

# SÜREKLİ HAREKET MAKİNELERİ MÜMKÜN MÜ?

Doç.Dr. Zeki TEZ\*

Yoklukta bir şeyler elde etme kavramı, sürekli harekete ilişkin tüm kurgulamalarla (spekülasyon) birlikte ta Archimedes'e ya da daha eskilere dayanır. Ama klasik çağlarda, doğaüstü güç kaynaklarına dayalı bir eğilim de vardı. Ekonomik endişelerle özellikle su değirmenleri olmak üzere, işte tasarruf sağlayan makineler tüm Avrupa'ya yayılmıştı. Tahıl öğütmek için su değirmenleri, geç Roma çağında hızlıca gelişmiş, Akdeniz bölgesinde pek yaygınlaşmasa da, batı Avrupa'da iyice yayılmıştır. İ.S. 400'lerde Fransa'da suyla çalışan tahıl değirmenleri ve bıçkı makineleri oldukça yaygındı. Norman kuşatmasından 20 yıl kadar sonra, 3000 İngiliz köyünde çalışır durumda 5600 kadar su değirmeni vardı ve 14. yy. sonlarına doğru İngiltere'de su gücü yalnızca tahıl öğütmek ve odun biçmekle sınırlı kalmayıp, deri tabaklama, yün yıkama ve boya için pigmentlerin öğütülmesi işlerinde de kullanılıyordu.

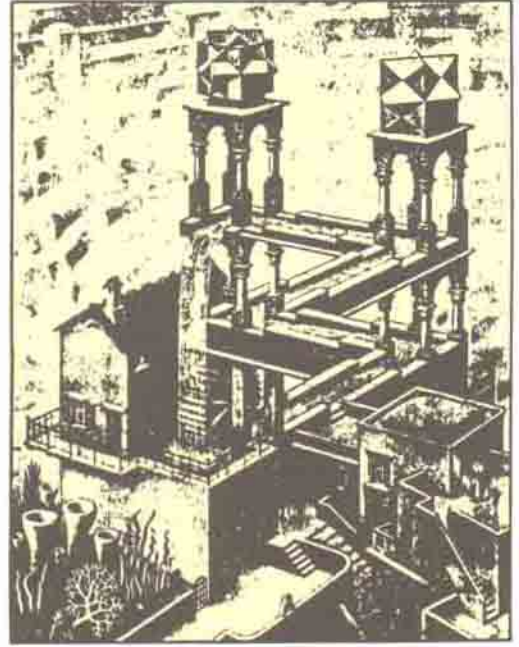
## İLK ARAYIŞLAR

Akarsuyu küt olan bölgelerde ise yel değirmeni ve kapalı çevrimli su değirmeni gibi başka sürekli güç kaynakları aranmıştır.

1618'de Fludd'un önerdiği kapalı çevrimli su değirmeni o zamanlar olumlu karşılanmıştı. Bir değirmen çarkını döndüren su, çarkın alt kısmından bir oyuk yardımıyla toplanır ve herhangi bir şekilde çarkın yukarı kısmındaki bir depoya yeniden getirilebilirse, bir akarsu kaynağı gerekisini olmadan çarkta sürekli hareket sağlanabilecekti.

Yılların deneyimi, değirmen çarklarının büyük değirmen taşlarını döndürebildiğini ya da ağır çekicileri kaldırdığını göstermişti. Çark niçin değirmene su sağlayacak bir pompayı çalıştırmasını? O çağlarda bu olanağı reddetmek için pek az neden vardı. Böyle bir düzeniğin termodinamiğin birinci yasası olarak bilinen "enerjinin korunumu yasasına" aykırı düştüğü ve çalışmasının olanaksızlığı ancak 200 yıl kadar sonra bilim çevrelerince anlaşılmıştır.

Aynı konuyu, bir yarım yüzyıl sonra Chester piskoposu ve Royal Society'nin ilk üyelerinden biri olan John Wilkins de ele almıştır. 1670'lerde Wilkins, sürekli hareket sağlamak üzere çalışabilecek üç doğal güç kaynağı olarak, "kimyasal ekstraksiyonlar", "manyetik çekim" ve "doğal yerçekimi" üzerinde durmaktaydı.



Çağdaş Alman grafikeri M.C. Escher'in, "olanaksız nesnelere" birini konu alan ve sürekli hareket eden su çarkını gösteren "Şelale" (Wasserfall) adlı ünlü grafiği.

Wilkins'in doğal yerçekimi etkilerine dayanan güç kaynağı, bir dizi eşitsiz-denkleşmeli çarkı kapsıyordu ve çarkların, sırayla bir yanı ömür yanından daha ağır basacağından sürekli olarak döneceği varsayıyordu. Örneğin, kovalarında ağırlık olarak demirden bir top taşıyan ve eklemlili kollardan oluşan bir düzende, bir kovadan boşalan ağırlık, bir oluk üzerinden yuvarlanarak başka bir kovaya aktarılmaktaydı ve böylece sistemin sürekli olarak dönme hareketi yapması amaçlanmaktaydı. (Bu tür düzenekler, sürekli hareket makineleri için en yaygın örnekleri oluştururlar.)

"Kimyasal ekstraksiyon"un altında yatan düşünce ise, "Brown hareketi" olarak bilinen, bir sıvıdaki görünür küçük taneceklerin durmak bilmeyen hareketinin yanlış bir yorumundan ortaya çıkmıştır. Wilkins, ayrıca manyetik çekimden yararlanacak bir makineyi de tasarlamışsa da, bunu gerçekleştirmeye girişmemiştir. Tüm bu çabalar sonuca ulaşmamıştı. Çünkü sürekli hareket makinelerinin çalışabilmesi için öncelikle, termodinamiğin birinci ya da ikinci yasasının geçersiz olduğunun kanıtlanması gerekiyordu. Önce bu yasanın nasıl ortaya çıktığına bir göz atalım.

## TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ YASASININ ÖYKÜSÜ

Termodinamiğin birinci yasasının formülendirilmesinde Alman fizikçi Mayer'in katkıları olmuştur. Bu yasa çeşitli biçimlerde anlatılabilmektedir. Bu anlatımlardan biri şöyledir: Sabit miktarda mekanik iş, her zaman, eşdeğer miktarda ısı üretir. Böylece enerji işten ısıya dönüştürülebilir, ama ne yenden yaratılabilir ne de yokedilebilir. Birinci yasa son çözümlemede şu yargıya varır: Evren'in toplam enerjisi sabittir. Ener-

\* Dicle Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü öğretim üyesi.

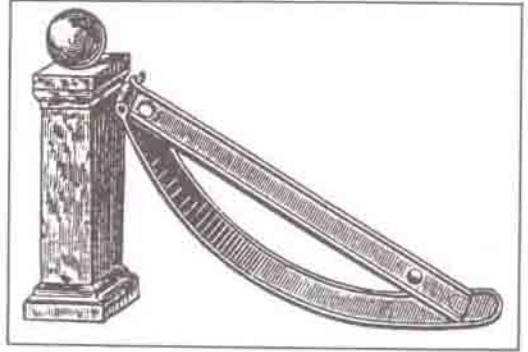
jinin korunumu yasası, sürekli hareket makinesinin olanaksızlığı yasası olarak da nitelenir. Bir sürekli hareket makinesi, kendi içinde ya da çevresinde başkaca sürekli herhangi bir durum değişikliği yaratmadan sürekli iş verebilecek bir makinedir.

Mayer'den önce, ısı görüngüleri üzerinde İskoçya'lı kimyacı Joseph Black (1728-1799) ve Amerika doğumlu Count Rumford (1753-1814) öncü çalışmalarda bulunmuşlardır. Black, (herhangi bir "şeyin" niceliği olarak) ISI ile (ısı yeginiğinin bir göstergesi olarak) SICAKLIK arasında kesin bir ayırım yapmıştır. Black'e göre, ısı, enerji ve sıcaklık arasında, andırımı (analoji) ile açıklanabilecek bir ara bağlantı vardı. Bir göle yağmur yağdıktan sonra, artık o bir yağmur değil, su idi. Benzer biçimde, bir cisme ısı aktarıldıktan sonra, artık o ısı değil, enerji idi. Gölün bir boşalma ağı yoksa yağmur su düzeyini yükseltir. Benzer biçimde, eğer cisim, enerjisini dışarı vermezse, ısı aktarımı onun toplam enerjisine eklenir ve böylece onun ısı göstergesi (yani sıcaklığı) yükselir.

Ateşe konan bir litre suyun oda sıcaklığından kaynama noktasına kadar ısınması belirli bir zaman alır. Sözelimi, on iki litre suyu aynı kapta ve aynı ateşte ısıtmak, daha da uzun bir zaman alır. Bu olguyu, ikinci halde daha çok ısı gerekiyor diye yorumlarız. Daha önemli bir kavram olan ISINMA ISISI ise şu deneyimle anlaşılabilir: Bir kapta bir kg su, başka bir kapta ise bir kg civa olsun ve iki kap da aynı şekilde ısıtılınsın. Civa sudan çok daha çabuk ısınır. Bundan, civanın sıcaklığını bir derece yükseltmek için daha az ısı gerektiği anlaşılır. Genellikle çeşitli maddelerin bir gramlarının sıcaklıklarını bir derece yükseltmek için gereken ısı miktarları farklıdır ve bunma ÖZGÜL ISI ya da ISINMA ISISI denir.

Black'ın çağında sıcaklık ve enerjideki dalgalanmalar "kalorik" diye adlandırılan sanal bir akışkanın varlığına ya da yokluğuna yorumlanıyordu. Rumford ise kalorik kavramına, Baviera'da top dökümhanesinde yaptığı deneyimleri sonunda öldürücü darbeyi indirdi. Bir top namfusunu matkapla delerken oluşan ısıyla suyu kaynatıldığında, ısının sürtünme ile oluştuğu yarışına vardı. Bu, ısı ile iş arasında, onları birbirine bağlayan ilk gösteri idi.

1840 yılında Julius Robert Mayer gemi fizikçisi olarak bir yelkenli gemi ile Rotterdam'dan Java adasına doğru yola çıktı. Black'ın ya da Rumford'un çalışmaları üzerine hiçbir şey bilmeseyse de, Lavoisier'in kimya alanındaki çalışmalarını izlemiş ve onun yiyeceklerin yavaş içsel yanmalarıyla hayvan-



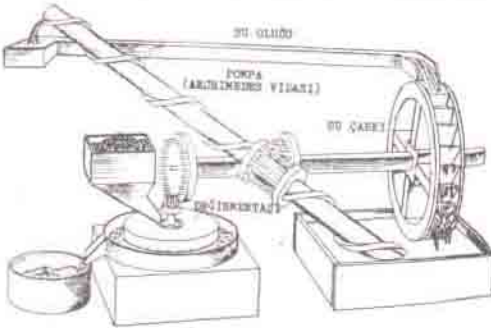
Wilkins'in miknats taşı ile çalışan makinesi.

sal ısı üretilebileceği görüşünü büyük bir ilgiyle karşılamıştı. Nicel fizyolojinin babası da sayılabilecek olan Lavoisier, hayranlık uyandıracak bir biçimde planladığı ve gerçekleştirdiği bir dizi deneyle, yiyeceklerdeki maddeleri yakarak elde edilen enerjinin ısı şeklinde açığa çıkaran canlı bir bedenle, ateş arasındaki davranış benzerliğine dikkatleri çekmişti. Mayer'in bindiği gemi Doğu Hindistan'da Jaya'ya ulaştığında, tayfalardan çoğu ateşli bir hastalığa yakalanmıştı. Onların ateşini düşürmeye çalışırken, kimi zaman onlardan kan da alıyordu. Bu sırada Mayer, tayfaların toplardamar kanının normal koyu kırmızından çok, hemen hemen atadamar kanının kırmızılığında parlak kırmızı renkte olduğunu gözledi. Lavoisier'in buna ilişkin önerisi şöyleydi: Beden sıcak bir ortamda bulunuyorsa, onu sıcak tutmak için, soğuk ortamda bulunmasına göre daha az bir içten yanma gereklidir. Bu görüşü desteklemek için de o ve ötekiler, toplardamar kanındaki renk değişimlerine dikkat çekiyorlardı. Mayer, tayfaların toplardamar kanının atardamar kanına benzediği, çünkü toplardamarlardaki kanın da yüksek bir oksijen içeriğine sahip olduğu sonucuna vardı. Buna göre, tropik Doğu Hindistan'da tayfaların bedeni, daha soğuk iklim bölgelerinde olduğu kadar fazla oksijen tüketimiyordu.

Mayer bu noktada Lavoisier'ye göre bir adım daha ileri attı ve besin metabolizması yoluyla bedenin açığa çıkardığı ısının, iki zıt etmenin birleşmesiyle tam olarak denkleşebildiğini ileri sürdü. Bunlardan birincisi, bedenin çevreye doğru olan ısı yitimi, ikincisi ise bedeni çalıştıran iş idi. Mayer'in deyişle ısı ve iş, kuvvet'in (Mayer enerji yerine "kuvvet" sözcüğünü kullanıyordu) farklı görünümleydi ve bu iki görünüm, birbirine eşdeğerdirdi.

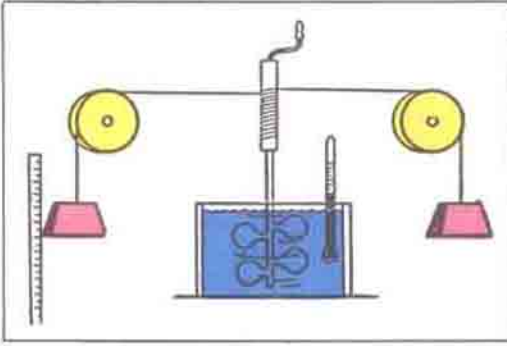
Genç fizikçi Mayer, bu bağlantıyı deneysel olarak kanıtlayacak durumda değildi. Parası ve laboratuvar olanakları yoktu. Ancak o, öteki araştırmacıların, havanın özgül ısısı üzerine topladığı verileri değerlendirdi ve ısı ile birim mekanik iş arasındaki sayısal bağlantıyı hesaplamaya koyuldu. Buradan ısının mekanik eşdeğerini hesapladı. Bu çalışmasını o günlerin en önde gelen bilimsel dergisi "Annalen der Physik und Chemie"ye gönderdi, ama reddedildi. 1842'de, gözden geçirilmiş bir açıklama başka bir dergide yayınlandı ve Mayer'in termodinamiğin birinci yasasının uyarılması, biçimsel olarak ortaya atılmış oldu. Onun deyişle, var olan bir kuvvet yokedilemez, yalnızca biçim değiştirilebilir.

İngiliz James Prescott Joule (1818-1889) Manchester'



Fludd'un kapalı çevrimli su değirmeni.





*Joule'un aygıtında karşılıklı iki ağırlık sudaki çarkı döndürüyor.*

de John Dalton'la birlikte kimya öğrenimi görmüş, sonra da elektrik ve elektromanyetizma üzerinde deneyler yapmıştır. 1840'larda 1 pound (0,453 kg) suyun sıcaklığını 60°F'dan 61°F'a (0,56 derece C kadar) yükseltmek için gerekli işin miktarını dikkatle ölçmüştü. Joule'ün çalıştığı aygıtta, karşılıklı iki ağırlık, suya daldırılmış kanatlı bir çarkı döndürmekteydi.

Bu ağırlıkların potansiyel enerjisi, hareketli parçaların kinetik enerjisine ve sonra da suyun sıcaklığını yükselten ısıya dönüşmektedir. Joule, sıcaklıktaki bu değişmeyi ölçmüş ve suyun bilinen ısınma ısısından yararlanarak soğurulan ısı miktarını hesaplamıştır. Bu çalışmasını 1843'de duyurmuştur. Bunun için gerekli olan mekanik enerji (o, "kuvvet" diyordu) miktarı 838 foot-pounds idi. Daha sonraki yıllarda bu sayıyı 772 foot-pounds olarak düzeltti. Bugünkü doğru değer ise 778,16 foot-pounds'tur [1 foot (ayak) = 30,48 cm yüksekten düşen 778,16 pounds = 352,5 kg'ın sağladığı mekanik enerji harcaması].

Joule böylece Mayer'in öne sürdüğü iş ve ısı arasındaki bağlantıyı nicelleştirmişti. Dört yıl sonra Hermann von Helmholtz (1821-1894) birinci yasanın geçerli bir genelleştirme olduğunu uluslararası bilim dünyasına sundu. 1847'de birinci yasanın formülendirilmiş şeklini Berlin Fizik Derneği'ne "Kuvvetin Korunumu Üzerine" başlığı altında gönderdi. Buna göre, sürekli hareket makinesinin yapımı aksiyomatik açıdan olanaklı değildir. Helmholtz, sürekli hareket makinelerinin başarısızlığının, mantıksal olarak enerjinin sürekli olarak korunduğu varsısına götürdüğünü göstermiştir. Isının (küçük ölçekte hareket olarak görüyordu) ve işin (büyük ölçekte hareket), enerjinin biçimleri olduğunu ve iş ile ısının ayrı ayrı de-

ğil de toplamalarının korunduğunu kanıtlamaya çalışmıştır. Helmholtz, Joule'ün deneysel bulgularının genelde Mayer tarafından yapılan hesaplamalarla uyumlu olduğunu göstermiştir. Tıpkı Mayer gibi, Helmholtz da bu konuya ilişkin makalesini "Annalen der Physik und Chemie"ye göndermişse de makale reddedilmiştir.

## İLGİNÇ ARAYIŞLAR

Kimi araştırmacılar ise eşitsiz-denleşmeli çarklardan başka güç kaynakları arayışına girmişler. Manyetik kuvvetlere dayalı olarak, ilkin doğal mıknatıslarla, sonraları ise elektromıknatıslarla çalışan makineler öngörmüşlerdir. 1670'lerde Chester Piskoposu Wilkins tarafından önerilen bir tasarıma göre, demir bir top, bir çift rampa üzerinde aşağı ve yukarı doğru yuvarlanmaktadır. Sütunun tepesine konmuş olan bir demir topu çekek kadar güçlü bir mıknatıs taşı, düz rampa üzerinden topu yukarı doğru çekmektedir. Top mıknatıs taşına doğru tırmanmadan önce bir delikten düşerek ikinci eğri rampa üzerinden aşağıya doğru yuvarlanarak yeniden başlangıç konumuna gelmekte ve hareket durmaksızın yinelenmektedir.

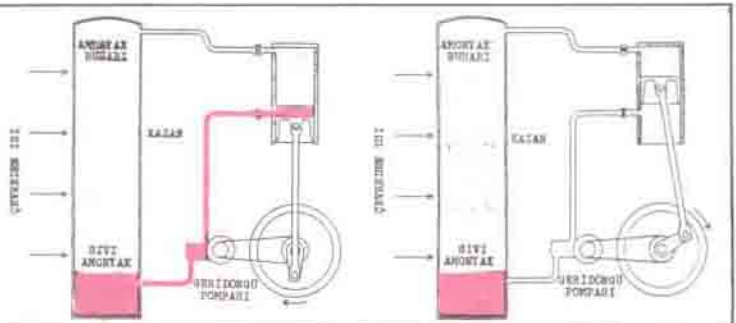
Bir elektromıknatısla birleştirilmiş olan 19. yy.dan bir düzenezek, sıra ile açılıp kapanan bir düzende çalışmaktadır.

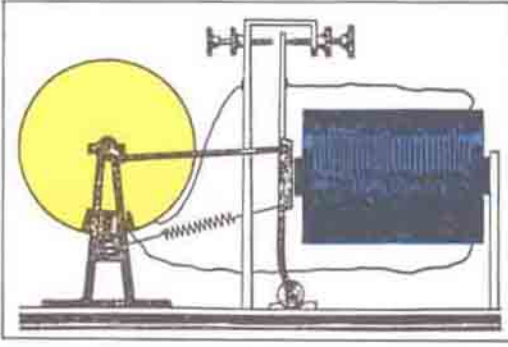
19. yüzyıla ait, elektromıknatısla birleştirilmiş bir başka tasarımda, elektromıknatısın çekimi, bir mil üzerinde bir disk döndürecek şekilde iş görmektedir. Diskin dönmesiyle mıknatıs çalıştırmak için yeterli elektriğin üretileceği öngörülmektedir. Mıknatısa giden devre kapandığında mıknatısın, diske dönme hareketi iletecek bir kol üzerinden çalışan bir bağlantı çubuğunu çekmesi öngörülmüştür. İki fırça arasında diskin burulmasının, mıknatıs çalıştırmaya yetecek enerjiyi üreteceği umuluyordu. Yapımcı, makine elle çalışmaya başlatıldığında onun durmaksızın çalışacağını, ya da hiç olmazsa şalterler üzerindeki değme noktaları aşınana dek çalışacağını umuyordu. Sürekli hareket makinelerinin çoğunda olduğu gibi burada da yapımcı, sürtünme sonucu (burada elektrik direnci ile) enerji yitimini gözönüne almıyordu.

## TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI

Yukarıda sözü edilen düzenezekler termodinamiğin birinci yasasına ters düşüyordu. Önerilen kimi sürekli hareket makineleri ise birinci yasaya aykırı düşmüyordu. Onların tasarımında ne sürtünme, ne de elektrik direnci, önemli bir sorun oluşturmuyordu. Bu durumlarda ise ikinci yasa bir engel olarak karşımıza çıkmaktadır.

*John Gamgee'nin buluşu olan Zeromotor normal bir buhar makinesinden farklı değildir. Yalnızca akışkan olarak su yerine amonyak kullanılmaktadır.*





Bir elektromagnetsizleştirilmiş olan 19. yüzyıla ait bu düzenek, sıra ile açılıp kapanan bir düzende çalışmaktadır.

Buhar makinasının kuramsal temelleri üzerinde ilk çalışarlardan biri olan Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832), ısının dinamiğini kapsayan bir dizi incelemeden sonra 1824'de "Isının Hareket Ettirici Gücü Üzerine Düşünceler" adlı çalışmasıyla termodinamiğin ikinci yasasını ortaya koymuştur. İkinci yasa daha sonra Alman fizikçisi Rudolf Clausius (1822-1888) tarafından son biçimiyle formüllendirilmiştir. Birinci yasaya göre belirli miktardaki mekanik iş, her zaman eşdeğer miktarda ısıya dönüştürülüyordu ama belirli bir miktardaki ısı, aynı miktarda işe tümüyle dönüştürülemedi. Isı işe dönüştürüldüğünde, başlangıçtaki enerjinin bir kısmı, kullanılmayan atık ısı olarak dışarı veriliyordu. Gerçek bir buhar makinesinde ise atık enerjinin bir kısmı sürtünme yitimleri olarak, bir kısmı makineyi ve çevredeki atmosferi ısıtmada, bir kısmı ısı kaçağı olarak, bir kısmı da başka biçimlerde yitirilirdi. Carnot'un kurguları üzerine Clausius, yararlanılmayan yitici ısı miktarının ölçüsünü göstergelemek için ENTROPI kavramını kullanmıştır. İkinci yasanın modern anlamı evrenin entropisinin sürekli olarak arttığı biçimindedir. İkinci yasaya aykırı olarak çalışacak sürekli hareket makinelerinin, entropinin sürekli olarak azalması yönünde çalışmaları gerekecektir. Böyle çalışacağı umulan makinelere "ikinci tür sürekli hareket makineleri" de denir.

### İKİNCİ YASAYI ZORLAMA ÇABALARI

Sürekli hareket makinası yapımcılarından biri olan John Gamgee, 1880'lerde "zeromotor" diye adlandırdığı bir ısı makinası geliştirmiştir. Makinanın normal çalışma sıcaklığı 0°C olduğundan bu adı almıştır. Zeromotor normal bir buhar makinasından farklı değildir. Yalnızca, su yerine çalışma akışkanı olarak amonyak kullanılmaktadır.

Bu amonyak makinesinin çevreden bir yakıtın yakılması ile sağlanacak enerjiden daha fazla miktarda ısı olarak amonyak sıvı halden gaz haline dönüştüreceği varsayılmış ve sistem, bundan serbest bir gücün üretilebileceği beklentisine dayandırılmıştı. Sıvı amonyak düşük sıcaklıkta gaz haline buharlaşacak ve 0°C'da 4 atm basınçta bir gaz oluşturacaktı. Gaz basıncı bir pistonu hareket ettirecek (yukarıda), gaz daha sonra silindir içinde genişlediğinde (aşağıda) kendiliğinden soğuyarak yoğunlaşacak ve çevrimi yinelenmek üzere sıvı halde yeniden kazana geri dönecekti. Ama yapımcı, amonyak ga-

zını sıvı hale dönüştürmek için makinesinin geri dönüş yanını soğutmak gerektiğini kestiremiyordu. Kuşkusuz, bunu yapmak için makinenin ürettiğinden daha fazla enerji gerekiyor.

Carnot çevriminden biraz anlayan herhangi bir kimse, termodinamiğin ikinci yasasını bir yana bırakalım, böyle bir düşüncüyü güçlükle ciddiye alır. Oysa Gamgee ve destekçileri bu düşüncelerinde ısrarlıydılar. Çevreden olan ısı aktarımı gerçekte amonyak sıvı halden gaz haline dönüştürmeye yeterli olabilir ama, bu sistem içindeki genişlemede gazın soğumasıyla hemen hemen tümüyle sıfırlanmaktadır. Amonyakın sıvılaştırma sıcaklığı -33°C'dir. Bu nedenle hem yoğunlaştırıcı hem de depo -33°C'den daha düşük bir sıcaklıkta olmalıdır. Gamgee bu soğutmayı sağlamamıştır. Eğer sağlamışsa, kuşkusuz, soğutma süreci zeromotorun üretilebileceğinden daha fazla enerjili gereksinimlere olacaktır.

İlke Gamgee'yi destekleyenlerden biri de Amerikan Deniz Kuvvetleri'nden başmühendis B.F. Isherwood idi. 1881'de Isherwood, Deniz Kuvvetleri Sekreterliği'ne zeromotor konusunda lehte bir rapor vermişti. Yalnızca Deniz Kuvvetleri Sekreterliği'nden yüksek rütbeli subaylar zeromotorun bir model gözden geçirmekle kalmamış, kimi hükümet üyeleri ve bizzat Başkan Garfield'de ilgi göstermişlerdir. Isherwood'un yanılışı kolayca anlaşılabilir, ama bu konu ötekilerin ilgi alanında değildi. Bu sıralarda Amerikan donanmasının açık denizdeki enerji gereksinimini karşılamak için, karmaşık ve pahalı bir biçimde, çok uzaklardaki istasyonlardan kömür sağlamak gerekiyordu. Gamgee'nin makinası çalışsaydı, kömür yüklemeye istasyonlarına gerek kalmayacak ve donanmanın gereksinimi olan tüm enerji, içinde gemilerin yüzdüğü deniz suyuunda bulunan ısı enerjiden sağlanabilecekti.

Sürekli hareket makinesi için belki de en akıllıca, en uzun süre yaşayan ve dolandırıcılığa da konu olan öneri, yapımına 1875'de başlanmış olan Philadelphia'da John E.W. Keely tarafından sunulan bir makinedir. Keely'nin makinesinin alışılmamış herhangi bir özelliği yoktur ve yaygın buhar makinesinin bir çeşitlemesidir. "Jeneratör" adı verilen bu makinenin karmaşık bir yapısı vardır. Bu aygıt, musluk suyundan yaklaşık 600 atm basınçlı, bir buhar (etheric vapor) üretmektedir. Keely'ye göre "vatandaşın suyun gücü konusunda herhangi bir bilgisi yoktur." "Dünyayı yörüngesinden oynatmaya yetecek güçte buhar üretmek için bir kova su yeterlidir". Keely ve arkadaşları "Keely Motor Company"yi oluşturmuşlar ve saf New Yorklu iş adamlarından bolca para toplamışlardır.

Fransız Bilimler Akademisi 1775'de sürekli hareket eldesinden sözeden herhangi bir bildirisinin kabul edilmeyeceğine ilişkin bir karar almıştı. Amerikan Patent Dairesi ise, sürekli hareket makinelerine ilişkin patent başvurularını incelemede uzun süre isteksiz kalmış, ancak başvuran çalışan bir model sunmadıkça ya da buluşun işlerliğinin başka bir göstergesi olmadan bu işe yanaşmamıştı. Bu yöndeki uğraşlar resmi kurumların olumsuz tepkilerine rağmen bugün de sürmektedir. □

Bu yazımızın, sürekli hareket makinelerine ilgi duyan ve yeni buluşlar üzerinde çalışan okuyucularımıza esin kaynağı olacağını umuyoruz.