

## **ŞÖNT KAPASİTÖR BANKLARININ TEKNİK ÖZELLİKLERİNİN MEKANİK SİSTEMLERİN HAREKET KONTROLÜNE ETKİSİ**

**Hakan Çıtak<sup>1</sup>, Yavuz Ege<sup>2</sup>, Mustafa Göktepe<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>BAÜ Balıkesir Meslek Yüksek Okulu, Balıkesir, Türkiye  
hçitak@balikesir.edu.tr

<sup>2</sup>BAÜ Necatibey Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi Bölümü, Balıkesir, Türkiye  
yege@balikesir.edu.tr

<sup>3</sup>BAÜ Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Balıkesir, Türkiye  
goktepe@balikesir.edu.tr

### **Özet**

Şehir şebekesinde aynı hattı kullanan kullanıcı sayısı arttıkça kullanıcıların şebekeden çebilecekleri akım miktarı azalmaktadır. Kullanıcı başına akımın düşmesi, şebekeye bağlı tüm mekanik sistemlerin hareketini engellemekte ve hızını düşürmektedir. Kullanıcı başına düşen akımı şönt kapasitör banklarıyla yükseltmek ve sistemlerin düzgün çalışmasını sağlamak mümkündür. Fakat akımın yükselme miktarı şönt kapasitör banklarının teknik özellikleriyle bire bir ilişkilidir. Bu bildiri kapsamında şönt kapasitör banklarının teknik özellikleri ayrıntılı olarak anlatılacak ve mekanik sistemlerin hareketine etkisi tartışılacaktır.

*Anahtar Terimler: Şönt Kapasitör Bankları, Mekanik Sistem, Akım*

### **Abstract**

Operating current decreases with increasing number of the electricity users on the local electricity network. The decreasing of operating current for per electricity user on the local network is produce problems in all electromechanic systems. It is possible to find out a reliable solution for this power loss by using parallel capacitor systems. Capability of the parallel capacitor systems are directly related with it is technical specifications. In this paper, the technical specifications of the parallel capacitor systems will be discussed.

*Key Words: Parallel Capacitor, Mechanics System, Current*

## **1. GİRİŞ**

Enterkonekte elektrik şebekelerinin ekonomik ve verimli bir şekilde işletilmesi için alınacak en önemli tedbirlerden biri reaktif şönt kapasitör banklarının kullanımınıdır. Şebekeler geliştikçe ve yükleme seviyeleri yükseldikçe bu sorun daha da belirgin olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, sistemin reaktif şönt kapasitör ihtiyacının tesbitinde, teknik parametrelerin yanısıra, sistem işletmesinin ekonomi ve verimliliğini ilgilendiren idari kararlar ve

tercihler de söz konusudur. Elektrik şebekelerinde kullanılan şönt kapasitörler birer reaktif güç üreticidirler. Kapasitörler genaratörlere ilaveten, yükün ihtiyacı olan reaktif gücü üretirler. Teorik olarak aktif ve reaktif güç talebini genaratör ile karşılamak mümkündür. Ancak sistemin işletilmesi sırasında, yaratacağı teknik sorunlar ve ekonomik nedenlerden bu mümkün değildir. Bu nedenle şebekelerde şönt kapasitör uygulaması en uygun çözümdür. Elektrik şebekelerinde kullanılan şönt kapasitör banklarını oluşturan kapasitör üniteleri, seri ve paralel bağlanarak daha yüksek gerilimlere ve güçlere ulaşılabilir.

Kapasitör imalat teknolojisinde son yıllarda büyük gelişmeler olmuştur. Bugün dielektrik olarak kağıt izolasyon yerine yüzeyi pürüzlü polypropylen film kullanılmaktadır. Kapasitör elektrotları olarak ise alüminyum folyo tercih edilmektedir. Bu gelişmelere paralel olarak, PCB (Polychlorierte Biphenyle) türündeki kapasitör yağlarının yerini de non-PCB türündeki, yani doğada kendiliğinden kolaylıkla yok olabilen yağlar almıştır. Üretim teknolojisindeki bu gelişmeler sayesinde kapasitörün aktif kayıpları 3 Watt / KVAR seviyesinden 0,15 Watt /KVAR mertebelerine düşmüştür. Bu kayıplar kondansatörlerin normal çalışma sıcaklığına etken bir faktör olup çok önemlidir[6].

Türkiye gibi kalkınmakta olan ülkelerde tüketim artışının karşılanması için her yıl mevcut sistemin %15 'i oranında yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır [1]. Bu teorik bir ifadedir, pratikte başta ekonomik sebeplerden dolayı bu rakama ulaşmak imkansızdır. Bununla birlikte mümkün olduğu kadar yeni santrallerin yapımında programlar dahilinde olmakla beraber, yukarıdaki teknolojik gelişmelerin ürünü olan günümüz şönt kapasitör banklarının kullanılması, enerji ekonomisi açısından aşırı boyutlara varan reaktif enerji artışını karşılamak için zorunlu olarak alınan tedbirlerin başında gelmektedir. Bu sayede elektrik enerjisi sistemlerinde; kayıpların düşürülmesi ile ilave elektrik enerjisi kazanılması, genaratörlerin daha yüksek  $\cos\phi$  ile çalışması, yük barolarındaki gerilimlerin yükseltilmesi ve sistem kapasitelerinin geri kazanılması gibi arzu edilen ekonomik tedbirlerin gerçekleşmesi temin edilir.

Kapasitörlerin bakım sorunlarının olmayışı ve meydana gelen işletme problemlerinin tecrübeler neticesinde o zaman halledilme yoluna gidilmesi, diğer reaktif güç üreteçleri açısından şönt kapasitör banklarına büyük ekonomik avantajlar sağlar. Bu bildiri kapsamında şönt kapasitör banklarının teknik özellikleri ayrıntılı olarak anlatılarak, mekanik sistemlerin hareketine etkisi tartışılmıştır.

## 2. ALTERNATİF AKIMDAKİ KONDANSATÖRLER

### 2.1 Kapasite

Kapasite, iletkenlerden ve izole maddelerden oluşan bir sistemin elektriksel yükü alabilme yeteneğinin bir ifadesidir. Tanıma göre iletkenin C [Farad ] kapasitesi, alınan q [Coulomb] yükünün U [Volt] potansiyel farkına oranıdır ve,

$$C = \frac{q}{U} \quad [\text{Farad}] \quad (1)$$

ifadesiyle tanımlanabilir. Bu özelliğin korunması için imal edilen cihaza ise kondansatör denir. Plakalı kondansatör denilen ve Şekil 1'de görülen kondansatörün kapasitesi için daha genel olan,

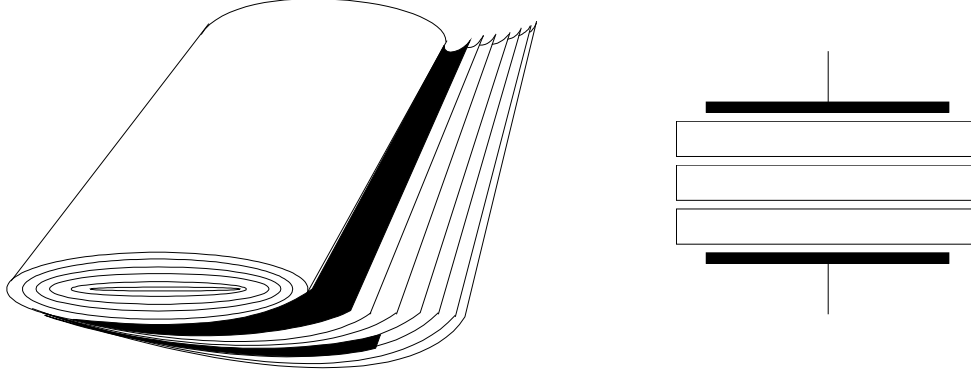
$$C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{d} \quad [\text{Farad}] \quad (2)$$

bağıntısı kullanılır. Bu ifade de,

$\epsilon_r$  : Bağıl dielektrik katsayısını

$\epsilon_0$  : Vakumun dielektrik katsayısını ( F / m )

$A$  : Elektrotların yüzeyini (  $m^2$  )  
 $d$  : Elektrotlar arası mesafeyi (  $m$  )  
göstermektedir.



Şekil 1. Bir kondansatör elemanı [4]

## 2.2 Reaktif güç

Bir işletme kondansatörünün ana görevi reaktif güç meydana getirmektir. Alternatif akım ve gerilim altındaki kayıpsız bir  $C$  kapasiteli kondansatördeki reaktif güç,

$$Q = U \cdot I = U^2 \cdot \omega \cdot C = \frac{I^2}{\omega \cdot C} \quad [\text{VAR}] \quad (3)$$

dir. Bir kondansatördeki elektrot levhalar arasındaki elektrik alan şiddetini, levhalar arasındaki potansiyel fark ve uzaklık ile ifade edecek olursak,

$$E = \frac{U}{d} \quad [\text{V}/\mu\text{m}] \quad (4)$$

yazabiliriz. Dielektrik katsayıları için  $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$  [ $\varepsilon_0 \cong 10^{-9}/36\pi$  F/m] kısaltması yazılacak olursa bağıntı (2)'de kapasite,

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} \quad [\text{Farad}] \quad (5)$$

halini alır. Bütün bu bağıntılar yardımıyla yukarıda yazılan kondansatör gücünün hangi yapısal büyüklüklere bağlı olduğunu görmek için,

$$Q = U^2 \omega \cdot \varepsilon \frac{A}{d} \quad [\text{VAR}] \quad (6)$$

bağıntısı yazılabilir [2].

## 2.3 Kayıp Faktörü

Kondansatör kayıpları, kondansatörün tükettiği aktif güçtür. Elektrot kenarlarının durumu (kısmi deşarj yoğunluğu), elektrot ve izolasyon sisteminin cinsi, izolasyon sisteminin sıcaklığı gibi büyüklükler kayıp faktörünü belirler. Bu büyüklükler kondansatörde bulunan gerilim

ile kondansatör akımı arasında  $90^\circ$  den daha küçük kayıp açısı  $\delta$  'i oluşturur(Şekil 2). Kondansatördeki kayıp güç için,

$$P = U.I.Cos\varphi = U.I.Sin\delta \quad [\text{Watt}] \quad (7)$$

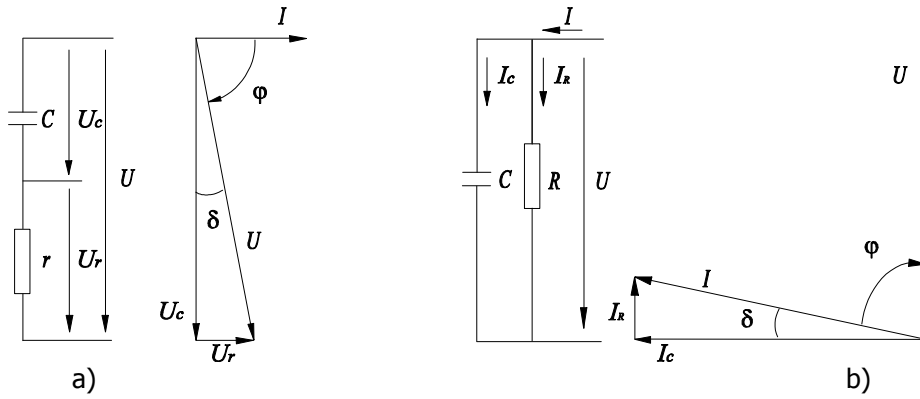
reaktif güç için ise,

$$Q = U.I.Sin\varphi = U.I.Cos\delta \quad [\text{VAR}] \quad (8)$$

yazabiliriz.Kayıp açısı tanjantı, kondansatör kayıplarının kondansatör reaktif gücüne bölümüdür ve,

$$\tan\delta = \frac{P}{Q} \quad [\text{W/VAR}] \quad (9)$$

ifadesiyle tanımlanabilir.



Şekil 2. Kondansatör kayıplarının seri ve paralel bağlı dirençle ifadesi[7]  
a-) Seri bağlı direnç ile b-) Paralel bağlı direnç ile

Küçük frekans değerleri için geçerli basitleştirilmiş şekillerde kondansatör kayıpları, kayıpsız bir kondansatör ile paralel veya seri bir direnç göz önüne alınarak incelenir.Buna göre kayıp açısı tanjantı seri bağlı dirençde,

$$\tan\delta = \frac{U_r}{U_c} = \frac{I.r}{I \frac{1}{\omega.C}} = r.\omega.C \quad (10)$$

Paralel bağlı dirençde ise,

$$\tan\delta = \frac{I_r}{I_c} = \frac{\frac{U}{R}}{U.\omega.C} = \frac{1}{R.\omega.C} \quad (11)$$

bağıntılarıyla bulunabilir [3].

### 3. KONDANSATÖRLERİN FİZİKSEL YAPILARI

#### 3.1 Katı İzolasyon Maddeleri

**a-)Kağıt :** Kağıt gerek empenye edilerek stabilite kazanabilmesi, gerekse yüksek dielektrik sabitesi nedeniyle küçümsenmeyecek bir yalıtıcıdır. Ancak kayıplarının yüksek, delinme geriliminin düşük olması kağıt için büyük bir dezavantaj teşkil eder. Ekseriyetle yoğunluğu  $1.5 \text{ gr/cm}^3$  dielektrik katsayısı 6,5 olan kağıt kullanılmakla beraber kullanılan diğer kağıt malzemeler aşağıda Çizelge 1'de verilmiştir [3].

Çizelge 1. Dielektrik Olarak Kullanılan Kağıt Malzemelerin Özellikleri

Saten Dereceleri	M	D	C	B	A	S
Yoğunluk gr/cm <sup>3</sup>	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
Hacim içindeki % Lif oranı	53	60	67	73	80	87

Kondansatörlerde izolasyon malzemelerinin artan yoğunluğu ile delinme gerilimi ve kayıp faktörü yükselir. Bu nedenle iki büyüklük arasında bir optimuma varmak için kullanılan yalıtım amaçlı kağıtlar 5 ila 30 $\mu$ m kalınlıkta imal edilirler. Yukarıdaki sebeplerin yanında, büyük hacimsel özellik taşımaları ve yüksek nemlilik artışı nedeniyle kağıt, bir izole sıvıyla birlikte vakum altında kurutulur ve emprenye edildikten sonra uygun bir dielektrik olarak kullanılabilir [3].

**b-)Yapay film :** Yapay maddeler hidrokarbon temeli üstüne pres ve döküm işleminden geçtikten sonra işlenebilir film haline gelirler. Dielektrik katsayısı emprenye edilmiş kağıtdan daha azdır. Fakat yüksek gerilim değerlerine dayanma üstünlükleri  $[\epsilon.E^2]$  daha büyük elektrik alan şiddetlerinde kullanılmasına müsade eder. Yüksek izolasyon direnci, düşük dielektrik kayıp faktörüne sahip olmaları, ayrıca rutubete karşı bir direnç arzetmesi nedeniyle günümüz kondansatör teknolojisinde sıkça kullanılan bir malzemedir. Dielektrik katsayısını kuvvetlendirmek için emprenyeli kağıtla birlikte kullanılabilirler. Polystyrol, Polypropylen ticari isimleriyle kullanılmaktadırlar. Yapay filmler 30 $\mu$ m kalınlığa kadar işlenebilirler [3].

### 3.2 Sıvı İzolasyon Maddeleri

Emprenye etme vasıtasıyla boşlukların sıvı izoleli maddelerle doldurulması sonucuna gidilmelidir. Çünkü sıvı izolasyon maddelerinin dielektrik katsayıları, gazlı izolasyon malzemelerin dielektrik katsayılarından daha yüksektir.

**a-)Madensel yağlar :** Karışımda kullanılan aromatik (Benzol ve Naftalin türevi) ve alifatik (Parafin) hidrokarbonlardır. Madensel yağlar polar olmayan sıvılar olarak küçük dielektrik katsayısına ve düşük kayıplara sahiptirler. Madensel yağlar iyi eskime sabitliği ve büyük gaz emme özelliği ile kullanılır. Böylelikle kısmi deşarjlarda oluşan hidrojen emilebilir. Dezavantajı ise yanma özelliğidir [3].

Madensel yağların elektrot-dielektrik konfigürasyonun ayrılmaz bir parçasını teşkil etmesi ve homojen olarak elektrotlar arasında tüm boşlukları doldurması (vakum ve emprenye) durumunda kısmi deşarjların başladığı ve bittiği gerilim seviyeleri yükselir, kenar elektrostatik alan şiddetleri azalır. Katı dielektrik malzemenin delinme gerilimi seviyesinde artar. Ayrıca ısı artışı azaltıcı yönde tesir eder [2].

**b-)Askarele :** Difenilin klorlanması vasıtasıyla elde edilen sentetik yağlardır. [Genellikle PCB (Polychlorierte Biphenyl) olarak kullanılır. ] Büyük dielektrik katsayısına  $[\epsilon_r = 5 - 6]$  sahip olması sebebiyle kağıt izolelerin emprenye olması için özellikle uygundur. Kondansatörler için az klorlu difenilin (Di ve Tri klordifenilin) kullanılır. Kimyasal dayanıklılığı ve yanmaz oluşu nedeniyle iyi bir eskime sabitesine ulaşır. Büyük dielektrik katsayıları nedeniyle askarele emprenye edilmiş kondansatörler, madeni yağ emprenye edilmiş kondansatörlerden daha yüksek alan şiddetine dayanabilirler. Fakat yüksek sıcaklıklarda artan iyon hareketi nedeniyle askarele emprenyeli kondansatörlerin kayıp faktörü artar. Bu izole madde piyasada; Clophen, Pyralen, Aroclar ticari isimleriyle kullanılır [3].

### 3.3 Elektrotlar

**a-) Metal yaprak elektrotlar :** Elektrot materyali olarak ençok alüminyum yapraklar kullanılır ve alüminyum folyo olarak anılır. Yaprak kalınlıkları akım yüküne göre 5 ila 20  $\mu\text{m}$  arasında değişir.

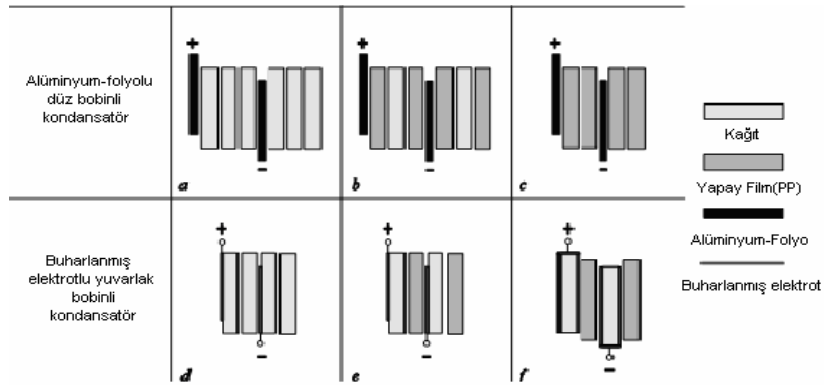
**b-) Buharlanmış elektrotlar :** Yüksek vakum altında, buhar halindeki alüminyumun (veya çinko) soğutulmuş olan izolasyon malzemelerinin üzerinde yoğunlaştırılmasıyla elde edilir. Noktasal delinmeler esnasında meydana gelen kıvılcım, çevredeki metalde buharlaştırma oluşturarak yalıtımı yeniden sağlar(Şekil 3). Kendi kendini yenileyen kondansatörün kapasitesi, kayıp faktörü ve izolasyon direnç değerleri değişir [4,5].



Şekil 3. Kendi kendini iyileştiren dielektrik sisteminin meydana gelişini gösteren üç aşamalı çizim.  
a-) Özürlü izolasyon      b-) Delinme      c-) Kendi kendini iyileştirme

### 3.4 Dielektrik Cinsleri

Alüminyum folyo ve buharlanmış elektrotlu kondansatörlere ait bazı dielektrik uygulamaları Şekil 4'de verilmiştir [3-5].



Şekil 4. Çeşitli dielektrik uygulamaları

**a-) Kağıt madensel yağ dielektriği :** Bu dielektrik yapıya uygun dizayn Şekil 4a ve d 'de görülmektedir. Birer yüzeyleri buhar kaplanmış C veya A saten derecesindeki kağıt, madensel yağ ile emprenye edilir (Şekil 4d). Kendi kendini yenileyen bu tip dielektrikte, dielektrik katsayısı kağıt kalınlıklarına göre 3,3'den 4,8'e kadar değişebilir. En az 1 en çok 3 kat kağıtdan oluşan bu tip dielektrik malzeme 15 V/ $\mu\text{m}$  'ye kadar dayanabilir. Şekil 4a'da görülen aynı tip alüminyum folyolu dielektrik dizaynı içinde aynı şeyler söylenebilir [3].

**b-) Kağıt - askarele dielektriği :** Daha güçlü kondansatör elde etmek için kullanılan bu dielektrik yapı Şekil 4a'da görülmektedir. Dielektrik yapı askarele emprenyeli A saten derecesindeki kağıtdan 2 ila 4 kat olmak üzere oluşturulur. Yüksek gerilim değerleri için 4 ila 6 kata kadar M ve C saten derecesinde kağıtlar kullanılabilir. Alışıla gelmiş işletme sıcaklıkları için dielektrik katsayısı 5,3 - 6 arasındadır. Düşük sıcaklıklarda dielektrik katsayısı azalır ve kayıp faktörü artar. Elektrik alan şiddeti 20 V/ $\mu\text{m}$  kadardır [3].

**c-) Madensel yağ emprenyeli polypropylen film :** Dielektrik yapısı Şekil 4f'de görülmektedir. Her iki yanı metalize edilmiş (buharlanmış) kağıdın görevi polypropylen filmin her yerine madensel yağı işlemektir. Kendi kendini onaran özelliğinden dolayı, 6-10 $\mu\text{m}$ 'ye kadar kalınlıkta bir dielektrik tabakası yeterli olur. Dielektrik sayısı 2,2 kadardır. Dielektrikte polar olmayan maddeler nedeniyle kayıpları azdır. İşletmedeki alan şiddeti 65 V/ $\mu\text{m}$  dir [3].

**d-) Polypropylen - kağıt dielektriği :** Alüminyum yapraklı kondansatörlerde, polypropylen filmin empenyesi için bir tabaka kağıt fitil olarak kullanılır. Şekil 4b'deki dielektrik yapıda empenye malzeme askareledir. İzole maddelerinin dielektrik katsayıları [kağıt ve askarele de  $\epsilon_r = 6$ , polypropylen de  $\epsilon_r = 2,2$ ] sonuç olarak ölçüsüz bir dağılıma sahip olurlar. Polypropylenin küçük olan dielektrik katsayısı [ $\epsilon_r$ ] nedeniyle maruz kaldığı elektrik alan şiddeti daha büyüktür. Dielektrik yapıdaki kalın bölüm a ile gösterilip, askarele empenyeli kağıt için kullanılan büyüklüklerin indisi 2, polypropylen için kullanılan büyüklüklerin indisi 1 alınırsa ortalama alan şiddeti ,

$$E = E_1 \left[ a_2 \left[ \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} - 1 \right] + 1 \right] \quad [V/\mu m] \quad (12)$$

ve karışımın dielektrik katsayısı,

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_2}{a_2 \cdot [\epsilon_1 - \epsilon_2] + \epsilon_2} \quad (13)$$

olarak bulunur. Sonuç kayıp faktörü ise,

$$\tan \delta = \frac{a_2 \cdot [\epsilon_1 \cdot \tan \delta_2 - \epsilon_2 \cdot \tan \delta_1] + \epsilon_2 \cdot \tan \delta_1}{a_2 \cdot [\epsilon_1 - \epsilon_2] + \epsilon_2} \quad (14)$$

olur. Kendi kendini yenileyen kondansatörlerde dielektrik yapı Şekil 4e'ye göre düzenlenir. Ortalama alan şiddeti 40 V/ $\mu m$  dir. Aynı dielektrik yapı askarele yerine, madensel yağ empenyeli olarak da düzenlenebilir [3].

## 4. KONSTRÜKSİYON YAPISI

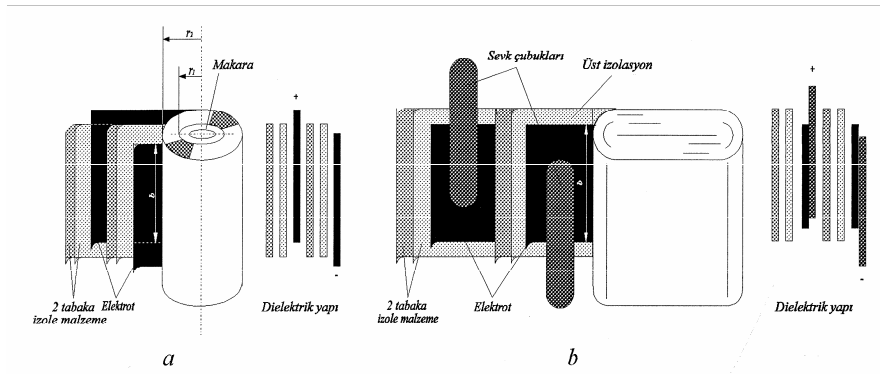
### 4.1 Bobin Cinsleri

**a-)Yuvarlak Bobin:** Enerji tekniğinde ihtiyaç duyulan gerekli kondansatör kapasitelerini elde etmek için, izolasyon yapı malzemeleri ile elektrotlardan oluşan bir kondansatör bobini sarılır. Makara üzerinde yuvarlak bir bobin Şekil 5a'da görülmektedir. Bobin sargı mekiğinden çıkarılınca hassas olmayan bir yapı elementidir. Yuvarlak bobinin kapasitesi ise,

$$C = \frac{\epsilon \cdot b \cdot \pi \cdot [r_2^2 - r_1^2]}{d \cdot [d + d_E]} \quad [\text{Farad}] \quad (15)$$

Bu bağlamda,

- b :Dielektriğin etkili genişliğini (m)
- $r_1, r_2$  :Bobin iç ve dış yarı çapını (m)
- $d, d_E$  :Dielektrik ve elektrot kalınlığını (m) göstermektedir[3].



Şekil 5. Kondansatör bobinleri

**b-)Düz Bobin:** Bu bobin makarasız sarılır. Böylece bobin, mekiğinden çıkarılınca kolayca düz hale gelir(Şekil 5b). Bu özelliğinden dolayı birden fazla bobin yan yana veya üst üste konarak kolayca bandajlanabilir. Düz bobin dar bir gövde formu içine yerleştirilebilir. Böylece yapı içerisinde gereksiz boşluklar minimuma iner. Emprenye işleminde kullanılan izole sıvının miktarı da azalır. Şekil 5b'de aktif bobin genişliği  $b$ , elektrot uzunluğu  $l$  ve dielektrik kalınlığı  $d$  ile gösterilirse düz bobinin kapasitesi eşitlik (16) da verildiği gibi hesaplanır [3].

$$C = \frac{2 \cdot \epsilon \cdot b \cdot l}{d} \quad [\text{Farad}] \quad (16)$$

## 5. BOBİN GRUPLARININ HAZNEYE YERLEŞTİRİLMESİ

### 5.1 Bobin Gruplarının Oluşturulması

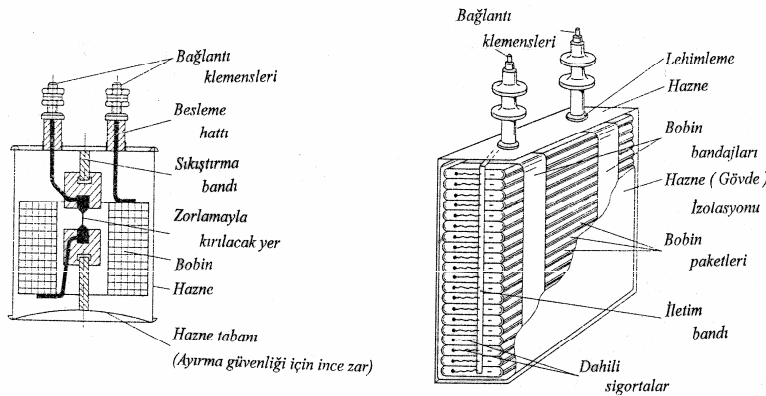
Yüksek gerilim kondansatörlerinde bobinler, önce paralel gruplar oluşturacak şekilde bağlanır. Daha sonra bu paralel gruplar birbiriyle bağlanarak seri grupları oluştururlar. Böylece istenen güç ve kapasite değerleri elde edilebilir. Üç fazlı kondansatörlerde ise, üç bobin grubunun üçgen veya yıldız bağlanmasıyla istenen güç ve gerilim büyüklükleri elde edilebilir.

### 5.2 Bobinlerin Gövdeye Karşı İzolesi

Bütün gerilim taşıyan bölümler kağıt veya presbant ile kapatılır. Çıplak tel ve iletkenler ise izole bir hortumdan geçirilir. Yüksek gerilim kondansatörlerinin bobin paketleri de dayanıklı kağıt veya presbant ile çevrilir. Bununla beraber gövde izolesinin artan kalınlığı ile dahili ısı direnci de orantılı olarak artar. Dayanma gerilimindeki artış ise izolenin artan kalınlığına rağmen daha azdır [3].

### 5.3 Gövde Formu

Yuvarlak bobinlerden oluşan küçük kondansatörler beyaz saçtan veya alüminyumdan silindirik gövde formuna sahiptirler(Şekil 6a). Büyük güçlü kondansatörler ise dört köşe gövde formunda, çelik saçtan 1-2 mm kalınlıkta imal edilirler. Bu gövde formunda yuvarlak bobin kullanmaktan kaçınılır. Genellikle bobin sütunları yan yana veya üst üste dizildiği için düz bobin kullanmanın avantajı daha fazladır. Dört köşe gövde formunda düz bobin kullanmakla bobin paketleri ile gövde arasında gereksiz boş yer kalmayacak ve daha dar bir hazne ile bobin paketleri muhafaza edilecektir (Şekil 6b). Bunun yanında daha az emprenye sıvı kullanılmasıyla ekonomik de olacaktır. Kondansatörün dahili ısı direnci ise böylece fazla büyümeyecektir. Her sıcaklık değişiminde dört köşe gövde formunun yüzeyleri ile sıvı izole maddesi de genişler veya küçülür. Bu nedenle kondansatörler izole sıvı ile tam olarak doldurulur. Aynı zamanda vakum edilerek dış ortamla teması kesilir[6].



a)Yuvarlak bobinli küçük kondansatörler, b)Düz bobinli güçlü kondansatörler.



## 6. SONUÇ

Kondansatör imalatında amaç en küçük hacimde en büyük kapasiteyi elde etmektir. Bunun için görüldüğü gibi sadece bir yapısal büyüklük ile kapasiteyi istenen değerde üretmek mümkün değildir. Kondansatör kapasitesinin bağlı olduğu yapısal büyüklükler incelendiğinde bağıl dielektrik katsayısının artışı kondansatör kapasitesini artırırken kondansatör kayıplarını da artırdığı görülmektedir. Kapasite için elektrot yüzeylerini büyütmenin hacimle ilgili problemlere sebep olduğu da bilinmektedir. Sonuç olarak sadece bir yapısal büyüklük ile kapasiteyi istenen değerlerde üretmenin mümkün olamayacağı aşikardır. En küçük hacimde en büyük kapasiteye ulaşmanın yolu bütün yapısal büyüklükler arasındaki optimal noktayı bulmaktan geçer. Bu da değişik dielektrik yapıları, değişik elektrot tercihlerini ve çeşitli tip sarım düzenlemelerini beraberinde getirir.

Öyleyse kondansatör imalatı esnasında seçilen izolasyon malzemesinin oldukça önemli bir parametre olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum dolayısıyla yüksek dielektrik sabiteli, düşük kayıp faktörlü, yüksek delinme gerilimli ve rutubete karşı dirençli izolasyon malzemelerini ön plana çıkarmaktadır. Kondansatörlerde izolasyon malzemelerinin artan yoğunluğu ile delinme geriliminin ve kayıp faktörünün yükselmesi yine iki büyüklük arasında bir optimuma varmayı gerektirmesi malzeme seçiminin ne kadar zor olduğuna bir örnektir. Sonuç olarak; belirleyici unsur olan dielektrik yapı için tek bir izolasyon ve elektrot düzeninin tavsiye edilemeyeceği açıkça görülmektedir. Doğru seçim için çalışma gerilimi, çalışma ve ortam sıcaklığı, uygun ebatlar ve imalat teknikleri gibi birçok parametrenin dikkate alınması gerekir. Amaç ihtiyaca uygun kapasiteyi bütün bu parametreleri dikkate alarak en ucuza imal etmektir. Anlatılan bu teknik özelliklerden mekanik bir sistemin torkunu artırmak için seçilecek kondansatörde,

- Dielektrik yapı için gerekli katı izolasyon malzemelerinden polypropylen ve sıvı izolasyon malzemelerinden de askarele;
- Elektrotlardan, kendini yenileyebilme özelliğinden dolayı buharlanmış elektrotlar;
- En uygun dielektrik yapı için de askarele emprenyeli polypropylen film düzeni;
- Konstrüksiyon yapı için ise düz bobin uygulaması ile dört köşe gövde formu;

olması tavsiye edilmektedir.

## 7. KAYNAKÇA

- [1] ÇAKIR , H. , KÜÇÜK , S. , PEKİNER , F . O. : " Enerji Dağıtım Sistemlerinde Şönt Kapasitör Kullanılmasının Şebeke Gerilimi Üzerindeki Etkileri " , Ülkemizin Kalkınmasında Mühendisliğin Rolü , Yıldız Üniversitesi Yayınları, İstanbul, (1989)
- [2] Elektrik Mühendisleri Odası : " Reaktif Güç Kompanzasyonu Seminer Notları " , İstanbul, (1983).
- [3] POLLMEIER , F. J. , " Kondansatören " , Hütte Elektrische Energietechnik, Band 2, Berlin Heidelberg New York, (1978).
- [4] BO STENERHAG, L. , WIRSEN, E., " Ein Schlüsselwort Für Arbeitskondensatoren " , Asea Zeitschrift, (Mart 1984).
- [5] NADİR,H., " Güç Kondansatörlerinin Tarihsel Gelişimi" , İller Bankası Müdürlüğü Enerji Dairesi Başkanlığı, Ankara, (1989)
- [6] UYAR, N., " Orta Gerilim Güç Kondansatörleri İmalat Teknolojisi ve Sanayi Tesislerinde Uygulamaları" , Etitaş, İzmir, (1992)
- [7] ÇITAK, H., " Şönt Kapasitör Bankalarının Enerji İletim Hatları Üzerine Etkileri" , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (1995)