

4. İZOLATÖRLER

İzolatörler, hava hattı iletkenlerini direkler üzerinde taşımaya ve/veya faz iletkenlerini topraktan yalıtmaya yararlar. Bir izolatör aşağıdaki temel özellikleri taşımalıdır:

- Elektriksel dayanımı iyi olmalıdır. İzolatör içerisinde bir delinme veya yüzeyden toprağa kaçak meydana gelmemelidir. Bunun için izolatörlerin delinme bakımından elektriksel zorlanmaları karşılaması gerekir.
- Mekaniksel dayanımı iyi olmalıdır. İzolatörlerin mekaniksel dayanımı; iletken ağırlığı, kar ve buz yükleri ile rüzgar etkisinden doğacak yükleri güvenle taşıyacak düzeyde olmalıdır.
- Kendinden temizlenebilme özelliği iyi olmalıdır. Yani, üzerlerinde toplanabilecek toz ve kirler, yağmur suları ve rüzgar ile, kolayca temizlenebilmelidir.

İzolatörlerin Yapıldıkları Malzemelere Göre Sınıflandırılması

İzolatörler yapıldıkları malzemeye göre porselen, cam, epoksi reçineli ve silikon izolatörler olmak üzere dört şekilde imal edilirler.

1. Porselen İzolatörler

- Isıl ve mekaniksel dayanımlarının yüksek olmasından dolayı çok eskiden beri kullanılan izolatörlerdir.
- İzolatörün dielektrik dayanımını artırmak için yüzeyi ince bir sır tabakasıyla kaplanarak pürüzsüz olması sağlanır.
- Yüzeyin pürüzsüz olması, kirlenen izolatörlerin yağmur sularıyla kolayca temizlenmesine yardımcı olur.
- Porselenin dielektrik dayanımı 60-70 kV/cm 'dir.
- Yapı maddeleri %50 kaolin, %25 feldspat ve %25 kuvarstır.

Kaolin : Saf kil, Alüminyum Silikat; $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Kuvars : SiO_2 'in normal sıcaklıkta saydam ve kristal olan şekli

Feldspat : Potasyum Alüminyum Silikat; $\text{K} \cdot \text{Al} \cdot \text{Si}_3\text{O}_8$ veya $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) Porselen,
(b) Cam,
(c) Epoksi
(d) Silikon izolatörler

2. Cam İzolatörler

- Kalsiyum silikat (CaSiO_3) ile sodyum silikat (Na_2SiO_3) maddelerinin eritilerek birbirine karıştırılmasıyla cam elde edilir. Mekanik mukavemeti artırıcı maddeler katılarak izolatörlerde kullanılan dayanıklı cam elde edilir.
- Dielektrik dayanımları 140 kV/cm 'dir.
- Saydam olduklarından kırık ve çatlakları kolayca görülebilir.
- Nem, cam izolatör üzerinde porselene göre daha çabuk yoğunlaştığından cam izolatör üzerinde kir toplanmasına ve kaçak akımlara neden olur.
- Cam ışığı geçiren bir madde olduğundan güneş ışığında daha az ısınır.

Porselen İzolatörler İle Cam İzolatörlerin Karşılaştırılması

- Basit şekiller için cam izolatörlerin maliyetleri daha azdır.
- Cam izolatörler porselen izolatörlere göre daha hafiftir.
- Cam izolatörler, şeffaf olduğundan çatlama ve kırılmaların tespiti porselen izolatörlere göre daha kolaydır.
- Porselen izolatörler fiziksel ve kimyasal dış etkilere daha dayanıklıdır.
- Cam, ışığı geçiren bir madde olduğundan güneş ışığında daha az ısınır, porselen izolatör daha çok ısınır.
- Cam izolatörlerin, porselen izolatörlere göre dielektrik dayanımı daha yüksektir.
- Nem, cam izolatör üzerinde porselene göre daha çabuk yoğunlaşır. Bu da cam izolatör üzerinde kirlerin toplanmasına ve kaçak akımlara neden olur.

3. Epoksi Reçine İzolatörler

- Epoksi; suya, aside ve alkaliye karşı çok iyi direnç gösteren bir reçine türüdür.
- Diğer izolatörlere nazaran pahalı olduğu için ülkemizde enerji nakil hatlarında epoksi reçineden yapılan izolatörler henüz kullanılmaya başlanmamıştır.
- Ancak dahili sistemlerde, bara ve ayırıcı mesnet izolatörü olarak kullanılmaktadır.

4. Silikon İzolatörler

Silikon izolatörlerin diğer adıyla kompozit izolatörlerin cam ve porselen izolatörlere karşı birçok üstünlükleri olmakla beraber pahalı olmaları dolayısıyla kullanım alanları azdır. Ancak gelişmiş güvenlik ortamı sağlaması sebebiyle yakın gelecekte daha geniş bir kullanım alanı bulacağı kesindir.

Silikon (kompozit) izolatörlerin üstünlükleri:

- Darbelere karşı dayanıklıdır.
- Hafif olduğundan kurulumu kolaydır ve tesise ek bir yük getirmez.
- Gerilme kuvvetlerine karşı dayanımı çok yüksektir.
- Üzerinde yağmur suyu, kar suyu tutunamadığından elektriksel ark oluşmaz.
- Çatlama ve kırılma riski çok azdır.
- Çok soğuk ve çok sıcak havalarda bile özelliğini kaybetmez.

Tablo. Yapım malzemelerine göre izolatörlerin bazı özelliklerinin karşılaştırılması

Özellik	İzolatör Türü			
	Porselen	Cam	Epoksi reçineli	Silikon
Yapı malzemesi	Porselen	Cam	Reçine	Silikon
Dielektrik dayanım	Düşük (60-70 kV/cm)	Yüksek (140 kV/cm)	Yüksek	Yüksek (150 kV/cm)
Mekanik dayanım	Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek
Maliyet	Ucuz	Ucuz	Pahalı	Pahalı
Ağırlık	Fazla	Az	Az	Az
Üzerinde kir tutma	Az	Fazla	Az	Az
Sıcaklıktan etkilenme	Çok	Az	Az	Az
Kullanım alanı	Çok	Çok	Özel durumlar	Az

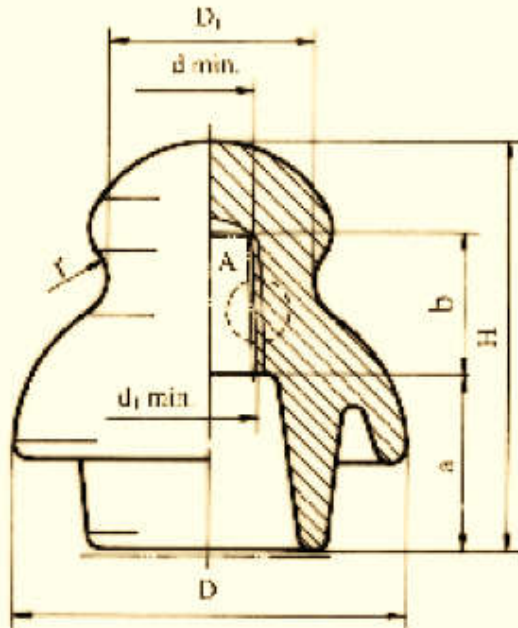
Gerilim Seviyelerine Göre İzolatörler

Alçak Gerilim İzolatörleri (Low Voltage Insulators):

Alçak gerilim enerji dağıtım hatlarında, iletkenin direğe tespitinde bu izolatörler kullanılır. Pin tipi alçak gerilim izolatörleri E-80, E-95 ve E-95/2'dir.



Pin Tipi Alçak Gerilim İzolatörleri / Low Voltage Pin Type Insulators

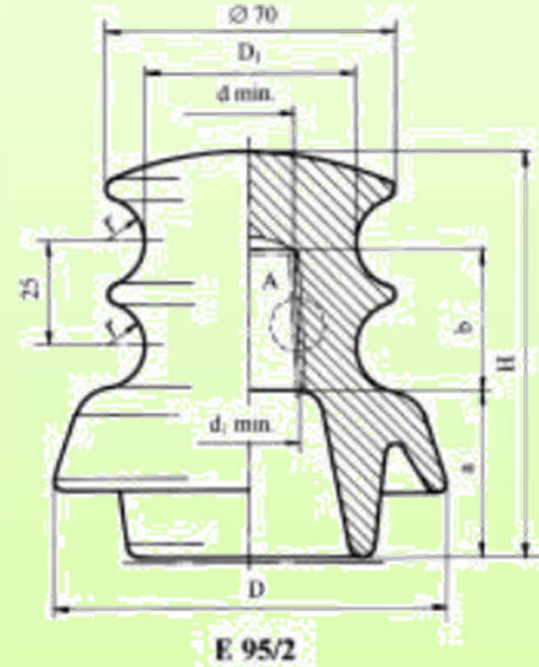


E 80
E 95

İZOLATÖR TİPİ / INSULATOR TYPE			E-80	E-95	E-95/2
İmalat Numarası / Manufacture Number			2	3	4
Ölçüler Dimensions	H	mm	87	97	100
	ØD	mm	80	95	95
	ØD ₁	mm	42	50	50
	Ød min.	mm	19	22	22
	Ød ₁ min.	mm	21	24	24
	a	mm	38	41	44
	b	mm	30	35	41
	r	mm	9	14	10

E-95/2 AG izolatörleri

- Durdurucu direklerde kullanılır. İki boğumlu kısmı vardır.
- İletkenler iki iletken kullanmak yerine tek izolatör kullanılarak taşınır.



Orta Gerilim İzolatörleri (Medium Voltage Insulators):

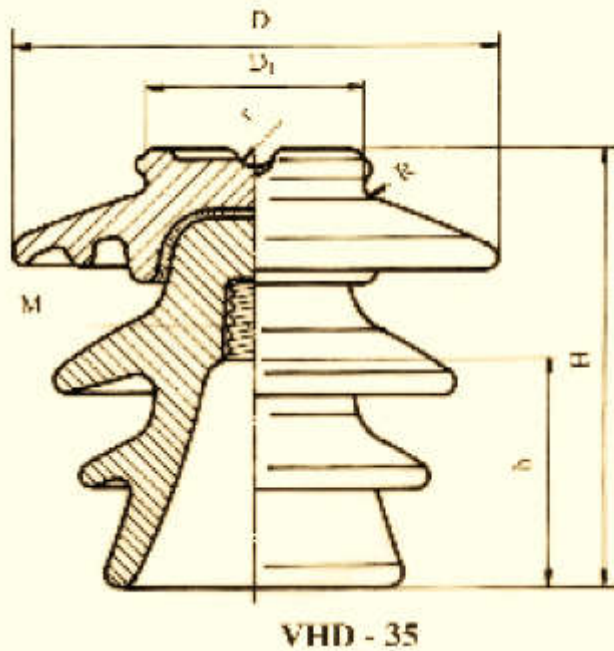
- Bu tip izolatörler, orta gerilim enerji dağıtım hatlarında iletkenin direğe tespitinde kullanılır.
- Bu izolatörler, VHD tipi ve VKS tipi olarak iki gruba ayrılır.



VHD (pin tipi) OG hava hattı mesnet izolatörleri

- **VHD-35** : 35 kV 'luk gerilime kadar kullanılabilen OG hava hattı mesnet izolatörü.

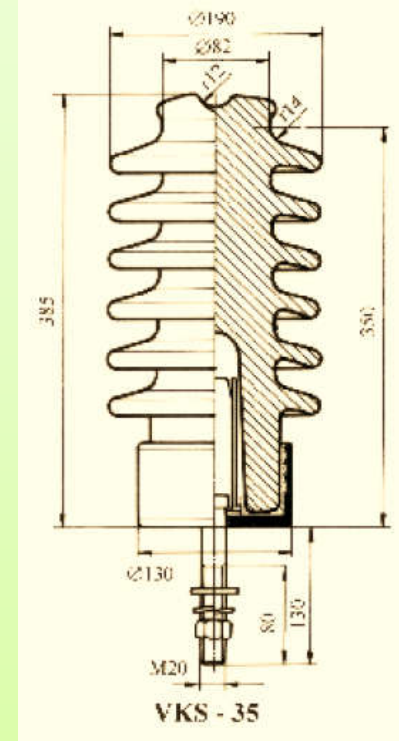
Pin Tipi İzolatörler / Pin Type Insulators



İZOLATÖR TİPİ / INSULATOR TYPE			VHD-35
İmalat Numarası / Manufacture Number			502/720
Ölçüler / Dimensions	H	mm	270
	h	mm	141
	ØD	mm	260
	ØD ₁	mm	125
	R	mm	14
	r	mm	14

VKS (dolu tip) OG hava hattı mesnet izolatörleri

- **VKS-35** : 35 kV 'luk gerilime kadar kullanılabilen OG hava hattı mesnet izolatörü.
- Bu izolatörler normal ve kirli bölgelerde kullanılan, en yüksek servis gerilimi 36 kV olan izolatörlerdir.



Zincir İzolatörler

- Yalıtımı arttırmak için aynı türden malzemelerden yapılmış izolatörlerin birbirine eklenmesi sonucu oluşan izolatörlere *zincir izolatörler* denir.
- OG, YG ve ÇYG hatlarında kullanılmaktadır.
- Porselen veya camdan yapılabilen zincir izolatörlerin uzunluğu kullanılacak olan gerilime göre değişmektedir. (Yaklaşık olarak her bir zincir elemanı 10 kV 'a dayanır)
- Zincir yapılırken her bir izolatör baklasının alt kısmında pin, üst kısmında ise bu pimin geçebileceği yuva bulunmaktadır.

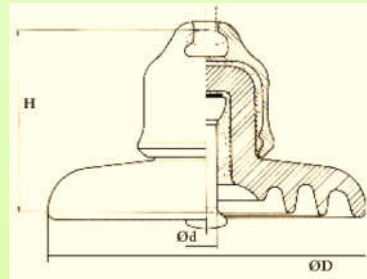


Zincir İzolatörler (String Insulators (cap and pin type))

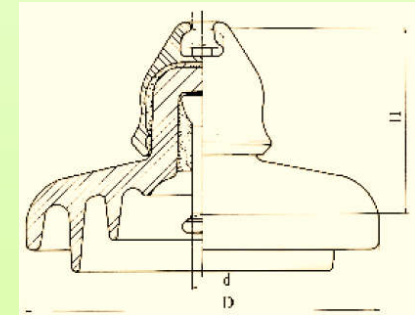
- Bu tip izolatörler, orta ve yüksek gerilim enerji dağıtım ve iletim hatlarında iletkenin direğe asılarak veya gerilerek tespit edilmesinde kullanılır. Zincir izolatörler iki gruba ayrılır:

1- Normal tip (K tipi) zincir izolatörler: Çok kirli olmayan bölgelerde kullanılırlar. (U-40, U-60 ...vb.)

2- Sis tipi zincir izolatörler: Sis tipi izolatörler özellikle kirli bölgelerde kullanılmak üzere, kaçak mesafeleri normal tip izolatörlere göre 1,5 kat daha fazla olacak şekilde imal edilen izolatörlerdir. (UF-60, UF-70 ...vb.)



(a) Normal tip zincir izolatör



(b) Sis tipi zincir izolatör

İzolatör zincirleri iki şekilde kullanılır:

Enerji iletim hatlarında kullanılan zincir tipi izolatörlerin konsola bağlantısı askı ve gergi tertibatlı olmak üzere iki şekilde yapılır:

1. Askı tertibatlı takım :

Düz hatlarda taşıyıcı izolatör olarak görev yapar ve yere dik doğrultuda bulunur.

- Tek askı takım
- Çift askı takım

2. Gergi tertibatlı takım :

Durdurucu direklerde gergi amacıyla kullanılır.

- Tek gergi takımı
- Çift gergi takımı

Çubuk İzolatörler (Long-Rod Insulators)

- Hava hattı çubuk izolatörleri orta gerilim ve yüksek gerilim enerji iletim hatlarında askı veya gergi olarak iletken ile konsol arasında kullanılan izolatörlerdir. (L-40, L-70, L-100 ...vb.)
- Kirli bölge ve özellikle deniz kıyısı bölgelerde diğer izolatörlere göre işletme şartlarını çok daha iyi sağlayan izolatörlerdir.

Porselen çubuk izolatörlerin tercih edilme nedenleri;

- Porselen ve metal arasındaki bağlantının daha emniyetli olması.
- Kirlenmeye karşı daha dayanıklı olması.
- Zincir izolatörlere göre daha az metal kullanılması.
- Elektriksel olarak delinmez bir gövdesi olması.
- Kısa devreye karşı daha dayanıklı olması.
- Kaçak mesafesinin uzun olması.
- İşletme ve bakım masrafının çok az olması.



İzolatörlerin Kullanım Yerlerine Göre Sınıflandırılması

İzolatörler kullanım yerlerine göre iki çeşittir. Bunlar, dâhilî ve haricî tip izolatörlerdir.

Dahili tip izolatörler

- **Trafo bina içi izolatörler:** *Mesnet izolatörler*, kapalı tesislerin baralarını taşımak ve yalıtmak amacıyla kullanılır. Tek veya çok parçalı olarak imal edilir. Duvar veya kaide üzerine monte edilir.
- **Geçit izolatörleri:** Bina içinden dışarıya veya baralara, aynı zamanda bina dışından da içeriye enerji geçişlerinde kullanılan izolatörlerdir.



Şekil. Bara mesnet izolatörleri.



Şekil. Geçit izolatörleri.



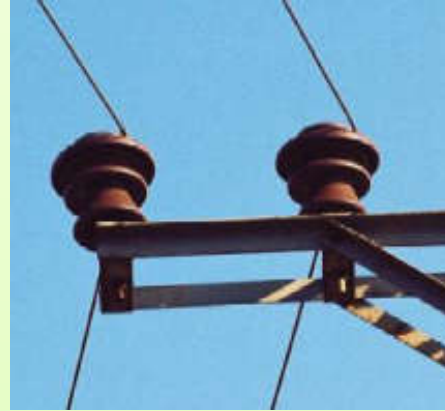
Panolarda kullanılan izolatörler: Mesnet izolatörler kullanılır. Kaide üzerine montaj yapılırlar. Baraları taşımak ve yalıtmak amacıyla kullanılır.



Şekil. Pano tipi mesnet izolatörler.

Haricî tip izolatörler

Mesnet izolatörler, 35 kV 'a kadar olan havai hatlarda tek veya çok parçalı olarak kullanılır. İletkenleri taşımak ve direklerden yalıtmak üzere travers üzerine veya ağaç direklerde doğrudan direğin üzerine montaj yapılır.



Şekil. Harici mesnet izolatörler.

Ayrıca transformatörlerde kullanılan *buşing (bushing)* izolatörleri ve *çubuk izolatörler* de bulunmaktadır.



Şekil. Buşing (bushing) izolatörleri.

İzolatörlerin Kullanım Yerlerine Göre Sınıflandırılması

İzolatörler kullanım yerlerine göre iki çeşittir. Bunlar, dâhilî ve haricî tip izolatörlerdir.

- Bu tip mesnet izolatörler, bina içi bara mesnet ve ayırıcı mesnet izolatörleri olarak kullanılırlar.
- Bu tür izolatörler iki gruba ayrılır:
- Dahili mesnet izolatörleri.
- Dahili tip ayırıcılarda kullanılan itici izolatörleri.



Harici Mesnet İzolatörleri (Outdoor Post Insulators)

- Bu tip mesnet izolatörleri, orta gerilim bina dışı bara mesnet ve ayırıcı mesnet izolatörü olarak kullanılır.
- Bu izolatörler iki gruba ayrılır:
- Normal ve kirli bölgeler için mesnet izolatörü,
- Normal ve kirli bölgeler için ayırıcı itici izolatörü.
- Bina dışı kullanma maksatlı mesnet izolatörleri, enerji dağıtım hatlarında ve cihazlarda çok geniş bir kullanım alanına sahiptir.



Yüksek Gerilim Mesnet İzolatörleri (High Voltage Post Insulators)

- Bu tip mesnet izolatörler, yüksek gerilim bina dışı bara mesnet ve ayırıcı mesnet izolatörü olarak kullanılır.
- Bu izolatörler aşağıdaki gruplara ayrılır:
- Solid - core tipi yüksek gerilim mesnet izolatörleri (250, 325 ve 550 kV)
- Kolonda tek veya çift üniteli solid-core tipi yüksek gerilim mesnet izolatörleri (750 kV)



Transformatör Geçit İzolatörleri (Buşing)

(Transformer Bushing Insulators)

- Harici ve dahili kullanımlı transformatör buşingleri, orta gerilimli bir iletkenin trafo tankı içine girişinde kullanılan ve iletkeni tanka karşı izole eden izolatörlerdir.
- Buşingler, aşağıdaki gruplara ayrılır:
- Alçak gerilim buşingleri,
- Orta gerilim buşingleri.
- Bütün orta gerilim buşingleri 20mm/kV spesifik kaçak mesafesine sahiptir.



Buğing :

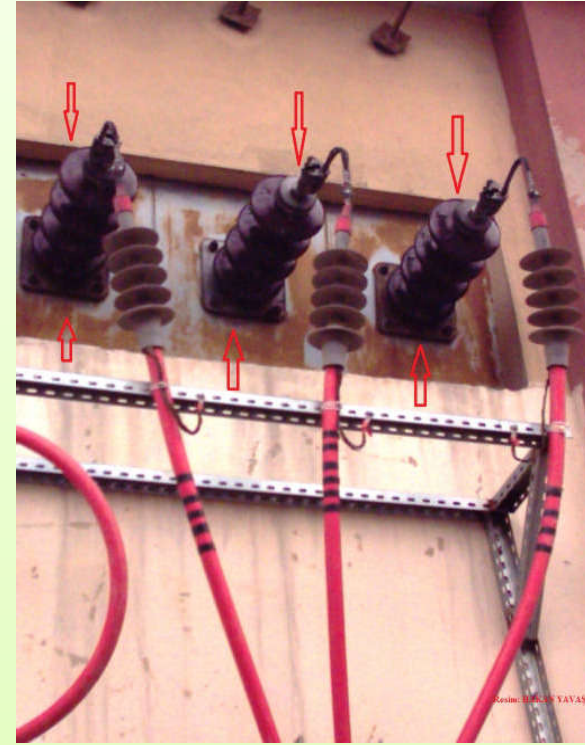
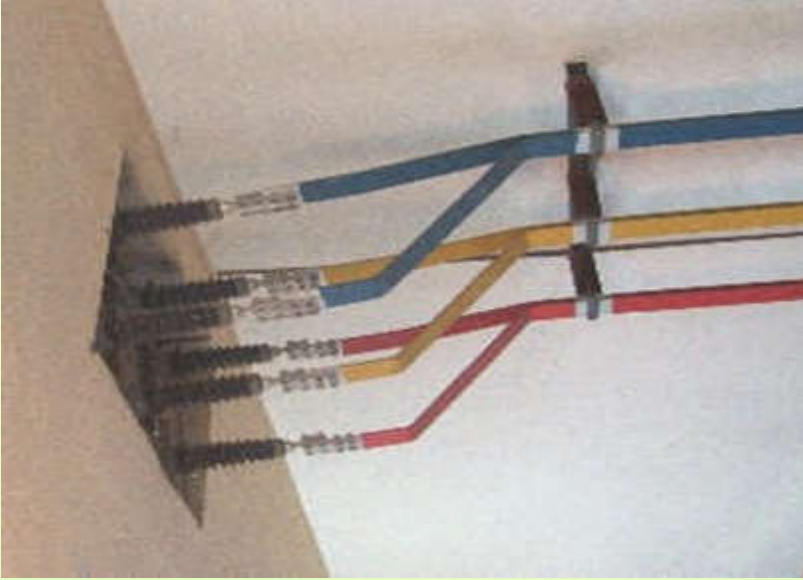


Duvar Geçit İzolatörleri (Wall Bushing Insulators)

- Orta gerilimde hariçten - dahile veya dahilden - dahile duvar geçit izolatörleri bir iletkenin bina içine girişinde kullanılan ve iletkeni duvara karşı izole eden bir izolatördür.
- Bu izolatörler, 10 kV'dan 45 kV'a kadar, nominal akım taşıma kapasitesi 400 A'den 1250 A'e kadar imal edilir.



- Duvar Geçit İzolatörleri



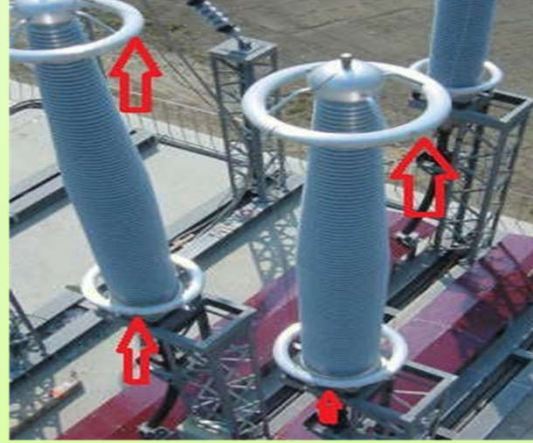
Ark Boynuzları:

- Enerji iletim ve dağıtım hatlarında, çeşitli sebeplerle aşırı gerilimden dolayı (ark) atlama meydana geldiğinde izolatörleri korumak için ark boynuzları kullanılır.
- Bir aşırı gerilim ark boynuzlarına ulaştığında, eğer atlama aralığı uygunsa boynuzlar arasından atlayarak bu gerilimin, boynuzların bağlı olduğu izolatöre zarar vermeksizin topraklanması sağlanır.
- Bu topraklama, koruma cihazları tarafından kısa devre olarak algılanır ve kesiciler açılır.
- Ark boynuzları, özellikle transformatör geçit izolatörlerinde (buşinglerde) ve zincir izolatörlerde çok kullanılmaktadır.



Koruma (Korona) Halkası:

- Korona olayı, YG 'lerde oluşan yüksek elektrik alanında havanın iyonize olması sonucu meydana gelir.
- Koruma (korona) halkası, YG ve ÇYG şalt sahalarında mesnet izolatörler, gerilim transformatörleri, parafudrlar gibi teçhizatın bara bağlantılarında, sivri uçlar civarında korona olayının meydana gelmesini önler.
- Ayrıca zincir izolatörlerde düzgün dağılımlı olmayan potansiyel dağılımını düzenler.



İzolatörlerin kullanıldıkları gerilimlere göre sınıflandırılması:

1. **Mesnet izolatörleri:** Alçak gerilimin tamamında ve orta gerilimin bir kısmında kullanılır.
2. **Zincir izolatörler (askı tipi ve gergi tipi):** Orta gerilimin bir kısmında, yüksek gerilim ve çok yüksek gerilimin tamamında kullanılır.
3. **Çubuk izolatörler:** Yüksek gerilim ve çok yüksek gerilimde kullanılır.
4. **Duvar geçit izolatörleri:** Orta gerilimde kullanılır.
5. **Transformatör geçit izolatörleri (Buşing):** Bütün gerilimlerdeki transformatörlerde kullanılır.