



Kablosuz Haberleşme Ödül Getirdi:
Mühendislik Bilimleri Alanında TÜBİTAK Teşvik Ödüllerinden Biri

Prof. Dr. Sinem Çöleri'ye

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

8 Mart Dünya Kadınlar Günü...

8-14 Mart Bilim ve Teknoloji Haftası...

İşte bu önemli tarihler nedeniyle bu ayki söyleşimizin konuğu teknoloji alanında başarılı çalışmaların sahibi bir bilim kadını. Koç Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Sinem Çöleri "Telekomünikasyon alanında kablosuz sensör ağları, makineler arası kablosuz haberleşme ve araç haberleşmesi konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları" nedeniyle mühendislik alanında 2020 yılı TÜBİTAK Teşvik Ödülü'ne layık görüldü. Kendisiyle araştırmalarından kız çocuklarını mühendislik eğitimine yönlendirmeye, dijital dönüşüm uygulamalarından gençlere önerilerine kadar pek çok konuda gerçekleştirdiğimiz söyleşinin önemli ve ilgi çekici noktalarını derledik.



1995 yılında Ankara Anadolu Lisesinden mezun olan Prof. Dr. Sinem Çöleri daha sonra Bilkent Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümüne devam etmiş. 2000 yılında lisans derecesini alır almaz yüksek lisans ve doktora çalışmaları için Amerika Birleşik Devletleri'ne gitmiş. California Üniversitesi, Berkeley'de Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Bölümünde 2002 yılında yüksek lisansını, 2005 yılında da doktorasını tamamlamış. Ardından altı ay kadar doktora sonrası araştırmacı olarak yine aynı üniversitede çalışmalarına devam etmiş. Sonrasında Pirelli ve Telecom Italia'nın kablosuz sensör ağları laboratuvarında 3 yıl araştırmacı mühendis olarak çalışmış. 2009 Eylül ayından itibaren de Koç Üniversitesinde araştırmalarını sürdürüyor.

Şu anda direktörlüğünü yaptığı Kablosuz Ağlar Laboratuvarındaki ekibinde, genellikle elektrik-elektronik ve bilgisayar mühendisliği lisans öğrencileri ve bu bölümlerde yüksek lisans ve doktora yapan öğrenciler yer alıyor. Ford Otosan işbirliği ile devam ettikleri araştırmalarında, arabaların birbirleriyle çeşitli teknolojilerle haberleşebildiğini ve uzaktan yönetilebildiklerini göstermişler. Prof. Dr. Sinem Çöleri ve ekibi aynı zamanda TÜBİTAK ve Avrupa Birliği destekli projelerine de devam ediyor.

Prof. Dr. Sinem Çöleri araştırma konularını genel olarak telekomünikasyon alanında kablosuz haberleşme ağları, makineler arası iletişim ve araçlar arası iletişim olarak sıralıyor. Doktoraya başladığında kablosuz sensör ağlarının çok popüler bir konu olduğunu, küçük sensör düğümlerinin üretilmeye başlandığını ve bu sensör düğümlerinden bilgiyi alıp işleyen mikroişlemcilerle veriyi uzak bir yere kablosuz göndermeyi mümkün kılmak üzere yazılımların geliştirildiğini belirtiyor. Kendisi de ilk defa bu kablosuz sensör düğümlerinin



yer aldığı kablosuz sensör ağlarının trafik uygulamalarını çalışmış. Bunun için yollara döşenen manyetik sensörlerden veri toplayarak manyetik alan değişimiyle arabaların tespit edilip edilemeyeceğini incelemiş ve bu yöntemin başarılı olduğunu görmüş. Endüktif halkalar denilen ve asfaltı yarararak yollara yerleştirilen o zamanki teknolojiyle karşılaştırıldığında Sinem Hocamızın önerdiği küçük sensörlerle arabayı tespit edebilen ve hiç kablo gerektirmeyen teknolojinin maliyeti çok daha düşükmüş. Ancak bu çözüm de beraberinde bir sorun getirmiş: Bu küçük sensörler arabaları tespit edebiliyormuş ancak akıllı bir haberleşme algoritması kullanılmadığı takdirde enerjisi yalnızca 9 gün kadar dayanabiliyormuş. Bunun için Sinem Hocamız enerjisi verimli kullanan bir haberleşme algoritması tasarlamış. Patentini de aldıkları bu fikir bir süre sonra Sensys Networks isimli bir şirket tarafından ticarileştirilerek geliştirdikleri teknolojinin dünya çapında kurulumları yapılmış.

FORMULA 1 Arabalarında Türk Bilim İnsanı İmzası

Daha sonra Pirelli’de akıllı lastik projesinde çalışan Prof. Dr. Sinem Çöleri lastiğin içine sensörler yerleştirerek hâlihazırda arabadaki sensörlerle algılanan tehlike durumlarının çok daha kısa sürede ve doğru bir şekilde algılanmasını sağlamayı amaçlamış. Ancak lastikteki bu sensörlere pil yerleştiremediklerinden lastik titreşimlerinden enerji elde eden bir sistem tasarlamış. Lastikte çok fazla titreşim olsa da elde edilen enerji yeterli değilmiş ve bu nedenle yine enerjisi verimli kullanan bir donanım ve haberleşme algoritması tasarlamak gerekmiş. Bu sistemin de patenti alınmış ve Pirelli’de bir ürün hâline getirilerek Formula 1 arabalarında kullanılmaya başlanmış. Prof. Dr. Sinem Çöleri Türkiye’ye döndüğünde bu akıllı

Kablosuz Ağlarda Enerji Korunumu ve Sürdürülebilirliği

Prof. Dr. Sinem Çöleri kablosuz ağlarla gönderilen veri miktarının, bağlanan cihaz sayısının ve baz istasyonlarının artmasının tüketilen enerjinin ve hava kirliliğinin de artmasına neden olduğunu söyleyerek hem cihazlarda hem de ağ alt yapısında enerji korunumu üzerine birçok çalışma yapıldığını ve bu çalışmaların bir kısmının da güneş, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yoğunlaştığını belirtiyor. Bu yolda geliştirilen teknolojilerin haberleşme algoritması tasarımına entegre edilmesi için hocamızinkiler de dâhil birçok çalışma hâlihazırda devam ediyor. Bu çalışmalar sonucunda nesnelerin interneti cihazlarının hiçbir güç kaynağına ihtiyaç duymadan uzun yıllar kendi kendine çalışması sağlanabilecek, küçük kablosuz baz istasyonlarının yaygınlaşması mümkün olabilecek, akıllı yönetim algoritmaları ile (örneğin, trafiğin az olduğu zamanlarda) enerji tasarrufu sağlayan yazılımlar kullanılarak donanımların güç tüketimi azaltılabilecek.



lastik fikrini arabadaki diğer sensörler için de uygulamayı düşünmüş. Arabadaki diğer sensörlerin kablosuz haberleşmesinin gerçekleşmesi ve enerji için araba bataryasına bağlı kalınmaması fikri kendisine Avrupa'nın prestijli projelerinden Marie Curie Reintegration Grant'ı getirmiş. Şu anda araştırmalarına Ford Otosan iş birliğiyle devam eden hocamız laboratuvarında bulunan üç araba üzerinde deneyler yapıyor. Geliştirdiği fikrin uygulanabilirliğini bu deneyler sonucunda gösterdiklerini ve bunun *IEEE Spectrum* dergisinde öne çıkarıldığını belirtiyor.

Bu konulara ek olarak Prof. Dr. Çöleri araçlar arası iletişim konusunda da çalışmalarını sürdürüyor. Şu anda çok popüler olan ve pek çok otomobil şirketinin üzerinde çalıştığı otonom araçların gelecekte konvoylar hâlinde ayrı şeritlerde seyretmesi bekleniyor. Otonom araçların aralarındaki mesafeyi en aza düşürmek ve daha düzenli bir şekilde

ilerleyebilmek için birbirleriyle haberleşmesi gerekiyor. Bu noktada başvurulan teknolojilerin genellikle radyo frekansı temelli olduğunu söyleyen hocamız bu teknolojinin -örneğin kötü niyetli birinin haberleşmeyi çok kolay sabote etme ihtimali gibi- dezavantajlarından söz ediyor. Kendilerinin buna alternatif olarak arabanın farlarından bilgi gönderme fikrini gündeme getirdiklerini belirtiyor. Bilgi arabanın farlarından ve sadece görüş hattında gönderileceği için kötü niyetli kimselerin sabotaj ihtimali düşüyor. Arabalar üzerinde yaptıkları birçok ölçüm de bu yöntemin uygulanabilir olduğunu göstermiş. Haberleşme kanalı modelleri oluşturdukları bu yöntemde sadece kısa mesafede haberleşme mümkün olduğu için, kendi teknolojilerinin nasıl radyo frekansları haberleşme teknolojisi ile beraber kullanılabileceğini, aynı zamanda da daha güvenilir bir iletişim sağlayabileceklerine dair algoritmalar tasarlıyorlar.

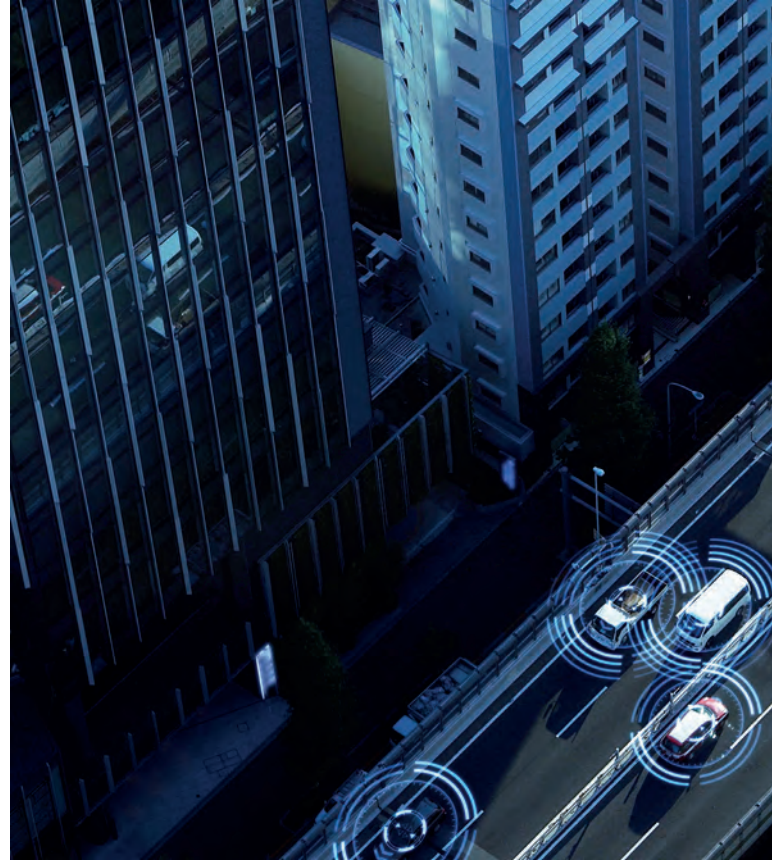


Kablosuz Ağlarda Veri Güvenirliliği ve Anonim Veri Paylaşımı

Nesnelerin internetinin yaygınlaşmasıyla artık bütün cihazların veri üretmeye başladığını ve bu verilerin güvenirliliğinin çok büyük önem taşıdığını belirten Prof. Dr. Sinem Çöleri bundan sonraki adımın bu verileri anlamlandırmak ve hatta bunları kullanarak kontrol sistemleri meydana getirmek olduğunu altını çiziyor. Bu nedenle veri güvenirliliğini sağlamak için yenilikçi teknolojiler geliştiriliyor. Günümüzde bunun için kullanılan makine öğrenme algoritmaları bütün verileri cihazlardan toplayıp bunları merkezi bir sistemde eğitip model parametrelerini belirleme temeline dayanıyor. Sinem hocamız ve ekibi, bu yöneme alternatif olarak cihazlardan ham veriler yerine, her bir cihazda lokal olarak hesaplanan model parametrelerin toplanmasına dayanan birleştirme temelli öğrenme (federated learning) üzerine çalışıyor. Bu şekilde makine öğrenme algoritmalarının ham veriler gönderilmeden çalışması veri güvenirliliğini sağlıyor.

Nesnelerin İnternetinin Ulaştırma Uygulamaları

Nesnelerin internetinin ulaştırma uygulamaları ise hocamızın bir diğer çalışma alanı. Nesnelerin interneti insan müdahalesi olmadan veri toplayabilen, kablosuz bir ağ üzerinden bu verileri birbirlerine aktarabilen internete bağlı nesnelere oluşan bir sistemi ifade ediyor. Sözü edilen nesnelerin, otonom (sürücüsüz) arabalar, giyilebilir sağlık monitörleri, akıllı ev güvenlik sistemleri, akıllı fabrika ekipmanları, kablosuz envanter izleyicileri gibi örnekleri var. Nesnelerin internetinin ulaştırma uygulama alanlarında beklenen yenilikleri



sorduğumuzda, Sinem Hocamızdan nesnelerin interneti ile bağlantılı araçların çevrelerinden bilgi almalarını sağlayan sensörlerle donatıldığını, bu bilgileri birbirleriyle ve trafik sinyalleri ve karayolu tabelaları gibi çeşitli karayolu alt yapısıyla paylaşma yeteneğine sahip olduklarını; otomobillerin haberleşmesi sayesinde konum, yön, hız ve yol durumlarının paylaşılmasını sağlayarak daha önce insan dikkatinden kaçabilecek çarpışmaları önleyebildiğini öğreniyoruz. Ayrıca bu bilgi paylaşımı araçların daha düzenli bir şekilde ilerlemesini sağlayarak trafik sıkışıklıklarının azaltmasını da sağlayacak. Buna ek olarak otonom araçlar LIDAR (Light Detection and Ranging) veya 3D lazer tarama, radar ve kamera dâhil olmak üzere çeşitli sensörleri kullanarak çevrelerini algılayabilecek ve bu bilgiler ışığında araç kontrol edilecek. Bu da yine insan hatası riskini azaltarak daha güvenli bir sürüş imkânı sunacak. Dahası birçok otonom araçtan toplanan çok sayıda sensör bilgisinin makine öğrenme algoritmalarıyla işlenmesi sayesinde ileride birçok uygulama geliştirilebilir.



Peki, bir cihazdan toplanan veriler makine öğrenme algoritmalarıyla nasıl işlenir? Prof. Dr. Çöleri 2025'e kadar dünya çapında nesnelere interneti ile bağlantılı yaklaşık 42 milyar cihaz olmasının beklendiğini, bu cihazların her gün yaklaşık 1 milyar gigabayt veri ürettiklerini ve üretilen bu yüksek miktardaki verilerde bulunan gizli örüntüleri belirlemek için makine öğrenme algoritmalarının kullanıldığını vurguluyor. Bu algoritmalar gelecekteki eğilimleri ve anormallikleri tespit etmek, ona göre davranmak ve daha akıllı algoritmalar tasarlamak için de kullanılabilir. Bu da manuel süreçlerin daha hızlı ve akıllı otomatik sistemlerle değiştirilmesine olanak sağlayacak. Hocamız akıllı şehir uygulamalarında çok sayıda aracın verisine dayalı makine öğrenme algoritmalarının daha yüksek doğrulukta tespit sağladığını ve sensörler yardımıyla tüm yollarda araç trafiğinin takip edilebileceğini, ortalama hız ve araç sayısı gibi bilgilerin toplanabileceğini,

gene sensörler yardımıyla park yerlerinin izlenebileceğini, sürücülere otomatik park yeri önerisi yapılabileceğini vurguluyor. Diğer taraftan, sağlık sektöründe, giyilebilir cihazlarla sağlık kontrolü yapılabilmesi ve hayati önem taşıyan değerlerin dışına çıktığında kullanıcının uyarılması da makine öğrenme algoritmalarının diğer uygulamalarından.

Sektör Bazında Dijital Dönüşüm

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de dijital dönüşüm gittikçe yaygınlaşıyor. Özellikle de zorlu geçen bu pandemi günlerinde... Prof. Dr. Sinem Çöleri dijital dönüşümün tüm sektörleri etkilemesine rağmen bu dönüşümün getirdiği değişikliklerin, farklı sektörlerde farklı hızlarda gerçekleştiğini söylüyor. Özellikle de bilgi temelli ürün ve hizmetlerle ilgilenen sektörler dijital dönüşümü çok kolay uygularken diğerlerinin dijital entegrasyon fırsatlarını belirlemesi için özel çaba sarf etmesi gerektiğini vurguluyor. Prof. Dr. Sinem Çöleri'ye göre, bu dönüşümden en çok etkilenen sektör perakende satış. Hepimizin bildiği üzere, artık perakende sektöründe vitrinler ve mağaza promosyonları gibi geleneksel müşteri etkileşiminin yerini web sitesi ve mobil uygulamalar almaya başladı. Sinem Hocamız dijital dönüşümden etkilenen bir diğer sektörün de finans sektörü olduğunu söylüyor. Müşteriler bir zamanlar bankacılık ve yatırım işlemlerini çalışma saatlerinde bankalarda yaparken artık bilgisayarlarla ya da mobil cihazlarla çevrim içi yapabiliyor. En çok etkilenen bir diğer alan da ulaştırma. Artık arabalar kendi kendine park etme, tehlike algılama gibi destekli sürüş özelliklerinden kendi kendine sürüş özelliklerine kadar çok sayıda dijital uygulama içeriyor. Ama ulaştırmada dijital dönüşüm sadece ürün bazında değil yeni iş modellerinin geliştirilmesine de olanak sağlıyor. Buna örnek olarak araç paylaşım hizmetleri, kullanıma dayalı araba sigortalama gibi GPS tabanlı hizmetler bulunuyor.

Ülkemizde Dijital Dönüşüm

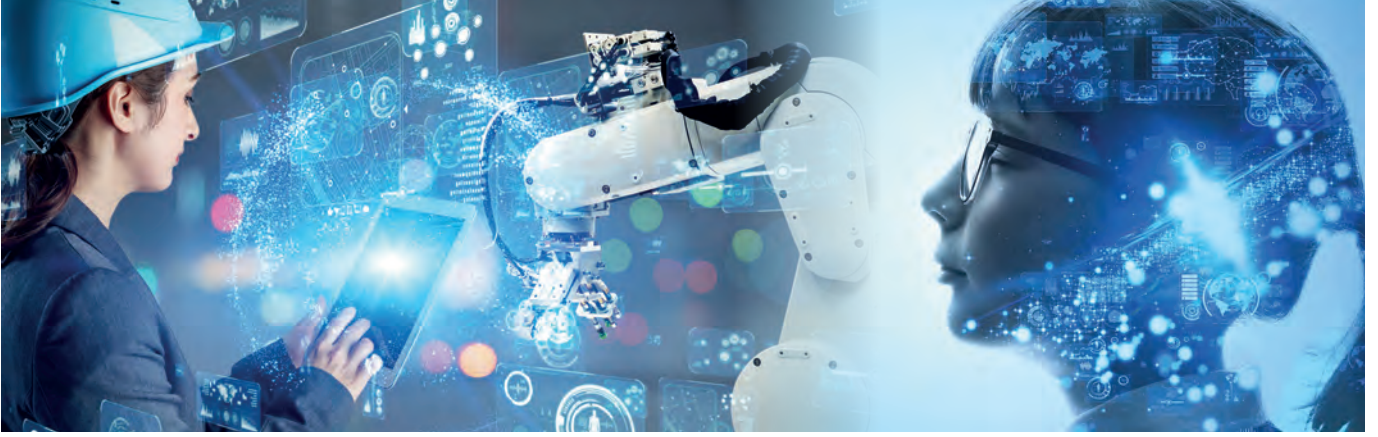
Devlet kurumları, eğitim kurumları ve özel şirketler başta olmak üzere dijital dönüşüm pek çok sektörün işleyişinde yer almaya başladı. Prof. Dr. Çöleri bu geçişin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için topyekün çalışmak gerektiğini, örneğin eğitim kurumlarının bu konuda insan yetiştirmesinin, şirketlerin dijital dönüşümü bünyelerindeki tüm bölümlere entegre etmesinin son derece önemli olduğunu hatırlatıyor. Devletin de bu geçiş için gerekli desteği veren mekanizmaları oluşturması gerekiyor. Dijital dönüşümü özellikle son bir yıldır aslında istemeden de olsa eğitime uyguladık ve bu şekilde eğitime devam edebiliyoruz. Ancak Sinem Hocamız bunun yüz yüze eğitimin yerine geçebilecek bir alternatif olabileceğini düşünüyor. Çünkü öğrencilerin sınıf ortamında arkadaşlarıyla paylaşımlarının ve öğretmenleriyle göz göze iletişimlerinin onlara motivasyon sağladığını düşünüyor. Diğer yandan, uzak mesafelerdeki toplantılara katılmak için oraya gidip bir günümüzü harcamak yerine iki saatlik bir toplantıyı uzaktan yapabilmeyi dijital dönüşüm için önemli bir alternatif olduğunu söylüyor. Yine de Hocamız insan ilişkilerinin önemini unutmamak gerektiğinin altını çiziyor.

Yerli ve Millî Ürünlerde Dijital Dönüşüm

Ülkemizde yerli ve millî ürün geliştirme yönünde yapılan çalışmalara örnek olarak Prof. Dr. Sinem Çöleri haberleşme alanında ilk yerli ve milli 4,5G baz istasyonlarının üretilerek operatörler tarafından kullanılmasını veriyor. Şu anda bu alt yapıyı 5G ve ötesine taşımak için çalışmaların devam ettiğini de kendisinden öğreniyoruz. Buna ek olarak, yerli otomobil üretimi için 2017'de çalışmaların başladığını, 2022'de ise arabaların piyasaya sürülmesinin beklendiğini belirtiyor. İlk aşamada bu otomobilin yerlilik oranının %51 olması daha sonraysa bu oranının giderek artırılması hedefleniyor. Sinem Hocamız aynı zamanda TUSAŞ tarafından yürütülen Milli Muharip Uçağı Projesi ile de Türk Hava Kuvvetlerinin uçak ihtiyacının yerli tasarımlarla karşılamasının planlandığını ve ilk uçuşun 2023'te olmasının öngörüldüğünü söylüyor.



Prof. Dr. Sinem Çöleri ve ekibi



Gençler!

Söyleşilerimizin vazgeçilmez bölümü, hocalarımızın gençlere seslenişi. Genç bir bilim insanı olarak mühendislik alanında kariyerini sürdüren Prof. Dr. Sinem Çöleri, gençlerin ilk olarak yapmaları gereken en önemli şeyin ilgi alanlarını belirlemek olduğunu söylüyor. İlgilendikleri alanı belirlemelerinin, kişiliklerine uygun meslek seçimlerine yardımcı olarak ileride severek çalışmalarını ve mesleklerine sınıksız sarılmalarını sağlayacağına inanıyor ve kendinden örnek vererek sözlerine devam ediyor: “Ben her gün işe severek geliyorum. Hiçbir zaman bugün de gitmeyeyim diye düşünmüyorum. Bu motivasyonu kazanabilecekleri, tutkuyla bağlanabilecekleri bir meslek seçmeleri lazım”. Bu süreçte pek çok zorlukla karşılaşabileceğini, bu nedenle de sabırlı olmak, disiplinli olmak ve çok çalışmak gerektiğini hatırlatıyor. Özellikle bilim ve teknolojinin içinde olan kişilerin kendilerini sürekli geliştirmek zorunda olduklarına vurgu yapıyor; işte bu yüzden devamlı okumanın, iletişim hâlinde olmanın, dünyada neler yaşandığını bilmenin ve öğrenilenleri kendi branşlarındaki problemleri çözmek için kullanabilmenin önemini belirtiyor. Örneğin, haberleşme ağı konusunda çalışan biri olarak, direkt aşı çalışmalarına bir katkısı olmasa da kendisinin COVID-19 pandemisinde ne tür çalışmalar yaparak topluma fayda sağlayabileceğini düşündüğünü, haberleşme teknolojileri kullanılarak örneğin insanların sosyal mesafeyi koruyup korumadıklarını sensörlerle algılamanın mümkün olup olmadığını anlamak adına çalışmalar yaptığını belirtiyor ve ekliyor: “Gençlere bütün çalışmalarını disiplinle, tutkuyla ve özveriyle yapmalarını öneririm.”

Kızlar da Mühendis Olur!

Prof. Dr. Sinem Çöleri kız çocuklarının mühendislik alanına yönelmeleri konusunda desteklenmesi ve ailelerin “kız çocuğu mühendis olmaz” algısından kurtulması gerektiğine; kız öğrencilerin karşısına rol modeller çıktıkça, bunu başarabilen kişileri gördükçe daha çok motive olacaklarına inanıyor.

Sevgili kız öğrenciler, Sinem Hocamız özellikle vurguluyor: “Bir kadın hem çok başarılı bir mühendis olarak kariyerini hem sosyal hayatını hem de aile hayatını sürdürebilir!”

Bilim ve Teknik İçin Ne Dedi?

“Benim her zaman matematiğe çok ilgim vardı. Daha lise yıllarımda mutlaka sayısal bir alan seçmeye karar vermiştim. *Bilim ve Teknik* dergisini de okuyordum. Dergiden bilim ve teknoloji alanındaki yenilikleri öğrenmek insanı motive ediyor. Başarılı olmuş kişilerin hikayelerini okumak, ben de yapabilirim motivasyonunu sağlıyor. Bu açıdan derginin gençlere çok önemli katkısı olduğunu düşünüyorum.”

Bilim ve Teknik dergisi ekibi olarak Prof. Dr. Sinem Çöleri’yi aldığı ödülünden dolayı kutluyor, nicelerini diliyor ve bize vakit ayırdığı için çok teşekkür ediyoruz. ■