

Optik ve Işığın Tarihsel Gelişimi ile Lazer Keşfi

Hatice BİLİCİ^{1,*}



Araştırma Makalesi

Takvim-i Vekayi
ISSN: 2148-0087

Basım (Published): 30.06.2024
Kabul (Acceptance): 20.03.2024
Gönderi (Submitting): 13.01.2023

Cilt (Vol): 12
No (Issue): 1
Sayfa (Pages): 36-45

Adres:

¹Recep Tayyip Erdoğan
Üniversitesi, Elektrik-Elektronik
Mühendisliği Bölümü, 53100, Rize,
Türkiye.

*Sorumlu Yazar (Corresponding);

E-mail: hatice_bilici22@erdogan.edu.tr

Anahtar Kelimeler: Optik, Foton,
Emisyon, Kuantum fizik, Maser,
Lazer.

TELHİS (ÖZ)

Lazer 20. yüzyılın çığır açan icatlarından biridir. Bu yüzyılda savaş döneminin bitmesiyle optik bilimi hızlı bir gelişme kat etmiştir ve lazerlerin keşfi gerçekleşmiştir. Bu çalışmada optik biliminin geliştirilmesinde ışığın antik çağdan başlayarak kısaca tarihsel süreci ele alınmıştır. Sonrasında elektronların ve ışığın davranış özelliklerinden bahsedilerek buradan lazerlere uzanılmış ve lazerlerin keşif süreçleri incelenmiştir.



Laser Discovery with Historical Development of Optics and Light

Research Article

ABSTRACT

Laser is one of the groundbreaking inventions of the 20th century. With the end of the war period in this century, optical science has made rapid progress and lasers have been discovered. In this study, the historical process of light in the development of optical science, starting from ancient times, is briefly discussed. Afterwards, the behavioral properties of electrons and light were mentioned, and from there, lasers were examined and the discovery processes of lasers were examined.

KEYWORDS

Optic, Photon, Emission, Quantum physics, Maser, Laser.

1. GİRİŞ

İlk çağlardan (M.Ö. 5-3. yy) günümüze ışıkla ilgili çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir ve lazerler ışığın gelişmiş en son halidir. Lazer ışığı 20. yüzyılın çığır açan icatlarından biridir. Geniş çapta yapılan değişimler önceki yüzyıllara göre 20. yüzyılı çok daha güçlü, küresel ve tehlikeli yapmıştır. Bu sosyal dönüşüm dönemine lazerler, belirli alanlarda damgasını vurmuştur. Deneysel olarak keşfi gecikse de Einstein bu yüzyılın ilk çeyreğinde "Kuantum Teorisi Üzerine" makalesinde uyarılmış ışımayı öne sürerek lazerleri kuramsal olarak ele almıştır. Deneysel açıdan lazerler 1950 sonrası yıllar içinde gerçekleşmiştir.

Lazer genel olarak uyarılmış radyasyon emisyonu sonucu ışığın yoğunlaştırılması şeklinde tanımlanabilir. İsmi "Uyarılmış Radyasyon Emisyonu ile ışık amplifikasyonu" anlamına gelen "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" kelimelerinin baş harflerinden alır. Lazerler başka bir ifadeyle parçacık özelliği dışında dalga özelliği de gösteren ışığın güçlendirilmesini sağlayan optik yükselticiler şeklinde de düşünülebilir. Günümüzde oldukça geniş kullanım alanları olan lazerler, tıpta çeşitli ameliyatlarda, askeriyede hedef işaretleme, lidar gibi uygulamalarda ayrıca yazıcı, barkod okuyucu gibi ticari uygulamalarda, kozmetikte, iletişimde, endüstride, araştırma konuları gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar.

2. TARİHÇE

1915 yılında Einstein, uyarılmış emisyon kavramından bahsetse de Alman İmparatorluğu' nun o yıllarda gelirleri savaşa ayrılmaktaydı, maaşlar ödenememekteydi ve ülkeler arasındaki işbirliği sekteye uğramıştı. Savaş döneminde Einstein uyarılmış emisyon kavramını devam ettirmemiştir ve savaş sonrasında evren modelleriyle ilgilenmiş, evrenbilim üzerinde çalışmalarına devam etmiştir. Lazer teknolojisi çalışmaları bu süreçte sekteye uğramıştır. Ayrıca hemen sonrasında gelen ekonomik kriz ve II. Dünya savaşı fizikçilerin çalışmalarını daha çok silah teknolojilerine ve sanayiye yoğunlaştırmasına

neden olmuştur. Tek dalga boyunda ışık denemeleri ve gerçekleştirme hayalleri 1950' li yıllar sonrasına kalmıştır.

2.1. 1950 Öncesi

İlk çağlardan (M.Ö. 5-3. yy) günümüze ışıkla ilgili çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Işıkla ilgili ilk çalışmalar görme teorisi üzerinedir. Bu bağlamda tarihte ilk aynalar olan volkanik camlar (Opsidiyen), ilk optik (Yunanca görünüş demektir) elemanlardır. Örneklerine M.Ö. 6000 yıllarında Anadolu' da rastlanmıştır (Helen, February 2011). Ardından (M.Ö.4000) Mısır (Enoch, October 2006) ve (M.Ö.3000) Mezopotamya' da (Ulusal Bilim ve Teknoloji Müzesi, 2009) cilalanmış bakır ayna örneklerine rastlanmıştır. M.Ö.2000 yıllarında ise Orta ve Güney Amerika' da cilalı taş aynalarına rastlanmıştır (Enoch, October 2006).

Optik tarihi gerçek anlamda merceklerin geliştirilmesiyle başlamıştır ve tarihte ilk merceğin başlarda Hollandalı gözlükçüler tarafından keşfedildiği düşünülse de 1850 yılında arkeolog Sir John Layard tarafından tarihte en eski merceğe - (Nimrud Merceği) M.Ö 700' lü yıllara ait- antik Asur kenti Nemrut' da rastlanılmıştır (World's oldest telescope?, 1999). O dönemde mercekler cilalı kristal veya kuartz' dan yapılmıştır. Asurluların oyma resimlerindeki ince işlemlerin büyüteç kullanılmadan yapılması neredeyse imkânsız görülmektedir. David Brewster o dönemde merceklerin ateş başlatmak ya da büyüteç olarak kullanıldıklarını düşünmekteyken Profesör Pettinato, Asurluların o yıllarda Saturn gezegenini yılanlarla çevrili bir tanrı olarak yorumlamalarının altında nimrut merceğinin teleskop olarak kullanılabileceği düşüncesinin yattığını düşünmektedir. Yine de tarihte ilk merceğin bir süs eşyası olarak da kullanılması muhtemeldir çünkü arkeologlar, merceğin kalitesinin düşük olduğunu, görmeye yardımcı olamayacağını düşünüyorlar. Aristoteles tarafından yazılan Bulutlar (MÖ 424), içeriğinde merceklerin bahsedildiği ilk eserdir ve eserde mercek ateş başlatmak amaçlı kullanılmıştır. Optik alanındaki bu gibi gelişmeler sonrasında görme kuramını da beraberinde getirmiştir. Optik üzerine tartışmaların yapıldığı antik çağda Yunan filozoflar, Demokritos, Epikuros, Platon ve Aristoteles, eserlerinde, bizim nesnelere nasıl algımızla ilgili çeşitli teoriler geliştirmişlerdir (Heath, A manual of greek

mathematics), (A History of The Eye, 2013). Demokritos, Epikuros, Aristoteles hiçbir deneysel çıkarıma dayanmaksızın görme eyleminde içe giriş teorisini desteklemekteydiler. Bu teoriye göre görme eylemi nesneden kopya bileşenlerinin göze gelmesi ve gözün kopya bileşeni yakalamasıyla gerçekleşmektedir. Demokritos bu esnada basınçlı havanın nesne ve göz arasında kasılıp dalgalandığını öne sürerken benzer şekilde Epikuros nesneden göze sürekli bir akışın olduğunu, nesnenin eksilmemesinin nedeni olarak havadaki bileşenlerin nesnedeki boşluğu doldurduğu düşünülmekteydi. Platon ise farklı olarak ortaya attığı yayılım teorisi ile gözden çıkan ışınların nesnelere çarptığına, görmenin gözden çıktığına inanıyordu. Aynı dönemde Aristoteles “Işığın özü beyaz ışıktır. Renkler aydınlık ve karanlığın karışımından oluşur .” sözüyle “Optik” kitabında ışığın renkleri üzerine durmuştur. Ayrıca gök kuşağının yağmur damlalarının bir yansıması olduğunu söylemiştir. Sonrasında Öklid aynalar ve yansımalar üzerinde çalışarak optik kırılma olayını gözlemlemiştir fakat teorik olarak bir açıklık getirememiştir (Euclid, 1999). Ardından Ptolemy yaptığı optik deneylerle ilk verileri elde etmiş olsa da Platon’ un hatalı teorilerine inanmaktaydı. Optik üzerine asıl gelişmeler İslamiyet’in ilme verdiği değerinde İslami Dönemde gerçekleştirilmiştir. Bu dönem ilim insanları öncelikle antik yunan dönemi teorilerini kavradı sonrasında optikte oldukça büyük ilerlemeler gösterdiler. İslami düşünür İbn el Haythen (Alhazen) ilk kez ışık diyagramı çizmiştir ve mantıksal ve deneysel olarak Platon’ un düşüncelerini çürütmüştür. 17-18. yy’ da Newton ışığı spektral olarak inceleyerek ışığın renkli parçacıklardan oluştuğu fikrini ortaya atmıştır. Christiaan Huygens 1629-1695 yıllarında yaptığı çalışmalarla, kırılma ve yansıma olaylarını ışığın bir dalga olduğu teorisiyle açıklamıştır. 1773-1829 yıllarında Thomas Young, Young deneyi ile ışığın dalga teorisini kanıtlamıştır.

Yıllarca parçacık özelliği ile ele alınan ışık 1801 yılında ışığın parçacık özelliğinin yanında dalga özelliği gösterdiği Young’ ın çift yarık deneyi ile ispatlanmıştır. Bu deneye göre ışık parçacık özelliğinin dışında dalga özelliği de gösterdiği, çift yarıktan geçirilen ışık ışınlarının birbirini yer yer sönmemesiyle fark edildi (Bilgili & Toprak, 2020). Buna göre ışık parçacık özelliğinin dışında aynı zamanda dalga gibi davranmakta ve bu dalgalar üst üste bindiğinde sönmeme ya da aynı fazda parlama göstermekteydi. Bu deney ışıkta bir devrim yaratmıştı çünkü sonrasında aynı deney bu kez elektron

fırlatılarak gerçekleştirildiğinde deney sonucunda yine benzer desenler gözlemlenmişti ve bu aslında evrende her şeyin bir dalga boyu olduğunu göstermişti. Momentumla ilişkilendirildiğinde kütleli büyük cisimlerin dalga boyu çok çok küçük olduğundan gözle görülemezdi. Dalga özelliği gösteren elektronların davranışları belirsizdi ve olasılıklar denizini oluşturmaktaydı. Sonrasında ışığın bu özelliklerini göz önünde bulundurarak Heisenberg bir belirsizlik ilkesi ortaya attı ve ışığın momentum ve konumunun aynı anda belirlenemeyeceğini söyledi (Busch, Heinonen, & Lahti, 2007). Buna göre ışığın dalga özelliği ele alınarak momentumunun belirleneceği çalışmada konumu ışık yayılım gösterdiği için kesin olarak belirlenemezdi. Elektron parçacık olarak ele alındığında ise konumu belirleniyordu fakat momentum hesabı için fotona maruz kalmış elektronun zaman içerisinde davranışının incelenmesi doğru olmazdı. Belirsizlik ilkesiyle birlikte atom modeli çekirdek etrafında elektronların çizgisel kesin konumları yerine elektron bulutları şeklinde ele alındı. Sonrasında elektronların sonsuz ve sonlu potansiyel kuyu içerisindeki davranışları incelendi. Klasikte sonlu bir kuyu içerisinde elektronun kuantizesi, olasılık dalga fonksiyonları ve elektron dağılımları incelenirken klasik yorumdan farklı olarak kuantum mekaniği yorumu bunun sonsuz bir kuyu olduğunu ve parçacıkların kuyunun dışında da bulunabileceğini söyledi (Bambi, Baowen, Jie, & Yan, 1999). Hatta sonrasında elektronun potansiyel bariyeri içinden sızarak tünelleyebileceği ve diğer tarafta bulunabileceği olasılığının olduğu keşfedilmiştir. İlerleyen yıllarda elementlerin kendine özgü emisyon ve absorpsiyon spektrumları çıkartılmıştır. Her element bir dizi enerji seviyesinden kaynaklanan kendine özgü dalga boylarında emisyon ve absorpsiyon özellik göstermiştir. Kendine özgü dalga boyları çünkü enerjinin kuantizasyonu uyarılmış atomların emisyonunun ya da uyarılan atomların absorpsiyonunun yalnızca belirli dalga boylarında olduğu sonucunu vermiştir (Friedman, Gover, Kurizkl, Ruschin, & Yariv, 1988). Dalga boylarının enerji seviyesi farklarına denk geldiği düşünüldüğünde benzer şekilde yörüngeler arası elektron geçişleri rastgele değildirler ve yasak izinli geçişleri vardır ve bu durum elementlerin kuantum sayılarıyla ilişkilidir. Sonraları elektron davranışları Hund kuralı ve Pauli dışlanma ilkesi ile biraz daha somutlaştırılmıştır. Lazerler için ışığın ve elektronların tüm bu davranışsal özellikleri önemli kavramlardır. Bu kavramlar lazerlerin karakteristiği ve

çeşitliliği ile ilişkilidir. Bu çeşitlilik kuantum boyutunda atomların davranışları ve elektronların bulunma olasılık fonksiyonları gibi kavramlarla açıklanabilir. Benzer şekilde absorpsiyon, kendiliğinden emisyon ve uyarılmış emisyon kavramları önemli kavramlardır. Elektronlar, kendilerine uygulanan fotonun soğrulmasıyla yüksek enerji seviyelerine uyarılabilmektedir veya kararlı hale gelmeye çalışan elektron yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyelerine geçebilir ve bu geçişinde foton yayar. Uyarılmış emisyonda ise belirli frekansta gönderilen foton, yüksek enerji seviyesindeki elektronun düşük enerji seviyesine geçişine neden olur ve emisyon sürecini uyarır. Sonuçta yayılan foton incelendiğinde gelen foton ile aynı faz, aynı yön ve aynı frekansa sahip olduğu görülür. Gelen foton aynı özellikte iki giden fotonla sonuçlanır. Böylece uyarılmış emisyon fenomeniyle foton amplifikasyonu sonucu ışık yükseltici cihazların yani lazerlerin üretimi mümkündür. Lazerler tutarlı ve odaklanmış foton demetidir. Eşit faz, frekans ve eşit dalga boyuna sahip fotonlar (Hecht, 2010).

Bu yıllarda lazerler Einstein her ne kadar uyarılmış emisyon kavramından bahsetse de ve yine sonrasında Rus fizikçi Valentin A. Fabrikant 1940 yılında gaz deşarjındaki uyarılmış emisyon için ışığı yükseltebileceği fikrini öne sürse de herhangi bir rezonatör önerilmediğinden kuramsal bir tanım olarak kalmıştır.

2.2. 1950 ve sonrası

Soğuk savaş gerilimleri nükleer savaşa yol açabileceği düşüncesiyle, 2. Dünya Savaşı sonrası dönem kendisini yaygın bir teknolojik ilerlemeye ve iyimserliğe bırakmıştır. Mühendis sayılarında artışlarla birlikte savaş yıllarındaki fikir ve ekipmanlarla transistör, bilgisayar ve lazer teknolojisi hızla büyümüştür. Dönemin bilim insanlarından Nikolay Basov savaş için radyo iletişimi geliştirmek adına çalışmalar yapmaktaydı ve tek bir dalga boyunda radyo iletişim sinyalleri göndermeyi amaçlamıştı. Asker yıllarından arkadaşı Alexander Prokhorov ise aynı dönem mikrodalga üzerine çalışmaktaydı. İki bilim insanı bir araya gelerek Basov' un iletişim cihazı üretme fikrine mikrodalga ile devam etmişlerdir ve daha yüksek verimde sonuçlar elde etmişlerdir. Sonrasında Amerikalı bilim insanı Charles H. Townes, öğrencisi

James Gordon ile birlikte, Basov' un teorisini kullanarak 1954 yılında sıvı amanyok dolu cam tüpe gönderdiği mikrodalga ışınları ile parlak bir ışın üretmeyi başarmıştır (Gordon, Zeiger, & Townes, 1954). Ardından bu üç bilim insanı bir araya gelir ve 24GHz gibi yüksek frekanslarda yayın yapabilen MASER adını verdikleri Mikrodalga Büyütmeli Uyarılmış Işıma Işınımı cihazı üretmiş olurlar. Sonraki yıllarda Basov, Prokhorov ve Townes Nobel Fizik Ödülü almışlardır. Gordon Gould sonraları yüksek manyetik alan etkisinde bıraktığı katı bir maddeye ışık gönderip parlamasını sağlamıştır ve bunun için oldukça büyük bir ekipman kullanmıştır. Bu hantal ekipman sık sık sigortaları attırmakta ve yarım saatten fazla çalışmamaktaydı. Gordon Gould' un günlük hayatta kullanımını düşündüğünde görünür bölgede çalışabilecek ve manyetik alan yaratmasını istediği bir teknoloji geliştirmesi gerekiyordu. Böylece rezonatör fikri ortaya çıkmıştı. Gordon 13 Kasım 1957 tarihinde noter tasdikli defterinde Fabry-Pérot rezonatörü planını çizmiş ve LASER kelimesini türetmiştir (Hecht, 2010). Tüm dalga boyları için bu prensiple yapılan cihazlarda artık bu terim kullanılmıştır. Sonrasında Golden Gould laboratuvarında yaptığı ilkel lazeri geliştirmek için aynı zamanda taşınabilir manyetik alan yaratacak cihaz olsun istiyordu. Prokhorov bir çözüm önerisi sundu ve ardından Gould sarımlı bir florasan lamba ve içerisinde hareket eden yüklerle oluşturduğu manyetik alan tasarımınının 1960' da patentini satın aldı ve bu tasarım üzerinden lazerlerin üretilmesi için ortaya lisansla alakalı belli şartlar koydu. Şartlar lazerlerin, bilimsel araştırmalarda ve devlet işletmelerinde ücretsiz olarak çoğaltılabileceği fakat özel şirketlerin lisans ücreti ödemeleri gerektiği şeklindeydi. Ardından 16 Mayıs 1960' da Theodore H. Maiman yakut kristalinin etrafını florasan lamba ile sararak lazeri çalıştırdı ve kırmızı renkte sabit bir ışık elde etti (Maiman, 1960). Böylece Theodore H. Maiman tarihteki ilk optik lazeri üretmeyi başarmıştır.

3.SONUÇ

Lazerin çalışma prensibi altında fotonların uyarılması yatar. Fotonlar kullanılan malzemeye göre gaz, sıvı, boya vb. farklı farklı dalga boylarında yayılım özelliği gösterebilirler. Lazerlerin en güzel yanı onları eşsiz kılan birbirinin aynısı fotonlar yayıyor olmalarıdır. Bu çalışmada ışığın, elektron ve

Takvim-i Vekayi

fotonların davranışlarının tarihsel olarak incelenmesi yapılmış bu incelemeler sonrasında lazerin keşfine gidilmiştir. Lazerin keşfi savaş döneminin etkisiyle sekteye uğrasa da gecikmemiş savaş dönemi sonrası teknoloji bilim insanlarına lazerin keşfini vazgeçilmez kılmıştır. Bunun yanında lazerin keşfi sonrası lazerler için sorun arayan çözüm kavramı geçmiştir. Sonrasında lazerlerin hızla çeşitlenmesi ve gelişmesi aslında çözümlerin birçok sorunu olduğunu ortaya koymuş, hayatımızın hemen her alanında yer edinmiş ve kolaylıklar sağlamıştır.

KAYNAKÇA

- T. L. Heath içinde, A manual of greek mathematics. Courier Dover Publications (s. 181-182).
- (1999), Ö. (tarih yok). Öklid'in "Optik" kitabının Arapça kopyası= Kitāb Uqlīdis fī ikhtilāf al-manāzir. E. K. (Ed.). içinde New York: Springer.
- A History of The Eye. (2013, Eylül 1). <https://web.stanford.edu/class/history13/earlysciencelab/body/eyespages/eye.html> adresinden alındı
- Bambi, H., Baowen, L., Jie, L., & Yan, G. (1999). Quantum Chaos of a Kicked Particle in an Infinite Potential Well. PHYSICAL REVIEW LETTERS, 1-4.
- Bilgili, M., & Toprak, M. (2020). Kuantum Mekanığı, Sosyal Bilimler Felsefesi ve Coğrafya. Dergipark, 4.
- Busch, P., Heinonen, T., & Lahti, P. (2007). Heisenberg's uncertainty principle. ScienceDirect, 155-176.
- Enoch, J. (October 2006). History of Mirrors Dating Back 8000 Years. Optometry and Vision Science, 775-781.
- Euclid. (1999). The Arabic version of Euclid's optics = Kitāb Uqlīdis fī ikhtilāf al-manāzir. içinde New York : Springer.
- Friedman, A., Gover, A., Kurizkl, G., Ruschin, S., & Yariv, A. (1988). Spontaneous and stimulated emission from quasifree electrons. American Physical Society, 1-65.
- Gordon, J. P., Zeiger, H. J., & Townes, C. H. (1954). Molecular microwave oscillator and new hyperfine structure in the microwave spectrum of. Physical RReview, 282-284.
- Heath, T. L. (tarih yok). A manual of greek mathematics. Courier Dover Publications.
- Hecht, J. (2010). Short history of laser development. Optical Engineering, 1-23.
- Helen, F. (February 2011). The Origins of Mirrors and their uses in the Ancient World. L'Antiquaire & the Connoisseur. Archived.
- Maiman, T. H. (1960). Optical and Microwave-Optical Experiments in Ruby. American Physical Society, 1-4.
- Ulusal Bilim ve Teknoloji Müzesi. (2009, Temmuz 3). Stockholm. <https://web.archive.org/web/20090703101416/http://www.tekniskamuseet.se/templates/Page.aspx?id=12447> adresinden alındı
- World's oldest telescope? (1999, Temmuz 1). BBC NEWS: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/380186.stm>