

# Maxwell Sentezinin Felsefi Sonuçları

*Maxwell sentezinin elektrik, magnetizma ve optiği dört yasadan oluşan tek bir kuramda birleştirmesi fiziğin kaydettiği önemli bir adımdı. Newton'un üç hareket yasası ve kütle çekim yasasıyla Maxwell'in bu dört yasası, toplam sekiz yasa, klasik fiziğin temel yasalarını oluştururlar.*

**Burhan Cahit ÜNAL**

*Prof. Dr., Emekli Öğretim Üyesi*

Newton mekaniği ile hareketin anlaşılması, fiziğin gelişiminde yeni ufuklar açmıştı. Çünkü, insanın elektrik ve magnetizma olayları konusundaki ilk bilgilerinin derinleşebilmesi, her şeyden önce, bir cismin herhangi bir kuvvetin etkisi altında yapacağı hareketin anlaşılmasını gerektiriyordu. Newton mekaniği işte bunu sağladı ve 19. yüzyılın ilk yarısında elektrik, magnetizma ve optik birbirinden bağımsız ayrı bilimler olarak felsefeden ayrıldılar.

Mekanik'ten sonra felsefeden ilk ayrılan optik oldu. Çünkü yıldızlara inanan Babilon'lulardan beri insan yıldızların hareketini, onların yolladığı ışık yardımıyla izlemişti. Teleskopun kullanımı optik olaylarının anlaşılmasını kolaylaştırdı (İlk teleskopu Galilé, ikincisini Newton yaptı).

Işığın kırılma yasasını 1621'de Hollandalı Snell (1591 - 1626) denel yöntemle buldu. René Descartes bu yasayı 1637'de ışığın tanecik kuramından çıkardı. Bu yanlış kuram, ışığın daha yoğun ortamda, daha yüksek bir hızla yayılmasını gerektiriyordu. Doğru kuramı 1678'de, Christian Huygens (1629 - 1695) ışığın dalga özelliğine dayanarak verdi. Ama bu kuram yaklaşık bir yüzyıl Newton'un yanlış tanecik kuramının gölgesinde kaldı. Fizikçiler Newton'un otoritesine güveniyorlardı. Fransız Augustin Fresnel (1788 - 1827), Huygens'in kuramını ele aldı ve matematik anlatımına kavuşturdu. Nihayet 1801'de İngiliz Thomas Young (1773 - 1829) ışığın dalga kuramını denel bir temele yerleştirdi.

Elektrik ve magnetizmanın da bağımsız bilimler olarak oluşmasına Fransız fizikçiler önemli katkılar sağladılar ve 1820 - 1825 yıllarında elektrostatik ve magnetostatik'in denel yasaları tamamlandı.

Charles A. Coulomb (1736 - 1806) durgun elektrik yüklerin meydana getirdiği elektrik kuv-

vetinin ifadesini buldu. Pierre S. Laplace (1749 - 1827), Carl F. Gauss (1777 - 1855) ve Simeon D. Poisson (1781 - 1840) durgun elektrik yüklerle, bunların oluşturdukları elektrik alan arasındaki bağıntıları yazarak elektrostatik'in yasalarını tamamladılar.

Elektrik akımının magnetik etkisini ilk kez Danimarkalı fizikçi Hans Christian Örsted (1774 - 1862) 1820'de gözledi. Fransız fizikçileri Jean Baptiste Biot (1774 - 1862), Felix Savart (1791 - 1841) ve Andre - Marie Amperé (1775 - 1836) magnetostatik'in yasalarını 1820 -1825 yıllarında tamamladılar.

Fransız Devrimi'nin Locke ve Newton'un felsefesi ve çağının bilimini kapsayan ansiklopedicilerle ilgisini gördük. Bu ilişki Devrim boyunca sürer. Napolyon Mısır seferine çıkarken, yüzün üstünde bilim adamını beraberinde götürür. Bilimsel araştırmayı teşvik için Polytechnique Okulunu açar ve en değerli bilim adamlarını bu okula tayin eder. 19. yüzyılın ilk çeyreğinde, Fransız fizikçilerinin optik, elektrik ve magnetizmaya katkıları Fransız Devrimi'nin bilime verdiği önemin doğal sonucudur. Fakat bu süreç Restoration'la son bulacaktır. Sadi Nicolas Carnot (1796-1832) termodinamiğin yasalarını 1836'da tamamlayacak, fakat işçi hareketlerine karıştığı için hapse atılacaktır. Eserini Alman Clausius ve İngiliz Lord Kelvin tamamlayıp 1850'de yayınlacaklardır.

Elektrik ve magnetizmaya dönelim.

Fransızların yasalarını tamamladıkları elektrik ve magnetizma, durgun elektrik yüklerini ve sabit akımlı durgun elektrik devrelerini kapsıyordu. Bu nedenle, bu iki dala elektrostatik ve magnetostatik adı verilir. Statik, durgun veya hareketsiz demektir.

19. yüzyılın en önemli fizik buluşunu Michael Faraday (1791- 1867) indüklenme yasasını 1831'de bularak gerçekleştirdi:

"Değişken bir magnetik alan, değişken bir elektrik alan meydana getirir."

Bu yasanın önemi, o güne dek ayrı sanılan elektrik ile magnetizma arasında bir bağlantı kurmasıydı. Bunun için durgun rejimden, değişken rejime geçmek yetiyordu. Çünkü, durgun elektrik yükleri yalnız durgun bir elektrik alan oluşturuyorlardı; durgun sabit akım devreleri de yalnız durgun bir magnetik alan oluşturuyorlardı. Durgun elektrik yükleri yakınında magnetik alan yoktu ve durgun sabit akım devreleri yakınında, devreler iletkenlerden oluştuğunda, elektrik alan yoktu. Ancak, hareketli yükler ve değişken akımlar değişken magnetik alan oluşturuyordu; bu sonuncu alan da, Faraday yasasına göre, değişken bir elektrik alan oluşturuyordu.

Faraday okumamıştı, bir cilt evinde işçi olarak çalışıyordu. Ciltlediği kitaplar arasında ilgisini çekenleri okuyarak kendini yetiştiriyordu. Kaldığı tavan arasında kurduğu mütevazı bir laboratuvar da, okuduğu kimya ve fizik deneylerini yineliyordu. İndüklenme yasasını bulduğunda, bu yasayı nicel olarak ifade edecek kadar matematik bilgisi yoktu. Bu nedenle, deney sonuçlarını matematik dili yerine İngilizce olarak ifade etti; matematik bilen fizikçiler, yasayı matematik dilindeki formüllerle yazdılar. Daha sonra Maxwell (1864) ve Einstein (1905) sentezlerinin dayanacağı bu önemli yasanın, matematiğin yardımı olmadan bulunmuş olmasını, ilerde bu konuya geri dönmek üzere, burada vurgulamakla yetinelim.

James Clerk Maxwell (1831 - 1879) elektrik, magnetizma ve indüklenme yasaları arasındaki tutarsızlığı ve eksikliği farketti. Elektrik ve magnetizma yasaları durgun rejimi kapsıyordu, oysa indüklenme yasası değişken rejimi getiriyordu. Bu durumda eksik olan yasa, indüklenme yasasının tersi idi:

"Değişken bir elektrik alan, değişken bir magnetik alan meydana getirmelidir."

Oysa, Amperé yasasına göre, magnetik alanın kaynağı sabit elektrik akımıydı. Maxwell, elektrik akımına değişken elektrik alanıyla orantılı bir terim ekleyerek bu eksikliği giderdi. Ayrıca, elektrikte, elektrik alanla elektrik yük arasındaki bağıntıyı veren Gauss yasasını değişken rejimi kapsayacak biçimde değiştirdi.

Böylece, elektrik ve magnetizma yasaları, indüklenme yasasıyla aynı değişken rejime uydurulmuş oluyorlardı. Bu üç yasaya, magnetik yükün yokluğu yasası eklenince Maxwell'in elektromag-

netizma kuramının dört yasası tamamlanmış oluyordu.

Amperé, Maxwell ve Faraday yasaları elektrik ve magnetik alanları birbirine bağlayarak, elektrikle magnetizmanın birleştirilmesini gerçekleştirmiş oluyorlardı. Bu birleştirmeden, ışık hızıyla yayılan bir elektromagnetik alanın varlığını öngörmek mümkün oluyordu. Heinrich Rudolf Hertz (1857 - 1894), 1875'te bu alanı laboratuvar da elde ederek hem Maxwell'in kuramını doğrulamış, hem de optiğin elektromagnetizmayı birleştirdiğini göstermiş oluyordu.

Maxwell sentezinin elektrik, magnetizma ve optiği dört yasadan oluşan tek bir kuramda birleştirmesi fiziğin kaydettiği önemli bir adımdı. Newton'un üç hareket yasası ve kütle çekim yasasıyla Maxwell'in bu dört yasası, toplam sekiz yasa, klasik fiziğin temel yasalarını oluştururlar.

19. yüzyılın son çeyreği, bir yandan klasik fiziğin fiziksel olayları başarılı bir biçimde açıklamalarına tanık olurken, öte yandan da bu kuramın açıklayamadığı bazı olaylar ortaya çıkmaya başlıyordu. Bu olaylar iki türdendi:

- bir kısmı, klasik fiziğin iç çelişkilerinden kaynaklanırken,

- bir kısmı da, klasik fiziğin atomlara uygulanmasından kaynaklanıyordu.

Klasik fiziğin iç çelişkisini, Newton'un hareket yasalarının uydukları Newton göreliliğine, Maxwell yasalarının uymaması oluşturuyordu. Bu çelişkinin çözümü Newton mekaniğinin ve göreliliğinin, Einstein mekaniği ve göreliliğiyle düzeltilmesi sonucu 1905'te gerçekleşecekti. Böylece, klasik fizik Newton artı Maxwell yasaları yerine Einstein artı Maxwell yasalarından oluşacaktı.

Bu düzeltme ikinci tür güçlülere, klasik fiziğin atomlara uygulanmasından kaynaklanan güçlülere bir çözüm getiremiyordu. Bu tür güçlülüklerin çözümü de, Newton mekaniğinin Heisenberg ile Schrödinger'in kuantum mekaniğiyle düzeltilmesiyle 1925 - 1926'da gerçekleşti. Bu yeni fiziğe kuantum fiziği adı verilir.

Şimdi, atomlarla ilgili güçlülere dönelim.

17. yüzyılda, Galileo Galilei (1564 - 1642), Pierre Gassendi (1592 - 1655) ve Robert Boyle (1627 - 1691) maddenin özelliklerini, onu oluşturan atomların hareketleriyle açıklamak için Demokrit'in atomcu görüşünü yeniden ele alırlar. Daha önce de görüldüğü gibi, Newton da bu görüşe katılıyordu.

Atomcu görüşe kimyacılar önemli katkılarda bulunurlar: John Dalton (1766 - 1844), Mikhail Vassilievitch Lomonossov (1711 - 1765) ve diğeri. Buna karşılık, 19. yüzyılda, fizikçiler arasında atomcu görüş daha az kabul görüyordu. Clausius, Maxwell ve Boltzmann bu görüşü benimseyen nadir fizikçilerdi. Ludwig Boltzmann, Newton mekaniğinin gazlara uygulanması ile elde edilen gazların kinetik kuramından hareket ederek istatistik mekaniği kurdu. Denel yasaları 1850'de tamamlanan termodinamiğin yasa ve kavramlarını atom hipotezine dayanan istatistik mekanikle anlamak mümkün oluyordu (1872 - 1873). Fakat, Newton mekaniğinin atomlara uygulanması, nedeni sonradan anlaşılacak olan bir çelişki içeriyordu ve bunun sonucu olarak siyah cismin ışıması gibi bazı olayları açıklayamıyordu.

İşte, klasik fiziğin ister iç çelişkilerinden ister atomlara uygulanmasından kaynaklanan bu güçlüklerle fiziğin bunalımı adı verildi. Bu bunalım karşısında fizikçiler iki kampa ayrıldılar: fiziksel gerçekçiler ve fiziksel simgeciler. Her iki kampın lideri, Avusturyalı iki fizikçi idi: Ludwig Boltzmann (1844 - 1906) ve Ernest Mach (1838 - 1916).

Fiziksel gerçekçilik okulunda, Boltzmann'ın arkasında 19. yüzyıl fiziğine önemli katkılar yapmış olan Kirchhoff, Maxwell, Hertz, Helmholtz ve Lord Kelvin gibi fizikçilerin büyük çoğunluğu yer alıyordu.

Fiziksel simgecilik okulunda ise Mach'ın arkasında Poynting, Pearson, Duhem ve Poincaré gibi sayılı birkaç fizikçi yer alıyordu.

Atomcu görüşün varisi olan gerçekçi okul, görünen olayı (fenomen) maddenin iç nedenlerine bağlıyordu. Bilgi sürecinin gelişimini Boltzmann şöyle anlatır:

"Yalnız çevresiyle en uygun biçimde düşünen sonsuz yaşam savaşında yaşamını sürdürebilir. Doğaya hükmeden insanın düşüncesi değildir. Hayır, düşüncemi oluşturan, beni sürekli olarak çevreleyen şeylerdir. Başım, uzun ve yanlış atımlardan sonra, bende beni çevreleyen gerçeğin zihinsel portresini oluşturmayı öğreninceye kadar bana karşı çıkıyor. Düşünce var olalı, bu zihinsel uyma süreci de vardır ve düşünce var oldukça, o da var olacaktır. Bu zihinsel uyumun sonuçları kuşaktan kuşağa geçti; ve onlar bu yolda ısrar ettikçe, zorunlu bir iktidar elde ediyorlar. Bu yolla, kanılar gelişiyor ve sonunda aksiyon oluyorlar."

Boltzmann, bilimin uygulamasında doğrulanması gereken modeller yardımıyla fiziksel gerçe-

ğin doğru ve uygun imgesini arıyordu. Modellerinde, doğrulamayacağı modellere geçmemekte tedbirli idi. Atomların iç yapısı konusunda hiçbir öneri yapmadı. İmgeler konusunda ise şunları yazıyordu:

"Karanlıkta arayarak dünyanın doğru imgesini bulmanın çok güç olduğunu deney kadar, basit bir gözlem de gösterir. İmgeler, el yordamıyla, mutlu kişisel düşünceleri ağır ağır oluştururlar. Gerçekten, epistemoloji, atomistiğin dogmacı ve metafizik uzantılarına olduğu kadar, tüm doğayı az bir gayretle açıklayan bir hipotez bulmayı unan sayısız hipotez üreticilerine de karşı çıkıyor."

Simgeci Okul olay (fenomen) ve gözlemlerin sonuçlarıyla yetiniyordu. Bu okul, Auguste Comte'un, Emmanuel Kant'ın ve Berkeley'in varisi idi. Ernest Mach'a göre:

"Bilim adamları, aralarında bağlantılı denel olgularla kendi kendilerini sınırlamalıdır. Ancak, ölçülebilen büyüklüklere doğrudan bağlı kavramları kullanmalıdırlar."

Mach'a göre,

"Bilimin amacı:

- 1) Temsiller arasındaki ilişkilerin yasalarını aramak (fiziyojoloji),
- 2) Duyumlar arasındaki ilişkilerin yasalarını bulmak (fizik),
- 3) Temsillerle duyumlar arasındaki ilişkilerin yasalarını açıklamak (psikofizik)."

"Duyumlar" şeylerin simgeleri değildir. "Şey" aksine, bağıl bir karanlıkta karmaşık bir duyumun zihindeki simgesidir. Dünyanın asıl öğeleri, şeyler (cisimler) değildir; yani fakat renkler, sesler, basınçlar, uzaylar, yani süreler duyum dediğimiz şeylerdir."

Mach bilimin görevini yalnız gözlem sonuçlarının düzenli ilişkisinde gördü ve insanın duyumlarının kaynağı olabilecek bağımsız, yansız bir dış dünya kavramını yadsıdı.

Simgeci Okulun Fransız müridi Henri Poincaré uzay ve zamanı şöyle anlıyordu:

"Uzay ve zaman kavramları bağıldırlar ve bunun sonucu olarak, bunları bize kabul ettiren doğa değildir; bunları doğaya kabul ettiren biziz, çünkü bu kavramlar kolaylık sağlıyor."

Poincaré için, doğa yasaları, insanın kolaylığı için yarattığı simgeler ve kabullerdir.



Görüşlerini özetlemeye çalıştığımız bu iki okuldan, fiziksel gerçekçilik okulunun mensupları, bilmeden, materyalist felsefeyi savunuyorlardı. Fiziksel simgecilik okulunun mensupları ise, bilerek, Comte ve benzerlerinin pozitivizmini savunuyorlardı.

Mach tıpkı Comte gibi, "süreklilik ve benzerlik ilişkilerinin ötesine" ve "olayların esas meydana geliş biçimine" ilişkin her türlü araştırmanın karşısında idi. Mach'ın felsefede vargüçle matematiğe tutunması ve pozitivizmi hep bir cepheden ele almış bulunması dolayısıyla yeni - pozitivist (Wiener Kreis) filozofları üzerinde büyük etkisi oldu. Pierre Duhem de bilimde, bir takım kuramlarla görüntüleri ortadan kaldırıp gerçeğe göz göze gelmenin fiziğin görevi olmadığını ileri sürüyordu.

Mach ve yandaşları, pozitivizme uygun biçimde, maddenin atom modeline karşı çıktılar. Mach önce Boltzmann'ın ve sonra Planck'ın kuramlarını eleştirerek, bilimin temel kurallarına uygun olmadığını şiddetli bir dille söylemiştir. Fizik eğitimindeki etkileri nedeniyle bu çalışmayı incelemekte yarar var.

Fizik tarihi insanın fiziksel gerçek üzerindeki bilgisinin zamanla dış görünüşsel (phénoménologique) düzeyden daha derin ve daha temel bir düzeye doğru derinleştiğini gösteriyor. Fiziksel gerçek, her an iki yanıla görünür; olay (phenomene) ve öz (essence). Bilgilenme süreci iki düzeyde gelişir: Denel (duyumsal) düzey ve kuramsal (ussal) düzey. Eski Yunan atomcularının olayı atomlarla açıklama çabası, bu iki görünümü içeren bir kurgu idi. Boltzmann'ın termodinamiğin denel yasalarını, maddenin varsaydığı atomsal yapısına dayanarak istatistik yöntemle açıklaması, bilginin bu iki düzeyli gelişmesine güzel ve ilk örneği oluşturuyordu. İlk kez fiziğin temel bir yasasını atomsal düzeyden hareket ederek anlamak mümkün oluyordu. Bu buluş 19. yüzyılın son çeyreğinin pek çok fizikçisini şaşırttı, çünkü atomlar henüz gözlenmemişti ve kimyacıların aksine, fizikçilerin çoğu maddenin atom modeline inanmıyorlardı. İşte böyle bir ortamda, Boltzmann simgecilerin saldırıları karşısında yapının boşa çıkacağı korkusuna kapılarak 1906'da atomların gözlemlenmesinden iki yıl önce intihar etti.

Maddeyi zihinsel bir simgeye indirgeyen, fiziğin kavramlarını insanın doğaya zorla kabul ettirdiğini varsayan bu görüş fizikte nereye kadar gidebilirdi? Yanıt: Fiziğin matematikselleşmesi oldu.

Fizik nicel bir bilim olduğu için, olayları karakterize eden büyüklükler matematiksel simgelerle gösterilir. İşte bu simgeleri, olayı özünden yalıtılmış biçimde anlatan "duyumlar" ya da "temsiller" le aynı sayarsak fiziği tarihsel yolundan saptırmış oluruz. İşte, Fransa'da Restauration'u izleyen iktidarlar Ernest Mach'ın müridleri olan Henri Poincaré ve Pierre Durhem'in bu tür görüşlerini resmi devlet görüşü haline getirerek fizik eğitimini etkilediler. Başlangıçta, fizikçilerin büyük çoğunluğunun fiziksel gerçekçilik okulunun görüşlerini paylaşmasına karşın, fiziğin gelişmesinde fiziksel simgeci okulun büyük etkisi oldu.

Yukarıda belirttiğimiz gibi, fiziksel gerçeğin iki yanı vardır: Olay ve öz. Simgeci okul, özünden soyutlayarak yalnız olayla yetinir. Bir örnek verirse, bir fizik deneyinde yapılan ölçümle yetinmek, bu sonucu veren iç mekanizmaları unutmak ya da düşünmemek. Simgeci okulun mensupları doğa yasalarını, maddenin iç mekanizmaları olarak değil, fakat "duyumlar" ya da "temsiller", ya da "singeler" arasındaki kolaylık sağlayan bağıntılar olarak anlıyorlar. Buraya kadar, bu okulun görüşü, öteki karşıt okulun görüşü kadar saygıdeğer bir felsefi görüştür. İki görüş fizikte hiçbir değişikliğe neden olmaz. Zararlı etki, gerçek fiziksel büyüklüklere karşı gelen matematik simgeler, olayı özünden ya da fiziksel içeriğinden soyutlanmış olarak anlatan "duyumlar", ya da "temsiller" ya da "singeler"le bir tutulduğunda kendini gösterir. Dönemin pozitivist filozofu Abel Rey bile bu duruma karşı çıkar ve fiziğin matematikselleştirilmesini şöyle anlatır:

"Fizik daima matematiğe yakınlığına çalışıldı ve matematiğin genel bir fikri fiziğin genel bir fikrine dönüştürüldü... Burada, fiziği anlama ve değerlendirme tarzında, tüm deneycilerin ihbar ettikleri matematik bir zihniyetin işgali söz konusudur... Matematiğin soyut kurguları, fiziksel gerçeğe matematikçilerin bu gerçeği kavrama tarzı arasına bir duvar çekmiş gibi görünüyorlar. Fiziğin yansızlığını üzüntüyle hissediyorlar... Fakat kuramlarının karışıklıkları ya da geri dönmeleleri bir sıkıntı yaratıyor. Bu durum çok yapıldı, arandı ve kotarıldı; bir deneyci fiziksel gerçeğe sürekli temasın kendi görüşleri üzerinde ona sağladığı güveni, burada bulamıyor... İşte, her şeyden önce fizikçi olan tüm fizikçilerin ve tüm yeni mekanikçi okulun söyledikleri... Kuramsal fizik matematiksel fiziğe dönüşüyor... O zaman, biçimsel fizik, yani sadece matematikleşmiş matematiksel fizik dönemi başladı, - fiziğin bir dalı olarak matematiksel fizik değil, fakat matematiğin bir da-

lı olarak. Bu yeni evrede, yapının tek içeriğini sağlayan (sadece mantıksal) kavramsal öğelere alışan, ele almakta güçlük çektiği maddi ve kaba öğelerden sıkılan matematikçi zorunlu olarak bunları mümkün mertebe soyutlamaya ya da bunları tamamen kavramsal ve gayrimaddi düşünmeye ya da onları tamamen ihmal etmeye yöneldi. Sonunda, öğeler gerçek ve yansız veriler olarak; tümüyle söylersek, fiziksel öğeler olarak kayboldular. Yalnız diferensiyel denklemlerle gösterilen biçimsel bağıntılar kaldı."

Bilimlerin sınıflandırılmasında, Auguste Comte'un matematiğe tanıdığı önceliği daha önce gördük. Bir olayın "özü"nü ya da "gerçek nedeni"nin ne olduğunu arayıp sormanın pozitivist felsefede anlamı ve yeri olmadığını gördük. Ernest Mach bu felsefeyi geliştirerek simgeci (yeni - pozitivist) felsefesini kurdu. Bu felsefenin fizikçiler arasında yandaşı pek azdı. Fakat 20. yüzyılın ilk çeyreğinde fizikte büyük etkisi oldu. Heisenberg ile Schrödinger'in 1925 - 1926'da gerçekleştirdikleri fiziğin kuantum sentezinin yaygın yorumu olarak bilinen ve Kopenhag yorumu adı verilen yorum işte bu yeni - pozitivist felsefenin fizikteki yansımasıdır. Öte yandan, bu felsefe Avrupa'da özellikle Fransa'da en uygun kabul ortamı buldu. Restauration'la Devrim öncesi felsefelere tepki gösteren Fransız iktidarları, Comte'un pozitivizminde ve Henri Poincaré ile Pierra Duhem'le temsil olunan yeni - pozitivistimde, Fransız Devrimi'nin en uygun inkâr felsefesini buldular.

Fransız burjuvazisinin bu stratejik kararı, Abbasi Halifesi Mütevekkil'in ya da Selçuklu sadrazamı Nizamül - Mülk'ün stratejik kararları gibi, Fransa için çok ağır sonuçlara neden olacaktı.

Bazılarını sıralayalım:

- Fransa, Napolyon'dan sonra hiç bir savaşta kazanmadı.

- Devrim öncesi bilim dili olmaya aday Fransızca bugünkü Latince gibi bir kültür diline dönüştü.

- Bilimsel araştırmalara olanak sağlamak için açılan Politeknik Okulu, Restauration'la birlikte bürokrat yetiştiren bir okula dönüştü. Araştırma kurumları bürokratikleştirildi.

- Fizik eğitimi matematikselleştirilerek, fiziksel gerçekle ilişkisi koparıldı. Kuramsal fizik, Fransız fizik eğitiminde yerini bulamadı. Maxwell, Einstein ve kuantum sentezleri Fransız fizik eğitimine nüfuz edemediler. Boltzmann uzun yıllar tanınmadı. Sadece denel ölçümlerle yetinen, sonuçları yorumlayamayan, bir tür "denel fizikçilik" akımı doğdu.

Bu saptamalar, Türkiye dahil herhangi bir Müslüman Üçüncü dünya ülkesi için de aynen geçerlidir. Çünkü Fransa bir iktidarın bilim ve felsefeye sırt çevirmesi konusunda son örneğimizi oluşturmaktadır.

Ernest Mach'ın yeni - pozitivistiminin Almanya ve İngiltere'de önemli bir etkisi olmadı. Çünkü bu ülkelerdeki iktidarların maddeden kaçmak için bu tür felsefelere gereksinimi olmadı. Bu nedenle, bu ülkeler fiziğe temel katkılarda bulundular. Einstein ve Heisenberg - Schrödinger sentezleri Alman kültürü ülkelerde gerçekleşirken, İngiltere Rutherford'un deneyi ve Dirac'ın kuramıyla önemli katkılar yaptı.