

## Elektronik İmalat Aşamasında Güvenlik...

## STATİK ELEKTRİĞE KARŞI ÖNLEMLER

Filiz Başarır İnce

Statik elektrik (veya durgun elektrik), dingin haldeki elektriği belirtir ve çevresindeki maddelerle etkileşen malzemenin yüzeyindeki elektriksel dengesizliktir. Bir atom ya da molekül elektron kaybettiğinde veya kazandığında bu dengesizlik oluşmaktadır. Normalde atomda proton ve elektron sayısı birbirine eşittir ama elektronlar kolayca bir atomdan diğerine geçebilmektedir.

Statik elektrik, tabiatta birbirinden farklı veya aynı, iletken veya yalıtkan iki maddenin temas etmesi ve sonra ayrılması veya sürtünme meydana getirmesi sebebiyle kendiliğinden oluşur. Birbirleriyle temas halinde olan maddeler arasında, temas yüzeyi boyunca elektron transferi olur. Bu sınır tabakasının elektriksel karakteristiği, her iki temas halindeki maddelerin karakteristiklerinden farklıdır. Eğer bu iki madde birbirinden ayrılırsa, sınır tabakası ortadan kalkar ve neticesinde bir tanesinde elektron fazlalığı (negatif yüklenme) ve ötekisinde ise elektron azlığı (pozitif yüklenme) meydana gelir. Haliyle bu iki ayrı yük birbirlerini çekerler ve arada bulunan hava gibi yalıtkan olan bir tabaka boyunca ark (kıvılcım) yaparak deşarj olmak ve yük farklılığını dengelemek isterler. İşte bu ark teşekkülü bazı ortamlarda çok tehlikeli olabilir.

Statik terimi nispi bir kavram olup, zamana bağlı olarak statik elektrik (şarj) yavaş bir şekilde azalır. Zamanın uzunluğu malzemenin direncine bağlıdır. Bu malzemelere örnek plastik ve demirdir. Plastik elektrik direnci çok yüksek olduğu için uzun süre statik elektriği tutabilir.

Demir ise düşük elektrik direnci sebebiyle fark edilmeyecek kadar kısa bir süre üzerinde şarj tutar. Malzeme üzerinde biriken statik elektrik iki faktöre bağlıdır:

- 1- Malzeme üzerindeki şarj miktarı
- 2- Malzemenin kapasitif değeri

Bu faktörleri ilişkilendirirsek ortaya basit olarak;

$$Q = CV \text{ formülü çıkmaktadır.}$$

Q: Şarj  
C: Kapasite  
V: Yüklenen gerilim

Böylece düşük kapasitif özellikli bir malzemeye uygulanacak şarj, yüksek voltajlar oluşmasına neden olacaktır. Plastik düşük kapasitif özellikli bir malzeme olduğu için az bir şarj ile yüksek voltajlar üretebilmektedir.

"Volumetrik" ve "yüze" olmak üzere iki tip statik elektrikten söz edilebilir. Volumetrik statik elektrik malzemenin gövdesi içinde oluşur. Yüze statik elektrik ise malzemenin dış yüzeyinde bulunmaktadır. Endüstride statik elektrik problemleri yüze statik elektriğine bağlı olarak oluşmaktadır.

Bu yük yeterli kondansatör düzeneği sağlanıp depolanabilseydi, Türkiye'nin enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayabilirdi.

## Elektro Statik Deşarj Nedir?

Elektro Statik Deşarj (Electro Static Discharge-ESD) farklı gerilim potansiyellerine sahip iki cisim arasındaki elektrik yük alışverişinden meydana gelir.

Elektro Statik Deşarj kuşkusuz statik elektriğin bulunduğu her alanda karşımıza çıkmaktadır. Elektro statik, kalbimizin çalışmasından, şimşek ve yıldırımlara, atom içindeki yüklerin etkileşimlerine kadar geniş bir alandaki fiziksel olayları inceler. Statik elektriğe en büyük örnek olarak yıldırım verilebilir. Bilindiği gibi + ve - yüklü bulutların birbirine yaklaşması esnasında tabiatın en büyük statik elektrik deşarjı meydana gelmektedir. Japonya'da yapılan çalışmalarda; ortalama olarak ölçülebilen yıldırım enerjisi 15-20 mega volt (MV) civarındadır. Çıplak ayakla halı üzerinde yürürken ayaklarımızın karıncalanması statik yüklerdendir. Çalıştığımız ortamdaki malzemelerle de sıkça temas halinde olmamız malzeme üzerindeki yükleri üzerimize çekmemize neden olur.

İnsanların statik elektrik yüklenmesi yürüme esnasındaki sürtünmelerden, araçlara inip binmesinden, çalıştıkları masadan, giymiş-çıkarmış oldukları elbiselerden oluşabilir. Aşağıdaki Tablo-1'de insanların hareketleri esnasında oluşan bazı statik elektrik miktarları ve bunları oluşturan unsurlar verilmiştir:

Tablo-1 Elektro Statik Gerilimler*			
Olay	Bağlı Nem		
	10%	40%	55%
Halı üzerinde yürümek	35,000 V	15,000 V	7,500 V
Vinil zemin üzerinde yürümek	12,000 V	5,000 V	3,000 V
Tezgah işçisinin hareketleri	6,000 V	800 V	400 V
Devre elemanlarını plastik ambalajdan çıkarmak	2,000 V	700 V	400 V
Devre elemanlarını vinil ambalajdan çıkarmak	11,500 V	4,000 V	2,000 V
Devre elemanlarını strafor ambalajdan çıkarmak	14,500 V	5,000 V	3,500 V
Devre kartlarını pıtpıt ambalajdan çıkarmak	26,000 V	20,000 V	7,000 V
Devre kartlarını köpük kutuya yerleştirmek	21,000 V	11,000 V	5,500 V

\*Kaynak: AT&T ESD Control Handbook-1989

Tablo-1'de de görüleceği gibi ortamdaki nem oranı arttıkça statik enerji miktarı azalmaktadır. Kullanılan malzemelerin sentetik olması statik enerji oluşumunu artıran nedenlerdendir.

Elektronik malzeme üreticilerinin ürettikleri cihaz ve komponentlerde arızaların oluştuğu görülüp tehlikenin ciddiyeti anlaşıldığında, 1980'lerin sonuna doğru kalite işlemlerini geliştirmek ve 100 volt (V) üzerinde duyarlılık eşliğine sahip elektronik malzemeleri muhtemel ESD hasarlarından korumak maksadı ile Avrupa Elektroteknik

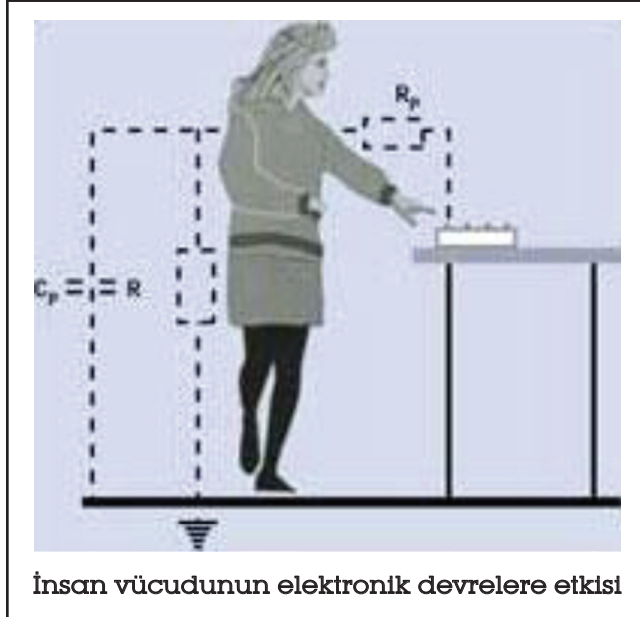
Standartlaştırma Komitesi (CENELEC) elektronik aletler komitesi kuruldu.

İnsanların almış oldukları statik elektrik hem sağlıklarına hem de kullanmış oldukları elektronik cihazlara zarar vermektedir. Elektronik cihazları kullanma ve taşıma esnasında bilerek ya da bilmeyerek üzerindeki statik elektriği devre elemanlarına boşaltmakta (elektrostatik deşarj) bu da o ekipmanları kullanışsız hale getirmekte ya da ömrünü azaltmaktadır.

Birçok devre elemanı, komponentler, devreler, ileri teknoloji ürünleri, elektrostatik şarjın aniden değişimi yüzünden istenmeyen arızalara ve ürün kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. ESD'den etkilenen ekipmanları; tranzistörler, diyotlar, lazer diyotları, elektro-optik cihazlar, hassas film rezistörleri, ince ve kalın film rezistörleri, kapasitörler, farklı yarı iletkenler, mikro devreler, hibrid cihazlar, piezoelektrik kristalleri ve hatta daha komplike entegrasyonlu devre cihazları olarak sıralayabiliriz.

Elektronik devre elemanlarının duyarlılık eşiklerine ait tablo aşağıda yer almaktadır:

Elektronik Devre Elemanı	Duyarlılık Eşiği (V)
Mosfet	100
Schottky Diyot	300
Eprom	100
Film Direnç	300
Jfet	140
Bipolar Transistör	380
Opamp	190
Scr (Tristör)	680
Cmos	250
Schottky Ttl	1000



İnsan vücudu elektrostatik potansiyeli 3500 volta kadar bir şeyler hissetmeye başlar, 4500 volta kadar iştirir, 5000 volt ve yukarısını görür. Binlerce volt yüklenen insanlar farkına varmadan elektronik aletlere zarar verebilir.

Elektronik aletleri korumak maksadıyla oluşturulan antistatik ekipmanlar hızlı deşarj sağlamamalı, dereceli olarak

iletim ortamı oluşturulmalıdır. Alan direnci 103 ohm ( $\Omega$ ) ve altındaki iletkenler çok hızlı deşarj sağlarlar. Alan direnci 104-105  $\Omega$  arasındakiler de hızlı deşarj sağlayan materyallerdir. Alan direnci 106-1012  $\Omega$  arasında olan materyaller gerçek antistatik materyallerdir bunlar yavaş yavaş deşarj ettiklerinden malzemelere zarar vermedikleri gibi insanı da korurlar. Alan direnci 1012  $\Omega$ 'dan büyük olan materyaller yalıtıcıdır ve kullanılmazlar.

Deşarjların önlenmesi için alınması gereken önlemler birçok standartla açıkça belirgin hale getirilmiştir. Bu önlemlerin çoğunda esas olarak Elektrostatik Koruma Alanı (EPA) uygulaması kullanılmaktadır. Temel olarak bu sistem ESD oluşumuna olanak tanıyabilecek hassasiyetteki devrelerde yüksek yüklerle yüklemeye olanak veren elemanların kullanılmamasıyla gerçekleştirilir. Bu da elektronik elemanların topraklanması ya da bu parçalar üzerinde çalışan kişilerin elektrostatik deşarjı önleyecek tarzda önlemleri almasıyla mümkün olmaktadır.

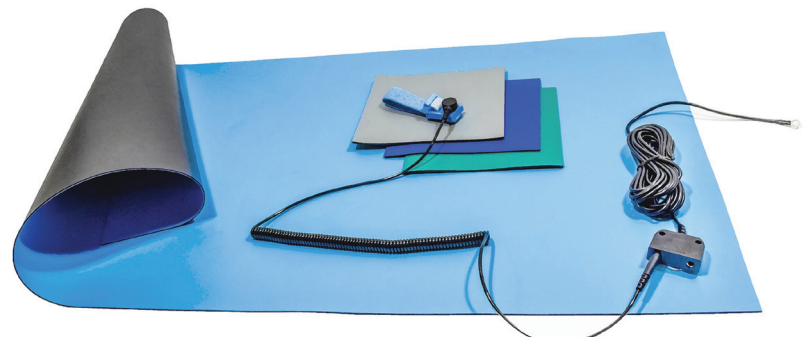
ESD'nin verdiği zararlar;

- Yüksek maliyet,
- Düşük kaliteli ürün,
- Özellikle kritik zamanlarda ortaya çıkan cihazın çalışmaması, olarak sıralanabilir.

Eğer elektro statik deşarjdan cihaz ve sistemler çok düşük bir maliyetle korunmuş olursa, bakım onarım, parça iş gücü ve zaman maliyetlerinden tasarruf edilmiş olacaktır.

Alınabilecek Önlemler -Bütün çalışma alanları, hassas ve dikkat çekici ESD sembol ve işaretleri ile korunmuş ve personel alana girmeden önce işaretlemeler yapılarak çalışma alanı ESD'den korunmalıdır.

- Yapılan işlemlerde gerekli olan yalıtım ve izolasyon iletkenlerin elektron akışını engellemek içindir. Böylelikle, bir anlamda iyonizasyon sistemi sağlanmış olur.
- Personel ve ziyaretçiler çalışma alanı içerisine girerken; bileklik ve-veya topuk bandı, eldiven veya parmaklık takarak topraklama sağlanmalıdır, düzenli olarak ESD önlükleri giyilmelidir.
- Silikon içeren temizleyiciler kullanılmamalıdır çünkü bu gibi maddeler izolasyonlu tabakanın iletkenliğini veya dissipatif özelliği olan malzemenin düzgün işlev görmesini engeller ESD örtülerini temizlemek için; statik dissipatif ve solüsyon içeren ESD özellikli temizleyiciler kullanılmalıdır.
- ESD özellikli tamir ve bakım masaları, koltukları kullanılmalıdır.
- Anti-statik özelliğe sahip ahşap ve kumaşlardan üretilen mobilyalar tercih edilmelidir.



## ESD'den Korunma Ekipmanları

**Bileklikler:** Bilekle birebir temas ederek, elimizdeki yükün toprağa deşarjını sağlar.

**Topuk Bandı:** Ayakkabının iletken zeminle teması sağlanarak, statik yük toprağa aktarılır.

**Elbiseler ve Önlükler:** Kişi üzerindeki statik yükün oluşma potansiyelinin minimize edilmesi için kullanılır.

**Poşetler:** Özellikle baskı devrelerin (PCB) ve elektronik komponent korumasında kullanılır.

**Zemin Uygulamaları:** Anti statik-iletken kaplamalar, sürtünme etkisinden ya da elektronik cihazlardan kaynaklanan statik elektriği topraklama yoluyla azaltmak ya da ortadan kaldırmak amacıyla kullanılan; iletkenliği düşük malzemelerdir. PVC, halı kaplama, boya seçenekleri mevcuttur.



**Mobilya Grubu:** Özel sandalyeler ve topraklanmış masalar kullanılarak statik yükün toprağa deşarjı sağlanır. ESD (antistatik) koltuklar (sandalyeler) ve ESD (antistatik) masalar kullanılarak statik yükün toprağa deşarjı sağlanır. Sandalyenin sırtından başlayarak tekerleklerine kadar devam eden antistatik yapı, sandalyenin ya da taburenin herhangi bir noktasında gerçekleşebilecek statik yük deşarjının toprağa aktarılması ile ortadan kaldırılmaktadır. Teknik servis masalarında kullanılan ESD laminant ve ESD boya ile masanın yüzeyinden veya rafından, ayaklarına veya tekerleklerine kadar her noktadan statik yük deşarjı 1 mega ohm direnç üzerinden düşük bir akımla sağlanabilir. Masa üzerinde yer alan topraklama çıkışları aynı zamanda masa üzerinde bileklik gibi yine ESD koruma amaçlı kullanılan aparatlar vasıtasıyla deşarjlar için önemlidir. ■

