

# Türkiye İçin Bir Model

# Sel Erken Uyarı Sistemi

Son yıllarda Türkiye'de daha önce görülmemiş ölçekte sel felaketleri yaşandı. İklim konusunda çalışan bilim insanları Dünya genelinde bu tür felaketlerin hem sayısının hem de özellikle şiddetinin artacağını tahmin ediyor. Elbette bilimsel yaklaşım bu konuda da insanoğlunun en büyük yardımcısı. En gelişmiş ve etkin sel uyarı sistemleri nelerdir? Örneğin ABD'de her yıl sellerin görüldüğü bölgelerde ne tür sistemler kullanılıyor? Bu yazımız için böyle bir sistemin mimarlarından Türk bilim insanı İbrahim Demir ile konuştuk.

Iowa Eyaleti, Haziran 2013





İbrahim Demir, Iowa Üniversitesi Su Bilimleri ve Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi. Çevre enformatik, bilgi ve iletişim sistemleri ve bilimsel görüntüleme üzerine çalışmalar yapıyor.

2009 yılı Eylül ayında önce Silivri'de başlayan ve sel baskınlarına neden olan yağış bir gün sonra İstanbul'u vurunca, bölge Marmara Depremi'nden beri yaşadığı en büyük doğal felaketle baş başa kaldı. Normalde Eylül ayının tamamında 45 kilogram yağış alan İkitelli'ye o gün 1 saatte tam 90 kilogram yağış düşmüştü. Ayamama, Tavukçu ve Papaz derelerinin taşması ile İkitelli, Güneşli, Küçükçekmece ve Gaziosmanpaşa gibi semtlerde yüzlerce ev ve işyeri sel altında kaldı. Sabahın erken saatlerinde gelen sel, İkitelli TIR garajındaki araçlarında uyuyan şoförleri uykularında yakaladı. Neye uğradıklarını anlayamayan on şoför sel altında kalarak hayatlarını kaybetti. Hayatlarını kaybedenler arasında Halkalı'daki bir tekstil fabrikasında çalışan ve servis aracı ile işe gitmekte olan yedi kadın da vardı. Yollar arabalarının üzerine çıkıp selden korunmaya çalışan insanlarla doluydu. Selin trafiğin en yoğun olduğu saatlerden biraz önce gelmiş olması can kaybının artmasını önlemişti. Buna rağmen felaket sona erdiğinde geride otuzdan fazla ölü ve milyarlarca liralık maddi zarar kalmıştı.

İklim konusunda çalışan bilim insanları iklim değişiklikleri sonucu bu tür felaketlerin sayısının, daha da önemlisi şid-

detinin artacağını tahmin ediyor. Doğal felaketleri önlemek mümkün değil, ama onların neden olduğu can kayıplarını azaltmak hatta önlemek için yapılabilecek çok şey var.



Iowa Sel Merkezi'nde geliştirilen güneş enerjili su seviyesi sensörü

ABD'nin Iowa Eyaleti 2008 yılında tarihin en büyük sel felaketlerinden birini yaşadı. Can kaybının sınırlı sayıda kaldığı felaket aradan altı yıl geçmiş olmasına rağmen hâlâ devam eden onarım çalışmaları gerektirecek düzeyde hasara neden oldu. Felaket aynı zamanda bir erken uyarı sisteminin gelişmesinin de başlangıcı oldu. Günümüzde aşırı yağış olması durumunda hangi nehirlerin ne zaman, ne kadar yükseldiği ve suların ne zaman nehir yatağını aşacağı konusundaki tah-

minler akşam haberlerinde bölgede yaşayan insanlarla paylaşılıyor.

Bu bilginin nasıl elde edildiği konusunda araştırma yaparken güzel bir rastlantı sonucu bu tip sistemlerden birinin mimarının bir Türk olduğunu öğrendik. Dr. İbrahim Demir ile *Bilim ve Teknik* için yaptığımız söyleşiyi aşağıda bulacaksınız. Umarım Dr. Demir'in verdiği bilgiler Türkiye'de bir sel erken uyarı sisteminin geliştirilmesi için bir kıvılcım olur.

Dr. Demir ile hem onu bilim insanı olmaya götüren serüveni hem de Iowa Sel Bilgi Sistemi'ni konuştuk.

**Bahri Karaçay:** 2008 yılı Haziran ayında Iowa, tarihinin belki de en büyük sellerinden birini yaşadı. Mississippi Nehri'ni besleyen çok sayıda nehrin taşması sonucu ortaya çıkan sel, eyaletin güneydoğusunu etkiledi ve Iowa'nın Katrina'sı olarak adlandırılan felaketi beraberinde getirdi. Iowa ve Cedar nehirlerinin ortasından geçtiği iki şehrin (Cedar Rapids ve Iowa City) bazı bölümleri tamamen su altında kaldı. Su seviyesinin binaların neredeyse ikinci katına ulaştığı felaket geride milyarlarca dolarlık zarar bıraktı. Mimarı olduğunuz, Iowa Sel Bilgi Sistemi olarak adlandırılan proje, böyle bir felaketin ardından devreye girdi. Bize projenin gelişim sürecini anlatır mısınız?

**İbrahim Demir:** 2008 yılında dediğiniz gibi Iowa'da çok büyük bir sel felaketi yaşandı. O dönemde üniversitede birçok bina ve laboratuvar da zarar gördü, yüksek lisans ve doktora yapan birçok öğrencinin çalışması kesintiye uğradı. Iowa Eyaleti bu felaketin ardından, Iowa Üniversitesi bünyesinde sadece sel konusunda çalışmaların yapılacağı bir sel merkezinin (IFC-Iowa Flood Center) kurulmasına destek verdi. Iowa Sel Merkezi 2009 yılında, araştırma geçmişi 100 yıldan fazla olan, IIHR Su Bilimleri ve Mühendislik Enstitüsü bünyesinde kuruldu. Sellaire anlık olarak takip etmek, sel erken tahmin modelleri geliştirmek, taşkın haritaları oluşturmak, sel alanında araştırma yapacak iş gücü yetiştirmek ve bu konudaki kaynakları ve birikimi paylaşmak öncelikli görevleri arasında yer alıyordu.



Iowa Eyaleti, Haziran 2013

Iowa Eyaleti çapında bilgi birikimini paylaşmak üzere 2010 yılında Iowa Sel Bilgi Sistemi (IFIS-*Iowa Flood Information System*) adında bir platform büyük bir ekibin katkıları ile geliştirildi. Sistemin mimarı ve ana geliştiricisi olarak IFIS'e katkı sağlıyorum ve ana bileşenlerin her biri (sel haritaları, tahmin modelleri, yağmur haritaları) ayrı bir ekibin katkısı ile sürekli yeni veriler ve modellerle destekleniyor. IFIS, Iowa ve çevre eyaletlerde 100.000'den fazla kullanıcıya hizmet veren bir bilgi sistemi olarak 2011 Mart ayında kullanıma açıldı. Bu sistem sel ile ilgili her türlü gerçek zamanlı bilgiye tek bir kaynaktan ulaşmak amacıyla geliştirildi. IFIS bölgedeki birçok gazete ve televizyon tarafından öncelikli bilgi kayna-

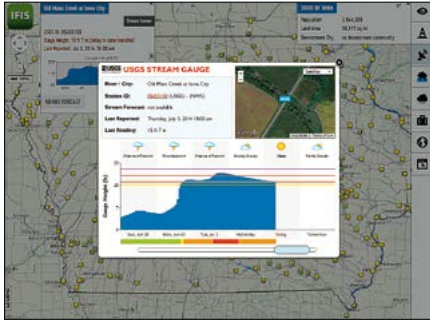
ğı olarak kullanılıyor. ABD'nin başka eyaletleri ve yurt dışında bazı ülkeler için örnek çalışma seviyesinde sel bilgi sistemleri geliştirmek üzere çalışmalarımız devam ediyor.

**BK:** Bize sistemin bileşenlerini ve nasıl çalıştığını anlatır mısınız? Elde edilen verilerin bu konuda çalışan uzmanlara ve halka nasıl ulaştırıldığını açıklar mısınız?

**İD:** IFIS, sel ile ilgili tüm verilerin ve görsellerin tek bir kaynaktan erişildiği etkileşimli bir platform olarak geliştirildi. Sistemde eyaletteki önemli yerleşim yerleri için geliştirilmiş taşkın haritaları, nehirlerdeki su seviyelerinin gerçek zamanlı bildirim, anlık sel uyarıları, yağmur ve meteoroloji haritaları, 1000'den fazla yerleşim birimi için erken sel tahmin-

leri ve sel konusunda halkı bilinçlendirmek ve bilgilendirmek için gerekli araçlar ve bilgiler yer alıyor. Sistem web tabanlı bir platform olarak farklı birçok cihazdan (masaüstü ve dizüstü bilgisayar, tablet ve akıllı telefon) erişilebilecek şekilde tasarlandı. IFIS teknik altyapısı olmayan kullanıcılar tarafından da rahat anlaşılması ve hızlı erişilebilmesi için teknik ve görsel açıdan da özel olarak düzenlendi. IFIS'te farklı kullanıcı türlerine hitap edecek araçlar var. Bu sayede sıradan bir kullanıcı kendi çevresindeki seller ile ilgili bilgi alabilirken, karar mekanizmalarında etkili kullanıcılar daha geniş bir coğrafi bölgedeki selleri gözlem altında tutup sistemden önlem almak amacıyla faydalanabiliyor.

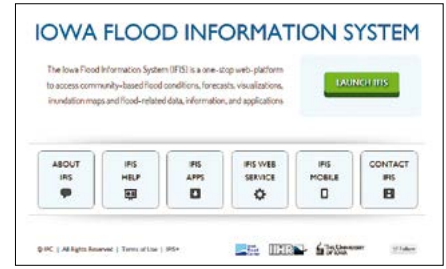
**BK:** Bildiğiniz gibi geçtiğimiz aylarda Türkiye’de daha önce görülmemiş ölçekte sel felaketleri yaşanmaya başladı. Geliştirdiğiniz sistemin bir benzerini -şimdilik “Türkiye Sel Uyarı Sistemi” olarak adlandıralım- Türkiye’de de kurmak için neler yapılması gerekiyor? Bunu hem insan kaynakları açısından hem de malzeme ve teknoloji açısından ele alabilir miyiz? Böyle bir sistemin kurulup başarılı bir şekilde işletilebilmesi için, ne tür bir altyapı ve nasıl bir insan gücüne ihtiyaç var?



**İD:** Söylediğiniz gibi bu konunun insan kaynaklarına ve teknolojiye bakan yönleri var. Öncelikli olarak böyle bir çalışmanın kendini tamamen bu alana adanmış bir kuruluşun bünyesinde yapılması önemli. Bir üniversite bünyesinde bu platform geliştirilse bile, sistemin bakımı ve yüz binlerce insanın erişimine açılması ancak bir devlet kurumunun veya bağımsız bir kuruluşun altında mümkün olabilir. İkinci aşamada sistemin işlevlerini yerine ge-

tirmesi için ihtiyaç duyulan statik ve dinamik verilerin toplanabileceği bir altyapıya ihtiyaç var. Birçok sensörden gelecek bilgiler -nehirlerdeki su seviyeleri, yüksek çözünürlüklü yağmur haritaları, topoğrafya ile statik coğrafi bilgilerin toplanıp derlenmesi gerekiyor. Üçüncü aşamada da bu bilgileri kullanarak taşkın haritaları hazırlanması, sel uyarı seviyelerinin tespit edilmesi, geleceğe yönelik sel tahminlerinin yapılması gibi sistem bileşenlerini geliştirecek bilim insanlarına ve araştırmacılara ihtiyaç var. Teknoloji anlamında da gerçek zamanlı veri ileten sensörlere, gelişmiş taşkın haritalarına, yağmur ve sel tahmin modellerine, bu modellerin çalışacağı bilgisayar sistemlerine ve yüz binlerce insana hizmet verecek bir bilgi teknolojisi platformu altyapısına ihtiyaç var. Aslında şu an Türkiye’de önceden hazırlanmış taşkın haritalarının toplandığı bir ön çalışma yapılıyor. Elimden geldiğince katkıda bulunmaya çalışıyorum Türkiye’deki çalışmalara. Ama gelişmiş, IFIS tarzı bir sistem için geniş katımlı bir ekiple kapsamlı çalışmalar yapılması gerekiyor.

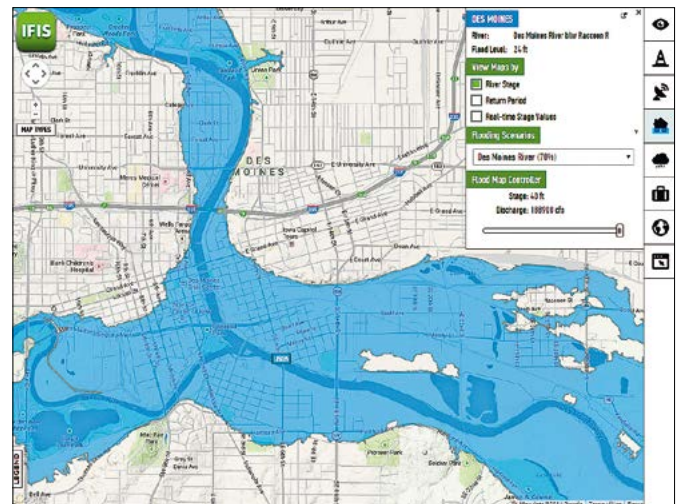
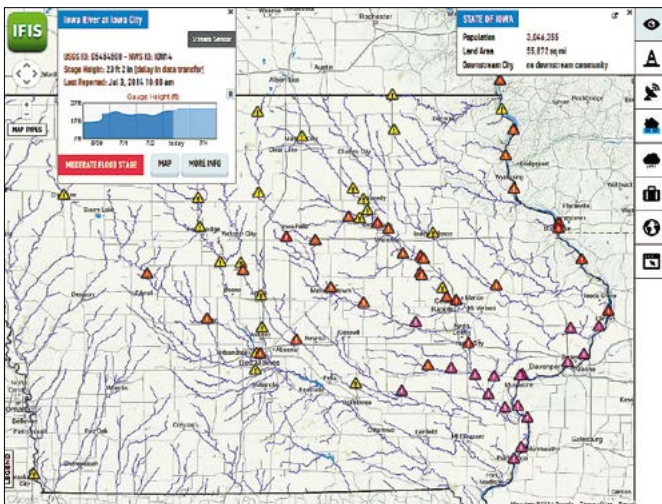
**BK:** Okurlarımıza proje hakkında biraz daha somut bilgi vermek için isterseniz bir örnek üzerinde konuşalım. Örneğin 2009 yılındaki felakette Ayama, Tavukçu ve Papaz dereleri taşmıştı. Türkiye Sel Bilgi Sistemi kurulduğunda bu derelerle ilgili olarak neler yapılmış olacak ve bilgi akışı nasıl sağlanacak?



Iowa Sel Bilgi Sistemi ana sayfası - <http://ifis.iowafloodcenter.org>

**İD:** Sel felaketinden doğabilecek zararları azaltmak için gerçek zamanlı bilgiye hızlı ve kolay ulaşmak önemlidir. Gerçek zamanlı bilgiye ulaşmak için taşkın riskinin ve zararının yüksek olduğu yerlere nehir seviyelerini anlık ileten güneş enerjili sensörler yerleştirilebilir. Böylece havzanın herhangi bir yerindeki bir nehrin etkinliğinin anlık olarak izlenmesi mümkün olur. Türkiye’deki havzaların dijital analizi ile her noktadaki yağmur ve su birikiminin diğer noktalara ne kadar zamanda ulaşacağı tahmin edilebilir. Bu şekilde küçük havzalarda saatler, büyük havzalarda günler öncesinden taşkın ile ilgili hareketlilik tespit edilerek gerekli önlemlerin alınması için yeterli zaman bulunabilir. Bunun yanı sıra radarlardan gelen anlık yağmur verileri sayesinde, bulutların hareket yönüne bağlı olarak, yağmurun ilgili havzalara ulaşmasından saatler önce nehirlerin olası etkinlikleri tahmin edilebilir. Oluşturulacak taşkın tehlike haritaları gerçek zamanlı sensörlerle iliş-

IFIS sensörler ile ilgili detaylı bilgi ve anlık su seviyeleri bilgi ekranı (üstte) - IFIS gerçek zamanlı sel uyarılarına ve su seviyelerine erişim ekranı (sol alt) - IFIS yüksek çözünürlüklü, sel risk haritaları bilgi ekranı (sağ alt)



kilendirilerek çeşitli taşkın senaryolarına göre sel sularının şehrin hangi bölgelerine, ne zaman varabileceği öngörülebilir ve gerekli önlemler alınabilir. Sisteme gelen tüm verileri kullanarak geliştirilecek sel tahmin modelleri ile saatler ve günler öncesinden nehir seviyeleri tahmin edilip olası taşkınların yeri ve zamanı tespit edilebilir. Bütün bu bilgilerin cep telefonlarından ve bilgisayarlardan kolay erişilebilir bir formatta sunulmasıyla devlet yetkililerinden halka kadar her seviyede kullanıcının, sel ile ilgili bilgilere gerçek zamanlı olarak önceden ulaşması sağlanabilir. Türkiye sel bilgi sistemi, ilgililerin selin zararlarını en aza indirmek için halkı erken bilgilendirmesine, halkın doğru bilgiye erken ulaşarak daha isabetli kararlar vermesine yardımcı olacaktır.

**BK:** Iowa Sel Bilgi Sistemi ve ilgili çalışmalarınız nedeni ile 29 Temmuz'da Beyaz Saray'da bir programa davet edilmişsiniz. Bu program hakkında biraz bilgi verir misiniz? Örneğin programa kimler katıldı, toplantının amacı neydi ve ne tür kazanımları oldu?

**ID:** 2012'deki Sandy Kasırgası'nın ardından Beyaz Saray "Doğal Afetlere Müdahale ve Kurtarmada Yenilikler" başlıklı bir program başlattı. Bu programın amacını, afetlerle mücadelede bilgi ve iletişim teknolojilerinin en etkili şekilde nasıl kullanılması gerektiğinin tespit edilip ilgili birimlere gerekli bilgi ve kaynakları ulaştırmak olarak tanımlayabiliriz. 29 Temmuz 2014'te Beyaz Saray bu program kapsamında benim de davetli olduğum bir tanıtım ve işbirliği toplantısı düzenlendi. Bu programa doğal afetlerle mücadele konusunda lider araştırmacılar, girişimciler ve ilgili kurum ve organizasyonlardan teknoloji uzmanları katıldı. Gün boyu katılımcılar kendi çalışmalarını paylaşıp fikir alışverişinde bulundu. Afetlerle mücadele konusunda en ileri teknolojileri ve çalışmalarını görme ve tartışma ortamı sağlandı. Ayrıca doğal afetler konusunda yetkili devlet kurumları ve işbirliği yapılan şirketler yeni proje ve programlarını duyurdu. Bu programdaki en önemli mesajlardan birini şöyle özetleyebilirim. Afetle mücadelenin et-

kin olabilmesi için tüm kurumların işbirliği içinde olacağı, eldeki tüm bilgi ve verilerin açık bir şekilde paylaşılacağı, özel sektörün ve girişimciliğin destekleneceği bir ortam sağlanması gerekiyor.

**BK:** Şimdi Iowa Sel Projesi'ndeki rolünüzü bir tarafa bırakıp biraz da bilim insanı kimliğiniz hakkında konuşmak istiyorum. Bize sizi bilim insanı olmaya götüren yaşam hikâyenizden bahsedebilir misiniz?

**ID:** Eğitime önem veren bir ailede büyüdüm. İlkokul 3. sınıfta ailem başlangıç seviyesinde de olsa İngilizce öğrenmeye başlamam için beni dil kursuna göndermişti. Bilgisayarlar ve programlama ile ilk tanışmam o yıllarda büyük ağabeyimin katıldığı bilgisayar kursundan getirdiği kitaplar ile başladı diyebilirim. O dönemde Türkiye'de ağabeyimin bu becerisini kullanacağı pek fazla iş imkânı olmasa da, bilgisayar öğrenmek istemesi benim için önemli bir motivasyon oldu. Onun programlama kitaplarını inceleyip programlama öğrenmeye çalıştığımı hatırlıyorum. İlk bilgisayar programımı ilkokul 5. sınıfta Atari 800 XL isimli bir oyun makinesi ile yazmaya başladım. O zamandan beri bilgisayarlara ve yeni teknolojilere olan ilğim artarak devam etti.

Lisede matematik ve geometriyle, Boğaziçi Üniversitesi'ndeki lisans eğitimim sırasında da bilgisayar ve internet teknolojileri ile tanışmam, bilime ve yeni teknolojilere olan ilgimi artırdı. 2001 yılın-

da internet adreslerinde Türkçe karakter ve özel uzantı (örnek: türkçefirmaadı.şti) kullanımına izin veren bir sistem geliştirmiştik. Birçok gazete ve dergide bu proje duyurulmuştu. Türkiye internet servis sağlayıcılar ve alan adı kayıt sistemi seviyesinde kabul görmemesi, projenin istediğimiz düzeyde başarılı olmasını engelledi. İnternet alan adlarında yabancı karakterlerin kullanılması uluslararası düzeyde 2009'da kabul edilmiş, kullanım ise 2010'da başlamıştır.

Mezuniyetin ardından bilim ve teknoloji alanında bağımsız ve yenilikçi çalışmalar yapmak için bilim insanı olmaya ve projelerimi akademik seviyede sürdürmeye karar verdim. Yapay zekâ alanında çevre uygulamaları üzerine yüksek lisans çalışmamı tamamladıktan sonra doktora çalışması için ABD'ye geldim. Doktora sırasında bilişim teknolojilerinin çevre bilimlerinde kullanımı üzerine projelere odaklandım. Doktora çalışması olarak Georgia Eyaleti için bir havza yönetim ve araştırma sistemi geliştirdik. Bu dönemde, gerçek anlamda bilimsel çalışmaların ABD'de yapıldığını ve bilimsel kültürün burada büyük ölçüde oturmuş olduğunu gördüm. Şu anda Iowa Üniversitesi'nde öğretim üyesi olarak çevre ve bilgi teknolojileri alanında çalışmalar yapıyorum.

**BK:** Araştırmalarınızda hangi konular üzerinde yoğunlaşıyorsunuz? Gelecek için ne tür planlarınız var?



**İD:** Genel anlamda araştırma ve ilgi alanım bilginin iletişimi olarak isimlendirilebilir. Uygulama alanım daha çok çevre bilimleri ve subilim olduğundan içinde bulunduğum disiplin nispeten son yıllarda tanınmaya ve anlaşılmaya başlanan “hidro enformatik” veya “çevre enformatik” olarak adlandırılıyor. Bu bağlamda yoğunlaştığım konular çevresel verilerin ve araştırma sonuçlarının görüntülenmesi ve paylaşımı, web tabanlı görüntüleme, grafik işlemci uygulamaları, sanal ve artırılmış gerçeklik, oyun tabanlı eğitim ve hareket temelli iletişim. Oyun tabanlı eğitim son yıllarda başarılı örneklerini gördüğümüz bir alan. Öğrencilerin ders konularına ilgisi artırılmak ve eğlenceli bir eğitim ortamı sağlamak üzerine çalışmalar yapıyorum. Selin etkilerini azaltma ve taşkın yayılım simülasyonu ile ilgili bir oyun uygulamamız 2011 yılında ABD’deki Ulusal Bilim Vakfı’nın (US NSF) bilimsel görüntüleme yarışmasında oyun dalında finale kaldı.

Çevresel gözlemlerin yeni nesil sensörler, yüksek çözünürlüklü radarlar ve uydu teknolojileri ile takip edilebilmesi, çok miktarda veriye erişim imkânı verdi. Bu miktardaki verilerin erişimi, analizi, görüntülenmesi ve paylaşımı şu an öncelikli konular arasında. Geçen yıl tüm ABD çapında prototip bir sel platformu için geliştirdiğimiz, 14.000’den fazla sensör verisini gerçek zamanlı olarak toplayıp analiz eden bir uygulamayla US Ignite Yeni Nesil Uygulama ödülü kazandık. US Ignite, ABD’de Beyaz Saray ve Ulusal Bilim Vakfı tarafından başlatılmış yeni nesil uygulamaların geliştirilmesini teşvik eden bir girişim.

Çalışmalarımızda toplanan verilerin daha iyi anlaşılması ve görüntülenebilmesi için sanal, artırılmış ve sarmal gerçeklik teknolojileri kullanarak, kullanıcılara ve araştırmacılara gerçekçi üç boyutlu ortamlar oluşturuyoruz. Şu an üzerinde çalıştığımız bir sistem, kullanıcıyı gerçekçi bir taşkın senaryosunun içerisine yerleştirerek selin etkilerinin çok gerçekçi bir şekilde anlaşılmasına ve hatta yaşanmasına imkân veriyor.



**BK:** Okurlarımız arasında bilim insanı olmak isteyen çok sayıda bilim sever var. Bilim insanı olma yolunda onlara neler tavsiye edersiniz?

**İD:** Bilim insanı olma yolundaki bir kişinin sahip olması gereken en önemli özellikleri cesaret, kararlılık ve çalışma olarak sıralayabiliriz. Başarının en önemli ölçütlerinden birinin çalıştığımız alana olan ilginiz ve sevginiz olduğunu düşünüyorum. Ciddi bir gayret sonucu başarılamayacak çok az şey olduğuna inanıyorum. Teknolojik gelişmeleri takip edip kendi alanınıza nasıl uygulayabileceğinizi düşünmek, üretmek ve yeni fikir geliştirmek hedefiyle hareket etmek, düzenli ve seçici okumak, düşüncelerinizi yazıya dökmek, çalışmalarınızı paylaşmak ve yoğun bir tempoyla çalışmak başarılı olmak için gereken özelliklerden bazıları. Çok okumanın ve okumalarda seçici olmanın, öncelikleri belirlemenin, zamanı iyi düzenlemenin ve teknolojik araçlarla işleri hızlandırmanın ve kolaylaştırmanın dikkat edilmesi gereken hususlar olduğunu düşünüyorum.

**BK:** Söyleşimizi yaşamınızı yönlendiren felsefenizin ne olduğunu ve okurlarımıza bu bağlamdaki önerinizi sorarak bitirmek istiyorum.

**İD:** Yaşamımı yönlendiren önemli düşüncelerden birini insanlığa faydalı olacak bir bilim alanında çalışmak ve öğrendiklerimi elimden geldiğince başkaları ile paylaşmak olarak tanımlayabilirim. Bu bağlamda ideal bir bilim insanınının alçak gönüllü, sürekli öğrenmeye ve eleştiriye açık, bilgisini paylaşmaktan çekinmeyen, yaptığı bilime odaklanabilen bir insan olduğunu düşünebiliriz.

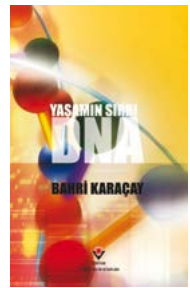
**BK:** Bu güzel söyleşi için ve verdiğiniz Türkiye açısından olağanüstü önemli bilgiler için çok teşekkür ederim. Yetkililerin bir Türkiye sel bilgi sistemini bir an önce hayata geçirmesi en büyük arzumuz. Umarım bu söyleşimiz ilgililerin bu konuda sizinle irtibata geçmesi için bir vesile olur.

**İD:** Bu söyleşinin gerçekleşmesini sağladığı için TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisine ve bana bu bilgileri paylaşma fırsat verdiğiniz için özellikle size çok teşekkür ederim.



Bahri Karacay, Iowa Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatri Bölümü Çocuk Nörolojisi Kürsüsü öğretim üyesidir. Nörolojik doğum kusurları üzerinde genler düzeyinde yaptığı araştırmalar Amerikan Sağlık Enstitüsü (NIH) tarafından destekleniyor. Karacay’ın ilk kitabı “Yaşamın Sırrı DNA” TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları arasında yayımlandı.

[www.bahrikaracay.com/turkce](http://www.bahrikaracay.com/turkce)



IFC portatif, güneş enerjili ve otomatik su seviyesi sensörü