Kutupsal Kodlamayı Geliştiren

## **Prof. Dr. Erdal Arıkan** ile

# 5G Teknolojisi Üzerine

*Bilim ve Teknik podcast yayınından derlenmiştir.*

**Merakla ve heyecanla beklenen bir yandan da tam olarak ne işe yarayacağı çok da bilinmeyen 5G konusunu, bu teknolojinin gelişiminde pay sahibi olan bilim insanımız Prof. Dr. Erdal Arıkan ile konuştuk. Bilkent Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Erdal Arıkan'ın, veri iletiminde hız ve güvenilirliği artırmak amacıyla geliştirdiği polar kodlama yönteminin Çinli Huawei firması tarafından 5G standardı olarak kullanılması, ülkemiz için büyük gurur kaynağı oldu. Prof. Dr. Arıkan, haberleşme sistemleri alanında uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları sebebiyle 2019 yılında TÜBİTAK Bilim Ödülü'ne layık görülmüştü.**

**Bu yazımızda, kendisiyle gerçekleştirdiğimiz podcast yayınında öne çıkan önemli başlıkları sizler için derledik. Haydi gelin, geleceği şekillendirecek 5G iletişim teknolojisini daha yakından tanıyalım.**

metamorworks / iStock

## Telefon ekranlarımızın üst köşesinde gördüğümüz 3G, 4G, 4,5G, 5G simgelerindeki “G” harfleri neyi temsil ediyor?

Cep telefonu gibi kablosuz haberleşme sistemleri belirli uluslararası standartlara göre çalışır. Bu cihazlarda gördüğümüz “G” harfleri haberleşme standartlarının jenerasyonlarını temsil eder. Her yeni nesil haberleşme standardının kendisine göre bir numarası vardır. 5G, 1 Nisan’dan itibaren en güncel haberleşme teknolojisi olarak hayatımıza girdi. 2030’dan sonra da 6G devreye girecek.

xijian / iStock

## 3G’den 4G’ye geçildiğinde neler değişmişti?

4G gerçekten devrimsel nitelikte yeni bir haberleşme standardıydı ve bize geniş bant mobil internet erişimini mümkün kıldı. Masaüstü bilgisayarlar ya da kablolu bilgisayarlar yerine cep telefonu üzerinden kablosuz olarak internete erişim imkânı ortaya çıktı. Aslında 3G’de de mobil internet vardı ama geniş bant mobil internet 4G ile sağlandı. Bu sayede akıllı telefonlar ve tablet gibi akıllı cihazlar çok yaygınlaştı. Cep telefonu ekranından video izleyebilir, görüntülü haberlere erişebilir hâle geldik. Eğer geniş bant mobil internet olmasaydı video izleme, görüntülü konuşma gibi uygulamalara erişim pek mümkün olmazdı. Örneğin 2G’de internet erişimi yoktu ve SMS adlı kısa mesaj haberleşmesi bu standardın sunduğu tek veri iletişimi hizmetiydi. SMS kısa mesaj haberleşmesinden sonra 3G ile internet erişimi, 4G ile geniş bant internet erişimi mümkün hâle geldi.

## 5G teknolojisi hayatımızda tam olarak neyi değiştirecek?

4G hâlihazırda mobil geniş bant internet erişimi için yeterli bir sistemdi. Ancak kullanıcı sayısı arttıkça mobil iletişim altyapısını genişletmeniz, büyütmeniz gerekir. Örneğin 5G’yi yeni bir otoyol gibi düşünebiliriz. Cep telefonunun ve haberleşme uygulamasının kendisini bir yerden bir yere otomobille gitmek gibi düşünün. Fakat yol tıkalıysa gidemezsiniz. Daha geniş ve daha fazla şeride sahip yeni yollar yapmanız lazım. Altyapıyı büyütmeniz gerekir. Bunun haberleşme mühendisliğindeki karşılığı ise daha geniş frekans bantlarıdır. 5G bize 4G’de aldığımız sesli ve görüntülü haberleşme, internet erişimi gibi hizmetlerin aynılarını sunacak. Fakat 4G’de belli alanlarda frekans bantlarının yeterli olmaması nedeniyle bazı tıkanıklıklar, kesintiler yaşanıyordu. 5G ise bu darboğazları aşmamız için

asbe / iStock

bize yeni frekanslar sağlıyor. Yani otoyolları daha fazla şeride sahip ekspres yollara dönüştürdü de diyebiliriz.

5G teknolojisi daha önce kullandığımız 4G standardına göre daha hızlı veri aktarımı ve görüntülü haberleşme sağlayacak. Bu yüksek hız sayesinde sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları haberleşme sistemlerinde daha yaygın olarak kullanılacak. 5G, makineler arası haberleşme, nesnelerin interneti, endüstriyel otomasyon, büyük veri ve yapay zekâ gibi teknolojilerin haberleşme altyapısı olacak. Kısacası 5G, siber-fiziksel sistemler adı verilen yeni nesil mühendislik sistemleri için gerekli olan internet altyapısı ihtiyacını karşılayacak.

5G teknolojisine geçilmesiyle birlikte kablosuz internet erişimi de daha kolay hâle gelecek. 4G'deki fiber kablo hızındaki internet erişimini 5G, kablosuz olarak sağlayabilecek. Bu, özellikle kablo döşenmesinin maliyetli olduğu ya da hiç mümkün olmadığı kırsal veya dağlık alanlar gibi bölgelerde internet servisini kablosuz olarak sağlamak için geliştirilmiş bir sistem. Wi-Fi erişim noktası gibi özel bir cihazı alıp evinize koyduğunuzda, operatörün baz istasyonu ile o modem arasında gigabit/saniye hızında veri transferini mümkün kılan kablosuz bir internet bağlantısı oluşturulabilecek. Bu aynı zamanda taşınabilir bir hizmet de olacağı için o kutuyu gideceğiniz her yere yanınızda götürebileceksiniz.

5G bildiğimiz haberleşme sistemlerinin ötesinde bilginin çok daha güvenilir bir şekilde, çok düşük gecikmeyle ulaştırılmasını garanti eden yani yüksek hassasiyette bir iletişim hizmeti sunacak. 4G'deki 30-50 milisaniye olan gecikmenin 5G ile yaklaşık 1 milisaniyeye düşürülmesi hedefleniyor. Sürücüsüz araçlar, otonom sistemler ve uzaktan kontrol teknolojilerinde gecikme büyük ölçüde azalacak.

Örneğin bir cerrah, binlerce kilometre uzaklıktaki bir hastayı robotlar aracılığı ile anlık olarak ameliyat edebilecek.

Yüksek hızda seyir hâlindeyken bile kesintisiz bağlantı avantajı olacak. Örneğin saatte 500 km hızla hareket edilse bile bağlantının kararlı kalması mümkün olabilecek. Stadyumlar, konser alanları veya alışveriş merkezleri gibi kalabalık ortamlarda çok daha fazla cihaz aynı anda ağa bağlanabilecek. Akıllı ulaşım ve lojistik hizmetleri açısından değerlendirildiğinde ise taşımacılık süreçlerinde araçların hız, konum ve yakıt tüketimi gibi verileri anlık olarak izlenebilecek. Böylece planlamalar daha verimli yapılabilecek, olası sorunlara anında müdahale edilerek alternatif rotalar oluşturulabilecek.

İletişim alanında devrimsel yenilikler getirecek 5G teknolojisi, ileri teknolojilerin geliştirilmesini sağlayacak yeni endüstriyel uygulamalara da imkân verecek. 5G, nesnelerin interneti aracılığıyla cihazlar arası iletişimi sağlayarak akıllı evlerin yaygınlaşmasına, akıllı şehirlerin kurulmasına, yeni nesil tarımsal uygulamaların ve yüksek kapasiteli otomasyonun geliştirilmesine olanak sağlayacak bir haberleşme sistemi.

prawest nujeen / iStock

## Peki sizin çalışmalarınız 5G teknolojisine nasıl bir katkı sağladı?

Çalışmalarımı haberleşme mühendisliği alanında sürdürüyorum. Haberleşme sırasında "gürültü" nedeniyle oluşan hataların düzeltilmesi konusunda algoritmalar geliştiriyorum. Bu algoritmalara genel olarak "hata düzeltici kodlama algoritmaları" adı veriliyor. Güncel çalışma alanım ise kutupsal kodlama ve 5G gibi yeni nesil haberleşme sistemlerinin uygulamalarından oluşuyor. 5G teknolojisine geçerken mevcut nesilde kullanılan algoritmaların tamamı aslında yeniden gözden geçirildi. Öğrencilerimle birlikte yürüttüğüm ve TÜBİTAK tarafından da desteklenen projeler sayesinde geliştirdiğimiz kutupsal ya da polar kodlama yöntemi, 5G teknolojisinde kullanılmaya başlandı.

## Kutupsal kodlama keşfinizden biraz daha bahseder misiniz?

Cep telefonu gibi haberleşme sistemlerinde ses, görüntü gibi veriler elektromanyetik dalgalar hâlinde havadan gönderilir. Havadaki diğer etkiler gönderilen sinyalin bozulmasına neden olabilir. Bu olay "gürültü" olarak adlandırılır. Haberleşme mühendisliğinde sinyali gürültüden arındırarak hatasız olarak iletmenin çeşitli yöntemleri vardır. Bunlara genel olarak hata düzeltici kodlama yöntemleri adı verilir. Kutupsal kodlama da böyle bir yöntemdir. Hata düzeltici kodlamaya günlük yaşamdan şöyle bir örnek verilebilir: Önemli bir sözcüğü karşı tarafa aktarırken sözcüğün harflerini şehir isimleri ile kodlayarak iletirseniz hata olasılığını en aza indirmiş olursunuz. Çoğu haberleşme sisteminde iletiler bu tür yöntemlerle kodlanarak gürültüye karşı korunur. Kutupsal kodlama, 5G teknolojisinde kullanılan iki ana hata düzeltici kodlama yönteminden biridir. Kutupsal kodlamanın ayırıcı özelliği "Shannon

Vertigo3d / iStock

kapasite sınırı" adı verilen kuramsal sınırlara ulaşabilmesidir. Shannon sınırı, bir iletinin gürültülü bir kanaldan en fazla hangi hızda iletilebileceğini belirleyen haberleşme mühendisliğinin temel yasalarından biridir. Shannon sınırının üzerinde hızla veri aktarmaya çalışırsanız veri iletimi sırasında hata kaçınılmaz olur. Shannon sınırının altında kalmaya razı olursanız hata düzeltici yöntemlerle veriyi gürültüye karşı korumanız mümkün hâle gelir yani hata olasılığı çok düşük seviyelere indirilebilir. Kutupsal kodlama, Shannon sınırının altında her hızda güvenli haberleşme sağlayan bir yöntemdir.

## Gelecekte bizi neler bekliyor?

2030'da ilk versiyonu kullanılmaya başlanacak olan 6G gibi yeni nesil haberleşme teknolojileri özellikle yapay zekâ uygulamalarının yüksek kapasiteli altyapısını oluşturacak. Önümüzdeki on yıl içinde internet altyapısını kullananlar sadece insanlar olmayacak. Algoritmalar ve birçok sektörde görev alan yapay zekâ ajanları birbirleriyle haberleşmek ve bilgi alışverişi yapmak için bu altyapıyı kullanacak.
Günümüzde insanların günlük ortalama mobil internet kullanım süresi yaklaşık 6,5 saat. Yani insanlar uyku haricinde kalan zamanın yarısını çevrim içi ortamda geçiriyor. Ancak gelecekte yapay zekâ neredeyse tam kapasiteyle interneti kullanıyor olacak. Kullanıcı sayısı, kullanım süresi ve buna bağlı olarak internet trafiği arttıkça yepyeni bir internet altyapısının geliştirilmesi gerekecek. İletişim teknolojilerinin yanı sıra veri merkezlerinin ve bulut teknolojilerinin kapasitesinin artırılması gerekecek. Yapay zekânın her geçen gün yaygınlaştığı bir dönemde, iletişim altyapısı ister 5G olsun ister 6G, herhangi bir gecikme veya kesinti özellikle kritik uygulamalar için çok riskli olacak.

## Geleceğin mobil iletişim teknolojilerini nasıl hayal ediyorsunuz?

İletişim sektörü ve haberleşme teknolojileri çok büyük ilerlemeler kaydetti. Önce insanları, sonrasında ise algılayıcıları ve robotları birbirine bağlamayı başardı. Haberleşmede hızın ve güvenilir bilgi aktarımının teorik sınırına henüz ulaşmadık ama o sınıra çok yaklaştık. Hayal edilen şey şu: Dünya'nın her yerinden tek bir cihazla iletişim kurulabilmesi ve her noktada internet erişiminin olabilmesi. Bu yönden 5G, karasal olmayan ağlar denen yani alçak yörünge uyduları ya da daha yüksek yörüngedeki uydularla haberleşme imkânı sunan bir mimariye sahip.

6G sayesinde mesela otonom araçlar birbirleriyle ya da yol kenarındaki sensörlerle iletişim kurup karayollarında çarpışmadan güvenli bir şekilde seyredebilecek. Çözülmesi gereken birçok problem var fakat çok büyük mesafeler kat edilmiş durumda. Haberleşme mühendisleri olarak bizler dijital çağın altyapısını oluşturan görünmez mimarları, servis sağlayıcılarıyız. Bu altyapıların hangi uygulamalara dönüşeceği ise bu altyapının kullanıcısı olacak tarafların hayal gücüne kalıyor.

*Bilim ve Teknik* podcast yayını kapsamında Prof. Dr. Erdal Arıkan ile gerçekleştirdiğimiz sohbetin tamamını dinlemek için kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz. ■