

## DİYOT ÇEŞİTLERİ

- 1) KRİSTAL DİYOT
- 2) ZENER DİYOT
- 3) TÜNEL DİYOT
- 4) IŞIK YAYAN DİYOT (LED)
- 5) FOTO DİYOT
- 6) AYARLANABİLİR KAPASİTELİ DİYOT (VARAKTÖR - VARİKAP)

## DİĞER DİYOTLAR

- 1) MİKRODALGA DİYOTLARI
- 2) GUNN DİYOTLARI
- 3) IMPATT (AVALANŞ) DİYOT
- 4) BARITT (SCHOTTKY) DİYOT
- 5) ANİ TOPARLANMALI DİYOT
- 6) PİN DİYOT
- 7) BÜYÜK GÜÇLÜ DİYOTLAR

## DİYOTUN TEMEL YAPISI

### DİYOT NEDİR?

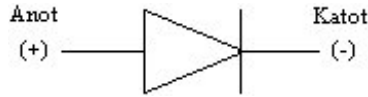
Diyotlar, yalnızca bir yönde akım geçiren devre elemanıdır.

Diğer bir deyimle, bir yöndeki dirençleri ihmal edilebilecek kadar küçük, öbür yöndeki dirençleri ise çok büyük olan elemanlardır.

Direncin küçük olduğu yöne "**doğru yön**", büyük olduğu yöne "**ters yön**" denir.

Diyot **sembolü**, aşağıda görüldüğü gibi, **akım geçiş yönünü gösteren bir ok** şeklindedir.

### Diyot Sembolü:



Ayrıca, diyodun uçları pozitif (+) ve negatif (-) işaretleri ile de belirlenir.

"+" ucu **anot**, "-" uca **katot** denir.

Diyodun anaduna, gerilim kaynağının pozitif (+) kutbu, katoduna kaynağın negatif (-) kutbu gelecek şekilde gerilim uygulandığında diyot iletme geçer.

### Diyodun kullanım alanları:

Diyotlardan, elektrik alanında redresör (doğrultucu), elektronikte ise; doğrultucu, detektör, modülatör, limitör, anahtar olarak çeşitli amaçlar için yararlanılmaktadır.

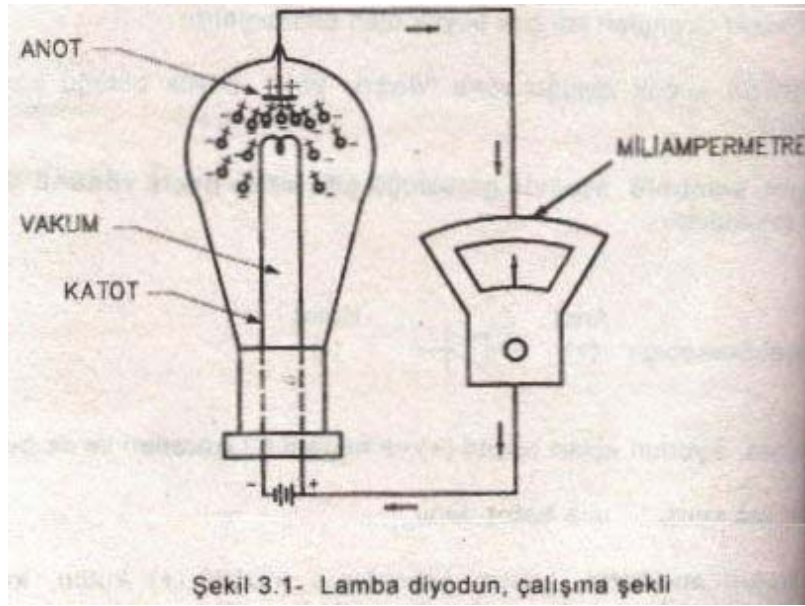
### Diyotların Gruplandırılması:

Diyotlar başlıca üç ana gruba ayrılır:

- 1) Lamba diyotlar
- 2) Metal diyotlar
- 3) Yarı iletken diyotlar

## 1. LAMBA DİYOTLAR

Lamba diyotlar en yaygın biçimde redresör ve detektör olarak kullanılmıştır. Sıcak katotlu lamba, civa buharlı ve tungar lambalar bu gruptandır. Şekil 3.1 'de sıcak katotlu lamba diyodun iç görünüşü ve çalışma şekli verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi ısınan katotdan fırlayan elektronlar atom tarafından çekilmekte ve devreden tek yönlü bir akım akışı sağlanmaktadır. Eskiden kalanların dışında bu tür diyotlar artık kullanılmamaktadır.

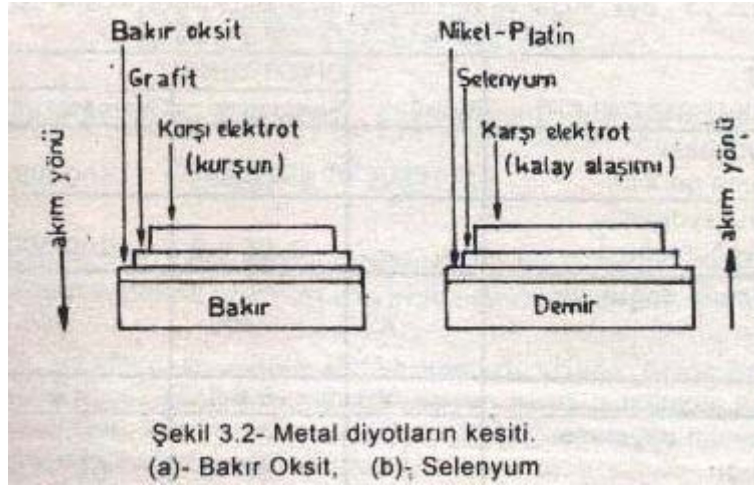


Şekil 3.1- Lamba diyodun, çalışma şekli

## 2.METAL DİYOTLAR

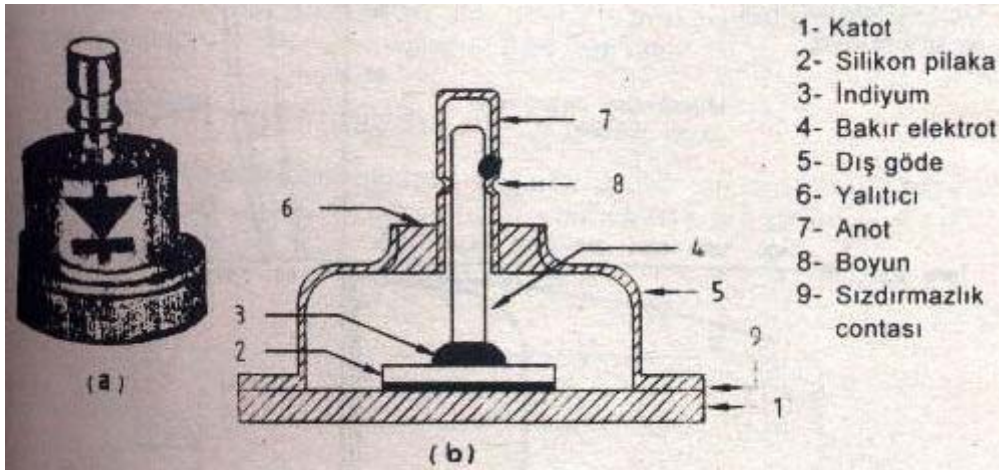
Bakır oksit ( $CuO$ ) ve selenyumlu diyotlar bu gruba girmektedirler.

Bakır oksitli diyotlar ölçü aletleri ve telekomünikasyon devreleri gibi küçük gerilim ve küçük güçle çalışan devrelerde, selenyum diyotlar ise birkaç kilowatt 'a kadar çıkan güçlü devrelerde kullanılır. Şekil 3.2 'de metal diyotların kesiti gösterilmiştir.



### 3. YARI İLETKEN DİYOTLAR

Yarı iletken diyotları, P ve N tipi germanyum veya Silikon yarı iletken kristallerinin bazı işlemler uygulanarak bir araya getirilmesiyle elde edilen diyotlardır. Hem elektrikte hemde elektronikte kullanılmaktadır. Şekil 3.3 'te tipik bir örnek olarak kuvvetli akımda kullanılan bir silikon diyot verilmiştir.



Tablo 3.1 'de metal ve yarı iletken diyotlarına ait bazı değerler verilmektedir.

DİYOT KARAKTERİSTİKLERİ	Birimi	DİYOT CİNSİ		
		Selenyum	Germanyum	Silikon
Ters yöndeki dayanma gerilimi	V	40 - 60	500 - 800	1500 - 4000
Aktif yüzeydeki akım yoğunluğu	A / cm <sup>2</sup>	0.89 - 0.9	100 - 300	100 - 300
Maksimum doğru yön akımı	A	400	200	1000
Gerilim düşümü	V	0.6 - 1	0.6	1.2
Maksimum dayanma sıcaklığı	°C	80°C	65°C	140°C
Ters yön akımının doğru yön akımına oranı	IR / ID	0.1 - 0.03	0.0002	0.00001

Diyotlar arasında bir kıyaslama yapabilmek için Şekil 3.4 'te bazılarının karakteristik eğrileri verilmiştir

### 3. YARI İLETKEN DİYOTLARIN TEMEL YAPISI

Yarı iletken diyotları, **PN yüzey birleşmeli (jonksiyon)** diyotlar ve **nokta temaslı** diyotlar olmak üzere iki ana grupta toplanır.

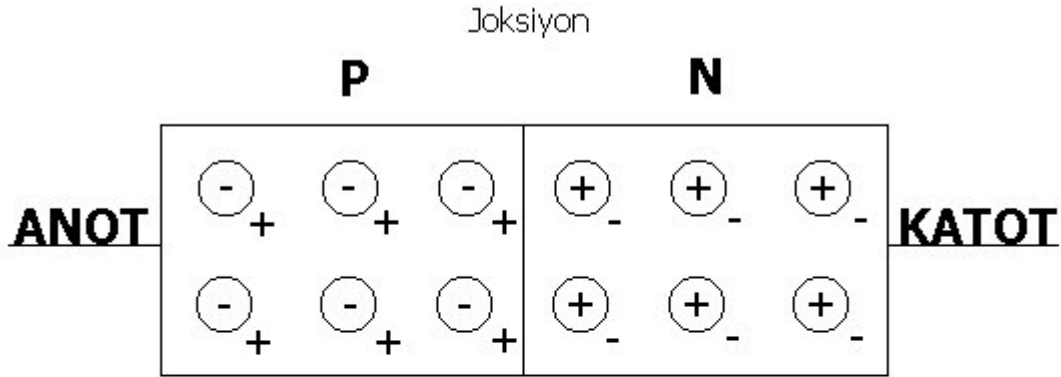
Yarı iletken diyotları, ilk olarak **nokta temaslı kristal diyot** halinde kullanıma girmiştir. Zamanla bunların yerini yüzey birleşmeli diyotlar almıştır. Nokta temaslı diyotlar bugün bazı özel alanlarda kullanıldığından özel amaçlı diyotlar bölümünde incelenmiştir.

**PN yüzey birleşmeli diyot** diğer adıyla **jonksiyon diyot**, P ve N tipi kristallerin, özel yöntemler ile, Şekil 3.5 'te görüldüğü gibi, ard arda birleştirilmesi yoluyla elde edilir.

Birleşme yüzeyine **jonksiyon** da denir. **Jonksiyon diyot** deyimini buradan gelmektedir. Jonksiyon kalınlığı **0.01 mm** 'dir.

#### Diyodun anot ve katot uçları:

Diyodun P bölgesinden çıkarılan bağlantı ucuna (elektroduna) ANOT ucu, N bölgesinden çıkarılan bağlantı ucuna da KATOT ucu denir. Anot "+" katot "-" ile gösterilir.



Şekil 3.5 - Yüzey birleşmeli diyot.

- (-) : Alıcı katkı maddesi atomları      (+) : Verici katkı maddesi atomları  
(+) : Pozitif elektrik yükleri (oyuklar)      (-) : Serbest elektronlar

### POLARMASIZ PN BİLEŞİMİ

Gerilim uygulanmamış olan, diyoda **POLARMASIZ** diyot denir.

**Polarmasız diyotta şu yapısal değişiklikler olmaktadır:**

Şekil 3.6 'dan takip edilirse, N tipi kristalin birleşme yüzeyine yakın kısmındaki serbest elektronlar, P tipi kristaldeki pozitif (+) elektrik yüklerinin, yani **pozitif elektrik yüklü atomların**, çekme kuvveti etkisiyle birleşme yüzeyini geçerek, bu yüzeye yakın atomlardaki **elektron boşluklarını** doldururlar. Ve kovalan bağ kurarak **P** kristali içerisinde **nötr** (etkimesiz) bir bölge oluştururlar.

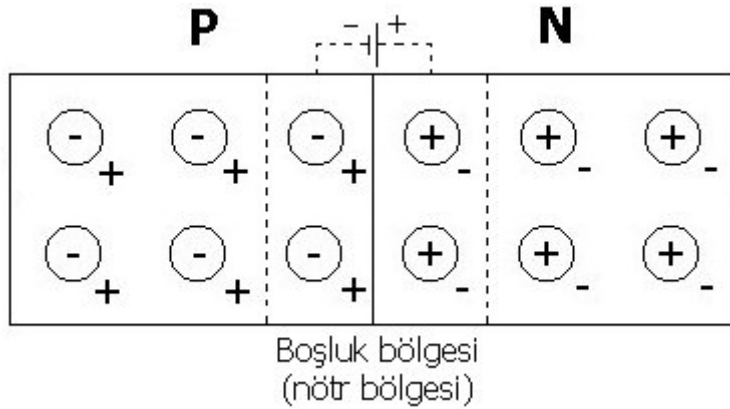
N tipi kristalin belirli bir bölümündeki elektronların tamamı P tipi kristale geçtiğinden, **N** tarafında da **nötr** bir bölge oluşur. P kristali nötr bölgesinin gerisinde kalan **pozitif elektrik yüklü** atomların çekme kuvveti, N tipi kristalin nötr bölgesinin öbür tarafında kalmış olan elektronları çekmeye yetmeyeceğinden belirli bir geçişten sonra elektron akışı duracaktır.

**Sonuçta**, birleşme yüzeyinin (jonksiyonun) iki tarafında **hareketli elektriksel yükü bulunmayan bir boşluk** bölgesi oluşur.

### Boşluk bölgesinin pil ile tanımlanması:

Boşluk bölgesinin özelliğini daha iyi tanımlayabilmek için, Şekil 3.6 'da görüldüğü gibi, pozitif kutbu N tipi kristale bağlı, yaklaşık 1/2V 'luk bir pil bağlanmış gibi düşünülür.

Pilin "+" kutbu, serbest elektronları çeker ve "-" kutbu da, "+" atomlara elektron vererek onları nötr hale getirir. Böylece boşluk bölgesi oluşur.



Şekil 3.6 - Yüzey birleşmeli diyotta boşluk bölgesinin pil ile gösterilişi.

### POLARMALI PN BİLEŞMESİ

Gerilim uygulanmış olan diyoda, **POLARMALI diyot** denir.

Yapılan işleme de, **diyodun POLARILMASI** denir.

"**Polarma**" nın Türkçe karşılığı "**kutuplandırma**" dır. Yani, gerilim kaynağının "+" ve "-" kutuplarının bağlanmasıdır.

**Gerilim kaynağının bağlantı şekline göre, polarma şu iki şekilde olur:**

- Doğru polarma
- Ters polarma

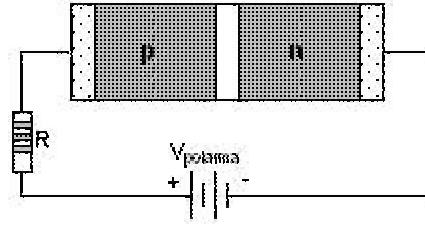
## A. DOĞRU POLARMA

Gerilim kaynağının, akım akıtacak yönde bağlanmasına, **DOĞRU POLARMA** denir.

### Doğru polarma bağlantısı:

Doğru polarmada, Şekil 3.7 'de görüldüğü gibi; **gerilim kaynağının** pozitif (+) kutbu, diyodun anoduna (P bölgesi), negatif (-) kutbu, diyodun katoduna (N bölgesi) bağlanır.

Diyodun uçları arasındaki gerilim için de "**polarma**" veya "**polarizasyon**" gerilimi deyimleri kullanılır.



**Şekil-3.7 İleri yönde polarma bağlantısı. R, akımı sınırlamak ve diyot'ü korumak için kullanılmıştır**

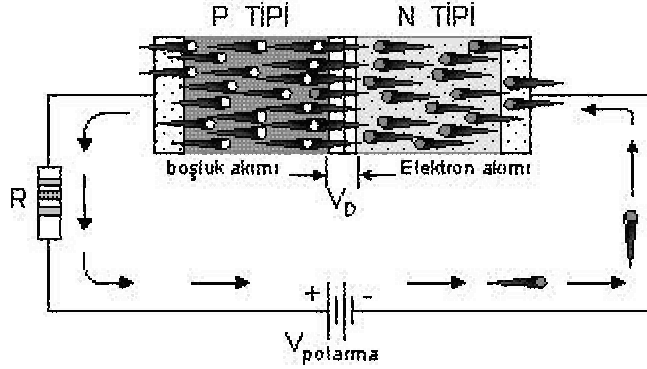
## DOĞRU POLARMADA DİYOT İÇERİSİNDEKİ GELİŞMELER

Şekil 3.7 'den de anlaşılacağı gibi, doğru yönde polarılmış diyotta, **N bölgesindeki serbest elektronlar**, gerilim kaynağının negatif kutbu tarafından itilir, pozitif kutbu tarafından çekilir.

Benzer şekilde, **P bölgesi pozitif elektrik yükleri** de kaynağın pozitif kutbu tarafından itilir, negatif kutbu tarafından çekilir.

Bu sırada, pozitif elektrik yüklerinin tersi yönde hareket eden elektronlar da, P bölgesinden çıkarak kaynağın pozitif (+) kutbuna doğru akar. P bölgesinden kaynağa giden her elektrona karşılık, kaynağın negatif kutbundan çıkan bir elektron da N bölgesine gelir. **Böylece devrede bir akım doğar.**





### Dış devredeki akım yönü:

Herkes tarafından kabul edilen, elektron akışının tersi yönde, yani kaynağın pozitif kutbundan diyoda doğru ve oradan da kaynağın negatif kutbuna doğrudur. **Kısacası; akım "+" dan, "-" ye doğru akar.**

### Diyottan geçirilebilecek akımın büyüklüğü:

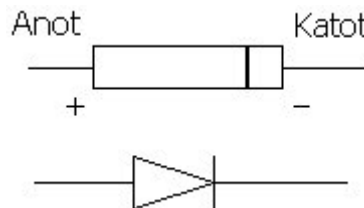
Bir diyottan geçirilebilecek olan akımın büyüklüğü diyot türüne ve yapısına göre değişir. Geçirilebilecek maksimum akım değeri diyot kataloglarında verilmiştir.

**Eğer akımın büyük değerlere ulaşmasına izin verilirse**, meydana gelen sıcaklık diyodun yapısını etkiler ve **diyot** bozulur. Böyle bir durumu önlemek için, şekil 3.7 'de görüldüğü gibi, diyoda seri bir **R** direncinin bağlanmasında yarar vardır. R direncinin seçimi diyodun akım kapasitesine ve gerilim kaynağının büyüklüğüne göre yapılır.

### Diyodun Anot ve Katodu:

Doğru polarmalı bağlantıda, gerilim kaynağının pozitif kutbu, diğer adıyla **ANODU** diyodun **P bölgesine** bağlandığından, diyodun bu ucuna da **ANOT** ucu denmiştir. Benzer şekilde diğer uca da **KATOT** denmiştir.

Diyodun dış görüntüsünde **ANOT - KATOT** ayrımını sağlayabilmek için, genellikle katot tarafına aşağıda gösterildiği gibi bir **çizgi** konulur. Bazı diyotlarda bu durum ok işareti konularak belirtilir.

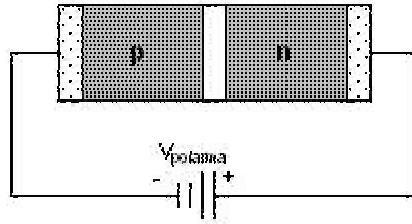


## B. TERS POLARMA

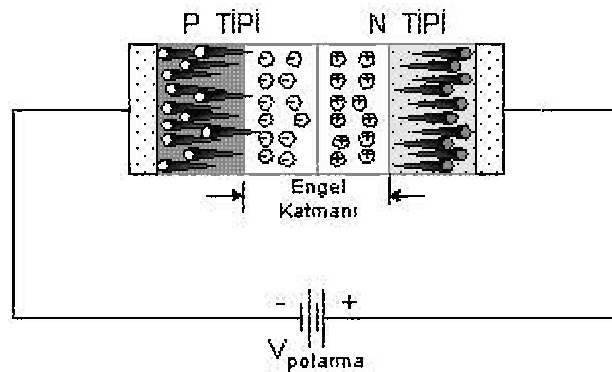
Şekil 3.8 'de görüldüğü gibi, gerilim kaynağının negatif (-) ucu, diyodun anoduna (P tarafına), gerilim kaynağının pozitif (+) ucu ise, diyodun katot (N) ucuna gelecek şekilde bağlantı yapılırsa, diyot çok büyük bir **direnç gösterecek** ve akım akışına **engel olacaktır**. Ancak çok küçük bir kaçak akım akar. Bu halde diyot **ters polarmalıdır** veya **ters bağlantılıdır** denir. **Büyük direnç** yönüne de diyodun **ters yönü** adı verilmektedir.

## TERS POLARMA HALİNDE DİYOT İÇERİSİNDEKİ GELİŞMELER

P bölgesindeki **pozitif elektrik yükleri (oyuklar)** kaynağın **negatif kutbu** tarafından, N bölgesindeki **serbest elektronlar** ise **pozitif kutbu** tarafından çekilecek ve jonksiyondan herhangi bir akım geçmeyecektir. Bu durumda, ortadaki boşluk bölgesi de büyümektedir. (Şekil 3.8)



Şekil-3.8 Ters Polarma bağlantısı.



### Kaçak akım (leakage current):

P ve N tipi yarı iletken kristalinin incelenmesi sırasında, **P tipi kristalde**, azınlık taşıyıcısı olarak bir miktar serbest elektronun bulunduğu, keza **N tipi kristalde** de bir miktar, aktif halde **pozitif elektrik yükü (oyuk)** bulunduğunu belirtmiştik. İşte ters polarma sırasında, bu azınlık taşıyıcıları etkinlik göstererek, diyot içerisinde ve dolayısıyla da devreden ters yönde çok küçük bir akım geçmesine neden olur. Bu akıma "**KAÇAK AKIM**" denir.

Kaçak akım şekil 3.9 'da görüldüğü gibi, **mikro amper** mertebesinde ( $\mu\text{A}$ ) ihmal edilebilecek kadar küçük olup normal çalışma şartlarında diyodun çalışmasını etkilememektedir. Ancak ısınmayla artma gösterir.

### DİYOT KARAKTERİSTİĞİ

Şekil 3.9 'da Ge ve Si diyotlara ait gerilim akım bağıntısı gösterilmiştir. Buradaki gibi, bir eleman veya devrenin çeşitli değerleri arasındaki bağıntıyı yansıtan eğrilere **karakteristik eğrisi**, bazen de kısaca **karakteristiği** denmektedir.

### DOĞRU POLARMA DURUMUNDA

Doğru polarmada, şekil 3.9 'da görüldüğü gibi germanyum diyodun karakteristik eğrisi 0,2V civarında, silikon diyodun karakteristik eğrisi ise 0,6V civarında yukarıya doğru kıvrılmaktadır. Yani, ancak bu gerilim değerlerinden sonra diyot ilettime geçmektedir. İletime geçiş gerilimine **başlangıç** veya **eşik** gerilimi denir.

Diyodun hemen ilettime geçmemesinin nedeni birleşme yüzeyinin iki yanındaki boş (**nötr**) **bölgesidir**. Elektronlar, ancak yukarıda belirtilen gerilimlerden sonra bu bölgeyi geçebilmektedir.

Şekilde görüldüğü gibi, küçük değerli gerilim artışında, doğru yön akımı hızla büyümektedir. Bu akım fabrikasında verilen akım limitini aşarsa diyot yanar.

## TERS POLARMA DURUMUNDA

**Ters polarmada**, daha öncede belirtildiği gibi, belirli bir gerilime kadar ancak **mikro amper** mertebesinde ve önemsenmeyecek kadar küçük bir kaçak akımı akmakta, bu gerilimi aşınca ise ters akım birden büyümektedir.

## DİYODUN DELİNMESİ

**Ters akımın** birden büyümesi halinde, **diyodun delinmesi**, bu andaki gerilime de **delinme gerilimi** denir.

### Delinme olayında, ters akımın birden büyümesinin nedenleri:

- 1) Şekil 3.8 'de görüldüğü gibi, uygulanan büyük değerli ters gerilimin pozitif kutbu, N bölgesindeki serbest elektronları kuvvetle çekmekte, negatif kutbu da P bölgesindeki azınlık taşıyıcı durumundaki elektronları kuvvetle itmektedir.
- 2) Büyük bir hareketlilik kazanan elektronlar, atomlara hızla çarparak, valans elektronlarında serbest hale geçmesine neden olur.
- 3) Bu şekilde hem P, hem de N bölgesinde hızla çoğalan elektronlar kaynağın pozitif kutbunun çekme kuvvetine kapılarak, büyük oranda kaynağa doğru akar.
- 4) Bu arada P - N bölgeleri arasındaki boşluk bölgesi kalkmış ve P bölgesinde de çok sayıda elektron oluşmuş olduğundan P - N ayrımı kalmaz. Diyot iletken bir madde haline dönüşür.
- 5) Aşırı elektron hareketinden dolayı diyot ısınarak yanar.
- 6) Ayrıca dış ortamın sıcak olması da olayı hızlandırmaktadır.

Bu nedenle, diyotlar çok sıcak ortamlarda kullanılmamalı veya soğutucu ile kullanılmalıdır. **Germayum** diyodun maksimum çalışma sıcaklığı **90°C**, **Silikon** diyodu ise **175°C** dir.

Ayrıca ters polarma halinde, uygulanan gerilimin büyük değerlerinde diyodun yüzeyi boyunca bir miktar da **yüzeysel kaçak akımı** akar.

Diyot yüzeyinin kirlenmesi ve rutubetlenmesi durumunda yüzeysel kaçak akımı büyür. **Her iki polarma halinde de vardır**. Fakat ters polarma halinde, istenmeyen akım olarak, etkisini daha da çok göstermektedir.

Şekil 3.9 'da görüldüğü gibi, siliko diyodun **delinme gerilimi**, germanyum diyoda göre daha büyüktür. Diyot taraftan **kaçak akım** ise daha küçüktür.

### Sonuç olarak:

Diyot, **doğru polarmada** küçük dirençli bir devre elemanı, **ters polarmada** ise büyük dirençli bir devre elemanı niteliği gösterir ve **akımın tek yönde akmasını** sağlamaktadır.

Fabrikasınca verilen, **doğru yön akımı** ve **ters yön gerilimi** geçilirse diyot yanar.

### DİYODUN KONTROLÜ

#### Bir diyot şu iki amaçla kontrol edilir:

- 1) Anot ve Katodun belirlenmesi
- 2) Sağlık kontrolü

Diyot kontrolü, pratik olarak ölçü aleti (avometre) ile yapılır. İbrelili (analog) ölçü aleti kullanılması, hızlı ölçüm ve takip kolaylığı bakımından daha uygundur.

Amaç hassas bir ölçüm olmayıp, büyük veya küçük direnç şeklinde bir ölçüm yapmak suretiyle diyodun durumunu saptamaktır.

#### Ayrıca, bir hususa dikkat etmek gerekir:

Diyot direncinin kontrolüyle, normal bir direncin kontrolü arasında önemli farklar vardır.

Direnç ölçümünde, gerilim kaynağı olarak ölçü aleti içerisindeki pilden yararlanılmaktadır. Ölçü aleti içerisindeki pil genelde 1.5V 'luk tur. Bazı ölçü aletlerinde 9V 'luk pil bulunur.

1.5V 'luk ohm ile yapılan en küçük normal bir direncin bile, kısa zamanlı ölçümü için tehlikeli değildir. Ancak diyot için tehlikeli olabilir.

Her diyodun, doğru yönde geçirebileceği akım sınırlıdır. Bu nedenle, küçük akımlı diyotların ve özellikle yüksek frekans (YF) diyotlarının ölçümü sırasında dikkatli olmak gerekir. Bu gibi hallerde diyotlarda 100-500 Ohm arasında seri bir direnç bağlamak gerekir.

#### Ayrıca;

Galvano teknikte ve DC motorlar için kullanılan **büyük güçlü doğrultucu diyotlarına** benzer diyotları iletme geçirmek için büyük gerilim gerektiğinden 1.5V 'luk Ohm metre böyle diyotları ölçmez. İki yönde de büyük direnç gösterir. Böyle diyotlar için 9V 'luk pili bulunan avometreler kullanılır ve R\*100, R\*1000 kademelerinde ölçüm yapılır.

**Şunuda bilmek gerekir:**

Ölçü kademesi büyüdükçe, ölçü aletinin iç direnci küçülür ve dış devreye uyguladığı gerilim ve verdiği akım büyür.

**DİYODUN, ANOT VE KATODUNUN BELİRLENMESİ**

Diyotlar devreye mutlak surette doğru şekilde bağlanmalıdır. Bunun içinde anot ve katodun bilinmesi gerekir.

Diyot anot ve katodunun hangisi olduğundan şüphe ediliyorsa, kontrol şekil 3.10 'da görüldüğü gibi iki yönlü yapılıdır. Normal bir diyot, bir yönde küçük direnç, öbür yönde çok büyük direnç gösterecektir.

Doğru yön direnci diyottan diyoda birkaç 10 ohm 'dan birkaç 100 ohm 'a kadar, değiştiği gibi, aynı diyodun direnci uygulanan gerilime göre de değişir. Uygulana gerilim büyüdükçe diyodun direnci küçülür.

Ters yön direnci, bütün diyotlarda Mega ohm 'a yakın veya üzerindedir. Diyot direncinin küçük çıktığı yönde, ölçü aletinin pozitif (+) probunun bağlı olduğu uç ANOT diğer uç KATOT 'dur.

**Bu noktada diğer bir hususa daha dikkat edilmesi gerekir:**

Bazı ölçü aletlerinde **pilin negatif ucu**, aletin "+" yazılı çıkışına bağlanmaktadır. Bu nedenle, kullanılan ölçü aletinde pilin çıkışa nasıl bağlandığının bilinmesi gerekir. Prensipte olarak, ölçü aletinin "+" çıkışındaki kablonun rengi KIRMIZI "-" çıkışındaki kablonun rengi SİYAH 'tır.

**DİYODUN SAĞLAMLIK KONTROLÜ****Bir diyot şu iki nedenle bozulur:**

- 1) Doğru yönde katalog değerinin üzerinde akım geçirilirse,
- 2) Ters yönde yine katalog değerinin üzerinde gerilim uygulanırsa.

Her iki halde de diyottan geçen **aşırı akım** diyodun **bozulmasına** neden olacaktır.

**Üzerinden aşırı akım geçen bir diyotta üç durum gözlemlenebilir:**

- Aşırı akım çok fazla değilse ve kısa dönem akmışsa, hem **P**, hem de **N** bölgesindeki kristal atomları arasındaki kovalan bağlar kopmakta ve elektronlar serbest hale geçmektedir. Bu durumda diyot bir iletken haline dönüşmekte ve omaj ölçümü yapıldığında **her iki yönde de kısa devre** göstermektedir.
- Aşırı akım çok büyük olursa diyot aynen bir sigorta teli gibi eriyip yanar ve omaj kontrolü yapıldığında **her iki yönde de açık devre** gösterir. Diğer bir deyimle, sonsuz ( $\infty$ ) gösterir.
- Yanan bir diyottaki renk değişimi dışarıdan bakıldığında da belli olur.