DÜNYA MATEMATİK GÜNÜ 2026 ÖZEL SAYISI: *MATEMATİK VE UMUT*

Belirsizlikten Görünmezliğe: π'den Gökyüzüne Matematiğin Umudu

SUDE NAZ BAYSAL

Atılım Üniversitesi Matematik Bölümü
baysal.sudenaz@student.atilim.edu.tr

Akademik Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emel Yıldırım Kavgacı
Atılım Üniversitesi Matematik Bölümü

Matematik, bilinmeyeni konuşma cesaretidir. Bertrand Russell'a göre matematik, "Ne hakkında konuştuğumuzu bilmediğimiz ve söylediğimiz şeyin doğru olup olmadığını bilmediğimiz bir konudur." Aslında matematik, bu belirsizliği anlamlandırmak için kullandığımız karmaşayı somutlaştırır; sayılar aracılığıyla sağlam ve güvenilir sonuçlara ulaşmamızı sağlar. Dolayısıyla bu ifade ilk bakışta ironik görünse de matematiğin gücünü ortaya koymaktadır. Bu güç, aklın belirsizlik karşısında geri adım atmak yerine, bilinmeyeni rasyonel bir kesinliğe kavuşturma inadını besler. İşte bu zihinsel inadın ve tarihsel duruşun en görkemli yansıması, David Hilbert'in 1930'da dile getirdiği 'Wir müssen wissen, wir werden wissen' (Bilmeliyiz, bileceğiz) sözüdür.

Π sayısı, matematiğin bu soyut dünyasını anlamlandırma çabamızın en köklü örneğidir. Johann Heinrich Lambert, 1761'de bu sayının irrasyonel olduğunu, yani iki tam sayının oranı şeklinde yazılamayacağını ispatlayarak yüzyıllardır süren belirsizliği ortadan kaldırmıştır. Bununla birlikte ondalık açılımının sonsuz olması ve hiçbir basamağın kendini tekrar etmemesi, yani periyodik olmaması, onun en dikkat çekici özelliklerindendir. Bu yönüyle π sayısı, yalnızca sabit bir sayı olmanın ötesine geçer. Üstelik bu tekrar etmeme özelliği bir karmaşıklık göstergesi değil; geometride çemberin çevresi ile çapı arasındaki zorunlu ve kusursuz uyumun değişmezliğinden doğan bir ifadedir. Dolayısıyla π, başlangıçta sadece zihinsel bir kavram gibi görünse de aslında geometrik bir ideal ile sayısal kesinlik arasındaki köprüyü kurar.

14 Mart yalnızca π sayısının kutlandığı bir gün değil; aynı zamanda insan zihninin ölçülemezliği anlamlandırma çabasının simgesidir. Örneğin türev kavramı, bir fonksiyondaki değişim oranını ifade ederken şu felsefi soruyu düşündürür: "Değişimin içinde değişmeyen bir umut bulunabilir mi?" Bu durumda diferansiyel denklemler, sürekli değişen fonksiyonların bazen düzen, bazen de rastlantı içinde var olabileceğini gösterir. Bu soruya farklı disiplinler üzerinden de cevap verilebilir. Örneğin havacılık ve uzay bakış açısına göre, "Gökyüzündeki bir uçağın uçmasını yalnızca motorun varlığı sağlar." biçimindeki yaygın kanaatin aksine, mesele yalnızca itki gücü değildir; uçağın yüzeyindeki noktaların matematiksel sürekliliği ve aerodinamik bütünlüğü de belirleyici bir rol oynar. 1960'lı yıllarda Sovyet matematikçi Pyotr Ufimtsev, son derece karmaşık bir makale yayımlamıştır: *Fiziksel Kırınım Teorisindeki Kenar Dalgaları Yöntemi*. Bu çalışmada, herhangi bir nesnenin kenarına çarpan radyo dalgalarının nasıl yansıdığı incelenmiştir. Ufimtsev'in geliştirdiği Fiziksel Kırınım Teorisi (PTD), klasik optik yasalarının yetersiz kaldığı keskin kenar süreksizliklerini (*sharp edge discontinuity*) matematiksel olarak tanımlamayı başarmıştır. Ne var ki Sovyetler, bu çalışmayı yalnızca teorik bir matematik uğraşı olarak değerlendirmiş; askeri açıdan kayda değer bir uygulama alanı görmedikleri için üzerinde durmamışlardır. Bu çalışmanın üzerinden uzun yıllar geçtikten sonra bir Lockheed Corporation mühendisi makaledeki denklemleri fark etmiş ve önemli bir gerçeği kavramıştır: Eğer tasarlanacak uçak, yuvarlak hatlar yerine düz yüzeyli plakalar biçiminde kurgulanırsa, uçağın etrafında oluşan elektromanyetik dalgalar - özellikle radar dalgaları - farklı yönlere kırılarak

yansıyacak ve böylece radar görünürlüğü azaltılabilecektir.

Başlangıçta yalnızca teorik bir uğraş gibi görünen bu hesaplamalar, zamanla dünyanın ilk "hayalet uçağı" olarak anılan Lockheed F-117 Nighthawk'ın ortaya çıkmasını sağlamış; böylece soyut matematiksel düşüncenin en somut ve çarpıcı umut örneklerinden birine dönüşmüştür. Aerodinamik açıdan alışılmış tasarımların dışında olan bu uçak, pilotlar tarafından "Uçan Elmas" olarak adlandırılmıştır.

İşte burada, çok ağır metallerden oluşan bu yapının matematikle birleşmesi sayesinde uçmakla kalmayıp, radarda neredeyse bir kuş kadar bile görünmemesi dikkat çekicidir. Bu görünmezlik, elektromanyetik kuramın temelini oluşturan Maxwell denklemleri ve görünmezliğin sınır değerleri çerçevesinde açıklanabilir. Söz konusu görünmezlik, diferansiyel denklemlerin yüzey geometrisi üzerindeki hesaplamalarından elde edilmektedir. Maxwell denklemleri ise elektromanyetik dalgaların uzayda nasıl yayıldığını, yüzeylerle nasıl etkileşime girdiğini ve hangi koşullarda yansıyıp kırıldığını matematiksel olarak aşağıdaki denklemler ile tanımlar:

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t} \qquad \text{(Faraday Yasası)},$$
$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t} \qquad \text{(Ampere Yasası)}.$$

Burada E elektrik alanını, B manyetik akı yoğunluğunu, t zamanı, H manyetik alanı, J akım yoğunluğunu ve D elektrik yer değiştirme yoğunluğunu temsil etmektedir.

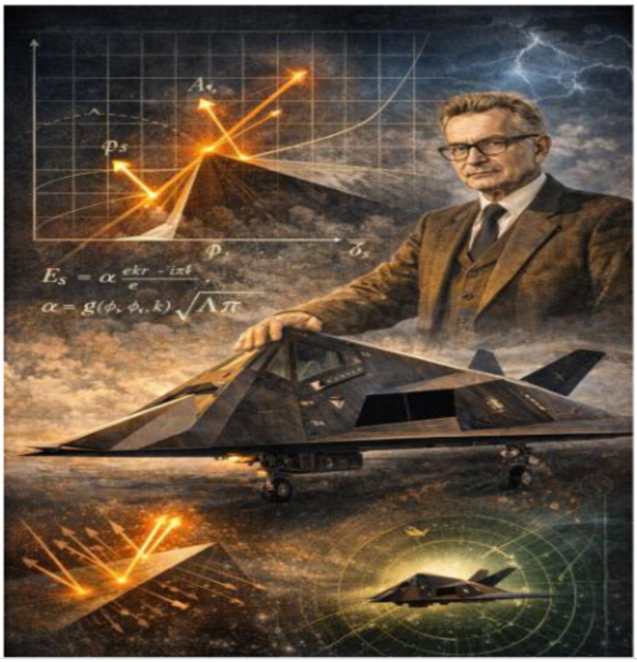
Ufimtsev'in yaklaşımı, bu denklemleri kabul görmüş klasik yöntemlerin aksine pürüzsüz yüzeyler üzerinden değil; tam tersine köşeli ve keskin kenarlarda dalgaların nasıl kırıldığını hesaplamaya dayanması bakımından daha değerlidir. Çünkü havacılık anlayışı, uçağın havayı en iyi şekilde yararak ilerleyebilmesi için kavisli yüzeylere sahip olması gerektiğini savunurken; matematik, radar görünürlüğünü azaltmak için türevlenemez yüzeylere, yani köşeli ve keskin geometrilere ihtiyaç duyar. Böylece radar dalgaları tek bir doğrultuda güçlü biçimde geri yansımak yerine farklı yönlere dağıtılarak bükülebilirdi.

İşte tam da bu noktada "umut" kavramı anlam kazanır. Havacılık literatürüne ters düşen ve kabul görmeyen aerodinamik olmayan bir tasarım, matematiksel optimizasyon sayesinde radarda sadece kuş kadar gözükebilecek bir yapı olarak tasarlanmıştır. Diferansiyel denklemlerdeki sınır koşulları problemleri, aerodinamik kısıtlamalara rağmen yeni bir çözüm üretmiştir. Aslında bu yapı, diferansiyel denklemlerdeki sınır koşulları probleminin, aerodinamik kısıtlamalara karşı kazandığı bir zafer ve umuttur.

Nasıl ki sabit bir sayı gibi görünen π, gerçekte kendini tekrar etmeyen ve irrasyonel bir sayı olmasının yanı sıra, geometride çemberler arasındaki derin ve zorunlu bağlantıları içinde barındırıyorsa; Ufimtsev'in denklemleri de kabul edilmiş aerodinamik yasalarının dışında kalan köşeli ve karmaşık yapısıyla, radardaki görüntüsünün gizemini içinde saklamaktadır.

Sonuç olarak, yalnızca bir bilim olmanın ötesinde matematik; 1960'lı yıllarda Sovyetler için kâğıt üzerinde mürekkepten ibaret görülen ve askeri alanda bir karşılık bulmayan bu "umutsuz" denklemleri, bir mühendisin dikkatini çekmesi sayesinde gökyüzünde süzülen bir elmasa dönüştürebilecek cevheri ortaya çıkarmıştır.

Aslında 14 Mart, sadece π sayısının günü değil; aynı zamanda irrasyonelliğin karmaşası içinde insanın karanlıkta anlam üretme çabasının ve umudun bilimle, yani matematikle harmanlanmasının da bir simgesidir. Çünkü matematik bazen bir sayının sonsuzluğunda, bazen de gökyüzünde görünmeyen bir uçağın izinde, insan aklının umuda attığı en sessiz imzadır.



Şekil 1. F-117 Nighthawk'ın Türevlenemez Geometrisi ve Normal Vektörlerin ($\hat{n}$) Grafiği

Kaynaklar

[1] Hilbert, David (1930). *Naturerkennen und Logik*. Berlin, Germany: Springer.

[2] Lambert, Johann Heinrich (1761). *Mémoire sur quelques propriétés remarquables des quantités transcendantes circulaires et logarithmiques*. Berlin, Prussia.

[3] Maxwell, James Clerk (1873). *A treatise on electricity and magnetism*. Oxford, UK: Clarendon Press.

[4] Rich, Ben R., & Janos, Leo (1994). *Skunk Works: A personal memoir of my years at Lockheed*. Boston, MA: Little, Brown and Company.

[5] Russell, Bertrand (1901). "Recent work on the principles of mathematics." *International Monthly*, 4, 83–101.

[6] Ufimtsev, Pyotr Yakovlevich (1962). *Method of edge waves in the physical theory of diffraction*. Moscow, USSR: Soviet Radio.