

ORTA GERİLİM DAĞITIM SİSTEMLERİ İÇİN ÜRETİLEN HÜCRE TİPLERİ VE HÜCRELER İÇERSİNDEKİ EKİPMANLAR İLE SİSTEM TASARIMI

GİRİŞ: Orta Gerilim dağıtım baraları Kasım 2002 tarihine kadar açık bina tipi hücreler ile yapılmakta idi. Bu tarihte düzenlenen yeni yönetmelikle OG dağıtım baraları Metal Mahfazalı Modüler Hücreler ile yapılması zorunlu hale gelmiştir. Günümüzde üretilmekte olan Metal Mahfazalı Modüler hücreler IEC'nin 62271-200 standardına uygun olarak yine aynı standardın belirlediği sınıflarda üretilmektedir.

IEC 62271-200 standardına göre hücreler öncelikle hücre içersinde izolasyon tekniğine göre sınıflandırılmaktadır. Hücre içersinde ki izolasyon gaz ile sağlanıyor ise gaz izoleli, hava ile sağlanıyor ise hücreler hava izoleli hücre olarak sınıflandırılmıştır.

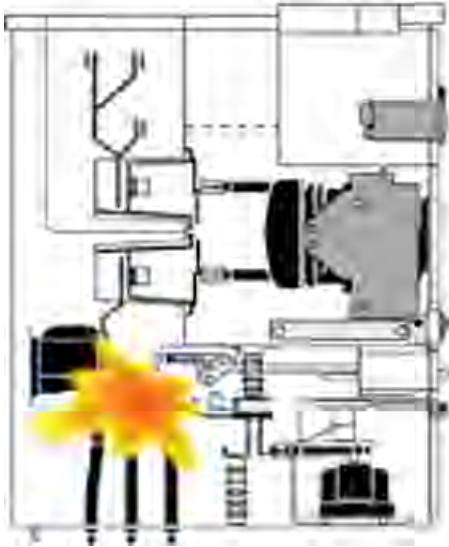
Gaz izoleli hücreler tam gaz izoleli ve yarı gaz izoleli (RMU) hücre olarak da iki sınıfa ayrılmaktadır. Gaz izoleli hücrelerde hücreyi oluşturan tüm bölmeler içersinde ki yalıtım gaz ile sağlanmıştır, RMU olarak adlandırılan hücrelerde ise yalıtım bara bölümünde gaz ile sağlanırken, hücrenin anahtarlama elemanlarının bulunduğu bölme de özel yalıtımlı bağlantı elemanları kullanılarak hava ile sağlanmıştır. Gaz izoleli hücreler çok yüksek kapasiteli akım, gerilim ve kısa devre akım değerleri olan sistemlerde anahtarlama yapmak için kullanılır. 40.5kV,1250A ve 25kA değerlerine kadar olan OG baralarında RMU tipi hücreler tercih edilmektedir.

1) Hava izoleli hücreler ise IEC 62271-200 standardına göre farklı kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

Hava izoleli hücreler için kullanılan sınıflandırmalar gaz izoleli hücreler için de geçerlidir.

1.1) İç ark arızası bakımından hücrelerin sınıflandırılması:

Hücre içersinde oluşacak iç ark arızasında (hücre içersinde ark merkezinde ki sıcaklık 20.000 °C olur ve buna bağlı olarak da hücre içersinde ki hava basıncı çok yüksek değerlere ulaşır)



oluşacak yüksek sıcaklık ve basıncıdaki gazın hücre içersini terk ederken, hücre etrafında bulunan personelin güvenliği sağlama esaslarına göre yapılmıştır. İç ark arıza sınıflandırmasına göre anma gerilim seviyesinde hücre için tanımlanmış anma kısa devre dayanım değerinde oluşacak iç ark arızasının oluştuğu

an ;

A: Yetkili personelin erişimini,

F: Yetkili personelin hücrenin ön tarafında güvende olacağını sağlayabilen,

L: Yetkili personelin hücrenin sağ ve sol yanında güvende olacağını sağlayabilen,

R: Yetkili personelin hücrenin arka tarafında güvende olacağını sağlayabilen,

yüksek basınç ve sıcaklık değerlerine sahip hücre içersinde ki havanın, hücre içersinden yukarıda belirtilen özellikleri sağlayabilen hava atış sistemi ile personel güvenliğini sağlayarak hücre dışına atılmasını tanımlar.

Hava izoleli hücre tiplerini iç ark arıza bakımından sınıflandırırsak;

- Metal Mahfazalı Dolap tipi hücreler 36kV,1250A,25kA/1s değerlerine kadar AFL özelliğinde üretilmektedirler.
- Metal Mahfazalı Modüler Hücreler (Metal Enclosed) hücreler 36kV,1250A,25kA/1s değerlerine kadar AFL özelliğinde üretilmektedirler.
- Metal Mahfazalı Metal Bölmeli Modüler Hücreler (Metal Clad) hücreler 36kV,4000A,40kA/1s veya 3s değerlerine kadar AFLR özelliğinde üretilmektedirler.

1.2) Servis sürekliliği kaybına göre hücrelerin sınıflandırılması:

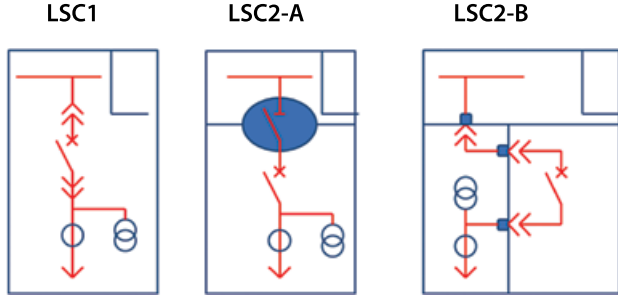
IEC 62271-200 standardında hücrede oluşabilecek bir arıza veya bakım amacıyla hücre içersinde yapılacak çalışma sırasında, hücrenin bağlı bulunduğu OG dağıtım barasında bulunan diğer hücrelerde sağlanabilen enerji tedarik sürekliliği bakımından sınıflandırılmıştır.

LS1 : Bara, anahtarlama elemanları, akım-gerilim trafoları ve kablo bağlantıları tek bölme içersinde yer alan ve personelin hücre içersinde çalışma yapabilmesi için, hücrenin bulunduğu OG dağıtım barasında ki diğer hücrelerin de enerjisini kesme şartı getiren hücre sınıfıdır. Piyasada dolap tipi hücre olarak da bilinirler.

LS2-A : Bara bölmesi ve kesici, akım-gerilim trafosu ile kablo bağlantısı ve topraklama ayırıcısının bulunduğu iki bölmeden oluşan piyasada Metal Enclosed hücre olarak da bilinen Metal Mahfazalı Modüler Hücrelerdir. Bara bölmesi ve kesici bölmesi ayırıcının gövdesi ile birbirinden ayrılmıştır. Personelin hücre içersinde çalışma koşulu; önce kesici sonra ayırıcı açılıp topraklama ayırıcısı kapatılarak OG barada bulunan diğer hücreler enerjiliyken hücre kapıları açılabilen ve güvenli çalışma ortamı sağlamaktadır.

LS2-B : Bara bölmesi, kesici bölmesi ve akım-gerilim trafosu ile kablo bağlantı bölmesi olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Bölümler arası bölmelendirme malzemesi metal olduğundan Metal Mahfazalı Metal Bölmeli (Metal Clad) hücre olarak adlandırılır. Personelin kesici bölmesine erişimi için bağlı bulunduğu baradaki tüm hücreler enerjili iken kesici bölmesine girebilmek, aynı hücrenin hem bara hem de kablo bağlantı, akım- gerilim trafosu bölmesi enerjili iken güvenli bir şekilde sağlanabilmektedir.

ORTA GERİLİM DAĞITIM SİSTEMLERİ İÇİN ÜRETİLEN HÜCRE TİPLERİ VE HÜCRELER İÇERSİNDEKİ EKİPMANLAR İLE SİSTEM TASARIMI



1.3) Bölümler arası bölmelendirme malzemesinin cinsine göre hücrelerin sınıflandırılması:

IEC 62271-200 standardında hücrelerin bölmelendirme malzemesine göre sınıflandırılmasında ana bölmelendirme malzemesi olan metalin 12.5mm den daha fazla kesintiye uğramaması esas alınmaktadır. Buna göre hücreler aşağıdaki iki sınıfta toplanmaktadır.

PI: İzole malzeme ile bölümlenmiş hücrelerdir. Hücrede bulunan bara bölmesi ile kesici bölmesinin arasını bölen metal aksam ya izole ya da çelik gövdeli (kutup bağlantıları 12.5mm den çok daha büyük olan izole malzemeden imal edilmiş) ayırıcıyla kesintiye uğradığından tüm LSC2-A servis sürekliliği sınıfındaki hava izoleli hücreler (MMMH "Metal Enclosed") PI sınıfındadırlar. Bu hücrelerde her ki bölümün de iç ark sırasında yüksek basınç ve sıcaklığa sahip havayı dışarı atma klapeleri hücrenin arkasında olduğundan iç ark arıza sınıflandırmasına göre AFL tipindedir. Bu nedenle Metal Enclosed hava izoleli hücreler duvarla en az 20cm boşluk bırakılarak monte edilirler.

PM: Metal malzeme ile bölümlenmiş hücrelerdir. Hücrede bulunan her üç bölmenin arası metal malzeme ile bölünmüştür ve bölümler arası geçiş izole malzeme olan dökme reçine gövdeli kovan tipi geçiş izolatorlerle sağlanmaktadır. Kovan tipi geçiş izolatorlerinin önü mekanizma ile hareket eden metal perde ile kapatılmakta ve bölme malzemesi metal olarak kesintisiz sağlanabilmektedir. IEC'nin bu sınıflandırmasına uyan hava izoleli hücreler yalnızca LSC2-B servis sürekliliğindeki MMB Metal Clad hücrelerdir. Bu hücrelerde her bölmenin iç ark arızası sıcak ve basınçlı hava atış klapeleri hücre tavanında olduğundan iç ark arıza sınıflandırması bakımından AFLR sınıfındadırlar. Bu hücrelere kablo bağlantısı arkadan yapılmaktadır ve dolayısıyla duvardan en az 80cm mesafede monte edilirler.

2) OG Hücrelerinde kullanılan ekipmanlar ve devre tasarımında dikkat edilmesi gereken özellikleri:

2.1) Kesiciler: OG kesicileri belirli bir anahtarlama kapasitesi ile devre elemanlarını ve bölümlerini normal veya arıza durumunda açıp kapatabilen ve bu durumda zorlanmalara dayanabilen şalt cihazlarıdır. Nominal akım değerini anahtarladığı gibi kısa devre akımını da taşıyıp kesme özelliğine sahiptir. Günümüzde kesici kutupları 40.5 kV seviyesine kadar SF6 gazlı ve Vakum olmak üzere iki farklı teknoloji ile, 40.5kV üzerinde yalnız SF6 gazlı olarak üretilmektedir. Daha eski teknolojilerde yağlı, az yağlı, havalı gibi kesiciler de üretilmiştir.

Kullanım yeri, kullanım sıcaklığı, akım, gerilim, kesme akımı, kapama akımı, kumanda düzeni, ortam sıcaklığı, rakım değerleri seçim kriterlerini oluşturur. Kesicilerin sağladığı etiket değerleri

-5 ile +40 °C sıcaklıkta ve deniz seviyesinden 1000m yükseklikte bulunan tesisler için geçerlidir.

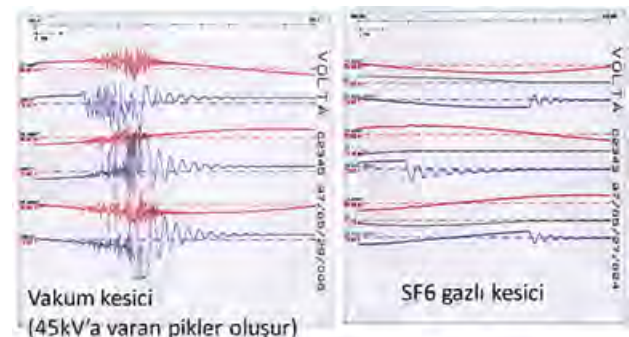
Kesici seçiminde MVA olarak verilen kesme gücü, gerilim değeri verilmediği sürece kesme akımını tanımlamaz. Kesme gücü ile birlikte gerilim değerinin de verilmiş olması kesme akımının doğru tespit edilmesi açısından önemlidir. Kesici seçiminde **IEC 62271-100 veya VDE 0671-100** standartlarına göre aşağıdaki konulara kesinlikle dikkat edilmelidir. OG dağıtım sistemi hücrelerinde kullanılacak kesicilerin mekanik dayanımının kesinlikle M2 sınıfını, elektriksel dayanımının E2 sınıfını ve kapasitif akım kesme ile ilgili darbe sınıflamasında göre de C1 veya C2 sınıfı özelliklerini sağlaması istenmelidir.

Günümüzde kullanılan kesme tekniklerini karşılaştıracak olursak;

Özellik	Sınıf	Açıklama
Mekaniksel Dayanım	M1	• 2.000 işletme. normal dayanım
	M2	• 10.000 işletme • Minimum Bakım
Elektriksel Dayanım	E1	• Kesici- ¹ E2 Sınıfı
	E2	• Genişletilmiş Dayanım Kesme Elemanlarında Bakıma gerek olmaması
Kapasitif Akım Kesme ile ilgili darbe olasılığı	C1	• Düşük
	C2	• Çok Düşük

Hangi teknik ile olursa olsun sağlıklı kesme yapan bir kesicinin açma-kapama süresi 45-75 ms arasında olmalıdır. Vakum kesicilerin bu süre içerisinde açacakları veya kapayacakları mesafe SF6 kesiciye oranla fazla olmasından dolayı daha hızlı açma ve kapama yapmak zorundadır. Bunun sonucu olarak da anma gerilim değerinin 3 katına yakın gerilim pikleri üretirler. Bu nedenle vakum kesiciler kullanılan sistemlerde parafudr kullanmak gerekmektedir. Kesicilerin ömrü kesme işlemini yaptıran mekanizmanın ömrü ve kontak yapısına bağlı olarak ömrü ile orantılıdır. SF6 gazlı ve vakum kesiciler mekanizma ömrü bakımından 10.000 açma kapama ömürlüdür, kontak yapısı olarak vakum kesici SF6 gazlı kesiciden daha uzun ömürlüdür.

2.2) Ayırıcılar: Açma işlemi yapıldıktan sonra ayırma aralığı oluşturarak yaklaşık olarak akımsız açma-kapama yapan OG



ORTA GERİLİM DAĞITIM SİSTEMLERİ İÇİN ÜRETİLEN HÜCRE TİPLERİ VE HÜCRELER İÇERSİNDEKİ EKİPMANLAR İLE SİSTEM TASARIMI

ekipmanlarıdır. Akım, gerilim, darbe akımı, kullanım yeri, ortam sıcaklığı seçim kriteri olarak dikkate alınır. (200A'den 3150A'e kadar kullanılmaktadır.)

Günümüzde ayırıcılar hava izoleli döner ayırıcı veya SF6 gaz izoleli ayırıcı olarak iki tipte üretilmektedir. OG hücrelerinde kullanılan hava izoleli döner ayırıcılar 40kA, SF6 gazlı ayırıcılar ise 25kA kısa devre dayanımı değerinde kullanılırlar.

Ayırıcılar LSC2-A servis sürekliliği sağlayan MMMH "Metal Enclosed" hücrelerde, 630 ve 1250A anma akımında, 16ve 25kA kısa devre dayanım değerinde kullanılmaktadır.

2.3) Yük ayırıcıları: SF6 gazlı olarak üretilen yük ayırıcıları, 630A anma akımını ve 20kA kısa devre akımı değerlerine kadar, yük altında nominal akımı anahtarlatabilen anahtarlama elemanıdır. Kabloların, trafoların ve enerji iletim hatlarının boşa çalışma akımını da anahtarlatabilirler. Gerilim, akım, darbe akımı, termik dayanım akımı, kullanım yeri, ortam sıcaklığı seçim kriterleridir.

2.4) Topraklama ayırıcıları: Enerjisiz bırakılan tesislerin topraklanmasında kullanılır. Topraklama ayırıcısı kısa devre akımını 1sn. (veya etiketinde belirtilen süre) taşıyarak, deşarj akımını üzerinden kontaklarının yapısını bozmadan ve yapışmadan taşıyabilmelidir. Gerilim, darbe akımı, kullanım yeri ve kısa devre akımı ve dayanım süresi seçim kriteridir. Topraklama ayırıcıları kesme ve ayırma işlemi yapılmış olan OG hücrelerinin içersine güvenli olarak girebilmek için kullanılır.

2.5) Kontaktörler: Elektriksel olarak kontrol edilen, devreyi kesmek ve kapamak için kullanılan ekipmanlardır. Ençok 400A akım değerini anahtarlatabilirler. Genellikle motor besleme devrelerinde ve kısa devre akımını kesmek için sigorta ile birlikte kullanılır.

2.6) Sigortalar: Sigortalar; sistemden belirli bir süre belirli akımın geçmesi ile devreyi açan ekipmanlardır. Sigortalar aşırı akım kruması yapamazlar ve yalnız kısa devre akımını sınırlamak için kullanılırlar. Kısa devre akımı çok düşük değerlerde ise sigorta çalışmayabilir. Seçim kriterleri : akım, gerilim, fider tipi, kullanım alanı vb.dir.

2.7) Akım trafoları: Toroidal ve mesnet (blok) tipi akım trafosu olarak olarak iki tipte üretilmektedirler.

2.7.1) Toroidal akım trafoları: Hava ve demir nüveli olarak iki sınıfa ayrılır. Hava nüveli akım trafolarının sekonder devre çıkışı 0 ile 150mV, demir nüvelilerin ise 0-22.5mV dur. Tüm akım trafoları gibi toroidal akım trafoları da ölçüm yada koruma amaçlı akım bilgisi için güç üretirler. Sekonder devredeki mA seviyesinde akım bilgisi özel bir direnç üzerinden geçirilerek yukarıda

belirtilen mV seviyesinde direncin iki ucunda potansiyel fark elde edilip, bu bilgi ölçülen değer olarak kullanılır. Toroit tipi akım trafolarının sekonder devreleri açık devre olarak bırakılmasında bir sakınca yoktur. Yüksek kısa devre akımlarına dayanıp (Demir nüveli tipinin doyuma ulaşması için yüksek de olsa bir değer vardır.) doyuma ulaşmazlar.

2.7.2) Mesnet (Blok) tipi akım trafoları: IEC'de EN 60044-1'e göre akım trafosu röleye veya ölçüm cihazlarına güç sağlamalıdır.

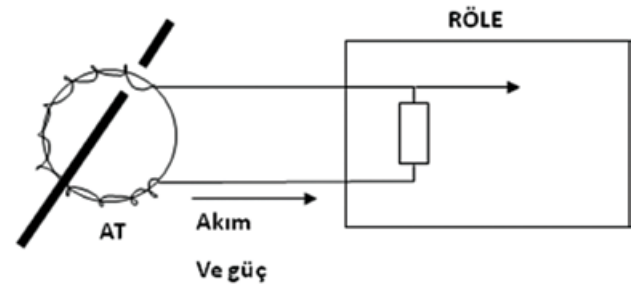
- Röleye verilen bilgi akımdır.
- Manyetik devrelerin doğrusal olmayan çalışma özelliği nedeniyle hassasiyet belirli çalışma noktaları için tanımlanır:

$\dot{U}$ anma primer akımı

$\dot{U}$ anma primer akımı katları

Akım trafosu, sekonder devresindeki röle,ölçü aleti ve bunları besleyen kabloların oluşturduğu devrenin empedansına akım verir. Dolayısıyla bir güç üretmesi zorunludur. Akım trafolarının; IEC 185'e göre doğruluk sınıfının sağlandığı gücü verilmelidir, bu da $Z_{max} \cdot I_n^2 = P$ şeklinde max. gücü şart koşar.

AT'nın sekonderi kısa devre edilirse $Z=0$ ve $P=0$ olur ve herhangi bir riski yoktur, açık kalması durumunda ise Z sonsuza gider, teorik olarak P (güç) ve gerilim de sonsuz olur ve bu değer akım trafosunun manyetik ve bakır kayıpları ile sınırlıdır, yine de gerilim değeri birkaç kV'a ulaşır. Bu nedenle akım trafoları sekonderi açık devre olarak bırakılmaz.



AT ler ölçü veya koruma esaslı olarak üretilir. Hassasiyet sınıfları =0,1-0,2-0,5-1-3-5 olarak tasarlanırlar.

Örnek: 100/5A , 15VA , 5 P 10,I_{th}=16kA (değerleri projede belirtilmelidir.)

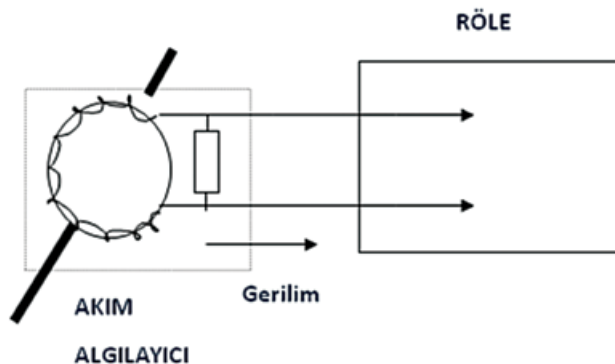
Primer akım : 100A (I_p)
 Sekonder akım : 5A (I_s)
 Doğruluk gücü : 15VA
 Doğruluk sınır faktörü : 10

Yukarıdaki değerler göz önüne alındığında; Primer akımın 10 katı (1000A) geçmesi durumunda sekonder devreden verilecek akım değeri $5 \cdot 10 \cdot \%5 = \pm 2.5A$ dir. Bu da 52.5 veya 47.5 A sekonder devre akımını tanımlamaktadır.

2.8) Gerilim trafoları: Gerilim trafoları da AT ler gibi güç üretirler, ancak GT'lerde sekonder devrede Z arttığı zaman güç ve sekonder devre akımı azalır.

örnek: 34.5 / $\sqrt{3}$: 0.1/ $\sqrt{3}$ kV , 60VA ,C₁:1 (değerleri projede belirtilmelidir.)

Ø Bir GT'sunun sekonderi herhangi bir risk olmaksızın açık devre bırakılabilir.



ORTA GERİLİM DAĞITIM SİSTEMLERİ İÇİN ÜRETİLEN HÜCRE TİPLERİ VE HÜCRELER İÇERSİNDEKİ EKİPMANLAR İLE SİSTEM TASARIMI

Ø Ancak GT'nın sekonderi asla kısa devre edilmemelidir. Z azalır ancak buna karşın kısa devre nedeniyle akım ve güç max. seviyelere ulaşır.

Gerilim trafosu seçiminde yukarıdaki örnekte ;

34,5/√3	: Primer devre gerilimini
0,1/√3	: Sekonder devre gerilimini
60VA	: Doğruluk gücünü (30,45,60,90,120 VA)
Cl:1	: Doğruluk sınıfı (0.1-0.2-0.5-1-3)

Gerilim trafosu seçiminde; sekonder devreye bağlı cihazların toplam gücü 15 ile 60VA arasında bir değerde ise primer gerilim değerinin %80 ve %120 arasında değiştiği durumlarda gerilim trafosunun çevirme oranı hatası %1 den küçük olacağı garanti edilmiş demektir.

3) Dolap tipi hücreler:

Servis sürekliliği kaybı sınıfı	: LSC1
İç ark sınıfı	: IAC AFL, 25kA/1s

Hücre yalnız bir OG bölgesinden oluşmaktadır ve ana bara, kesici ve diğer tüm ekipmanlar aynı bölme içersindedir. Anma gerilim seviyesi 40.5kV'a, anma akım değeri 1250A'e, kısa devre dayanımı 25kA'e kadar olan OG hücreleridir. Bakım amaçlı hücre içersine giriş şartı; bağlı bulundukları OG barada bulunan tüm hücrelerin enerji kesintisi zorunluluğu nedeniyle servis sürekliliği kaybı açısından en kötü hücre sınıfıdır.

4) MMMH (Metal Enclosed) tipi hücreler:

Servis sürekliliği kaybı sınıfı	: LSC2-A
İç ark sınıfı	: IAC AFL, 25kA/1s
Bölmelendirme malzemesi	: PI

Hücre Bara bölmesi ve Kesici, akım-gerilim tr. bölmesi olarak iki OG bölgesinden oluşmaktadır. Anma gerilim seviyesi 40.5kV'a, anma akım değeri 1250A'e, kısa devre dayanımı 25kA'e kadar olan OG hücreleridir. Bakım amaçlı hücre içersine giriş şartı; kesici ile kesme, ayırıcı ile ayırma işlemi veya hücre tipine bağlı yük ayırıcısı ile kesme ve ayırma yapıldıktan sonra topraklama ayırıcıları kapatılarak bağlı bulundukları OG dağıtım barasındaki diğer hücreler enerjiliken hücre içersine güvenli giriş olanağı sağlarlar. Maliyet açısından en ekonomik hücre sınıfıdır, montajda diğer hava izoleli hücrelere göre daha küçük ebatlara sahip olduğundan (1.4m2 taban alanı) nakliye, kolaylık ve inşaat maliyeti açısından avantaj sağlarlar.

5) MMMB (Metal Clad) tipi hücreler:

Servis sürekliliği kaybı sınıfı	: LSC2-B
İç ark sınıfı	: IAC AFLR, 31,5kA/3s
Bölmelendirme malzemesi	: PM

Hücre Bara bölmesi, Kesici bölmesi ve akım-gerilim tr. bölmesi olarak üç adet OG bölgesinden oluşmaktadır. Anma gerilim seviyesi 40.5kV'a, anma akım değeri 4000A'e, kısa devre dayanımı 31,5kA'e kadar olan OG hücreleridir. Bakım amaçlı hücre içersine giriş şartı; kesici ile kesme ve kesici çekilerek ayırma işlemi yapıldıktan sonra topraklama ayırıcıları kapatılarak bağlı bulundukları OG dağıtım barasındaki diğer hücreler ve hücreyi oluşturan diğer iki bölme enerjiliken hücre içersine güvenli giriş olanağı sağlarlar. Metal bölmeli (Metal Clad) hücreler; anma akımı ve kısa devre dayanımı açısından yüksek akım değerlerinde tasarlanabildikleri için büyük güçlerin kontrol edilmesini sağlarlar. Montajda hücre ebatlarının büyük olması (3m2 taban alanı) nedeniyle nakliye, montaj ve inşaat



maliyeti açısından dezavantajlıdır. Enerji tedarik sürekliliği açısından ise hava izoleli hücrelerde en avantajlı hücre sınıfıdır.

6) SONUÇ:

Orta gerilim seviyesinde dağıtım baralarının hava izoleli hücreler ile tasarımında önemli olan kriterler ana bara akımı, bara için hesaplanmış kısa devre akımı değeri, gerilim seviyesi, hücrelerin sağladığı tedarik sürekliliği, dağıtım barasını oluşturan hücrelerin monte edileceği alan ve bu alandaki montaj olanakları son olarak da bütçesel maliyettir.

Tüm bu kriterler değerlendirildiğinde;

Nominal akımı 1250A değerini aşmayan, kısa devre akımı 25kA'den küçük olan ve gerilim seviyesi 40.5kV'un altında olan, montaj alanı olarak fazla geniş alana ve montaj kolaylığı sağlayacak makine ve ekipmanlara sahip olmayan bir işletme için OG dağıtım barası tasarımında kullanılacak en ekonomik hücre sınıfı LSC2-A servis sürekliliğine sahip olan Metal Mahfazalı Modüler Hücreler "Metal Enclosed" hücreler tercih edilir.

Nominal akım 1250A'in üzerinde, kısa devre akımı 25kA'den büyük, gerilim seviyesi 40.5 kV ve altında, montaj alanı için geniş olanaklara ve makine parkına sahip işletmeler için LSC2-B servis sürekliliğine sahip Metal Mahfazalı Metal Bölmeli "Metal Clad" hücreler tercih edilir. Maliyet olarak daha pahalı çözüm olan bu tasarım tedarik sürekliliği bakımından avantajlar sunar.