

## ESD EL KİTABI



## ***Elektronik alanında Elektrostatik Deşarj'dan korunum.***

### **GİRİŞ**

Bu el kitabı elektrostatik deşarj fenomenini açıklamakta ve bu duruma karşı alınacak farklı önlemler hakkında bilgi içermektedir. Kitap ESD-Standartları açısından tam olarak bir standart değildir.

Kitaptaki bütün bilgiler CEI/IEC 61340-5-1:

1998 ve CEI/IEC 61340-5-2/TS : 1999, die von der International Electrotechnical

Commission , 3 rue de Varambe, Genf, Schweiz, tarafından yayınlanmış olan normlara dayanmaktadır.

(<http://www.iec.ch>).

## NORMLAR

IEC 61340-5-1	Elektronik Komponentlerin ESD-Korunumu Genel Gereklilikler (1999)
IEC 61340-5-2	Elektronik Komponentlerin ESD-Korunumu Kullanıcı El Kitabı (1999)
IEC 61340-4-1	Zemin kaplamalarının ve katmanlarının elektriksel dirençleri.
ANSI/ESD S20.20-1999	Elektrik ve Elektronik Komponentlerin Korunumu, Komponentler ve Cihazlar USA 1999 ( <a href="http://www.esda.org">www.esda.org</a> )
ANSI/ESD S541-2003	ESD-Duyarlı Komponentlerin Paketlenmesi USA 2003 ( <a href="http://www.esda.org">www.esda.org</a> )

## İÇİNDEKİLER

GİRİŞ, NORMLAR.....	2
ESD .....	6
MATERYALLER.....	8
İZLENECEK YOLLAR.....	10
ETİKETLER, TABELALAR.....	12
PERSONEL TOPRAKLAMASI.....	17
EPA, ÇALIŞMA MASASI.....	20
KONTROL.....	23
EPA ALANININ DIŞINDA ÇALIŞMA.....	25
GÜVENLİK.....	26
KULLANIM, PAKETLEME.....	27
POŞET.....	30
ZEMİN MATERYALİ .....	32
HAVA NEMLİLİĞİ.....	35
İYONİZASYON CİHAZLARI.....	35
ÖLÇÜMLER.....	37
EL ALETLERİ.....	42
ZİYARETÇİLER.....	44
CHECK-LISTE .....	44

## ESD

### Elektrostatik Deşarj Nedir?

ESD (Electro Static Discharge) farklı gerilim potansiyellerine sahip iki cisim arasındaki elektrik yük alış verişinden meydana gelir.

Elektrostatik yüklenme iki farklı materyalin yan yana sürtünmesi veya birbirlerinden ayrılması sonucu meydana gelir. Buna örnek olarak şunları verebiliriz:

- Plastik zemin üzerinde yürümek
- Sentetik elbise üzerindeki sürtünme
- Plastik kapların itilip çekilmesi
- PVC yapıştırıcı bantlarının açılması
- Taşıma bandlarının hareketi

Statik yüklenme modern çalışma alanlarında yüksek gerilimlerin oluşmasına neden olabilir. Bu gerilim genelde 10kV üzerindedir.

Hava nem oranının %20'nin altında olduğu lokallerde 30kV gerilim oranı ölçülmüştür.

Farklı yüklere sahip iki cisim birbirlerine yaklaştırıldığında elektronlar aniden birinden diğerine akar.

ESD, birbirlerine yakın duran iki cisim arasında elektriksel gerilim alanı oluşmasıyla da ortaya çıkabilir.

*ESD'nin olumsuz sonuçları şunlardır:*

- Yüksek maliyetler
- Kötü kalite
- Memnun olmayan müşteriler

Günlük hayatımızda bir çok eylemimiz vardır elektriksel gerilim oluşturan ve duyarlı elektronik komponentlere zarar veren.

<b>Hava Nemliliği</b>	<b>%10 - %25</b>	<b>%65 - %90</b>
Halı Üzerinde Yürümek	35,000 Volt	1,500 Volt
Poly-Poşet Masa üzerinden çekmek	20,000 Volt	1,200 Volt
Urethan Köpüklü Sandelye	18,000 Volt	1,500 Volt
Vinyl Zemin üzerinde yürümek	12,000 Volt	250 Volt
Masada Çalışma	6,000 Volt	100 Volt

<b>Komponent Tipi</b>	<b>ESD-Duyarlılık</b>
JFET	140 – 7,000 Volt
VMOS	30 – 1,800 Volt
MOSFET	100 – 200 Volt
GaAsFET	100 – 300 Volt
EPROM	100 Volt

Komponent Tipi	ESD-Duyarlılık
Tek Kutuplu Transistör	380 – 7,000 Volt
CMOS	250 – 3,000 Volt
SCHOTTKY TTL	1,000 – 2,500 Volt
SCHOTTKY DIODE	300 – 2,500 Volt
OP-AMP	190 – 2,500 Volt

### ESD yoluyla meydana gelen maliyet zararları

Kişisel hatalar yoluyla meydana gelen:

- sınırlı maliyet
- ölçüm esnasında meydana gelen en basit ESD kaybıdır.

Görünmeyen (Latent) kayıplar:

- yüksek maliyet nedenleri:
- müşteri şikayetleri
- servis
- yedek parça temini
- imaj kaybı
- müşteri kaybı

## MATERYALLER

Materyaller ESD 'ye karşı korunumda dirençlerine göre sınıflandırılırlar.

Yüzey direnç ölçümleri her zaman materyallerin etkinliğini belirten bir gösterge değildir.

Materyal direnci  $10^{10} \Omega$  veya materyal homojen olmayan bir şekilde üretilmiş ise meydana gelen gerilimin sönüm süresinin hemen ölçülmesi tavsiye edilir.

### Kaplamalı Korumalı Materyaller

Bu materyaller Faraday Kafesi prensibi yoluyla elektrik akımını keser ve elektrostatik deşarjdan meydana gelen enerjiyi azaltırlar. Çoğu kaplamalı materyaller yapılarında iletken metal (  $< 10^3 \Omega$  ) yada gerilim alanını küçülten veya yansıtan Karbon element barındırırlar.

### İletken Materyaller

Oldukça küçük direnç değerleri vardır (  $< 10^5 \Omega$  ) ve bu yüzden hızlı bir elektrik yükü akışına neden olurlar. İletken Materyal topraklandığı anda bütün yükünü toprağa iletmış olur.Bu Materyallere örnek olarak Metal, Karbon ve İnsan teni üzerindeki ter tabakası verilebilir.



## **Dissipative (Dağıtıcı) Materyaller**

Yüzey direnci  $10^5\Omega$  ve  $10^{12}\Omega$  arasında değişen Materyallerdir. Materyal üzerinde meydana gelen elektriksel potansiyel farklılıklarını çok kısa zamanda dengelerler.

## **Yalıtkan Materyaller**

Yüksek bir yüzeysel dirence sahiptirler  $10^{12}\Omega$  ve çok zor topraklanırlar.

Statik yük başka bir yere akmadan uzun bir süre materyal üzerinde kalır. Bu özellik bir ESD programı çerçevesinde kontrol altına alınması gereken bir tehlike olarak kendini gösterir. Plastik, Cam ve Hava bu Materyale örnektir.

## İZLENECEK YOLLAR

**Elektrostatik Deşarj nedeniyle her zaman ortaya çıkabilecek zararlar:**

Mal Giriş Yeri

Mal Kabulü

Üretim

Çalışma Bandı

Ölçümler

Depolama

Paketleme

Transfer

Bakım

Temel İzlenecek Yollar: Topraklama  
Kaplama (shielding)  
Nötralize (İyonizatör)

### **Dört Altın Kural**

1. Her zaman Aktif komponentlerin ESD duyarlı olduğunu düşünün.
2. Elektronik komponentlere sadece ESD-Korunumlu (EPA) alanlarda, kurallara uygun bir şekilde topraklama yapılmışsa eğer, dokunun.
3. ESD-Duyarlı ekipmanlarının depolanmasında ve transportunda ESD-Korunumlu kutular kullanınız.
4. Düzenli olarak iç ve dış taşıma şirketlerinizin ESD güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.

Şarjın olmadığı yerde deşarjın da olmayacağı ana prensibini göz önünde bulundurun. İletken ve dissipate (dağıtıcı) özellikli materyaller statik şarja ve bunun sonucu olarak da deşarja izin vermezler.

Tüm ekipmanlarda hareketli parçaların hareket yoluyla herhangi bir yüklenmeye neden olmaması için kullanılmaması gerekir. Buna örnek olarak Lastik Rulolar ve Plastik kayıcı veya itici v.b.

Ekipmanların üzerinde taşındıkları malzemeler veya kontak durumuna getirildikleri malzemelerin de antistatik yada iletkenlik özelliği olması gerekir.

İyonizatör kullanımı bulunulan alanı nötralize eder ve daha sonraki yüklenmeleri de engellemiş olur.

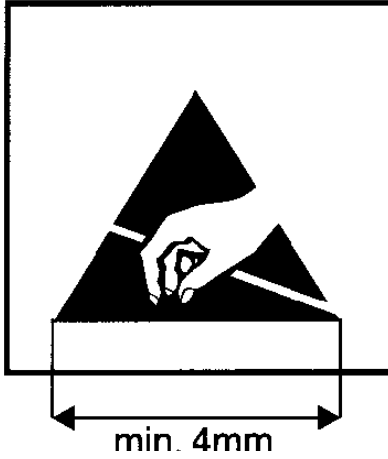
Kişinin ESD güvenli ekipmanlarla çalışması ve minimal düzeydeki hareketliliği statik yüklenme riskini azaltan faktörlerdir.

## ETİKETLER

### Ana Sembol

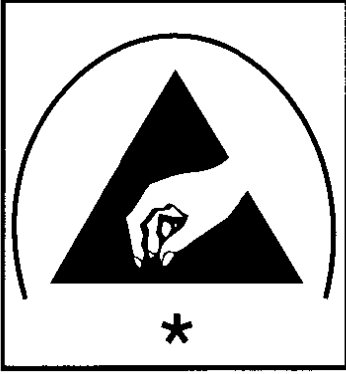
Ana Sembol siyah çerçeveli bir üçgen içerisindeki sarı renkli bir el işaretidir.

Bu işaretin kullanımı ESD duyarlı ekipmanların veya elementlerin lokalize edilmesi olarak amaçlanmıştır.



## Güvenlik Sembolü

Bu sembol bütün ESD güvenlik kapsamındaki ürünler üzerinde (Poşetler, Kutular ve Önlükler) belirtilmiştir. Sembol içeriğinde bulunan her harf malzeme karakteristiğini ifade eder.



<sup>x</sup>C conductive (iletken)

D dissipative (dissipativ/dağıtıcı)

L low charging (alçak yüklenme (şarj))

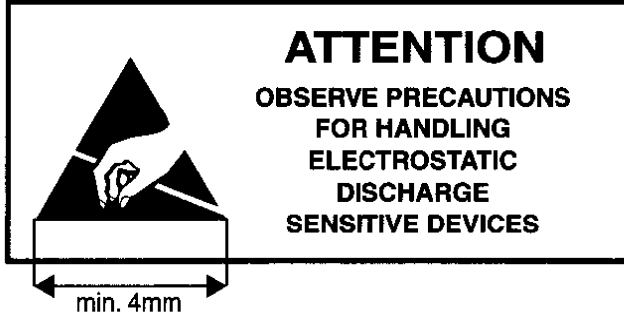
S shielding (koruyucu kaplamalı)

## EPA (Electrostatic Protected Area) Sembolü

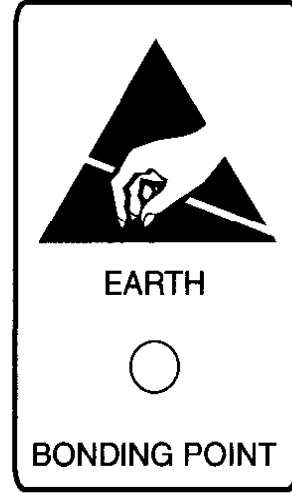
Bu Sembol, ESD güvenlik önlemi alınmış çalışma masası ve sandalyeleri, tekerlekli çalışma arabaları gibi ekipmanlarda kullanılır.



## ESD uyarı sembolü



## Topraklama-Nokta Sembolü



## UYARI TABELALARI

Tabelalar, personelin ve gelen ziyaretçilerin dikkatini çekecek şekilde kullanılmalı ve kişiye de EPA bölgesine girmeden açık bir mesaj vermelidir.

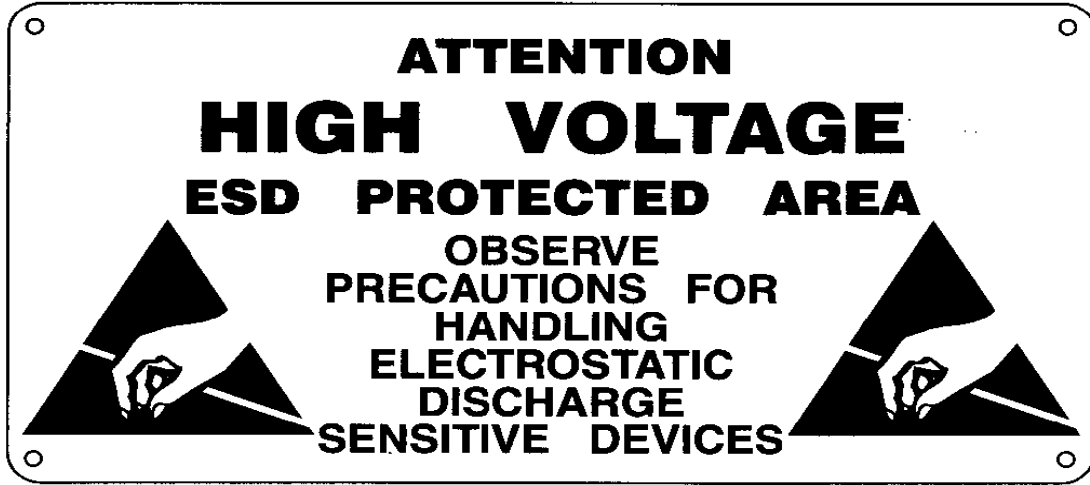
Özellikle 250 VAC üzerindeki gerilimlerde veya 500 VDC üzerindeki değerlerde normlara uygun uyarı levhaları kullanılmalıdır.



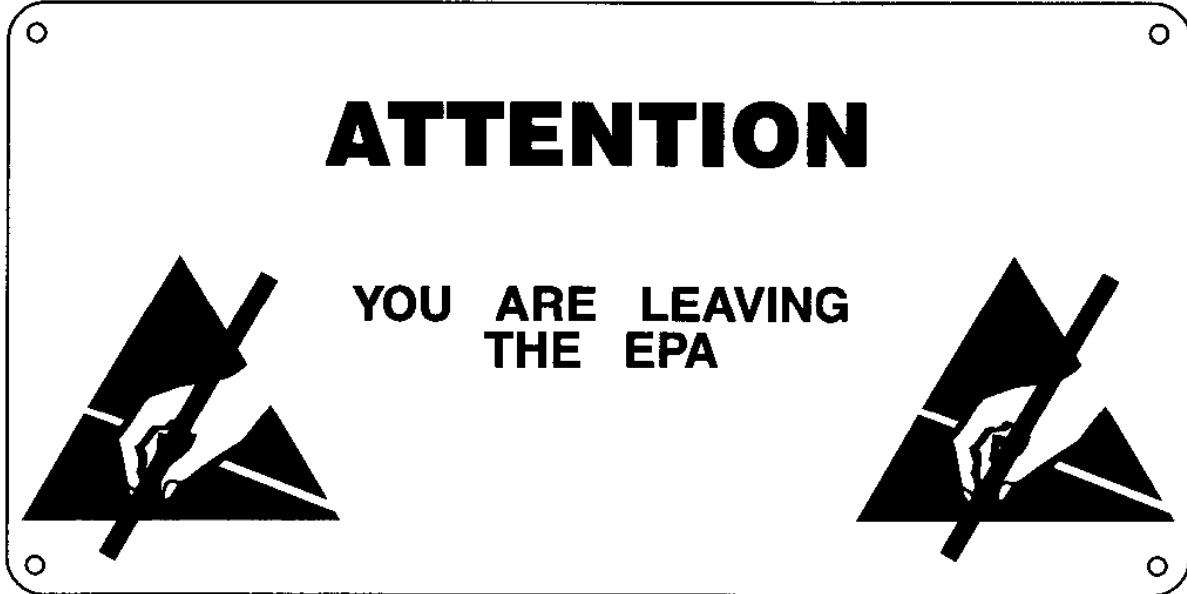
EPA Uyarı Tabelası



EPA Yüksek Gerilim Tabelası



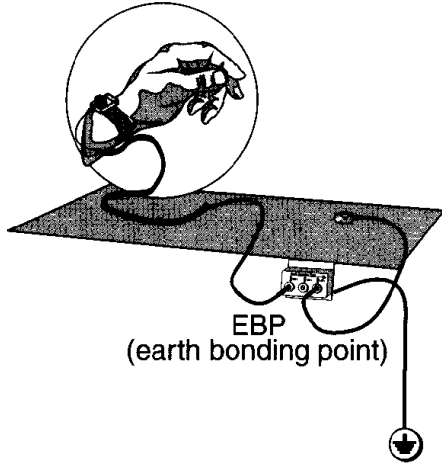
EPA Çıkış Tabelası



## PERSONEL TOPRAKLAMASI

### İnsanlar elektrostatik şarjın oluşumundaki ana kaynaklardır

Topraklama sistemlerinin kullanımındaki amaç personelin, ekipmanların ve diğer iletkenlerin aynı gerilim potansiyellerine sahip olmalıdır. Güvenli bir topraklamayı sağlamak için ESD-Zemin direk olarak binayla veya topraklama hattıyla bağlanmalıdır ve aynı potansiyel seviyede bulunmalıdır.



## Personel Topraklama Olanakları

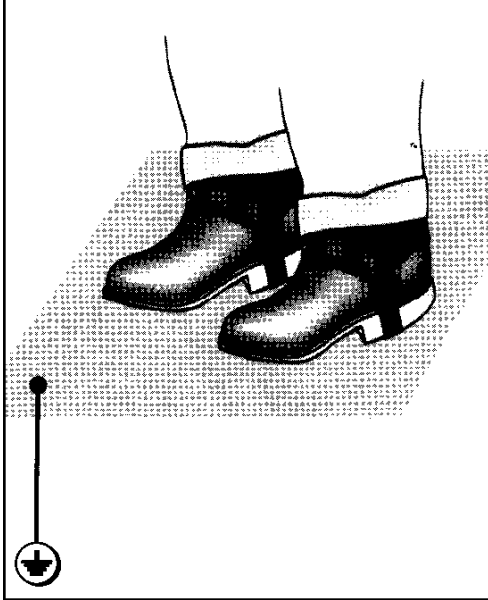
### BİLEKLİKLER:

Kişi topraklamasında en çok kullanılan üründür ve toplanmış gerilimi güvenli bir şekilde vücuttan atar.

### AYAKKABI VE TOPRAKLAMA TOPUK BANDLARI:

Bazı kısımlarda iletken özellikli ayakkabılar veya topuk bandları kullanılır. Burada dikkat edilmesi gereken topuk bandlarının zeminle veya zemin kaplamasıyla düzenli bir kontak kurulmasının sağlanabilmesi açısından her iki ayak için de kullanmaktır.

Ayakkabı topraklama bandları tamamen izole veya kötü topraklanmış zeminlerde topraklama görevini tam olarak yapamayabilir.



### ELBİSELER, ÖNLÜKLER:

İletken özellikli elbiselerin asıl kullanım amacı kişi üzerinde toplanmış statik yükü minimal düzeye indirmektir.

Önlük dokusu Faraday Kafesi karakteristiği göstermelidir. Bir başka deyişle tehlikeli elektrik alanlarının genişlemesini ve duyarlı elektronik komponentlerin zarar görmesini engelleme prensibiyle işlenmiştir. Sonuç olarak kullanılan önlük, vücudu tamamen kaplamalı ve iletken bir yapı göstermelidir.

### ELDİVENLER:

ESD duyarlı ekipmanlar dokunma esnasında, kişi topraklanmış olsa bile zarar görebilirler. Kapı direncinin (atlama direnci) yükseltilmesi, deşarj süresinin kontrol edilmesindeki bir olanaktır. Bu etki dissipativ özellikli parmaklıkların veya eldivenlerin kullanımıyla gerçekleştirilir.

### SANDALYELER:

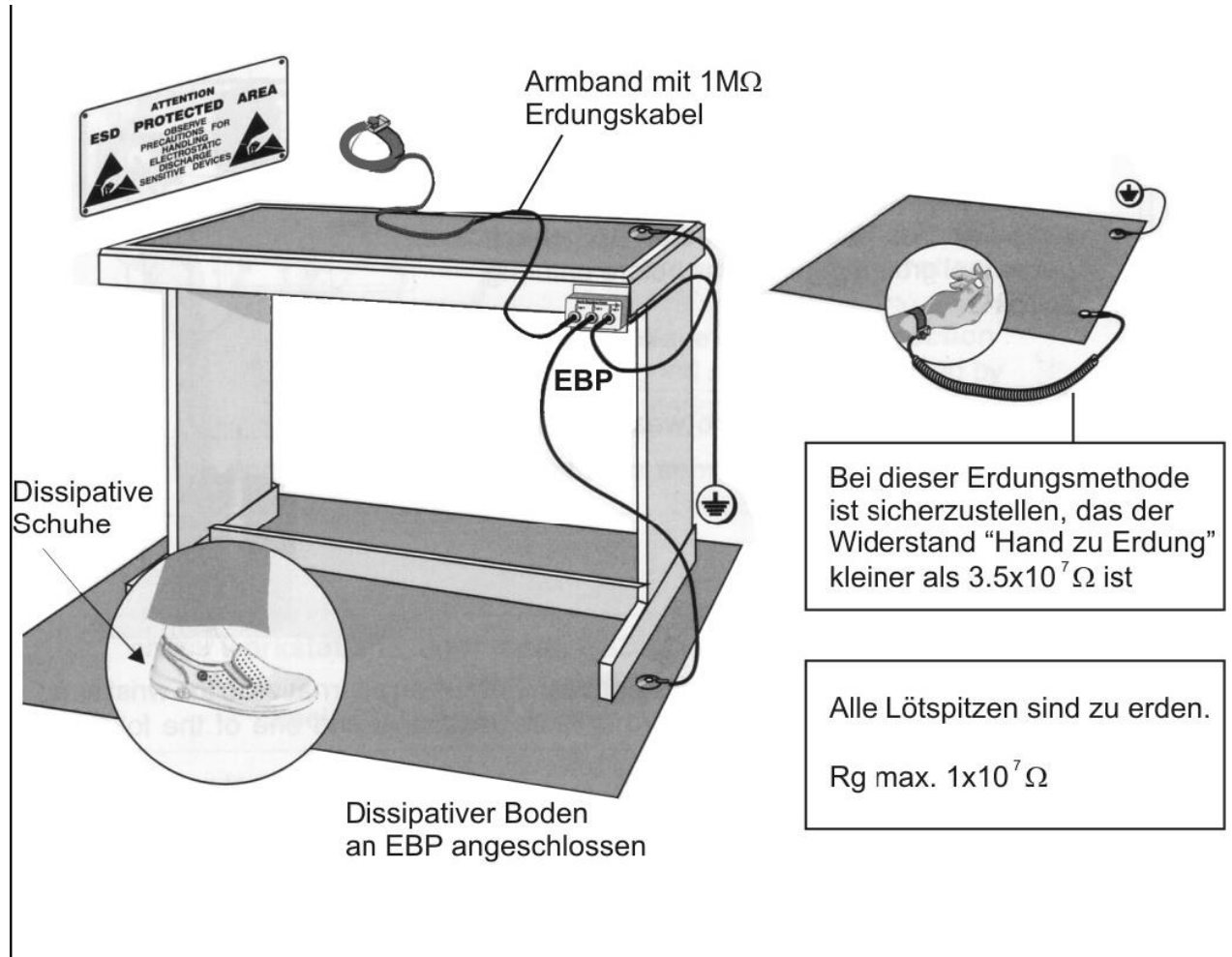
Sandalyenin her bölgesi yani kişinin temas edebileceği her bölgesinin direnç değeri  $10^{10}\Omega$  altında kalmalıdır ve en az iki tekerleğinin veya kayıcısının iletkenlik özelliğine sahip olması gerekir.



- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1- Statik dağıtıcı Tekerlekler | 10- Araba topraklama                    |
| 2- Statik dağıtıcı Yüzeyle     | 11- Ayak Bandı ve Topukluklar           |
| 3- Kol Bandı Test Cihazı       | 12- İyonizetör                          |
| 4- Ayakkabı Test Cihazı        | 13- Dissipative Masa Örtüsü             |
| 5- Ayak Elektrodu              | 14- ESD-Sandalye                        |
| 6- Topraklı Kablolı Kol Bandı  | 15- Dağıtıcı Dissipativ özellikli zemin |
| 7- Topraklama Bağlantısı       | 16- ESD Elbise                          |
| 8- Topraklama                  | 17- Dağıtıcı Dissipative Raflar         |
| 9- Topraklama İstasyonu        | 18- EPA İşareti                         |

## ÇALIŞMA MASASI

Burada önemli olan çalışma masalarının ve çalışma yüzeylerinin ESD materyalleriyle kaplanmış olması ve kablo yardımıyla da iyi bir şekilde tek noktadan topraklanmış olmasıdır.





### Olması Gerekenler:

- Bütün yabancı maddeleri masanızdan uzaklaştırın (Yemek, İçecek, Tarak, Çanta, Elbise)
- Bilekliklerinizi günlük kontrol ediniz.
- Topraklama bağlantılarınızı, kaplama örtülerinizi ve diğer topraklama ekipmanlarınızı haftalık kontrol ediniz.
- ESD korunumlu yüzeyleri özel temizlik (antistatik temizleyiciler) malzemeleriyle temizleyin. Diğer evlerde kullanılan temizlik maddeleri yüzeyde yalıtkan bir tabaka bırakabilirler.

## **KONTROL**

IEC 61340-5-1 ESD-Norm'una göre ESD-Koruyucu-Materyaller, Bileklikler, Topukluklar, Çalışma yüzeyleri ve zeminleri gibi, düzenli aralıklarla kontrol edilmesi gerekir.

### **Personel Topraklama Kontrolü**

Kişi topraklama istasyonu bir bileklik ve/veya bir topukluk olarak kişinin yeterince topraklandığını veya topraklanmadığını EPA alanına girmeden önce kontrol etmek için düşünülmüştür.

Bilekliklerinizi ve Ayakkabı yada topukluklarınızı günde iki defa kontrol ediniz.

## Ayakta Yapılan Çalışmaların Kontrolü

Kol bilekliklerine alternatif olarak ESD-Zeminlere bağlantılı olarak ve buna uygun bir şekilde üretilmiş antistatik ayakkabılar kullanılabilir.

Bu şekilde kurulacak bir sistemde de uyulması gereken kurallar da daha katı bir şekilde sınırlandırılıyor ve bunun için aşağıdakilerden en az birinin yerine getirilmesi şart koşuyor.

- Kişinin zemine olan direnci  $3,5 \times 10^7 \Omega$  değerinin altında olmalıdır.
- Vücut yüzeyinde oluşan maximum gerilim 100 V'u geçmemelidir.

Bu değerlerin ölçümünde daha kolay olması için Megaohmmetre kullanılması tavsiye edilir. Cihaz, ESD-Zemin üzerinde ESD-Ayakkabılı kişi ile zeminin bağlanması yoluyla ölçüm yapar.

Zemin sistemlerinizi yılda iki kez kontrol ettiriniz.

Kullanılan antistatik giyeceğin direnç değeri  $10^{12} \Omega$  altında kalmalıdır. Eldiven ve parmaklıkların direnç değerleri de  $7,5 \times 10^5 - 10^{12} \Omega$  arasında olmalıdır.

## EPA Alan Kontrolü

Çalışma masanızı, yer kaplamalarını, topraklama bağlantılarınızı ve iyonizötör cihazınızı aylık olarak ve ESD-Test cihazlarınızı yıllık olarak kontrol ediniz.

Yönlendirici dirençler aşağıdakiler gibi olmalıdır:

- Çalışma alanı yüzeyi:  $7,5 \times 10^5 \Omega$  -  $10^9 \Omega$ .
- Zemin:  $10^9 \Omega$  'dan daha düşük.
- Oturma zemini:  $10^{10} \Omega$  'dan daha düşük
- El Aletleri:  $10^{12} \Omega$  'dan daha düşük.

## İyonizötör'lerin Kontrolü

İyonizötör cihazları ventilatör aracılığıyla yüksek miktarlardaki pozitif ve negatif iyonları eşit ölçülerde dağıtarak elektrostatik şarjı (yüklenmeyi) nötralize ederler.

Hatalı iyonizötörler pozitif ve negatif iyonları farklı miktarlarda dağıtırlar ve bunun sonucunda da nötralize yerine tehlikeli ölçülerde yüklenmeler meydana gelir.

Bunun içi aylık olarak İyonizötör cihazınızı kontrol ediniz.

## **EPA ALANI DIŞINDA ÇALIŞMAK**

ESD-Duyarlı ekipmanlarla ESD korunumlu bölge dışında çalışmak en tehlikeli aktivitedir ve maalesef bu durum genel olarak görmezden gelinir.

Bu olguyu bu derece önemli hale getiren neden ise çalışma bölgesindeki ESD oluşumuna sebep olan kaynaklardır.

Bu yüzden bu tür duyarlı ekipmanlar yada komponentler dıştan korumalı poşetler içerisinde bir yerden diğerine transfer edilmelidir.

Güvenli bir çalışma yüzeyi elde etmek için korunma alınmamış çalışma yüzeylerinde dissipativ (dağıtıcı) özelliğine sahip ve diğer cihazlarla beraber topraklanmış örtüler kullanılmalıdır.

ESD-Duyarlı ekipmanlarla sadece ESD korunumlu örtü üzerinde çalışın.

## **EL ALETLERİ**

Bu aletlerin tutma sapları kesinlikle yalıtkan özellikli olmamalıdır.

Şarj sönüm süresi 1000 V - 100 V aralığında 2s olmalıdır..

Bütün havyalar topraklanmış havya uçlarıyla ve düşük voltajda kullanılmalıdır, 6V - 24V aralığında.

## GÜVENLİK

İnsan güvenliği önem kategorisinde birinci sırada geldiğinden özellikle üretimde kesinlikle buna karşı yeterli önlemler alınmalıdır.

Personel topraklaması özellikle alternatif akım yakınında (AC) olası bir tehlike gösterir.

Bu yüzden 250 VAC üzerinde güç kaynaklarının yakınında çalışılırken personel topraklamasından vazgeçilmelidir.

Her ne kadar prodüksiyon malzemeleri insan topraklaması için  $1M\Omega$ 'luk bir koruma direnciyle güvenlik altına alınmak zorundaysalar da, akım gücünü 0,25mA düzeyine indirmek için, yinede bunun için oluşacak kaçak akımlara karşı güvenlik şalterleri kullanılması tavsiye edilir.

250 VAC veya 500 VDC üzerindeki voltajlarda normlara uygun uyarı levhalarının kullanılması tavsiye edilir.

## KULLANIM

### Transport ve Depolama

ESD-Duyarlı ekipmanların veya komponentlerin transportunda ve depolanmasında iletken (conductiv), dağıtıcı(dissipativ) ve koruyucu tabakalı(shielding) özellikli kılıflar, kutular, ayaklı raflar ve poşetler kullanınız.

Serbest ve hareket halinde olabilecek ekipmanların transportunda iletken köpüklerin kullanılması tercih edilir, minimum düzeyde elektriksel direnç özelliği gösterdikleri için. Bununla birlikte bu tür maddelerin bütün yüzeylerinde eşit düzeyde elektriksel potansiyel olmasıdır. Potansiyel farklılığı gösterip statik yük depolanmalarına izin vermezler.

Üretim gruplarına göre elektronik kartlar için iletken veya dağıtıcı özelliklerinde kasalar, kutular, raflar veya kılıflar kullanılır.

Tekerlekli raflarla yapılan taşımalarda statik şarj meydana geldiğinden ve bu şarj taşınan ekipmanlara nüfuz ettiğinden bu tür ESD-Rafların iletken yada dissipativ özellikli materyallerden üretilmesi gerekir ve tabii ki tekerleklerin de aynı özellikli materyallerden yapılmış olması gerekir.

Transport arabası ESD-Duyarlı ekipmanların yüklenmesi ve boşaltılması esnasında iletken olmayan bir zemin üzerinde kullanılıyorsa topraklama bağlantılarıyla yerinde topraklanması gerekir.

Ekipmanların üzerine konulduğu her yüzey topraklanmış olmalı ve noktasal iletkenlik direnci  $10^4\Omega$  - $10^{10}\Omega$  arasında, yönlendirici direnci  $7,5 \times 10^5\Omega$  - $10^9\Omega$  arasında olmalıdır. Eğer bir yüzeyin (örnek:Krom-Demir) noktasal iletkenlik direnci  $10^4\Omega$  değerinden düşük

ise burada ekipmanların yüzey üzerinde değil dissipatif kutularda veya dissipatif örtüler üzerinde muhafaza edilmesi tavsiye edilir.

## PAKETLEME

ESD-Korunumlu-Paketlemeler ekipmanları direk deşarjdan korur ve materyalin dış yüzeyine doğru hızlı bir gerilim akışına neden olur.

Bunun dışında paketleme materyali toz ve nemden de korur.

IEC 61340-5-1 standartları 3 değişik paketleme öngörür.

*Temaslı Paketleme:* paketleme materyali direk olarak komponentle temas eder

*Çevreleyici paketleme:* direk temas yoktur, bir veya birkaç komponent aynı anda çevrelenmiştir.

*İkincil Paketleme:* Fiziksel korunmalar için kullanılır. Duyarlı komponentlerden uzak tutulmalıdır ve EPA alanı içinde kullanılmamalıdır.

### Dikkat edilmesi gerekenler.

Bazı paketleme materyalleri nem den etkilenirler ve bu yüzden kullanılma süreleri kısa olur.

Bazıları yapısı gereği partiküller bırakırlar ve buda problemlere neden olur.

		EPA Alanı İçerisinde		EPA alanı Dışında	
	Temaslı	Çevreleyici	Temaslı	Çevreleyici	
ESDS	az derecede şarj olabilen ve iletken yada az derecede şarj olabilen dissipativ  Pil dayanaklı ESDS sadece iletken veya dissipativ ve $10^9\Omega$ ' dan fazla dirençli paketlemeler için kullanılır.	az derecede şarj olabilen ve korunaklı veya dissipativ	Tamamen EPA alanı içerisindeki kısımla aynı	Korunaklı	
ESDS olmayan		Dissipative veya az derecede şarj olabilen		Herhangi bir spesifikasyon yok.	
Not-Bilgi:  Yüzeysel direnci $10^{10}\Omega$ üzerinde olan paketlemelerdeki yüklenme (1000V – 100V) sönüm süresi 2s olması gerekir.					



## POŞETLER

### Antistatik Poşetler:

*Kullanım:* Bir EPA alanı içerisinde ESD duyarlı olmayan ekipmanlar için kullanılır

*Maliyet:* Düşük

*Görünüm:* Transparent veya pembe,mavi,yeşil gibi renklerle tonlandırılmıştır.

*Materyal:* Bir veya birkaç tabakalı Polyathylen.

*Karakteristikler:*  $10^{10}\Omega$  - $10^{12}\Omega$  arasında elektriksel direnci vardır.

*Yüklenme sönümü:* 1000 V -100 V 2 saniyeden azdır.

*Hava nem oranı:* %50 ve 22°C.

*Kullanım Süresi:* Ortalama 1 yıl.

**İletken Poşetler:**

*Kullanım:* ESD-Duyarlı ekipmanlar için uygundur.Hareket halindeki ekipmanlar için kullanılmamalıdır.

*Maliyet:* orta ölçekli.

*Görünüm:* Siyah

*Materyal:* Polyathylen ve Karbon katkı.

*Karakteristikler:* Elektriksel direnci  $10^3\Omega$  - $10^5\Omega$  arasındadır.

*Kullanım Süresi:* 5 yıl üzerindedir.

**Kaplamalı Poşetler:**

*Kullanım:* ESD-Duyarlı komponentler için uygundur

*Maliyat:* yüksek

*Görünüm:* metalize ve yarım transparent

*Materyal:* Polyester ve Polyathylen tabakaları arasında oluşturulmuş vakumlu Bölge içerisine yerleştirilmiş Alüminyum tabakalarından üretilmiştir.

*Karakteristikler:* Düşük düzeyde şarj edilebilir, elektrostatik deşarja karşı

Koruyucu bariyerli.

*Kullanım Süresi:* 2 yıl üzeri.

### **Kuru Poşetler:**

Aşınma (Korozyon) ve rutubete karşı korumalarda kullanılacak poşetlerdir.

Daha çok duyarlı komponentlerin uzun süreli depolanmalarında tercih edilir.

Optimal bir koruma için poşet içerisine kuru kalmayı sağlayan bir katkı maddesi ve nemlilik özelliğine sahip katkı maddesi (İndikatör) katılır ve daha sonrada poşet vakumlu bir şekilde paketlenir.

## **ZEMİN MATERYALLERİ**

ESD-Zemin Kaplamaları iletkenlik özelliğine sahip ayakkabı bağlantısıyla veya topukluklarla statik yükü zemin üzerinden deşarj ederler. Bundan dolayı ESD-Koruma-Programının çok önemli bir parçasıdır.

Dissipative özellikli zemin kaplamaları zemin üzerinde her türlü hareket sonucu meydana gelen şarjı minimal düzeye indirger.

Hareket halindeki her türlü cisim yada çalışanın tabanları dissipativ veya iletken özellikli maddelerle donatılmış olması gerekir ve bu da şarjın zemine akmasını sağlar.

### **Tavsiyeler**

- $3,5 \times 10^7 \Omega$  yönlendirici direnç değerinin altında olan zemin kaplamalarını tercih edin, çünkü bu tür kaplamalar iletken ayakkabılar veya topukluklarla personel topraklamasını mümkün kılar.
- Zemin kaplamasını üzerinde kullanacağınız cihazların nitelik, nicelik ve kullanılma sıklığına göre (ağırlık, tekerlekli ekipmanların tekerlek türleri v.s.) seçiniz.
- Zemin kaplamasının gürültü emicilik ve kayganlık önleyicilik özelliklerine dikkat edilmelidir.

## Zemin Türleri Ve Kaplamaları

### Vinil-Fayans (Çini)

Bakır bara yardımıyla topraklanır ve iletken Akrilik yapıştırıcıyla zemine monte edilir. Bununla beraber bu fayansların kimyasal maddelere ve sıcaklığa karşı çok az dirençleri vardır.

### Lastik-Fayans

Bu tür fayansların topraklanması da bakır barayla yapılır ve Vinil-Fayans gibi yapıştırılır.

Vinil-Fayans 'tan farklı olarak sıcağa ve kimyasallara karşı dirençlidir.

### Zemin Örtüleri (Halılar)

Daha çok bürolarda kullanılır fakat çok fazla dissipative özellik göstermez.

### Reçineli Zeminler

(Epoxyd-Reçine, Vinil-Ester, Polyurethan)

Bu tür zeminler ihtiyaca ve isteğe göre çeşitli kalınlıklarda elde edilebilir.

Kimyasallara karşı dirençlidirler ve kolayca temizlenebilirler. Fakat bunun yanında en üst tabaka çizilmelere ve aşınmalara karşı duyarlıdır.

## Zemin Kaplamaları

Zemin kaplamaları düşük maliyetleriyle kendilerini gösterirler ve kullanım yönünden pratiktirler.

Bununla beraber bu materyallerin yönlendirici elektriksel dirençleri olması gerekenden düşüktür.

Bunun dışında çok kolay aşınırlar ve sıkça yenilenmeleri gerekir.

## Zemin Örtüleri

### Vinil-Örtüler

Bir yerden diğer yere olan nakliyesi kolaydır. Sıcağa ve kimyasallara karşı direnci düşüktür.

### Lastik-Örtüler

Bu örtülerin de nakliye kolaylıkları vardır. Sıcağa ve kimyasallara karşı dirençlidirler.

### Kafes Yapılı Örtüler

(Polypropylen, Polyathylen)

Kirli ve ıslak bölgeler için özellikle uygundur. Nakliye kolaylıkları vardır.

## Hava Nemliliği

ESD kapsamında en önemli faktördür hava nemliliği. Çalışma alanı içerisinde hava nemlilik oranı düştüğünde otomatik olarak insan vücudu ve diğer izolatörler statik olarak yüklenirler. Kuru hava, izole yüzey üzerinde hareket ettiğinde (Ventilatör,Klima v.s.) statiji arttırıcı bir etki gösterirler.

Bu yüzden nemlilik oranı devamlı olarak %30 üzerinde olmalıdır. Bu değer altında kalındığı durumlarda iyonizetörlerin kullanılması tavsiye edilir.

## Hava Nemlilik Kontrolü

Her EPA-Alanı bir nem ölçerle ve bir sıcaklık ölçerle donatılmış olması gerekir. Ölçüm sonuçlarına göre daha sonra çıkacak hatalar bu yolla analiz edilmelidir.

## İyonizetörler

Geleneksel topraklamanın kullanıldığı ve materyallerin statik yüklenmelerinin engellenemediği durumlarda iyonizetörlere başvurulmalıdır. Elektrostatik yükün vantilatör yardımıyla pozitif ve negatif iyonlar olarak ayrılması neticesiyle kullanılan bölge nötralize edilir. İyonize edilmiş hava yüklenmiş bir materyalle temas ettirildiğinde materyal pozitif iyonları kendine çeker ve kendi yükünü nötralize eder. Bu işlem materyal üzerindeki duman tabakalarını, kir partiküllerini de aynı zamanda yok eder ve insanlarda da psikolojik rahatlık sağlar.

## İyonizetörler Hakkında

Nükleer Çalışma Sistemi	yüksek derecede bakım ihtiyacı.
Alternatif akımda (AC)	kısadeşarj süresi kuvvetli üflemlerde
Doğru akımda (DC)	daha kısadeşarj süresi.

## Koruma

Lokal Koruma (ufak alanlar)	Çalışma masası için İyonizetörler İyonize Çubuklar Tabanca İyonizetörler
Komple Koruma (bütün alan)	Manuel Alan Koruması Otomatik Alan Koruması

Yasal maximal Ozon oluşum Emisyonu: 0,2 mg pro m<sup>3</sup>.

Lokal korumalardaki en iyi çözüm doğru akımla çalıştırılan İyonizötörlerin düzenli olarak İyon emisyonudur.

## Farklı İyonizötörler

- Çalışma masaları için İyonizetörler
- Overhead-İyonizetörler
- Tabanca İyonizetörler: Özellikle elektronik kartlarda ve diğer ekipmanlardaki toz partiküllerini yok eder.

Bir İyonizetörün en iyi test yolu iyon ayrıştırma süresidir.

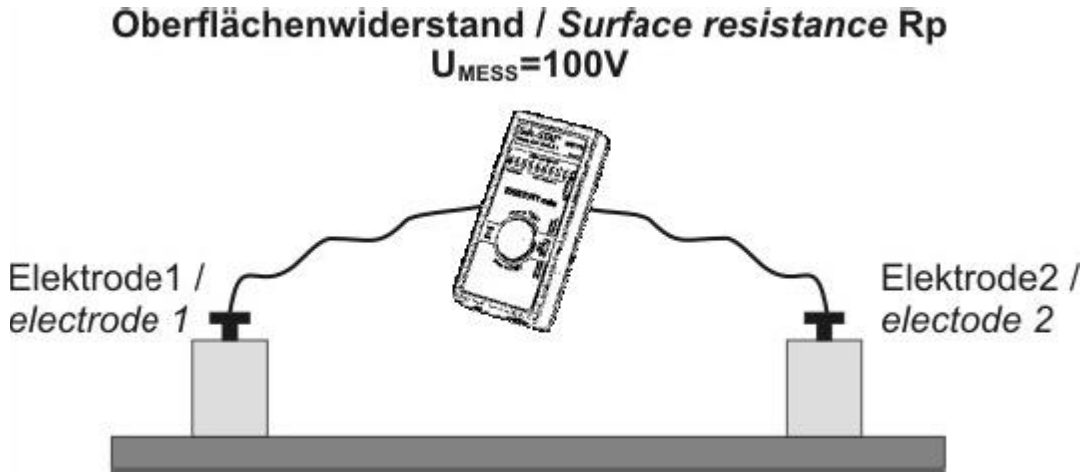
## ÖLÇÜMLER

### Direnç Ölçümü

Çalışma yüzeyinin niteliği açısından en etkili yöntem materyalin direnç ölçümüdür.

#### Noktasal Direnç:

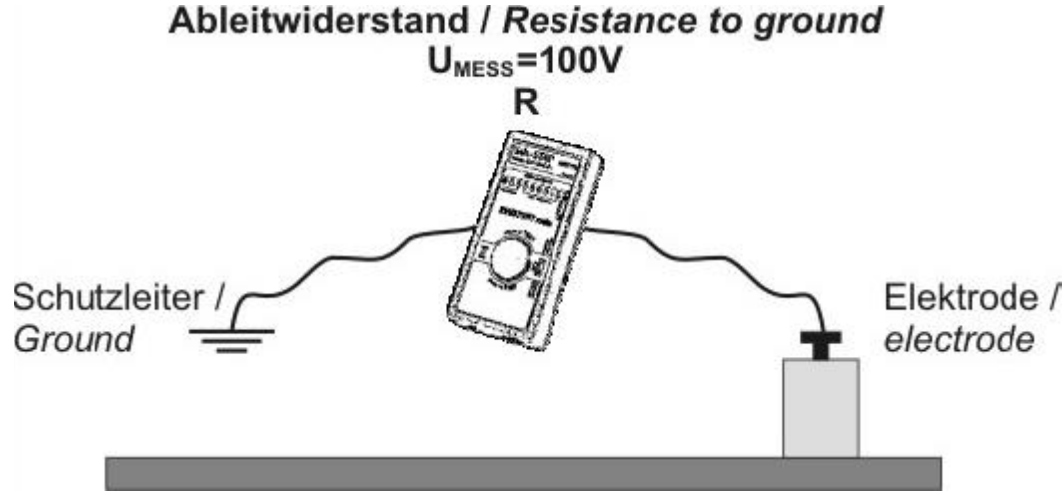
Burada söz konusu olan yüzey üzerindeki iki nokta arasındaki dirençtir. Megaohmmetre ve iki elektrod (Prob) yardımıyla ölçülür.





### Kaçak Direnci:

Yönlendirici direnç Megaohmmetre'nin bir ucunun yüzey üzerine konulan elektroda bağlanması diğer ucunun topraklama terminaline bağlanması yoluyla ölçülür.



Ölçülen değer  $7,5 \times 10^5 \Omega$  -  $10^9 \Omega$  aralığında olmalıdır.

Sıcaklık ve nem ölçüm değerlerini devamlı olarak not ediniz. Çünkü bu direnç ölçüm değerlerini direk olarak etkiler.

Bir çok materyalde ölçülen direnç değeri gerilime bağlıdır.

IEC 61340-4-1 normuna göre aşağıdaki gerilim değerleri ölçümler için Megaohmmetre ile beraber verilmiştir.

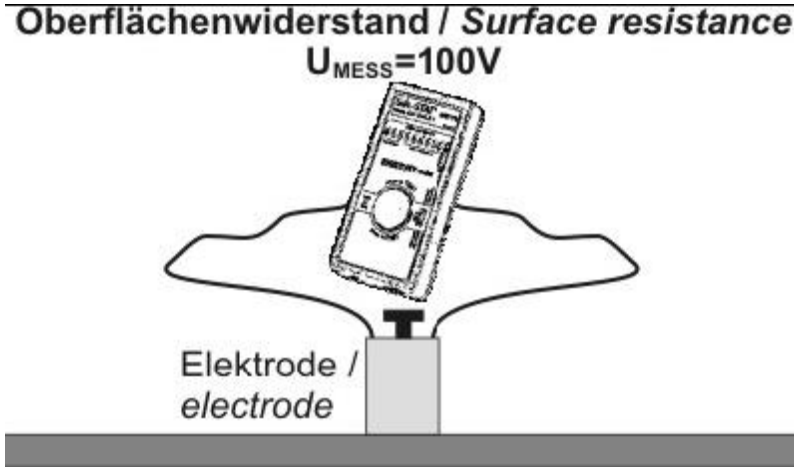
Direnç ( $\Omega$ )	Gerilim (V)
$\leq 10^5$	$\leq 10$
$10^5 < R < 10^{12}$	100

Kullanılan 63mm çaplı, 2,3kg ağırlığındaki silindirik konsantre Elektrodlar IEC ve ANSI/ESD normlarına uygun olarak üretilmişlerdir.

#### Yüzeysel Direnç:

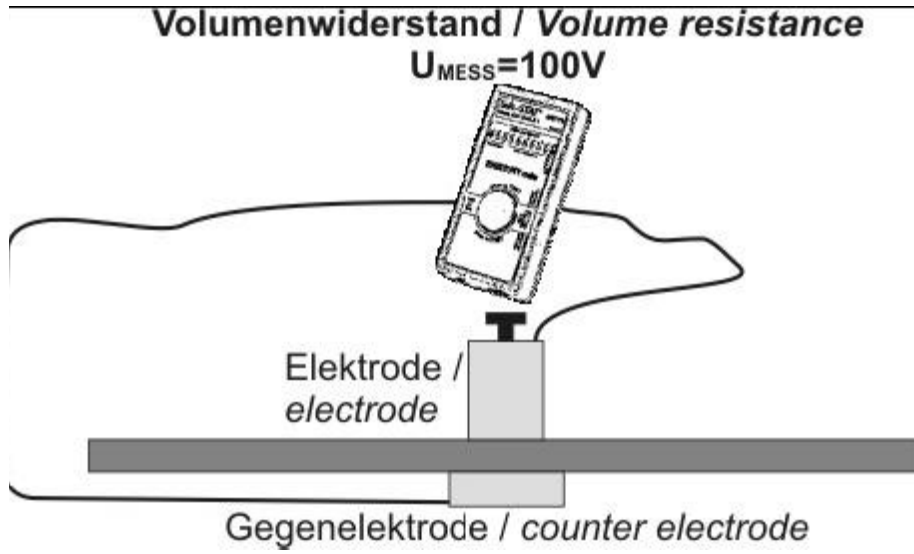
Belli bir materyalin yüzeysel direnci karesel olarak tanımlanır ve teorik olarak noktasal direncin 10 katıdır.

Ölçümler IEC 61340-5-1 normuna göre bir elektrodun ölçü aletine paralel bağlanmasıyla yada iki elektrodla yapılır.



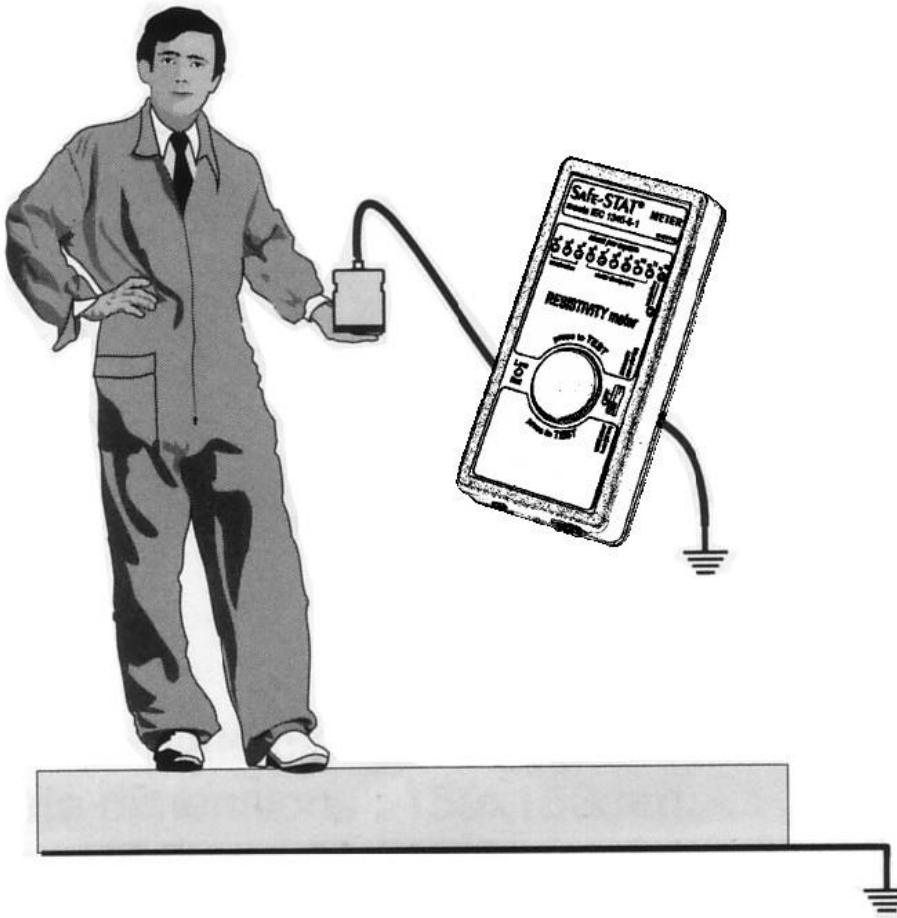
Ara Direnç:

Materyal iki elektrod arasına alınır ve o şekilde yapısal direnci ölçülür.



## Kişilerdeki Kaçak Direnci

Ölçümler IEC 61340-4-5 standardına göre Kişi ayakkabısı ve zemin kombinasyonu ile ölçülür.



## Birkaç Faydalı El Aleti

### Alanmetre

Elektrostatik alanın hassas bir ölçümü için alanmetre kullanılması önerilir.

Bir çok alette yapılan ölçümlerde ölçülen obje ile belli bir mesafede olunması gerekir (normal olarak 1 zoll=25mm).

Kullanılabilecek ölçüm değerlere ulaşılması açısından ölçülecek objenin de belli büyüklükte olması gerektiğini üreticiler vurgulamaktadırlar.

### Voltmetre

Bu ölçü aleti 5 ve 25mm lik mesafelerdeki ölçümlerde oldukça kesin değerler verir. Bunun yanında çok küçük voltajları da fark eder.

İyonize olmuş alanlarda bile sağlıklı ölçüm değerleri verebilen ölçü aletlerinin kullanılması tavsiye edilir.

## İyonizetörlerin Kontrol Ve Testi

### İYONİZETÖRLER İÇİN TEST-KİT

Böyle bir Kit ile İyonizetörlerin çalışma verimliliği çok hızlı bir şekilde test edilir.

İyonize havanın iyon dengelenme süresinin ölçümü için prensip olarak bir Alanmetre İyonizötörün önüne yerleştirilir ve topraklanır. Aynı süre zarfında Alanmetre’de izole edilmiş plaka bir şarj aleti tarafından şarj edilir.

## TRAINING

**Normlar:** IEC 61340-5-1 normunu inceleyip bu konuda kendinizi emin hale getiriniz.

**ESD-Team:** Bir ESD-Team oluşturunuz.

**Training:** Çalışanlarınıza Personel topraklamasını ve testini öğretiniz. Birlikte çalışılan firmalar ve ziyaretçileriniz de bu konuda bilgilendirilmeliler.

**Video:** Bu fenomenin herkes için açıklığa kavuşması açısından örneklerle video gösterimleri yapın.

**Sinyalizasyon:** Çok açık ve dikkat çekecek şekilde ESD şiltleri kullanınız.

**Disiplin:** Yöneticiler ve teknikerler alınacak önlemlere dah çok dikkat etmelidirler çalışanlarına örnek olmak açısından.

## ZİYARETÇİLER

Ziyaretçiler EPA alanına girerken kurallara uygun hareket etmeli, iletken bir zemin üzerinde bir kereliğine kullanılan topuk bandları veya topukluklar kullanmalıdırlar.

Bunun dışında ziyaretçilerin elektronik kartlara dokunmaları gerektiği durumlarda kol bandları kullanmalıdırlar.

## KONTROL LİSTESİ

- Çalışma alanında kol bandları personel topraklaması için mevcut mudur?
- Çalışanlar belirli süreler içinde kol bandlarının kontrolünü yapıyorlarmı?
- ESD ekipmanları doğru bir şekilde topraklanmışlardır?
- ESD zemin kaplamalarında dissipative ayakkabılar kullanılıyor mu?
- ESD zemin üzerine gelinmeden ayakkabı fonksiyonallitesi kontrol ediliyor mu?
- ESD korunumlu elbiseler kurallara uygun bir şekilde kullanılıyor mu?
- Çalışma alanı gerektiği şekilde yabancı maddelerden arındırılmış mıdır?
- Bütün ESD-Duyarlı ekipmanların nakliyesinde ve depolanmasında korunumlu kutular kullanılıyor mu?
- Bütün ESD-Duyarlı ekipmanlar doğru bir şekilde etiketlenmiş midir?
- Bütün ESD yaratacak kaynaklar belirlenmiş ve etkisiz hale getirilmişler midir?

***İZGE MÜHENDİSLİK DANIŞMANLIK İTH. İHR. LTD. ŞTİ.***

***Elektronik ve Haberleşme Mühendisi***

***Abdullah KAYA***

*(Orijinal İngilizce ve Almanca Kaynaklardan Çevrilmiştir)*