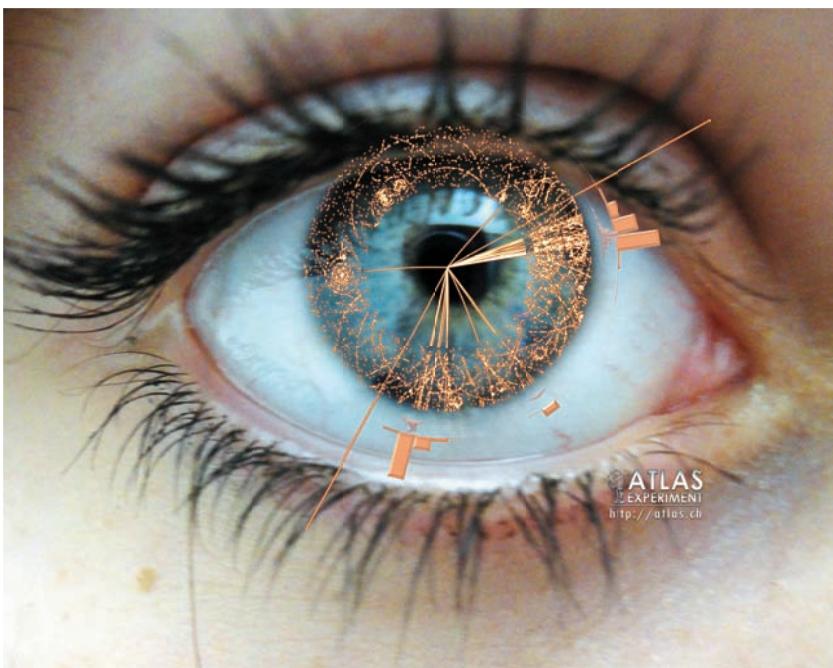


# İğne deliğinden EVRENİ GÖRMEK

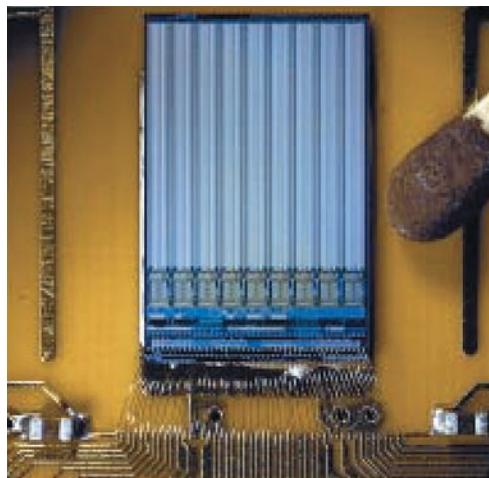


**A**lgılamak hem bilincel hem de teknik anlamda çok kilit bir olgudur. Her iki durumda da sistemlerin algılaması için birtakım etkileşmeler gerçekleşiyor, yani algılamak için etkileşmeliyiz. Algıçların (detektörlerin) çalışma ilkesi de işte tam olarak budur.

Bu ilkeyi anlamak için çok uzağa gitmemelim ve kendi algılama yöntemlerimize bakalım. Görmek, işitmek, dokunmak, koklamak, tattmak. Bunların hepsi beynimize elektrik sinyalleri olarak ulaşıyor ve anlamlanıyor ancak hiçbirindeki ilk uyarıcı aslında elektriksel değil. Öyleyse beş duyumuzla mekanik, kimyasal ya da ışıksal olayları elektrik sinyalleme nasıl ve ne tür yapılar kullanarak dönüştürüyoruz? Bu dönüşüm için algılamak istedigimiz ortamın unsurlarıyla etkileşebilecek düzeneklere ihtiyacımız var. Örneğin sesi algılamak için ses dalgalarıyla uyum halinde titreşebilecek bir düzenek gerekli. Yani kulak zarı ve hemen arkasındaki küçük kemikler.

İnsan tarafından tasarlanan algıçlar da algılanmak istenen foton (ışık taneciği), elektron gibi parçacıkların etkileşebilecekleri ortamlar içerir. Faydalanan temel fizik ilkesi parçacıkların algıtanın geçerken onun içeriği ortamla etkileşmeleri ve uyarmaları. Bu uyarımlar daha sonra algıçların elektronik bileşenleri tarafından elektronik sinyallere dönüştürülür ve incelenir.

ATLAS deneyi hazırlanırken, birçok teknik ve bir o kadar da kültürel faydayla, gündelik hayatı **çevremizi daha kullanışlı yapacak** aygıtları ve yöntemleri doğurdu. ATLAS gibi algıç sistemlerinde çoğu kez mevcut sanayi bilgisinin üzerinde teknoloji geliştirilerek kullanılıyor.



» 18x160 hücreli nokta algıç ve bir kibrit çöpünün başı.

## ALGIÇLARIN GELİŞTİRİLMESİ

Temel parçacıkları ve bunların etkileşmesini, dolayısıyla da evrenin yapısını inceleyen bilim olan parçacık fizигindeki araştırmalar çok farklı özelliklerde algıçların geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bunun sebebi ise bu tür deneylerde yapılan çok yüksek enerjili çarpışmalarda farklı tip parçacıkların farklı enerjilerde, konumlarda ve yoğunluklarda alınlığının gerekliliğidir. Böyle karmaşık bir yapıyı incelemek ise tek tip algıçlarla değil, farklı özelliklerle en iyi şekilde kullanılan birçok algıçtan oluşan yeni bir algıç düzeneğiyle mümkün olur. Örnek olarak CERN deneyevinde bulunan Büyük Hadron Çarpıştırıcı (BHC) üzerindeki deneylerden biri olan ATLAS algıç düzeneğini ele alabiliriz.

46 metre uzunluğunda, 25 metre çapında ve silindir şeklindeki ATLAS deneyi algıç düzeneği, bugüne kadar tasarlanmış olanların en büyüğü ve en fazla ayrıntıya sahip olanı. Bu düzenek, 38 ülkeden

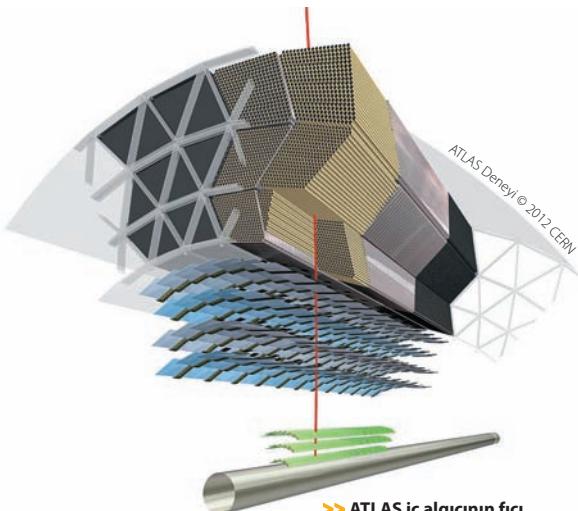


**Dr. Ali BOZBEY**  
TOBB ETÜ Elektrik Elektronik Bölümü

**Dr. Serkant Ali ÇETİN**  
Doğu Üniversitesi Fizik Bölümü

**Dr. Gökhan ÜNEL**

Univ. Calif. Irvine, Fizik ve Astronomi Bölümü / CERN

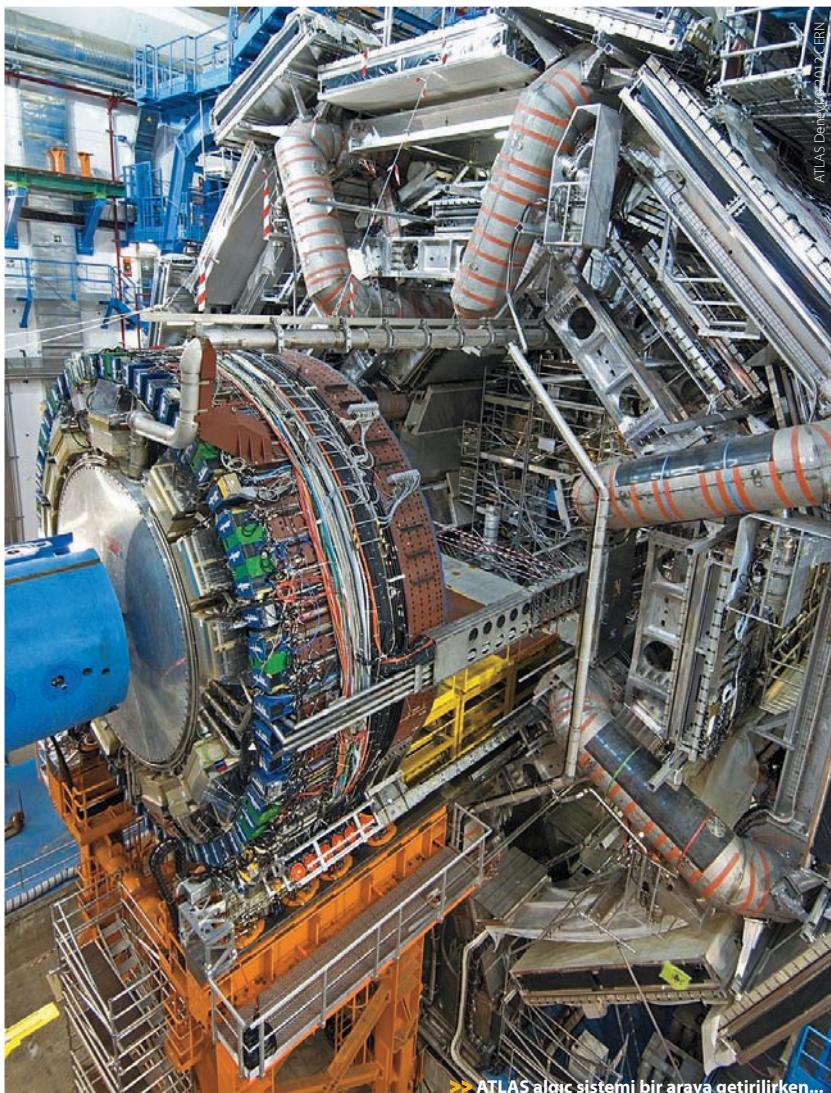


>> ATLAS iç algıcının fiçı kısmının şematik gösterimi.

174 üniversite ve deneyevinden katkı veren yaklaşık üç bin bilim insanının sanayiyle de yakın işbirliği içinde çalışmasının ürünü.

ATLAS algıcının tam ortasında meydana gelen proton çarpışmalarından ortaya çıkan parçacıkların bu çok katmanlı algıç düzeneğinde bıraktıkları izler, evrenin sırlarının anlaşılmasına olanak sağlamaktır. Bu düzenek yapılrken gereken teknolojik yenilikler ise internet örneğinde olduğu gibi, hayatımızın ayrılmaz bir parçası olmaya aday.

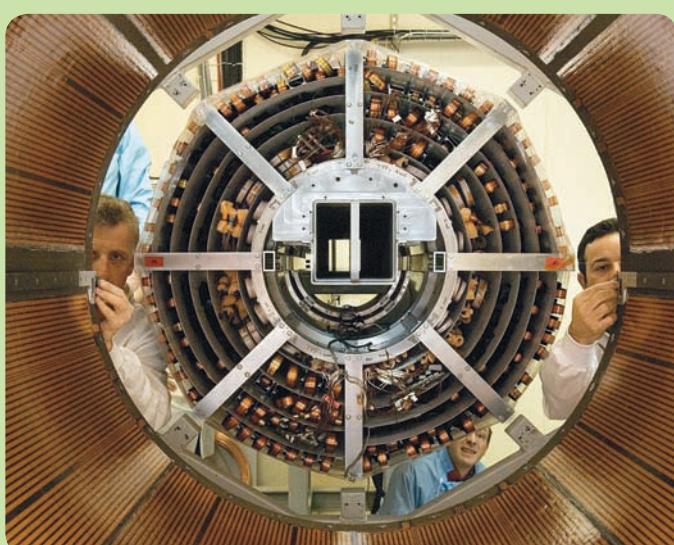
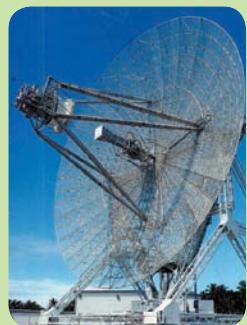
ATLAS düzeneğinde, aynı soğan katmanları gibi iç içe yerleştirilmiş ve farklı özelliklere sahip, birçok algıç bulunmakta. En iç kısmında yer alan iç algıç, her 25 nanosaniyede bir meydana gelen proton-proton çarpışmalarında üretilen yüzlerce yüklü parçacığın izini ölçmek için tasarlanmış ve içten dışa doğru hassasiyetleri azalan farklı algıçlardan yapılmış eşmerkezli birçok katmandan oluşur. İç algıcı



>> ATLAS algıç sistemi bir araya getirilirken...

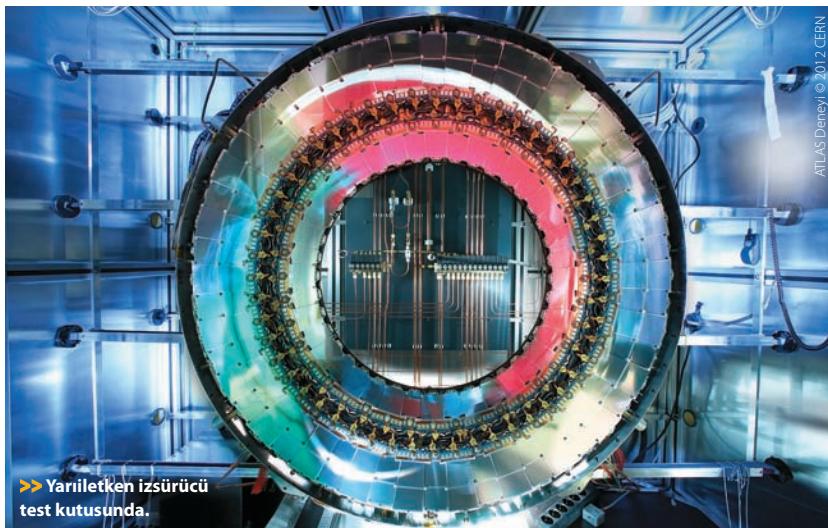
## Doğaya hâkim olma algısı

Doğanın nasıl işlediğini bilmenin merakı tatmin dışında da önemli bir getirişi var. Elektro-mekanik yöntemlerle onu taklit edebilmek. Bu bazıları için metal algıç yapıp define aramak, bazıları için radar veya sonar yapıp satmak, bazıları için de bilimi daha da ileriye götürmek anlamına gelir.



>> ATLAS iç algıcının iki önemli kısmı birleştirilirken.

ATLAS Deneyi © 2012 CERN



çevreleyen ve geçen parçacıkların enerjilerinin ölçüldüğü kısımlara kaloriölçer\* denir. ATLAS Kaloriölçeri parçacıkları soğurarak enerjilerini daha düşük enerjili parçacık sağanaklarına dönüştüren yoğun levha katmanlarından ve bu levhalar arasında parçacık sahanaklarını kaydederek soğurulan enerjiyle orantılı sinyal üreten ince algıç katmanlarından oluşur. Elektronlara çok benzeyen ancak onlardan 200 kat fazla kütleyeli olan müonlar ise kaloriölçerlerde dahi durmazlar. ATLAS deneyinde bu müonların yük ve momentumları kaloriölçerlerin etrafında bulunan Müon İzgeölçer\*\* düzeneğinde ölçülür.

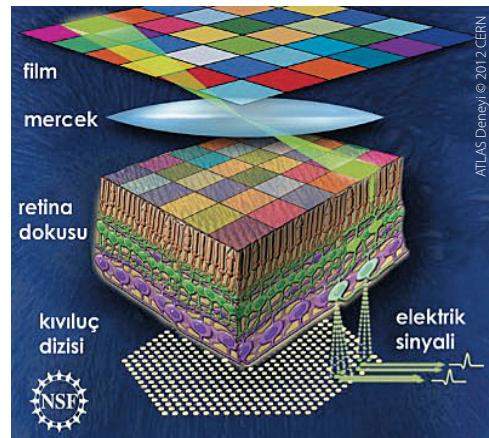
### ATLAS DENEYİ HAYATIMIZI NASIL ETKİLEDİ?

Bütün bu çığırınca çaba niye? Evrenin ilk anları hakkında bilgi sahibi olmak ve evreni oluşturan parçacıkları ve onların aralarındaki kuvvetleri anlamak için. Peki, merakımızı gidermekten yani bilgi üretmekten başka ne işimize yarayacak? Bunun cevabı Ağustos sayısındaki makalemizde yer alıyor: "Sanayinin Lokomotifi Yenilik, Yeniliğin Kaynağı Temel Bilimler" (<http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum/2012/08/036-039.pdf>).

Aslında ATLAS gibi deneylerin ihtiyaçları sebebiyle geliştirilen teknolojiler daha deney hazırlırken dahi hayatımıza büyük artılar katmaktadır. Yukarıda ATLAS deneyinin çeşitli kısımlarından bahsettim. Gelin bunlardan sadece İç Algıç kısmının geliştirilmesinin gündelik hayatı ne gibi uygulamalarda karşılık bulduğunu görelim. ATLAS algıcının tasarım ve üretim süreci tıpta kullanılan yeni görüntüleme aygıtlarını ve yöntemlerini doğurdu.

İç algıç katmanlarının saniyede milimetrekare başına 350 bin parçacığa ulaşan bir akiya (yani yüksek radyasyona) dayanmaları beklenir. Bu nedenle en iç katmanda, yarı iletken malzemeden üretilmiş ve 14 mikrondan daha hassas konum ölçebilen nokta algıçlar kullanıldı (Şif. 46'daki sağ resim).

Geliştirilen nokta algıçlar, küçük bir değişimle



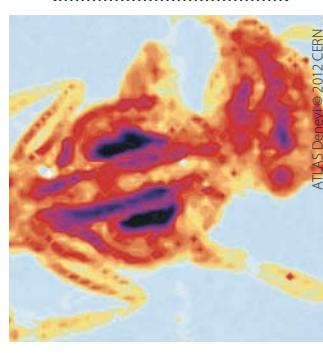
**>> Bir dizi kıvılcık, retinanın girdi katmanındaki görme sınırlarına yansıtılan bir filme yanıt olarak retina dokusunda üretilen çıktıları algılar.**

tıpta sayısal görüntülemeye öncü oldu, çünkü soğutulan X’şını tanelerini teker teker saymak mümkün hale geldi. Böylelikle soğutulan X’şını miktarına dayalı gerçek zamanlı görüntüler oluşturabilen sayaçlar geliştirildi ve röntgen filmi kullanımı gerekliliği ortadan kalktı (Bu şekilde elde edilmiş bir resim sayfanın sonunda görülmektedir).

ATLAS nokta algıcı için tasarlanmış olan elektronik devrenin kullanıldığı yeni bir X’şini algıcı da geliştirildi. XPAD adı verilen bu algıç sayesinde görüntü kalitesi oldukça iyileşti. Protein yapılarının incelenmesinde kullanılan bu algıçları üretmek ve birleştirmek için ImXPAD adlı bir şirket kuruldu.

Bilgisayarlı tomografide (BT) yeni bir yöntem olan PIXSCAN de ATLAS nokta yongasına dayanarak yapılan foton sayma algıcı olan XPAD’ı kullanır. PIXSCAN ile yumuşak dokuların görüntülenme kontrasti çok iyileşti ve saniyede 1000 tane resim çekilmesi mümkün hale geldi. Bu yöntemin kullanıldığı BT, Pozitron Yayınlığı Tomografi (PET) ile birleştirildiğinde eş zamanlı PET/BT resimlemeye üstün sonuç verir. Ayrıca yüksek uzaysal çözünürlüğü sayesinde çok küçük boyutları dahi görüntülemek mümkün oldu ve küçük hayvanların tomografik görüntülerinde bile büyük başarı sağlandı (ortadaki resim). Bunlara ek olarak XPAD’ın mümkün olduğu X’şini enerji seçimi sayesinde ilk defa tek çekimde 3 boyutlu görüntüleme mümkün oldu (sol orta resim).

ATLAS İç Algıcının orta katmanın hemen dışında yine yarıiletken malzemeden üretilmiş ve 20 mikron çözünürlüğe sahip Silikon Şerit Algıçlar bulunuyor. Bu algıç da retina tasarımları yapılmasına imkân veriyor. Na-



\* Kaloriölçer: Parçacıkların enerjilerini ölçen algıç.

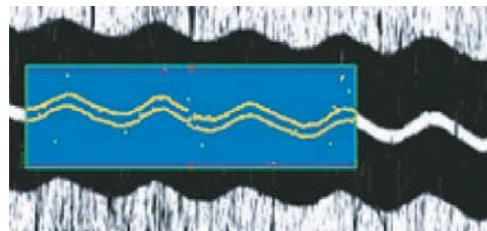
\*\*) İzgeölçer: Yüklü parçacıkların takip ettiği yolu ölçen algıç.

sil mi? ATLAS fizikçileri, nörobiyologlarla çalışarak gözden beyne gönderilen bilginin nasıl işlendiğini anlamaya yardımcı oldu. Gelişmiş bir biyolojik algıç olan retina, görüntüyü atma olarak adlandırdığımız elektrik sinir yollarine dönüştürür. Retinada oluşan atmlar sinirsel dizgiler halinde beynin görüntü merkezine iletilir. İşte bu sistemi anlamak için ATLAS deneyinde kullanılan silikon mini şerit algıç teknolojisine dayanan bir sistem geliştirildi. Bu sayede bir gün, görme engellilere yapay görüş sağlamak mümkün olabilecek (Sayfa 48 üst resim).

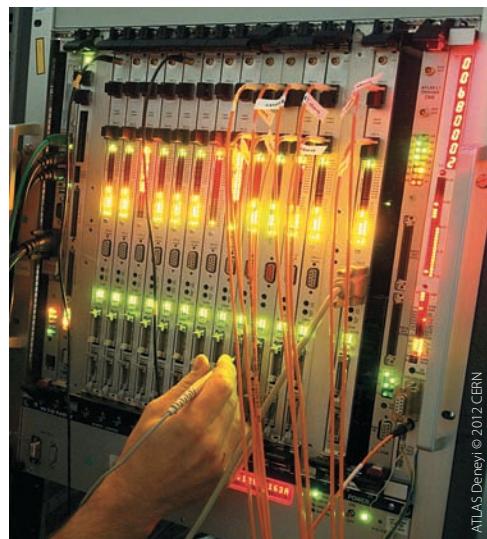
ATLAS iç algıçının üretimi sırasında geliştirilen bir diğer yöntem ise soğutma sistemi için geliştirilen bir ses ötesi çözümleme yöntemidir. Bu yöntem daha sonra klinik anestezi karışımlarının hazırlanmasında içeriğin büyük hassasiyetle belirlenebilmesi sebebiyle klinik alanda kullanılmaya başlandı. Ayrıca petrol arıtım işlemlerinde hidrokarbonların çözümlenmesinde de etkin bir kullanım alanı buldu.

Yukarıda bahsedilen ATLAS yarıletken iz sürücüsündeki binlerce ayrı silikon algıç bir-birine göre hassas bir şekilde hizalanmak zorundaydı. İşte bunun için geliştirilen yöntem de başka alanlarda uygulanmaya başlandı. Taş plakalar gibi mekanik ses taşıyıcılarındaki oyukların şeklinin hassas ölçümülerinde de aynı yöntem kullanıldı ve sesin yeniden oluşturulması gerçekleştirildi. Bu yöntemde malzemeye fiziksel temas olmadığından tarihi ses kayıtlarını onarmak ve hassaslıklarını korumak mümkün hale geldi (sayfa üstündeki resim).

Bir aygitin hangi durumda sinyal vermesi, ölçme yapması, veri alması ya da kayıt etmesinin kararlaştırıldığı kısım tetikleme düzeneğidir. ATLAS gibi deney-



>> Görüntüleme yöntemleriyle okunan mekanik ses kayıtları



>> ATLAS tetikleme bileşenleri

lerde ve günlük hayatı kullanilan küçük ya da büyük çaplı birçok ölçme ve görüntüleme aygıtında büyük öneme sahip olan tetikleme işleminde bir aygitin hangi durumda sinyal vermesi, ölçme yapması, veri alması ya da kayıt etmesi gerektiği belirlenir. ATLAS algıç saniyede bir milyar proton-proton çarpışmasından çıkan parçacıkların bırakacakları izleri saniyede 60 milyon megabaytlık bir veri hacmiyle gözleme imkânına sahiptir. 25 nanosaniyelik aralıklarla geçen proton demetleri sayesinde oluşan 40 mega Hertz'lik frekansla (yani saniyede 40 milyon kez) gelen verinin kayıt edilebilir makul seviyelere indirilmesi ve bu yapılrken ilgi çekici olan olayların ayırt edici özelliklerinin kullanılarak seçilmesi çok seviyeli bir hesaplama yöntemi kullanan özel bir tetikleme düzeneyle mümkün oldu (Sayfa ortasındaki resim). Bu gibi ileri teknolojili sistemler, gerçek zamanlı veri işlemenin gerektiği her türlü uygulamada hayatı önem taşıyan tasarımlardır.

ATLAS deneyi hazırlanırken dahi birçok teknik ve bir o kadar da kültürel faydalala gündelik hayatı çevremizi daha kullanışlı

yapacak aygıtları ve yöntemleri doğurdu. ATLAS deneyi, birçok teknik ve bir o kadar da kültürel faydalala hazırlanırken dahi gündelik hayatı çevremizi daha kullanışlı yapacak aygıtları ve yöntemleri doğurdu. Bunun en büyük sebebi ATLAS gibi algıç sistemlerinde çoğu kez mevcut sanayi bilgisinin üzerinde teknoloji geliştirilerek kullanılmıştır. Haliyle bu çabaya ortak olan firmalar ve ülkeler, tüm dünyanın geleceğini şekillendirmektedir.

Sanayimizin yarı asırın süredir etkileşimde bulunamadığı dünyanın en büyük bilim ve teknoloji yuvası olan CERN'in kapılarını açmak Türkiye'nin CERN'e tam üye olmasına mümkün. Bunun bugüne kadar gerçekleşmemiş olması kadar bugünden sonra ertelenmesi ekonomiye sağlayabileceğimiz katma değerin katlanarak örtelenmesi demektir.

#### Kaynakça:

- 1) <http://cern.ch>    2) <http://atlas.ch>

## İnsanoğlunun deneylerdeki gözleri: Algıçlar

Parçacık fizikçileri yaptıkları deneylerde parçacıkları çarpitırır ve daha sonra da kurdukları dev algıç sistemleri ile çarışmadı olan biteni anlamaya, dolayısıyla evreni kavramaya çalışırlar. Kısacası mikron seviyesinde hassas bu algıçlar insanoğlunun deneylerdeki gözleridir (saç teli ~100 mikron kalınlığındadır).

Edinilen temel bilgi insanın varoluşunda yer alan merak sayesinde edinildi. İnsan, zaman içinde edindiği temel bilginin hayatla örtüşüğü alanları keşfederken yeni teknolojilerin ve yöntemlerin doğmasını sağladı.

Çoğu kez, deneyler hazırlanırken edinilen deneyim ve geliştirilen cihazlar daha deney sonuçları alınmaya başlanmadan dahi hayatımızda karşılıklarını bulurlar.

