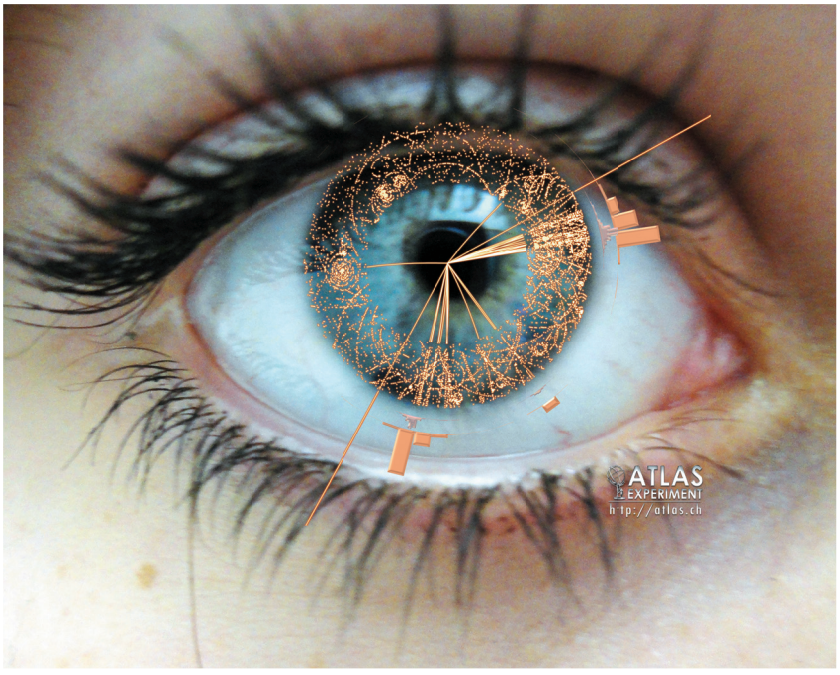
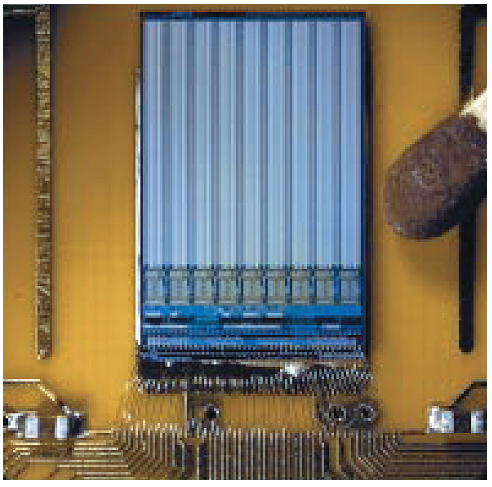
İğne deliğinden EVRENİ GÖRMEK

ATLAS deneyi hazırlanırken, birçok teknik ve bir o kadar da kültürel faydayla, gündelik hayatta 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.

Algılamak hem bilinçsel 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 gitmeyelim ve kendi algılama yöntemlerimize bakalım. Görmek, işitmek, dokunmak, koklamak, tatmak. Bunların hepsi beynimize elektrik sinyalleri olarak ulaşıyor ve anlamlandırılıyor ancak hiçbirindeki ilk uyarıcı aslında elektriksel değil. Öyleyse beş duyumuzla mekanik, kimyasal ya da ışıksal olayları elektrik sinyallerine nasıl ve ne tür yapılar kullanarak dönüştürüyoruz? Bu dönüşüm için algılamak istediğimiz 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.

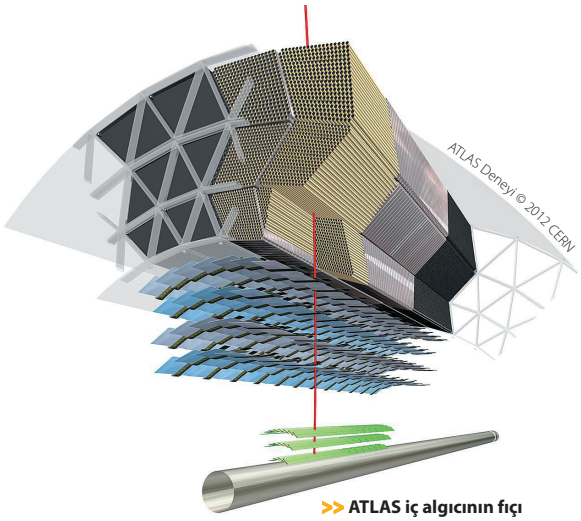
İnsan tarafından tasarlanan algıçlar da algılanmak istenen foton (ışık taneciği), elektron gibi parçacıkların etkileşebilecekleri ortamlar içerir. Faydalanılan temel fizik ilkesi ise parçacıkların algıçtan geçerken onun içerdiği ortamla etkileşmeleri ve uyarmaları. Bu uyarımlar daha sonra algıçların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

ALGIÇLARIN GELİŞTİRİLMESİ

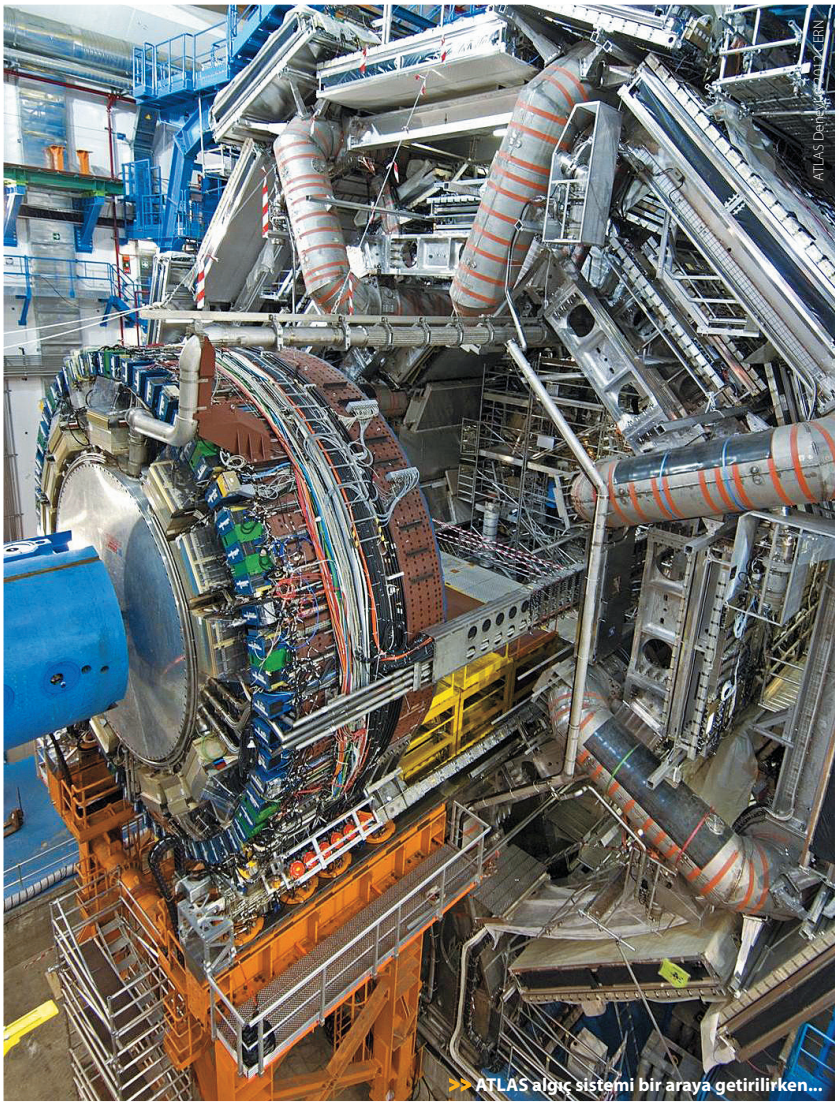
Temel parçacıkları ve bunların etkileşmesini, dolayısıyla da evrenin yapısını inceleyen bilim olan parçacık fiziğindeki araştırmalar çok farklı özelliklerde algıçların geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bunun sebebi ise bu tür deneylerde yapılan çok yüksek enerjili çarpışmalarda farklı tip parçacıkların farklı enerjilerde, konumlarda ve yoğunluklarda algılanmasının gerekliliğidir. Böyle karmaşık bir yapıyı incelemek ise tek tip algıçlarla değil, farklı özellikleri en iyi şekilde kullanılan birçok algıçtan oluşan yeni bir algıç düzeneğiyle mümkün olur. Örnek olarak CERN deneyevinde bulunan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (BHÇ) 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
Doğuş Üniversitesi Fizik Bölümü
Dr. Gökhan ÜNEL
Univ. Calif. Irvine, Fizik ve Astronomi Bölümü / CERN



>> **ATLAS iç algıcının fıçı kısmının şematik gösterimi.**



>> **ATLAS algıç sistemi bir araya getirilirken...**

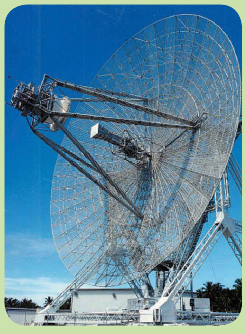
174 üniversite ve deneyevinden katkı veren yaklaşık üç bin bilim insanının sanayiyle de yakın işbirliği içinde çalışmasının ürünü.

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

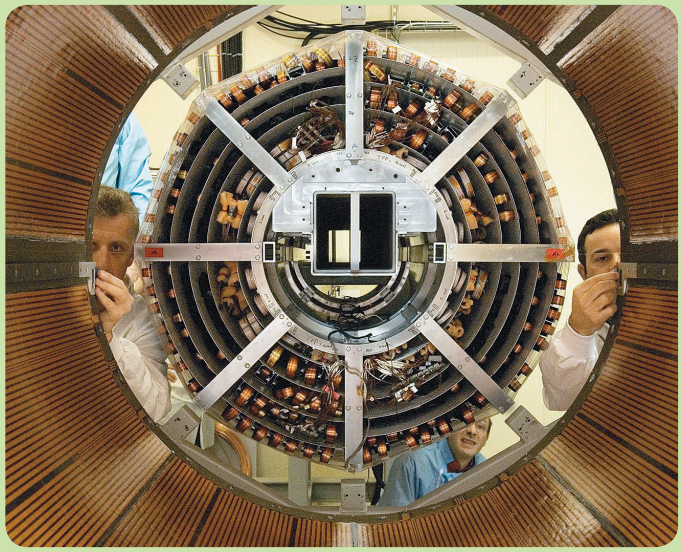
ATLAS düzeneğinde, aynı soğan katmanları gibi iç içe yerleştirilmiş ve farklı özelliklere sahip, birçok algıç bulunmakta. En iç kısımda yer alan iç algıç, her 25 nanosaniyede bir meydana gelen proton-proton çarpışmalarında üretilen yüzlerce yüklü parçacığın izini ölçmek için tasarlanmış ve içten dışa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

Doğaya **hâkim olma** algısı

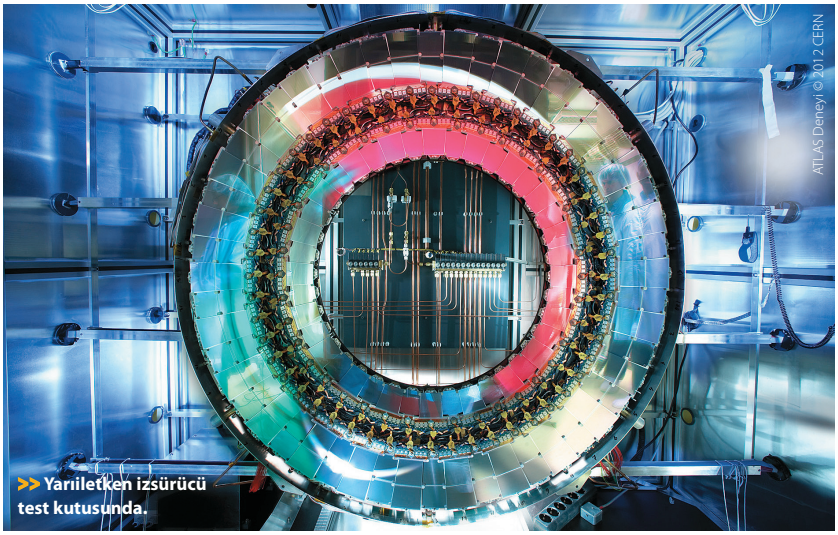
Doğanın nasıl işlediğini bilmenin merakı tatmin dışında da önemli bir getirisi var. Elektro-mekanik yöntemlerle onu taklit edebilmek. Bu bazıları için metal algıcı yapıp define aramak, bazıları için radar veya sonar yapıp satmak, bazıları için de bilimi daha da ileriye götürmek anlamına gelir.



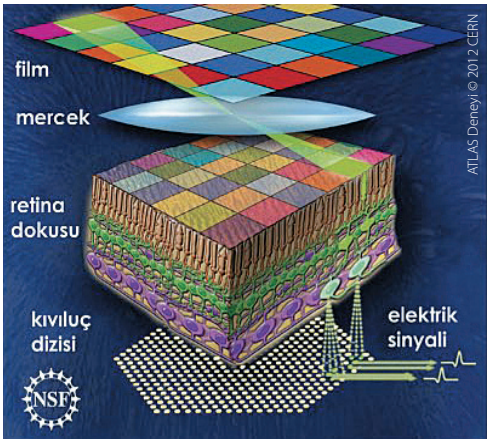




>> **ATLAS iç algıcının iki önemli kısmı birleştirilirken.**



>> Yarıiletken izsürücü test kutusunda.



>> Bir dizi kıvılıç, retinanın girdi katmanındaki görme sinirlerine yansıtılan bir filme yanıt olarak retina dokusunda üretilen çıktıları algılar.

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 sağanaklarını kaydederek soğurulan enerjiyle orantılı sinyal üreten ince algıç katmanlarından oluşur. Elektronlara çok benzeyen ancak onlardan 200 kat fazla kütleli olan müonlar ise kaloriölçerlerde dahi durmazlar. ATLAS deneyinde bu müonların yük ve momentumları kaloriölçerin etrafında bulunan Müon İzgeölçer** düzeneğinde ölçülür.

ATLAS DENEYİ HAYATIMIZI NASIL ETKİLEDİ?

Bütün bu çılgınca 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).

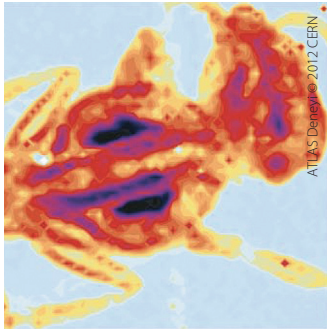
Aslında ATLAS gibi deneylerin ihtiyaçları sebebiyle geliştirilen teknolojiler daha deney hazırlanırken dahi hayatımıza büyük artılar katmakta. Yukarıda ATLAS deneyinin çeşitli kısımlarından bahsettik. Gelin bunlardan sadece İç Algıç kısmının geliştirilmesinin gündelik hayatta ne gibi uygulamalarda karşılık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

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

Geliştirilen nokta algıçlar, küçük bir değişimle tıpta sayısal görüntülemeye öncü oldu, çünkü soğurulan X ışını tanelerini teker teker saymak mümkün hale geldi. Böylelikle soğurulan X ışını miktarına dayalı gerçek zamanlı görüntüler oluşturabilen sayaçlar geliştirildi ve röntgen filmi kullanımı gerekliliği ortadan kalktı (Bu şekilde elde edilmiş bir resim sayfanın sonunda görülüyor).



>> PIXSCAN ile 3 boyutlu kertenkele iskeleti



>> Bir eşek arısının sayısal görüntüsü.

ATLAS nokta algıcı için tasarlanmış olan elektronik devrenin kullanıldığı yeni bir X ışını 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'i kullanır. PIXSCAN ile yumuşak dokuların görüntülenme kontrastı çok iyileşti ve saniyede 1000 tane resim çekilmesi mümkün hale geldi. Bu yöntemin kullanıldığı BT, Pozitron Yayınımı Tomografisi (PET) ile birleştirildiğinde eş zamanlı PET/BT resimlemede 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'in mümkün kıldığı X ışını 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 tasarımı yapılmasına imkân veriyor. Na-

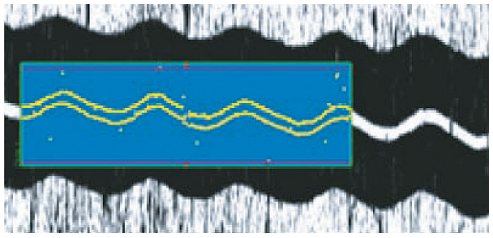
*) Kaloriölçer: Parçacıkların enerjilerini ölçen algıç.
**) İzgeölçer: Yüklü parçacıkların takip ettiği yolu ölçen algıç.

sıl mı? ATLAS fizikçileri, nörobiyologlarla çalışarak gözden beyne gönderilen bilginin nasıl işlendiğini anlamaya yardımcı oldu. Gelişmiş bir biyolojik algıç olan retina, görüntüyü atma olarak adlandırdığımız elektrik sinyallerine dönüştürür. Retinada oluşan atmalar 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 (Syf. 48 üst resim).

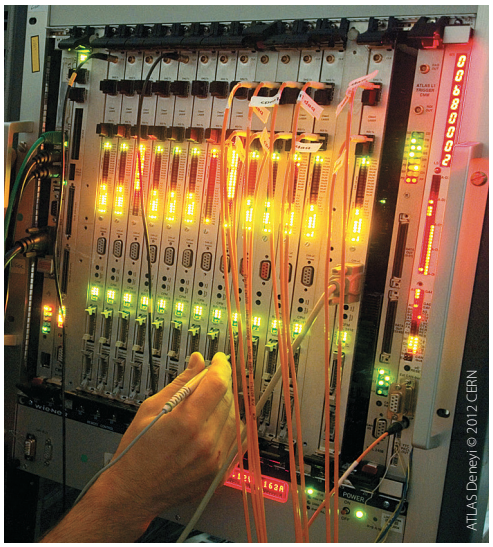
ATLAS iç algıcının üretimi sırasında geliştirilen bir diğer yöntem ise soğutma sistemi için geliştirilen bir ses ötesi çözümleme yöntemidir. Bu yöntem daha sonra klinik anestezi karışımlarının hazırlanmasında içeriğin büyük hassasiyetle belirlenebilmesi sebebiyle klinik alanda kullanılmaya başlandı.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

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

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

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

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

Kaynakça:

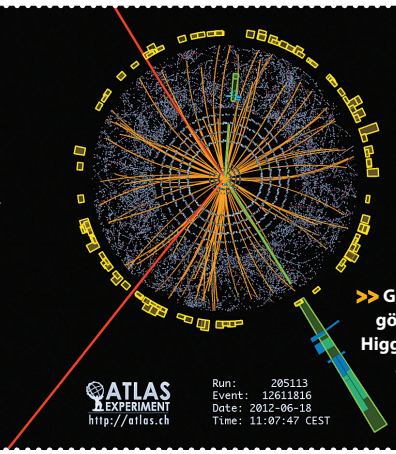
1) http://cern.ch *2) http://atlas.ch*

İnsanoğlunun deneylerdeki gözleri: **Algıçlar**

Parçacık fizikçileri yaptıkları deneylerde parçacıkları çarpıştırır ve daha sonra da kurdukları dev algıç sistemleri ile çarpışmada 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 örtüştüğü alanları keşfederek yeni teknolojilerin ve yöntemlerin doğmasını sağladı.

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



>> Gerçek olay gösterimi: Higgs bozonu adayı