

KUANTUM İNTERNET:

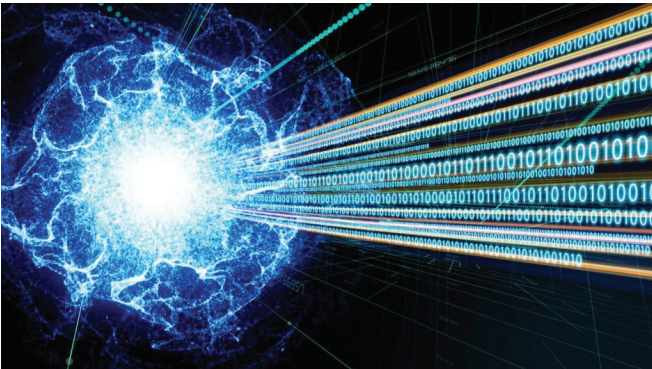
Geleceğin İletişim Teknolojisi

Erkan ATASAYAR - EMO Ankara Şubesi Telekomünikasyon ve Uydur İletişimi Komisyonu Başkanı
Elektronik Mühendisi
atasayar.erkar@gmail.com

Geleneksel internet altyapısı, klasik bilgi kuramı üzerine inşa edilmiştir. Ancak artan veri güvenliği, hız ve bağlantı gereksinimleri, mevcut internet altyapısının sınırlarını zorlamaktadır. Bu noktada, kuantum internet, iletişim teknolojilerinde devrim yaratabilecek bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde kuantum mekaniğinin sunduğu olanaklar, bilgi iletimi ve güvenliği alanında devrimsel bir dönüşüm potansiyeli taşımaktadır. Bu dönüşümün temelini ise “kuantum internet” oluşturmaktadır. Peki, kuantum internet nedir ve neden bu kadar önemlidir?

KUANTUM İNTERNET NEDİR?

Kuantum teknolojilerindeki gelişmeler, klasik iletişim sistemlerinin ötesine geçen yeni nesil iletişim altyapılarının temellerini atmaktadır. Bu bağlamda kuantum internet, kuantum mekaniğinin sunduğu olanaklarla daha güvenli ve güçlü iletişim sistemleri kurmayı hedefleyen, kuantum mekaniği prensiplerine dayalı bir iletişim ağı olarak öne çıkmaktadır. Kuantum internet, dolanıklık ve süperpozisyon gibi kuantum özelliklerden yararlanarak veri iletiminde çığır açıcı bir dönüşüm vaat etmektedir. Bu makalede kuantum internetin temel ilkeleri, avantajları, teknik altyapısı, dünya genelindeki ve Türkiye’deki güncel projeleri, fiber optik altyapılar üzerindeki örnek uygulamaları ele alınacaktır.



TEKNİK TEMELLERİ VE İLKELERİ

Kuantum internet, klasik internetten farklı olarak kuantum mekaniği prensiplerine dayalı bir iletişim ağıdır. Bu teknolojinin temeli, kuantum bitler (qubit) ve kuantum dolanıklık gibi fiziksel fenomenlere dayanır. Kuantum internet, bilginin fotonlar gibi kuantum parçacıkları aracılığıyla aktarılmasını sağlar. Geleneksel internetten farklı olarak, kuantum internet, verileri ışık hızında ve son derece güvenli bir şekilde iletme potansiyeline sahiptir.

Kubit (Qubit) nedir?

Kuantum internetin temel yapı taşıdır. Klasik bit sadece 0 ya da 1 olabilirken, **kubit süperpozisyon** sayesinde aynı anda hem 0 hem 1 olabilir. Bu, aynı anda çok daha fazla bilgiyi işleyebileceği anlamına gelmektedir.

Kuantum Dolanıklık (Entanglement)

İki veya daha fazla parçacık öyle bir şekilde bağlanır ki, mesafe ne kadar uzak olursa olsun biri üzerinde yapılan bir ölçüm anında diğerini etkiler. Bu kuantum internetin güvenli veri aktarımının temelini oluşturur.

Kuantum Anahtar Dağıtımı (QKD)

Şifreli iletişimde kullanılan anahtarlar, dolanık fotonlar kullanılarak iki taraf arasında paylaşılır. Eğer biri bu iletişimi dinlemeye çalışırsa, kuantum sistemin doğası gereği bu hemen fark edilir. (En yaygın protokoller: **BB84**, **E91**)

Kuantum Tekrarlayıcılar (Quantum Repeaters)

Kuantum sinyalleri klasik sinyaller gibi kopyalanamaz. Bu yüzden uzun mesafeli iletişim için kuantum tekrarlayıcılar gerekir. Bunlar dolanıklığı zincirleme şekilde aktararak uzun mesafelerde kuantum bağlantı kurulmasını sağlar.

Kuantum Haberleşme Protokolleri

BB84 Protokolü (1984, Bennett & Brassard): İlk kuantum anahtar dağıtım (QKD) protokolüdür. Polarize edilmiş fotonlar üzerinden güvenli anahtar alışverişi sağlar. Dinleme girişimleri, ölçüm yapılan bazlardaki uyumsuzluklarla fark edilir.

E91 Protokolü (Ekert 1991): Kuantum dolanıklığa dayalıdır. Bell eşitsizliklerini test ederek güvenliği garanti eder. Dolanık foton çiftleri gönderilir; taraflar bunları ölçerek anahtar oluşturur.

Kuantum Işınlama (Quantum Teleportation): Bir kübitin tüm kuantum bilgisinin, başka bir yerde bulunan bir kübite aktarılmasıdır. Dolanıklık ve klasik kanal birlikte kullanılır. Veri fiziksel olarak taşınmaz, ancak kuantum durumu aktarılır.

Fiziksel Uygulama Katmanları

Fotonik Sistemler: Kuantum internetin çoğu uygulamasında ışık parçacıkları (fotonlar) kullanılır. Polarizasyon, faz, zaman-bin, orbital açısal momentum gibi özellikleri kodlamak için kullanılır.

Kuantum Hafıza: Kuantum tekrarlayıcılar için kritik bir bileşendir. Dolanıklık bilgisi, uzun süreli olarak saklanabilmektedir. Genellikle atomik sistemler (örneğin soğutulmuş rubidyum atomları) kullanılır.

Kuantum Tekrarlayıcılar: Dolanıklık dağıtımında mesafe sınırını aşmak için gereklidir. “Entanglement swapping” (dolanıklık takası) gibi yöntemlerle çalışır. Hala deneysel aşamadadır; en büyük teknik engellerden biridir.

KUANTUM İNTERNETİN AVANTAJLARI VE ZORLUKLARI

Şuan kuantum internet hala geliştirme aşamasındadır. Laboratuvarlarda küçük ölçekli ağlar kuruldu, bazı ülkelerde kısa mesafeli kuantum iletişim hatları (örneğin fiber kablolar üzerinden) test ediliyor. Ama küresel çapta kullanıma geçmesi için hala zamana ihtiyaç var. Bununla birlikte gelecekte sunacağı özgün iletişim ağları ve uygulamalar harika avantajlar sunarken, geliştirilmesinde bazı önemli zorluklar bulunmaktadır.

Avantajlar

1. **Gizlilik ve üst düzey güvenlik:** Kuantum dolanıklık ve kuantum anahtar dağıtımı (QKD) sayesinde iletilen bilgilerin gizliliği matematiksel değil, fiziksel prensiplere dayanır. İletişimde herhangi bir dinleme girişimi kuantum durum değişiminden anında fark edilir.
2. **Dolanıklık ile bağlantı:** İki kuantum cihaz, birbirine dolanık parçacıklar üzerinden bağlandığında, aradaki mesafe ne olursa olsun birbirleriyle anında etkileşime geçebilir.
3. **Yeni nesil uygulamalar:** Kuantum internet, kuantum bilgisayarların birbirine bağlanmasını, kuantum sensörlerin daha etkin çalışmasını ve klasik internetin ötesinde uygulamaları mümkün kılar.
4. **Yüksek hız ve düşük gecikme:** Kuantum internet, bilgiyi kuantum parçacıklar aracılığıyla ilettiği için, daha hızlı ve verimli bir veri aktarımı sağlar. Özellikle gerçek zamanlı uygulamalar ve yüksek hız gerektiren süreçler için ideal bir altyapı sunar.
5. **Yeni uygulama alanları:** Kuantum internet, dağıtık kuantum hesaplama, ultra hassas sensör ağları ve tamamen güvenli bulut bilişim gibi yenilikçi uygulamalara olanak tanır.

Zorluklar

1. **Kubit kararsızlığı:** Kuantum durumlar çok hassastır. Kubitler çevresel etkilerden (ısı, titreşim, elektromanyetik alan) kolayca etkilenirler.
2. **Fotona dayalı kayıplar:** Fiber optiklerde veya atmosferde sinyal kayıpları oluşabilir.
3. **Senkronizasyon:** Dolanık parçacıkların zamanlamalı ve senkronize ulaşması gerekir.
4. **Kuantum bellek ve tekrarlayıcılar:** Kuantum bilgiyi uzun mesafelere iletmek için stabil ve uzun ömürlü kuantum bellek cihazlarına ihtiyaç vardır.
5. **Maliyet ve altyapı:** Kuantum internet altyapısı yatırımları veya fiber ağlarının kuantuma uygun hale getirilmesi maliyet gerektirecektir.

6. **Standartlar ve uyumluluk:** Kuantum internetin dünya çapında yaygınlaşması için standart protokoller geliştirilmesi gerekmektedir.
7. **Kuantum işletim sistemleri ve donanımlar:** Kuantum iletişim sistemlerinin protokollerini, zamanlamasını, hata düzeltmesini yönetmek için özel yazılım ve kuantum alıcı-verici modülleri, foton dedektörleri, optik yönlendiriciler gibi donanımlara ihtiyaç vardır.

Kuantum İnternet ile Klasik İnternet Farkları

Özellik	Klasik İnternet	Kuantum İnternet
Veri Birimi	Bit (0 veya 1)	Kubit (0 ve 1 aynı anda - süperpozisyon)
Güvenlik	Yazılım tabanlı şifreleme (AES, RSA vb.)	Fiziksel güvenlik (kuantum anahtar dağıtımı)
Veri Kopyalama	Serbestçe kopyalanabilir	Kuantum verisi kopyalanamaz
Dinlemeye Karşı Koruma	Gecikmeli tespit veya hiç tespit edilemez	Dinleme anında fark edilir
Mesafe Sorunu	Uzun mesafelerde tekrarlayıcılarla çözülür	Kuantum tekrarlayıcılar henüz geliştirme aşamasında
Hız	Işık hızında veri iletimi	Teorik olarak çok hızlı ama halen sınırlı
Kullanımda mı?	Küresel ve aktif	Deneysel ve sınırlı bölgelerde test aşamasında
Uygulama Örnekleri	Veri aktarımı, e-posta, video, oyun, bulut bilişim vb.	Kuantum şifreleme, kuantum bulut, dolanıklık testi vb.

KULLANIM SENARYOLARI

Ultra Güvenli İletişim

Bankalar, devlet kurumları, askeri organizasyonlar gibi yüksek gizlilik ve veri güvenliği isteyen yapılar için kuantum internet müthiş bir çözüm sunar. Şifrelerin kırılması neredeyse imkansız hale gelir.

Kuantum Bilgisayarlar Arası Ağ

Gelecekte kuantum bilgisayarlar tek başına değil, kuantum internetle bağlı bir ağ içinde çalışacak. Bu, süper güçlü hesaplamaların dağıtık olarak yapılmasını sağlayacak.

Kuantum Bulut Hesaplama

Tıpkı şuan klasik bilgisayarlarla Google Cloud'a bağlanmak gibi, gelecekte kuantum bilgisayara erişim kuantum internet üzerinden olacak. Uzakta bir kuantum bilgisayarda işlem yaptırmak mümkün olacak.

Hassas Zaman Senkronizasyonu

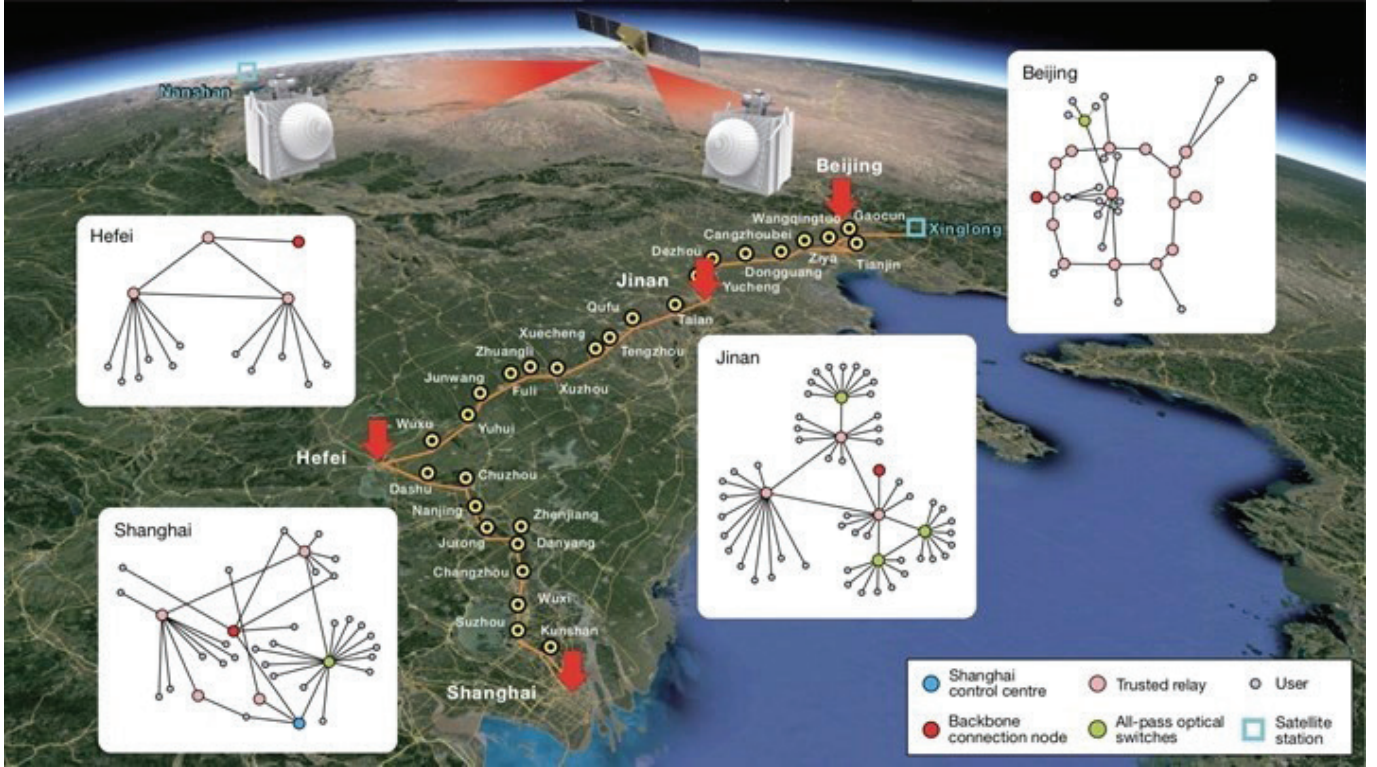
Kuantum dolanıklık, atomik saatlerden bile daha hassas zaman senkronizasyonu sağlar. Bu durum, GPS, astronomi, finans piyasaları gibi hassas zamanlama gerektiren alanlarda devrim yaratabilir.

ULUSLARARASI KUANTUM İNTERNET PROJELERİ

Kuantum internet, kuantum mekaniğinin temel ilkelerini kullanarak ultra güvenli ve yüksek hızlı iletişim sağlamayı amaçlayan yeni nesil bir teknolojidir. Bu alanda dünya genelinde birçok ülke ve kuruluş öncü projeler geliştirmektedir. İşte bazı dikkat çekici örnekler:

Çin: Entegre Kuantum İletişim Ağı

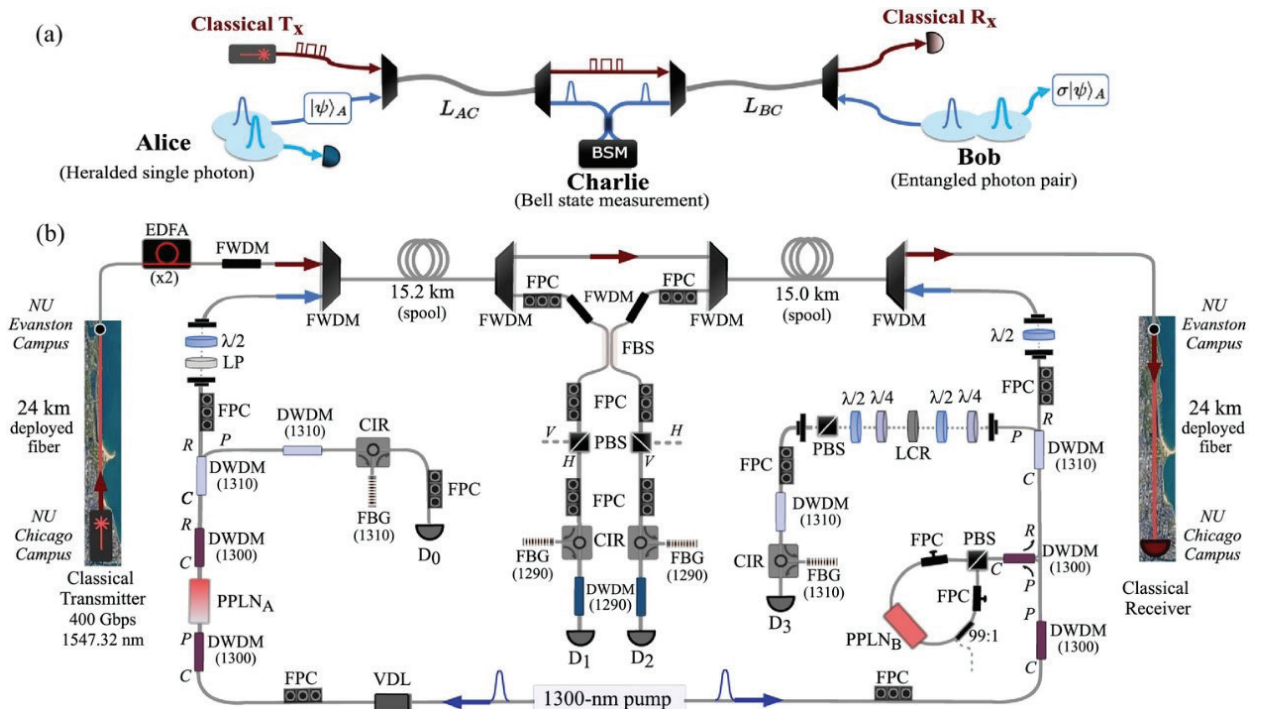
Çin, 2017 yılında Pekin ile Şanghay arasında 2.000 km uzunluğunda bir kuantum anahtar dağıtım hattı kurdu. Bu hat, 4.600 kilometreden fazla bir mesafede kuantum anahtar dağıtımını sağlayabilen dünyanın en büyük kuantum fiber optik iletişim ağına dönüştürüldü. Kuantum iletişim uydusu Micius'u başarıyla fırlatılarak bu ağ, uydularla desteklenmiştir. Bu güvenli ağ, devlet kurumlarının hizmetine sunulmuştur. Bu gelişme, kuantum iletişim teknolojilerinin pratik uygulamalarının mümkün olduğunu ve mevcut altyapılarla entegre edilebileceğini göstermektedir.



ABD: Northwestern Üniversitesi'nde Kuantum Işınlama Deneyi

Northwestern Üniversitesi mühendisleri, mevcut internet trafiğini taşıyan bir fiber optik kablo üzerinden kuantum ışınlanmasını başarıyla gerçekleştiren ilk ekip olmuştur. Bu deneyde, 30 kilometrelik bir fiber optik kablo kullanılarak hem yüksek hızlı internet trafiği hem de kuantum bilgisi eşzamanlı olarak iletilmiştir. Araştırmacılar,

kuantum parçacıklarının klasik internet trafiğindeki milyonlarca ışık partikülüyle karışmasını önlemek için özel filtreler ve daha az yoğun bir dalga boyu kullanarak gürültüyü azaltmayı başarmışlardır. Bu çalışma, kuantum iletişimin mevcut internet altyapısıyla entegre edilebileceğini göstererek, yeni nesil iletişim teknolojileri için umut verici bir adım olarak değerlendirilmektedir.



Oxford Üniversitesi Dağıtık Kuantum Hesaplama

2025 yılında Oxford Üniversitesi, iki fotonik olarak birbirine bağlı tuzaklanmış iyon modülü arasında kuantum hesaplamaların dağıtımını başarıyla gerçekleştirdi. Bu deney, Grover arama algoritmasının dağıtık bir şekilde uygulanmasını içeriyor.

Caltech ve Fermilab İşbirliği

Caltech ve Fermilab, 44 km fiber optik kablo üzerinden zaman-bin kubitlerinin kuantum teleportasyonunu gerçekleştirdi. Bu çalışma, kuantum internetin temelini oluşturan önemli bir adım olarak değerlendiriliyor.

Kanada: QEYSSat ve Uydu Tabanlı Kuantum İletişimi

Kanada, QEYSSat (Quantum EncrYption and Science Satellite) projesiyle uydu tabanlı kuantum iletişimi test etmektedir. Bu projenin ikinci aşaması olan QEYSSat 2.0, ülke genelinde kuantum dolaşıklık dağıtımı ve kuantum teleportasyonunu hedeflemektedir.

Avrupa: Quantum Internet Alliance (QIA) ve Quantum Flagship

Avrupa Birliği, kuantum internet altyapısını geliştirmek amacıyla 1 milyar avroluk Quantum Flagship girişimini başlatmıştır. Bu kapsamda, QuTech liderliğinde yürütülen Quantum Internet Alliance (QIA) programı, iki metropol ölçekli kuantum ağı prototipi kurmayı hedeflemektedir. Bu ağlar, kuantum işlemciler ve fotonik istemcilerle donatılarak uzun mesafeli fiber optik bağlantılarla birbirine bağlanacaktır.

Avrupa: Eagle-1 Uydu Projesi

Avrupa Uzak Uzay Ajansı (ESA), 2025 veya 2026 yılında Eagle-1 adlı kuantum anahtar dağıtımı (QKD) uydusunu fırlatmayı planlamaktadır. Bu uydu, uzay tabanlı kuantum iletişiminin test edilmesi için önemli bir adım olacaktır.

Almanya: Telefonica ve AWS İş Birliği

Telefonica Almanya, Amazon Web Services (AWS) ile birlikte kuantum teknolojilerini mobil ağlarında test etmektedir. Bu pilot proje, mobil kule yerleşimlerinin optimize edilmesi ve kuantum şifreleme ile ağ güvenliğinin artırılmasını amaçlamaktadır.

Hindistan: ISRO'nun Kuantum İletişim Deneyleri

Hindistan Uzay Araştırma Örgütü (ISRO), 2021 yılında 300 metre mesafede kuantum dolaşıklık tabanlı iletişimi başarıyla test etmiştir. Bu deney, ülkenin kuantum iletişim teknolojileri konusundaki ilerlemesini göstermektedir.

Singapur: Ulusal Kuantum Güvenli Ağı (NQSNet)

Singapur, 2023 yılında başlattığı National Quantum-Safe Network Plus (NQSNet+) programıyla kuantum güvenli iletişim altyapısını geliştirmektedir. Bu program, işletmelerin kuantum anahtar dağıtımı (QKD) ve kuantum sonrası kriptografi (PQC) gibi çözümleri benimsemelerini teşvik etmektedir.

TÜRKİYE'DE KUANTUM İNTERNET ve TEKNOLOJİLERİ

Türkiye, kuantum teknolojileri ve kuantum internet alanında son yıllarda ciddi yatırımlar ve stratejik adımlar atmaktadır. Savunmadan akademiye, kamu kurumlarından özel sektöre kadar birçok alanda çalışmalar yürütülmektedir. İşte bu alandaki bazı önemli projeler:

Türkiye Kuantum Teknolojileri Geliştirme Merkezi (TÜBİTAK & SSB)

2024 yılında Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) ve TÜBİTAK iş birliğiyle kurulması planlanan merkez, kuantum teknolojilerinde altyapı oluşturma, insan kaynağı yetiştirme ve ulusal ekosistemi geliştirme hedefleriyle hayata geçirilecektir.

ASELSAN & TOBB ETÜ İş Birliği: Quant Projesi

ASELSAN ve TOBB ETÜ tarafından geliştirilen Quant, Türkiye'nin ilk kuantum bilgisayar olarak öne çıkmaktadır. 5 kubitlik bu sistem, yapay zeka, ilaç geliştirme ve enerji optimizasyonu gibi birçok alanda test edilmektedir.

TÜBİTAK BİLGEM: Kuantum Kriptografi ve QRNG

TÜBİTAK BİLGEM, kuantum rastgele sayı üreticisi (QRNG), kuantum kriptografi ve tek foton kaynakları gibi ileri teknoloji alanlarında projeler yürütmektedir.

Eureka Network: Uygulamalı Kuantum Teknolojileri Çağrısı

Türkiye, 16 ülkeyle birlikte 2024 yılında başlatılan Eureka çağrısına katılmış ve kuantum hesaplama, simülasyon, iletişim ve algılama gibi alanlarda proje başvuruları kabul edilmeye başlanmıştır.

Kuantum Radar ve Lidar Projeleri

ASELSAN ve TOBB ETÜ iş birliğiyle geliştirilen projelerle, klasik radarların tespit edemediği hedeflerin belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu teknolojiler savunma sanayi açısından stratejik öneme sahiptir.

QTurkey ve Kuantum Türkiye Platformları

Kuantum Türkiye, bu alanda çalışan araştırmacılar, girişimciler ve akademisyenleri bir araya getirerek kuantum algoritmaları, donanım ve kriptografi gibi alanlarda eğitim ve proje desteği

Gelecek Perspektifi ve Sonuç

Kuantum teknolojilerinin yükselişi, yalnızca bilgi işlem gücünü değil, iletişim altyapılarını da kökten değiştirme potansiyeli taşıyor. Bu dönüşümün merkezinde, klasik internetin sınırlarını aşacak olan kuantum internet yer alıyor. Bilgi çağının yeni evresini başlatması beklenen bu teknoloji, hem güvenlik hem de hız açısından devrimsel yenilikler sunma vaadini taşıyor.

Kuantum internet, temelini kuantum dolaşıklık, süperpozisyon ve tünelleme gibi kuantum mekaniği prensiplerine dayandırıyor. Bu sayede, klasik iletişimde karşılaşılan birçok güvenlik ve gizlilik sorununun önüne geçilebilecek. Özellikle kuantum anahtar dağıtımı (QKD) sayesinde, dış müdahaleye tamamen kapalı, dinlemeye karşı bağışıklık kazandırılmış bir iletişim altyapısı mümkün olacak.

Gelecekte, kuantum internetin yaygınlaşmasıyla birlikte devletler arası diplomatik görüşmeler, finansal işlemler ve askeri iletişimlerde çok daha güvenli bir altyapı kullanılacak. Aynı zamanda, kuantum bilgisayarların birbiriyle bağlanması sayesinde, bilgi paylaşımı ve hesaplama kapasitesi katlanarak artacak. Bu da yapay zeka, simülasyonlar, ilaç geliştirme ve iklim modelleri gibi birçok alanda çığır açabilecek yeni fırsatların kapısını aralayacak.

Ancak bu geleceğe ulaşmak için halen aşılması gereken önemli teknik zorluklar var. Kuantum sinyallerin taşınması için özel altyapılar, kuantum tekrarlayıcılar ve süper iletken malzemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, kuantum internetin tam anlamıyla hayata geçmesi zaman alacak olsa da, uluslararası düzeyde yapılan yatırımlar ve araştırmalar bu süreci her geçen gün hızlandırmaktadır.

Sonuç olarak; kuantum internet yalnızca teknoloji dünyasını değil, insanlık tarihini de etkileyecek yeni bir devrimin temel taşı olmaya aday. Bilgiye, güvenliğe ve hıza dair sınırların yeniden tanımlandığı bu dönemde, kuantum internet bizi bugünün ötesine taşımaya hazırlanıyor.

Dünya genelinde ve Türkiye’de yürütülen bu projeler, kuantum internetin yakın gelecekte daha yaygın ve erişilebilir hale geleceğini göstermektedir. Özellikle güvenli iletişim, dağıtık kuantum hesaplama ve hassas zaman senkronizasyonu gibi alanlarda devrim niteliğinde gelişmeler beklenmektedir.

Kritik altyapı niteliğinde olan iletişim güvenliğinin önemi her geçen artmaktadır. Siber güvenlik tedbirler dünya çapında her geçen gün artmaktadır. Özellikle üretim ekosistemlerinde 5G tabanlı uygulamalar, endüstri 4.0, IoT gibi yapay zeka destekli robotik haberleşme temelli üretim ekosistemlerinin iletişim güvenliği gelecekte çok daha kritik hale gelecektir. Bu anlamda ticari, finansal ve askeri haberleşme ağlarının güvenliği, dünya ülkelerini güç yarışına sevk edecek risk-tehdit-potansiyelleri içermektedir. Bu anlamda ülkemizde de Siber Vatanımız için güvenli ağlar kurmak, kuantum internet teknolojilerinin kritik yazılım ve donanım bileşenlerinin yerli ve milli olarak üretilmesi için zaman kaybetmeksizin doğru ve gerekli yatırımlar yapılmalı/hızlandırılmalıdır.

Kaynakça:

1. Bennett, C. H., & Brassard, G. (1984). Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing. Proceedings of IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing, 175-179.
2. Ekert, A. K. (1991). Quantum cryptography based on Bell’s theorem. Physical Review Letters, 67(6), 661-663.
3. Kimble, H. J. (2008). The quantum internet.

- Nature, 453(7198), 1023–1030.
4. Wehner, S., Elkouss, D., & Hanson, R. (2018). Quantum internet: A vision for the road ahead. Science, 362(6412), eaam9288.
 5. Yin, J. et al. (2017). Satellite-based entanglement distribution over 1200 kilometers. Science, 356(6343), 1140–1144.
 6. Northup, T. E., & Blatt, R. (2014). Quantum information transfer using photons. Nature Photonics, 8(5), 356–363.
 7. ASELSAN. (2023). KUANTAL Kuantum Teknolojileri Laboratuvarı Tanıtımı. <https://aselsan.com.tr>
 8. TÜBİTAK UME. (2024). Ulusal Kuantum Enstitüsü Projesi. <https://ume.tubitak.gov.tr>
 9. Uren, C. (2024, Aralık 25). Bilim insanları imkansız başardı: İnternet kablolarıyla kuantum ışınlanması gerçekleştirildi. Euronews. <https://tr.euronews.com/next/2024/12/25/bilim-insanlari-imkansizi-basardi-internet-kablolarıyla-kuantum-ışınlanması-gerçekleştirildi>
 10. Akpınar, M. (2024, Aralık 25). İnternet kablosu üzerinden “kuantum ışınlama” gerçekleştirildi. DonanımHaber. <https://www.donanimhaber.com/internet-kablosu-uzerinden-kuantum-ışınlama-gerçekleştirildi--185710>
 11. (2021). Çin dünyanın en büyük kuantum iletişim ağını kurdu. DonanımHaber. <https://www.donanimhaber.com/cin-dunya-nin-en-buyuk-kuantum-iletisim-agini-kurdu--128770>
 12. https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_network
 13. <https://www.tno.nl/en/newsroom/2022/10/european-program-build-world-first>
 14. https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_Flagship
 15. <https://www.axios.com/2017/12/15/china-takes-the-lead-in-building-quantum-data-security-networks-1513305463>
 16. <https://uwaterloo.ca/institute-for-quantum-computing/news/concept-canada-wide-quantum-internet>
 17. https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_key_distribution
 18. <https://www.reuters.com/business/media-telecom/telefonica-germany-tests-quantum-technologies-pilot-with-aws-2024-11-28>
 19. https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_Experiments_using_Satellite_Technology

TÜRK ENERJİ BİRLİĞİ RAPORU 2025 YAYINLANDI



EMO Ankara Şubesi Türk Enerji Birliği Proje Grubu tarafından hazırlanan “Türk Enerji Birliği Raporu 2025” yayımlandı.

Rapor; Türk Devletler Teşkilatı üyesi 8 ülkenin — Türkiye, Azerbaycan, Macaristan, Türkmenistan, Kazakistan, Özbekistan, Kırgızistan ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin — enerji sektörlerine dair kapsamlı, güncel ve karşılaştırmalı veriler içeriyor.

Meslektaşlarımız ile Türk Dünyası'nda enerji alanında iş geliştirme faaliyetlerinde bulunan kurum ve kuruluşlara yönelik stratejik bir başvuru kaynağı niteliği taşıyan çalışma, aynı zamanda bölgesel enerji iş birliklerinin güçlenmesine katkı sağlayacak bir yol haritası sunuyor.

**TÜRK ENERJİ BİRLİĞİ RAPORU 2025 İÇİN
TIKLAYINIZ**