

Kuantum Hesaplamaya Giriş

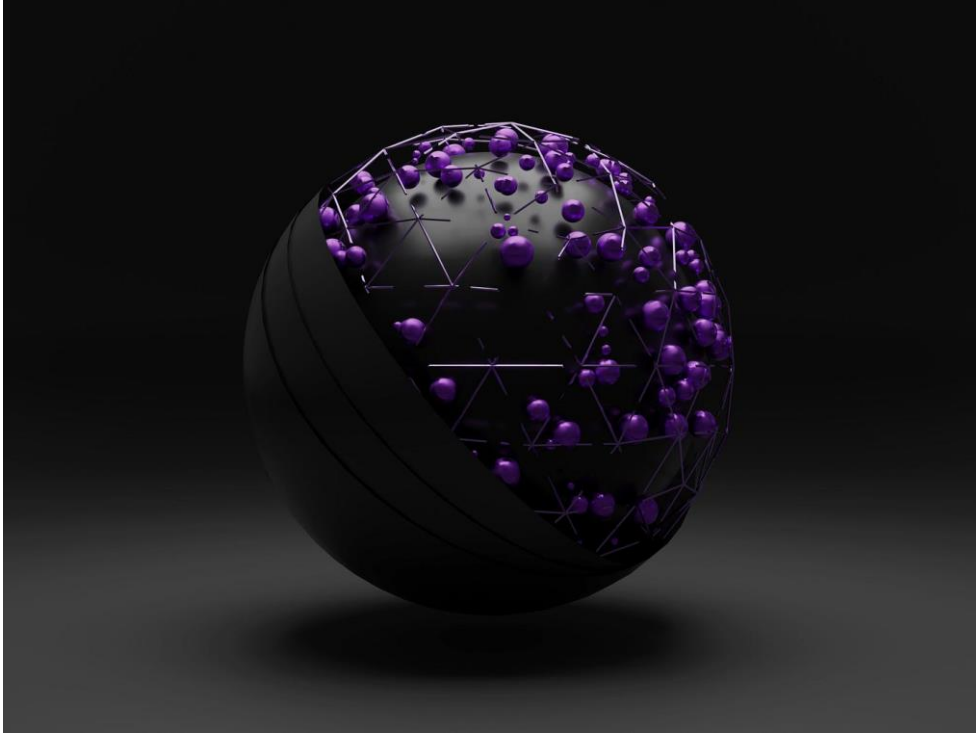
Prof. Dr. Deniz KILINÇ

Norm Digital, CTO

deniz.kilinc@normdigital.com

1. Giriş ve Kısa Tarihçe

Kuantum bilişim klasik bilgisayarların yapamadığı hesaplamaları gerçekleştirmek için kuantum mekaniğinin gücünden yararlanan yeni bir bilişim türüdür. Aynı anda birden fazla durumda bulunabilen kuantum bitlerine (kübitlere) dayanır ve belirli hesaplamaları geleneksel bilgisayarlardan çok daha hızlı hale getirebilen paralel işlemeye izin verir. Kuantum ve geleneksel bilgisayarlar arasındaki temel fark, bilgiyi nasıl işledikleridir. Geleneksel bilgisayarlar ya 0 ya da 1 olabilen bitler kullanırken, kuantum bilgisayarlardaki kübitler aynı anda birden fazla durumda olabilir. Bu durum kuantum bilgisayarların çok daha karmaşık verileri işlemesine ve geleneksel bilgisayarların çözmesi yıllar hatta yüzyıllar alacak sorunları çözmesine olanak tanır.



Resim: [Shubham Dhage](#) (Unsplash)

Kuantum hesaplamının tarihi, bilim insanlarının kuantum mekaniğini hesaplama için kullanma potansiyelini keşfetmeye başladığı 1980'lere kadar uzanmaktadır.

- 1980'lerde Paul Benioff ve Richard Feynman gibi fizikçiler kuantum hesaplama için teorik modeller önerdiler.
- 1994 yılında Peter Shor, kuantum hesaplama kullanarak büyük sayıları çarpanlara ayırmak için bir algoritma geliştirdi ve bu da kuantum hesaplamayı daha ciddi bir uğraş haline getirdi.
- 2000'lerin başında IBM, Microsoft ve Google kuantum bilişim araştırmalarına yatırım yapmaya başladı.

- 2011 yılında D-Wave Systems ilk ticari kuantum bilgisayarı inşa ettiğini iddia etti, ancak bu iddiaya itiraz edildi. Son yıllarda Rigetti, IonQ ve Honeywell gibi şirketlerin pazara girmesiyle kuantum donanım ve yazılım alanındaki gelişmeler hızlandı.
- 2019'da Google, kuantum bilgisayarının dünyanın en güçlü süper bilgisayarının 10.000 yılını alacak bir hesaplamayı dakikalar içinde gerçekleştirebileceğini göstererek "kuantum üstünlüğünü" elde ettiğini iddia etti.
- 2020 yılında IBM, 65 kübit ile bugüne kadarki en büyük kuantum bilgisayarının piyasaya sürüldüğünü duyurdu.
- 2021'de Microsoft, geleneksel kuantum bilgisayarlardan daha kararlı ve hatalara karşı daha dirençli olan "topolojik" bir kuantum bilgisayar (topolojik kübitler olarak adlandırılır) geliştirdiğini duyurdu.
- 2022'de birkaç şirket bulut tabanlı kuantum bilişim hizmetleri sunmaya başlayarak araştırmacıların ve işletmelerin kuantum bilişim gücüne erişimini kolaylaştırdı.

Kuantum mekaniği süperpozisyon, dolanıklık, interferans ve tünelleme dahil olmak üzere tüm kuantum fenomenlerini açıklayan temel teoridir. Albert Einstein, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger ve diğerlerinin katkılarıyla 1900'lerin başında ortaya çıkan bir fizik dalı olup, parçacıkların dalga benzeri davranışlar sergileyebileceği fikrine dayanır ve lazerler, transistörler ve tabii ki kuantum bilgisayarlar da dahil olmak üzere birçok teknolojinin geliştirilmesine yol açmıştır.

2. Kuantum Fenomenleri Nelerdir?

Süperpozisyon (Superposition), bir kuantum sisteminin gözlemlenene veya ölçülene kadar aynı anda birden fazla durumda var olma yeteneğidir. Aynı anda hem tura hem de yazı olan bir madeni para düşünün - bu süperpozisyonun basitleştirilmiş bir versiyonudur.

Dolanıklık (Entanglement), iki ya da daha fazla parçacık, birbirlerinden uzak mesafelerde olsalar bile, durumları birbiriyle ilişkili hale gelecek şekilde bağlandığında ortaya çıkar. Biri turaya çevrildiğinde diğerinin otomatik olarak yazı geldiği iki dolanık madeni para düşünün - işte bu dolanıklıktır. Kuantum sistemlerinin bu özellikleri birlikte kuantum bilgisayarların bilgiyi klasik bilgisayarların yapamayacağı şekilde işlemesini sağlar.

Kuantum tutarsızlığı (decoherence), bir kuantum sisteminin, tipik olarak çevresiyle etkileşimleri nedeniyle tutarlılığını kaybedip klasik hale geldiği süreçtir.

Kuantum interferansı, kuantum dalgalarının birbirlerini iptal edebildiği veya güçlendirebildiği ve girişim modellerine yol açtığı olgudur. Bu, bazı kuantum hesaplama algoritmaları için çok önemlidir.

3. Hataya Dayanıklı Kuantum Hesaplama Nedir?

Hataya dayanıklı kuantum hesaplama, kuantum hesaplamanın nihai hedefidir. Kuantum bilgisayarlarla ilgili zorluk, hatalara karşı oldukça hassas olmaları ve bu da onları pratik uygulamalar için güvenilir hale getirebilmesidir. Hata toleranslı kuantum hesaplama, bu hataların etkisini azaltmak için kullanılan yöntem ve teknikleri ifade eder ve kuantum bilgisayarları daha doğru ve güvenilir hale getirir. Bu gerçekten zorlu ve heyecan verici bir araştırma alanıdır ve bu alandaki ilerleme kuantum bilişimi dönüştürebilir.

- Yüzey kodu hata düzeltme (Surface code error correction): Bu yöntem, kuantum bilgisayarının kübitlerden oluşan bir kafes boyunca kodlanarak hatalara karşı daha az savunmasız hale

getirilmesini içerir. Kuantum hesaplamada hata düzeltmeye yönelik en umut verici yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir.

- Dinamik ayrıştırma (Dynamical decoupling): Bu teknik, kubitleri çevrelerinden izole tutmak için hızlı darbeler kullanır, dekoheransı azaltır ve kararlılığı artırır.
- Kuantum kapı sentezi (Quantum gate synthesis): Hataların varlığında bile işlemleri yüksek hassasiyetle gerçekleştirebilen kuantum devrelerinin tasarlanmasını içerir.

4. Kuantum Bilişimi ile ilgili Sıcak Konulardan Bazıları Nelerdir?

- Kuantum makine öğrenimi (QML): Performansı ve doğruluğu artırmak için makine öğrenimi algoritmalarına kuantum hesaplama uygulamak.
- Kuantum kriptografi: Ultra güvenli iletişim ve şifreleme sistemleri oluşturmak için kuantum ilkelerinin kullanılması.
- Kuantum simülasyonu: Moleküller ve kimyasal reaksiyonlar gibi karmaşık sistemleri yüksek hassasiyetle simüle etmek için kuantum bilgisayarların kullanılması.
- Kuantum malzemeler: Enerji depolama ve süper iletkenlik gibi uygulamalar için benzersiz özelliklere sahip yeni malzemeler tasarlamak üzere kuantum bilgisayarların kullanılması.

Sonraki makalelerde Kuantum Programlama ve QML konularını derinlemesine ele almayı umuyorum...

Not1: Araştırma asistanlığımı yaptığı için Pl.ai'ye özel teşekkürler.

Not2: Makalenin İngilizce versiyonu: <https://medium.com/@denizkilinc/a-brief-introduction-to-quantum-computing-5ff542e822b7>

KAYNAKÇA

- <https://kuantumturkiye.org/kuantum-programlama-nedir/>
- <https://www.wired.com/story/wired-guide-to-quantum-computing/>
- <https://thequantuminsider.com/introduction-to-quantum-computing/>