

DOLUNAY TOPLULUĞU, JOSEPH PRIESTLEY VE OKSİJENİN KEŞFİ

Damla Ülker

Yard. Doç. Dr.
Eczacılık Fakültesi, Yakın Doğu Üniversitesi, Kıbrıs
damla.ulker@neu.edu.tr

ÖZET

Bilim ve teknolojinin tarihsel ilerlemesi karmaşık bir süreçtir ve bireysel katkılarla ilişkileri uygun bir şekilde not edilmelidir. Hazırlanan bu makalede özel olarak Dolunay Topluluğu ve Joseph Priestley ele alınmıştır. Dolunay Topluluğu on sekizinci yüzyıldaki bilimsel ilerlemelerin temelini oluşturmuştur. Teknoloji ve bilimsel alanlarda Dolunay Topluluğu'nun çalışmaları Sanayi Devrimi sırasında oldukça önemliydi. Bu nedenle, Dolunay Topluluğu ve üyelerinin farklı alanlardaki bilimsel etkinlikleri bu makalede açıklanmıştır. Bunun yanı sıra, topluluğun önemli bir üyesi olan Joseph Priestley'in kısa biyografisi farklı makaleler kullanılarak açıklanmıştır. Yaşamımız için oldukça önemli olan oksijen dâhil pek çok gazı keşfeden, elektrik üzerine sistemik çalışmalar yapan ve onun hakkında yeni bir yasa üreten Joseph Priestley özel bir kaşiftir. Ayrıca Priestley'in döneminde teoloji ve eğitimin özgürleşmesine bireysel katkıları da yine bu makalede incelenmiştir. Özel bir kâşif olmasına rağmen, evi ve laboratuvarı çeteler tarafından yakılan Priestley, bir mülteci olarak Pensilvanya'da ölmüştür. Bu makale bu kadar önemli bir topluluk ve bilim insanını açıklamak için kaleme alınmıştır. Bir yöntem olarak makaleye konu olan bilim insanı, yaptığı çalışmalar ve dönemin önemli topluluğu olan Dolunay Topluluğu bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Bilim insanı ve toplum ilişkisinin açıklanması planlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dolunay Topluluğu, Joseph Priestley, Oksijenin Keşfi.

LUNAR SOCIETY, JOSEPH PRIESTLEY AND THE DISCOVERY OF OXYGEN

ABSTRACT

The historical improvements of science and technology are complicated and their relationship to individual contributions should be noted adequately. In this paper, the Lunar Society and Joseph Priestley have been discussed. The Lunar Society has underpinned the scientific progress in the eighteenth century. The activities of the Lunar Society in scientific areas and technology were essential during the Industrial Revolution. Therefore, the Lunar Society and the scientific activities of its members in various areas have been explained in this paper. In addition, the biography of Joseph Priestley, who was a notable member of society, has been presented using different papers. Joseph Priestley was a remarkable inventor who discovered different gases, including gases crucial for our life such as oxygen, carried out systematic studies on electricity, and discovered a new law. Furthermore, the individual contributions of Priestley to the liberalization of education and theology in his time have been evaluated in this paper. Although Priestley was a remarkable inventor, his home and laboratory were burned by a mob, and he died as a refugee in Pennsylvania. This paper was written to explain such a critical society and a scientist. As a method, the scientist who is the topic of this paper, his works and the Lunar Society which was the important society of the time have been evaluated as a whole. It has been planned to explain the relationship between the scientist and the society.

Keywords: Lunar Society, Joseph Priestley, Discovery of Oxygen.

GİRİŞ

Yaklaşık 2.500 yıl önce eski Yunanlılar hava, toprak, ateş ve suyu dört temel element olarak tanımladı. Döneminin oldukça ilerisindeki bu tanımlama 18. yüzyıla kadar çok az değişimle olsa da inanırlığını korumuştur. Bu çalışma Kızıl Gezegen Mars'ın yüzeyinde karbondioksit kullanılarak oksijen üretiminin gerçekleştiği çağımızdan, 18. yüzyıla bakmaya çalışan bir yazı olarak tasarlanmıştır. 18. yüzyıl hem tarihsel değişimlerin hem de bilimsel sıçramanın yaşandığı bir dönemdir. Bilim günümüzdeki gibi o dönemde de bir kültür olarak kimi çevreler tarafından popüler bir alan olarak dikkat çek-

miştir. Fakat, Britanya'da bilimsel araştırmalar, kültürün ötesinde sanayiye destekleyen ve Britanya'nın Avrupa ülkelerinin ilerisinde konumlanmasını mümkün kılan bir alan olmuştur. Bilimle ilgilenenler matematik ve kimya, mineral, ısı ya da hidrolik bilgisinin teorik kanıtlarını ortaya koydukça, geleneksel yöntemlerle üretim yapan ustalar olağanüstü bir hızla teknolojileri ve yeni üretim tekniklerini geliştirmiştir.

18. yüzyılın önemli bilim insanlarından olan Priestley uluslararası bilim camiasında kabul edilen bir bilim insanı, filozof ve teologdu. Bu çalışmada özel olarak Dolunay Topluluğu (Lunar Society) üyelerinden Joseph

Priestley'in seçilmesinin nedeni, oksijenin ve diğer pek çok gazın kâşifi olması ve bunun yanında elektrik ile ilgili oldukça önemli çalışmalar yapmasına rağmen ülkemizde yeterince tanıtılmamış olmasıdır. Atalarımız ateşi kontrol altına aldığına nasıl pek çok alışkanlığımız değiştiyse, oksijenin keşfiyle yaşamımız kökten değişmeye başlamıştır ve bu keşif bilimsel olarak özel bir alanı kaplamaktadır.

Çalışmada sırasıyla 18. yüzyıldaki önemli gelişmeler, Dolunay Topluluğu, Priestley'in hayatı, özellikle oksijenin keşfi olmak üzere çalışmaları ele alınacaktır.

1. 18. YÜZYIL, ÜÇ ÖNEMLİ DÖNÜM NOKTASININ BULUŞMASI

18. yüzyıl artan şekilde insan ihtiyaçlarına bir cevap olarak dünya çapında bilimsel çalışmanın, felsefenin, modern dillerin, edebiyatın, tarihin ve doğal dünyanın anlaşıldığı bir yüzyıl olmuştur (Guitierrez ve ark., 2018).

Bu dönem sanayinin oluşumunun hızlandığı, burjuvazinin halk üzerindeki etkisini arttırdığı ve bir yandan da bilimin ve aydınlanmanın ilerlediği bir yüzyıldır. Çalışmada ele alınan Dolunay Topluluğu da işte bu dönemde birçok farklı alanda çalışmalar yapmış ve üç büyük tarihi olayın kesişimine denk gelmiştir; bunlar; Amerikan Devrimi, Fransız Devrimi ve Sanayi Devrimi'dir.

Sanayi Devrimi İngiltere'de filizlenmiştir ve kimya endüstriyel ilerlemelerin önemli bir alanı olarak bu dönem içinde yerini almıştır. Örneğin bu yazının incelediği bilim insanı Priestley İngiltere'nin geniş bir coğrafyasına yayılmış fabrika sahipleri ağına dahildir ve önde gelen bir kimya uygulamacısıdır. Bira fabrikalarının sahiplerine yakın olmasının avantajını kullanarak, uzun deniz yolculuklarında görülen iskorbüt hastalığının tedavisinde yardımcı olabileceğini umduğu ve soda olarak günümüzde de kullanılan bir içecek geliştirmiştir (Fara, 2010). Ayrıca oksijenin keşfi de Sanayi Devrimi için oldukça önemli bir atak yaratmıştır, motor ve taşımada kullanılan araçlar, uçak motorları, gemilerin güç motoru, roketler, merkezi ısıtma sistemi, gazlı ocaklar, kuvvetli patlayıcılar ve diğer benzerleri... Bu sayılanların hiçbirisi havanın kompozisyonunun bilinmesi olmaksızın olamazdı (Szydlo, 2007). Sanayi Devrimi'nin mihenk taşlarından biri olan pistonlu buhar motorunun geliştirildiği bu dönemde, James Watt ile aynı bilim topluluğunda, Dolunay Topluluğu içinde yer alan Priestley, burjuvazinin üretici güçleri daha da hızlı geliştirmesine katkı sağlamıştır.

Dolunay Topluluğu üyeleri 1775-1783 yılları arasında Amerikan Devrimi olarak bilinen, İngiltere Krallığı ile Amerika'daki 13 koloni arasındaki vergi artışlarının başlıca sebep olduğu savaşlar sırasında da taraf olmuştur. Bu süreçte Amerika'nın bağımsızlığını desteklemişlerdir ve süreç içinde aktif yer alan isimlerle yakın temaslara olmuştur. Örneğin, ABD'nin üçüncü başkanı Thomas Jefferson Dolunay Topluluğu'nun daimi ziya-

retçilerindendir, Amerikan Devrimi'nin önemli karakterlerinden olan ABD'de Bağımsızlık Bildirgesi'nin ve Anayasa taslağının hazırlanmasına katkı sağlayan Benjamin Franklin Dolunay Topluluğu'na yakın bir isimdir ve ilerleyen bölümlerde ele alınacağı gibi Joseph Priestley ile birlikte de bazı bilimsel çalışmaları olmuştur (Schofield, 1957).

Dolunay Derneği üyeleri Fransız Devrimi'ni de desteklemişlerdir. 14 Temmuz 1789'da Bastille Hapishanesi baskını ile başlayan Fransız Devrimi hem Fransa'da hem de İngiltere dahil pek çok ülkede yankı bulmuştur. Geniş halk kitlelerini peşinden sürükleyen ve heyecan veren Fransız Devrimi, Dolunay Topluluğu üyeleri için de ilgi çekicidir ve neredeyse tüm üyeleri çeşitli noktalarda konuyla ilgili tehdit edilmişlerdir. Örneğin Watt'ın oğlu Fransız ajanı olarak suçlanmış, Priestley Ulusal Meclis'in güçlü bir destekçisi olmuş, kendisi bu teklifleri reddetse de Fransız yurttaşlığı ve Ulusal Meclis üyeliği teklif edilmiştir. Evinin ve laboratuvarının yakılması da yine Bastille baskınının ikinci yılındaki kutlama yemeği sırasında olmuştur, bu konu ayrıntılı olarak Priestley'in hayatının ele alındığı bölümde işlenmiştir. Diğer topluluk üyeleri de vahşi çetelerin hedefi haline gelmiştir. Bu nedenle Boulton ve Watt, Soho'daki fabrikalarına kaçmış ve işçilerini kuşatmaya karşı silahlandırmışlardır (Ritchie-Calder, 1982).

2. DOLUNAY TOPLULUĞU

18. yüzyılda Fransa, Almanya, İtalya, İspanya, Portekiz gibi pek çok Avrupa ülkesinde bilim, edebiyat ve felsefe toplulukları oluşturulmuş; bu topluluklar birbirlerini etkilemiş ve bilginin yayılmasında önemli bir yer kaplamıştır. İngiltere'de durum bundan farklı değildir ve halihazırda kurulmuş olan pek çok topluluk, dernek vardır. Örneğin 1712 yılında Spalding'de oluşturulan 'Beyler Topluluğu' krallıktaki en eski topluluktur ve teknik, bilimsel anlamda olmasa da klasik arkeoloji ile ilgilenmişlerdir. Yine bu dönemde pek çok taşralı üretici ve bilim insanı Kraliyet Topluluğu (Royal Society) içerisinde bilgi paylaşımlarını sürdürmüştür (Robinson, 2014).

Birmingham merkezli olan Dolunay Topluluğu'nu oluşturanlar yeni gazlar, yeni mineraller, yeni aletler, makineler, binalar, yeni ilaçlar keşfetmiş ve dönemi etkileyen sarsıcı yeni fikirler önermişlerdir. Topluluk aristokratlardan, devlet adamlarından veya akademisyenlerden değil, birbiriyle tesadüfen tanışan ve ölene kadar yaşamları birbiriyle örtüşen taşralı üreticiler, iş adamları ve yetenekli amatör bilim meraklılarından oluşmaktadır.

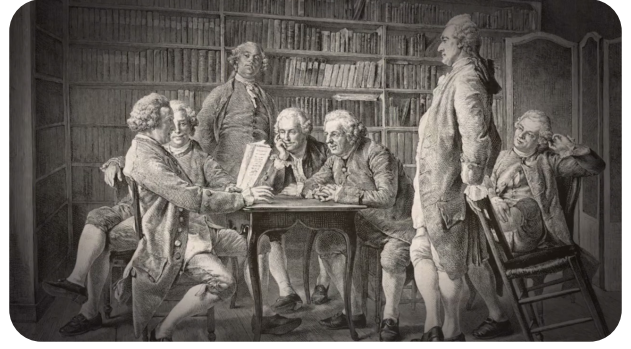
Toplulukla ilgili yazılı kayıt sınırlı olmasına rağmen bazı araştırmacılar tarafından çeşitli biyografiler ve mektuplar incelenerek oluşturulan liste aşağıda sunulmuştur ve topluluğun toplantılarının birini canlandıran görsel Şekil 1'de verilmiştir.

- Matthew Boulton (1728-1809) Soho'daki ilk büyük

metal üretim fabrikasının sahibi ve pistonlu buhar motoru yapımında James Watt'ın partneridir,

- Erasmus Darwin (1731-1802) doktor, mucit, şairdir, torunu Charles'tan 60 yıl önce evrimin teorisine dair çalışmalar yayımlamıştır, yine çeşitli bilimsel alanlara dair yazıları vardır ve 19. yüzyıl bilimine önemli katkıları olan Charles Darwin ve Francis Galton'un dedesidir,
- Thomas Day (1748-1789) siyaset ve metafizikle ilgilenen bir hayırseverdir,
- Robert Lovell Edgeworth (1744-1817) İrlandalı toprak sahibidir, tarımla, eğitimle ilgilenmiştir ve telgrafçılık, mekanik alanındaki çeşitli icatların mucididir,
- Samuel Galton (1753-1832) Quaker mezhebine mensup silah üreticisidir, ornitoloji, ısı, optik ve renkler gibi farklı bilim dalları ile ilgilenen amatör bir bilim insanıdır ve Francis Galton'un dedesidir,
- Robert Augustus Johnson (?-1799) İngiliz kiliselerine bağlı bir din adamı ve kraliyet topluluğu üyesidir,
- James Keir (1735-1820) kimyager, jeolog, kimyasal üreticisi, maden operatörüdür,
- Joseph Priestley (1733-1804) üniteryen din adamı, elektrik ve kimya ile ilgili çalışmaları olan bilim insanıdır,
- William Small (1734-1775) doktor, metalurji uzmanı, William and Mary Koleji'nde doğa felsefesi profesörü ve Thomas Jefferson'un öğretmenidir,
- Jonathan Stokes (1755-1831) doktor, botanist ve kimyagerdir,
- James Watt (1736-1819), mucit, mühendis ve kimyagerdir,
- Josiah Wedgwood (1730-1795) seramik malzemelerin geliştirilmesi ile ilgilenmiştir, kimyagerdir ve Charles Darwin'in dedesidir,
- John Whitehurst (1713-1788) termometre, barometre, saat gibi aletleri yapmıştır ve jeologdur,
- William Withering (1741-1799) doktor, botanist ve kimyagerdir, yüksükotu olarak bilinen bitkiden elde edilen ekstrakt ile kalp hastalığının tedavisini keşfetmiştir, (Schofield, 1957; Porter, 1980).

Topluluk, Boulton'un elektriğe ilgisini Darwin ve John Michell ile paylaşması ve Michell'in 1758'de Boulton'u Benjamin Franklin ile tanıştırmasının ardından oluşmaya başlamıştır. Franklin, William Small ile Boulton'u ta-



Şekil 1. Boulton'un Soho'daki evinde bir toplantı halindeki topluluğun canlandırıldığı bir görsel (West Midlands History sayfasından alınan bir görseldir).

nıştırmış, sonrasında 1765 yılında Darwin ile Small görüşmeye devam etmiştir. 1768 yılına gelindiğinde John Robinson, Dr. Small, Dr. Darwin ve Boulton ile görüşmesini James Watt ile paylaşmıştır ve topluluk bu şekilde gelişmeyi sürdürmüştür. Topluluğun üyelik sistemine dair, kesin olmamakla birlikte, bazı kriterlere ulaşmak mümkündür;

- İş adamı ya da uzman olarak, ortak bir sosyal eşitlik temelinde bir araya gelmişlerdir,
- Temelde aynı bilim dalları ile ilgilenmiyor olsalar da ilgilendikleri alanlar çok geniş ve birbirleriyle örtüşmekteydi,
- Bilginin pratik uygulamaları ile ilgilenmişlerdir ve bilim ve teknoloji alanında kişisel ya da işleri ile ilgili çözümler için iş birliği yapmışlardır,
- Genel olarak topluluk üyelerinin çoğu aynı bölgede yaşıyorlardı, Birmingham dışında yaşayanlarla da yazışma yoluyla temas sağlanıyordu. Ayrıca üye olarak kabul edilecek kişi ciddi bir sorgulamadan geçmekteydi (Robinson, 2014).

18. yüzyılın bahsi geçen zamanında henüz sokak lambaları icat edilmemişti ve gece yolculukları için dolunay en iyi ışık kaynağıydı. Dolunay Topluluğu dolunay zamanına en yakın pazar ya da pazartesi gününde buluşuyordu, fakat bazı zamanlar buluşma günü pazartesi günü de olabiliyordu ve topluluğun faaliyetlerine devam ettiği sürecin son zamanlarında pazartesi günü daha sık tercih edilen gün olmuştur. Genel olarak birbirlerinin evinde buluşmalar da sıklıkla tercih edilen ev Boulton'un Soho'daki evi oluyordu. Örneğin Boulton'un evindeki bir toplantıya katılması için üyelere birine gönderdiği mektup aşağıda verildiği gibidir.

Boulton'dan Watt'a gönderilen bir mektup (24 Şubat, 1776); 'lütfen 3 Mart Pazar günü dolunay olacağını unutmayın. Darwin ve Kier Soho'da olacak. Daha sonra, üyelere, kalıcı olacağını umduğum, bir topluluğun gerileme eğilimini önleyecek yeni ilkeler ve düzenlemeler önermek istiyorum. Bay Wilkinson'u da getir, onun iyi bir üye olacağını düşünüyorum (Robinson, 2014-ekler

bölümünden).

Topluluk üyeleri kimya, mineral, ısı ya da hidroliğin teorik bilgisini ve onların matematiksel kanıtlarını sağladıkça, zanaatkarlar şaşırtıcı derecede hızlandırılmış bir oranda yeni teknolojiler ve yöntemler geliştirmişlerdir. Dolayısıyla sadece bir araştırma merkezi ya da merak paylaşım topluluğu değil, saf bilim ve teknoloji ile de ilgilenen bir topluluk olmuştur. Dolunay Topluluğu arasındaki üreticiler yeni bulgularla çok yakından ilgilendiler.

Boulton'un 1760'ların başında termometreyi satış için ürettiği dönemde Wedgwood yüksek sıcaklıklarda kullanım için başka bir alet üretmişti ve ardından satış için seri üretime geçmişti, bu alet günümüzdeki emsalleri için önemli bir başlangıç olan seramik pirometredir¹. Priestley'in pistonlu buhar motoru ile ilk çalışmaları yaptığı dönem, Watt'ın isteği üzerine Wolfgang von Kempelen'in buhar türbinleri üzerine çalıştığı dönemle aynıdır. Priestley'in Boulton'un isteği üzerine bazı gazların kimyasal reaksiyonlarının buhar yoğunlaşması yerine kullanılabilme olasılığı üzerine yaptığı araştırmalar yine bu döneme denk düşmektedir. Ayrıca buhar üzerine yaptığı çalışmalar Watt'ı su kompozisyonu hakkında önerilerde bulunmaya yönlendirdi. Whitehurst'un jeoloji ile ilgili çalışmalarını Topluluk'la paylaşması ya da Wedgwood ve Boulton'un endüstriyel çalışmaları ile ilgili fikir alışverişinde bulunmaları Topluluk üyelerinin kendi iş alanlarında karşılaştıkları problemler için birbirlerine çözüm yolu sunmalarını sağlamıştır. Örneğin, Whitehurst ve Wedgwood'un ortak çalışmaları sayesinde, Wedgwood, Whitehurst'a kanal kazma örnekleri ve açıklamaları sağlamış ve Whitehurst de Wedgwood'a seramik deneylerinde kullanılabilecek taş ve kil örnekleri göndermiştir. Yine Darwin ile Wedgwood, Trent ve Mersey nehirlerini birbirine bağlayan 93 kilometrelik Trent ve Mersey kanalının yapımı sırasında tanışmıştır. Bu yeni kanal Whitehurst, Wedgwood, Boulton'un ortak çıkarlarına yarayan ucuz taşımacılık için önemli bir kanal olmuştur. Priestley, Watt ve Kier de yine Wedgwood'un seramik çalışmalarına destek vermiştir (Robinson, 2014). James Kier, Edinburgh Üniversitesi'nde Darwin'in öğrencisi olarak çalışmış, sonrasında İngiliz ordusuna katılmış ve 8 yıllık askeri hayatından sonra 1767'de Darwin'i ziyaret ettiğinde Wedgwood, Small, Whitehurst ve Boulton ile tanışmış ve sonra Dolunay Topluluğu'nun üyesi olmuştur. Sanayi Devrimine en önemli katkısı sodyum ve potasyum sülfat gibi tuzları kullanarak alkalilerin üretimini sağlaması ile sabun üretimi yapmasıdır. Ayrıca, Stourbridge'de bir cam üretim tesisinin ortağı ve yöneticisidir. Edgeworth zengin bir toprak sahibidir ve teknik ilgisi fayton tasarımı üzerinedir; ayrıca Jean Jacques Rousseau'nun teşvikiyle Uygulamalı Eğitim isimli bir kitap yazmıştır (Ritchie-Calder, 1982).

Sanayi Devrimi aynı zamanda bir tarım fazı da içermek-

tedir ve Dolunay Topluluğu'nun bazı katılımcıları 'tarım devrimi' olarak adlandırılan döneme destek olmuştur. Priestley'in bitkiler tarafından kullanılan karbondioksit ile ilgili yaptığı çalışmalar tarımsal ilerlemeler konusunda kimi yeni düşüncelerin gelişmesini sağlamıştır. Wethering'in ilk makalesi kimyasal gübrenin üretimi ile ilgilidir. Erasmus Darwin'in Bitki Bilimi isimli kitabı yine tarım ile ilgilidir.

Dolunay Topluluğu üyelerinin 1803'e kadar ilişkileri ve faaliyetleri devam etmiş, fakat çalışmalarının etkisi ve kapsamı giderek azalmıştır. Topluluk üyelerinin bazıları ölmüş, bazıları çeşitli hastalıklardan dolayı çalışmalardan uzak kalmıştır. Bu dönemde Boulton'un oğlu Matthew Robinson, Watt'ın oğlu Gregory ve James de Dolunay Topluluğu'nun birer üyesi olmuştur.

Topluluk üyeleri tarafından kaleme alınan bazı önemli kitaplar ise şu şekildedir; Darwin Zoonomi (1794-1796), Bitki Bilimi (1800, Londra), Doğanın Tapınağı (1798, Londra), Edgeworth Uygulamalı Eğitim (1796), Mesleki Öğretim (1809, Londra), Withering İngiliz Bitkilerinin Düzenlenmesi (1796, Birmingham), (Schofield, 1966).

3. JOSEPH PRIESTLEY

Priestley, Leeds'e yakın olan İngiltere'nin Yorkshire bölgesinde doğmuştur. Ailesi fakir ama dini inanışları güçlü olan bir ailedir. Ailesinin altı çocuğundan en büyüğüdür ve 13 Mart 1733'te doğmuştur. Babası kumaş tüccarıdır. Çocukluk yıllarını büyük baba ve büyük annesiyle ve ardından halasıyla geçirmiştir. Daha sonraki yıllarda Priestley, Oxford ya da Cambridge gibi eğitim kurumlarından birinde eğitim almak yerine, yeterli bilgisine rağmen Daventry Akademisi'nde teoloji eğitimi almıştır. Bu ise İngiltere kiliselerine üye olmamasından kaynaklanmaktadır. Eğitimi sırasında dogmalardan uzaklaşmış ve doğal dünyanın rasyonel analizine yönelmiştir. Daha sonrasında Warrington Akademisi'ne devam ederek Fransızca, İtalyanca, Almanca bilgisini geliştirmiştir. Bu dönemde yazdığı kimi makalelerde, kendi gelişimini etkileyen, ilerici eğitimin önemini ele almıştır. Eğitimi tamamladıktan sonra Leeds'e dönen Priestley, Mill Hill isimli bir şapelde papaz olarak çalışmaya başlamış ve bu dönemde dinler hakkında ilerici fikirlerini geliştirdiği, dini inancın dünyanın bilimsel bir görüşle algılanmasıyla çelişmemesi gerektiğini ortaya koyduğu Doğal ve Vahyedilmiş Din Enstitüleri kitabını yazmıştır. Bu kitapta pek çok temel Hristiyan prensibine meydan okumuş ve bu nedenle de pek çok sayıda eleştiri almıştır. Priestley dogmatik bilgiyi reddeden bir bilim insanıdır; konuyla ilgili olarak 'kabul edilmiş ve güvenilir bir inceleme size şüpheli ve yanlış geliyorsa, bu tür bir prensip ya da fikri ya tümünden reddedin ya da ondan şüphelenin' şeklinde bir açıklaması da referans olarak verilebilir (West, 2014). Ayrıca Priestley geometri, cebir ve matematiğin çeşitli dallarında eğitim almıştır (Guitierrez ve ark., 2018).

1 Pirometre; cisimlerin sıcaklığını belli bir mesafeden ölçmeye yarayan alet.

İlk öğretmenlik ve papazlık görevini Suffolk kontluğunun Needham Market bölgesinde yardımcı papaz olarak yaptıktan sonra Cheshire, Nantwich'e taşınarak burada gelirini arttırmak amacıyla kız ve erkek çocuklar için kendi okulunu açmıştır. Kız çocuklar için ayrı bir oda kullanan Priestley, hava pompası, elektrik jeneratörü gibi çeşitli aletleri kullanarak öğrencilerine bilimi öğretmeye başlamıştır. Üç yıl süren Nantwich hayatından sonra Warrington Akademi'de dil ve edebiyat dersleri vermeye başlamıştır. Warrington kuzeyin Atina'sı olarak bilinmektedir ve Warrington Akademi de İngiliz kiliselerine muhalif en ünlü eğitim kurumlarından biri olmuştur (Gutierrez ve ark., 2018).

34 yaşına geldiğinde İngiliz Bilim Topluluğu'nun saygın bir üyesi olan Priestley, 1773 yılına kadar ekonomik olarak çalkantılı bir hayat yaşamıştır, fakat Shelburne kontunun kendisine hem bilimsel danışmanlık hem çocukları için öğretmenlik hem de kütüphanecilik teklif etmesiyle, kendi başına elde edemeyeceği sosyal ve politik çevreye erişmiş ve bilim tarihini kökten değiştireceği çalışmaları yapmak için gereken zamana kavuşmuştur (Ulusal Tarihi Kimyasal Simgeler, 2004).

1780 yılında Birmingham'a taşınan Priestley, burada öğretim ve araştırma sürecine devam etmiştir. Ayrıca burada Dolunay Topluluğu'nun bir üyesi olmuştur. Priestley'in bilimsel çalışmalarla destek verdiği bu topluluk aynı zamanda kendisinin gizli sponsoru olmuştur. Hem varlıklı olan Boulton ve onun gibi arkadaşları kendisine maddi destek sağlamış, hem de Wedgwood kendi seramiklerinin ticaretinde elde ettiği geliri Priestley ile paylaşmıştır (Ritchie-Calder, 1982).

3.1. Priestley Materyalist midir?

17. yüzyıl doğal süreçlerin varsayılan mekaniği ile gözlemlenebilir olaylar arasındaki bağı kurmada yetersiz kalmış, fakat 18. yüzyılda kimya kendi içinde iki farklı görüşe bölünmüştür. Bunlardan biri 'kimyasal maddelerin bileşimi' üzerine materyalist vurgu, diğeri de 'kimyasal süreçlerin altında yatan ilkeler' üzerine formalist vurgudur. Nesneler/şekiller veya olaylar/biçim ilişkisi bir tür problem olarak tarihsel dönemlere yön veren gerilimi oluşturmıştır. Kompozisyona önem veren kimyagerler bile 'kimyasal ürünlerin kesin nicel değerlendirmeleri' ile 'koku, renk, buhar gibi fenomenlere karşı duyarlılık' konusunda hemfikir olamamıştır. Felsefi açıdan ikiye ayrılmış bu dönemde Priestley hem süreçlerin altında yatanı anlamaya çalışmış hem de bu dönemdeki fenomenlere duyarlılık göstermiştir. Böylece gözlemsel deneycilik bağıni oluşturmuş ve bunu yaşamı boyunca korumuştur. Maddeyi, içsel olarak olduğu içerik ve dışsal olarak girdiği ilişkilerle değerlendirerek, neyse odur şeklinde açıklamıştır. Boyle ve Newton'un dikey ilişki ağı görüşünün yerine neden ve etkinin aynı seviyede olduğu yatay nedensel süreçleri savunmuştur. Priestley'in katı, aşılmaz, inert olarak görülen madde ile algı, zekâ, öz ve hareket güçlerini ilişkilendirdiği görülmektedir. Bu bağlamda maddi olmayan bir şey olarak

kabul edilen öz kavrayışını madde/öz bütünlüğü içinde değerlendirmesinden dolayı Priestley materyalist olarak tanımlanamasa da döneminin algısından daha ileride bir algıya sahiptir. Priestley için nesneler bazı özel kimliklerin taşıyıcıları değildir; kuvvetlerin dağılımının ve etkileşiminin maddenin yoğunlaşmasına ve bir dizi gerçek ama koşullu özellik kazanmasına neden olduğu konumlardır. Yine Priestley başka bir yazısında, 'herhangi bir şeyin, maddenin veya varlığın tanımı 'bilinen özelliklerinin numaralandırılmasından başka bir şey değildir' şeklinde ifadelerde bulunmuştur (Stout, 2020).

3.2. Bir Muhalif Olarak Priestley

Priestley, 17. ve 18. yüzyıllarda İngiltere Kilisesi'nden ayrılan Protestan Hristiyanlardan biridir. Bir muhalif olarak İngiltere Kilisesi gibi kurulmuş kiliselerin Hristiyanlığı bozduğunu kitaplarında, broşürlerinde ve vazalarında savunmuş ve insanların din özgürlüğünden zevk alması gerektiğini hem Amerika hem de Fransız devrimlerinin ideallerinin alkışlanması gerektiğini savunmuştur (Bowden, 2005).

Priestley aşırı olarak nitelendirilen özgürlükçü düşüncelerinden dolayı, ciddi derecede karşıtlarının olduğu bir dönem yaşamıştır. 14 Temmuz 1791 Paris Bastille baskınının ikinci yıl dönümünde, kendisi Kier'in evindeki kutlama yemeğindeyken 80 kişilik vahşi bir grup tarafından hem evi ve evinde bulunan laboratuvarı hem de Birmingham'daki diğer muhaliflere ait binalar yakılmıştır. Şekil 2'de verilen görüntü Susan Lowndes Marques'in koleksiyonundan Johann Eckstein tarafından verilmiştir (West, 2014). Priestley'in evinde yakılan laboratuvarı ile birlikte 20 yıllık çalışmaları, taslak metinleri de yanmıştır.



Şekil 2. Joseph Priestley'in Birmingham'da isyancılar tarafından yakılan evi ve laboratuvarı.

Evinin yakılmasından iki hafta önce, Şekil 3'te verilen, kimliği belirsiz olan bir karikatürist tarafından yapılan görselde, abartılı bir burun, sivri kaşlar ve uğursuz bir görünümle hedef haline getirilmiştir. Karikatürde cep-leri barut ya da devrim ısındı gibi kışkırtıcı başlıklar ta-

şayan hayali broşürlerle doldurulmuştur. Yine Şekil 3'te görüldüğü gibi ayaklarının altına İncil yerleştirilerek Priestley'in alışılmışın dışındaki dini konumuna atıfta bulunulmuş ve eline iki yıl önce Birmingham Muhaliflerinin isteğiyle yazdığı Hükümet ve Siyasi Vaat Üzerine Deneme başlıklı broşür ateş almış şekilde yerleştirilmiştir. Ayrıca karanlık dumanlar ve Doctor Phlogiston takma adıyla anılan Priestley'in itibarı bu şekilde düşürülmeye çalışılmıştır (Fara, 2010).



Şekil 3. Priestley karşıtlarının hazırladığı bir karikatür, 'Doktor filojiston, politikacı Priestley ya da politik papaz' (Ulusal Tarihi Kimyasal Simgeler, 2004)

Bir süre Londra'da yaşamasına sebep olan bu olaydan sonra 1794'te tutuklanma tehditleri altındaki Priestley, eşi ve üç oğlunun güvende olmaması nedeniyle Amerika'ya göç etmek durumunda kalmıştır. Amerika'da da tartışmalı bir figür olmaya devam etmiştir ve Philadelphia'da sadece üniteryen inancıya sahip kişilere vaaz vermesine izin verilmiştir. Yasaklanmasına rağmen Priestley'in vaazları yaygın bir etkiye sahip olmuş ve 1796'da Philadelphia'daki ilk Üniteryen Kilisesi kurulmuştur. Amerika'da hem öğretmen olarak hem de eğitim danışmanı olarak uzun yıllar geçirmiştir, hatta Pensilvanya Üniversitesi kendisine kimya profesörlüğü önermiş fakat Priestley bu teklifi de reddetmiştir (Bowden, 2005).

Ülkesinden kaçarak uzaklaşan Priestley'in altı metre boyutundaki mermer heykeli bir yüzyıl sonra Victoria döneminde Birmingham Belediye Binası'nın önüne dikilmiş ve kendisi kahraman ilan edilmiştir (Fara, 2010).

4. OKSİJENİN KEŞFİ

Oksijenin dünya üzerinde yaşamın oluşumunda ne derecede etkili olduğu artık açıkça bilinmektedir. Bizler için bu derece önemli olan oksijenin keşfi uzun bir süreçte gerçekleşmiştir.

1660'ta İrlandalı bilim insanı Robert Boyle hava ile ilgili çalışmalarına başlamıştır. Avrupalı bilim insanları o dönemde havanın sıcaklık ve basınçla değişimini gözlemlemişlerdir, fakat Boyle özellikle yanma işleminde havanın etkisini ya da yanma ve havanın ilişkisini incelemeye başlamıştır. Boyle ayrıca dünyanın ilk denizaltı gezisinin yapılması gibi olağan üstü bir olaydan da etkilenmişti. Bu gezide Cornelis Drebbel ve 12 kürekçi ahşap denizaltıyla Westminster'den Greenwich'e yolculuk yapmış ve 'sıvı' ismi verilen gizemli bir maddeyi kullanarak, kapalı kaptaki yaşamayı sürdüremeyen farelerin yapamadığını yapıp, yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Boyle için de odaklanılan nokta işte tam da burası olmuştur. Drebbel gezide kullandığı tekniği ayrıntılı olarak açıklamasa dahi, kimi notlarında potasyum nitrat (KNO_3) bileşiğinin ateş ile parçalandığını ve ayrıştığını, böylece de havanın doğasına dönüştüğünü yazmıştır. Bu reaksiyon günümüzde potasyum nitratın ısıyla oksijen ve potasyum nitrite (KNO_2) parçalanması olarak bilinmektedir. Bu reaksiyonun temel alınmasıyla havanın içeriğine dair fikirler tam olarak sonuçlanmasa da Robert Boyle ve John Mayow'un solunum ve yanma hakkındaki görüşleri sonraki dönemin gündemini oluşturan temel yaklaşım olmuştur. Mayow tarafından solunum ve parçalanmanın açıklanması, 17. yüzyılda Rene Descartes'in kimyasal felsefeyi geliştirmesinde de önemli rol oynamıştır. Mayow tarafından ve sonrasında pek çok bilim insanı tarafından benimsenen görüş, ısı veya ışıkla ilgili doğal fenomenleri açıklamak için kullanılan nitro-hava (nitro-aerial) teorisi olmuştur (Szydlo, 2007).

Havada metallerin kimyasal aktivitesi ile ilgili bir başka teori de yanma süreçlerinin gözlenmesi ile ilk kez Johann Joachim Becher ve Georg Ernst Stahl tarafından ortaya atılan filojiston teoridir. Bu teoriye göre tüm bileşikler filojiston olarak adlandırılan bir yanabilir öz içermektedir. Bileşik yakıldığında, filojiston havaya salınır, fakat bu teorinin ciddi bir problemi vardır, çünkü metallerin yandıklarında neden daha ağır olduğunu açıklayamaz.

18. yüzyılın sonlarına doğru Priestley havanın bir element değil, gazların bir karışımı ya da kompozisyonu olduğunu açıklamıştır. O tarihe kadar havanın sistemde hangi içerikle var olduğu açık değildir ve bir düzineden fazla olmayacak kadar gazın keşfi o döneme kadar ancak yapılabilmıştır. Yine bu dönemde havanın doğasını anlamak için kullanılan temel yöntem ısıtmak ya da yakmak ile kısıtlıdır. 1700'lü yılların ikinci yarısında buharlı motorların uygarlığı dönüştürdüğü dönemde, bilim insanları yanma ve havanın yanmadaki rolü ile yakından ilgilenmiştir. Önemli adımlar şunlardır: 1754 yılında Joseph Black şu anda karbon dioksit (CO_2 - fixed air) olarak bildiğimiz gazın tanımını yapmıştır. Ardından 1766 yılında Henry Cavendish oldukça yanıcı olan bir maddeyi üretmiştir, bu madde Lavoisier tarafından Yunanca su yapıcı anlamındaki hidrojen ile isimlendirilmiştir. Nihayetinde de Daniel Rutherford bugün azot olarak bildiğimiz gazı keşfetmiştir (Ulusal Tarihi Kimya-

sal Simgeler, 2004).

Priestley ise o dönemde bileşiklerin ısıyla parçalanması deneyleriyle ilgilenmiştir. Deneyi temelde 12 inç yarıçapına sahip bir tümsel mercek ile güneş ışığını, civa havuzuna yerleştirilen ve ters çevrilmiş bir kapta bulunan kırmızı civa oksit üzerine odaklaması ile ilgilidir. Yüksek sıcaklıkta civa oksitten bir gaz salındığını fark eden Priestley, gaz örneğini toplayarak deneylerine devam etmiştir. İlk bulgusu elde ettiği gazın suda çözünmemesidir ve bu önemli bir bulgudur. Sebebi ise Priestley'in daha önce aynı özelliklerin bazılarını sahip, fakat suda çözünen gazlar bulmuş olmasıdır, bu gazlar azot oksit (NO_2) oksijenlenmesiyle elde ettiği azot dioksit (NO_2) ve kükürt dioksit virtyol asit hava (SO_2) gazlarıdır. Bir sonraki adımda, deneyi tekrarlarlarken cam kap içerisine bir mum yerleştirmiş ve kendisi için de oldukça şaşırtıcı olan bir sonuçla karşılaşmıştır. Cam kap içerisine yerleştirilmiş mum azot oksit ile muamele edildiğinde daha güçlü yanmaya devam etmiştir (West, 2014). Fakat daha önce bulunduğu suda çözünen gazlar ya mumun tamamen sönmesine ya da az bir güçle yanmasına sebep olmuştur (Mckie,1933). Bu gaz Priestley tarafından filojistonu arındırılmış hava (dephlogisticated air) olarak tanımlanmıştır. Filojiston teori zaman zaman Priestley tarafından kullanılsa da teori hakkındaki tutumu dogmatik değildir ve birkaç kez ondan vazgeçmeye çalışmıştır, en sonunda da ondan tamamen vazgeçmiştir. Priestley, metallerin kalsinasyon² ile ağırlaşmasını külün sabit hava ve suyunun alınmasına bağlamıştır. Örneğin kirecin yakıcılığının, üretildiği kireçtaşının yakılmasında kullanılan yakıttan filojiston eklenmesinden kaynaklandığı görüşünü kabul etmemiştir. Priestley, 'filojistonun birleştiği cisimlere mutlak hafiflik iletmesi başvurmamak istemediğim bir varsayımdır, ancak bu filojistonlu havanın normal havadan daha hafif olması konusunu açıklamada kolaylık sağlamaktadır' diyerek yine teoriyi tam olarak kabul edemediğini ifade etmiştir ve sonralarında da 'hafiflik ilkesi doktrinine inancım hiç olmadı' şeklinde açıklamasıyla filojiston teoriyi bir kez daha mahkûm etmiştir (Mckie,1933).

1 Ağustos 1774'te ilk deneylerinin sonuçlarını o dönem ekonomik olarak destekçisi olan Lord Shelburne ile paylaşmıştır ve bu tarih oksijeni ilk ürettiği gün olarak tarihe geçmiştir. Ekim ayında Lord Shelburne ile Avrupa turuna çıkan Priestley, Paris'te Fransız Bilimler Akademisi üyeleri ile bir yemek organizasyonuna katılmış ve burada Lavoisier ile görüşmüştür. Sohbetleri sırasında bulunduğu olağanüstü sonuçları Lavoisier ile paylaşmıştır; Priestley'in henüz yayımlanmamış bu çalışmalarını kısmen yabancı bir bilim insanı ile paylaşmasının sebebi, kendisinin bilim ile ilgili keşiflerin gizliliğine inanmasıdır. Fakat Lavoisier bu bilgiyi saklamamış ve henüz Priestley İngiltere'ye dönmemişken herhangi bir atıf yapmaksızın çalışmayı bilim camiasıyla paylaşmıştır. Lavoisier daha önce filojistonu arındırılmış hava (deph-

logisticated air) olarak Priestley tarafından tanımlanan gazı Yunanca asit yapıcı anlamındaki oksijen olarak adlandırmıştır, böylece Priestley tarafından hatalı bir şekilde tanımlanan oksijene ismini Lavoisier vermiştir.

Kasım ayında İngiltere'ye dönem Priestley oksijen ile çalışmalarına devam etmeksizin, diğer gazlarla ilgili çalışmalarına devam etmiştir. 8 Mart 1775'te oksijen ile çalışmalarına geri dönen Priestley, deneylerine bu yeni gazın fare üzerine etkisiyle devam etmiştir. Kapalı bir kapta bir farenin 15 dakika yaşamaya devam ettiğini, fakat yeni gaz ile bu zamanın yarım saate çıktığını bulmuş ve üstüne üstlük bir saatin ardından kapalı alandan çıkarılan farenin hala nefes almaya devam ettiğini gözlemlemiştir. Bu noktada Priestley yaptığı çalışmayı Kraliyet Topluluğu aracılığıyla yayımlanması için 15 Mart'ta Sör John Pringle ile paylaşmıştır. Bu dönemden sonra Priestley bu yeni gazın akciğer hastaları için kullanışlı olduğunu da düşünmüştür.

1774 ve 1786 yılları arasında altı farklı kitaptan oluşan 'Havadaki Farklı Gazların Gözlemlenmesi ve Deneyler' isimli kitap serisinde ve bir düzineden fazla makalesinde, keşfettiği on farklı gazla ilgili bilgiyi bilim camiası ile paylaşmıştır. Keşfettiği ve günümüzde de oldukça önemli olan gazlar azot oksit (nitrous air, NO), azot dioksit (NO_2), nitröz oksit-(dephlogisticated nitrous air, N_2O), hidrojen klorür (marine acid air, HCl), amonyak-alkaline air (NH_3), kükürt dioksit (vitriolic acid air, SO_2), silikon tetraflorür (flour acid air, SiF_4), azot (N_2), oksijen (O_2), karbon monoksit (CO)'tir.

Priestley, 1776 yılında yayımlanan Havadaki Farklı Gazların Gözlemlenmesi ve Deneyler II isimli kitabında deneylerinin nasıl tekrarlandığını açıklamış ve bu oksijenin keşif sürecinin ilk kaydı olmuştur (Guitierrez ve ark., 2018).

4.1. Bitkiler Tarafından Üretilen Oksijen

Priestley hava ile ilgili çalışmalar yaparken, ciddi gözlemlerde bulunmuştur. Bunlardan biri de bir kavanoza koyulan mumun sönmesi ya da farenin hava yetersizliğinde ölmesi iken bir diğeri de kavanoza koyulan yeşil bitkinin güneş ışığında mumun yanmasını ve farenin nefes almasına devam etmesini sağlamasıdır. Bu da günümüzde fotosentez olarak bilinen ve bitkinin havaya oksijen salmasına dayanan önemli bir bilginin ilk gözlemi olarak tarihe geçmiştir (Ulusal Tarihi Kimyasal Simgeler, 2004).

4.2. Elektrik ile İlgili Yaptığı Orijinal Çalışmalar

Priestley genel olarak gazlarla ilgili yaptığı çalışmalarla tarihte yer alsada hayvanlar üzerine elektriğin etkisini incelediği sistematik çalışmalar da yapmıştır. Elektriğin bilimsel temeline ilgi, pratik, ticari ve tıbbi potansiyeline ilgi, Leyden kavanozunun keşfinden sonra, 18. yüzyılın ortalarında ortaya çıkmıştır. Bu dönemde elektrik üzerine çalışmalarına devam eden Priestley Londra ziya-

2 Kalsinasyon: Özellikle karbonat şeklindeki metal bileşiklerinin ısıtma yoluyla metal oksit haline dönüşümünü sağlayan işlem.

retlerinden birinde Benjamin Franklin⁽³⁾ ile tanışmıştır. Franklin 'Orijinal Deneylerle Elektrik Şu Anki Durumu ve Tarihi' isimli kitabı yazma konusunda Priestley'i teşvik etmiş ve böylece 1766 yılında İngiliz Kraliyet Topluluğu'nun bir üyesi olmasına vesile olmuştur. 1767'de basılan ve 700 sayfalık olan bu kitap beş baskı yapmış, Fransızcaya ve Almancaya çevrilmiştir (West, 2014). Bu kitabın bir bölümünde, çeşitli hayvan türlerinin kafa ve beyinlerine elektrikli etkisine dair yaptığı çalışmalara ilk kez yer vermiştir. Deneylerinde sıçanlar, yavru kediler, küçük sivri fareler (shrew), büyük kediler, köpekler ve kurbağalar kullanmıştır. Deneyde kullandığı hayvanlarda genellikle kasılma ya da ani ölüme neden olan etkiler ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar deneysel ve klinik epilepsi tarihi ve epilepside ani açıklanamayan ölümler konusuyla ilgili çalışmalar olarak dikkat çekmiştir (Reynolds ve Pippenger, 2019). Ayrıca kömürün iletkenliğini keşfetmiş ve Newton'un yerçekimi yasasına benzer olan Elektrostatiğin Ters Kare Kanunu'nu önermiştir (West, 2014). İlk kez Priestley tarafından 1767 yılında yayımlanan bu yasa fiziğin temel yasalarından biridir ve pozitif-negatif yüklü taneciklerin birbirleri üzerine uyguladıkları elektrostatik kuvveti açıklamaktadır. Fransız bilim insanı Charles Augustin de Coulomb'dan 18 yıl önce ortaya koyulan bu yasa şu an Coulomb yasası olarak bilinmektedir (Jones, 2012).

SONUÇ

Dolunay Topluluğu'ndan başka hiçbir topluluk İngiliz Sanayi Devrimi'nin ilerlemesine bu kadar katkı koymamıştır. 17. ve 18. yüzyılda neredeyse tüm dünyayı sömüren İngiltere'nin bilimsel ilerlemesinin en önemli tetikleyicisi olan Dolunay Topluluğu üyelerinin hem kendi ülkelerine hem de dünyaya bilimsel anlamda katkıları bu çalışmanın çok daha ötesine geçebilecek ve tek tek tüm isimlerin ele alınmasını gerektirecek bir kapsamdadır. Bu çalışma gerek Dolunay Topluluğu üyelerinin birbirleriyle olan ilişkilerinin gerek kimi üretim araçlarıyla olan ilişkilerinin aydınlatılması için bir başlangıç çalışması olarak ele alınmıştır.

Çalışmanın bir diğer odak noktası Joseph Priestley ve oksijenin keşif süreci olmuştur. Priestley bir bilim insanı olarak yaşadığı dönemde toprak sahibi ya da üretici emsallerinden farklı olarak orta halli bir ailenin çocuğudur ve dini eğitim almasına, bir papaz olmasına rağmen aydın bir kişiliktir. Hem eğitim alanında denediği yenilikler hem de bilimsel alanda sistematik incelemeler yaparak ortaya koyduğu sonuçlar, günümüzde dahi oldukça önemlidir. Priestley, oksijen gibi hayati bir elementi keşfetmiş, farklı çalışmalarla fotosentez sürecini, su ve havanın içeriğini açıklamaya dönük çalışmalar yapmıştır ve başta kimya olmak üzere pek çok ilgili bilim alanı için yeni bir çağ açmıştır.

KAYNAKLAR

- Bowden, M. E. (2005). Joseph Priestley: Radical Thinker, *Chemistry International-News Magazine for IUPAC*, 25(3) <https://doi.org/10.1515/ci.2005.27.3.4>.
- Fara, P. (2010). Joseph Priestley: Doctor Phlogiston or Reverend Oxygen? *Feature*, 34(3), doi: 10.1016/j.endeavour.2010.07.005.
- Gutierrez, S. B., Song, J., Kim H. B. (2018). Experimental science: Joseph Priestley's influence in the infrastructure of the seventeenth-century science education, *Education Philosophy and Theory*, 51(6); 599-607, doi: 10.1080/00131857.2018.1493680.
- International Historic Chemical Landmark* (2004). Joseph Priestley and the Discovery of Oxygen.
- Jones, G. T. (2012). Joseph Priestley and the Inverse Square Law of Electrostatics, *Postings From Priestley House*. Erişim tarihi: 28. 06.2021 <http://www.ep.ph.bham.ac.uk/general/outreach/Priestley/islspring2012.pdf>
- Mckie, D. (1933). Joseph Priestley (1733-1804), Chemist, *Sage Publications*, Ltd. 28(109) 17-35.
- Porter, R. S. (1980). Science, provincial culture and public opinion in enlightenment England, *Journal for Eighteenth Century Studies*, 3(1), doi 10.1111/j.1754-0208.1980.tb00441.x.
- Reynolds, F. E., Pippenger, C. E. (2019). The earliest experimental convulsions by Joseph Priestley in 1766 friendship with Benjamin Franklin, *Epilepsi & Behavior*, 102, doi: 10.1016/j.yebbeh.2019.106555.
- Ritchie-Calder, P. (1982). The Lunar Society of Birmingham, *Scientific American*, a division of Nature America, Inc., 246(6), 136-145, <https://www.jstor.org/stable/24966620>.
- Robinson, E. (2014). The Lunar Society: Its Membership and Organisation, *The International Journal for the History of Engineering & Technology*, 35(1) doi: 10.1179/tns.1962.009.
- Schofield, R. E. (1957). The Industrial Orientation of Science in the Lunar Society of Birmingham, *Isis*, 48(4), 408-415, doi:10.1086/348607.
- Schofield, R. E. (1966). The Lunar Society of Birmingham; A Bicentenary Appraisal, *Notes and Records of the Royal Society of London*, 21(2) 144-161, <https://www.jstor.org/stable/531065>.
- Stout, D. (2020). Associationist Aesthetics: Priestley's Materialism and the Radical Picturesque, *European Romantic Review*, 31(3), 267-283 doi: 10.1080/10509585.2020.1747685.
- Szydio, Z. (2007). Who Discoverd Oxygen?, *Proceedings of ECOpole*, 1(1/2).
- West, J. B. (2014). Joseph Priestley, oxygen, and the Enlightenment, *American Journal of Physiology-Lung Cellular and molecular Physiology*, 306(2); L111-L119, doi: 10.1152/ajplung.00310.2013.

3 Benjamin Franklin Amerikalı bir yayımcı, siyasetçi ve bilim insanıdır.