

METALS N OTHERS

2.SAYI

HAZİRAN - TEMMUZ - AĞUSTOS

JEDİ TEKNOLOJİSİ Mİ? HAYIR, METALURJİ HARİKASI!

“Daha uygar çağ için zarif bir silah.” - Obi-Wan Kenobi

“BİR ARKEOLOG GÖZÜNDEN
METALURJİNİN DOĞUŞU,
SANAYİLEŞME ÖNCESİ
MADENCİLİK,
İLK ÇAĞLARA GENEL BİR
BAKIŞ”

“NANOKOMPOZİTLERLE
GELECEĞİ
İNŞA ETMEK”

GELECEĞİ
PARMAKLARINIZDA HİSSEDİN:
SAMSUNG RİNG İLE
TEKNOLOJİ VE SAĞLIKTA
YENİ DÖNEM

METALS N OTHERS ADINA SAHİBİ

TAYFUN FINDIK

YAYIN YÖNETMENİ

UĞUR ÖZDEMİR

EDİTÖR

RÜVEYDA ÜNAL

YARDIMCI EDİTÖR

ERDEM KILIÇ

YAYIN KURULU

**ÇAĞAN GÖKDENİZ GÜMÜŞ
ZAHİDE DİLARA GENCAN
BAHRİ BURAK KARACA**

SEÇİCİ KURUL

**SHANLI SALAHI
DİLAY KÜÇÜK
ULAŞ SARIOĞLU
MERVE ŞAHİN
MERVE SUDE KAYIŞ
TUĞÇE HİLAL SARIASLAN
ALPER ACAR**

TASARIM EKİBİ

**İREM YILDIZ
EMRE ERGÜL
DOĞUKAN ÖZMEN**

KAPAK TASARIM

CAFER BAYRAK

İLETİŞİM SORUMLUSU

EMİNE İREM ÇELİKER

YAZIŞMA ADRESİ VE İLETİŞİM

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi
Tel : +90 551 394 95 26
metalsnothersdergi@gmail.com

- Yayın kurulu yazılar üzerinde değişiklik yapabilir.
- Yazıların içeriğinden yazarlar sorumludur.
- Gönderilen yazılar yayınlansın ya da yayınlanmasın iade edilmez.
- 'Metals N Others' adı anılmadan alıntı yapılamaz.



İÇİNDEKİLER



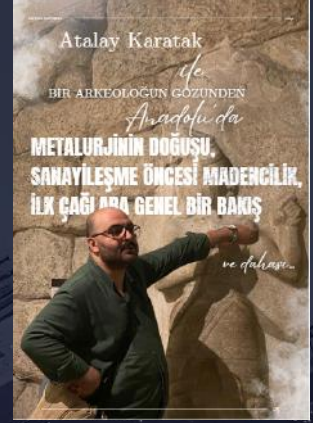
12

**SEM İLE MİKRO
KOZMOSUN
DERİNLİKLERİNE DOĞRU**



21

MODEL UÇAKLAR



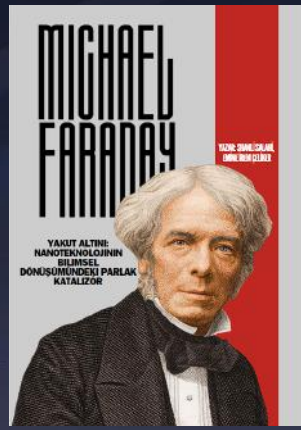
25

**METALURJİNİN DOĞUŞU,
SANAYİLEŞME ÖNCESİ
MADENCİLİK, İLK ÇAĞLARA
GENEL BİR BAKIŞ**



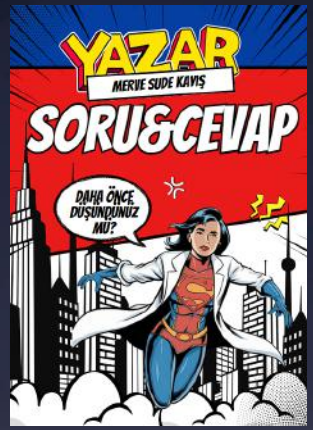
35

**STAR
WARS
IŞIN KILICI**



47

MICHAEL FARADAY



58

SORU&CEVAP

08

Prof.Dr. Adem Kurt Anısına

68

Kalıntı Gerilmeler

91

Çelik Kubbe

17

**Concerde - Ses Duvarını
Aşan Hayal**

72

**Doğa ile Teknolojinin
Buluşma Noktası:
Nanoteknoloji**

93

Elektrikli Araçlar ve Piller

43

**Pseudo Plastikler ve D30
Malzemesi**

76

Ay'da Grafen Keşfi

96

**Araçlarda Farklı Piller ve
Grafen Kullanımı**

53

Esra İçaçan ile Gazili Olmak

82

**Yeni Nesil Güç Yüzükleri:
Samsung Ring**

100

İnternetin İcadı

65

**Yeşil Sahaların Ürünü - EURO
24**

85

**Yakın Tarihte Metalurjiye
Yön Verenler**

103

**Geleceğe Yön Veren
Malzemeler -
Nanokompozitler**



katkılarıyla



+90 554 314 09 69
+90 312 258 64 62



info@mst-global.org



mst-global.org



Kızılırmak mh. 1445 sk. Paragon Tower
No: 2/1 İç Kapı No: 113 Çankaya/Ankara

EDİTÖR

RÜVEYDA ÜNAL

KLASİK FİZİKTEN BAŞKA EVRENLERE, MÜHENDİSLİĞİN DOKUNABİLECEĞİ HER KONUYA...

Sevgili okurlarımız,

İlk sayımızdan sonra aldığımız geri dönüşler, tebrikler, gururlu bakışlar, karşılaştığımız yerde elimizi sıkkan hocalarımız, yıllar önce aynı sıralarda bizlerle okumuş kişilerin heyecanlı mesajları ve daha nice... Hepsi bizlere yaptığımız işin ne kadar güzel, emeğimizin ne kadar görünür ve çabamızın ne kadar yerine ulaştığını gösterdi. Minnettarız ve sizlerden aldığımız geri dönüşler heyecanımızı yaptığımız işe karşı diri tutmaya devam ediyor.

Desteklerini esirgemeyen, bizlerle büyüyen, artık biz sormadan yardım etmeyi ve dergiyi daha iyi bir yere taşımayı arzulayan bir kitleye, okurlara, ekibe ulaştık. Bu, ilk sayımızla yakalayamıy arzu ettiğimiz ilk hedeflerimizdendi. Hedefimizi gerçekleştirmiş olmanın haklı gururunu biz de sizlerle beraber yaşıyoruz.

Öğrenci yazar ekibinden sektörün zirvelerinde çalışan isimlere, akademisyenlerden bilim camiasına meraklı herkesin bir şeyler kaleme alabileceği fikri hür, düşünen, yorumlayan dergi olmaya bu sayımızda da devam ediyoruz. Vizyonumuzdan şaşmayarak klasik fizikten başka evrenlere, mühendisliğin dokunabileceği her konuya değindik. Bu sayımızda dikkat çekmek istediğimiz ilk tamamımız ise; başka bir evrene bile ait olsa, mantık çerçevesine oturtulduğunda her üretimin bir mühendislik açıklaması olabileceğidir.

Bu sefer zaman çizelgemizi milattan önce 8000'den başlatıp günümüze kadar getirdik. Halk ağzından bir tabir kullanacak olursak; 'Metalciliğin' yer kürenin düzeninin kurulmaya başladığı dönemden bugüne ne denli önemli olduğunu vurgulamak ve evrileceği yer nanobilim dahi olsa bu branşa bağlılığın hiçbir zaman kopmayacağını vurgulamak istedik. "Jedi da olsanız bilim çerçevesinde açıklayamadığınız her şey biraz eksiktir." önermesi ile yola çıktığımız bu sayıda, "Herkes için bilim!" gibi komik bir sloganımız olmasa da "Başka evrenlerde metalurji denemeleri" gibi bir motivasyon zannediyoruz herkesi tatmin edecektir.

Ekip arkadaşlarıma bu sayıda da göstermiş oldukları özveriden dolayı teşekkür ediyor, bir kere daha 'çok iyi' bir iş çıkarttığımızı gönül rahatlığıyla söyleyebiliyorum. Her geçen gün büyüyen ekibimizde hala aramızda yeni kişiler görmeye açık olduğumuzu belirtmek isteriz.

Hepinize keyifli okumalar diler, bizlerle aynı heyecanla sayfaları değiştirmenizi ümit ederiz. Saygılarımla,

Editör
Rüveyda ÜNAL





Prof. Dr.
**ADEM
KURT**
Anusina...

*Okulumuz akademisyenlerinden kıymetli hocamız
Prof. Dr. Adem Kurt'un kaybının hüznünü
öğrencileri ve onunla yıllarını geçirmiş dostları
olarak hala yaşamaktayız. Hocamızı yad etmek ve
aslında onu çok iyi tanıyan, en yakın dostlarından
biri olan Prof. Dr. Yusuf Özçatalbaş hocamızdan bir
kez daha dinlemek, bilmeyenlere onun nasıl biri
olduğunu anlatmak ve Adem hocamızın 29 Nisan
2022 tarihinde "Akademik Akıl" sitesinde
yayımladığı "Metaller ve Adalet" adlı yazısını sizlerle
paylaşarak ruhunu şad etmek istedik. Aramızda
bulunduğu süre boyunca biz öğrencilerine karşı
elinden gelen her şeyin en iyisini yapmış, hiçbirimizi
incitmemiş, güler yüzünü bizden hiç eksik etmemiş
hocamızı çok özlüyoruz. Yattığınız yer ışıksın
hocam...*

-Öğrencileriniz...

Prof. Dr. ADEM KURT Hayattayken..

Doğumundan ölümüne kadar geçen 66 yıllık hayatının her anı, mücadele ve başarı öyküleriyle geçmiş... Babasını hiç tanıyamadan çocuk yaşta kaybetmiş, başka şehirdeki mezarını tesadüfen 20 yıl sonra bulabilmiş... Alaca'nın küçük bir köyünde küçük yaşta tek başına başladığı hayat mücadelesine, Başkent'te Türkiye'nin önemli bir üniversitesinde seçkin bir akademisyen olarak son vermiştir.

Bu başarıya ulaşılan yolun ne denli zor olduğu tasavvur edilebilir sanırım. Zira hayatın/yaşamın zorluklarının öğretileriyle elde edilen kazanımları ve akademik sürecin öğretilerini birleştirirseniz ortaya; üretken, çalışkan ve azimli bir akademisyen ama aynı zamanda vefakar, cefakar iyi bir dost çıkar. Üzülen ama üzmeyen, mağdur olan ama mağdur etmeyen, sabreden ve özünde insanı seven bir insan. Yılların birikimi sadece bilimsel değil aynı zamanda fıkralarla veya kıssadan hisselerle gerektiğinde taşı gediğine koyan bir hoca. İnsani ilişkilerinde genellikle samimi, hoşsohbet ve nüktedan bir insan. Yaklaşık 40 yıllık dostluğumuzda onu hep hoşgörüsü ve sabrı ile hatırlayacağım. Ancak, vefatıyla fakültede düzenlenen merasime, ülkemizin dört bir yanından son vazifelerini yapmak ve helalleşmek için koşarak gelen vefakar öğrencileri, arkadaşlarının ve dostlarının kalabalığı beni derinden etkilemiştir. Hayatı boyunca belki de en büyük kazancının insan olduğunu orada cenaze merasiminde anladım. O anki düşünce ve hislerimi yansıtan şiirimi paylaşmak isterim.



Adem KURT'un Ardından..

İnsanı ebediyete uğurlarken musalladan,
Ne bir nefes ne de bir ses merhumdan.
Tarifsiz bir yoklukla dolu her yer,
İşte geri dönüşü olmayan şey...

Biliyoruz, ne ekersen biçersin onu,
Hem orada hem de burada, doğru.
Orasını Allah bilir ama, gaipten
Sanki bir ses duydum burada, Adem'den..

Ektiği sevgi ve tebessüm çehresinde,
Burada ayak sesleriydi, musalla çevresinde.
Yokluğundan varlığına dönen o ses,
Gönüllerde yaşayan Adem'den nefes.

Demek ki verse de son nefesi,
Susmuyor gönüllerdeki muhabbet sesi.
Rabbim nasip etsin herkese,
Gönüllerde yaşayan nefesi, sesi..

Rabbim rahmet eylesin, mekanı cennet olsun...

Yusuf Özçatalbaş
16 Mart 2024 / Ankara

Metaller ve Adalet

Yazar: Adem KURT

Bizim eğitim tedrisatımızda maddeleri canlı ve cansız olarak ikiye ayırırlar. Bunu hiç sorgulamadan kabul eder ve bütün bilimsel tezlerimizi bunun üzerine kurarız. 'Acaba öyle mi?' sorusunu sormayız. Oysa gerçekler öyle değil. Bizim cansız olarak da öğrendiğimiz maddeler aslında canlıdırlar. Metalik malzemeler atomik yapıdırlar ve atomlar proton ve nötronlardan oluşan pozitif yüklü çekirdek ve çekirdeğin etrafında negatif yüklü elektronlardan oluşurlar. Pozitif yüklü çekirdek ile negatif yüklü elektronların çekim kuvveti vardır ve elektronlar çekirdeğin etrafında hareket halindedirler. Atomların hareketinin sıfır olması mümkün değildir. Ancak -273 dereceye soğutulduğunda yani 0 Kelvin derecesinde sıfıra yakındırlar ama sıfır değildirler. Her elementin atom yapıları farklıdır ve farklı titreşim ve difüzyon (yani yayınıma) katsayılarına sahiptirler. Metalik malzemeler kristal yapıdırlar ve bu kristal yapıya birim hücre denir. Milyonlarca birim hücrelerin bir araya gelmesi ile tane oluşur.

Kolay anlaşılması adına narı örnek verebiliriz, her bir nar tanesini bir birim hücre düşünelim ve yüzlerce veya onlarca nar tanesi bir araya gelince etrafı bir zar tabakası ile sınırlanıyor bildiğiniz gibi. İşte bu zarla kaplı yüzlerce nar tanesi gibi metallerde de birim hücreler bir araya gelerek bir taneyi oluşturuyorlar. 'Şimdi bunda ne var, niye anlattın?' diyeceksiniz belki de. Ama esas anlatmak istediğim de burada saklı zaten

Yukarda ifade ettiğim gibi atomlar hareketsiz değil ve sıcaklıkla atomların hareketleri artmakta ve atomlar arası mesafe uzamaktadır. Nihayet tüm metalik yapının sıvı hale geçmesi sıcaklığın katı metalin tüm atomlarının birbirleriyle bağıni koparmasıyla gerçekleşiyor (ergime sıcaklığı). Sonra ne oluyor? Sıvı hale geçen metalin atomları düzensiz bir dağılımda ve kararsız (dengesiz) haldedir. Sıvının ısı kaybetmesiyle atomlar kendiliğinden sıcaklık değerinin gerektirdiği atomik dizilişe geçiyorlar. Atomların bu dizilişleri kristal yapılarına göre dizilip birim hücreyi oluşturuyorlar. Metaller genellikle hacim merkezli kübik, yüzey merkezli kübik ve sıkı paket hegzagonal şekillidirler. Birim hücreler büyüyerek taneyi oluşturuyorlar.

Ancak bu tanelerin büyümesi komşu taneyle temas edene kadar sürüyor. Yan taraftan veya ön taraftan başka büyüyen bir tane ile temas edince büyüme duruyor. Yani komşu tanenin sınırını ihlal etmiyor. Ancak sınır ihlallerinin görüldüğü durumlarda yine insan müdahalesi ile gerçekleşiyor. Eğer bir tanenin enerjisi yüksek ise o durumda enerjisi yüksek olan tane enerjisi düşük olanın sınırını ihlal ediyor. Tanenin enerjisi de dışardan verilen ısı enerjisi ile artıyor. Ya da mekanik zorlamalar ile soğuk şekil değiştirmeye zorlandığında şekil değişen bölgede tanenin iç enerjisi artıyor ve sınır ihlali gerçekleşiyor.

Tüm evren adil bir sistemle denge halindedir. Adaletin bozulması dengesiz ve kararsız yapıların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Kısaca doğal denge insanlar tarafından ihlal edilmektedir.



YAZAR
Shanlı Salahl

KEŞİF
YOLCULUĞU

ile

Mikrokozmos'un

DERİNLİK
LERİNE
DOĞRU

Görünmeyeni

GÖRÜNÜR KILAN TEKNOLOJİ

Taramalı elektron mikroskopunda (SEM), enerjileri tipik olarak 40 keV'ye kadar olan ince bir elektron probu numuneye odaklanır ve paralel çizgiler deseni boyunca taranır. Görüntü oluşturmak veya numune yüzeyini analiz etmek için toplanan elektronların çarpması sonucunda çeşitli sinyaller üretilir. Bunlar esas olarak birkaç on eV'lik enerjilere sahip ikincil elektronlar (SE), birincil ışıktan geri saçılan yüksek enerjili elektronlar (BSE) ve karakteristik X ışınlarıdır. Hazırlanan yazı, fiziksel etkileşimlerin pratik bir araçta kullanılmasına olanak tanıyan ve SEM'i malzeme ve yaşam bilimlerinde bugün olduğu kadar güçlü bir enstrüman haline getiren en önemli gelişmeleri incelemeyi hedeflemektedir.

Taramalı elektron mikroskopunun (SEM) tarihi, elektron optiğinin geliştirilmesiyle başlamıştır. 1926'da Busch, yüklü parçacıkların eksenel simetrik elektrik ve manyetik alanlardaki yörüngelerini inceledi ve bu tür alanların parçacık mercekleri gibi davranarak geometrik elektron optiğinin temellerini attığını gösterdi [1]. Neredeyse aynı dönemde, Fransız fizikçi de Broglie parçacık-dalga kavramını tanıttı. Yüklü parçacıklar ile bir frekans ve dolayısıyla bir dalga boyu ilişkilendirildi: dalga elektron optiği başladı [2]. Elektron optiği alanındaki bu iki keşfin ardından elektron mikroskobu fikri şekillenmeye başladı.

Malzemelere

DERİNLEMESİNE BAKIS

1931 yılında, de Broglie'nin birkaç sene önce 1925 yılında, tanımladığı "madde dalgası" hipotezinden bağımsız olarak Ruska ve Berlin'deki araştırma grubu elektron mikroskopisi üzerinde çalışıyordu. Elektronlarda dahi bir dalga boyunun bulunması, çözünürlüğü sınırlayacağını öğrenmeleri onları hayal kırıklığına uğrattı. Ancak de Broglie denklemini kullanarak elektron dalga boylarının, optik mikroskopta kullanılan ışığın dalga boyundan neredeyse beş kat daha küçük olduğunu buldular. Bu nedenle, elektron mikroskoplarının hala ışıklı daha iyi çözünürlük sağlayabileceği düşünüldü ve bu hedeften vazgeçmek için bir neden yoktu. 1932 yılında, Knoll ve Ruska elektron mikroskopunun çözünürlük sınırını tahmin etmeye çalıştılar.

SEM

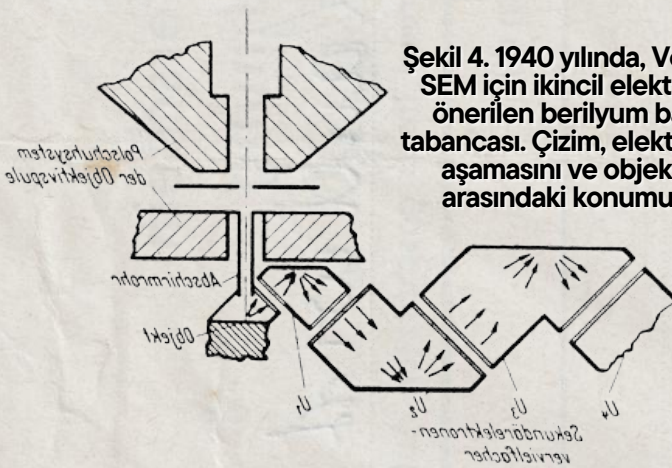
Işık mikroskopunun çözünürlük sınır formülünün malzeme dalgaları için hâlâ geçerli olduğunu varsayarak, elektronların dalga boyunu 75 kV hızlandırma geriliminde ışık dalga boyunun yerine koydular. Teorik olarak 0,22 nm'lik bir sınır belirlendi, ancak bu değere deneysel olarak 40 yıl sonra ulaşılabildi. Her ne kadar bu hesaplamalar, yüksek büyütmelerde çalışırken ışık mikroskopundan daha iyi bir çözünürlüğe ulaşmanın mümkün olduğunu kanıtlamış olsa da [3], birçok teknik sınırın aşılması gerekmektedir. Ruska ve Knoll, Busch'un mercek formülünü deneysel olarak uygulamaya çalıştılar. Çalışmaları, 1931'de 16 kat büyütmeyle sahip ilk geçirimli elektron mikroskopunun (TEM) yapısıyla sonuçlandı [4].

Şekil 1. Dağlanmış alüminyumun oksit replikasının ilk TEM görüntüsü (Mahl, 1940).

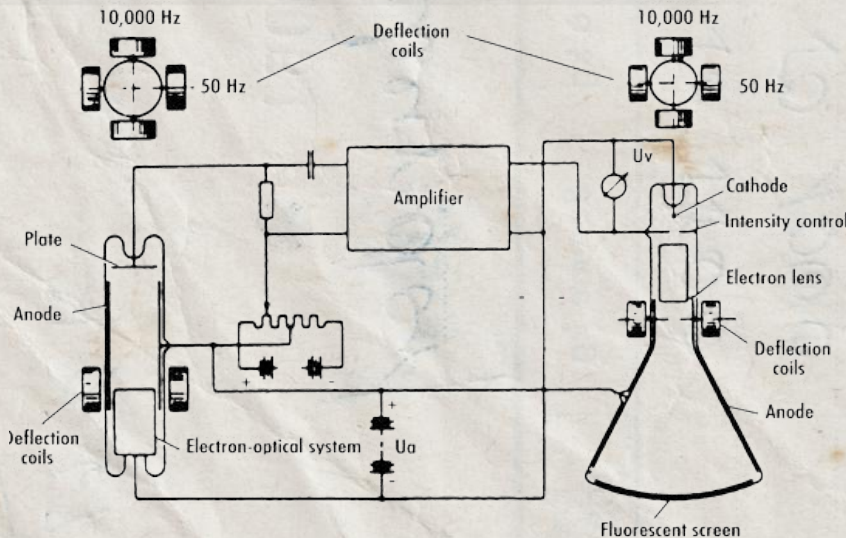
Knoll, 1935 yılında ilk "taramalı mikroskopu" yaptı. Ancak, ince bir prob üretmek için küçültücü mercekler kullanmadığından dolayı odaklanmış ışının numune üzerindeki çapı nedeniyle çözünürlük sınırı yaklaşık 100 μm idi.

Von Ardenne,

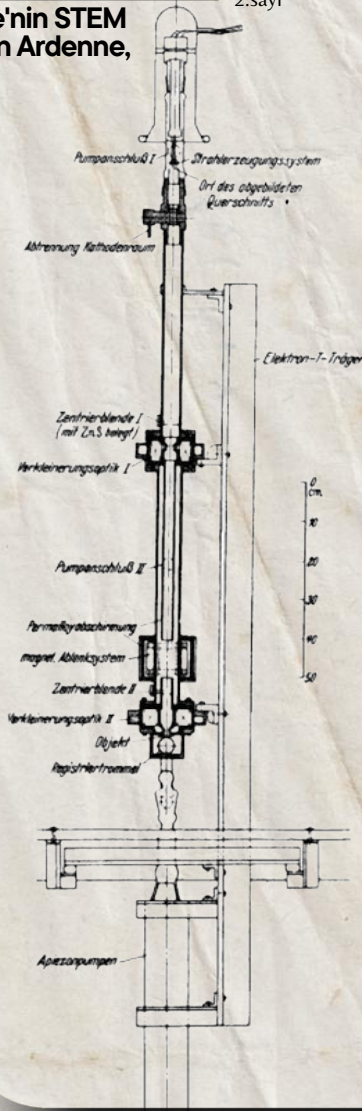
1938 yılında bugün bildiğimiz taramalı mikroskopun teorik prensiplerini açıkça ortaya koydu. İnce numuneler için elde edilen çözünürlükte TEM ile rekabet etmek zor olduğundan, aramalı mikroskopi gelişimi daha çok numunelerin yüzeyini gözlemlemeye yönlendirildi.



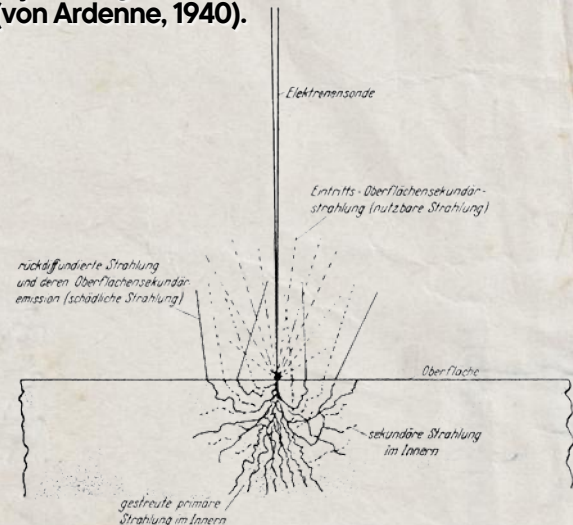
Şekil 2. Knoll elektron ışını tarayıcısının şematik diyagramı (Knoll, 1935).



Şekil 3. Von Ardenne'nin STEM kolonunun kesiti (von Ardenne, 1938b).



Şekil 5. Von Ardenne'in bir yüzeyin ikinci elektron (BSE) görüntülemesine ilişkin tartışmasını gösteren diyagram (von Ardenne, 1940).



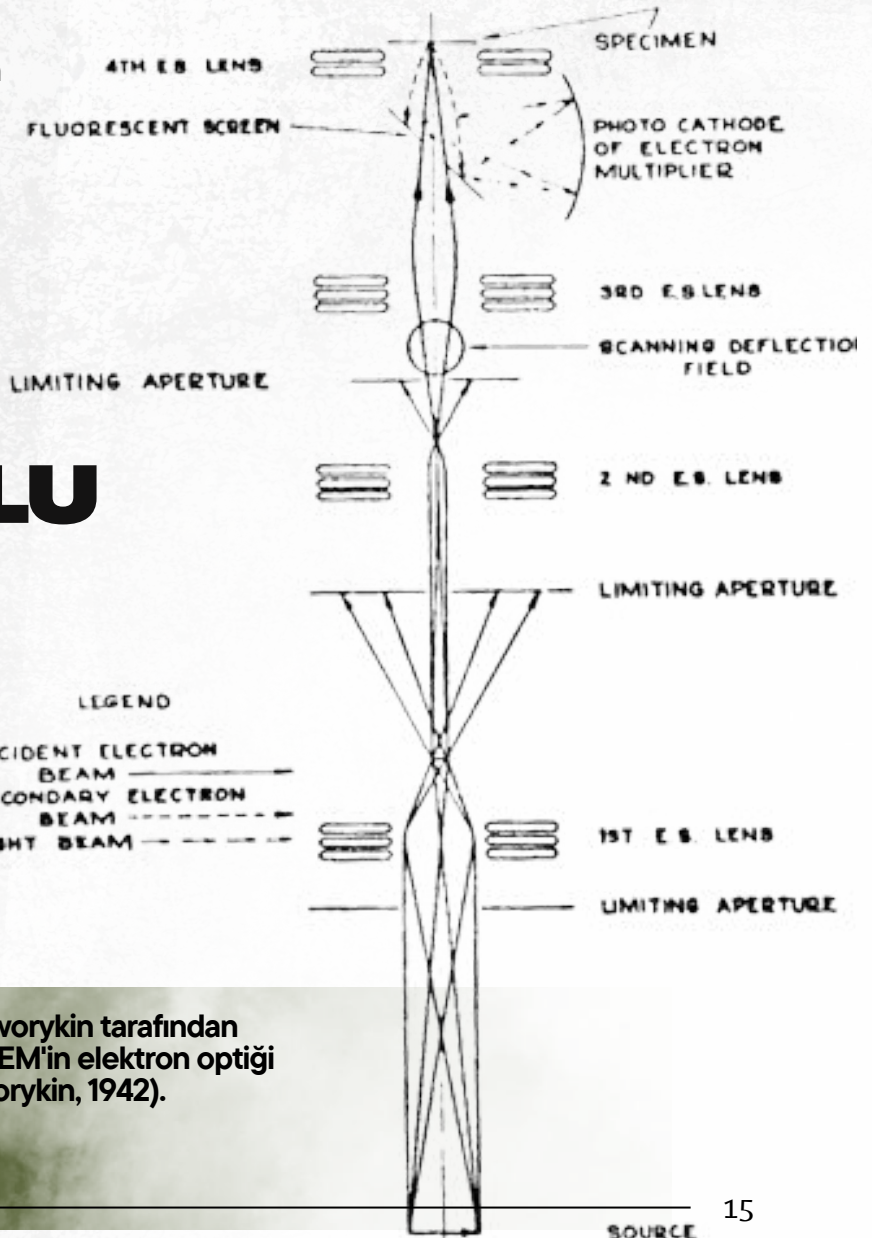
Mikro Dünyaların BÜYÜK KEŞFİ!

İlk gerçek SEM, 1942 yılında Zworykin tarafından tanımlandı ve geliştirildi. Zworykin, ikincil elektronların (BSE) toplayıcıyı numuneye göre pozitif yönlendirilmiş topografik kontrast sağladığını gösterdi.

Başlıca iyileştirmelerinden biri, ikincil elektron emisyon akımının ön yükselticisi olarak bir elektron çoğaltıcı tüpü kullanmaktır. TEM'de elde edilebilen performans ile karşılaştırıldığında hâlâ düşük kabul edilen 50 nm'lik bir çözünürlüğe ulaştı (5). Aslında TEM topluluğundaki birçok mikroskopist, TEM'den daha düşük çözünürlüğe sahip bir cihaz için yalnızca sınırlı uygulamalar görüyordu. Neyse ki birçok bilim insanı ve teknoloji, SEM'in geniş bir uzunluk ölçeği aralığında toplu numunelerin yüzeylerinden üç boyutlu bilgi elde etme yeteneğini hızla fark etti.

1948 yılında Oatley, temelini Zworykin mikroskobuna dayanan bir taramalı elektron mikroskobu (SEM) oluşturmaya başladı. Bu gelişmeyi takiben Smith (1956), sinyal işlemenin mikrografileri iyileştirmek için kullanılabileceğini gösterdi. Doğrusal olmayan sinyal amplifikasyonunu tanıttı ve tarama sistemini geliştirdi. Ayrıca, SEM'deki mercekle silindirik kusurlarını düzeltmek için ilk defa stigmatörü kullanan kişiydi.

GİZEMLİ ÜÇ BOYUTLU DÜNYASI



Şekil 6. Zworykin tarafından geliştirilen SEM'in elektron optiği (Zworykin, 1942).

Şekil 7.

Zworykin SEM'i ile görüntülenen dağlanmış pirincin mikrofrafisi (1942).

Şekil 8.a.

Gümüş azidinin küçük bir iğnesinin kısmi çözünmesi (Smith, 1956).

CP4 ile kazınmış bir germanyum yüzeyindeki kristalografik özellikler (Allen & Smith, 1956).

Şekil 8.b.

1960 yılında Everhart ve Thornley, ikincil elektron algılama yöntemini büyük ölçüde geliştirdiler. Yeni bir dedektör, elektronları toplamak için pozitif bir polarize ızgara, onları ışığa dönüştüren bir sintilatör ve ışığı doğrudan bir fotomultiplikator tüpüne aktarmak için bir ışık borusu kullanılarak oluşturuldu [5].

Gelişmiş Dedektör

1963 yılında, Pease ve Nixon tüm bu gelişmeleri birleştirerek üç manyetik mercekli ve bir Everhart-Thornley dedektörü (ETD) içeren SEM V cihazını geliştirdiler. Bu cihaz, 1965 yılında geliştirilen ilk ticari SEM'in (Cambridge Scientific Instruments Mark I "Stereoscan") prototipiydi [6-8]. Bugün kullandığımız SEM'lerin, geliştirilen ilk cihazdan pek farkı yoktur.

İlk ticari rakip, yaklaşık altı ay sonra JSM-1 SEM'lerini pazarlayan ve kısa süre sonra başkaları tarafından takip edilen Japon firması JEOL'du [9].

Şekil 9.

Şekil 10.

Cambridge Instrument Company'nin Stereoscan Mk I prototipi (Stewart & Snelling, 1965).

Şekil 9. Bir Alümina seramiğinde meydana gelen sinterleme hatasının yüzeyini 1.5 keV elektronlar ile görüntüleme (Thornley, 1960).

CONCORDE

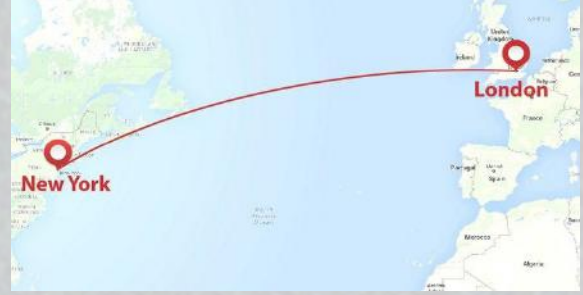
SES DUVARINI AŞAN HAYAL

YAZAR: Çağan Gökdeniz Gümüş

**SÜPERSONİK
YOLCU UÇAGI**

Ses Duvarını Aşan Hayal: Concorde'un Öyküsü

1950'lerde Atlantik üzerinde Londra'dan New York'a yapılan bir uçuş yaklaşık 15 saat sürüyordu. Bu süre boyunca piston motorlarının titreşimlerini ve gürültüsünü dinlemek zorundaydınız çünkü jet motorları henüz sivil havacılıkta kullanılmıyordu. Jet çağı başladığında, sivil havacılık büyük bir sıçrama yaparak bu süreyi yarıya indirdi ve bulutların üzerinde, fırtınalardan önceki uçaklara göre çok daha az etkilenecek, aynı mesafeyi 7 saatte katedebiliyordunuz. Bugün hala jet çağında yaşıyoruz. Ötesine geçilmediğini düşünebilirsiniz.



Peki ya Geçildi ama Sonra Sessizce Geri Çekildiyse ve Siz Bunu Fark Etmediyseniz?

14 Ekim 1947'de ABD hava kuvvetlerinden Charles Yeager, **Bell X-1** isminde roket motorundan güç alan deneysel bir uçakla ses hızını aştı. Bu saatten sonra hız rekorları farklı ülkeler tarafından sürekli olarak güncellendi ve artık havacılıkta lider ülkelerin hepsinin süpersonik uçuşlar hakkında bir fikirleri oluşmuştu. Zamanla askeri maksatla kullanılan uçaklarda ses hızını aşmak artık bir standart hale gelirken bunu sivil havacılığa taşıma fikri oluşmuştu ancak bir girişim olarak bunu uygulamak ve buna bütçe ayırmak ülkeler ve şirketler için hala mantıksızdı. Teorik olarak süpersonik bir uçuşla yazının başında belirttiğim uçuşu gerçekleştirmek sadece 4 saat alacaktı



Süpersonik uçuşu yolcu jeti gibi büyük bir araçta gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan motorlar çok daha güçlü olmalıydı ve aerodinamik olarak gereken yatırım çok yüksekti ama en büyük problem süpersonik uçuş için tasarladığınız kanatların düşük hızlardaki verimsizliği sebebiyle yeterli kaldırma kuvvetini üretememesiydi ve uçakların kalkış iniş anında problem yaşama ihtimaliydi. Bir kesim bunu bir devrim olarak görürken yaklaşık 10 yıl önce pervaneden jet motoruna geçişteki teknik sorunları örnek gösterirken öbür kesim ise zaten oturmuş, para kazandıran ve güvenliğini ispatlamış sistemi daha da geliştirmeyi destekliyordu.

İngiliz havacılık şirketi de Havilland'ın 1949'ta tanıttığı Comet uçağı jet motorunu sivil havacılığa ilk kez sokmuştu. Bu tarihten sonra İngilizlerin havacılık sektöründe bir tekel olacağı düşünülürken, Comet'in tasarımındaki hatalar sebebiyle kazalar geçirip uçağın yere çekilmesiyle diğer ülkeler ve markalar bu sektörde İngilizlere yetiyecek zamanı bulmuştu. Comet gerekli arızalar giderilip tekrar satışa çıkarıldığında Amerikan markaları olan Boeing ve Douglas (1967 sonrası McDonnell Douglas olarak hayatına devam edecek) sektörü ele geçirmişti. İngilizler elindeki avantajı çoktan kaybetti. Süpersonik çağı bir geri dönüş ve sektörde yeniden liderlik şansı olarak gören İngilizler kollarını sıvadı.



Dünyanın İlk Jet Uçağı COMET

Eski Rakipler Bir Arada

İngilizler ile birlikte eşzamanlı olarak Fransa da bu amaç için çalışıyordu. Bu ikili bu kadar zor bir teknolojiye ilerlemek ve Amerikan dominasyonuna kafa tutmak için güçbirliği sağlama kararı aldılar. Bu anlaşma şirketler üstü olarak devletler arasında imzalanmıştı ve 1962 yılında Concorde programı bu sayede başladı. Ay'a gerçekleştirilen Apollo uçuşlarından sonra Concorde yüzyılın projesi olarak anılıyordu. Ses hızının 2 katı düzeyinde Atlantik okyanusunu geçmek günümüz şartları için bile yüzyılın projesi olabilirken o dönem basının ve ilgili markaların dikkatini fazlasıyla çekmişti ve siparişler oldukça iyi düzeyde gidiyordu.



En büyük özelliği hızı olan bir uçakta karşılaşılabilecek en büyük sorun ise hava sürtünmesi ile oluşan ısıydı. Isınma nedeniyle uçağın boyunun 7.5 santim uzadığı hesaplandı ve tasarımda genleşme payları bırakıldı ayrıca titanyum kaplama ile ısı sorunu çözüldü. Rolls Royce tarafından Soğuk Savaş dönemi bombardıman uçakları için geliştirilen Olympus 593 motoru, yüksek hızda sürtünmeye dayanırken düşük hızlarda gerekli kaldırma kuvvetini sağlayacak delta tipi kanatlarıyla Concorde artık hazırды.

Concorde, Mach 2 hızına ulaşabilecek şekilde tasarlanmıştı. Uçağın uçağı irtifada başka bir uçak bulunmadığı için tırmanış izni almalarına gerek yoktu. Bu irtifada hava akımları ve fırtınaların üstünde uçulacağı için türbülans etkilenmeyecekti. Concorde'u diğer uçaklardan ayıran en büyük tasarım detayı belki de burnuydu. Uçağın burnu hareket edebilir şekilde tasarlanmıştı çünkü seyir süratlerine çıkıldığında en yüksek aerodinamik verimi sağlayacak olan ince ve uzun burun yapısı iniş ve kalkış esnasında pilotların görüşünü kısıtlıyordu.



Rolls-Royce/Snecma Olympus 593



BİRAZ SESİ KISABİLİR MİYİZ?

Concorde tanıtım uçuşlarına başladığında şikayetler hiç beklenmeyen bir yerden geldi. Halktan. Concorde süpersonik uçuşlar için tasarlandı. Süpersonik uçuşta oluşacak ses patlamaları uçuş rotası altında kalan şehirlerde ve özellikle şehrin içinde bulunan havalimanlarının çevresinde bulunan insanlar tarafından protesto edildi ve bazı havalimanları uçağa yasak uygulamaya başladı. Uçak kanat tasarımı sebebiyle kalkış esnasında yeterli kaldırma kuvvetini elde etmek için motorlarını çok daha yüksek güçlerde kullanmak zorundaydı. Bu da akıl almaz gürültülere sebep oldu. Bu mükemmel makine desibel rekorları kırıyordu.

Gelen şikayetlerle firmalar tek tek concorde siparişlerini iptal ederken dünyada sadece 2 firma concorde kullanmaya devam edecekti. İngiltere ve Fransa'nın bayrak taşıyıcı hava yolları olan British Airways ve Air France. Milli gurur meselesine getirilen Concorde bu iki firma tarafından kullanılmaya devam edildi ancak ortada olan ve çözülmesi belki de imkansız olan bir problem vardı. Concorde para kazandırmıyordu. Normal bir yolcu jetinden 4 kat fazla yakıt yakan Concorde aynı zamanda daha az yolcu taşıyordu. Bu iki havayolu zararları azaltmak ve belki de kar etmek adına uçağı sadece zenginlere hitap eden, içinde özel servisler ve ikramlar bulunan istediğiniz yere en kısa sürede götürecek araç olarak pazarlayarak bilet fiyatlarını yükseltti. Concorde havacılıkta bir devrim yaratamadı ancak ünlülere ve ultra zenginlere hitap eden yeni bir sınıfı havacılığa kattı. Concorde'un New York-Paris uçuşunun bileti tam 12 bin dolardı. Dönemin rock yıldızlarını ve kraliyet ailelerini taşımak artık Concorde'un işiydi çünkü başka kimse bu bütçelere uçuş yapmak istemiyordu.

Concorde 27 yıllık servisinin ardından 2003 yılında servisten çekildi. Yüzyılın en istekli ve teknolojik projesi bekleneni sağlayamadı ancak tarihte çok büyük bir iz bıraktı. Concorde İstanbul Atatürk Havalimanının teknik yetersizliklerinden dolayı ülkemize ticari ve düzenli bir uçuş yapmadı ancak tanıtım uçuşları ve charter uçuşları ile birkaç kez İstanbul'a geldiği biliniyor. En son 1999 yılında gerçekleştirilen dünya turu kapsamında Türkiye'ye teker koymuştur.

Kaynakça

- Wood, D. (2004). Concorde: The Rise and Fall of the Supersonic Airliner. Zenith Press.
- Calvert, B. (2002). Supersonic Aircraft: Technology and Design. Elsevier.
- Pritchard, D., & MacPherson, A. (2004). The Aerospace Industry and the British Government's Role in the Development of the Concorde. Journal of Transport History, 25(1), 1-22.
- Walton, J. (2005). Sonic Boom: The Unfulfilled Promise of the Concorde. Aerospace Technology Review, 15(4), 34-47.

BU SAYFALARDA,

görünmeyen kahramanların izini sürüyoruz.

Her büyük başarı, sahne arkasında sessizce çalışan gizli bir emek gerektirir. Biz de bu yazıda, o görünmeyen kahramanları siz değerli okurlarımıza tanıtmayı amaçladık.



MUHAMMAD

ORHAN

Herkesin mesleğine başlarken bir hikayesi vardır...

KİMİSİ BABASINDAN GÖREREK O İŞE BAŞLAR, KİMİSİNİN AKLINDA BİLE YOKTUR VE HAYAT YOLUNU TESADÜFİ ŞEKİLDE BİRLEŞTİRMİŞTİR. BENİM HİKAYEMSE BÜSBÜTÜN BİR AŞK HİKAYESİ İLE BAŞLADI DİYEBİLİRİM.



Yıl 2009, henüz daha 4 yaşlarındayken uçaklara fazlasıyla özel bir ilğim vardı. Bir çocuğun oyuncaklarına karşı duyduğu heyecan ve bağlılık ne ise benim için de uçaklar öyleydi. Sadece uçakların görkemi ve büyüleyiciliği değil, uçmak fikri de her zaman karşı koyulamaz bir heyecan yaratırdı içimde. Zaman geçtikçe uçaklara kurduğum bağ bir çocuğun oyuncaklarına duyduğundan öteye geçmiş duygusal bir bağa dönüşmeye ve hayatımın tamamını kaplamaya başlamıştı. Alçaktan geçen büyük uçakları gördükçe tüylerimin diken diken olması, rüzgârı ve adrenalini tenimde hissetmeye başladığım zamanlarda "Bu uçakların pilotu olmak nasıl bir his? " diye düşünmekten hiçbir şeye odaklanamaz hale gelmiştim. Artık benim için tek bir yol vardı, bunu biliyordum.

Bu mesleğe duyduğum aşk, artık daha sağlam adımlar atmam gerektiğini ve bu yolda harekete geçme zamanımın geldiğini anladığımda yani, profesyonelleşmeye başlamaya karar verdiğimdeyse istikrarlı bir sevdaya dönüşmüştü. "Pilot olmak için neler yapabilirim?" düşünceleri zihnimi kuşatıyordu.

Ortaokul dönemlerinde işin iyice teknik kısmına girerek benden yaşça büyük, mesleki tecrübeleri olan insanların yanında dahi İHA konusunda fikirlerimi özgürce onlarla tartışabilecek konumdaydım. Ailemin de desteği ile kendimi bu yolda geliştirerek İHA pilotu olmaya karar verdim. Benim için kelimelere sığmayacak ve benliğimin tamamını oluşturan bu mesleğe benim de ilk başladığım nokta olan "Model Uçaklar" a hızlı bir giriş yapalım.

Ülkemizde çok bilinmese de global çapta fazlasıyla ilgi gösterilen bir kategoriyle birlikteyiz; model uçaklar. Kategori diye ayırmamızın sebebi ise İHA sektörünün başlangıcı olan model uçaklar ülkemizde az da olsa son yıllarda kendini göstermeye başladı.



Yabancı topraklarda spor olarak hatta meslek olarak yer alsa da ülkemizde çoğunlukla küçük bir hobi olmaktan öteye geçemiyor.

Büsbütün pilotajın, seyir zevkinin son raddesini sizlere yaşatabilecek, tutkudan ve heyecandan oluşan mükemmel bir spor, meslek, nefes alma biçimi... İnsanlı bir hava aracının aksine burada akrobasi yapmak biraz daha farklılıklar gösterebiliyor.

Uçak ve siz arasında dokunsal bir bağ olmayan tam hissedemediğiniz sadece görme, işitme duyularınızı, biraz da ritim becerilerinizin ahengiyle havada kalabiliyor olmak çok keyif verici. Duyularınızın tamamını uçak ile bütünleştirerek onu görmek, nefesinizi uçağın hareketleriyle eşleştirerek havada süzülme belki de bu kadar haz alınmasını ve duyulan heyecanın doruklara çıkmasını sağlıyor.

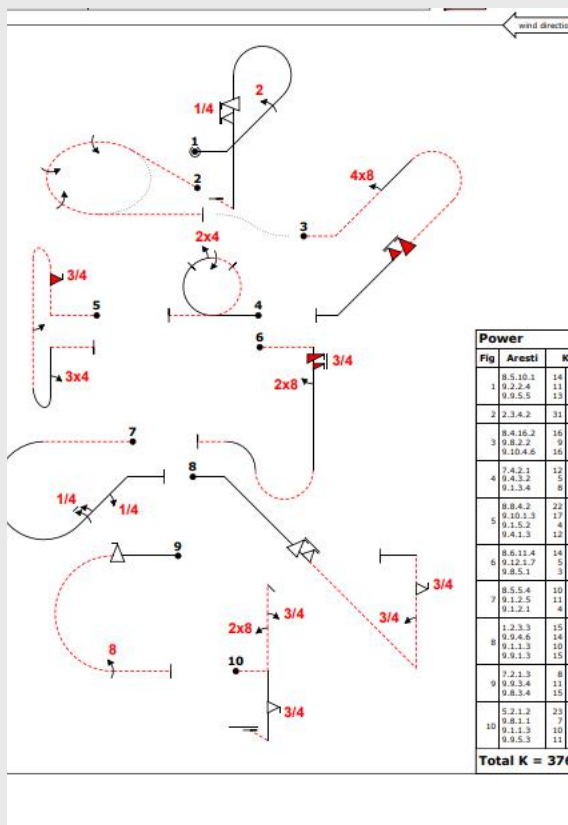


Elbette bu uçakların ve pilotların boy gösterdiği yarışmalar da oldukça rağbet görmekte. Bu tip uçaklar için oldukça önemli olan ve dahi ülkemizde de yarışları yapılan İMAC ve F3A yarışmalarından biraz bahsedeceğim. Birbiri ardına hareketlerin geldiği sanki her şeyiyle uyumlu bir çiftin tango yapmasını izlemek kadar karmaşık ancak bir o kadar sizi seyir zevki ile içine alan güzel yarışma. F3A denince akla ilk olarak hassas uçuş gelse de harekete başladığımız noktada bitirmek, tüm parkuru sabit bir hızda tamamlamak ve stabil

uçabilmek puan kazandıran esas noktalar. Belli bir standardın dışına çıkılamayan uçak tipleriyle dışarıdan izlemesi benim için pek keyifli sayılmasa da pilot için aşırı odak ve hassasiyet gerektiren bir yarışmadır.

Benim için anlatmakla bitmeyecek bu mesleğin ana temalarına biraz değindikten sonra içinizde bir merak uyandırdığına eminim. Yani artık siz de minik bir araştırma ile kendi arkadaş ortamınızın Solo Türk pilotu olabilirsiniz.

Şimdi ise işleri biraz daha karmaşıklaştırıp kelimenin tam anlamıyla "13-14 G kuvvetleri ile oynanan" "3D UÇUŞ"tan bahsedeceğiz. Genelde bu işin en ekstrem noktalarından biri olarak bilinir. Bazen gözümüzün bile yanıldığı "Bu hareketi nasıl yaptı?" diye düşündüğümüz, seyirciyi hatta belki de pilotları büyüleyen bir uçuş türüdür. Saate 400 km hız ile giden jetler, insanlı pilotların sadece birkaç tekrar yapabileceği hareketleri yapan uçaklardır. Rifle roll, flat spin, no name roll... Bu hareketlerden yalnızca birkaç tanesi. Bu muazzam uçuşları yazarak, izlediğinizde aldığınız ve benim içinse uçururken aldığım hazzı tarif etmenin yakınından bile geçemeyeceğimi bildiğimden hepinize muhakkak izlemenizi tavsiye ederim.



Atalay Karatak

ile

BİR ARKEOLOĞUN GÖZÜNDEN

Anadolı'da

**METALURJİNİN DOĞUŞU,
SANAYİLEŞME ÖNCESİ MADENCİLİK,
İLK ÇAĞI ARA GENEL BİR BAKIŞ**

ve dahası...



MTA Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi ve Anadolu Medeniyetleri Müzesinde *uzunca bir söyleşi*

Tuççe Hilal SARIASLAN – Alper ACAR:

Hocam öncelikle teknik gezi teklifiniz için çok teşekkür ederiz. Anlatacağınız şeyleri yerinde görerek dinlemek bizim için paha biçilemez bir deneyim olacak. Okurlarımız için de açıklayıcı olması adına akıştan biraz bahsetmek istiyoruz. İlk olarak sizi, mesleğe başlangıcınızı ve bu branşı (arkeometri ve arkeometalurji) soracağız. MTA Şehit Cuma DAĞ Tabiat Tarihi Müzesi ve Anadolu Medeniyetleri Müzesi'ni gezmeden önce ise bizi en çok heyecanlandıran kısmı, yani "Anadolu'da Metalurjinin Doğuşu"nu tabiri caizse bir giriş dersi şeklinde anlatmanızı isteyeceğiz. O bölüm için oldukça sabırsızlanıyoruz açıkçası. İsterseniz sorularımıza geçmeden önce, söyleşimize sizi tanıyarak başlayalım.

Atalay KARATAK: İsmim Atalay KARATAK. Arkeolog kökenli bir metal araştırmacıyım. Şu anda Ankara Hacı Bayram Üniversitesi bünyesinde, Kültür Varlıklarını Koruma Anabilim Dalı'nda doktora yapıyorum. Asıl uzmanlık alanım ve araştırma konum, arkeolojik ve tarihi nitelikteki metaller ve bunların üretim süreçleri.

Ancak son yıllarda metaller arasında daha çok demir esaslı malzemelere, üretim süreçleri içerisinde de ana üretim artıkları olan cüruflara yoğunlaştım. Ayrıca öğrenciliğimden beri birçok arkeolojik kazıda çalıştım ve çeşitli görevler aldım. Onun dışında birkaç farklı alan ve bölgede ağırlıklı olarak metaller ve cüruflar üzerinde analitik çalışmalar yapma fırsatı buldum. Hepsisi benim için çok kıymetli tecrübeler oldu. Geleneksel arkeolojik yöntemlere ek olarak; arkeolojik metallerin fen bilimlerine ait yöntemlerle kimyasal ve fiziksel açıdan karakterize edilmesi üzerine çalışıyorum. Bu ülkemiz ve dünyada çok spesifik bir araştırma alanı. Fen bilimlerinin geliştirdiği analitik yöntemlerin arkeolojik malzemelerin tanımlanması, tarihlenmesi ve karakterize edilmesi için kullanıldığı multidisipliner nitelikteki bu alanın genel adına arkeometri denilmektedir. Gerçi dünyada bu alan, çalışılan konuya, amaca ve çalışmanın yapıldığı ülkeye göre archaeological sciences, heritage science, conservation science gibi başka isimlerle de anılıyor ama en kapsayıcı tabiri caizse şemsiye terim yine arkeometri bana göre. Bugünkü söyleşimizin konusu olan arkeometalurji ise aslında arkeometrinin birçok alt branşından yalnızca birisi.

Tuççe Hilal SARIASLAN: Peki arkeometri çalışmaya sizi iten en önemli şey neydi? Neden bu alanı seçtiniz?

Atalay KARATAK: Şöyle ki, 2008 yılında lisans 2. sınıf öğrencisiyken arkeometri çalışmalarının sunulduğu bir sempozyumda (24. Arkeometri Sonuçları Toplantısı) görevliydim. O sempozyumda biraz da görevli olduğum için mecburen dinlemek zorunda kaldığım arkeometri bildirilerden hiçbir şey anlamamıştım. Hatta arkadaşlarım Göbeklitepe ve Hattuşa gibi çok önemli kazıların sunulduğu salonlarda görevliyken, bu bildirileri dinlemek zorunda kalmak oldukça can sıkıcıydı benim için. Her ne kadar anlamamış olsam da metallerle daha doğrusu eski bir maden işletmesiyle ilgili bir sunum merakımı cezbedti.



En önemlisi cesur olmaları ve yılmamaları



Alanımıza çok önemli katkılar sunan, ki biraz sonra müzede (MTA Şehit Cuma DAĞ Tabiat Tarihi Müzesi) göstereceğim arkeometalurjik kalıntıların birçoğunu bilim dünyasına kazandıran rahmetli Ergun Kaptan'ın sunumuydu bu. Sorular sordum, cevaplar aldım. Ondan sonra, madencilik ve metallere ilgi duymaya başladım. Ertesi yıl da çalıştığım kazıyı ziyarete gelen arkeometalurjinin ülkemizdeki duayen ismi Prof. Dr. Ünsal Yalçın hocayla tanıştım. Zaten Türkiye'de arkeometalurji çalışmak isteyen herkesin ilk okuyacağı yayınlar genelde bu isimlerin yayınlarıdır. Okumaya başladım, okudukça anlamadım, anlamadıkça iyice merak ettim, merak ettikçe okumaların devamı geldi... Metallerin dünyasına girdikçe daha çok sevdim. Aslında biraz da şöyle oldu; önce bir şeye merak salarsınız. Sonra merakınız büyür ve kafanızda birçok soru belirir. Etrafınızda bu soruları cevaplayacak pek fazla kimse olmayınca da bazı şeyleri bir yere kadar, tabii biraz da mecburiyetten, kendiniz öğrenmek zorunda kalırsınız ya hani. İşte benim de arkeolojik metallerle olan münasebetim tam olarak bu şekilde başladı. Zaten bu başlangıç sürecinden sonraki bir noktada, anlamakta zorlandığım şeyleri yavaş yavaş öğrenip, okuduğumu anladığımı fark etmeye başladığımda; işler müthiş keyifli bir hal almaya başladı. Zor, fakat olukça keyifli bir süreçti diyebilirim. Zaten o öğrenme süreci hala devam ediyor. Her gün yeni şeyler öğrenmeye devam ediyorum.

Tuğçe Hilal SARIASLAN: Peki çalışan az sayıda insan olması sizi korkuttu mu? Yani yardım alabileceğiniz kişi sayısı kısıtlıydı çünkü.

Atalay KARATAK: Korkuttu evet. Hele de bir "sözelci" olarak durum benim için hiç iç açıcı değildi. Benim başladığım yıllarda arkeoloji sözelden öğrenci alıyordu. Gerçi artık sözelcilikten çok başka bir yerde duruyorum. Zaten arkeolojinin kendine özgü yöntemleri var. Arkeoloji denilince insanların aklına ilk olarak kazı geliyor ama kazı arkeolojinin temel yöntemlerinden yalnızca bir tanesi. Tipoloji, analoji, stratigrafi, değerlendirme yapma ve yorumlama gibi... Buna karşın ülkemizdeki arkeoloji formasyonlarında geleneksel yöntemlerin dışına pek çıkılamıyor ve ne yazık ki fen bilimlerine dair çok bir şey öğretilmiyor. Dünyada özellikle son 20-30 yıldır kimya, malzeme mühendisliği, fizik, jeoloji, coğrafi bilgi sistemleri vb. branşlar arkeoloji eğitimlerine dahil ediliyor. Bu nedenle de sadece geleneksel yöntemleri bilen birisi için arkeometri çok korkutucu geliyor ilk başta. O korkuyu lisans ve yüksek lisans öğrencisi arkadaşlarda da sıklıkla görüyorum. Fakat dünyada üst düzey işlerin yapıldığı projelerde işler artık arkeometri olmadan yürümüyor. Avrupa ve Kuzey Amerika'daki prestijli üniversitelerde verilen eğitimlerde ve geliştirilen projelerde arkeometri ve arkeoloji arasındaki ayırım artık eskisi kadar net ve keskin değil. Dolayısıyla korkmanın bir anlamı yok. Bir an önce bir şeyleri öğrenmeye bir yerden başlamak gerek.

Alper ACAR: Peki sizce bu sektör gelecek açısından daha da değerlendirilebilir mi ve ilk başladığınız zaman ile şu an arasında ne kadar fark var?

Atalay KARATAK: Şöyle ki biz sektör demiyoruz. Türkiye'de sektörden ziyade yükseköğretimde, akademik camiada, bilim camiasında geçerliliği olan bir branş bu. Ayrıca bu alanda çok uzun yıllar çalışmış duayenler varken, benim geçmiş ve günümüz hakkında değerlendirmeler yapmam, amiyane tabirle ahkam kesmem pek doğru olmaz diye düşünüyorum. Fakat maden sordunuz, kısaca kendi kişisel deneyimlerim ölçüsünde anlatayım. İlk başladığım zaman ile şu an arasındaki en büyük fark arkeometri bir popüler bilim teması olarak eskisinden çok daha fazla ilgi çekiyor. Sevindirici bir biçimde de gittikçe artıyor bu ilgi. Bana göre ilgi artışındaki temel sebep; bilgiye erişimin kolaylaşması, açık erişimli veya çevrimiçi bilimsel mecralarının artması, bu alanda çalışan insanların artması ve dolayısıyla da yapılan yayınların artması... Artık teknolojiyle beraber, özellikle de pandemi süreci sonrasında; insanlar aldıkları tek yönlü eğitimlerin dışında online eğitimlerle, seminerlerle vs. kendilerini geliştirip daha geniş pencerelerden bakabiliyorlar olay, olgu ve durumlara. Gelecek açısından bakıldığında ise arkeometriyi önce öğrenmek, bir de öğretmek lazım. Fakat biz, yani kendi jenerasyonum için konuşuyorum, henüz öğrenme aşamasındayız ve öğretecek nesli henüz yetiştiremedik. Aslında bu konudaki ilk girişimler dünyadan çok da geç kalmadan yapılmıştı ülkemizde. 1960'ların sonunda ODTÜ'nün Keban Barajı yapım çalışmaları kapsamında gerçekleştirdiği Keban Bölgesi Tarihi Eserleri Kurtarma ve Değerlendirme Projesi bu konudaki erken girişimler arasında en önemlisidir.



Daha sonrasında bu projede elde edilen çok önemli sonuçların itici gücüyle de 1990'da Türkiye'de ilk defa "arkeometri" adı altında bir anabilim dalı kuruluyor ve eğitim vermeye başlıyor. Şimdi ise çalışılabilirlik ve yaygınlık olarak baktığınızda biraz daha bilinen bir alan olma yolunda ilerliyor. Son yıllarda çeşitli üniversitelerde açılan lisansüstü arkeometri programları var. Ancak toplasanız 5-6 yerde bulunan bir program bu. Programın içerisinde de hem arkeologlar hem sanat tarihçileri hem koruma onarım uzmanları hem de fen bilimciler bütünleşik bir biçimde disiplinlerarası bir eğitim öğretim veriyorlar. Fakat binlerce yıl boyunca yüzlerce medeniyete ev sahipliği yapmış kadim topraklar üzerinde kurulu ülkemizde, arkeometri alanında olmamız gereken yerden çok uzaktayız maalesef. Buna karşın ilerleyen yıllar için oldukça umutluyum. Zira branşı fark etmeksizin ben ve benden öncekilerin aksine teknolojiyle barışık, bilgiye erişim becerisi ölçüsünde bilgi açlığını da artan çok iyi bir kuşak gümbür gümbür geliyor.

Tuğçe Hilal SARIASLAN: Peki hocam bize biraz şu anda yaptığınız çalışmalardan bahsedebilir misiniz?

Atalay KARATAK: Esasen şu an doktora tezimle alakalı çalışmalar yapıyorum. Bunun dışında, Kütahya ilinin sanayileşme öncesi dönemdeki madencilik ve metalurji faaliyetlerinin araştırıldığı bir başka projede çalışıyorum. Doktora tez konum Ayanis Kalesi'nde bulunmuş demir esaslı arkeolojik buluntuların arkeometrik analizleri. Ayanis Kalesi, Van Gölü'nün hemen doğu kıyısında, eski adı Ayanis olan Ağartı köyü sınırları içerisinde yer alan Urartu Dönemi'ne ait kale nitelikleri barındıran bir kent. Bu kale kent, MÖ 685-650 tarihleri arasında hüküm süren Urartu kralı bazı kaynaklarda II. Rusa olarak da geçen Argışti oğlu Rusa tarafından yaptırılmıştır. 30 yılı aşkın süredir devam eden kazı çalışmaları neticesinde, çeşitli metallerden yapılmış oldukça fazla arkeolojik buluntu gün yüzüne çıkarılmıştır. Kazı ekibinin özverili çalışmalarıyla bu buluntuların çeşitliliği ve sayısı günden güne artıyor. Ben bunlar arasından yalnızca demir esaslı silahların ağırlıklı olduğu, silah deyince aklınıza günümüzdeki ateşli silahlar gelmesin lütfen, mızrak ve ok uçlarından bahsediyorum, bir grubu çalışıyorum. Çalışmalarım bu buluntuların kimyasal ve fiziksel karakterizasyonu üzerine sürüyor.



“o koca koca taşları çok sevmiştim”



Alper ACAR: Hocam bu tutkunuz nereden geliyor, her şey nasıl başladı?

Atalay KARATAK: Aslında tam kaynağını bilemiyorum ama doğup büyüdüğüm toprakların etkisi var sanırım. Ben Çorum Alacalıyım ve Alacahöyük gibi çok önemli bir kültürel mirasın çok yakınındayım. İlkokul öğretmenimizin kişisel gayretleriyle oraya bir gezimiz olmuştu ve o koca koca taşları çok sevmiştim. Ben arkeolog olacağım gibi bir fikir veya hedefim üniversite tercihlerini yapana kadar yoktu açıkçası. Fakat tarih, arkeoloji ve coğrafyayı hep çok sevdim. Tarih hocamla da derste ve ders dışında hocayı boşta yakaladığım tüm zamanlarda çok fazla fikir alışverişinde bulunurduk. Biraz da hocama olan sempatiğimden kaynaklı olarak üniversitede tarih okumayı düşünüyordum. Fakat tarih hocam, “Sen durağan işlerde çalışamazsın. Senin dağ, bayır, arazi gezmen lazım. Senin için arkeoloji okumak çok daha iyi olur.” dedi. Beni de buna ikna etti. Böylelikle de adını bizzat Atatürk’ün verdiği Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi (Ankara Üniversitesi) çatısı altında, ülkemizdeki en köklü arkeoloji ekollerinden birisinde öğrenim gördüm. Bundan da hep kıvanç duyuyorum.

Tuğçe Hilal SARIASLAN: Hocam peki ilk arkeolojik kazınızı hatırlıyor musunuz? Nasıl bir deneyimdi sizin için?

Atalay KARATAK: İlk arkeolojik kazım tabii ki Alacahöyük’tü. Zaten şimdi baktığımda hayatımda arkeoloji hatta arkeometalurjiyle alakalı birçok şeyin orayla öyle ya da böyle bir bağlantısı var sanki. Aslında **“Ben buraya tekrar geleceğim!”** diye bir söz verip, kendime verdiğim sözü tutmak gibiydi. Fakat ikinci gidişimde kazı ekibi üyesi olacağımı hiç düşünmemiştim. Bu biraz da “mikro milliyetçilik” eksenine giriyor. Çünkü kendi atayurdunuzun geçmişini araştırmak, onun ortaya çıkarılmasında bir nebze de olsun bir payınızın olması ya da birileri çıkartırken orada olmak insana güzel hissettiriyor. Benim ilk deneyimim dediğim gibi Alacahöyük kazısıydı ve bütün hikâye orada başladı desem yeridir.

Erken Dönem Metalurjisine Giriş Ders 101

Arkeolojik Çağlar ve Metalurjik Gelişim

Evrelerinin Sınıflandırılması

Anadolu "Madencilik ve Dökümün Beşiği" olarak bilinen, jeolojik yapısı gereği çok fazla metalik madenin bulunduğu bir coğrafya. Özellikle madencilik diyorum, zira belirtmek istediğim bir diğer nokta ise arkeolojik metal çalışmalarında "madencilik, metalurji ve metal işçiliği bazen bilinçli, bazen de bilinçsiz olarak birbirlerinin yerine kullanılabilen terimler. Dolayısıyla arkeolojik bir çalışmada "madencilik" terimini gördüğünüzde, sadece madencilikten değil, cevher zenginleştirme ve metalurjik uygulamaların bir bölümünün de dahil edildiği bir süreçten bahsedilmek istendiğini bilmenizde fayda var. Bu nedenle aklınıza günümüzdeki mekanize operasyon süreçleriyle gerçekleşen büyük ölçekli madencilik faaliyetleri gelmesin lütfen. Çünkü insanlık tarihinin metallerle haşır neşir olduğu sürenin kabaca %98'lik kısmında baskın üretim modeli, küçük ölçekli atölyelere dayalı hane halkı ekonomisinden ibaret. Bu iktisadi durum Bessemer'e ve Sanayi Devrimi'ne yani 19. yüzyılın ortalarına kadar hemen hemen aynı biçimde devam ediyor. Tabii ki çok önemli, ancak Sanayi Devrimi ile karşılaştırılınca çok da çığır açıcı sayılamayacak bazı gelişmeler de olmuyor değil. Ondan sonrasını zaten biliyorsunuz. Bambaşka bir üretim biçimi ve çok çeşitli iktisadi modeller ortaya çıkıyor.

Şayet cıvayı saymazsak, metalurjinin erken evrelerinde yaygın olarak kullanılan topu topu 6-7 metal var. Bunları en eski kullanımından yeniye doğru sayacak olursak: öncelikle bakır, altın, gümüş-kurşun, kalay, demir ve daha sonraları da çinkodur. Şunu da belirtmek gerekir ki bu sıralama bizim arkeoloji terminolojisinde Yakındoğu veya Önasya olarak tanımladığımız, kabaca Anadolu yarımadasını ve yakın çevresini kapsayan coğrafi kesim için geçerlidir.

Dünyanın farklı yerlerinde bu sıralama değişiklik gösteriyor. Örneğin Sahraaltı Afrika'da metalurji doğrudan demirle başlıyor. Hatta Tunç Çağı denebilecek bir sürecin hiç olmadığı bölgeler bile var. Yani geleneksel sınıflandırmayla değerlendirecek olursak Demir Çağı, Tunç Çağı'ndan önce geliyor ya da Bakır Çağı veya Tunç Çağı denilebilecek keskin ayrımları olan belirgin bir süreç yaşanmıyor. Taştan demire geçiyorlar veya demir ve bakıra aynı anda geçiyorlar yani. Bu arada söylediğim çağ isimleri de basitçe insanların kullandığı hammaddeler ve bu hammaddelerin zaman içerisindeki değişimi esasına göre yapılmış bir ayrım üzerinden veriliyor aslında. 19. yüzyılın ortalarına doğru Danimarka Ulusal Müzesi'nden Thomsen; Kuzey Avrupa'nın çeşitli bölgelerinden gelmiş tarihi eserlerin dönemlerini Taş Çağı, Tunç Çağı ve Demir Çağı olarak sınıflandırıyor. Bu sınıflandırma arkeologlar arasında "Üç Çağ Sistemi" olarak bilinir ve o gün bugündür adlandırmalar geniş ölçekte bu sınıflandırmaya göre yapılır genelde. Konumuza dönecek olursak; bu 6-7 metale ek olarak arsenik ve antimuan gibi metal ve metaloidler de bazen bilinçli bir biçimde, bazen de metalin elde edildiği cevherleşmedeki mineral türlerinden kaynaklı olarak bilinçsiz biçimde alaşımlarda kullanılmıştır.



“Metalurji tarihinin derinliklerine indiğinizde, insanlığın ilk metal ustaları yalnızca toprağın sırlarını değil, aynı zamanda elementlerin gizemini de çözmeye çalışıyordu.”





İşte asıl hikâye burada başlıyor. Çünkü bu metallerin tamamı Anadolu'da var. Üstelik de bol miktarda. O nedenle Anadolu bu anlamda çok önemli bir yer. Bu özelliğinin de katkısıyla, günümüzden kabaca 10.000 yıl kadar öncesinden itibaren, Anadolu'da metalden üretilmiş objeler bulmaya başlıyoruz. Bunlar bakırdan, daha doğrusu nabit bakırdan oldukça basit formda küçük boyutlu objeler. Nabit bakır ise bakırın mineral/cevher formu değil, çok nadir de olsa doğada metalik formda bulunan hali. Yani kaynağından al, kullan. 10.000 yıl öncesini de şöyle anlatayım; daha seramik üretimi yok, yani aletler ve kap kakaklar taş ve ahşaptan yapılıyor henüz. İşte böyle bir dönemde piroteknoloji ya da ısıl teknolojiyle alakalı üretimler ilk olarak metal ile başlıyor. Bu döneme Çanak Çömleksiz Neolitik veya Akeramik Neolitik de deniyor. Arkeolojik terminolojideki haliyle Neolitik ise ortaöğretim müfredatındaki Yenitaş Çağı'na, toplumda daha çok bilinen haliyle ise Cilalıtaş Devri'ne karşılık gelen zaman dilimi. Neolitik Çağ'dan itibaren Güneydoğu Anadolu'da başlıyor ilk metalurjik faaliyetler. Yalnız ilk zamanlarda bilinçli bir üretimden bahsetmek çok mümkün değil. Aslında bu kısmı, yani ilk metal kullanımından Demir Çağı'na kadar geçen süredeki (MÖ 8200-1200) ilk adımları Prof. Dr. Ünsal Yalçın hocanın sınıflandırmasına göre anlatmakta fayda var. Zira Ünsal hocanın sınıflandırması oldukça yalın ve net. Ayrıca çeyrek asırdır genel hatlarıyla geçerliliğini koruyor. Ben karışıklık olmaması adına milattan önce olarak ifade edeceğim ama söyleyeceğim zamansal aralıkların üzerine 2000 yıl daha eklediğinizde günümüzden takriben ne kadar önce olduğu genel yaklaşık olarak ortaya çıkacaktır. Zaten az sonra vereceğim tarihsel aralıklar kolay anlaşılması açısından basitleştirilmiş ve yuvarlatılmış aralıklar. Ayrıca Anadolu gibi çok geniş bir coğrafyada her gelişmenin veya yeniliğin tüm bölgelerde aynı anda ve senkronize bir biçimde gerçekleşmeyeceğini hatırlatmakta fayda var. Tüm önemli noktaların altını çizdiğimizize göre Eski Anadolu'nun metalurjik geçmişindeki gelişim evreleri ve bu evrelerin ayrımı konusuna geçebiliriz. Ünsal hoca Eski Anadolu'nun madencilik ve metalurjiye dair geçmişini teknolojiye sıçramalar veya bir başka deyişle dönüm noktalarının esas alındığı bir sınıflandırmayla 5 temel evreye/aşamaya ayırıyor. **Bu aşamalar sırasıyla:**

1. Hazırlık Aşaması; yani MÖ 8200 öncesinde, metalik minerallerin/cevherlerin yalnızca renkli süs taşları ve boyar madde muamelesi gördüğü metalsiz dönem.

2. Başlangıç Aşaması; yani MÖ 8200-5000 zaman aralığında, metal olarak yalnızca yüzeydeki veya yüzeye çok yakın derinliklerdeki nabit bakırın toplanarak kullanıldığı tek metalli dönem.

3. Gelişme Aşaması; yani MÖ 5000-4000 zaman aralığında, ikincil kaynaklar olan metalik minerallerden, yani maden cevherlerinden metal elde etmenin yolunun bulunması, potalarla yapılan oldukça küçük ölçekli izabeler ile ekstraktif metalurjinin ve yassı objelerin üretildiği açık kalıplarla yapılan ilk döküm uygulamalarının başladığı dönem.

4. Yapılanma/Deneyim Aşaması; yani MÖ 4000-2800 zaman aralığında, yüzeyden cevher toplamakla yetinmeyip, galeriler açılarak daha derinlerden cevher çıkartılmaya başlanıldığı, ilk bilinçli alایشım olan arsenikli bakırın üretildiği, yeni metaller olan gümüş, kurşun, altın ve kalayın kullanılmaya başladığı, birden fazla metalin bir arada kullanıldığı kompozit metal objelerin ilk örneklerinin üretildiği, ilk gerçek tunç alaışımının (Cu-Sn) yapıldığı, nispeten gelişkin bir metalurjik altyapının oluşturulduğu dönem.

5. Endüstri Aşaması; yani MÖ 2800-1200 zaman aralığında, metalurji ve metal işçiliğinde yeni tekniklerin geliştirildiği, madenlerin daha organize ve endüstriyel düzeyde işletildiği, çıkarılan cevherlerin artık yerleşimlerde değil de maden ocaklarına yakın alanlarda izabe edilmeye başlandığı ve külçeler halinde yerleşimlerdeki atölyelere getirildiği, doğrudan indirgeme yönteminin geliştirilmesiyle meteor kökenli demir ile başlayan demir kullanımının yaygınlaştığı, metalurjide ve metal ticaretinde belirli standartların geliştiği, seri üretimin doğduğu, metalin büyük ölçekli ticaretinin üstelik de deniz yoluyla yapıldığı ve bu vesileyle elit ya da seçkin sınıfların ortaya çıktığı dönem.

Bu **5 evreyi** sırasıyla kısa kısa anlatmaya başlayayım. MÖ 8200 tarihine kadar biraz sonra müzede (MTA Şehit Cuma DAĞ Tabiat Tarihi Müzesi) göreceğiniz malahit ve azurit gibi bakırın göz alıcı renklerde olan çeşitli minerallerini başlangıçta takı, süs eşyası, boncuk olarak kullanılıyor. Neolitik Çağ'da iskân gören Batman'daki Hallan Çemi Höyüğü, malahitin bu şekilde bir kullanımının olduğu bilinen yerlere çok iyi bir örnek. Bunun yanında, bakırdan daha ziyade hematit gibi demirin oksit mineralleri de pigment ya da boyar madde olarak kullanıyor. Ayrıca tam kullanım amacını bilmediğimiz ama özellikle biriktirilmiş demir (III) oksit kalıntıları da var. Ki bu tür kalıntılara bence en güzel örnek Antalya'daki Beldibi Mağarası'nın Epi-Paleolitik Dönem'e (Paleolitik/Yontmataş Devri ile Neolitik/Cılalıtaş Devri'nin arasındaki dönem) tarihlenen tabakalarında tespit edilen demir (III) oksitten yapılmış topaklar. Doğada her yerde görülmeyen, daha doğrusu diğer taşlar kadar kolay bulunamayan bu renkli taşlar ilgilerini çekiyor insanların. Çok güzel, dikkat çekici renkleri var çünkü. Zaten bu mineraller günümüzde de takılarda sevilerek kullanılıyor ama kuyumculuktan ziyade bijuteri ürünlerinde rastlıyoruz daha çok. Bu durum ilk kullanımlardan MÖ 8200 dolaylarına kadar bu şekilde devam ediyor.



"Neolitik Devrim ile birlikte, konar göçer yaşamdan yerleşik hayata geçiş, insanlığın metal ile kurduğu ilişkiyi nasıl dönüştürdü?"

MÖ 8200 dolaylarında yani Başlangıç Aşaması olarak tanımlanan aşamada, ki arkeolojik olarak Çanak Çömleksiz Neolitik'e denk gelen bir süreç, özellikle Güneydoğu Anadolu'da insanlar yüzeyde buldukları nabit, yani mineral olmayan, bildiğimiz metal formundaki bakır, başka malzemelerden elde ettikleri bilgi ve görgüleri ölçüsünde daha önceden renkli taşlardan yaptıkları objeleri üretmekte kullanıyorlar. Zaten elimizdeki veriler, Çanak Çömleksiz Neolitik'in B ve C olarak ayrılan evrelerinde, diğer birçok şeyin yanında özellikle meskenlerin mimari planlarında bariz bir değişim olduğunu gösteriyor. Yuvarlak planlı ve küçük çaplı meskenlerden, teknik açıdan inşa etmesi daha zor olan dörtgen planlı ve geniş odalı meskenlere geçiş var. Yani belirli bir teknik seviye aşılmış ve bir üst seviyeye geçilmiş teknik olarak. Yenilikler yaşanmaya başlanmış. Bu yenilikler arasında piroteknoloji de var. Şu anki bilgiler ışığında piroteknolojinin en erken örneklerini Çayönü Höyüğü'nde (Diyarbakır-Ergani) görüyoruz. Bunun yanında, Üst Paleolitik Çağ'dan itibaren baskılama tekniğiyle yapılan dilgi üretimlerinde, üretim zincirinin bir aşamasında çakmak taşı ara ürünün ısıtıldığı da biliniyor. Ayrıca son yıllardaki çalışmalar, Çayönü'nündeki yontmataş endüstrisi içerisinde bu tip bir üretimin yapıldığını gösteriyor. Nabit bakırdan üretilmiş 100'den fazla diye hatırlıyorum ama şimdi sayıları daha da artmış olabilir, küçük ölçekli bakır obje ve boncuk bulunuyor

Çayönü'nde. Takı ya da başka amaçlarda kullanılmak üzere imal edilmiş boncukların yapımında hem metalik yani nabit bakır hem de mineral formdaki bakır tercih ediliyor. Yani daha önceki dönemlere ait boncuklarla işlev aynı, hammadde farklı. Zaten "yeşil taş" aradıkları yerlerde gördükleri nabit bakır parçacıkları ya da diğerlerinden "değişik" görünen bu taşlar; olasılıkla daha önceleri de dikkatlerini çekmiştir. Fakat şimdilik kaydıyla MÖ 8200'lerden daha öncesine ait nabit bakır kullanımına dair elimizde herhangi bir veri yok. Bir de Diyarbakır-Ergani, Elâziğ-Maden ve Adıyaman-Gerger gibi birbirine çok yakın alanlarda kümelenen ve nabit bakır barındıran yataklar ile Anadolu'nun en erken bakır buluntularının bulunduğu arkeolojik yerleşimlerin hemen hemen hepsinin aynı akarsu havzasında yer alması da tesadüf değil. Bu yerleşimlerin en büyük özelliği, konar-göçerlikten, yerleşik yaşama geçişi temsil etmeleri. Childe'in "Neolitik Devrim" olarak tanımladığı Neolitik Çağ'daki en esaslı değişimler; bazı bitki ve hayvan türlerinin yapay seçilim yoluyla ve kontrollü şartlar altında yetiştirilmesi, kültüre edilmesi ya da daha basit haliyle söyleyecek olursak evcilleştirilmesi. Bunun yanında da konar-göçer yaşam biçiminin yerini yavaş yavaş yerleşik yaşam biçimine bırakması. Yerleşik yaşam biçimi, mevcut teknik bilgi birikiminin kuşaktan kuşağa kesintisiz olarak aktarılabilmesinde büyük rol oynamış olmalıdır. Çünkü daha önceleri bu tür bir birikimin kuşaktan kuşağa kesintisiz bir biçimde ve üzerine ekleyerek aktarılması her zaman mümkün değilmiş gibi gözüküyor. Zira konar-göçer yaşam biçiminde, tabii ki istisnalar olmakla birlikte, ustaların/zanaatkarların "alet çantasını" yanında taşıdığı ve kondukları yerin bir bölümünü üretim işlerine ayırdığı kabul ediliyor. Zaten ortalama ömür çok kısa. Kısa derken, 33-34 yaştan bahsediyorum. Bu nedenle hem yaşam biçimi hem de ortalama yaşam süresi, sizin teknik bilgiyi edinmeniz, edindiğiniz bilgiyi pratikte uygulamanız, bu bilgiyi sağlıklı bir biçimde başkasına aktarmanız, üstüne bir de mevcut teknik bilgi dağarcığına eklemeler yapmanız konusunda pek de destekleyici koşullar sunmuyor.



Fakat yerleşik yaşam biçimi böyle değil. Dedesine veya ustasının ustasına ait yerleşik bir ışıkta kendinden önceki kuşakların birikimi alan bir kişiyle, sezonluk iskanların bir köşesinde, gıda, barınma, iklim ve güvenlik gibi sorunları aşmak zorunda olan yarı göçebe birinin teknik bilgiyi edinmesi elbette aynı düzeyde olmayacaktır. Üstelik de uzun mesafeli yolculuklarda kolay taşınabilir olması gereken basit aletlerin bulunduğu, kısıtlı bir alet edevat envanteriyle. Konumuza dönecek olursak, yerleşik hayatla birlikte sürekli büyüyen teknik bilgi dağarcığı, hammaddeye yakınlık, hammaddedeki çeşitlilik ve insan doğasının merak

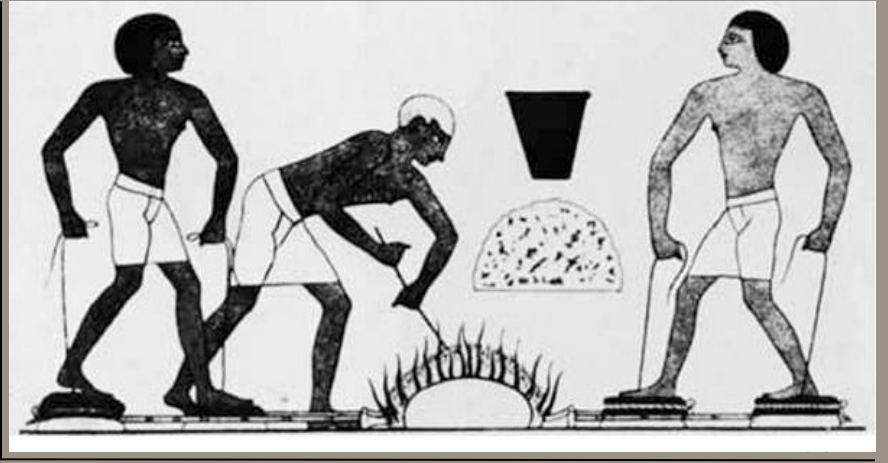
birleşince; Neolitik Çağ insanlarının nabit bakırı kullanması için tüm koşullar sağlanmış oluyor. Tabii ki ilk başta, bakırın çok sünek bir metal olmasının da etkisiyle, "Aaa bu bildiğimiz taşlardan başka bir şeymiş" dedikleri bakırın işlenebildiğini görüyorlar büyük olasılıkla. Zaten nabit bakırı soğuk şekillendirebilirsiniz. Dolayısıyla bu yeni malzemeden çok rahat kanca, iğne gibi ufak objeler yapılabilirdi gibi oldukça nadir olmakla birlikte neredeyse yumruk boyutunda, masif objeler de yapıldığı biliniyor. Can Hasan Höyüğü (Karaman) kazı çalışmalarında tespit edilmiş bir topuz başı var. Yaklaşık MÖ 6000-5500 dolaylarına, yani arkeolojik olarak Kalkolitik Çağ dediğimiz zaman diliminin erken evresine tarihlenen, çok güzel bir örnek. Tabi nabit bakırı yassı olarak, ki büyük olasılıkla bu iş için daha önce taş yontmak için kullandıkları vurgaç dediğimiz taşları kullandılar, ortası boş kalacak şekilde bükerek basit boncuklar da yapabilirsiniz ki o dönemin insanları da tam olarak bunu yapıyorlar. Neden sonra, soğuk dövődükleri bakırın çatladığını, ısıtıp dövődüklerinde ise bunun olmadığını fark ediyorlar. Fakat bu fark etme sürecinin net bir açıklaması yok. Bunun için çeşitli görüşler var ama yazılı belgeler olmadığı için hiçbirini kesin olarak bilemeyeceğiz. Fakat en bilinenlerden birisi Kamp Ateşi Teorisi. Teori, nabit bakırın tesadüfen bir ateşin içine atılması, düşmesi ya da nabit bakır olan bir zeminde ateş yakılması sonrasında, bakırın plastik şekil değiştirme kabiliyetinin arttığının fark edilmiş olabileceğini öne sürüyor. Daha önce de ifade ettiğim gibi, yontmataş alet üretiminde işlenecek taşlar üretimin bir evresinde ısıtılıyor. Bu durum nabit bakır için de geçerli olabilir. Zira ilk tavlama işlemlerine daha önce başka bir hammadde üzerinde edindikleri bu tecrübeden faydalanarak başlamış olmaları da ihtimal dahilinde. Tabii teorik olarak.



Metalurjinin henüz emekleme süreci olarak görmemiz gereken tek metali bu ilk aşamadan sonra; yaklaşık olarak 3000-3200 yıl boyunca insanlar ve metaller, daha doğrusu sadece bakır arasındaki ilişki bu düzeyde devam ediyor. Tabi bu süreç içerisinde bu yeni hammadde Güneydoğu Anadolu bölgesinden yavaş yavaş çevre bölgelere doğru yayılıyor. Fakat şunu da söylemek lazım ki Eski Dünya'nın önemli medeniyetlerinin ortaya çıktığı Mezopotamya'da bakır ve diğer metalik madenler neredeyse hiç yok. O bölgeye Anadolu dışındaki en yakın bakır yatakları, kabaca Doğu Akdeniz'in doğusundaki kıyı şeridinde tekabül eden bizim Levant Bölgesi olarak adlandırdığımız (kuzey-güney aksında Hatay'dan İsrail ve Ürdün'e kadar inen bir hat çektiğimizi varsayın) bölgede var. Tabii bir de günümüzdeki İran topraklarının kuzeybatı kesimlerinde var. Fakat

Anadolu dışında kalan bu bölgelerdeki bakır, nabit bakır yani metalik formda değil, mineral formunda. Bu nedenle de henüz ekstraktif yöntemlerin keşfedilmediği için tabii ki, o dönemin insanların buralardaki bakır kaynakları mevcut teknik becerileriyle kullanabilmeleri mümkün değil. Yani o kaynaklar var ama işleyecek teknik bilgi yok. Bu yüzden de Anadolu'da obsidyen vb. diğer metallerin değiş tokuşu sayesinde çok önceden beri kurulmuş uzak mesafeli iletişim ağları ve güzergahlar aracılığıyla bu yeni malzemenin varlığı bilinmeye ve yavaş yavaş kullanımı yaygınlaşmaya başlıyor. Tunç Çağları'nın sonlarına kadar, Anadolu bu misyonunu sürdürüyor. Daha sonra tabii Levant Bölgesi'ndeki yataklar işletilmeye başlıyor. Geç Tunç Çağı'nda Kıbrıs bütün Doğu Akdeniz'de önemli bir merkez oluyor. Hatta bakırın Eski Yunancadaki adı olan "kupros" bile Kıbrıs'tan alıyor adını. O derece önemli bir yer yani. Fakat en erken süreçte Anadolu metalurjideki teknolojik gelişmelerde de başı çekiyor.

MÖ 5000 dolaylarına geldiğimizde ise (bunlar tabii ki net yıllar değil yaklaşık tarihler), yani **Gelişme Aşaması** olarak tanımlanan ve arkeolojik olarak kabaca Orta Kalkolitik Çağ'ın başından, Geç Kalkolitik Çağ'ın bitimine kadar olan zamanı kapsayan bu aşamada, artık pişmiş topraktan kap kacakların çok rahat yapılabilirdiği ama fırın teknolojisinin henüz çok fazla gelişmediği, piroteknolojiye dayalı üretimlerin hala açık ateşte yapıldığı bir ortam karşımıza çıkıyor. Fakat insanların piroteknolojide gittikçe uzmanlaştığı bir dönem. Açık ateşte istedikleri sıcaklığa çıkamadıklarında, yılmıyorlar. Ateşi canlandırmak ve sıcaklığı artırmak için uzun kamışların ucuna pişmiş toprak hamlaçlar takarak basit üfleçler yapıyorlar.



Yaklaşık 3500 yıl önce Mısır'daki ergitme ateşi. Gerekli ısı ayaklı körüklerden sağlanan üfleçlerle oluşturulmaktadır.

Bu üfleçlerle birkaç kişi birlikte üfleyerek yapacakları çok daha yüksek sıcaklıklar elde ediyorlar ki daha sonra bu iş için çeşitli tiplerde körükler yapacaklar ve onları kullanmaya başlayacaklar. Tabii yüksek sıcaklığa duyulan gereksinim temelde izabe işlemlerinin doğurduğu bir gereksinim. Zira açık ateşte en fazla 600-700 °C düzeyince sıcaklıkları görebilirsiniz. Çünkü günümüzdeki gibi kok kömürü yok, yakıt olarak odun kömürü kullanılıyor. Ayrıca baca fırın veya yüksek fırın gibi fırın teknolojileri de henüz geliştirilmemiş. Ancak buna rağmen ekstraktif metalurji doğuyor. Bir şekilde birileri, nabit bakır dışındaki bakır minerallerini ki olasılıkla yüksek bakır içeren oksit minerallerini, ısıya maruz bırakmış ve yapısal olarak değiştiğini, yeterli sıcaklık sağlanırsa da mineralden metal formuna dönüşebildiğini fark ediyorlar. Bu da Kamp Ateşi Teorisi benzeri bir durumla açıklanabilir tabii ama daha öncesinde de söylediğim gibi bunu kesin olarak bilmemiz mümkün değil. İşte tam olarak bu süreçte işler artık daha kolaylaşıyor çünkü ekstraktif metalurjinin ilk uygulamalarını görmeye başlıyoruz. Bu dönemde sadece Güneydoğu'da değil Anadolu'nun diğer bölgelerinde de üretimler başlıyor.

Ekstraktif metalurjinin başlangıcıyla birlikte artık cevherden metal elde etmeye başlıyorlar. Fakat büyük ölçekli bir üretim gelmesin aklınıza, iç hacmi ortalama bir çorba kasesi kadar olan pişmiş topraktan yapılmış potalarla yapıyorlar bu işlemleri. Yani elde edilen miktar günümüzden geriye doğru baktığımızda çok çok az. Bir de tabii üretimde kullandıkları bakır minerallerini/cevherlerini hala yüzeyden toplayarak elde ediyorlar. Bir sonraki aşamada ise galeriler açıp, daha derinlerden cevher elde etmenin yolunu bulacaklar. Ancak oraya daha var. Kuruçay Höyük (Burdur) ve Tepecik Höyük (Elâzığ) gibi Kalkolitik Çağ yerleşimlerinde bulunan potalar bu dönem için oldukça önemlidir. Her ne kadar oksitli ya da sülfürlü bakır mineralleri Anadolu'da nabit bakıra nazaran oldukça fazla yerde olsa da henüz çok fazla üretim yapılması pek mümkün değildi. Çünkü bu aşamada yataklardan toplanan maden cevherleri yerleşim yerlerine taşınıyor ve izabe işlemleri yerleşim içerisindeki işlik veya atölye diye adlandırabileceğimiz üretim alanlarında yapılıyordu. Ekstraktif metalurji ile birlikte hammaddeye erişim oldukça kolaylaşıyor ama hala yaya veya binek hayvanıyla taşınabilecek düzeyde cevher yerleşim yerlerine getiriliyor haliyle. Daha sonraki aşamada bu durum da değişecek tabii. Onun da kolayını bulacaklar.



Kuruçay Höyük (Burdur)



Ekstraktif metalurji sayesinde sınırlı kaynaklara bağlı kalmadığı için üretim miktarı artıyor. Bununla birlikte de üretilen objelerin boyutları, türleri ve üretim teknikleri çeşitlenmeye başlıyor. Artık küçük iğnemi objeler, boncuklar, basit süs eşyalarından ziyade alet yapmaya başlıyorlar. Bu çok önemli bir gelişme bana göre. Çünkü daha dayanıklı ve daha keskin, hatta babadan oğula bile kalabilecek kadar sağlam el aletlerinin üretilmesi teknik gelişmenin hızlanmasına neden olmuş olmalı. Zira bu aletleri döküm yaparak üretiyorlar. Daha önce sadece dövme tekniği varken, artık açık kalıplarda ve sadece yassı objeleri yapıyor olsalar da dökümün ilk örneklerini bu aşamada görmeye başlıyoruz.

Bu objeler içerisinde yassı balta olarak tanımladığımız aletler, ki her kesici aletin doğası gereği silah olarak da kullanılmış olabilirler, en önemli grubu teşkil ediyor bana göre. Bu tip baltalara örnek olarak da Çorum'da bulunan Büyük Güllücek Höyüğü'ndeki örnekler verilebilir. Olabildiğince farklı şehir ve bölgelerden örnek vermeye çalışıyorum. Yoksa tek örnekle geçtiğim yerler tek örnekle sınırlı değil.

IŞIN KILICI:BİLİM KURGU GERÇEĞE DÖNÜYOR

Yazar: Erdem Kılıç

IŞIN KILICI

“Daha uygar çağ için zarif bir silah”
— Obi-Wan Kenobi

Işın kılıçları, Star Wars evreninin en tanınmış ve büyüleyici öğelerindendir. Bu parlak, enerji dolu silahlar, filmin iki ana güç kullanıcısı olan Jedi ve Sith tarafından kullanılır. Işın kılıçları, her iki grubun da simgesi haline gelmiştir ve sadece bir silah olmanın ötesinde, kullanıcısının inançlarını, yeteneklerini ve bağlılıklarını yansıtır.

Pek çok kişi bu kılıçların günümüz dünyasında var olmasını hayal etmiştir. İşte bu hayali gerçeğe dönüştüren Hacksmith Industries, 2017 yılında bu projeye başkoydu ve 2020 yılında bu ikonik silahların günümüz dünyasında bir prototipini yaparak bilim kurgu dünyasını gerçeğe dönüştürdü. Dünyada üretilen ilk gerçek plazma tabanlı ışın kılıcı olarak Guinness Rekorlar Kitabı'na giren bu zarif ve etkileyici silah, Hacksmith Industries tarafından hâlâ geliştirilmeye devam etmektedir. Peki Hacksmith Industries kimdir



Hacksmith Industries?

Hacksmith Industries, YouTube'da teknolojik yenilikleri ve popüler kültürden ilham alan projeleriyle tanınan altı kişilik bir ekipten oluşur. Kendilerini "Mühendislik mükemmeliyetine adanmış çeşitli ve tutkulu bireylerden oluşan bir grubuz." diye tanıtan bu ekip, film ve dizilerdeki ikonik nesneleri gerçek dünyada uygulayarak dikkat çekici projelere imza atmaktadır. Hacksmith Industries, yaratıcılık ve mühendislik alanında sınırları zorlayarak hayali konseptleri gerçeğe dönüştürme konusundaki yetenekleriyle tanınmaktadır.

Hacksmith Industries ışın kılıçlarını gerçeğe dönüştürmekle mühendislik dünyasında büyük bir yankı uyandırdı. Bu süreç, sadece bir prototip geliştirmekle kalmadı, aynı zamanda birçok mühendis ve mühendislik öğrencisine de problem çözme zorlu hedeflere ulaşma konusunda ders niteliğinde bir deneyim sundu.



Birkaç sene önce çok da uzak olmayan atölyede...

2017: Yeni Bir Umut

Projenin ilk ve en önemli aşaması, kılıcı oluşturacak yapıdaydı. Bunun için ilk başta filmdeki gibi kabzadan çıkan bir ışın yapamayıp plazma yayı kullandılar. Asıl önemli olan ise ışın kılıcının yüksek sıcaklıkta çalışmasını sağlamak için doğru malzemelerin seçilmesi idi. Bu noktada, Hacksmith ekibi plazma yayı için **tungsten** kullanımına yöneldi. Tungsten, 3422°C'lik son derece yüksek ergime noktası sayesinde plazma gibi aşırı sıcaklık koşullarına dayanabilen ideal bir malzeme olarak seçildi. Ancak tungstenin bu avantajı, bazı zorlukları da beraberinde getirdi.



TUNGSTEN PLAZMA
YAYI



Tungstenin en büyük sorunlarından biri, oksijenle reaksiyona girerek okside olmasıydı. Yüksek sıcaklıklarda çalışırken, bu oksidasyon süreci malzemenin yüzeyinde bozulmaya yol açabilir ve malzemenin dayanıklılığını azaltabilirdi. Hacksmith ekibi, bu sorunu çözmek için asal gazlar kullanarak bir çözüm geliştirdi. Bu asal gazlar hem tungstenin oksidasyona uğramasını engelleyerek plazma yayının stabil bir şekilde çalışmasını sağlarken hem de plazma yayını besleyen harici bir güç kaynağıydı. Her ne kadar projenin ileri aşamalarında Hacksmith ekibi plazma yayını kullanmasa da bu gelişme projede büyük bir önem taşıyordu.



2020: Plazma'nın Yükselişi

Plazma yayını çeşitli şekillerde daha verimli hale getiren ekip, aradan geçen 3 yıl ardından plazma yayını kaldırdı. Plazma yayı ortadan kalktığı için de daha yoğun bir enerji kullanmaları gerekiyordu. İlk başta plazma yayına enerji veren lityum-polimer pil yerine LPG kullanmaya karar verdiler. Yüksek oranda propan içeren LPG, lityum-polimer pile göre kilogram başına 50 kat daha fazla enerji verecekti.



Peki **Propan gibi bir gazı** aşırı ısıtılmış bir plazma ışınına nasıl dönüştürebiliriz?

Yanıt, akışkanlar mekaniğinde önemli bir kavram olan laminar akışta yatar. Temelde, bir plazma ışını oluşturmak için yoğun bir gaz akışı sağlamak amacıyla geniş bir laminar akış nozulu dizisi gerekiyordu. Bunu sağlamak içinse cam üfleme endüstrisinde de kullanılan özel '**mirage nozul**'lar kullanıldı. Gaz akışını optimize etmek için bakır tüpler kullanıldı. Bakır tüpler, esnekliği ve şekil alabilme yeteneği, korozyona karşı dayanıklı olmaları ve 1000 psi basınca kadar dayanabilmeleri, bu tüplerin ideal bir seçim olmasını sağladı.



MIRAGE NOZUL

Renkli Işın Kılıçları: Farklı Renkler Nasıl Elde Edildi?

Işın kılıçlarının farklı renklere sahip olmasının ardında yatan temel neden, kullanılan **Kyber kristalleridir**. Star Wars evreninde, Jedi ve Sith'lerin ışın kılıçları, bu kristallerin ışığı bükerek enerji yaymasıyla çalışır. Kristallerin rengi, ışın kılıcının yaydığı ışık ve plazma rengini belirler. Örneğin, **mavi ve yeşil** ışın kılıçları genellikle Jedi'lar tarafından tercih edilirken, **kırmızı** kılıçlar Sith'lerin karanlık tarafla olan bağlantısını simgeler. Ancak, günümüz dünyasında Kyber kristalleri olmadığı için ekip çoğumuzun da aşına olduğu bir çözüm buldu.



Bildiğiniz gibi, farklı tuzlar ateşe atıldığında alevin rengini değiştirebilir. Hacksmith ekibi de bu prensibi kullanarak ışın kılıcının plazma rengini kontrol etmeyi başardı. Plazmanın çıktığı yere çeşitli tuzlar dökerek ışın kılıcının rengini değiştirdi. Örneğin, **borik asit** ışın kılıcının rengini maviden yeşile, **kalsiyum klorür** ise maviden kehribara dönüştürdü. **Stronsiyum klorür** maviden kırmızıya, **sodyum klorür** ise maviden sarıya çevirdi.



Henüz bu işlem tam anlamıyla kullanıcı müdahalesi olmadan gerçekleştirilmiyor olsa da sürecin teknik açıdan gelişmesi, ışın kılıcı projesine hem yaratıcı hem de öğretici bir boyut katıyor.

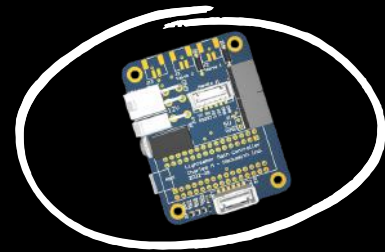
2022: Güç, Küçük Boyutta Uyanıyor

Ekip, aradan geçen 2 yıl içerisinde ışın kılıcını daha küçük, hafif, güvenilir ve kullanımını daha kolay hale getirmeye odaklandılar. Yakıt sisteminden, ateşleme sistemine ve elektroniklere kadar daha optimize edilen kılıç toplamda boyutunu %70 oranında küçültmeyi başardılar.

Eskiden sırtlarına taktıkları büyük bir çanta ile taşınan güç kaynağı, artık bele takılabilen bir alet çantası boyutuna kadar indirilmişti. Bu küçülmeyi sağlamak için bakır tüplerin kapladığı alan azaltıldı, performansta tutarlılık sağlamak amacıyla ise yumuşak paket pil ve tam dolu bir ısıtıcı kullanıldı. Kılıcı daha güvenli hale getirmek içinse tüpteki gazın çıkışını sağlayan "şalter" eklediler.



İstedikleri ışın kılıcı görüntüsünü elde edebilmek için ne kadar oksijen ve propan gideceğini tam olarak ayarlamaları lazımdı. Bu ayar sayesinde kılıcın uzunluğu artacak ve alabilecekleri en yüksek sıcaklığı alacaklardı. Ancak, gaz akışını manuel olarak açmak hala zaman alıcıydı ve ışın kılıcının estetiğine uymuyordu. Bu sorunu çözmek için Hacksmith ekibi, tek tuşla çalıştırılabilen bir sistem geliştirdi. İki adet **PCB (baskılı devre kartı)** kullanarak bu işlemi otomatikleştirdiler. Bir devre ışın kılıcının güç kaynağını yönetirken, diğeri kılıcın kabzasında yer aldı. Bu devreler, sadece ışın kılıcını tek bir düğmeye basarak açmakla kalmayıp, aynı zamanda istediğimiz oksijen ve propan miktarını ayarlayan vanaları da kontrol etti. Ayrıca, filmdeki gibi etkileyici ses efektlerini ekleyerek ışın kılıcının deneyimini daha da gerçekçi ve eğlenceli hale getirdi.



PCB

2023: Güçte Son Durak

Işın kılıcının bağlı olduğu plazmayı beslemek için harici bir güç kaynağına bağlıydı. Bu, hareket özgürlüğünü sınırlamakla birlikte bildiğimiz ışın kılıcı görünümünü sağlamıyordu. Peki ışın kılıcını güç kaynağından nasıl ayırdılar?



Kullandıkları tüpleri kabzaya ek bir ünite olarak ekleyerek. Bunun için daha küçük tüpler kullanmak zorundaydılar ama saf oksijeni yüksek basınçlı alanda tutmak çok tehlikeli. Yüksek sıcaklıklara kadar ulaşmaya yarayan saf oksijen yüzeyleri rahatça kesmekle kalmayıp kılıcın kendisini bile yakabilirdi.

Bu sorunu çözmek içinse üç adet çift taraflı karbon fiber silindirik tüp kullandılar. Bu üç tüp birbirine bağladıktan sonra bir ucuna regülatör ve diğer ucuna ise quick connect fittingeklediler. Bu sayede saf oksijen daha korunaklı bir şekilde saklanabilir hale geldi.

Işın kılıcı deneyimini daha uzun kılmak içinse tüpler arasına batarya eklediler ancak karbon fiber tüpler iletken olduğu için bataryaları korumak için elektrik ve ısı yalıtımlı ince bantlar kullanıldı. Bu bataryalar ışın kılıcının 30 dakika kadar durmadan çalışabilmesini sağlıyor.

Karbon fiberden olan bu ek üniteyi paslanmaz çelikten olan kabzaya bağlamak içinse naylon karbon fiber katkılı filaman ile 3D yazıcıdan bir bağlantı ünitesi yapıyorlar. Naylon karbon fiberi kullanmalarının nedeni ise PLA ve ABS filamentlerinden çok daha fazla ısıya dayanabiliyor olmaları.

Bu sayede ışın kılıcını ekstra bir güç ünitesi olmadan çalışabiliyor. Ne kadar ışın kılıcının boyutu yaklaşık 2 metre civarına gelse de güç kaynağına bir kabloyla bağlı olmaması aslında bu projedeki neredeyse en büyük gelişmelerden biri olduğunu söyleyebiliriz.

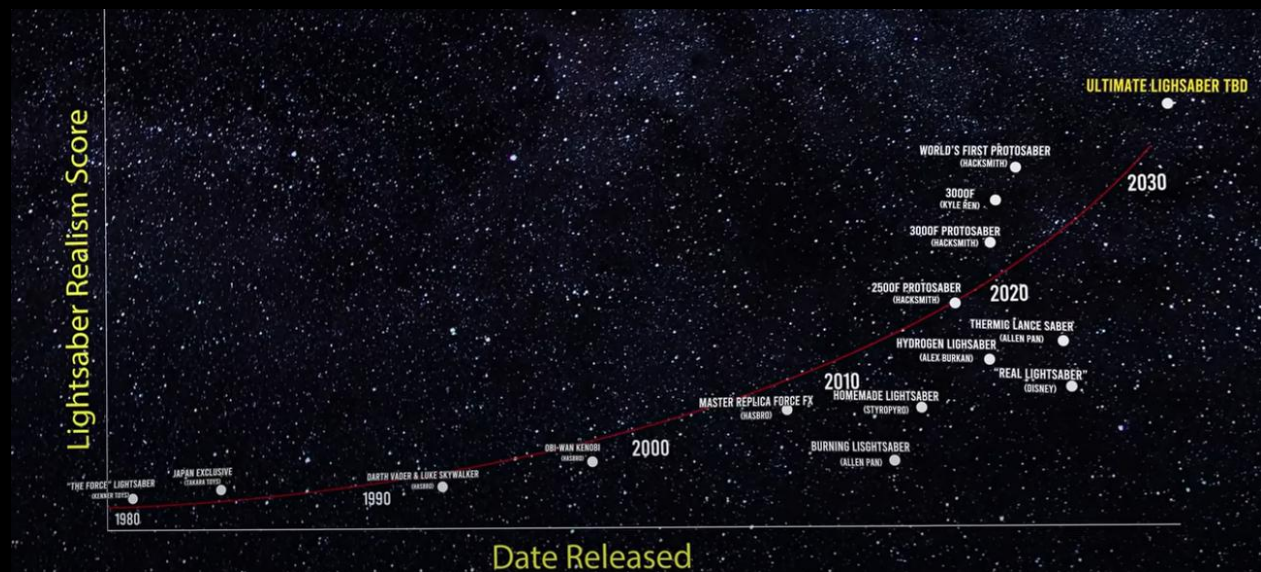


2030'a Doğru: Sonraki Adım Ne?

Hacksmith Industries ışın kılıcını daha da optimize etmek için çalışmalara devam ediyor. Oksijen ve yakıt sistemlerinin küçültülmesi, laminar akışı sağlayan sistemin daha kompakt hale getirilmesi gibi önemli hedeflerle ekip, teknolojiyi daha taşınabilir ve verimli hale getirmek için sürekli yenilikler yapıyor. Hacksmith Industries, 2030 yılına kadar tam fonksiyonlu bir ışın kılıcı geliştirmeyi hedefliyor.

Mühendisliğin özü, karmaşık sorunlara yaratıcı çözümler bulma, teknolojiyi ileriye taşıma ve imkansız gibi görünen hedefleri gerçekleştirme yeteneğinde yatar. Hacksmith ekibi, bilim kurgunun sınırlarını zorlayarak gerçek dünyada elle tutulur sonuçlar üretmiştir ve bu da mühendisliğin gücünü bir kez daha ortaya koymaktadır.

Her büyük buluş küçük bir fikirle başlar. Eğer tutkuyla bağlandığınız bir hedefiniz varsa, teknoloji ve bilim dünyasında sınırları zorlamak sizin için sadece bir başlangıç olacaktır. Mühendisliğin dünyayı nasıl şekillendirebileceğini görmek için, siz de bu yolculuğun bir parçası olun ve her adımda kendinize inanın. Unutmayın, bu yolda Güç her zaman sizinle olacak.

**kaynak**

<https://youtu.be/wUdLlGLSQHQ?si=GaSZ2DG8Gw44CdfM>

“Şapkaların, ceketlerin, dizliklerin içine koyulduğunda kullanıcının varlığından haberi bile olmayacağı kadar yumuşak bir koruma malzemesi düşünün... ve bu malzemenin darbelere karşı bir kask kadar koruma sağladığını...”

DARBELERE MEYDAN OKUYAN MALZEME

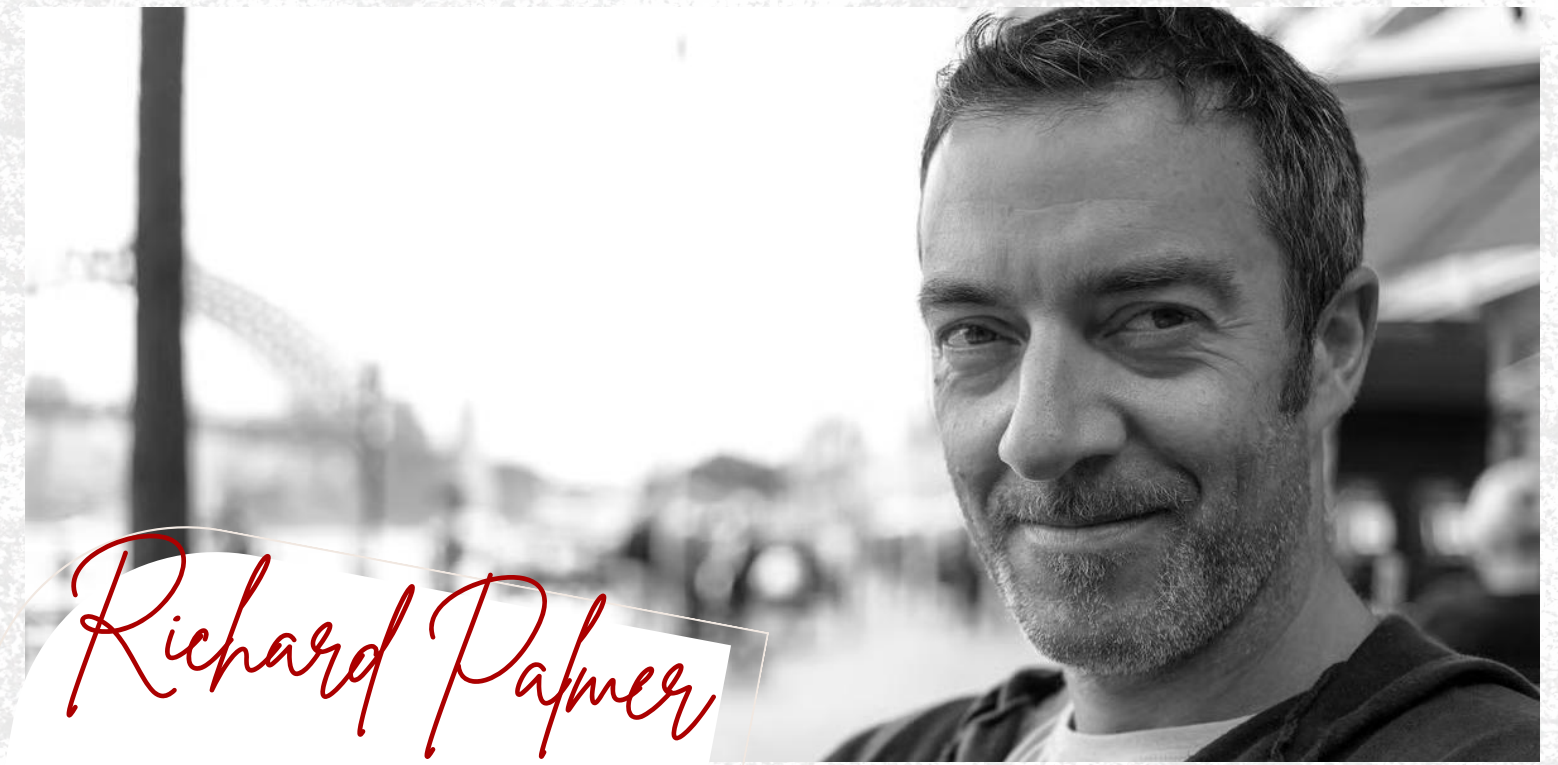
YAZAR: Ulaş Sarıoğlu

SIRADAN MALZEME,

Sıra Dışı Güç

Esnek Koruma | Maksimum Güvenlik!

Görünüşte sıradan bir malzeme fakat içerdiği gizemli formülü ile hayat kurtarıcı bir dönüşüm geçiriyor. D3O, adını sıkça duyduğumuz ancak tam olarak ne olduğunu bilmediğimiz, geleceğin malzemelerinden biri. Teknolojinin hızla ilerlediği günümüzde, malzeme bilimi de büyük adımlarla ilerliyor. D3O, bu ilerlemenin en dikkat çekici örneklerinden biri. Darbeleri emme ve sönümlleme özelliğiyle dikkat çeken bu malzeme, spor malzemelerinden askeri ekipmanlara kadar birçok alanda devrim yarattı. D3O'nun nasıl ne olduğunu ve hayatımızı nasıl etkilediğini keşfetmeye hazırlanın. Bu yazımızda, bu inanılmaz malzemenin sırrını çözmeye ve hayatımıza nasıl dokunduğuna yakından bakacağız.



Richard Palmer

Richard Palmer, D3O malzemesinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamış Birminghamlı bir mühendis ve girişimciydi. 1999 yılında Alplerde kayak yaparken, koruma ekipmanlarının yetersizliğini fark ederek daha iyi bir koruma malzemesi geliştirme fikrini ortaya attı. Bu süreçte, Hertfordshire Üniversitesi'nde takım arkadaşı olan Dr. Philip Green ile iş birliği yaparak D3O Lab adlı bir şirket kurdular. Palmer, tüm birikimlerini harcayarak D3O'nun geliştirilmesi için gerekli fonları sağladı ve bu süreçte birçok zorlukla karşılaştı. Richard Palmer, D3O'nun geliştirilmesi sürecinde karşılaştığı zorlukları aşarak, İngiliz Savunma Bakanlığı'ndan 100.000 sterlinlik ödüle layık görüldü.

D3O'NUN MUCİTLERİ

Dr. Philip Green, Richard Palmer ile birlikte D3O'yu geliştiren bir diğer önemli isimdir. Hertfordshire Üniversitesi'nde araştırmalar yaparken Palmer ile tanıştı ve birlikte D3O'nun temellerini attılar. Green, mühendislik ve bilimsel bilgi birikimi ile D3O'nun formülasyonunu geliştirmeye katkıda bulundu. D3O, başlangıçta çocuk oyuncaklarında kullanılan bir sıvı olan Dilatant akışkanın özelliklerini kullanarak tasarlandı. Green, bu malzemenin ticari potansiyelini fark ederek iş dünyasına adım attı ve D3O'yu global bir marka haline getirmek için çalıştı.

İngiliz malzeme bilimciler ve tutkulu kayakçılar Richard Palmer ve Philip Green hem mutfaklarında hem de laboratuvarlarında yıllarca süren deneme yanılma sonrasında esnek ancak darbe anında sertleşen bir malzeme geliştirdiler. Genişletici sıvıların enerjiyi absorbe etme ve dağıtma konusundaki alışılmadık özellikleri, bu buluşu çok çeşitli koruyucu uygulamalar için mükemmel hale getirdi.



Philip Green

D30 malzemesi, iç yapısında polimer matris ve Newtonyen olmayan sıvıları bir araya getirir. Polimer matris, malzemenin yapısal destek ve stabilitesini sağlarken, Newtonyen olmayan sıvılar malzemeye darbe emici özellikler kazandırır. Bu kombinasyon sayesinde, D30 normal koşullarda esnek ve hareketlidir, ancak ani darbelere maruz kaldığında hızla sertleşir. Böylece, yüksek enerjili darbeleri emerek yayılmasını sağlar ve kullanıcının korunmasına yardımcı olur.

SIVI MI, KATI MI?

D30 ile Her İkisi Bir Arada!

D30'nun etkinliğinin anahtarı 'Dilatancy' olarak da literatürde yer bulan, kayma kalınlaşma olarak bilinen davranışta yatar. Bu davranış, malzeme kayma gerilimi veya deformasyon yaşadığında artan viskozite veya sertlikle karakterize edilir. 5 veya daha yüksek kayma gerilimi uygulandığında Newtonyen olmayan sıvıların içindeki moleküller hızla birbirine kilitlenir. Bu hızlı moleküller D30'nun sertleşmesine ve darbeden gelen enerjinin daha geniş bir alana etkili bir şekilde dağılmasına neden olur, böylece iletilen kuvvet önemli ölçüde azaltılır, darbeyi sönümler ve yaralanma riski en aza indirilir. Ancak D30'nun kayma kalınlaşma davranışı sıcaklık ve darbe hızı gibi faktörlere duyarlıdır, bu nedenle malzemenin performansı çevresel koşullara ve uygulamaya bağlı olarak değişebilir.

"En temelde D30 malzemesi, Reoloji bilim dalına dayanır. Malzeme, viskoelastik malzemelerin ve çeşitli akış teorilerinin (Bingham Akışı, Pseudoplastik Akışı ve Dilatant Akışı) geliştirilmesiyle ortaya çıkan fakat formülizasyonunun Philip Green ve Richard Palmer tarafından gizli tutulduğu gelecek yılların en yenilikçi malzemesi olarak literatüre geçmiştir."

D30 diye adlandırılan bu malzeme temelde Newtonyen olmayan sıvılar ve polimerlerin bir kombinasyonundan oluşur. Newtonyen olmayan sıvılar, uygulanan strese veya deformasyona tepki olarak bilinen sıvı davranışından sapan özellikler gösterir. Kuvvete maruz kaldığında ise Newtonyen olmayan sıvılardaki moleküller yeniden düzenlenir ve malzemenin özellikleri belli başlı değişikliğe uğrar.

Dayanıklılık

D3O, dayanıklılığı ve uzun ömürlü performansı ile bilinir. Malzeme, koruyucu özelliklerini kaybetmeden veya bozulmadan tekrarlanan darbeler ve streslere dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Bu dayanıklılık, D3O içeren ürünlerin uzun süreli kullanımdan sonra bile etkinliğini korumasını sağlayarak kullanıcılar için kalıcı koruma sağlar.

Sıcaklık Direnci

D3O çeşitli sıcaklıklara karşı kararlı bir yapıdadır, yani performansı çeşitli sıcaklıklarda tutarlı kalır. Aşırı ısıya veya soğuğa maruz kalsa da D3O esnekliğini ve darbe direncini koruyarak çeşitli çevre koşullarında güvenilir koruma sağlar. Bu özellik, malzemenin değişen sıcaklıklara maruz kalabileceği uygulamalarda çok önemlidir.

İnce Profil

Mükemmel darbe koruması sunarken ince bir profilin korunması D3O'yu diğer koruyucu malzemelerden ayırır. D3O, koruyucu özelliklerinden ödün vermeden ince profiller halinde tasarlanabilir. Bu özellik, akıllı telefon kılıfları veya motosiklet giysileri gibi alanın sınırlı olduğu veya ince bir tasarımın istendiği uygulamalarda fayda sağlar.

Hafiflik

Malzemelerin kullanışlılığı esas alındığında en önemli özelliklerden biri hafifliktir. Darbeye karşı dirençliliğine rağmen D3O hafifliğini korur. Bu özellik, spor malzemeleri ve giyilebilir teknoloji gibi ağırlığın önemli olduğu uygulamalarda kullanıcıya avantaj sunar.

Darbeye Karşı Dayanıklılık

D3O, olağanüstü darbe direnci sağlamak üzere tasarlanmıştır ve bu da onu ani darbelerden veya şoklardan gelen enerjiyi emme ve dağıtmada oldukça etkili bir hale getirir. Kuvvete maruz kaldığında, D3O içindeki moleküllerin hızla birbirine kenetlenmesiyle malzemeni sertleştirir ve enerjiyi daha geniş bir alana dağıtır. Bu özellik, yaralanma veya hasar riskini azaltmaya yardımcı olur ve D3O'yu koruyucu ekipman ve donanım için tercih edilen bir seçenek haline getirir.

Esneklik

D3O'nun öne çıkan özelliklerinden biri esnekliğidir. Etki altında olmadığı zamanlar D3O yumuşak ve esnek kalır. Sağladığı bu esneklik kullanıcılarına hareket özgürlüğü ve kullanışlılık sağlar.

D3O'nun Özellikleri

Esneklik, Darbe Direnci ve Daha Fazlası...

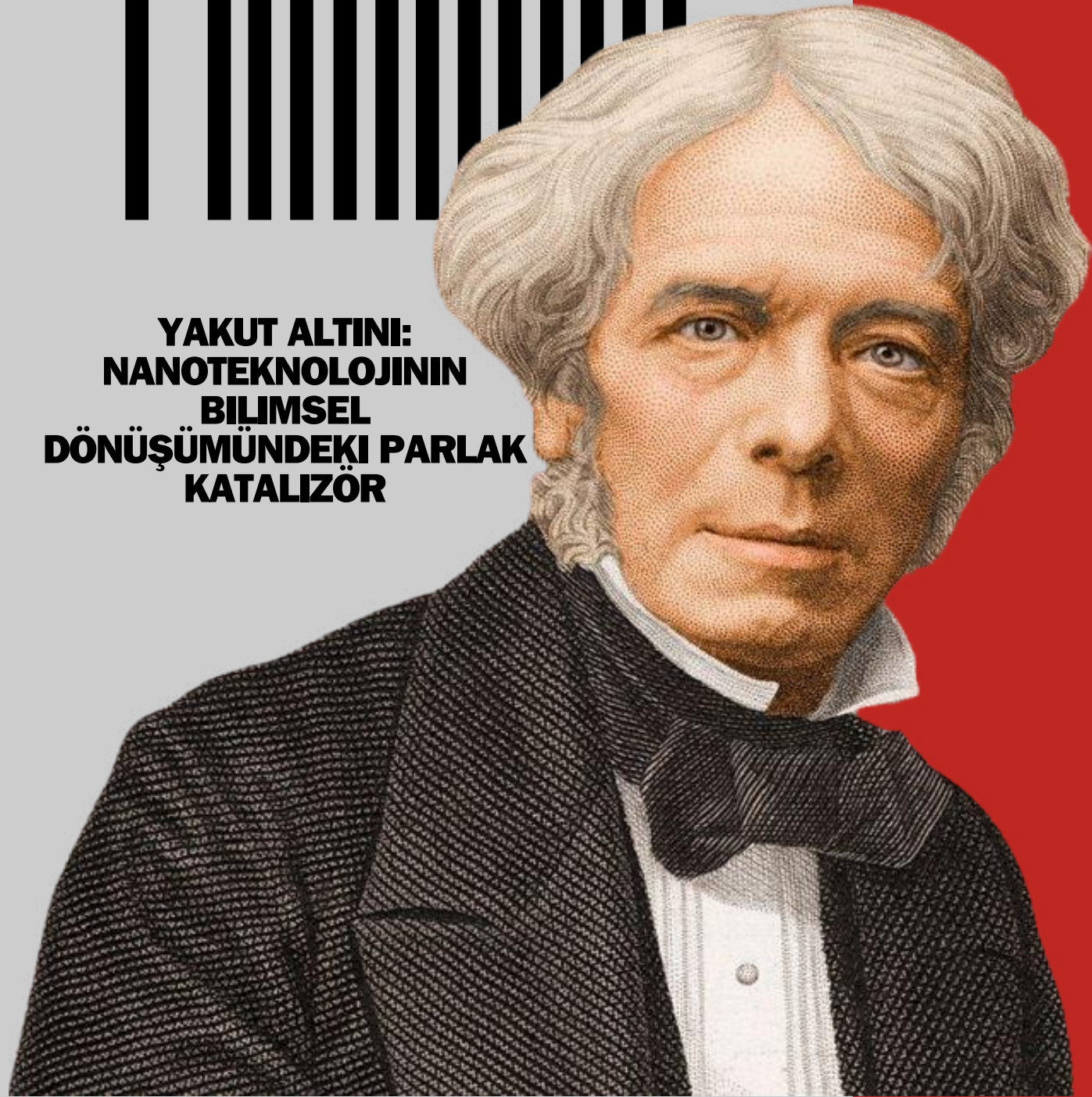
KAYNAKÇA:

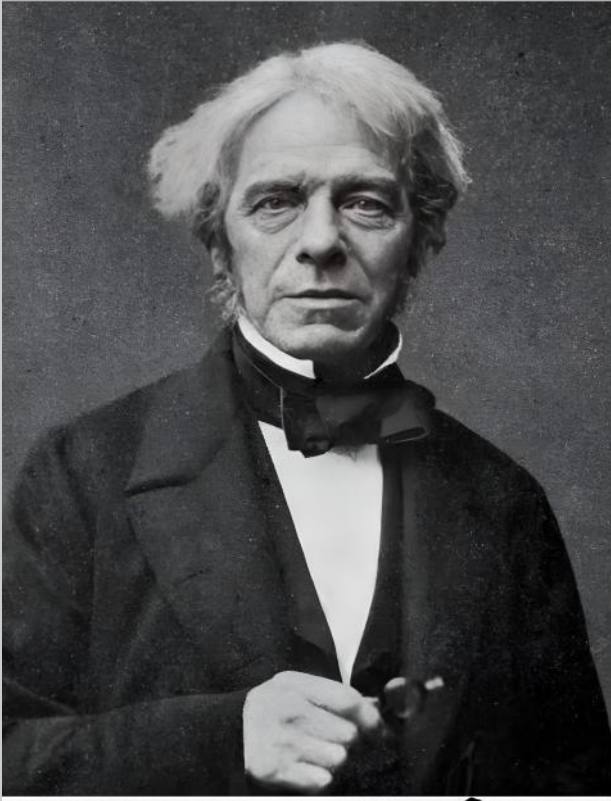
- Chhabra, R. P. (2010). Non-Newtonian fluids: an introduction. Rheology of complex fluids, 3-34.
- <https://profabix.com/d3o-material-all-you-need-to-know/>
- <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1502-non-newtonian-fluids>
- <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/pseudoplastic-fluid>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002074621100062X>

MICHAEL FARADAY

YAZAR: SHANLI SALAHİ,
&
EMİNE İREM ÇELİKER

**YAKUT ALTINI:
NANOTEKNOLOJİNİN
BİLİMSEL
DÖNÜŞÜMÜNDEKİ PARLAK
KATALİZÖR**





*Michael
Faraday*

MICHAEL

FARADAY, 22 Eylül 1791 tarihinde, İngiltere'nin kuzeybatısından Newington Butts, Southwark'a göç etmiş olan bir demircinin oğlu olarak dünyaya geldi. Ailesinin ekonomik kısıtlamaları nedeniyle sistematik ve uzun süreli bir eğitim alabilme fırsatından mahrum kalan Faraday, yalnızca pazar günleri kilisede sunulan eğitimler ile okuma, yazma ve temel aritmetik becerilerini öğrenebilmiştir. Faraday, on dört yaşında Londra'da kitap ciltçisi olarak çalışan George Riebau'nun yanında çırak olarak göreve başlamıştır. Riebau'nun sağladığı bu çıraklık fırsatı dönemin gazete, kitap ve dergilere erişiminin oldukça sınırlı olduğu bir bağlamda, Faraday'a birçok eseri okuma imkânı sunmuştur. Bu zengin okuma deneyimi, Faraday'ın bilime duyduğu derin ilgiyi ve tutkusunu şekillendirmede kritik bir rol oynamıştır.

1805 ile 1812 yılları arasında, tam yedi yıl süresince kitap ciltçisi olarak görev yapan Faraday, çıraklık döneminin sonlarına yaklaştığında, Riebau'nun müşterilerinden biri olan ve Kraliyet Kurumu'nda (Royal Institution) kimya profesörü olarak görev yapan Humphry Davy'nin son dört dersine katılması için kendisine bilet temin edilmiştir. Bu biletler ile derslere katılma fırsatı bulan Faraday, 1812 yılında bilime olan derin ilgisini ve tutkusunu pekiştirerek, Davy'ye kapsamlı ders notlarını sunarak bir iş başvurusunda bulunmuştur. Davy, Faraday'ın notlarından etkilenmiş ve 22 yaşındaki Faraday'ı asistanı olarak işe almıştır. Bir yıl sonra, Davy'nin Avrupa'daki bilimsel kurumlarını gezme seyahatine katılan Faraday, 18 ay boyunca kendisine eşlik etmiştir.

1816 ve 1817 yıllarında, madenci emniyet lambasının yapımında zaman zaman Humphry Davy'ye yardımcı olan Faraday, bu süreçte bilimsel bilgi arayışını sürdürmüş ve Brande'den bilimsel eğitime devam etmiştir. 1820'li yıllarda ise çelik alaşımları üzerine gerçekleştirdiği kapsamlı incelemeler ile bilimsel metalurji ve metalografinin temellerinin atılmasına önemli katkılarda bulunmuştur. Optik cam kalitesini artırmaya yönelik çalışmalarında, 1845 yılında yüksek kırılma indisli bir cam üretmiş ve bu buluş, onu diamanyetizmanın keşfine götüren önemli bir adım olmuştur. 1821 yılında Sarah Barnard ile evlenmiş ve 1825 yılında Laboratuvar Direktörü olarak atanmıştır. Altı yıl sonra, Faraday için **Fullerian Kimya Profesörlüğü** unvanı oluşturulmuştur.

1820'lerin

ortalarında, Michael Faraday, Kraliyet Kurumu'nda başlattığı ve günümüze kadar süregeldiği Noel derslerinde, en son bilimsel keşifleri halka açık bir biçimde sunarak bilim dünyasında önemli bir yer edinmiştir. Bu derslerde, deneylerle zenginleştirilmiş bilgileri halkla paylaşarak, bilimsel bilgiye olan katkısını artırmıştır. Aynı dönemde, cuma akşamı söylevlerinde de bilimsel düşüncelerini geniş bir kitleyle paylaşarak, bilimin yayılmasına katkıda bulunmuştur. 1815'ten 1826'ya kadar Humphry Davy'nin asistanlığını üstlenen Faraday, Davy'nin 1827'deki emekliliğiyle Kraliyet Kurumu'nda Kimya Profesörü olarak atanmış ve böylece kuruma kalıcı olarak yerleşmiştir. Bu atama, onun bilimsel kariyerinde bir dönüm noktası olmuş ve Kraliyet Kurumu'nda, fizik biliminin paradigmasını değiştirecek olan elektrik ve manyetizma üzerine derinlemesine araştırmalara yönelmesine olanak sağlamıştır.



Şekil 1. Faraday'ın kolloidal yakut altını.

Faraday'ın yakut altın (ruby gold) üzerindeki çalışmaları, sadece bilimsel metodoloji ve deneysel yeniliklerle desteklenen bir buluş değil, aynı zamanda modern nanoteknolojinin temellerinin atılmasında kritik bir yapı taşı olmuştur. Faraday'ın bu keşfi, hem dönemin bilimsel anlayışının sınırlarını zorlamış hem de nanoteknolojinin gelişiminde yeni bir çağın kapılarını aralamıştır. Ruby gold üzerindeki bu derinlemesine araştırmalar, Faraday'ın bilime olan katkılarının ne denli kalıcı ve geniş kapsamlı olduğunu gözler önüne sermekte ve onun bilimsel mirasının günümüz teknoloji dünyasında hâlâ etkili olduğunu göstermektedir.

“Michael Faraday'ın 1857 Royal Society Konferansında Bilimsel Devrim”

Michael Faraday'nin 5 Şubat 1857'de Londra'daki Royal Society'ye verdiği Bakerian konferansına dayanarak “Felsefi İşlemler”de yayımlanan “Altının (ve diğer metallerin) ışıkla olan deneysel ilişkileri” başlıklı makaleden, Faraday'nin kolloidal altının yakut renginden büyüldüğü açıktır. Araştırmalarının amacı, ışığın metal parçacıkları ile etkileşimini incelemektir ancak bu yazının büyük bir kısmı yakut altının oluşumu, doğası ve özelliklerinin çeşitli yönlerine odaklanıp ve bu sistematik çalışmalar ve algısal yorumlar, modern kolloidal kimyanın doğuşunu işaret etmektedir. Bu durum, altın nanobilimi ve nanoteknolojisinin güçlü bir şekilde ortaya çıkmasına yol açmıştır, oysa Faraday, vitray pencerelerde yüzyıllardır kullanılan yakut camı biliyordu ve kalay varlığında altından yapılan “Cassius'un Moru” on yedinci yüzyıldan beri cam ve emayeleri renklendirmek için kullanılmıştı.

Faraday'ın konferansında anlatılan çalışma, madde ile elektriksel, manyetik ve optik fenomenler arasındaki ilişkileri inceleyen araştırmalarına uyuyordu. Faraday, “İnsan zihninin o muhteşem ürünü olan, ışığın dalga teorisiyle ve sonuçlarıyla çelişebilecek, doğrulayabilecek, genişletebilecek veya değiştirebilecek deneysel denemeler ne ölçüde tasarlanabilir?...” sorusunu soruyordu. Işık dalga boyuna kıyasla küçük olan parçacıklar üzerindeki ışığın etkisi ilginç sonuçlar üretmelidir. Altın bu bağlamda dikkat çekicidir çünkü “bilinen fenomenler, parçacık boyutundaki basit bir değişikliğin çeşitli sonuç renklerine yol açtığını gösteriyor gibiydi.”





Şekil 2. Faraday'ın kolloidal yakut altını.

Faraday birçok metal ile yapılan çalışmalarını sunmuş olsa da, “boyutları çok küçük” olan ince altın parçacıkları tarafından ‘çözelti’de üretilen yakut rengi ve çeşitli pratik yaklaşımlarla hazırlanan bu renk, konferansının ana konusuydu. Tipik bir hazırlama yöntemi, NaAuCl_4 gibi bir altın bileşiğinin sulu çözeltisini kullanmak ve bunu, iki fazlı bir sistemde Karbon disülfür içindeki fosfor gibi bir indirgeme çözeltisi ile işlemeyi içeriyordu. NaAuCl_4 çözeltisinin sarı rengi, birkaç dakika içinde kolloidal altının koyu yakut rengine dönüştü. Faraday, yakut rengindeki sıvının, o dönemde mevcut olan mikroskopların hiçbirinde görünmeyen, çok ince bölünmüş metalik bir formda sıvı içinde dağılmış altın olduğu sonucuna vardı.

Yaklaşık 100 yıl sonra Turkevich ve grubu [3,5], elektron mikroskobu ile yaptıkları incelemeler ardından Faraday'ın hazırlama yöntemleriyle elde edilen yakut renkli kolloidlerin ortalama 6 ± 2 nm boyutlarında altın parçacıkları ürettiğini ortaya koydular. Faraday'ın orijinal altın kolloidleri oldukça stabildi ve en az bir örnek, ikinci Dünya Savaşı'na kadar dayanmış olup, düşman saldırısı sonucu kazara yok edilmiştir ve bir örnek Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Soldan-sağa: “yakut (ruby) sıvısı”, altın klorür çözeltisi ve sentezlenen altın nanoparçacık çözeltisi.

John Turkevich [5], 1985 yılında Altın Bülten'de yayınlanan bu konuyla ilgili iki çokça atıf yapılan incelemede, Faraday'ın yakut altın kolloidi hazırlama konusundaki başarılarını vurguladığında, “simyacıların ilgisini çeken” yakut altının özelliklerinin anlaşılmasında o dönemde gerçekleşen gelişmeleri özetledi. 19. yüzyılın son çeyreği ve 20. yüzyılın başında kolloidal altına olan ilginin artmasını Bredig'in hazırlama yöntemi olarak yay yönteminin geliştirilmesi, Zsigmondy'nin yarık ultramikroskopu icat etmesi, Mie'nin kolloidal altının rengine teorik bir açıklama getirmesi, Schulze ve Hardy'nin farklı değerlikteki iyonların varlığında kolloidal altının stabilitesini incelemeleri, Einstein'in Brown hareketi teorisini sunması ve Smoluchowski'nin pıhtılaşma süreci teorisini formüle etmesi olarak tanımladı. Güzel yakut-kırmızısı rengi, 520 nm'deki oldukça dar bir absorpsiyon bandından kaynaklanmaktadır.

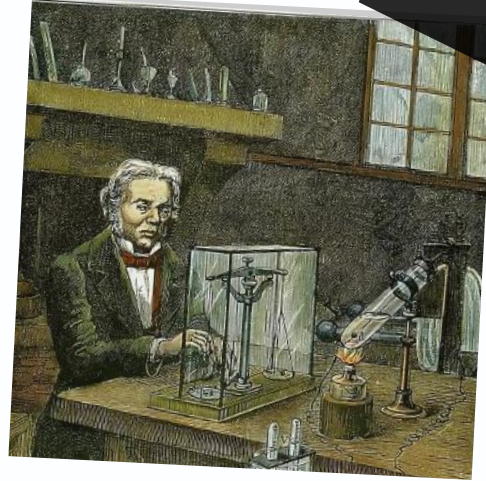
Turkevich, Mie'nin önceki hesaplamalarını deneysel olarak doğrulamak için farklı parçacık boyutlarına sahip homojen dağılmış altın solüsyonlarının derecelendirilmiş bir setini kullandı. Turkevich, altın nanoparçacıklarının boyutunun katalitik aktiviteleriyle ilişkili olabileceğini tahmin etmiş olmasına rağmen, altın nanoparçacıklarının oksit destekler üzerindeki yüksek katalitik aktivitesini gözden kaçırdı; şunları söyledi: “Elektron mikroskobu ile kolloid çalışmalar için tercih edilen malzeme kolloidal altındı.

Ancak hidrojen peroksitin çözeltide ayrışması ve etilenin gaz fazında hidrojenasyonu gibi iki standart reaksiyon için zayıf bir katalizördür. Ancak platin, her iki reaksiyon için de olağanüstü bir katalizördür”. Yığın ve nanoparçacık platin katalitik olarak birçok benzerlik gösterir, ancak nanoparçacık altının boyutu, kütle altından çok farklı katalitik özelliklere sahip olmasına neden olur [3-7]. Eğer Faraday 20. yüzyılda yaşasaydı yenilikçi düşüncesi onu altın katalizi alanında bir öncü haline getirebilirdi!

Faraday, geniş bir yelpazede bilimsel fenomenler ile ilgileniyordu; elektromanyetik indüksiyon (1831) ve benzenin (1825) keşfi gibi birbirinden çok farklı alanlara önemli yenilikçi katkılarda bulunmuştur. Faraday'ın yaklaşımı, herhangi bir denklem içermeyen, çağa damgasını vuran çıkarımlarda bulunan mütevazı ve yetkin bir deneycinin yöntemiydi. 21. yüzyılda ruby (yakut) altının tam önemi yalnızca altın nanoteknolojisiyle ilgili yayınların artışıyla anlaşılmaktadır.



Şekil 4. “Sitrat” altın kolloidi (sol) ve altın klorür çözeltisi (sağ). Dar ışın demeti, kolloitte “Faraday-Tyndall Etkisi”ni gösterir ancak çözeltide göstermez



KAYNAKÇA:

- [1] James, Frank A.J.L, Michael Faraday: A Very Short Introduction, Very Short Introductions (Oxford, 2010; online edn, Oxford Academic, 24 Sept. 2013), <https://doi.org/10.1093/acrade/9780199574315.001.0001>, accessed 19 July 2024.
- [2] Experimental Relations of Gold (and Other Metals) to Light, M. Faraday, Philos. Trans. R. Soc. London, 1857, 147, 145.
- [3] Gold in a Metallic Divided State - from Faraday to Present-Day Nanoscience, P.P. Edwards and J.M. Thomas, Angew. Chem. Int. Ed., 2007, 46, 5480.
- [4] The True Story of the Purple of Cassius. The birth of Gold-Based Glass and Enamel Colours, L.B. Hunt, Gold Bull., 1976, 9, 134.
- [5] Colloidal Gold, Parts I and II, J. Turkevich, Gold Bull., 1985, 18, 86, 125.
- [6] Catalysis by Gold, G.C. Bond, C. Louis and D.T. Thompson, Imperial College Press, London, 2006; ISBN 1-86094-658-5; <http://www.icpress.co.uk/chemistry/p450.html>.
- [7] Thompson, D. Michael Faraday's recognition of ruby gold: the birth of modern nanotechnology. Gold Bull 40, 267-269 (2007). <https://doi.org/10.1007/BF03215598>.
- [8] Ryan D. TWENEY, On Replicating Faraday: Experiencing Historical Procedures in Science, Arch.Sci. (2005) 58: 121-131.

MIEZUN RÖPORTAJI



ESRA İÇAÇAN

ROKETSAN KONFIGÜRASYON
YÖNETİM MÜHENDİSİ



ESRA İÇAÇAN İLE GAZİLİ OLMANIN AYRICALIKLARINI KONUŞTUK

RÖPORTAJI YAPAN: RÜVEYDA ÜNAL

R.ÜNAL

Öncelikle röportaj teklifimizi kabul ettiğiniz için çok teşekkür ederiz. İlk sorumuz öğrencilik yıllarınızla ilgili olacak. Nasıl bir öğrenciydiniz, o yıllar nasıl geçti?

E.İÇAÇAN

Ben teşekkür ederim. Açıkçası dergiyi gördüğüm zaman çok mutlu oldum, bizim zamanımızda böyle oluşumlar yoktu. Hep başka üniversitelerin malzeme günlerine, etkinliklerine vs. giderdik. Topluluğun, bölümün bu yönde aktif olması çok güzel.

Peki nasıl bir öğrenciydim bahsedeyim tabii. Herkes gibi liseyi bitirmiştım ve bir okul arayışım vardı. Bölümlere, okullara, kampüslere bakıyordum. Kesinlikle mühendis olmak istiyordum, hatta o zamanlar endüstri mühendisliği çok düşündürüyordu beni. Ancak Gazi Metalurji ve Malzeme mühendisliğinde karar kıldım. İlk başlarda dediğim gibi okulda fazla faaliyet yoktu ama güzel bir arkadaş ortamım vardı, derslerimizi çalışıyorduk. Sonra pandemi çıktı tabii. Bu süreci Nasıl değerlendireyim derken okulu uzatmak pahasına stajımı Erasmusla yaptım. Nasıl şirket buldum diye soracak olursanız da biraz zor bir süreç her şeyi kendiniz ayarladığınız için ama herkese mail attım ve geri dönüş aldım en sonunda bir yerden

Kesinlikle yaptığım en iyi şeydi ve herkese tavsiye ediyorum. Ben mühendislik için çok uygun olduğunu düşündüğümünden Almanya'ya gittim. En başlarda çalışma ortamına laboratuvara alışmam zaman aldı ama sonrasında çok keyifliydi. Başka insanların çalışma kültürünü görmek, onlara ayak uydurmak çok kıymetli bir deneyimdi. Yaptığım bir diğer güzel şeylerden biri ise TÜBİTAK 2209 projesi yazmak oldu. Hem böyle bir süreci geçirmiş olmak, proje yönetimi gibi becerilerinizi iş hayatına girmeden önce hazırlamanıza yardım ediyor. Özgeçmişlerinizde de çok dikkat çeken bir detay oluyor kesinlikle.

R.ÜNAL

LinkedIn'inize baktığımızda öğrencilik yıllarından beri LinkedIn'i çok aktif kullandığınızı gördük. Birçok etkinliğe, birçok eğitime katılmışsınız ve network oluşturmak, bizim için şu günlerde oldukça önemli bir konu. Akademik tarafınız ne kadar güçlü olursa olsun, doğru insanlarla doğru yerde, doğru zamanda karşılaşmanın önemi büyük. Bu network ağını hangi kanallarla kurduğunuzu, daha iyi nasıl olabilirdi ve biz ne yapabiliriz, bunlardan bahseder misiniz?

E.İÇAÇAN

Verebileceğim tavsiyelerden biri şu olabilir; belki buradaki çoğu kişinin haberi olmayabilir ama ben Mimar Sinan Mühendisler Birliğinde bir kariyer gelişimi kursuna katıldım. Bu kurs hem erkekler hem de kadınlar için düzenleniyordu. Kurs dört yıl boyunca sürdü ve her hafta cumartesi-pazar günleri toplandık. Sektörden insanlar geliyordu, mesela ODTÜ Elektrik-Elektronik mezunu, NASA'da çalışmış, ardından Türkiye'ye dönüp şu anda TUSAŞ'ta olan birisi gelmişti. Bize elektromanyetik dalgaları anlatmıştı, hâlâ hatırlıyorum. Her hafta farklı kişiler geliyordu ve onlardan ilham alıyorduk, network kurma imkânımız oluyordu. Bizi teknik gezilere de götürüyorlardı; mesela TÜBİTAK Uza'yı ziyaret etmiştik. Ancak network kurmayı herkes genelde staj ya da iş bulma aracı olarak görüyor. Herkeste böyle bir beklenti olmamalı bence. O kişi size illa ki staj veya iş fırsatı sunmak zorunda değil. Belki herkesin kariyeri farklı gelişir ama benim için en büyük network, Mimar Sinan Mühendisler Birliği'nde, staj yaptığım yerlerde ve belki de kaderin karşısına çıkardığı insanlarla oluştu.

Örneğin sertifikalı kurslar veya projelere katılmak, önemli birer fırsat. Network, sadece gelecekte iş bulmak için kurulan bir şey değil. Katıldığım mühendislik kampları, kongreler ve projeler sayesinde de farklı insanlarla tanıştım. Bilginizi sunarken, diğer insanlar sizi fark ediyor, siz de onları fark ediyorsunuz. Yani network oluşturmak, aktif bir süreçtir ve sadece 'bir gün işe yarar' diye düşünerek yapılmaz. Benim için en büyük faydayı okul sağladı ve en iyi network hocalarım oldu; özellikle Prof. Dr. Ferhat Gül Hocam bana çok yardımcı oldu.

R.ÜNAL

Lisans bitirme tezinize baktığımızda, döküm alanına. Biz de tez yazma dönemindeyiz ve savunma sanayisinde çalışmayı hedefleyen pek çok arkadaşımız var. Lisans bitirme tezi konusunun, ileride çalışacağınız sektörü doğrudan etkilediğini düşünüyor musunuz?

E.İÇAÇAN

Aslında bu konuda ben de çok düşündüm proje sürecinde. Benim projem döküm malzemeler üzerineydi ve ben döküm malzemeler üzerine çalışmak istemiyordum. Evet, savunma sanayiiyle ilgiliydi ama içeriği, döküm malzeme geliştirilmesiydi. Döküm malzemeler savunma sanayinde kullanılıyor ama projeye kısa bir bakış atan biri bunu farklı değerlendirebilirdi. Tezim üzerine çekincelerim vardı çünkü mülakatlarda "Bu alanda çalışmışsınız, neden farklı bir sektöre başvuruyorsunuz?" gibi sorularla karşılaşım diye düşünüyordum. Fakat mülakatlarda gördüm ki aslında projeyi nasıl aktardığınız, ne yaptığınız daha önemli. Yani projede konudan çok, o projede nasıl çalıştığınız, süreçleri nasıl yönettiğiniz önemli oluyor. Maliyet hesaplamaları, risk yönetimi, takvime uyma, takım arkadaşlarıyla koordinasyon ve projeyi bir ürüne dönüştürebilmek gibi konular ön plana çıkıyor.

R.ÜNAL

Peki, TUSAŞ'ta staj yapıp ardından orada çalışmışsınız. Roketsan'da da devam etmişsiniz. Savunma sanayiinde staj yapmanın işe alım süreçlerine katkısı oluyor mu? Size artı bir değer katıyor mu yoksa diğer adaylarla aynı mülakat sürecinden mi geçiyorsunuz?

E.İÇAÇAN

Aslında iş bulma sürecim çok farklı gelişti. Ocak 2023'te mezun oldum ve eve döndüm. O dönemde hiçbir işe başvuru yapmadım çünkü işe girmeyi düşünmüyordum. Daha önce CES Kompozit iş yeri eğitimi yapmıştım ve iş hayatını o deneyimle değerlendirdim. Ancak CES Kompozit stajım bana çok şey kattı; iş hayatının nasıl işlediğini orada gördüm ve mezun olduktan sonra iş başvuruları yapmadım. Yüksek lisans yapmayı ve özellikle yurt dışında devam etmeyi planlıyordum. Şubat ayında deprem olunca planlarım altüst oldu. Bu süreçte acilen iş aramaya başladım. Hem büyük firmalara hem de dış kaynak firmalarına başvurdum. TUSAŞ gibi büyük firmaların işe alım süreçleri uzun sürdüğü için dış kaynak firmalar daha hızlı çözüm sundu. Dış kaynak olduğunuzda, bir yıl sonra kadroya geçme ihtimali var ama bu kesin değil. Bu belirsizlikler nedeniyle başka firmalara da başvurular yaptım, Baykar ve Makine Kimya gibi. Roketsan'da da mülakatlara katıldım. TUSAŞ'ta konfigürasyon yönetim mühendisi olarak çalıştığım için Roketsan mülakatında bu bana referans oldu ve iş teklifi aldım. Aynı anda birkaç iş teklifi aldım, karar vermek zor oldu ama şu an Roketsan'da çalışıyorum ve çok mutluyum. İş hayatında grup içinde olsanız da bireysel hareket etmek gerekiyor. Hayatımda her şey şu an güzel gidiyor, işimden memnunum. Umarım herkes hayal bile edemediği yerlerde olur.

Verebileceğim tavsiyelerden biri şu olabilir; belki buradaki çoğu kişinin haberi olmayabilir ama ben Mimar Sinan Mühendisler Birliğinde bir kariyer gelişimi kursuna katıldım. Bu kurs hem erkekler hem de kadınlar için düzenleniyordu. Kurs dört yıl boyunca sürdü ve her hafta cumartesi-pazar günleri toplandık. Sektörden insanlar geliyordu, mesela ODTÜ Elektrik-Elektronik mezunu, NASA'da çalışmış, ardından Türkiye'ye dönüp şu anda TUSAŞ'ta olan birisi gelmişti. Bize elektromanyetik dalgaları anlatmıştı, hâlâ hatırlıyorum. Her hafta farklı kişiler geliyordu ve onlardan ilham alıyorduk, network kurma imkânımız oluyordu. Bizi teknik gezilere de götürüyorlardı; mesela TÜBİTAK Uzay'ı ziyaret etmiştik. Ancak network kurmayı herkes genelde staj ya da iş bulma aracı olarak görüyor. Herkeste böyle bir beklenti olmamalı bence. O kişi size illa ki staj veya iş fırsatı sunmak zorunda değil. Belki herkesin kariyeri farklı gelişir ama benim için en büyük network, Mimar Sinan Mühendisler Birliği'nde, staj yaptığım yerlerde ve belki de kaderin karşıma çıkardığı insanlarla oluştu.

R.ÜNAL

Biz de umuyoruz ki hepimiz istediğimiz alanlarda, istediğimiz yerlerde çalışabiliriz, mezun olmamıza çok az kalmışken. Esra Hanım, şunu sormak istiyoruz: Konfigürasyon yönetim mühendisi ne yapar? Malzeme mühendisliği ile bunun bağlantısı nedir?

E.İÇAÇAN

Konfigürasyon yönetim mühendisliği aslında anlatılması zor bir pozisyon. Çok duyulan, bilinen bir pozisyon değil. Ben mezun olacağım zaman iş ilanlarına bakıyordum. O dönem ilanlarda konfigürasyon yönetim mühendisliği çok aranan bir pozisyon değildi. Ancak şu anda bu mühendislik dalı için çok fazla ilan var. Çünkü artık her firma birçok ürün üretiyor ve bu ürün ailelerini yönetmek gerekiyor. Her ürünün bir yaşam döngüsü var; ürün ilk tasarlanıyor, üretiliyor, bakımı yapılıyor ve sonunda elden çıkarılıyor. Yani bir ürün üretildiği anda süreç bitmiyor, onun bakımı ve diğer hizmetleri devam ediyor. Roketsan'da da böyle. Biz müşteriye ürünü teslim ettikten sonra hala hizmet vermeye devam ediyoruz. Örneğin, silah sistemleri gibi ürünlerin bakım ve onarımı da bize ait. Konfigürasyon yönetim mühendisi, bu ürünlerin yaşam döngüsünü yönetiyor. Bu nasıl oluyor? Her ürünün bir ürün ağacı dediğimiz yapıları vardır. Bu ürün ağacında o ürünü oluşturan parçalar yer alır. Her parçaya kalem adı verilir ve bu kalemlerin her biri bir araya gelerek bir ürünü oluşturur. Örneğin, bir füze düşünün. Füzenin harp başlığı, durum kompleksi, motoru ve kanatları var. Bunların her biri ürün ağacında yer alıyor ve konfigürasyon yönetim mühendisi bu ürün ağacını yönetiyor. Bunu yaparken farklı birimlerdeki kişilerle sürekli ara yüz oluşturmanız gerekiyor. Konfigürasyon yönetimi pozisyonunda çalışmak özellikle yeni mezunlar için çok güzel bir fırsat. Çünkü sistem mühendisliği, üretim mühendisliği, tasarım mühendisliği, proje yönetimi gibi farklı birimlerle iletişim halindesiniz. Herkesle ürüne dair bilgi paylaşıyorsunuz ve her birinin bildiğini siz de öğreniyorsunuz. Bir ürün üretilirken tabii ki ilk tasarlandığı şekilde üretilmeyebiliyor. Revizyonlar yapılabilir, bazı değişiklikler gerekebiliyor. Örneğin, bir parçayı değiştirip farklı bir parça kullanabiliyorsunuz. Bu ürün ağacındaki bir parçanın çıkarılması ve yerine başka bir parçanın eklenmesi gerekiyor. Belki size bunlar soyut gelebilir ama bir firmaya girdiğinizde bir ürünün aniden ortaya çıkmadığını ve bu süreçte birçok kişinin emeği olduğunu görüyorsunuz. Ben de eskiden düşünürdüm ki, ürün tasarlanır, üretim kısmında üretilir ve sorunlar çözülür. Üretim mühendisleri bu sorunlarla ilgilenir, ürün devam eder. Ancak aslında bu süreç sanal bir ortamda yönetiliyor ve bana bu başta çok uzak gelmişti. Belki şu an anlattıklarım da size uzak geliyor olabilir ama her firma artık bir konfigürasyon yönetim mühendisine ihtiyaç duyuyor. Çünkü üretimler arttı, talepler çoğaldı ve her firma seri üretime başladı. Seri üretim arttıkça kalite de önem kazanıyor. Kaliteyi artıran şey ise konfigürasyon yönetim mühendisinin ürün ağacını ne kadar iyi takip edebildiğidir. Müşteriler de bazen bu ürün ağacının çıktısını isteyebiliyorlar. Ürünü satan firma da sattığı ürünün ne olduğunu görmek istiyor. Örneğin, müşteri "Bu füzede harp başlığının içinde ne var? Bunu görmek istiyorum." diyebilir ve bu bilgiyi yöneten kişi konfigürasyon yönetim mühendisidir. Bu süreçte PLM (Product Lifecycle Management) dediğimiz araçlar kullanılıyor. Bu eğitimler, ürün yaşam döngüsünü daha ideal bir şekilde nasıl yönetebileceğimizi öğretmek için. Konfigürasyon yönetim mühendisi de bu ürünün bir parçası oluyor.

Bu anlattıklarım size belki soyut geliyor olabilir ama işin içine girince çok daha aşına oluyorsunuz. Ürün size ilk başta uzak gelebilir, ben de staj yaparken havacılık ürünlerini gözlerimle görmüştüm. Ancak bir roketi, füzeyi Roketsan'da çalışmaya başlamadan önce hiç merak etmemiştim. İçinde neler var, hangi malzemeler kullanılıyor bilmiyordum. Ancak zamanla öğreniyorsunuz. Konfigürasyon yönetim mühendisliği ile malzeme mühendisliği arasında doğrudan bir bağlantı kurmam gerekirse, şunu söyleyebilirim: Bir ürünün ortaya çıkmasında bir mühendisin her zaman bir bağlantısı vardır. Ancak konfigürasyon yönetimi tamamen metalurji ve alzeme mühendisliği ile ilgili diyemem. Üretimde bazen hatalar olabilir, bu hatalar malzemeden kaynaklanıyorsa bu konuda bilgi sağlayabilirsiniz. Ancak bu tamamen sizin iş tanımınız olmayabilir. Atışlar sırasında bazı sorunlarla karşılaşabiliyoruz, füze havada patlayabiliyor. Metalurji ve malzeme mühendisliği açısından bu sorunun nedenlerini değerlendirebilirsiniz. Ancak konfigürasyon yönetiminde doğrudan malzeme mühendisliği ile ilgilenmezsiniz, bu pozisyonda her mühendis çalışabilir.

R.ÜNAL

Bu soruyu aslında tüm röportajlarımızda soruyoruz ve dergimizde klasikleştirmeye çalıştığımız bir soru. "Ben mühendisim galiba ve bu işten de anlıyorum sanırım" dediğiniz, mesleğe başladığınız ya da üniversite döneminizde yaşadığınız unutulmaz bir anınız var mı?

E.İÇAÇAN

Şöyle, "Ben mühendisim" dediğim ilk an, bir sorunla karşılaştığımda çözüm üretebildiğimi ve bunu yaparken doğru kişilerle iletişim kurabildiğimi fark ettiğim zamandı. Bence mühendislik, sorunları çözebilme ve bunu yaparken başkalarıyla etkili iletişim kurma becerisi gerektiren bir alan. Şu an yaptığım işte, birçok kişiyle iletişim kurmam gerekiyor; her gün farklı insanlarla konuşuyorum, anlaşmaya çalışıyorum. Aslında her gün yaptığım işin bir mühendislik olduğunu düşünüyorum çünkü sürekli sorunlarla başa çıkmaya çalışıyoruz. Üretimde ya da ürün ağacında çıkan sorunları çözmeye çalışırken "Evet, bu işin içindeyim" diyorsunuz. TÜBİTAK projesi kapsamında, zırhlı bir araç için yeni bir döküm malzeme geliştirdiğimizde bu duyguyu yoğun olarak hissettim. Yeni bir malzeme geliştirmek, her metalurji ve malzeme mühendisinin isteyebileceği bir şeydir. Tabii ki ben bu malzemeyi sıfırdan yaratmadım ama farklı bir teknikle üretmiş olmamız ve bu ihtiyacı karşılamış olmamız beni gerçekten çok mutlu etti. Malzemenin kullanılmasını görmek ve bunun somut bir sonucu olarak bir makalenin çıkması hem benim açımdan hem de projeye katkı sağladığım kişiler açısından çok değerliydi. Bu an, mühendisliğin gerçekten işe yaradığını hissettiğim önemli bir anıydı.

R.ÜNAL

Dediğiniz gibi, bir mühendisin en haz aldığı duygulardan biri, yaptıklarının gerçekten işe yaradığını görmek. Esra Hanım, çok teşekkür ederiz. Verdiğiniz cevaplar aklımızdaki bazı soru işaretlerini kaldırdı. Sizi tanıdığımıza çok memnun olduk.

E.İÇAÇAN

Teşekkür ederim, katılmak istediğiniz için. Ben de çok memnun oldum. Yardım edebileceğim bir şey olursa her zaman seve seve yardımcı olurum. Öğrenciyken sektördeki birine soru sorduğumda yanıt alamayınca çok kızardım ve "Ben böyle olmayacağım" derdim. O yüzden şimdi iletişim kuranlara yardımcı olmaya çalışıyorum. Umarım konuştuklarımız faydalı olmuştur.

R.ÜNAL

Gayet keyifliydi ve çok faydalıydı. Çok teşekkür ederiz.

E.İÇAÇAN

Görüşmek üzere. Hoşçakalın.

YAZAR

MERVE SUDE KAYIŞ

SORU&CEVAP

DAHA ÖNCE
DÜŞÜNDÜNÜZ
MÜ?



FİBER OPTİK KABLOLARIN İÇİ BOŞ MUDUR?

SORU 1

Fiber optik kablolar, verileri ışık sinyalleri aracılığıyla ileten ve genellikle cam veya plastikten yapılmış ince liflerden oluşan kablolardır. Bu kablolar, yüksek veri aktarım hızı ve düşük sinyal kaybı ile dikkat çeker, bu da uzun mesafelerde etkin veri iletimine olanak tanır. Elektromanyetik parazitlere karşı dayanıklı olmaları, fiber optik kabloları güvenli iletişim için ideal kılar. Fiber optik teknolojisi, internet hizmetleri, kablolu televizyon sistemleri, tıbbi görüntüleme cihazları ve askeri iletişim sistemleri gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, havaalanlarında uçuş kontrol sistemleri ve petrol sondaj operasyonlarında yer altı veri iletimi için de kullanılır, bu da onların geniş uygulama yelpazesini göstermektedir.

Fiber optik kabloların içinin boş olduğunu düşünüyorsanız, yanılıyorsunuz! Bu kabloların içi, çok ince ve esnek cam veya plastik liflerle doludur. Bu lifler, ışık sinyallerini taşır ve bu sayede veri iletimi gerçekleşir. Yani, fiber optik kabloların içi boş değildir; aksine, içleri teknolojinin harikalarıyla doludur!

Fiber optik kablolar, ışık sinyallerini taşımak üzere tasarlanmış çok katmanlı bir yapıya sahiptir. En içte, çekirdek (core) bulunur; bu kısım genellikle cam veya plastikten yapılmış olup, ışık sinyallerinin taşındığı yerdir ve çapı genellikle birkaç mikrometre kadardır. Çekirdeği çevreleyen kılıf (cladding), çekirdekten daha düşük bir kırılma indisine sahiptir. Bu farklılık, ışığın çekirdek içinde kalmasını ve toplam iç yansıma yoluyla iletilmesini sağlar. Kılıfı dış etkilere karşı koruyan kaplama (coating) ise mekanik hasarları önler ve kabloyu dış ortamdan izole eder. Ayrıca, fiber optik kablonun dayanıklılığını artırmak için aramid iplikler veya metal teller gibi güçlendirme elemanları bulunur. Kablonun en dış kısmında yer alan dış kılıf (outer jacket) ise genellikle plastik veya benzeri dayanıklı malzemelerden yapılmış olup, kabloyu çevresel etkilere karşı korur.

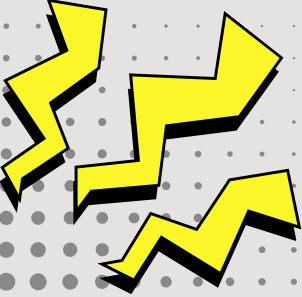
**İÇLERİ TEKNOLOJİNİN
HARİKALARIYLA DOLUDUR!**

Fiber optik kabloların en büyük avantajlarından biri, yüksek bant genişliği ve düşük kayıp oranıdır. Bu kablolar, çok daha fazla veriyi çok daha uzun mesafelere kayıpsız bir şekilde iletebilir. Ayrıca, elektromanyetik girişimlere karşı da dayanıklıdırlar. Bu, fiber optik kabloların daha güvenilir ve kesintisiz bir veri iletimi sağladığı anlamına gelir. Fiber optik kablolar, verileri ışık hızına yakın bir hızda iletebilir. Bu, geleneksel bakır kablolarla göre çok daha hızlı ve verimli bir iletim sağlar. Bilginin bu kadar hızlı iletilebilmesi, internet hızlarının artmasında ve daha iyi bağlantılar kurulmasında önemli bir rol oynar. Örneğin, bir e-posta gönderdiğinizde veya bir video izlediğinizde, bu veri ışık hızında fiber optik kablolar aracılığıyla size ulaşır.

GELECEĞİN TEKNOLOJİSİ: FİBER OPTİK KABLOLAR

Teknoloji hızla ilerlerken, fiber optik kablolar da bu ilerlemenin merkezinde yer alıyor. 5G ağlarının yaygınlaşması ve yüksek hızlı internetin her geçen gün daha da talep görmesiyle, fiber optik kabloların önemi giderek artıyor. Gelecekte, akıllı şehirler, otonom araçlar ve nesnelerin interneti gibi yenilikçi teknolojilerin hayatımızın bir parçası olmasıyla, fiber optik kabloların rolü daha da önemli bir hale gelecek.

Eğlenceli Bir Gerçek: Işığın Dansı



Sonuç olarak fiber optik kabloların içinde "boş" olduğu düşüncesi, kablonun içindeki çekirdek ve kılıfın oldukça ince ve şeffaf olmasından kaynaklanabilir. Ancak fiber optik kabloların içi kesinlikle boş değildir. Çekirdek ve kılıf, ışık sinyallerini taşımak için gereklidir ve bu bileşenler olmadan fiber optik kablonun çalışması mümkün değildir. Bu kabloların içindeki ışık sinyalleri, tıpkı bir balerin gibi yansımalar yaparak ilerler. Bu yansımalar, ışığın çekirdek boyunca yol almasını sağlar ve veri iletimi gerçekleşir. Yani, fiber optik kabloların içinde sürekli bir ışık dansı vardır!

PLASTİK MALZEMELER

SONSUZ DAYANIMA MI SAHIPTİR?

SORU 2

PLASTİKLERİN
DAYANIKLILIK
SIRLARI

Plastiklerin hayatımızın her alanına nasıl sızdığını hiç düşündünüz mü? Mutfakta, banyoda, iş yerinde, hatta otomobillerimizde bile onlarla iç içeyiz. Peki, bu kadar yaygın olan plastikler nedir ve gerçekten sonsuz dayanıklılığa sahipler mi? Bugün, bu sorunun cevabını birlikte keşfedeceğiz. Hazırsanız, plastiklerin büyüdü dünyasına doğru bir yolculuğa çıkalım!

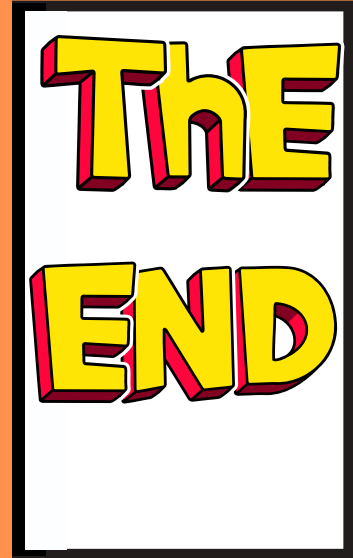
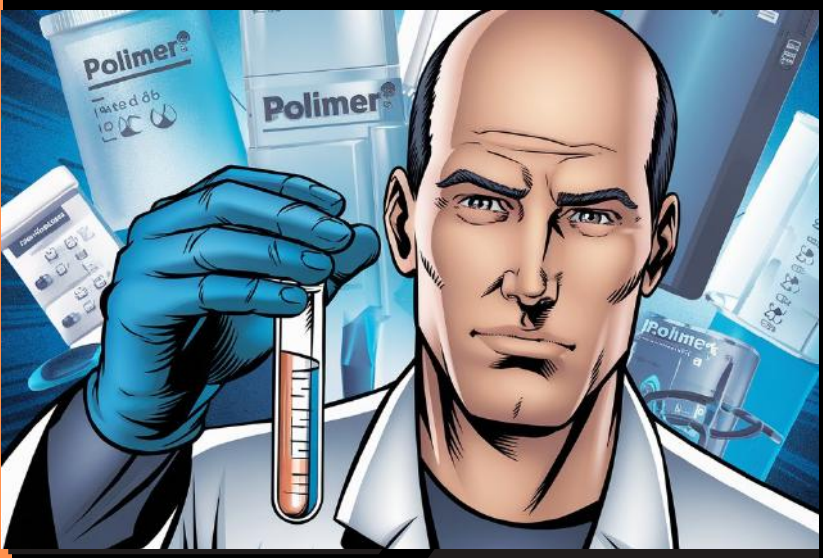
Plastikler, organik polimerlerden oluşan sentetik malzemelerdir ve karbon, hidrojen, oksijen, azot gibi elementlerin atomlarının birbirine kovalent bağlarla bağlandığı uzun zincirler şeklinde yapılandırılmıştır. Plastiklerin kimyasal yapısı, monomer adı verilen basit moleküllerin polimerizasyon adı verilen bir süreçle birleşmesi sonucu oluşur. Bu zincir yapıları, plastiklerin esneklik, mukavemet, dayanıklılık ve diğer fiziksel özelliklerini belirler.

Plastikler, polimer adı verilen uzun moleküler zincirlerden oluşur. Bu zincirler, plastiğe esneklik ve dayanıklılık kazandırır. Ancak, bu zincirlerin gücü bile sonsuz değildir. Zamanla, çevresel faktörler ve kullanım koşulları nedeniyle plastiklerin dayanıklılığı azalabilir ve kırılabilir. Plastik malzemeler, çeşitli çevresel faktörler nedeniyle zamanla zayıflayabilir ve kırılabilir hale gelebilir. Güneşin ultraviyole ışınları, plastiklerin moleküler yapısını zayıflatarak onların kırılabilirliğine yol açabilir. Ayrıca, aşırı sıcak veya soğuk hava koşulları, plastiklerin genleşmesine veya büzülmesine neden olarak çatlamalara sebep olabilir. Kimyasal maddeler de plastikler üzerinde olumsuz etki yapabilir; örneğin, aseton, hidrojen peroksit ve tiner gibi maddeler, plastiklerin yapısını bozarak dayanıklılığını azaltabilir ve onları kırılabilir hale getirebilir. Yani plastikler sonsuz dayanıklılığa sahip değildir.

GERİ DÖNÜŞÜM HATIRLATMASI



Plastiklerin sonsuz dayanıklılığa sahip olmaması, geri dönüşümün önemini bir kez daha gözler önüne seriyor.



SORU

3

CAMLAR

NEDEN KÜÇÜK

PARÇALARA AYRILIR???



GİZLİ

GERİLİM!

KIRILAN CAMIN KÜÇÜK PARÇALARA AYRILMA SIRRI!

Cam, kırılınca neden bu kadar küçük parçalara ayrılır? Bir fincan düşüp yere mi çarpacak, yoksa bir pencere kırılacak mı, hemen herkes bu sorunu merak etmiştir. İşte camın neden bu şekilde kırıldığını anlamanızı sağlayacak yazıya hoş geldiniz!

CAMIN YÜKSEK STRESİ: CAMIN İÇİNDEKİ GİZLİ GERİLİM

Cam, sert ve kırılğan bir malzeme olarak bilinir; ancak, bu özelliklerin ardında amorf yapısının etkileri yatar. Camın atomları, belirli bir düzende dizilmemiş olup, düzensiz bir şekilde dağılmıştır. Bu amorf yapı, camın kristal olmayan, düzenli bir periyodik yapıya sahip olmamasını ifade eder ve bu durum, camın saydamlığını ve kırılğanlığını etkiler. Camın kırılğanlığı, içindeki atomik bağların kuvveti ve yapısındaki mikro çatlakların büyümesiyle ilişkilidir. Darbe veya gerilim uygulandığında, bu mikro çatlaklar hızla büyüyerek camın aniden kırılmasına neden olabilir. Camın üzerinde oluşan gerilim, amorf yapısı nedeniyle enerjiyi emebilecek bir düzen olmadığından, çatlakların hızla genişlemesine ve camın kırılmasına yol açar. Bu nedenle, camın sertliği ve kırılğanlığı, amorf yapısı ve güçlü kovalent bağlar arasındaki etkileşimlerle belirlenir.

Camın küçük parçalara ayrılmasının ana nedeni, camın iç yapısındaki gerilimin nasıl yayıldığıyla ilgilidir. Cam kırılmadan önce, bir çatlak oluşturur. Bu çatlak, camın içindeki gerilimi hızla yayar ve bu yayılma, camın küçük parçalara ayrılmasına neden olur. Cam, bir darbe aldığı anda veya strese maruz kaldığında iç yapısında bir çatlak oluşur. Bu çatlak, camın molekülleri arasında bir boşluk açar ve gerilimin hızla bu çatlak boyunca yayılmasına neden olur. Bu yayılma, çatlakın büyümesine ve camın kırılmasına yol açar. Çatlak ilerledikçe, camın diğer bölgelerinde de gerilimler oluşur ve bu yayılan gerilimler camın daha küçük parçalara ayrılmasına neden olur.



Bir duşakabin camını ve bir otomobilin ön camını kırarsanız ortaya çıkan parçaların aynı boyutlarda ve şekillerde olmadığını görürsünüz. Duşakabin camı genellikle temperli camdan yapılır. Temperli cam, darbe aldığı anda küçük, düzensiz ve daha az keskin parçalara ayrılarak yaranma riskini azaltır. Bu, camın ısıtılarak güçlendirilmesi sonucu elde edilen bir özelliktir.

Otomobil camları ise genellikle lamine camdan yapılır. Lamine cam, iki veya daha fazla cam tabakasının arasında bir plastik (genellikle polivinil butiral - PVB) tabaka ile birleştirilmesiyle oluşturulur. Bu yapı, cam kırıldığında parçaların plastik tabakaya yapışmasını sağlar ve büyük, keskin parçaların oluşmasını engeller. Böylece, yolcuların yaranma riski minimize edilir.



Yeşil Sahaların Ana Ürünü Nasıl Ürettiğimizi Hiç Düşündünüz mü?

Yazar: Çağan Gökdeniz Gümüş



Futbolda Euro turnuvası Avrupa'nın en prestijli spor organizasyonlarından biri olarak her 4 yılda bir düzenleniyor ve ülkemizde FIFA'nın UEFA konfederasyonunda bulunduğu için bu turnuvaya katılabilir ve bu sene uzun bir aradan sonra adımızdan söz ettirdiğimiz bir turnuva geçirdik. Sahalardaki güçlü ve seyir zevki yüksek oyunumuz, Mert ve Arda'nın imza golleri, diğer Mert'in kurtarışları bazı zamanlar da hakemler bizim aklımızda kalan anlardı. Hepimiz gördük ki yerel ve uluslararası haber kaynakları zaten bu kısımlara yeteri kadar zaman ayırdılar. Biz bu turnuvaya bizi bu alanda daha çok ilgilendiren bir kısımdan bakacağız. Metalurji ve Malzeme mühendisliği üzerine bir dergi olduğumuza göre, hadi futbol sahalarında en çok gördüğümüz ürünü malzeme mühendisi olarak inceleyelim.

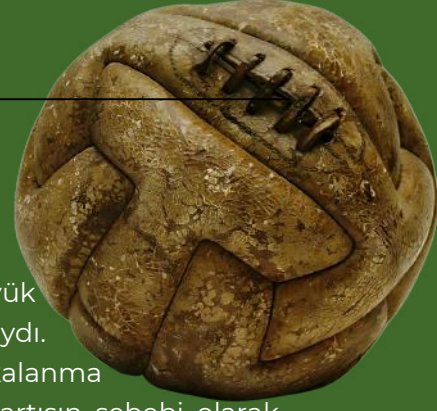


Bu seneki turnuvada ilk kez denenen ve topa uygulanan kuvveti, gittiği yönü, topun dönüş hızını, darbeye verdiği tepkiyi ölçen sensörler içeren bu topun ilk hali 1800'lü yıllarda aslında hayvan derisi ve mesanesiyle hazırlanıyordu ve sert vurulduğunda oldukça kolay dağılıyordu.



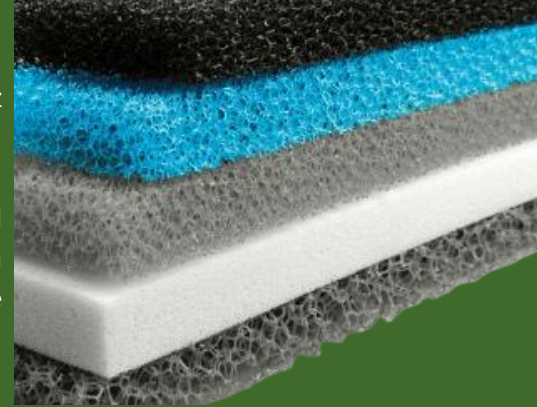
1838 yılına gelindiğinde Charles Goodyear vulkanizasyonu tanıttı ve Kauçuk kullanılan her sektörde oldukça çabuk yer edindi ve özellikle otomobil lastiği endüstrisini hiç tahmin edilemeyecek düzeyde geliştirdi -Soy isminden dolayı Goodyear'ın kurucusu olduğu düşünülebilir ama Lastik markası onu onurlandırmak adına kurulurken bu ismi aldı- . Bu yöntem ile kauçuğun dayanıklılığı, elastikiyeti ve direnci oldukça fazla artıyordu ama beklenmeyen bir şekilde vulkanizasyon işlemi topun sekmesini arttırıp topa vurulduğundaki gidişini iyileştirdiği için o dönem vulkanize kauçuk futbol toplarında vazgeçilmez oldu. Dış yapıda hala deri malzeme kullanılsa da iç yapıda hava basıncı ile şişirilen bir kauçuk balon kullanıldı.

1930'da ilk dünyası kupası düzenlenirken futbol topları hala dışta deri, içte kauçuk ile yoluna devam ediyordu. Bu durum 1950lerde de bu şekilde devam etse de dış deri topun şeklini koruyacak şekilde güçlendirilmişti ve su geçirmezlik üzerinde çalışıyorlardı. Bu döneme kadar topların en büyük sorunu yağmurlu havada topun suyu çok fazla emmesi ve aşırı ağırlaşmasıydı. Bazı araştırmalara göre bu dönem futbolcularında demans hastalığına yakalanma riski 3.5 kat daha fazladır. Ağırlaşan topa tekrarlayan kafa vuruşları bu artışın sebebi olarak görülüyor.



80'li yıllara gelindiğinde modern futbol toplarına artık yaklaşmaya başlıyoruz ve topların dış yüzeyi artık Poliüretan ile kaplanıyor. Poliüretan isteğe göre hem sert hem yumuşak olarak üretilebilen polimerlerdir. Uzun zincirli alkol bazlı bileşikler olan polioller ve reaktif diizosiyanattan oluşan Poliüretan'ın reaksiyonu egzotermiktir ve katalizör yardımıyla ilerler. Poliüretan köpük üretiminde su veya şişirici gazlar kullanılarak köpük oluşturulur , Belki artık lisede bu deneyi yaptığınızı hatırlamışsınızdır., Otto Bayer ve iş arkadaşları Poliüretanı neredeyse 50 yıl önce geliştirmişti ve zamanla oldukça fazla kullanıldı. Biz mutfaklarımızda bulaşık süngerleri olarak görsek de 2.dünya savaşında uçak kaplamalarında tercih ediliyordu. Poliüretan Almanya tarafına savaşı kazandırmasa da futbol sektörüne önemli bir katkı verdi ve su geçirmez, hafif, dayanıklı yapısıyla günümüzde bile futbol toplarında kullanılmaya devam etti.

Günümüzde Poliüretanı hala kullansak da zamanla TPU dediğimiz yani termoplastik poliüretanı da bu sektörde oldukça fazla görebiliriz. TPU malzeme PU'dan daha iyi olarak mükemmel bir su geçirmezlik sunarken ısı ile kolayca şekillendirilebiliyor. Futbol Topları iki malzememizden birisi ile kaplanırken içinde bulunan hava balonunu da hala koruyor. Topları satılacağı segmente göre el dikişi veya termal kapatma ile üretilirken görebiliriz.



Bu yazıda bir sürü spor dalı arasından sadece birinde kullanılan tek bir ekipmanın malzemeleri incelenmişken bize güzel bir dergi yazısı çıkardı ve malzemelerin geniş dünyasında ufak bir yer hakkında bilgi edinmemizi sağladı. Sadece buradan bile malzeme alanında yapılacak çalışmaların uçsuz bucaksızlığını görebiliriz. Modern Futbolun başlangıcından günümüze kadarki süreç olan son 200 yılda malzeme alanındaki çalışmalar futbol topunu günümüzdeki haline getirdi. Acaba önümüzdeki 200 yılda nasıl bir hale getirecek?



KAYNAKÇA:

<https://scoutlife.org/features/151034/how-the-football-has-changed-since-1869/>

<https://www.britannica.com/biography/Charles-Goodyear>



KALINTI GERİLMELERİN

MALZEME PERFORMANSINDAKİ ROLÜ

Yazar: Zeynep ULUSES

**-Simultra-
Kalıntı Gerilim
Mühendisi**

K

alıntı gerilmeler, yapısal bileşen veya malzeme üzerinde herhangi bir dış yük olmadan oluşan ve malzemenin proses geçmişine bağlı olarak kümülatif olarak biriken bir gerilme çeşitidir

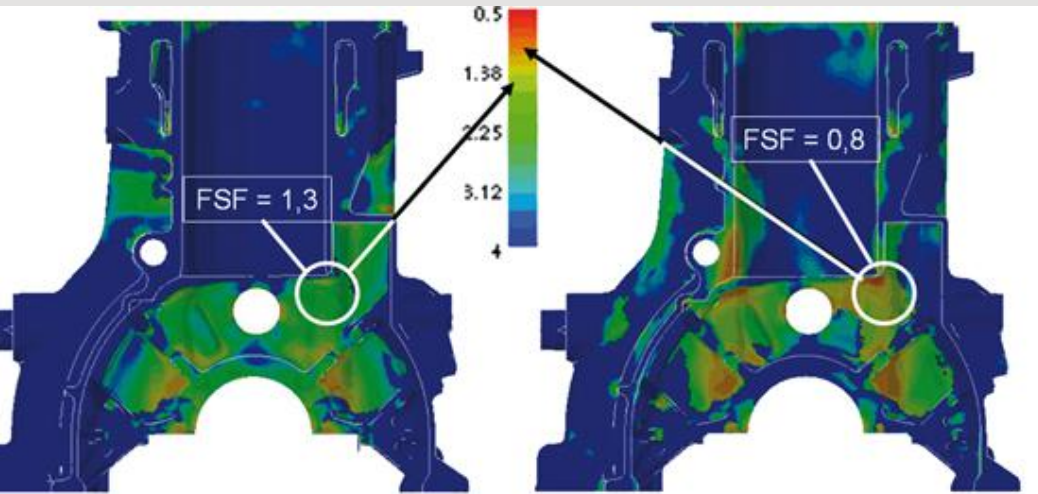
İmalat prosesi esnasında oluşabildiği gibi, sonrasında oluşma ihtimali vardır. Bu yazıda kalıntı gerilmelerin oluşum mekanizmalarından, neden oldukları durumlardan, ölçüm yöntemlerinden ve giderilmeleri için yapılacak işlemlerden bahsedilecektir.

Çeşitli imalat prosesleri, termal stresler sonucu oluşabildiği gibi mevcut hammadde içerisinde de kalıntı gerilmeler ile karşılaşmak mümkündür.

Bunun yanı sıra kalıntı gerilmelerle malzeme dinamik yük altında çalıştığı zaman aralığında karşılaşmak söz konusudur. Kalıntı gerilmeler malzemenin yerel akma noktası (malzeme içerisinde belirli bir bölgede başlayan plastik deformasyonun başladığı nokta) mertebesinde oluşabilmektedir bu durumda bölgesel olarak plastik deformasyon başlar ve doğrudan servis ömrünü etkiler.

Kalıntı gerilmenin büyüklüğü ve dağılımı malzemelerin performansını, servis ömrünü direkt olarak etkilediği için çarpılmaya sebep olur. Bu durumun nedeni oluşan plastik deformasyonda gerilim dağılımının üniform olmayışıdır. Kalıntı gerilmeler, tasarım aşamasında büyük önem arz etmektedir. Oluşum mekanizmalarını üç gruba ayırabiliriz: mekanik, termal, kimyasal.

Mekanik olarak üretilen kalıntı gerilmeler genellikle, plastik deformasyonun olduğu üretim süreçlerinin bir sonucudur. Bu gerilmeler, işleme sırasında doğal olarak gelişebilir veya bir bileşende belirli bir gerilme profili geliştirmek amacıyla kasıtlı olarak da uygulanabilir. Çubuk veya tel çekme, kaynak, işleme ve taşlama istenmeyen yüzey çekme gerilmeleri veya kalıntı gerilme gradyanları üreten işlemlerdir



Makroskopik seviyede, ısının lokal olarak oluştuğu imalat yöntemleri ve ısı işlemler sonucundaki homojen olmayan ısıma, soğuma ve hızlı sıcaklık değişimlerine bağlı ortaya çıkmaktadır. Örnek olarak çelik veya alüminyum alaşımlarının su verilmesi (quenching) işlemini verebiliriz, bu işlem yüzeyde basma ya da çekme tipi gerilmelere yol açar. Mikroskopik seviyede ise üretim veya işleme gibi prosesler sırasında farklı fazlar veya alaşım grupları arasındaki ısı genleşme katsayısı uyumsuzluğunun bir sonucu olarak malzeme içinde kalıntı gerilmeler gelişebilir [1].

Kimyasal yüzey işlemleri ve kaplamalar, bileşenin yüzey tabakalarında önemli kalıntı gerilme gradyanlarının oluşmasına yol açabilir. Örneğin, nitrüleme, nitrürlerin çökmesi nedeniyle difüzyon bölgesinde sıkıştırma gerilmeleri üretir, karbonlama da benzer bir etki yapar [2]. Kalıntı gerilmeler nihai parçanın ömrünü çeşitli yönlerden etkilemektedir. Bu etkiler olumlu veya olumsuz yönde olabilmektedir. Malzemelerde korozyon çatlamasına, çarpılmaya, sürünmeye, aşınmaya, kırılmaya ve bu fenomenlerin ilerlemesine ya da gerilemesine karşı etkileri mevcuttur. Çekme tipinde olan kalıntı gerilmeler, malzemelerin yorulma dayanımını ve korozyon direncini doğrudan olumsuz olarak etkiler. Basma tipinde olan kalıntı gerilmeler ise tam tersi bir etki yaratırlar. Çatlak başlangıcını ve ilerlemesini geciktirir ve yorulma dayanımını ise artırdığı yönde etkilerini görebiliriz. Örneklerle açıklayacak olursak:

Şekilde görülen köprünün yıkımına, döküm yöntemi ile üretilen bağlantı ekipmanının zaman içerisinde korozyona uğraması, bunun sonucunda da yüzey çatlakları meydana gelmiştir. Bu çatlakların ilerlemesinde malzeme içerisinde bulunan kalıntı gerilmelerin büyük bir etkisi vardır. Döküm prosesinden sonra malzemede mevcut durumda bulunan kalıntı gerilmeler korozyon etkisiyle birlikte geri dönülmez kazalara sebebiyet vermiştir. [3]



Döküm alüminyumda kalıntı gerilme kaynaklı çatlaklar (Courtesy of Alcoa Inc.)



Bağlantı elemanında döküm kaynaklı kalıntı gerilmeler nedeniyle yıkılan Silver köprüsü (Ohio/Amerika) (Totten et al. 2009)

Alüminyum kütüklerde döküm prosesi sonrasında herhangi bir işleme maruz kalmadan depolanma sırasında çatlaklar meydana gelmiştir. Zaman içerisinde şekil bozukluğu, çatlama gibi olaylar kalıntı gerilme sonucudur.

Boeing 737'deki perçin deliklerindeki çevresel çekme kalıntı gerilmeleri nedeniyle meydana gelen yorulma kırılmaları, gövdenin üst yarısının kopmasına ve bir hostesin ölümüne, 65 yolcunun ise yaralanmasına neden olmuştur (Mcclree 1993). Havacılık sektöründe eritme kaynaklı birleştirmeler çok tercih edilmemektedir. Lokal olarak EBM (Electron Beam Melting) yöntemi gerekli durumlarda kullanılabilse de mekanik birleştirmeler daha çok tercih edilmektedir (perçinleme gibi). Bu noktada ise birleştirme deliklerinin açıldığı noktalarda kalıntı gerilmenin kontrol edilmesi büyük önem arz etmektedir.



İşlemeden sonra klempler gevşetildiğinde deforme olmuş uçak paneli (Courtesy of Boeing INC.)

Görselde verilen uçak paneli masif bir malzeme bloğundan freze ile işlenmektedir. İşleme esnasında parçanın çatlamaması için klempler ile sabitlenmektedir. İşleme bitip, klempler açıldıktan sonra görüldüğü üzere çarpılmalar meydana gelmektedir. Bu çarpılmanın nedeni kalıntı gerilmelerdir. Böyle bir durumda ham malzemeden gelen kalıntı gerilmeleri de ihmal etmemek gerekmektedir.

Kalıntı gerilmelerin tespiti ve ölçümü, malzemenin sağlığı açısından oldukça önemlidir. Kalıntı gerilmeler, parça geometrisi ve alaşım grubu ihtiyaçlarına göre farklı yöntemler ile ölçülebilmektedir. Bu yazıda mevcut yöntemler arasında en yaygın olarak kullanılan türlerden bahsedilmiştir. Kalıntı gerilmelerin ölçümünde kullanılan yöntemler, tahribatlı ve tahribatsız olarak iki ana kategoriye ayrılır.

Tahribatsız Yöntemler:

X- IŞINI KIRINIMI

X-Işını Kırınımı (XRD), özellikle yüzey kalıntı gerilmelerin ölçümü için çok yaygın kullanılan bir tekniktir. X-ışını kırınımı yöntemi malzemenin kristal yapısındaki atom düzlemlerinin aralıklarını değiştirmesinden faydalanır. X-ışınları, kristalin atom düzlemlerinde kırınım yaparak gerilmelerin belirlenmesine olanak tanır. Ölçüm yapılırken, X-ışını demeti malzeme yüzeyine vurur ve dedektörler ile toplanan veriler kırınım piklerini elde etmeye olanak tanır. Bu sayede Bragg yasası kullanılarak, kırınım açıları ile düzlemler arası mesafeler (d-aralığı) arasında bir ilişki kurulur [3].

ULTRASONİK YÖNTEM

Ultrasonik gerilim ölçüm teknikleri, akustik-elastisite etkisine dayanmaktadır; bu etkiye göre, katı içerisindeki elastik dalgaların yayılma hızı, gerilimle ilişkilidir. Kalın kesitli malzemelerin ölçümlerinde de kullanılabilir. [4,5]

Ultrasonik ses dalgaları malzeme içerisinde bulunan gerilmelere bağlı olarak farklılık gösterecektir. Malzeme içerisinde gerilme durumunda farklı, gerilmemiş durumda farklı olacaktır. Kalıntı gerilmelerin büyüklüğü ve yönleri doğrudan ultrasonik dalga hızına etki etmektedir.

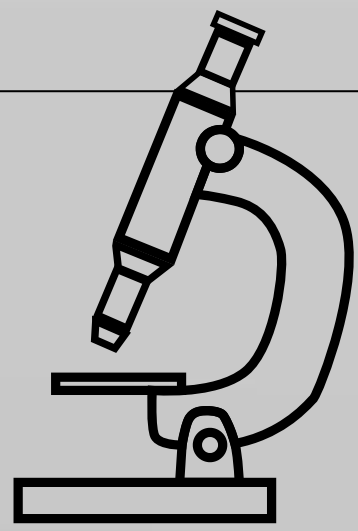


MIG kaynaklı çelik plakalarının deformasyonu (Courtesy of MIG-Welding UK)

NÖTRON KIRINIMI YÖNTEMİ

Nötron kırınımı yöntemi, diğer difraksiyon teknikleri gibi, çok kristalli bir malzeme içindeki elastik deformasyonlara dayanarak atom düzlemleri arasındaki mesafelerdeki değişiklikleri ölçmektedir. Ölçüm süreci, X-ışını kırınımı ile oldukça benzerlik göstermektedir. Dedektör, numune etrafında hareket ederek yüksek yoğunluklu difrakte ışınlarının konumlarını tespit eder. Nötronların X-ışınlarına göre en büyük avantajı çok büyük penetrasyon derinlikleri elde edebilme yetenekleridir. Bu sayede nötron kırınımı, alüminyumda yaklaşık 0.2 mm derinlikte yüzey altı ölçümlerinden, çelikte 25 mm ve alüminyumda 100 mm'ye kadar kalınlığa kadar kalıntı gerilmeleri belirleyebilir.

TAHRİBATLI YÖNTEMLER



DELİK DELME YÖNTEMİ

Bu yöntem ile oldukça etkili ve kullanışlıdır. Bu yöntemde derinliğe bağlı kalıntı gerilme profili oldukça hassas bir şekilde ölçülebilir. Doğru bir ölçüm almak için adımlı delme önem arz etmektedir. Delme işlemi sırasında yüzeyde mikro ölçekte çarpılma ortaya çıkması beklenmektedir. Bu mikro çarpılmalar, gerilim ölçerler (strain gauge) ile bizlere veri akışı sağlar. Elde edilen veriler özel cihazlar ile toplanır ve kalıntı gerilme dağılımı hesaplanır.

RİNG CORE YÖNTEMİ

Metal veya diğer malzeme örneklerinde derinliğe bağlı kalıntı gerilme dağılımını belirlemek amacıyla, bir halka şeklinde katman kaldırma ölçüm esasına dayanır. Ring core yöntemi, özellikle kaynaklı yapılar gibi kritik yapısal elemanların analizinde önemli bir rol oynamaktadır [6].

Ring core yöntemi örneğin yüzeyinden belirli bir halka şeklinde bir bölgenin kesilmesiyle başlar. Bu kesim işlemi sırasında, iç gerilmeler serbest kalır ve buna bağlı olarak yüzeyde oluşan mikro düzeyde çarpılmalar ölçülerek kalıntı gerilmeler belirlenebilir. Yöntemin temel prensibi kesim işlemi sonrasında ortaya çıkan mikro çarpılmaların ölçülmesi ve bu çarpılmaların kalıntı gerilmeler ile ilişkilendirilmesidir.

KAYNAKÇA:

- 1.P J Withers and H K D H Bhadeshia, "Residual Stress -I: Measurement Techniques' Mat. Sci. Tech., 2000.
- 2.W E Littmann, "Measurement and significance of residual macrostress in steel SAE 793A, Proc. of the Automatic Eng. Cong., Detroit, MI, January 1964,13-17
3. Ghosh, A., & Kumar, V. (2012). "Studies in Crystalline Materials Using X-ray Diffraction method: Residual Stress Measurement." Materials Science and Engineering.
4. Balahcene F, Lu J. Study of residual stress induced in welded steel by surface longitudinal ultrasonic method. In: Proceedings of SEM Annual Conference on Theoretical, Experimental and Computational Mechanics; 1999. p. 331-4.
5. Leon-SalamancaT, Bray DE. Residual stress measurement in steel plates and welds using critically refracted waves. Res Nondestruct Eval 1996;7(4):169-84.
6. M.B. Prime: J. Engng. Mater. Tech., Vol. 123 (2001), p. 162-168

Kalıntı gerilmelerin giderilmesi ve imalat yöntemleri boyunca kontrol edilmesi, malzemelerin beklenen servis ömrünü uzatmak ve yapısal güvenliği sağlamak için önemlidir. Kalıntı gerilmeleri gidermek için uygulanan başlıca yöntemler şunlardır:

·Isıl İşleme Gerilme Giderme (Gerilim Giderme Tavlama): Kalıntı gerilmelerin giderilmesinde en çok başvurulan yöntemlerden biridir. Tavlama sıcaklığı olarak malzemenin yeniden kristallenme sıcaklığına yakın bir değer seçilir.

·Termomekanik Yöntemler: Malzemenin kontrollü olarak ısıtılıp, işlenmesi esasına dayanır. Malzeme içersindeki gerilmeler dengelenir ve mikroyapısal özelliklerinde iyileşme görülür.

·Vibrasyonlu Gerilme Giderme (Vibrasyonlu Tavlama): Malzeme, yüksek frekansta titreşimlere maruz bırakılarak gerilmelerin homojenleşmesi ve azalması sağlanır. Büyük parçaların gerilim giderme işlemlerinde tercih edilir.

Kalıntı gerilmeler, malzemelerin servis ömrü ve performansları açısından kritik öneme sahiptirler. Uygun ölçüm yöntemleriyle bu gerilmeleri belirlemek ve gidermek için uygun yöntemin tercih edilmesi gerekmektedir. Modern mühendislik süreçleri, kalıntı gerilmelerin tespiti ve minimuma indirmesi üzerine çalışmalar yapmaktadır.

YAZAR: Shanlı SALAHI

Doğa ile Teknolojinin Buluşma Noktası



İleri Sentez Yöntemleri ve Karakteristik Özellikleri

Nanomalzemelerin Sentez Yöntemleri

Genellikle nanomalzemelerin üretimi için iyi bilinen iki yöntem bulunmaktadır: yukarıdan aşağıya (top-down) ve aşağıdan yukarıya (bottom-up). Bu iki yaklaşım, daha spesifik yöntemlere sınıflandırılmıştır. Yukarıdan aşağıya yaklaşım fiziksel yöntem olarak anılırken, aşağıdan yukarıya yaklaşımlar kimyasalların ve yeşil/biyolojik maddelerin kullanıldığı yöntemlerdir. Bu sınıflandırmalar, nanomateryal geliştirmede kullanılan malzemelerin türlerinden kaynaklanmaktadır. Yukarıdan aşağıya yaklaşımın temel amacı, istenilen nanopartikül yapıları üretmek için toplu nanomalzemeleri parçalamaktır (top-down), oysa aşağıdan yukarıya sentez yöntemi istenilen nanopartikül yapılarını üretmek için daha küçük boyutlu nanomalzemelerin birleştirilmesini içermektedir (bottom-up). Her iki yöntem de belirli uygulamalar için istenilen özelliklerin elde edilmesi amacıyla dikkatli optimizasyon sürecini gerektirir. Tablo 1'de nanomalzemelerin sentezindeki yöntemler ve gelişmeler sıralanmaktadır.

Tablo 1. Nanopmalzeme Sentezi Yaklaşımları ve Yöntemlerinin Özeti

NANOMALZEMELERİN SENTEZ YÖNTEMLERİ	Aşağıdan Yukarıya (Bottom-Up)	Yeşil ve Biyolojik Yöntemler	Bitkiler	Bitki Ekstraktları
				Bütün Bitkiler
			Mikroorganizma	Mantar
				Bakteri
				Yosun
				Antonomiset
				Maya
			Biyomimetik	Protein
				Hücre
				Polenler ve Enzimler
	Yukarıdan Aşağıya (Top-Down)	Kimyasal Yöntemler	Hidrotermal	
			Sol-jel	
			Kimyasal Buhar Yoğunlaşması	
		Fiziksel Yöntemler	Sonikasyon	
			Sputtering	
			Lazer Ablasyon	
			Litografi	
			Mekanik Veya Bilyalı Frezeleme	
			Darbe Teli Deşarjı	
			Ark Deşarjı	
			Elektron Patlaması	
			Elektrospinning	

Nanomalzemelerin Benzersiz Karakteristik Özellikleri

Nano-ölçek seviyesindeki maddenin özellikleri, toplu (hacimsel) muadillerine kıyasla önemli ölçüde farklıdır. Boyut bağımlı etkiler nano seviyede daha belirgin hale gelir. Örneğin, Au çözeltisi hacimsel olarak sarı renkte görünürken, nano-ölçekte mor veya kırmızı görünür. Nanomalzemelerin özellikleri, nanomalzeme boyutunu ayarlayarak değiştirilebilir. Nano-ölçekte, elektronik özellikler hacimsel malzemelere kıyasla önemli ölçüde değişmektedir.

Örneğin, hacimsel formdaki bor metal olarak kabul edilmezken, iki boyutlu bir bor ağı (borofen) mükemmel bir 2D metal olarak görünmektedir. Hacimsel muadillerine kıyasla, nanomalzemelerin mekanik özellikleri, kristal mükemmelliğindeki artış veya kristyografik kusurlardaki azalma nedeniyle önemli ölçüde iyileştirilmiştir. 1-10 nm aralığındaki yarı iletkenlerin elektronik özellikleri, kuantum mekaniği dikkate alınarak kontrol edilir. Bu nedenle çapları 1-10 nm aralığında olan nanoküreler kuantum noktaları olarak bilinir. Kuantum noktaları gibi nanomalzemelerin optik özellikleri büyük ölçüde morfolojilerine bağlıdır.

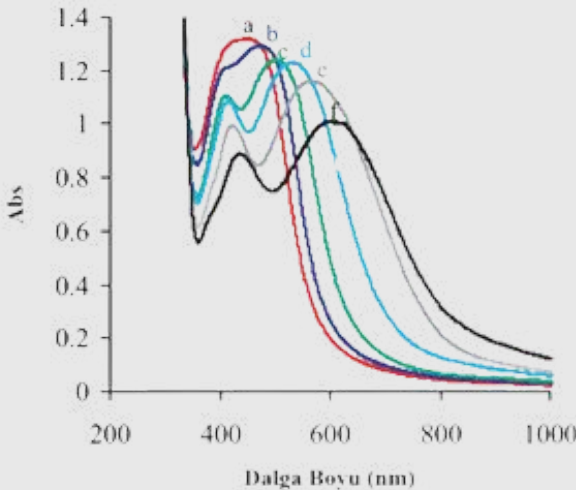


NANOMALZEME BOYUTU, ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİ NASIL DEĞİŞTİRİR?

Fotojenlenmiş bir elektron-delik çifti, 1-10 nm ölçeğinde bir eksiton çapına sahiptir. Böylece, ışığın yarı iletkenler tarafından emilmesi ve emisyonu, nanopartikül boyutunun bu aralıkta ayarlanmasıyla kontrol edilebilir. Ancak metallerde elektronların ortalama serbest yolu yaklaşık 10-100 nm'dir; bu nedenle, elektronik ve optik etkilerin de yaklaşık 10-100 nm aralığında gözlemlenmesi beklenir.

Metal nanopartiküllerin sulu çözeltilerinin renkleri, belirtilen oranı ayarlayarak değiştirilebilir. Gümüş nanopartiküllerin (Ag NPs) sulu çözeltileri, farklı oranlarda farklı renkler gösterir. Oran arttıkça, absorpsiyon bandında bir kırmızı kayma gözlemlenir.

Şekil 1. Gümüş nanopartiküllerin sulu çözeltileri, sentezlenen nanopartiküllerin oranına bağlı olarak geniş görünür renk varyasyonları gösterir. Fotoğrafın en solunda, sonraki reaksiyonların başlangıçları olarak kullanılan gümüş nanoküreler (4 nm çapında) gösterilmektedir, (a-f) ise oranları 1-10 arasında artan gümüş nanoçubukları göstermektedir. (a-f) için karşılık gelen görünür absorpsiyon spektrumları da sol panelde gösterilmektedir. Copyright: © 2002, WILEY-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Fed. Rep. of Germany.



Bir dizi benzersiz özellik arasında, nanomalzemelerin boyutlarını ve morfolojilerini ayarlayarak elde edilebilecek temel özellikler şunlardır:

Mükemmel Mekanik Özellikler

Nanomalzemeler, makroskobik benzerlerinde bulunmayan mükemmel mekanik özellikler sergiler.

Katalizörler için Mükemmel Destek

Çeşitli nanomalzemelerden oluşan 2D katmanlar, aktif katalizör nanopartiküllerinin homojen bir şekilde dağılmasını sağlayarak katalizör performansını önemli ölçüde artırır. Son zamanlarda, katalizörler performansı artırmak amacıyla nanomalzemelerin 2D katmanlarına atomik olarak dağılımı gerçekleştirilmektedir.

Yüksek Termal ve Elektriksel İletkenlik

Nanomalzemelerin doğası gereği, nano seviyesinde hacimsel muadillerine kıyasla olağanüstü termal ve elektriksel iletkenlik sergilenebilmektedir. Bunun bir örneği grafitten elde edilen grafendir.

Yüzey Alanı

Nanomalzemelerin yüzey alanları genellikle hacimsel muadillerine kıyasla oldukça yüksektir ve bu özellik tüm nanomalzemeler ile ilişkilidir.

Manyetizma

Elementlerin manyetik davranışı nano-ölçek seviyesinde değişebilir. Manyetik olmayan bir element nano-ölçekte manyetik özellik kazanabilir

Kuantum Etkileri

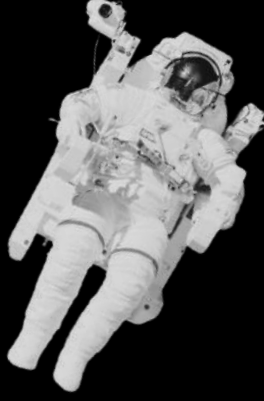
Kuantum etkileri nano seviyesinde daha belirgindir. Ancak bu etkilerin ortaya çıkacağı boyut, yarı iletken malzemenin yapısına bağlıdır.

Antimikrobiyal Performans

Bazı nanomalzemeler antiviral, antibakteriyel ve antifungal özelliklere sahiptir böylece patojen ile ilişkili hastalıklar ile mücadele etme konusunda mükemmel bir kapasiteye sahiptir.

Genel olarak, yukarıda belirtilen özellikler nano-ölçekli malzemeleri geniş bir uygulama yelpazesi için değerli hale getirerek çeşitli alanlardaki çeşitli cihaz ve malzemelerin performansını önemli ölçüde artırmıştır.[1][2]

A Y'DA G RAFEN K'ESİ



Yazar: Zahide Dilara GENCAN





Ay'a Dair Bilinen Her Şey Yanlış Olabilir mi?

**Malzeme Bilimi'nin Nobel Ödüllü Başarısı
Olarak ya da 'Mucize' Malzeme Olarak Bilinen
GRAFEN, Ay'ın Toprağında Keşfedildi!**

Bu Keşif Bilim Dünyasını, Ay'a Dair Bilinen Her Şeyin Yanlış Olma İhtimalini Düşündürtüyor. Bu çalışmayı ve ortaya koyabileceği sonuçları konuşmadan önce grafenin ne olduğundan kısaca bahsetmem gerektiğinin kanısındayım.

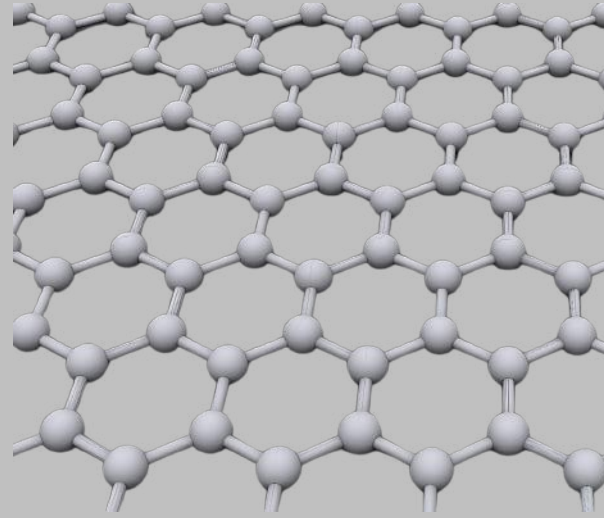
Bildiğimiz üzere grafit, karbon atomlarının altıgen bir düzen halinde ve 3 boyutlu katmanlar olarak dizilmesiyle meydana geliyor ve karbonun en kararlı yapısını oluşturuyor. Grafen ise bu karbon katmanlarının her biri.

Grafen, iki boyutlu malzeme olarak kabul edilir yani en basit tanımıyla genişliği ve yüksekliği mevcut fakat kalınlığı yoktur. Bu sebeple grafenden oldukça hafif malzemelerin üretimi mümkündür. Örnek vermek gerekirse grafen aerojeller dünyanın yapılmış en hafif ikinci malzemesi olarak bilinir.

Böyle bir hafifliğe rağmen çelikten 200 kat daha mukavemetli ve buna rağmen oldukça esnektir. Bu özelliklerinin yanı sıra karbon atomlarının mükemmel dizilimi sebebiyle elektrik ve termal iletkenliği çok yüksektir. Hatta termal iletkenliği o kadar yüksektir ki kendi vücut ısınızla elinize bir grafen kâğıdı aldığınızda bir buzu kolaylıkla kesebilirsiniz.

Grafen hakkında daha birçok özellik sayılabilir ancak 2004 yılında grafeni diğer malzemelerden izole edip bütün karakteristik özelliklerini tanımlayan ve bu keşifle Nobel Ödülü kazanan Manchester Üniversitesi'nden Andre Geim ve Konstantin Novoselov ikilisinin sözleriyle grafeni anlatmak en doğrusu olur:

“Dünyamız, bir avuç malzeme tarafından şekillendirilmektedir. Binalarımız, çeliğin gücü tarafından belirlenmektedir. Silikon, bilgisayarlarımızın çalışma prensiplerini dikte etmektedir. Alüminyum, uçaklarımızın neye benzeyeceğini belirlemektedir. Şimdiyse kompozit malzemeler hayatlarımızı iyileştirmeye başladı. Örneğin karbon fiber dayanıklılığında ama plastiklerin esnekliğinde malzemeler üretebiliyoruz. Grafen durumunda ise söz ettiğimiz şu: Kompozit malzemelerin en üst düzey reenkarnasyonu olan, iki boyutlu bir malzeme düşünün. Bunu, doğada bulunmayan üç boyutlu malzemelere dönüştürebiliyoruz ve bu malzemelerin özelliklerini atomik boyutta bile kontrol edebiliyoruz.”





Böyle bir malzeme nasıl oluyor da tüm bilim dünyasına Ay'ın Büyük Çarpışma Teorisi ile oluştuğu bilgisinin ve buna bağlı olarak Ay'a dair bilinen her şeyin yanlış olduğunu düşündürtebiliyor?

Çin'in uzay aracı Chang'e-5 (CE-5), Aralık 2020'de Ay'a iniş yaptı ve Ay toprağından numune toplayarak Dünya'ya geri döndü. Çin Bilimler Akademisi Metal Enstitüsü'ndeki araştırmacılar, Raman spektroskopisiyle 2,9x1,6 mm büyüklüğündeki numuneyi incelediler ve bu çalışmayı Natural Science Dergisi'nde yayımladıkları "Discovery of natural few-layer graphene on the Moon" adlı makale ile tüm bilim dünyasına şöyle bildirdiler:

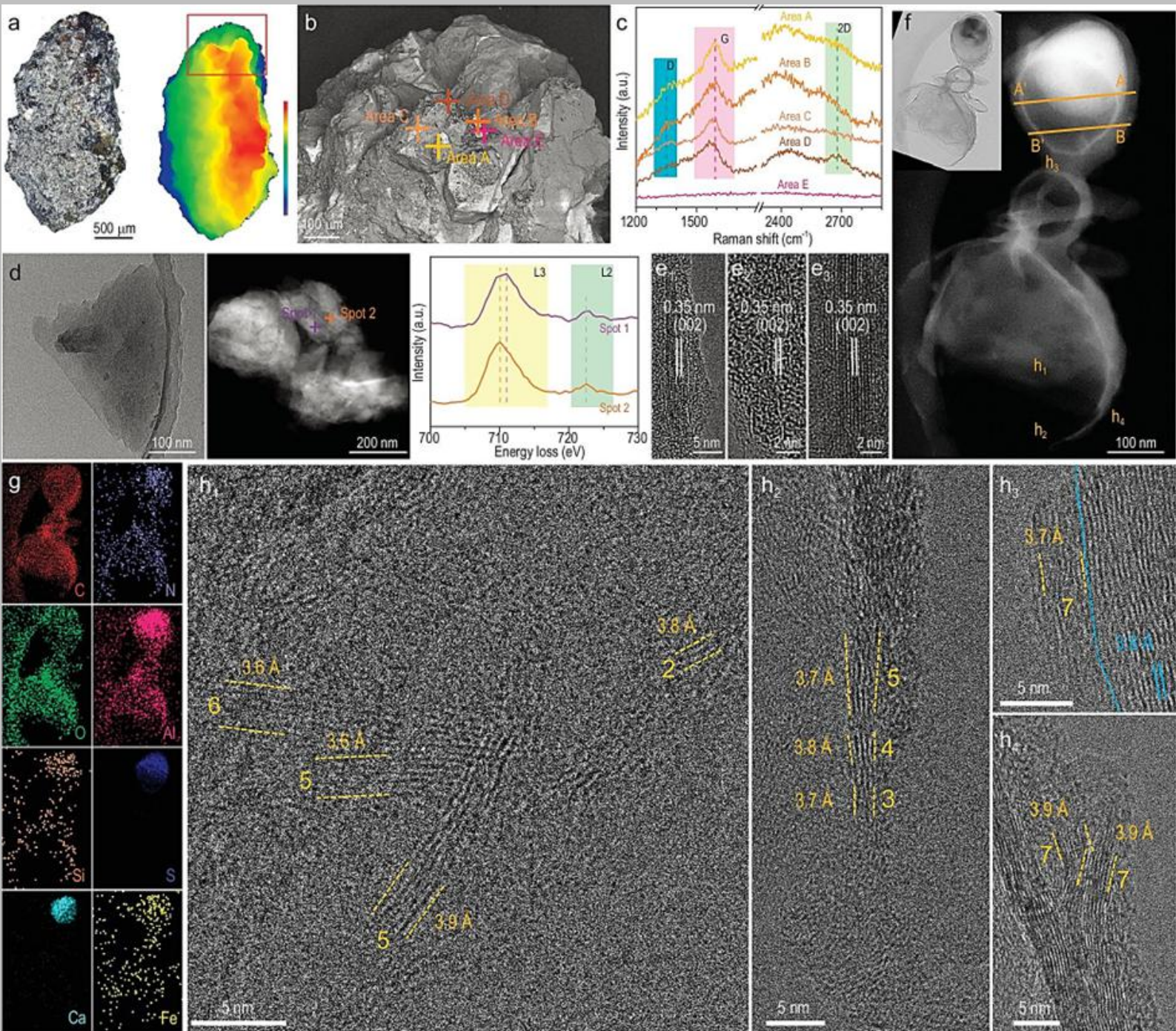
"Toprak örneklerinin analizi, Ay'ın bileşimini ve yapısını belirlemek ve jeolojik kökenlerini ve tarihçelerini araştırmak için mevcut en kesin yöntemdir. Chang'e-5 (CE-5) ay toprakları, şu ana kadar bildirilen en genç 'mare basalt' örnekleridir. Son çalışmalar, CE-5 ay toprağında ilmenit (FeTiO₃), pentlandit, amorf özellikler ve hatta fotosentetik katalizörleri tanımlamıştır. Daha ileri araştırmalar astronomi, coğrafya, kimya ve malzeme biliminde önemli bilimsel keşiflere yol açabilir. Burada, çeşitli karakterizasyon tekniklerini kullanarak CE-5 ay toprağı örneklerinde doğal birkaç katmanlı grafenin keşfini ve doğrudan mikroskopi görüntülemesini bildiriyoruz."



CE-5

Yapılan bu çalışmadaki numuneden alınan parçacığın birkaç kısmında yüksek karbon tespitiyle bu formların grafit benzediği görüldü ancak görüntü büyütülüp yakınlığa bu kısımların grafit değil grafen yapraklarının olduğu görüldü. En son olarak ise mevcut karbonun bir kısmı grafen şeklini aldı.

Bazıları iki ila yedi katman kalınlığında pullardan oluşurken, bazıları diğer mineralleri çevreleyen bir karbon kabuğunun parçasıydı. Ekip, bu kabuklardaki grafenin, grafitten sadece ayrılmadığını ve bunun yerine muhtemelen yüksek sıcaklık gerektiren başka bir işlemle oluştuğunu gösterdiğini söylüyor. Bu da araştırmacılara Ay'ın yüzeyinde bir karbon yakalama süreci olabileceğini öne sürdüyor.



Şekil 1. CE-5 ay toprağı örneğindeki az katmanlı grafenin yapısal ve kompozisyonel karakterizasyonu. (a) Lazer taramalı konfokal mikroskopi görüntüsü ve yükseklik dağılımı. (b) Geri saçılmış elektron SEM görüntüsü ve (c) Farklı alanlara karşılık gelen Raman spektrumları. (d) Temsili düşük büyütmeli parlak alan transmisyon elektron mikroskobu (TEM) görüntüsü, Cs-düzeltilmeli yüksek açılı halkasal karanlık alan (HAADF)-STEM görüntüsü ve farklı alanlar için karşılık gelen elektron enerji kaybı spektroskopisi (EELS) Fe L-kenar spektrumları. (e1–e3) Cs-düzeltilmeli yüksek çözünürlüklü TEM (HRTEM) görüntüleri. (f) Bol miktarda birkaç katmanlı grafen içeren bir çekirdek-kabuk yapısının HAADF-STEM görüntüsü (sol üst ek: ilgili alanın parlak alan TEM görüntüsü), (g) Elementlerin mekânsal dağılımlarını gösteren EDS element haritaları ve (h) (f)'de işaretlenen ilgili alanlardaki (h1–h4)'ün Cs-düzeltilmeli HRTEM görüntüleri. Birkaç katmanlı grafenin hem katman sayısı hem de ortalama düzlemler arası boşluk etiketlenmiştir.

Grafenin Ay'ın jeolojik olarak hâlâ aktif olduğu tarihin erken dönemlerindeki bir volkanik faaliyet sırasında oluşmuş olabileceğı iddia ediliyor.

Grafenin oraya nasıl ulaştığına gelince, ekip grafenin Ay'ın jeolojik olarak hâlâ aktif olduğu tarihin erken dönemlerindeki bir volkanik faaliyet sırasında oluşmuş olabileceğini öne sürdü. Ayrıca grafenin, karbonun atomik yapısını dönüştürmeye yardımcı olabilecek ay regolitini ve demir içeren minerallerini tekmeleyen güneş rüzgarları tarafından katalize edildiğı varsayımında bulunuyorlar.

Ayrıca, volkanik aktiviteye benzer yüksek sıcaklık ve yüksek basınçlı ortamlar yarattığı bilinen meteor çarpması olasılığına da izin veriyorlar. Makalelerinde belirttikleri gibi;

“Grafen, tek tek pullar halinde gömülüdür veya mineral parçacıklarını çevreleyen bir karbon kabuğunun parçası olarak oluşur. Elde ettiğimiz sonuç, Ay'daki yerli karbonun tipik bir yapısını ortaya koymakta ve oluşum mekanizması önerilmektedir. Bu bulgu, Ay'ın kimyasal bileşenleri, coğrafi bölümleri ve tarihinin anlaşılmasını yeniden keşfedebilir.”



Big Bang Teorisi yanlış olabilir.

Bu bulgular, grafenin elektronik ve mekanikten malzeme bilimine kadar çeşitli uygulamalar için araştırıldığı Dünya'daki araştırmalar üzerinde de muazzam bir etkiye sahip olacak. Araştırmacıların çalışmalarında belirttiği gibi, bu çalışma malzemeyi ucuza üretmek için yeni yöntemler geliştirilebilir ve Ay'ın oluşumu için bilim dünyasında çoğunlukla kabul gören 'Big Bang' teorisinin değişebilme olasılığının da mevcut olduğunu gösteriyor.

"Grafenin çekirdek-kabuk yapısında tanımlanması, genellikle yüksek sıcaklıkta katalitik bir reaksiyon içeren pul pul dökülmeden ziyade aşağıdan yukarıya bir sentez sürecine işaret etmektedir. Bu nedenle, burada az katmanlı grafen ve grafitik karbonun oluşum mekanizması önerilmektedir... Buna karşılık, doğal grafenin mineral katalizörlü oluşumu, yüksek kaliteli grafen için düşük maliyetli ölçeklenebilir sentez tekniklerinin geliştirilmesine ışık tutmaktadır. Bu nedenle, yeni bir Ay keşif programı teşvik edilebilir ve ileride bazı atılımlar beklenebilir."

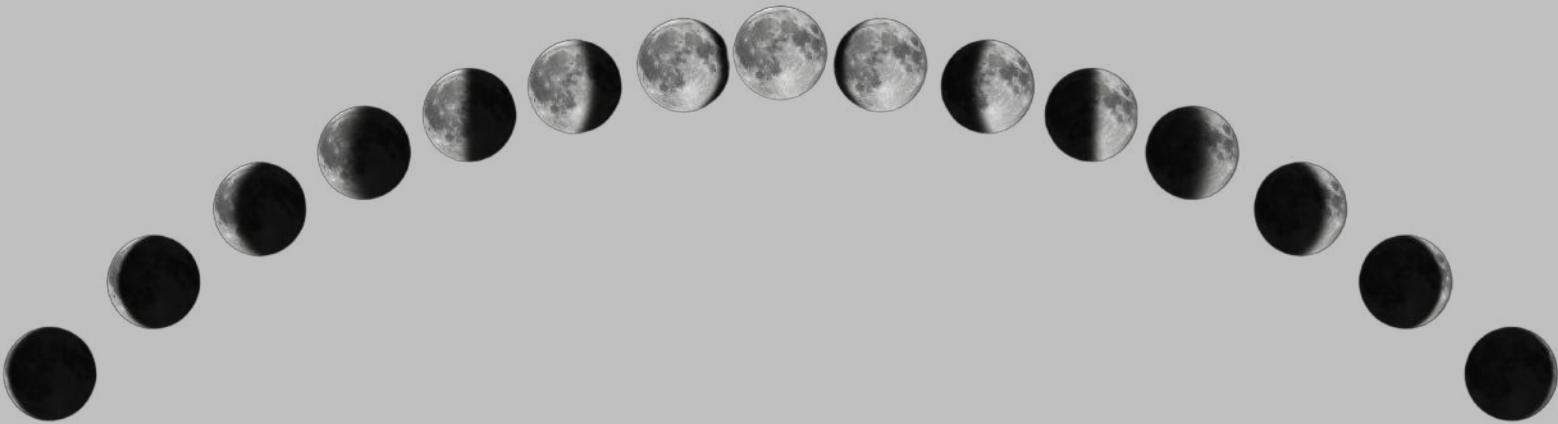
Bu yazıda da görüldüğü üzere bilimde keşfedilen her bilgi eski bilgiyi çürütebilir veya tamamıyla onu destekleyebilir ya da yeni bir bilginin doğmasına sebep olabilir. Carl Sagan ile Isaac Asimov ise bu düşünceyi şöyle açıklar:

"Bilim, sürekli bir keşif yolculuğudur."

~Carl Sagan

"Bilimde kesinlik yoktur, sadece doğruya yaklaşma vardır."

~Isaac Asimov



SAMSUNG

Galaxy Ring

YENİ NESİL

güç yüzükleri

Yazar: Bahri Burak Karaca



Samsung, uzun süredir beklenen akıllı yüzüğü Galaxy Ring'i nihayet tanıttı. MWC 2024'te duyurulan bu inovatif ürün, sağlık takibinde yeni bir çığır açmayı hedefliyor. Galaxy Ring, kullanıcılarına sağlık verilerini izleme konusunda kapsamlı bir deneyim sunuyor.

Teknik olarak tasarımına ve dayanımına bakacak olursak, Galaxy Ring, siyah, gümüş ve altın olmak üzere üç farklı renk seçeneği sunuyor. 5-13 arası ABD yüzük ölçülerinde ve 5. sınıf titanyum alaşımından üretilen yüzük, içbükey tasarımıyla şık bir görünüm sağlıyor. Tüm sağlık sensörleri, batarya ve şarj pinleri epoxy reçine kaplamanın altında gizlenmiş durumda.

IP68 ve 10ATM sertifikalarıyla suya ve toza karşı son derece dayanıklı olan Galaxy Ring, her türlü hava koşulunda ve yüzme aktivitelerinde rahatlıkla kullanılabilir.

Galaxy Ring, farklı boyutlarda pil kapasiteleri sunuyor ve tek şarjla 6 ila 7 güne kadar kullanım süresi vad ediyor. Şık şarj kutusu ise küçük yüzük ölçüleri için 20 defaya kadar tam şarj imkanı sağlıyor.

Galaxy Ring'in en küçük boyutlu versiyonu 7.0 mm x 2.6 mm boyutlarında ve sadece 2.3 gram ağırlığında. Yüzüğün farklı ölçülerini denemek isteyen kullanıcılar için Samsung, ücretsiz bir ölçülendirme seti sunuyor.

Bluetooth LE 5.4 ile eşleşen Galaxy Ring, Android 11 veya üzeri sürümlere sahip android işletim sistemine sahip telefonlarla ve Samsung Galaxy telefonlarla uyumlu çalışıyor. Ring'in kullanımı için bir Samsung hesabı ve Samsung Health uygulaması gerekiyor. Herhangi bir ek abonelik ücreti olmadan kullanılabilen yüzük, kullanıcılara geniş bir özellik yelpazesi sunuyor.



Sağlık konusunda birçok özelliği barındıran Galaxy Ring, optik PPG sensörüyle kalp atış hızını ve dahili sensörüyle cilt sıcaklığını izleyerek standart sağlık verilerini kaydediyor. Yüzüğün rahat tasarımı sayesinde 7/24 takılabilen Galaxy Ring, kullanıcıların hareket, uyku süresi, kalp ve solunum hızı gibi birçok sağlık ölçümünü kolayca takip etmelerini sağlıyor. Samsung'un yeni Galaxy Ring'i, sağlık takibi ve teknolojiyi bir araya getirerek kullanıcılarına modern bir yaşam tarzı sunuyor. Şık tasarımı, dayanıklılığı ve kapsamlı sağlık özellikleriyle Galaxy Ring, günlük hayatta kullanıcıların vazgeçilmez bir parçası olmaya aday. Son zamanlarda piyasaya sürülen ve dünya genelinde büyük ilgi gören Galaxy Ring, teknoloji tutkunları tarafından merakla bekleniyor. Detaylı testler ve kullanıcı deneyimleri ise yakın gelecekte bizlerle olacak.

Gelecekte pek çok alanda bizlere hizmet etmesi beklenen bu akıllı yüzükler bizlere gelecekte neler vadedeceğini düşünecek olursak üzerinde bulunan birçok farklı sensör grubundan faydalanarak sağlık alanında pek çok verimizi okuyarak bazı hastalıkların önüne geçilmesi veya erken teşhiste çok etken bir rol oynayacağı tahmin edilmekte. Giyilebilir teknoloji kategorisinde bulunan bu yüzükte birçok ekosistem cihazına entegre edilerek sağlık sektörünün bir kontrol cihazı olarak da kullanılması planlar arasında.



KAYNAKÇA:

<https://www.technopat.net/2024/07/10/samsung-galaxy-ring-tanitildi-iste-ozellikleri/>

<https://www.donanimhaber.com/samsung-galaxy-ring-tanitildi-iste-fiyati-ve-ozellikleri--179320>

<https://tr.mashable.com/giyilebilir-teknoloji/13852/samsung-galaxy-ringin-rakibine-gore-5-avantaji>

<https://www.samsung.com/us/rings/galaxy-ring/>



“Geçmişe sahip çıkarak geleceği yaratmak”

Metaller, tarih boyunca insan hayatının ayrılmaz bir parçası olmuştur. Bu metallerin kullanımı, yazılı kayıtların olmadığı dönemlere kadar uzanır hatta tarihin belirli dönemleri, metallerin isimleriyle anılmıştır. Metalurjinin ilk yıllarına dair yazılı kayıtların eksikliği nedeniyle, metalurji çalışması yapan isimleri belirlemek zordur. Tarih öncesi ve antik dönemlerde metalurji genellikle zanaatkarlar ve uzmanlar tarafından yapılmış ve bu kişilerin isimleri tarihsel kayıtlarda pek yer almamıştır.

YAZAR: Tuğçe Hilal Sariaslan

Yakın Tarihte Metalurjiye Yön Verenler

Ancak, metalurjinin gelişiminde önemli rol oynayan bazı kültürel ve tarihi figürlere dair bilgiler edinmek mümkündür. Bu figürler, metalurjinin evrimindeki kritik adımları anlamamızda önemli rol oynamıştır.

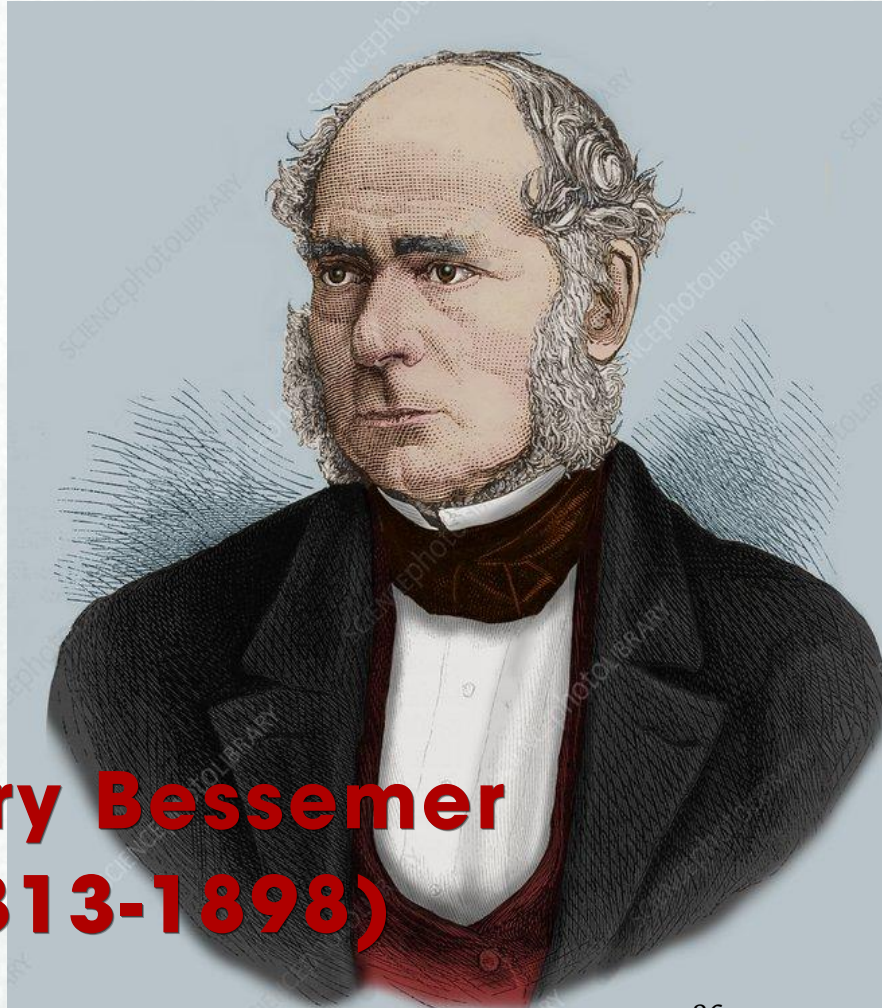
Yazılı kayıtların tutulmaya başlamasıyla birlikte, metalurji çalışmalarına ve metalurjicilere dair bilgi edinmek daha kolay hale gelmiştir. Bu kayıtlar, metalurjinin gelişim sürecini daha iyi anlamamıza ve bu sürecin ardındaki kişiler hakkında daha fazla bilgi sahibi olmamıza da yardımcı olmuştur.

19.Yüzyılın ortalarında İngiltere’de metalurji dünyası adına çok büyük bir devrim yaşandı. Bu devrimin mimarı, Henry Bessemer adında bir mühendisti.

Çelik Üretiminde Bir Devrim

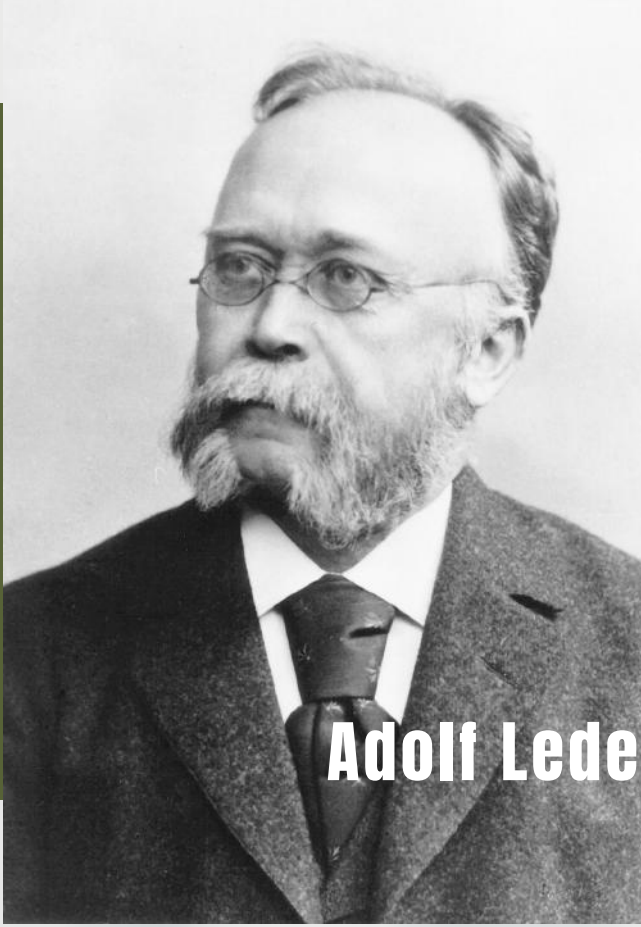
Bessemer’in metalurji dünyasına olan katkıları bununla da sınırlı kalmadı. 1870’lerde elektriği toplu olarak kullanılabilir hale getiren dinamonun icadı, elektrik endüstrisinin gelişiminde bir dönüm noktası oldu. Bu buluş, elektrik enerjisinin geniş çapta üretimi ve dağıtımını mümkün kıldı. Ayrıca, bu yenilik, alüminyumun elektrolitik üretimini de mümkün kıldı ve alüminyumun endüstriyel uygulamalarında devrim yarattı. Henry Bessemer’in çalışmaları, sadece çelik üretiminde değil, genel anlamda endüstriyel üretimde önemli bir dönüm noktası oluşturdu. Onun yenilikçi yöntemleri, metalurjiyi ve sanayiye dönüştürdü ve modern mühendisliğin temel taşlarından biri haline geldi. Bessemer’in mirası, metalurji dünyasında kalıcı bir etki bırakmış ve onun adını endüstri tarihinde ölümsüzleştirmiştir.

Bessemer, çelik üretiminde devrim niteliğinde bir yöntem olan pnömatik işlemi icat ederek, metalurji tarihini köklü bir şekilde değiştirdi. Bessemer’in geliştirdiği pnömatik işlem, demirin çeliğe dönüştürülme süresini günlerden dakikalara indirdi. Bu yenilik, sadece üretim süresini kısaltmakla kalmadı, aynı zamanda büyük miktarda yakıt tasarrufu sağladı. Çeliğin maliyetini önemli ölçüde azaltarak, onu köprüler, gemiler ve binalar gibi büyük inşaat projeleri için ideal bir yapı malzemesi haline getirdi. Bu sayede, sanayinin ilerlemesi ve altyapı projelerinin gelişimi büyük bir hız kazandı.



Henry Bessemer
(1813-1898)

"Alaşım Biliminin Devrimcisi"



Adolf Ledebur (1850-1917)

Almanya kökenli metalurji uzmanı Adolf Ledebur, metalurji ve malzeme bilimi alanında önemli bir etki bırakmıştır. Özellikle metal alaşımlarının yapısal ve termodinamik özelliklerini derinlemesine inceleyerek, demir-çelik alaşımlarının anlaşılmasında önemli teoriler geliştirmiştir.

Ledebur'un en bilinen katkılarından biri, "Alloys and Their Constituent Metals" adlı eseridir. Bu kapsamlı kitap, metal alaşımlarının özellikleri ve uygulamaları hakkında ayrıntılı bilgiler sunarak, bu alanda çalışanlar için değerli bir kaynak olmuştur. Kitap, alaşımların yapısal ve termodinamik özelliklerini inceleyerek, metalurjinin temel prensiplerine dair derin bir anlayış kazandırır. Ledebur'un geliştirdiği teoriler, alaşımların nasıl oluştuğunu ve hangi koşullarda karışabileceğini anlamada büyük bir rol oynamıştır. Özellikle, Ledebur karışımı olarak bilinen bir teorik model, demir ve karbon alaşımlarının

yapısal analizinde önemli bir yer tutar. Bu model, demir-çelik alaşımlarının çeşitli özelliklerini ve davranışlarını anlamada önemli bir araç olmuştur. Ledebur'un bu karışımı, demir-çelik endüstrisinde uygulamalı bilgilerin gelişmesine ve daha verimli alaşımların üretimine olanak sağlamıştır. Adolf Ledebur'un metalurji bilimine olan katkıları, hem teorik hem de uygulamalı alanda önemli etkiler yaratmış ve metalurji literatüründe kalıcı bir iz bırakmıştır. Onun çalışmaları, metal alaşımlarının daha iyi anlaşılmasına ve sanayideki uygulamalarının geliştirilmesine katkıda bulunmuştur.



**William Hume-
Rothery (1899-1968)**

BİLİMSEL **METALURJİNİN** *Kurucusu*

William Hume-Rothery, metalurji ve malzeme bilimi alanında önemli katkılarda bulunan bir İngiliz bilim insanıdır. Akademik ve endüstriyel kariyerinde metal alaşımları ve malzeme bilimi üzerine derinlemesine çalışmalar yapmıştır. Hume-Rothery'nin en bilinen katkılarından biri, metal alaşımlarının termodinamiği ve yapısal özellikleri üzerine geliştirdiği teorilerdir. Metal alaşımlarının faz diyagramlarını ve çözünürlük özelliklerini anlamak için geliştirdiği teoriler, metalurji alanında büyük bir etki yaratmıştır.

Hume-Rothery ve William McFarlane tarafından geliştirilen bu teori, metal alaşımlarının atomik yarıçap, kristal yapı uyumu ve atomik oranlar gibi faktörlere bağlı olarak nasıl davrandığını açıklar. Teori, "çözücü" ve "çözünmüş" metallerin etkileşimlerini ve bu etkileşimlerin alaşımın özelliklerine etkilerini inceleyerek, alaşımların sertlik, dayanıklılık gibi özelliklerini tahmin etmemizi sağlar. Bu bilgiler, daha dayanıklı ve verimli malzemelerin tasarımı için kritik bir temel oluşturur.

Türkiye'nin İlk Metalurji Mühendisi

Çeliği Biçimlendirmek Ve Çelikle Biçimlenmek

Selahattin Şanbaşıoğlu, Türkiye'nin metalurji alanındaki ilk öncülerinden biridir. İstanbul Mühendislik Mektebi'ne (bugünkü İTÜ) başladıktan sonra Almanya'nın Karlsruhe şehrine gitmiş, burada altı ay süren bir fabrikada çalışarak deneyim kazanmıştır.

Makina mühendisliği eğitiminin ardından metalurji disiplininin yeni ve Türkiye için gerekli bir alan olduğunu fark ederek bu alana yönelmiştir. 1932'de Aachen'da metalurji mühendisliği eğitimini tamamlayıp yurda döndükten sonra, Türkiye'nin ilk ve o zamanki tek çelik tesisi olan

Kırıkkale Çelik Fabrikası'nda çalışmaya başlamıştır. Bu dönemde Türkiye'de ilk ray üretimi 1932 senesinde bu fabrikada gerçekleşmiş ve yine çelik kumu, bentonit ne bilinmezken ilk çelik kuma döküm ve ardından 1935-1950 arası 150 çeşit çelik yine bu tesiste yapılmıştır.

Uygulamalı metalurji alanındaki çalışmaları, Türk sanayisinin modernleşmesine ve uluslararası standartlara uyum sağlamasına yardımcı olmuştur. Bu katkılar, ülkemizin metalurji sektöründeki rekabet gücünü artırmış ve yerli üretimin kalitesini yükseltmiştir.

Selahattin Şanbaşıoğlu'nun metalurjiye ve ülkemize yaptığı bu önemli katkılar, onun bu alandaki derin bilgi birikimi ve özverili çalışmalarının bir yansımasıdır. Metalurji mühendisliğinde bir öncü olarak, hem akademik hem de pratik alanda sağladığı katkılar, Türkiye'nin bilim ve sanayi dünyasında güçlü bir etki yaratmıştır.



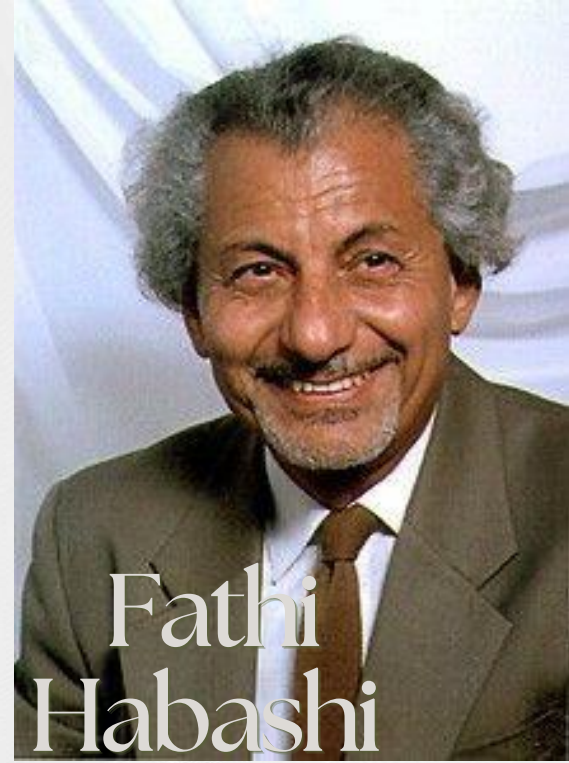
Selahattin Şanbaşıoğlu
(1932)

Fathi Habashi, metalurji alanında önemli bir figür olarak tanınmaktadır. Mısır doğumlu olan Prof. Dr. Habashi, doktora derecesini Viyana Teknoloji Üniversitesi'nde İnorganik Kimyasal Teknolojiler alanında yapmıştır.

"Metalurjiye Adanmış Bir Hayat"

Ekstraktif metalurji konusundaki kapsamlı çalışmaları, 75'ten fazla araştırma makalesi, 110 değerlendirme makalesi ve 30 civarında kitabı içermektedir. Cevherlerden metal kazanımı üzerine kapsamlı bilgi arayışında olan Habashi, ekstraktif metalurji konusunda ilk kitabı kaleme almıştır. "Bazı ilginç kitaplar buldum fakat hepsi ya oldukça temel ya da akıcı halde kaleme alınmayan kitaplardı," sözleriyle kitabını neden kaleme aldığını açıklamıştır. Kitabı "Principles of Extractive Metallurgy" olarak adlandıran Habashi, bu eserinde cevherlerin metal kazanımına dair hem teorik hem de pratik bilgileri kapsamlı bir şekilde ele almıştır.

Kitap, ekstraktif metalurji alanındaki temel prensipleri anlaşılır bir dille sunarak, hem akademik hem de endüstriyel uygulamalar için değerli bir kaynak olmuştur. Habashi'nin eseri, metalurji biliminin derinliklerine inmek isteyenler için vazgeçilmez bir referans olarak kabul edilmektedir.



Prof. Dr. Habashi, metalurji alanında önemli katkılar sağlamış ve 2014 yılında da "Madencilik Türkiye" dergisine verdiği röportajda bu katkılarını detaylandırmıştır.

Kaynakça: bkz. sy. 107

Savunma Sanayinin Bütünleşik Mimarisi:

ÇELİK KUBBE

Yazar: Dilay Küçük

Türkiye'nin mevcut ve geliştirmekte olduğu füzelerin entegre çalışacağı hava savunma sisteminin ismi "Çelik Kubbe" olarak açıklandı. Farklı irtifada hava savunma sistemlerinin birlikte çalıştığı bütünleşik bir mimari olarak tarif edilen Çelik Kubbe, Türk savunma sanayinin hava ve füze savunma segmentindeki gelişmelerinin doğal bir sonucu olması ile beraber; çok fazla silahtan, çok katmanlı bir yapı oluşturma çabasının ismi şeklinde de ifade edilmektedir.

Çelik Kubbe; "çok alçak irtifalardan en yükseğe", "çok kısa menzilden uzun menzile" kadar değişen tehditlere yanıt verecek şekilde ve Türk hava sahasının tamamını kapsayan adeta bir "güvenlik şemsiyesi" şeklinde tasarlanacaktır. Ayrıca bütün hava savunma silah, sensör ve komuta-kontrol altyapısının tek bir ağa bağlanmasını ve birliklerin görev sorumluluklarına göre ilgili birlikleri bu ağ üzerinden komuta etmesini sağlayacak olan Çelik Kubbe Türkiye'nin hava ve füze savunmasına odaklı bir stratejiyi ortaya koyması bakımından da oldukça önemli bir konumdadır.



Savunma Sanayi Başkanı Prof. Dr. Haluk Görgün Çelik Kubbe ile ilgili şu açıklamalarda bulundu: "Şüphesiz alınan önemli kararlardan bir tanesi de sistemler sistemi olarak ifade ettiğimiz Çelik Kubbe sistemi. Yerli ve milli projemiz Çelik Kubbe katmanlı savunma sistemlerimizde tüm algılayıcı ve silahlarımızın bir ağ altyapısı altında birbirleriyle entegre çalışmasını ortak hava resminin oluşturulmasını gerçek zamanlı olarak hareket merkezlerine ulaştırılmasını ve yapay zeka destekli olarak karar vericilere sunulmasını temin edecektir. Çelik Kubbe Aselsan'ımız, Roketsan'ımız, Tübitak Sage'miz ve MKE gibi firmalarımızın ortaklaşa çalışmalarıyla yürütülecek."



Bu kapsamda, ASELSAN tarafından geliştirilen anti-drone sistemi olan İHTAR; 40mm fiziksel imha sistemi olan ŞAHİN; mobil lazer silah sistemi olan GÖKBERK; hareketli unsurlar ile mekanize birliklerin hava savunmasının etkin şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla geliştirilmiş bir hava savunma sistemi olan KORKUT; çok alçak ve alçak irtifa hava tehditlerine karşı etkili bir savunma sağlayan bir hava ve füze savunma sistemi olarak öne çıkan GÜRZ; otonom alçak irtifa hava savunma füze sistemi olan HİSAR-A+; orta irtifa hava savunma füze sistemi olan HİSAR-O+ ve uzun menzilli bölge hava ve füze savunma sistemi olan SİPER gibi hava savunma sistemlerinden yararlanılacaktır.

ROKETSAN mini/mikro insansız hava aracı sürülerini güvenli bir menzilde etkisiz hale getirebilen, lazer sistemiyle geliştirmiş ALKA, mobil hava savunma sistemi BURÇ, hava savunma füze sistemi SUNGUR, yakın hava sistemi LEVENT, hava savunma füze ailesi HİSAR ve uzun menzilli bölge hava savunma sistemi SİPER ile Çelik Kubbe'de yer alacaktır. TÜBİTAK SAGE sistemlerin mühendislik ve prototip üretimlerini içeren araştırma, geliştirme, ölçüm, test ve iletişim faaliyetlerini yürütmektedir. SOM füzelerinden hassas güdüm kitine, BOZOK füzelerinden nüfuz edici bombaya kadar sistemleri üreten SAGE, hava savunmasına yerli ve milli füzeler GÖKDOĞAN ve BOZDOĞAN ile katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, askeri özelliklere sahip küresel konumlama sistemi KAŞİF, KKS Anten, ataletsel ölçüm birimi ATLAS gibi elektronik sistemler, Türkiye'nin savunmasında aktif rol oynuyor. Çelik Kubbe Projesi'nde de SAGE'nin ürettiği sistemlerden yararlanılması planlanmaktadır.

Makine ve Kimya Endüstrisi (MKE), Türk Silahlı Kuvvetlerinin her türlü silah, mühimmat, roket, araç ve gereç ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Şirketin geliştirdiği Yakın Hava Savunma Sistemi, roket sistemleri gibi teknolojik ürünler ülkenin savunmasında kalkan rolü oynuyor. Söz konusu silahların Çelik Kubbe Projesi'nde de görev alması beklenmektedir. İçinde birçok hava savunma silah sistemi, radar, elektro-optik sistemi, haberleşme modülleri, komuta kontrol istasyonları ve yapay zekayı barındıracak Çelik Kubbe, Türkiye'nin hava savunma alanındaki muhafızı olacak. Ayrıca proje, gök kubbede sağlayacağı kalkan rolünün yanı sıra düşman unsurlar için caydırıcılık da oluşturacaktır.

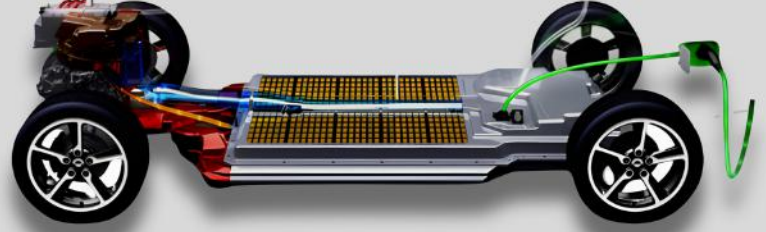
Kaynakça: bkz. sy. 108



ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE PİLLERE GENEL BAKIŞ

Yazar: Merve ŞAHİN

Küreselleşen, nüfusun fazlaştığı, teknolojinin hızla geliştiği aynı zamanda çevreyi koruma bilincinin arttığı bir dünyada elektrikli araçların gelişimi 1800'lü yıllara dayanmaktadır. Petrolün üretilmesi, elektrikli araçların yavaş ve pahalı olması, menzilin az olması, kullanılan pilin şarj ve düşük enerji yoğunluğuna sahip olması gibi etkenler nedeniyle elektrikli araçlar yerini benzinli araçlara bırakmıştır.



1970li yıllarında yaşanan petrol krizi ile devletler, yenilenemeyen enerji kaynaklarının bir gün tükenebileceğini, içten yanmalı motorların atmosfere yaydığı zehirli gazların çevreyi kirlettiğini fark etmişlerdir. Çevreyi ve elektrikli araçlar olan ilgiyi artırmak için özel politikalar yürütmüşlerdir.



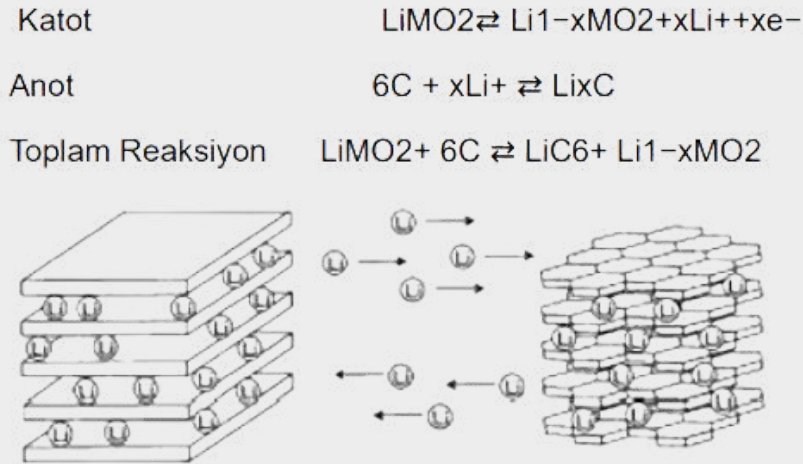
Elektrikli araçların gelişimi tam elektrikli araçlar (TEA), hibrit elektrikli araçlar (HEA) ve yakıt hücresel elektrikli araçlar(YHEA) olmak üzere 3 farklı şekilde gelişim göstermiştir. Tam elektrikli araçların yapısında elektrik motoru, güç dönüştürücüleri içeren kontrolcü ve batarya ünitesi bulunmaktadır. Elektrik motoruna iletilen güç batarya sayesinde karşılanmaktadır. Hibrit elektrikli araçlarda ise iki adet güç kaynağı bulunmaktadır. Bu araçlarda içten yanmalı motor ve elektrik motoru beraber çalışır. Yakıt pilli elektrikli araçların çalışma mantığı diğer elektrikli araçlardan biraz daha farklı olup hidrojen ve oksijenin tepkimesinden yararlanır.

Hibrit araçlarda bulunan elektrik motoru, içten yanmalı motora seri veya paralel bağlanabilir (Leitman & Brant, 2009). Araçta bulunan hibrit güç düzenleyicisinin görevi araç şebeke beslemesini yüksek gerilimli akü ile elektrik motoru arasındaki bağlantıyı yaparak sağlamasıdır. Elektrik motoru enerjisini, yüksek voltajlı lityum-iyon pillerden alır. Ayrıca rejeneratif teknoloji frenleme sistemi sayesinde yavaşlama anında kaybedilen enerjinin bir kısmı geri kazanılarak lityum-iyon pilde depolanır. Bu üç farklı araç teknolojisinin ortak noktası araç sisteminde kullanılan ve elektrik enerjisinin kimyasal olarak depolanmasını sağlayan bataryalardır (Ting vd., 2015).

Günümüzde geliştirilmeye ve yaygınlaştırılmaya başlanılan elektrikli araçlarda daha çok tercih edilen lityum-iyon pillerdir. Lityum-iyon pil enerji depolamak için tekrar şarj edilebilme kabiliyeti olan bir pil türüdür. Ayriyeten şebekelerdeki enerji depolama ölçeklerinde, yüksek enerji yoğunluğu, yüksek sıcaklık performansına ve bunlara bağlı olarak yüksek şarj/deşarj özelliklerine sahip olduğu için havacılık sektöründe ve askeri sanayi de kullanılır. Farklı tür bataryalarla ve teknolojilerle karşılaştırıldığında, bu pillerin diğer pillere kıyasla daha fazla tercih edilme sebebi nedir? Lityum-iyon pillerinin özellikleri sadece bu kadar mı? Bu yazımızda lityum-iyon pillerine genel bir bakış yapacağız.

LİTYUM-İYON PİLLER

Lityum-iyon bataryalar pozitif, negatif elektrot ve elektrolit olarak üç ana yapıdan oluşmaktadır. Hem anot hem de katot lityum-iyonlarının geçişlerini engellemeyen mikro gözenekli polimer membran olan bir ayırıcı ile ayrılmaktadır. Katot genellikle katmanlı ya da oluklu yapılara sahip metal oksitlerden meydana gelir. Anot da katmanlı yapılardan meydana gelir. Anot ve katotun bu şekilsel yapıları sayesinde bataryanın şarj vedeşarj olduğu anlarda lityum-iyonları anot ve katot arasında iki yönlü olarak hareket edebilmektedir. İki yönlü olarak gerçekleşen bu hareket topotaktik tepkimesi olarak adlandırılır. Topotaktik olarak adlandırılan bu tepkimede aktif maddeler pozitif ve negatif elektrotlar olarak lityum için bir nevi konak görevi görür lityum ise anot ve katot arasında hareket etmektedir (Polat ve Keleş, 2013).



Şekil 1: İkincil lityum pillerin şarj-deşarj mekanizması [2].

Şarj esnasında lityum-iyonları pozitif elektrottan koparak elektrolit vasıtasıyla ayırıcıdan geçer ve negatif elektrot ile bileşik meydana getirirler. Buna benzeyen bir biçimde pozitif elektrottan kopan elektronlar dış bir devre yoluyla negatif elektrot tarafından yakalanırlar (Miller, 2015). Bu reaksiyonların tersinir olmasından dolayı, sistemdeşarj edilebilir olarak geçmektedir (Nitta vd., 2015). Şarj vedeşarj devam ederken elektrotlardaki potansiyel dalgalanmaları alt seviyelerde kalmalıdır. Bahsedilen kimyasal süreçler boyunca oluşan redoks reaksiyonları Denklem (3), (4) ve (5)'te görülebilir (Scrosati ve Garche, 2010).

Lityum-iyon piller şüphesiz yakın gelecekte de hayatımızda olmaya devam edecektir. Fakat zamanla daha düşük maliyetli, verimliliği yüksek olan sodyum iyon piller, lityum-iyon pillerin yerini alacak mı? Öncelikle biraz sodyum piller hakkında fikir sahibi olalım.

SODYUM İYON PİLLER



Gelecek dönemde Na-iyon batarya üretiminin Li-iyon batarya alt yapısını kullanarak daha hızlı ve kolay bir şekilde yapılabileceği ön görülmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri Sodyum iyon (Na-iyon) bataryalar, Lityum-iyon pillere göre daha düşük maliyetli, daha emniyetli ve daha uzun yıllar kullanımına devam edilebilir bir seçenek olarak görülmektedir.

Dünya'da lityum cevherinin yaklaşık 1000 katı sodyum cevheri var olduğundan ayrıca sodyumu deniz suyu gibi tuzlu su olarak adlandırdığımız sulardan da basitçe açığa çıkarabildiğimizden, sodyum ile lityum sürdürülebilirlik açısından kıyaslandığında sodyum tercih edilmektedir (Slater vd., 2012). Ek olarak da lityum-iyon bataryalarda negatif elektrotta elektron toplayıcısı olarak çalışan bakırın yerine daha düşük maliyetli alüminyum tercih edilebilmektedir (Yabuuchi vd., 2012).

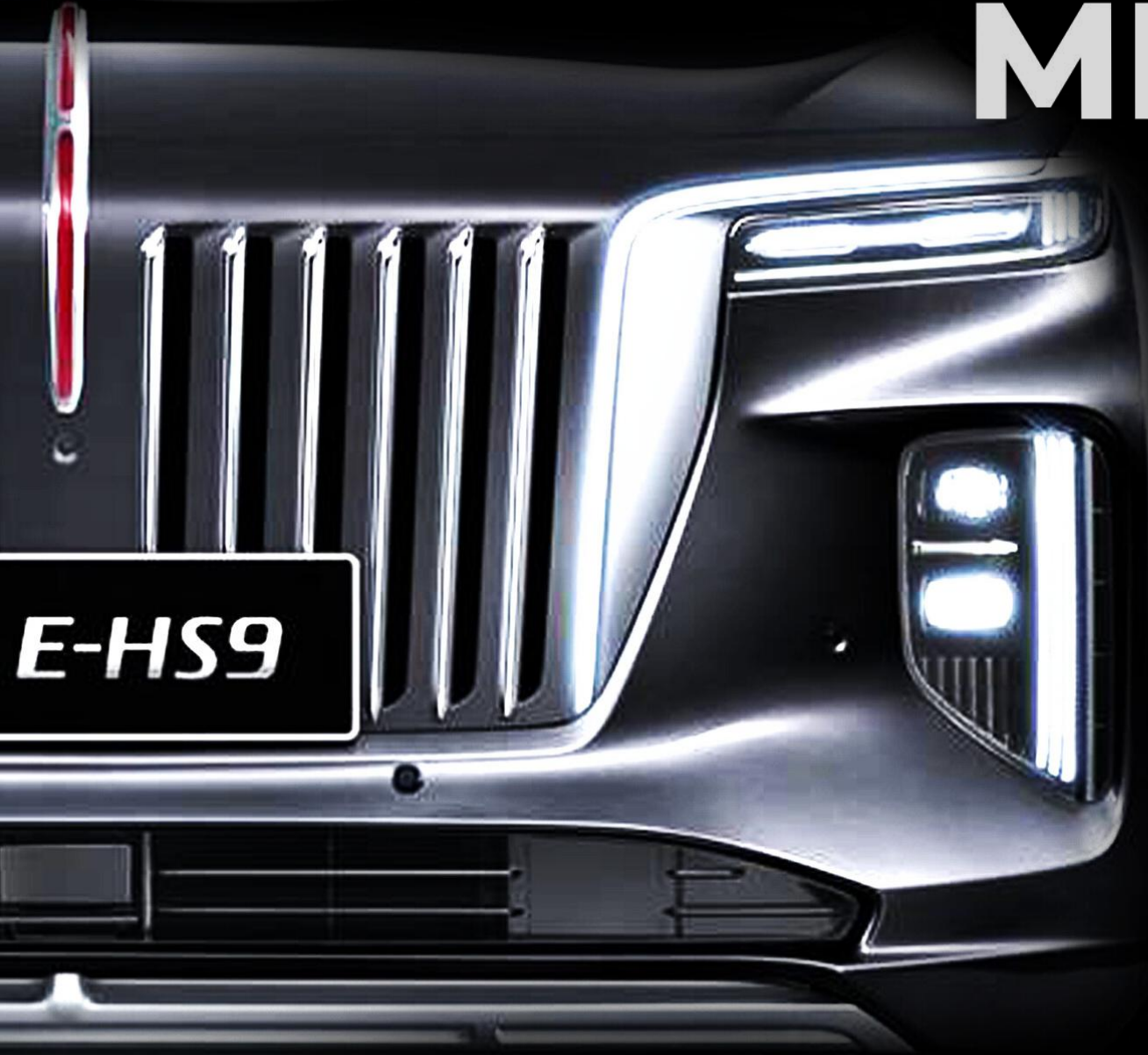
Alüminyum kullanımının nedeni, sodyum ve alüminyum arasında alaşım gerçekleştirmek üzere herhangi bir tepkime gerçekleşmemesidir. Na-iyon bataryalar üzerinde ısı firarlarının daha nadir görülmesinden dolayı yapısal olarak bakıldığında emniyet olarak daha üstün oldukları kabul edilmektedir (Xia ve Dahn, 2012). Ayrıca, sodyum iyon bataryaların enerjisi boşalmış haldeyken şarj edilebilirler, diğer piller tamamen boşaldığında kapasitelerini kaybetmeye başlarlar.

Enerjisini tamamen boşaltabilme özelliği sayesinde sodyum iyon bataryaların transfer işlemleri daha güvenli olmaktadır. Bir diğer kayda değer avantaj ise iki tek değerlikli iyon meydana getiren alkali metallerin birbirine yakın kimyasal özelliklere sahip olmasından dolayı daha hızlı bir şekilde üretilebilecek olmasıdır. Sodyum iyon piller düşük maliyet, yüksek verimlilik, sürdürülebilirlik, yüksek ısıya dayanıklılık, güvenilirlik açısından lityum-iyon pillerden çok daha avantajlı olduğu ve gelecekte lityum-iyon pillerin yanında çokça görebileceğimiz pillerdir.



OTOMOBİLİN **GELECEĞİ** ÇİN'DE Mİ?

HONGQİ E-HS9



E-HS9

OTOMOBİLİN GELECEĞİ ÇİN'DE Mİ?

Yazar: BAHİR BURAK KARACA

*"Çinli otomobil devleri, Türkiye'yi
Avrupa'ya açılan kilit nokta olarak
görüyor."*

Dünya üzerinde elektrikli otomobil kullanımının artmasıyla birlikte otomobil pazarında birçok yenilik ortaya çıktı. Bunlardan en önemlisi de aslında beklenen bir yaklaşımla Çinli otomobil firmalarının yükselişi oldu. Elektrikli otomobillerin yaygınlaşması ardından Çin'in birçok geride kalan ve pek tercih edilmeyen markaları büyük yatırımlar, yenilikçi bakış açıları, inovatif yenilikler ve agresif fiyat politikaları ile birlikte sektöre hatırı sayılır bir konuma ulaşmaları sağlandı. Birçok yenilikle birlikte dünyaya açılan bu firmalar sadece elektrikli otomobille değil fosil yakıtlı modelleri ile de dünyaya boy göstermeye başlasa da genel olarak büyük yatırımlarını elektrikli otomobiller tarafında kullanmak tercihleri oldu.



Büyük başarıların nasıl ortaya çıktığına bakıldığında, dünyanın en büyük otomobil parça fabrikaları, pil fabrikaları, kaporta fabrikaları ve motor fabrikaları gibi otomobil üretiminde kullanılan birçok parçanın üretimine ev sahipliği yaptığı görülmektedir. Bu bilgi birikimi ve tecrübe sayesinde, durumu bu noktaya getirmek pek de zor olmamıştır. Çinli markaların genel üretim politikası, yüksek kalitede parçalar kullanmadan 'premium' hissi verme üzerine kuruludur. Ellerindeki fabrikalar, ucuz hammadde ve işçilik sayesinde bu politikayı emin adımlarla uygulamaktadır.

Uygulanan bu politikalar neticesinde de Çinli otomobil firmaları Avrupa'ya açılan bir kapı olarak Türkiye'yi görmekte ve yapılacak yatırımlar konusunda Türkiye'ye sıcak bakmaktadır. Bunun en büyük etkisini BYD otomobilin Türkiye'ye açacağı fabrikadan görmekteyiz. Manisa'da 2026 yılında faaliyete geçmesi hedeflenen 1 milyar dolarlık yatırımla birlikte yılda 150 bin adet elektrikli araç üretmeyi hedefleyen BYD,

bu tesisi Avrupa Birliği satışlarına olan erişimini artırması düşünülmektedir. Türkiye pazarında son senelerde yüzde onluk bir satış başarısı elde eden Çinli otomobil firmalarının yapılan bu yatırımla birlikte çok daha fazla pazar payına sahip olmaları muhtemel gözükme. Yapılan bu yatırım sonrasında Türkiye'ye yapılan otomobil yatırımlarında bir kelebek etkisi beklenmektedir.

Çinli otomobil devlerini temsil edecek bir örneğe bakacak olursak;

HONGQİ E-HS9: Çin'in Lüks SUV Amiral Gemisi

HONGQİ E-HS9, performans konusunda etkileyici bir tablo sergiliyor. Dört çeker sistemine sahip olan araç, çift motorlu güç ünitesiyle 551 beygir gücü (405 kW) ve 750 Nm tork üretiyor. Bu etkileyici güç, E-HS9'un 0-100 km/s hızlanmasını sadece 4,9 saniyede tamamlamasına olanak tanıyor. Bu performans, aracın yüksek hız ve dinamik sürüş özelliklerini desteklerken aynı zamanda lüks segmentteki rekabeti de artırıyor.

Elektrikli araçlar arasında dikkat çeken E-HS9, batarya teknolojisiyle de öne çıkıyor. Araç, taban bölümüne yerleştirilen 99 kWh kapasiteli lityum-iyon bataryalar ile donatılmış. Bu bataryalar sayesinde E-HS9, tam şarjla 510 kilometrelik bir menzil sunuyor. Bu menzil, uzun yolculuklarda kullanıcıların konforunu artırırken elektrikli araç sahiplerinin şarj istasyonları arasında daha rahat bir yolculuk yapabilmelerini sağlıyor.





Çin'in Lüks SUV Aracı Türkiye'de Sahneye Çıkıyor

HONGQİ E-HS9, Türkiye'ye resmi olarak 2023 yılında giriş yaptı. Lüks SUV segmentte yer alması ve sunduğu özelliklerle dikkat çekmesi, otomobil severler arasında büyük bir ilgi uyandırdı. Bu nedenle, E-HS9'un Türkiye pazarında hedeflediği satış rakamlarına ulaşması merakla bekleniyor. Özellikle lüks otomobil segmentinde yer alan kullanıcılar için cazip bir seçenek sunan bu model, pazarın nabzını tutmaya devam ediyor.

Genel olarak HONGQİ E-HS9, güçlü performansı, uzun menzili ve lüks donanımlarıyla dikkat çekiyor. Çin otomotiv endüstrisinin en üst seviyede temsilcisi olarak öne çıkan E-HS9, lüks SUV pazarındaki rekabeti artırmakla kalmayıp kullanıcılarına üstün bir sürüş deneyimi sunmayı hedefliyor. Gelecek dönemlerde Türkiye pazarında nasıl bir performans sergileyeceği ise büyük bir merak konusu olmaya devam ediyor.

KAYNAKÇA:

- <https://www.dolubatarya.com/hongqi-e-hs9-exclusive-ozellikler>
- https://www.hongqi-auto.com/pages/cartype/cartype_E-hs9.html
- https://www.hongqi-auto.com/pages/cartype/cartype_E-hs9.html
- <https://www.bloomberght.com/cin-markalarinin-turkiye-otomobil-pazarindaki-payi-artiyor-2349019>
- <https://www.dunya.com/sektorler/otomotiv/byd-turkiye-yatirimiyla-batili-rakiplerine-uyari-atisi-yapti-haberi-735962>

Dijital Sinir Sistemi “İTERNET”in İCADI

Yazar: Emre ERGÜL

Öncelikle internet nedir onu tanımlayalım. Nedir bu **"İnternet"**? Kısaca özetlersek dünya genelindeki bilgisayar ağlarının birleşimiyle oluşan büyük bir iletişim ağıdır. Daha somut olarak tasvir etmek gerekirse tıpkı vücudumuzdaki sinir sistemi gibi düşünülebilir. Bu sistem sayesinde vücudumuzun her bir parçası ve farklı organlarımız bilgiyi beynimize aktarabilir. İşte internetin de bize sağladığı dünyanın her köşesine ulaşan güçlü iletişimi sayesinde farklı sistemlerin bağlanarak veri alışverişi yapmasını sağlar. Günümüzde artık bir temel ihtiyaç olarak dahi sınıflandırılabilir.



Temelleri ilk olarak ABD Savunma Bakanlığı'nın ARPANET (Advanced Research Projects Authority Net) yani Türkçe karşılığı ile "Gelişmiş Araştırma Projeleri Ajansı Ağı" adı altında bir proje ile atıldı. Bu proje ilk başta bilgisayarları birbirine bağlayarak veri sağlamak amacıyla geliştirildi ve devamında ilk bağlantılar 1969 yılında geniş alan ağı (WAN) olarak kuruldu. 1980'lerde geliştirilen TCP/İp protokolü ile farklı ağların iletişimi kurulup küresel olması sağlandı. 1989'da Tim Berners-Lee aracılığıyla geliştirilen World Wide Web (WWW) çok daha fazla tanınmasını sağladı. Ancak internetin bu hale gelmesin de CERN'in de katkısı olmuştur. Çünkü Tim Berners-Lee'nin World Wide Web'i kurmasındaki önemli amaçlarından biri de CERN'deki bilim insanlarının bilgiyi paylaşma ihtiyacına bir çözüm arayışıdır. Bu çözümün daha geniş kitleler tarafından tanınıp kullanılmaya başlanmasıyla geliştirilen bu sistemin sadece askeri ve akademik çevrelerde değil tüm dünyada kullanılabileceği gözler önünde serildi.

Peki ya İnternetin Asıl Amacı “Veri İletimi” Nasıl Sağlanıyor?



Yüksek hızlarda veri iletim avantajı dolayısıyla kullanılan fiber optik kablolar, veri iletimi açısından büyük bir öneme sahiptir. Elektronik sinyaller değil, elektriksel parazitlerin oluşmasını engelleyen ışığı iletir. İçinde cam veya plastikten yapılmış ince fiberler bulunan ve ışığın yansarak ilerlemesini sağlayan fiber optik kablolar, ayrıca yüksek bant genişliği ve düşük gecikme süreleri sunmasıyla bilinir. Düşük gecikme sürelerindeki pozitif etkisi sayesinde kıtalar arasında internet trafiğini de mümkün kılarak büyük bir önem taşır. Dayanıklılığı ve verimliliği yüksek olan fiber optik kablolar günümüzde internet altyapısı, telekomünikasyon sistemleri ve tıbbi cihazlarda yaygın olarak kullanılır.

Günümüze kadar ve günümüz de dahil hala etkilerini sürdüren fiber optik kabloların geleceğin teknolojisinde de önemini sürdürmeye devam edeceği düşünülüyor. Özellikle tüm dünyada yoğun talep gören internet ve bu kadar yoğun veri iletimini arz edebilecek sistemlerin önü fiber optik kabloların yüksek hız ve kapasitesi sayesinde daha açık görülüyor. 5G teknolojisi ve ötesi olan 6G gibi diğer ileri mobil iletişim teknolojileri de fiber optik ağılar sayesinde mümkün olacaktır.

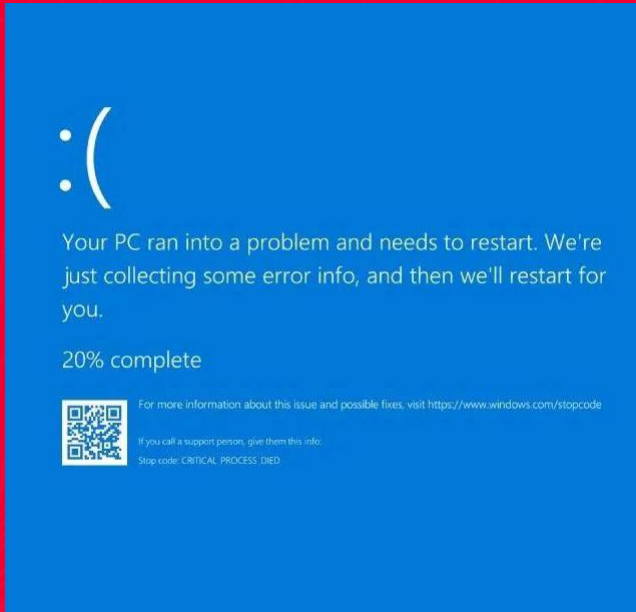
Gitgide teknolojiye ayak uyduran insanlığın beraberinde getirdiği akıllı şehirler ve altyapıları için düşük gecikmeleri sayesinde gerçek zamanlı uygulamalar sağlayacak fiber optik kablolar, trafik kontrolü, enerji yönetimi ve güvenlik sistemleri gibi bir çok alanda yoğun katkı sağlamaya devam edecektir.

İcat edildiği ve yaygınlaşmaya başladığından beri yavaş yavaş ama etkili bir şekilde hayatımızda kritik yerler edinen internet aynı zamanda yaşamı ve işleri çok daha kolay hale getirdi. Bir mektubu gönderip cevap almak için günlerce beklemek mi, internet sayesinde gerçek zamanlı, anında cevap alarak konuşmak mı? Sadece bunlarla sınırlı değil tabii ki. İhtiyacımız olan bilgiler, uluslararası ticaretler, bankacılık, sağlık hizmetlerinde kullanılması amacıyla ulaşılan veriler gibi daha sayamadığımız bir çok alanda kullanılarak hayatımızı kolaylaştırdı. Bu kadar önemli, kritik bir durumu anlatsak da bu buzdağının sadece görünen kısmı desek yalan olmaz. "Peki nedir bu görünmeyen kısmı?" "Fiberoptik kablolar". Fiberoptik kablolar işte ilk başta bahsettiğimiz dünyanın her köşesine verilerin iletimini güvenli ve hızlı bir şekilde iletilmesini sağlayan sinir sistemimizdeki nöronlardır.

**“ Farkında
varmadan
hayatımızda
hızla yol almış
bir güç:
'İNTERNET' ”**

CrowdStrike Krizi

Geçtiğimiz günlerde CrowdStrike, Temmuz ayında yaşanan ciddi bir dijital kriz olarak karşımıza çıktı. Bu olay, aslında sürekli yapılan güvenlik yazılımlarının güncelleme işleminin, dünya genelinde büyük ciddi derecede kesintilere yol açtığı göz ardı edilemeyecek bir hataya döndü. Bu hata çoğunluklar Windows tabanlı sistemleri engelledi ve işletmelerin geniş çaplı kesintiler yaşamasına neden oldu. Sürekli işleyen hava yolu şirketlerinden bankalara, hastanelerden medya kuruluşlarına daha bir çok sektör bu durumda mağdur kaldı. Otomatik güncelleme yüzünden ortaya çıkan bu hata, sistemlerin çökmesine ve yeniden başlamasına sebep oldu ve ciddi iş kayıplarına yol açtı.



Bu kriz aslında bize dijital dünyanın önemi hakkında çok şey anlattı. Öyle ki bu kadar önemli olmasaydı yaşadığımız bu durum dünyayı bu kadar sarsmazdı. İnternete "bağlı" bir dünyada yaşıyoruz ve görüyoruz ki yapılabilecek veya ortaya çıkan hatalar tüm dünyayı etkiliyor. Neyse ki yine böyle büyük bir duruma internet sayesinde tüm dünyada çözüme ulaşılabilir.

Kriz esnasında milyonlarca Windows tabanlı cihazın karşılaştığı hata

Kullandığımız internet altyapılarının, verilerin güvenliğinin yaşadığımız dünya için ne kadar hayatı önem taşıdığı bir kez daha gözler önüne serilmiş oldu.

KAYNAKÇA:

- <https://sps.columbia.edu/news/crowdstrike-crisis-anatomy-digital-catastrophe-0>
- <https://deltatema.com.tr/fiber-optik-kablo-nedir/>
- <https://turk.net/blog/fiber-optik-kablo-nedir-nasil-calisir-ve-avantajlari-nelerdir/>
- <https://www.siberay.com/internet-nedir#:~:text=İnternet%20bütün%20dünyada%20kullanılan%2C%20bilgisayar,bilgisayarlara%20mesajlar%20gönderilip%20mesajlar%20alınabilir.>
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/İnternet>
- <https://internet.btk.gov.tr/internetin-getirdigi-firsat-ve-faydalar>
- <https://www.softtech-tr.com/blog/internetin-tarihcesi#:~:text=İlk%20internetin%20temelleri%201950%27li,1989%20yılı%20olarak%20kabul%20edilmektedir.>

Geleceğe “Yön” Veren Malzemeler

Yazar: BAHİR BURAK KARACA

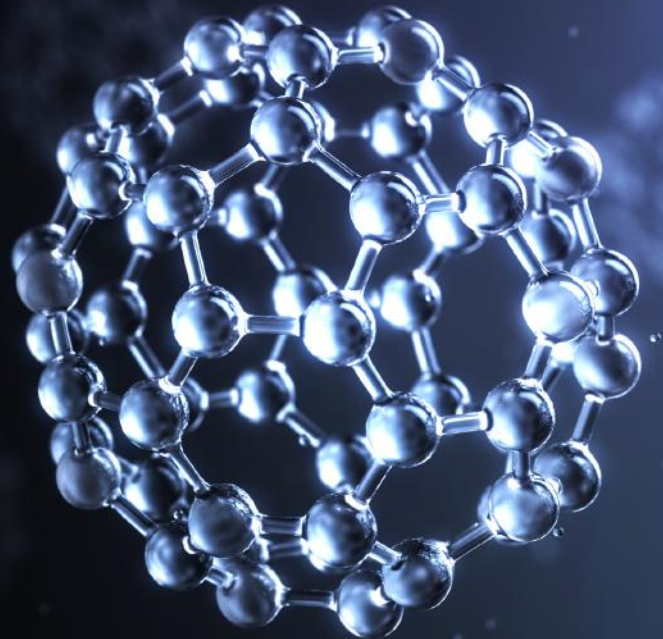
Nanokompozitler:

Nanokompozitler

Hangi Sektörleri Değiştiriyor?

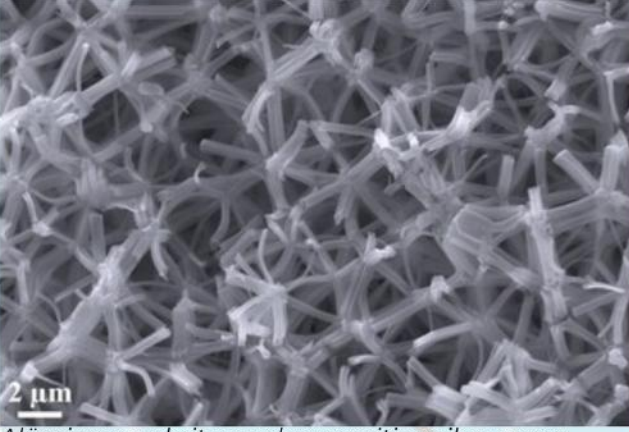
Geleceği Nasıl Şekillenecek?

*"Nanokompozitler,
malzeme biliminin
sınırlarını zorlayarak
geleceğin teknolojilerini
şekillendirme
potansiyeline sahip."*



Nanokompozitler: Geleceğin Malzemeleri

Nanoteknolojinin hızlı ilerlemesi, malzeme biliminin sınırlarını genişleten nanokompozitleri ön plana çıkarıyor. Bu yenilikçi malzemeler, nanometre ölçeğindeki partiküllerin bir matris içinde dağılmasıyla oluşturuluyor ve eşsiz mekanik ve kimyasal özellikler sunan Nanokompozitler, hafiflikleri ve dayanıklılıkları sayesinde havacılık ve uzay endüstrisinde, enerji depolama sistemlerinde ve sağlık uygulamalarında devrim yaratma potansiyeline sahip. Nanokompozitler, yüksek performanslı bataryalardan antibakteriyel kaplamalara kadar geniş bir uygulama yelpazesi sunarak, bilim ve mühendislik dünyasında heyecan verici bir geleceğin habercisi oluyor. Bu minyatür malzemelerin sunduğu fırsatlar, geleceğin teknolojilerinin şekillendirilmesinde önemli bir rol oynayacak.



Alüminyum oksit nanokompozitin mikro yapısı

Yapısı ve Bileşenleri

Nanokompozitler, iki temel bileşenden oluşur: matris ve dolgu maddesi. Matris, genellikle polimer, seramik veya metal gibi geleneksel malzemelerden oluşmaktadır ve nanomalzemelerin dağıldığı bir ortam sağlar. Dolgu maddesi ise nanometre boyutunda olup, karbon nanotüpler, grafen, nanokil veya metal oksit nanoparçacıkları gibi farklı nanomalzemelerden oluşabilir.

Bu nanomalzemeler, matrisin özelliklerini belirgin bir şekilde iyileştirir. Örneğin, karbon nanotüpler, polimerlerle birleştğinde malzemenin mukavemetini artırırken, grafen katkılı nanokompozitler üstün elektriksel ve termal iletkenlik sağlar. Nanokil ise, gaz bariyer özelliklerini geliştirerek ambalaj malzemelerinde büyük avantajlar sunar.

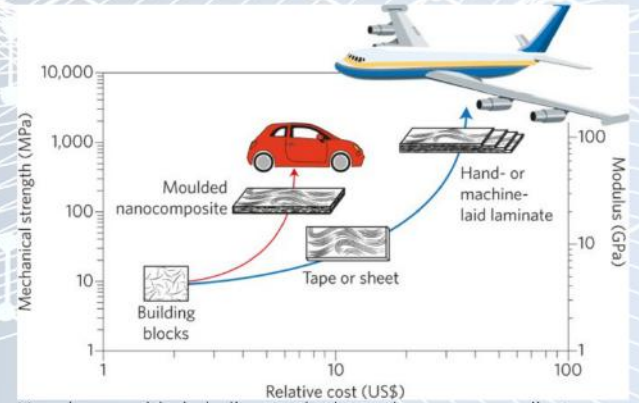
Nanokompozitlerin Üretim Yöntemleri

Nanokompozitlerin üretiminde kullanılan yöntemler çeşitlilik göstermektedir. Melt blending, polimer matrislerin erimiş durumda nanomalzemelerle karıştırılmasını içerir ve bu süreç, homojen bir karışımın elde edilmesini sağlar. Sol-gel yöntemi, inorganik nanomalzemelerin sentezini ve bu malzemelerin polimer matrisle entegrasyonunu mümkün kılar. In situ polimerizasyon yöntemi, monomerlerin nanomalzemelerle birlikte doğrudan polimerize edilmesi ile gerçekleştirilir, bu da malzeme içinde nano ölçekli yapılar oluşturur. Laminasyon yöntemi ise katmanlı yapıların oluşturulmasına olanak tanır, bu süreç sayesinde çok katmanlı kompozitler elde edilir.

Bu yöntemler, nanomalzemelerin matris içinde homojen bir şekilde dağıtılmasını sağlar. Böylece, nanokompozitlerin istenen özelliklere sahip olması garanti edilir.

Nanokompozit Malzemelerin Geniş Uygulama Alanları

Nanokompozitlerin sunduğu olağanüstü özellikler, onları geniş bir yelpazede kullanışlı kılar. Otomotiv endüstrisi, bu malzemeleri hafif ve dayanıklı yapılar oluşturmak için kullanırken, havacılık sektörü uçak gövdelerinde nanokompozitlerin üstün mukavemet/ağırlık oranından faydalanır. Elektronik sektöründe esnek devreler ve yüksek performanslı bataryalar için nanokompozitler tercih edilir. Tıbbi uygulamalarda ise biyoyoumlu implantlar ve ilaç taşıma sistemleri gibi alanlarda kullanılırlar. Ayrıca, ambalaj sektöründe nanokompozitlerin gaz bariyer özellikleri, gıdaların daha uzun süre taze kalmasını sağlar

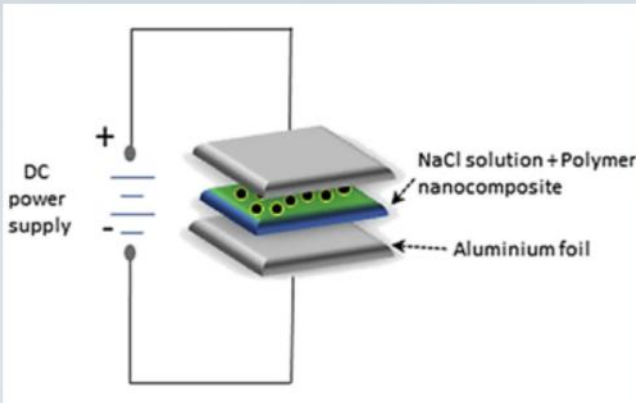


Nanokompozitlerin kullanım alanlarını dayanım ve maliyete bağlı ifade eden küçük bir tablo

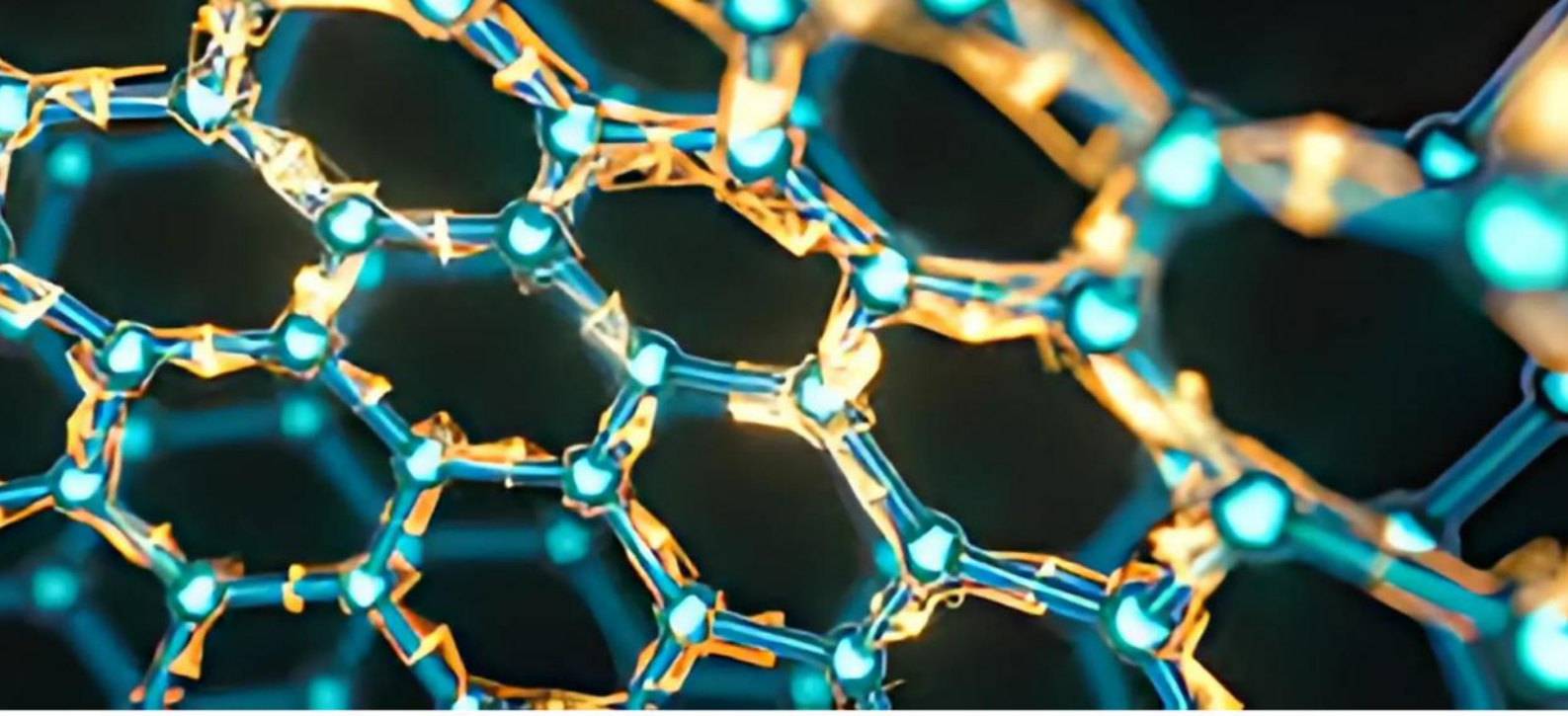
Nanokompozitlerin Potansiyeli

Nanokompozitler, malzeme bilimi ve nanoteknolojideki son ilerlemelerle hızla gelişen bir alan olarak dikkat çekmektedir. Bu yenilikçi malzemeler, üstün mekanik ve kimyasal özellikler sunarak birçok endüstride devrim niteliğinde değişiklikler yapma potansiyeline sahiptir. Ancak, nanokompozitlerin geniş çaplı kullanımı, birkaç önemli zorluğu beraberinde getirmektedir.

Nanokompozitlerin başarılı bir şekilde kullanılabilmesi için nanomalzemelerin polimer matris içinde homojen bir şekilde dağılması kritik öneme sahiptir. Nanomalzemelerin yüksek yüzey alanları ve aglomerasyon eğilimleri, bu homojen dağılımı sağlamak için zorlu bir engel teşkil eder. Bu sorunun üstesinden gelmek için, gelişmiş dağılma teknikleri ve matris-özel işlem parametrelerinin optimize edilmesi gereklidir. Ayrıca, nanomalzemelerin işlenebilirliğini ve stabilitesini artırmak için yüzey modifikasyonları ve dispersiyon tekniklerinin sürekli olarak iyileştirilmesi gerekmektedir.



Nanokompozitlerin üretiminde kullanılan nanomalzemeler genellikle yüksek maliyetli olabilir. Nanoteknolojinin karmaşıklığı ve ölçekleme zorlukları, bu malzemelerin ticari üretimini pahalı hale getirebilir. Maliyetleri düşürmek için, üretim süreçlerinin daha verimli hale getirilmesi, daha ekonomik hammaddelerin kullanılması ve büyük ölçekli üretim yöntemlerinin geliştirilmesi gereklidir. Ayrıca, nanomalzemelerin üretiminde kullanılan tekniklerin ve ekipmanların standartlaştırılması da maliyetleri önemli ölçüde etkileyebilir.



"Nanokompozitler, malzeme biliminin sınırlarını zorlayarak geleceğin teknolojilerini şekillendirme potansiyeline sahip."

Nanokompozitlerin çevresel ve sağlık risklerini minimize etmek, bu malzemelerin güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için hayati öneme sahiptir. Nanomalzemelerin çevrede nasıl davrandığı ve canlı organizmalar üzerindeki potansiyel etkileri hakkında yeterli bilgiye sahip olmak, risklerin yönetilmesi açısından gereklidir. Bu bağlamda, nanomalzemelerin güvenlik profillerinin belirlenmesi ve uygun yönetim stratejilerinin geliştirilmesi önem arz eder. Ayrıca, bu malzemelerin geri dönüşüm ve bertaraf yöntemlerinin iyileştirilmesi, çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olabilir. Tüm bu zorluklara rağmen, nanokompozitlerin gelecekte daha da yaygınlaşması bekleniyor. Yenilikçi uygulamaları ve üstün özellikleri ile nanokompozitler, geleceğin malzemesi olmaya aday görünüyor. Araştırmacılar ve endüstri uzmanları, bu malzemelerin potansiyelini keşfetmeye devam ederken, bizler de nanokompozitlerin hayatımıza katacağı yenilikleri heyecanla bekliyoruz.

KAYNAKÇA:

- <https://scholar.google.com/scholar?q=Polymer+Nanocomposites%3A+Processing%2C+Characterization%2C+and+Applications+Joseph+H.+Koo>
- <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/556295>
- <https://scholar.google.com/scholar?q=Nanocomposite+Science+and+Technology+Pulickel+M.+Ajayan>
- <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/722261>

kaynakça

SEM ile Mikrokozmos'un Derinliklerine Doğru

- [1] Oatley, C.W., 1982. The early history of the scanning electron microscope. *J. Appl. Phys.* 53 (2).
- [2] Hawkes, P., 2004. Recent advances in electron optics and electron microscopy. *Ann. Fondation Louis de Broglie* 29-1.
- [3] Ruska, E., 1986. The development of the electron microscope and of electron microscopy. Nobel Lecture.
- [4] Haguenau, F., Hawkes, P.W., Hutchison, J.L., Satiat-Jeunemaitre, B., Simon, G.T., Williams, D.B., 2003. Key events in the history of electron microscopy. *Microsc. Microanal.* 9, 96-138.
- [5] Goldstein, J., et al., 2003. *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*, 3rd ed. Plenum Press, New York.
- [6] Breton, P.J., 1999. From microns to nanometers: early landmarks in the science of scanning electron microscope imaging. *Scanning Microsc.* 13-1, 1-6.
- [7] Bogner, A., Jouneau, P. H., Thollet, G., Basset, D., & Gauthier, C. (2007). A history of scanning electron microscopy developments: towards "wet-STEM" imaging. *Micron* (Oxford, England : 1993), 38(4), 390-401. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2006.06.008>
- [8] McMullan, D. (2008). The Early Development of the Scanning Electron Microscope. In: Schatten, H., Pawley, J.B. (eds) *Biological Low-Voltage Scanning Electron Microscopy*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-72972-5_1
- [9] McMullan, D. (2004) A history of the scanning electron microscope, 1928 - 1965. *Adv. Imaging Electron Phys.* 133, 523-545.
- Mahl, H. (1940) Supermicroscopic determination of the orientation of single aluminium crystals (in German). *Metallwirtschaft* 19, 1082-1085.
- Knoll, M. (1935) Static potential and secondary emission of bodies under electron irradiation (in German). *Z. tech. Phys.* 16, 467-475.
- von Ardenne, M. (1938b) The scanning electron microscope. Practical construction (in German). *Z. tech. Phys.* 19, 407-416.
- von Ardenne, M. (1940) "Electron Microscopy" (in German). Springer Verlag: Berlin.
- Zworykin, V.A., Hillier, J., and Snyder, R.L. (1942) A scanning electron microscope. *ASTM. Bull.* 117, 15-23; (Abstract) *Proc. Inst. Radio Engrs.* 30, 255.
- Smith, K. C. A. (1956) "The scanning electron microscope and its fields of application". Ph.D. Dissertation, University of Cambridge.
- Allen, J.W. and Smith, K.C.A. (1956) Electron microscopy of etched germanium surfaces. *J. Electronics* 1, 439-443.
- Thornley, R.F.M. (1960) "New applications of the electron microscope". PhD Dissertaion, Universty of Cambridge.
- Thornley, R.F.M. (1960) Recent developments in scanning electron microscopy, in *The Proceedings of the European Regional Conference in Electron Microscopy, Delft, 29 August-3 September 1960* (Houwink, A.I. and Spit, B.J. eds.; Nederlandse Vereniging voor Elektronen-microscopie, Delft n.d.) pp. 173-176.
- Stewart, A.D.G. and Snelling, M.A. (1965) A new scanning electron microscope, in *Electron Microscopy 1964, Proceedings of the Third European Regional Conference, Prague, 26 August - 3 September 1964* (Titlbach, M. ed.: Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences: Prague) pp. 55-56.

Doğa ile Teknolojinin Buluşma Notası: Nanoteknoloji

- [1] M. Namakka, M.R. Rahman, K.A.M. Bin Said, M. Abdul Mannan, A.M. Patwary, A review of nanoparticle synthesis methods, classifications, applications, and characterization. *Environ. Nanotechnology, Monit. Manag.* 20 (2023) 100900. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2023.100900>.
- [2] N. Baig, I. Kammakakam, W. Falath, Nanomaterials: a review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges. *Mater. Adv.* 2 (2021) 1821-1871. <https://doi.org/10.1039/D0MA00807A>.
- [3] Murphy, C.J., & Jana, N.R. (2002). CONTROLLING THE ASPECT RATIO OF INORGANIC NANORODS AND NANOWIRES. *Advanced Materials*, 14, 80-82.

kaynakça

Yakın Tarihte Metalurjiye Yön Verenler

- Habashi, F. (2014). "Madencilik Türkiye" Dergisi, 36. sayı.
- Habashi, F. (2003). "Extractive Metallurgy of Copper", Elsevier.
- Hume-Rothery, W. (1965). "The Structure of Metals and Alloys", Clarendon Press.
- Hume-Rothery, W. (1954). "The Principles of Alloying", Oxford University Press.
- Bessemer, H. (1855). "The Bessemer Process for the Manufacture of Steel", Engineering.
- Ledebur, A. (1913). "Alloys and Their Constituent Metals", Springer.
- Ledebur, A. (1907). "Steel and Its Heat Treatment", Springer.
- Selahattin Şanbaşoğlu, Metalurji Mühendisleri Odası "Paydossuz bir yaşam" kitabı
- Selahattin Şanbaşoğlu, Metalurji Mühendisleri Odası dergi makalesi
- Habashi, F. (2017). Metallurgy: History of. ResearchGate.
- Hume-Rothery, W. (1983). Hume-Rothery rules for structurally complex alloy phases. MRS Bulletin, 8(5), 20-24. Cambridge University Press.
- Erdem, E. (2020). Metalurji ve Malzeme Biliminde Tarihi ve Güncel Gelişmeler. Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Dergisi, 30(1), 82-95.
- Birk, S. (2013). Henry Bessemer: Kimdir, Hayatı ve İcatları. Filozof.
- Sanbasoğlu, Selahattin. Muharebe Tarihi. <https://www.muharebetarihi.com/selahattin-sanbasoglu/>

Savunma Sanayinin Bütünleşik Mimarisi: Çelik Kubbe

<https://www.savunmasanayist.com/celik-kubbeyi-anlayalim-akkuyuyu-nasil-koruyacagiz/>
<https://www.aa.com.tr/tr/analiz/celik-kubbe-korkuttan-sipere-kadar/3309130> <https://www.aa.com.tr/tr/savunma-sanayisi/turkiyenin-yerli-ve-milli-silahlari-celik-kubbeyi-essiz-yapacak/3298379>
<https://www.bbc.com/turkce/articles/cqjlr98py5o> https://www.iletisim.gov.tr/turkce/dis_basinda_turkiye/detay/celik-kubbe-turkiye-kendi-fuze-savunma-sistemini-kuracak <https://www.youtube.com/watch?v=2seZYGQjiok&pp=ygUMw6dlbGlrIGtIYmJlIHJva2V0e2Fu>
<https://www.youtube.com/watch?v=k2XZolvYxi8&pp=ygUVw6dlbGlrIGtIYmJlIHJva2V0e2Fu>
[https://www.wedn.aselsan.com/api/file/IHTAR_TR-\(I\)-\(I\)-\(I\).pdf](https://www.wedn.aselsan.com/api/file/IHTAR_TR-(I)-(I)-(I).pdf) <https://www.aselsan.com/tr/savunma/urun/364/sahin>
<https://www.aselsan.com/tr/haberler/detay/155/gelecegin-sistemlerinde-aselsan-imzasi-gokberk-mobil-lazer-silah-sistemi>
<https://www.aselsan.com/tr/savunma/urun/1577/korkut-ssa> <https://www.millisavunma.com/gurz-hava-savunma-sistemi/>
https://www.wedn.aselsan.com/api/file/HISAR-A_TR.pdf https://www.wedn.aselsan.com/api/file/HISAR_O_TR.pdf
<https://www.aselsan.com/tr/savunma/urun/3021/siper>

kaynakça

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE PİLLERE GENEL BAKIŞ

- Chan, C. C. (2007). The state of the art of electric, hybrid, and fuel cell vehicles with their superior fuel economy and performance, hybrid vehicles will likely increase in popularity in coming years; further development of control theory for hybrids is essential for their progress. *Fellow IEEE*, 95(4), 704-718.
- Kisacikoglu, M. C., Bedir, A., Ozpineci, B., & Tolbert, L. M. (2012). PHEV-EV charger technology assessment with an emphasis on V2G operation. (Technical Report: ORNL/TM-2010/221) Oak Ridge National Laboratory.
- Lynch, W. A., & Salameh, Z. M. (1997). Realistic electric vehicle battery evaluation. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 12(4), 407-412.
- Matthews, L., Lynes, J., Riemer, M., Del Matto, T., & Cloet, N. (2017). Do we have a car for you? Encouraging the uptake of electric vehicles at point of sale. *Energy Policy*, 100, 79-88.
- Leitman, S., & Brant, B. (2009). *Build Your Own Electric Vehicle* (2nd ed.). The McGraw-Hill Companies.
- Ting, N. S., Aksoy, İ., & Şahin, Y. (2015). Elektrikli Araçların Batarya Şarjında Kullanılan Güç Faktörü Düzeltmeli Klasik Ve Interleaved Yükseltici Türü Dönüştürücülerinin Karşılaştırılması. VI. Enerji Verimliliği Kalitesi Sempozyumu ve Sergisi 2015, 1-6, 4-6 Haziran, Kocaeli, Türkiye
- [1] <https://evreporter.com/understanding-memory-effect-in-lithium-ion-batteries/>
- [2] Uysal, M., Karşoğlu, R., Guler M.O., Alp, A. and Akbulut, H., 2009. Rod and wire like morphologies of thin oxide developed with plasma oxidation after electro deposition, *Materials Letters*, 63, 422-424
- Polat, B.D., Keleş, Ö., 2013. Lityum İyon Pil Teknolojisi (Technology of Lithium Ion Battery), Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Metalurji Mühendisleri Odası, 162, 42-48.
- Miller, P., 2015. Automotive Lithium-Ion Batteries, *Johson Matthey Technology Review*, 59(1), 4-13.
- Nitta, N., Wu, F., Lee, J. T., Yushin G., 2015. Li-ion Battery Materials: Present And Future, *Materials Today*, 18, 252-264.
- Scrosati, B., Garche, J., 2010. Lithium batteries: Status, Prospects and Future, *Journal of Power Sources*, 195, 2419-2430.
- Slater, M.D., Kim, D., Lee, E., Johnson, C.S., 2012. Sodium-Ion Batteries, *Advanced Function Materials*, 23(8), 947-958.
- Yabuuchi, N., Kajiyama, M., Iwatate, J., Nishikawa, H., Hitomi, S., Okuyama, R., Usui, R., Yamada, Y., Komaba, S., 2012. P2-type $\text{Na}_x[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ Made From Earth-Abundant Elements for Rechargeable Na Batteries, *Nature Materials*, 11(6), 512-517.
- Xia, X., Dahn, J.R., 2012. Study of the Reactivity of Na/Hard Carbon with Different Solvents and Electrolytes, *Journal of the Electrochemical Society*, 159(5), 515-519.
- Özcan, Ö. F., Karadağ, T., Altuğ, M., Özgüyen, Ö. (2021). Elektrikli Araçlarda Kullanılan Pil Kimyasallarının Özellikleri ve Üstün Yönlerinin Kıyaslanması Üzerine Bir Derleme Çalışması. *Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation*, 8(2), 276-298.
- Özbay, H., Közkurt, C., Daleah, A., Tektaş, M. (2020). Geleceğin Ulaşım Tercihi: Elektrikli Araçlar. *Akıllı Ulaşım Sistemleri Ve Uygulamaları Dergisi*, 3(1), 34-50.
- Pevril Demir, A. R. I., OKTAY, Z., & COŞKUN, C. ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA BATARYA VE BATARYA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ.
- Polat, B. D., & Keleş, Ö. (2012). Lityum iyon pil teknolojisi. *Metalurji Dergisi*, 162, 42-48.
- Sezer, K. C., & Basmacı, G. (2022). ŞARJ EDİLEBİLİR PİLLERE GENEL BAKIŞ. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 10(1), 297-309.