de olduğu gibi, yan kaldırma mıknatıslarının eklenmesiyle eklenen bir manyetik dalga oluşturarak, trenin yukarıya itilmesini sağlar.

Ayrıca, yan-daire biçimli tren yolu, yolun dönemeçlerinde, Magneplane'in, bir uçak gibi yan yatmasını sağlayabilecektir. Ancak, yolcuların, yerçekimi kuvvetinin etkisi ile ezilmelerini önlemek için, trenin bu dönemeçleri önceden hesaplanarak bir hız ile geçmeleri gerekecektir.

Amerikan tasarımcılar, Magneplane'in bir demiryolu sisteminden çok, bir havayolu sistemi gibi çalışacağını düşünüyorlar. Bilgisayar denetimli itmeli askı sisteminde, aynı tren yolu üzerinden 30 saniye aralıklarla pek çok tren arka arkaya geçirilebilecektir.

Öte yandan, yolcu indirme-bindirme işlemi, yükseltilmiş peronlar yardımı ile tren yolu dışında yapılabilecektir. Böyle bir sistem ise, duraksız bir yol ağı üzerinde birer vagonluk Magneplane'lerden oluşan bir kervanın işlemlerini sağlayacaktır; bu da, birçok durakta duran bir tek treninkinden daha etkin bir ulaşım demektir.

**Poplar Mechanics'den çev.: Dr.Hanaslı GÜR**

**İnsanların basiretini kaybetmesi, gururlarının en tehlikeli neticesidir. Bu hal, gururu beslemeye, artırmaya yarar; dertlerimize deva olacak ve kusurlarımızı giderecek çareleri bulmamızı imkânsız kılar.**

**Kurnazlıkların en incesi, bize kurulmuş olun pusulara düşer gibi görünmeyi iyi bilmektir ve insanın en kolay aldatıldığı zaman, başkalarını aldatmaya çalıştığı sıralardır.**

LA ROCHEFOUCAULT