

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK ENERJİ SİSTEMLERİNİN
İSTATİSTİKSEL VERİLER KULLANILARAK
EKONOMİK ANALİZİ**

Elektrik Mühendisi Emreca KÖKNAR

**FBE Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında Elektrik Tesisleri Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Selim AY

İSTANBUL,2010

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 GİRİŞ.....	1
2 Şalt Sistemi Ekipmanları ve Genel Tanıtları.....	2
2.1 Direkler , Havai Hat İzolatörleri ve İletkenler.....	2
2.2 Hava Yalıtımlı Metal Mahfazalı Hücreler.....	11
2.3 Hava Yalıtımlı Metal Clad Hücreler.....	16
2.4 Gaz Yalıtımlı Hücreler (RMU).....	21
2.5 OG/AG Transformatör (Dağıtım) Merkezleri.....	25
2.6 Kesiciler, Transformatörler ve AG Panolar.....	27
3 Sayısal Uygulama.....	39
3.1 Metal Clad Hücrelerin Malzeme Listesi.....	40
3.2 Metal Mahfazalı Hücrelerin Malzeme Listesi.....	43
3.3 Gaz Yalıtımlı Hücrelerin (RMU) Malzeme Listesi.....	43
3.4 OG/AG Transformatör Merkezlerinin Malzeme Listesi.....	44
3.5 Maliyet Fonksiyonlarının Çıkarılması.....	45
3.6 Örnek Hücrelere Ait Endeks Uygulamaları.....	62
4 Sonuçlar.....	65
KAYNAKLAR.....	66
EKLER.....	67
Ek 1 Hava ve Gaz Yalıtımlı Hücrelerin Görünüş ve Tek Hat Çizimleri (Wireframe).....	67
Ek 2 Güç Transformatörü Görünüş Çizimleri (Wireframe).....	76
Ek 3 Örnek Dağıtım Merkezi Uygulamaları (Tek Hat).....	78
Ek 4 Örnek AG Panosu Görünüş Çizimleri (Wireframe).....	81
Ek 5 Örnek Dağıtım Merkezi (Köşk) Görünüş Çizimleri.....	86

Ek 6 Örnek Güç Trafosu Teknik Özellik Kağıdı	90
Ek 7 Örnek Enerji Nakil Hattı ve Enerji Üretim Tesisi Projesi (İlgili Çizimler).....	92
Ek 8 Matlab Uygulamaları ve Kodları	94
ÖZGEÇMİŞ	97

SİMGE LİSTESİ

α	Sapma Açısı
a	Menzil
M	Bakır Manşon
I	Akım
V	Faz-Nötr Gerilimi
U	Faz-Faz Gerilimi
S	Görünen Güç
P	Aktif Güç
Q	Reaktif Güç
d	İletken Çapı
f	Sehim (Nakil Hattı) , Frekans
q	Miktar
p	Fiyat
\$	Amerikan Doları
₺	Kur Değeri

KISALTMA LİSTESİ

AI	Alüminyum
AG	Alçak Gerilim
AT	Akım Trafosu
AWG	American Wire Gauge
B	Branşman Direği
CB	Circuit Breaker
CM	Circular Mile
D	Durdurucu Direk
DAPT	Dağıtım Hat ve Şebekeleri Proje ve Tesis Dairesi Başkanlığı
ENH	Enerji Nakil Hattı
GIS	Gas Insulated Switchgear
GT	Gerilim Trafosu
IEC	International Electrotechnical Commission
KD	Köşede Durdurucu Direk
KT	Köşede Taşıyıcı Direk
LV	Low Voltage
M	Mesnet
MC	Metal Clad
MCCB	Molded Case Circuit Breaker
MCM	Mega Circular Mile
ME	Metal Enclosed
MMH	Metal Mahfazalı Hücre
MSS	Mobile Substation
N	Nihayet Direği
NER	Neutral Earthing Resistance
OG	Orta Gerilim
ONAN	Oil Neutral Air Neutral
ONAF	Oil Neutral Air Forced
RMU	Ring Main Unit
SBA	Santrifüj Betonarme Direkleri
SF6	Sülfür Hexa Flüorür
sqrt	Kare Kök Alma
St	Çelik
T	Taşıyıcı Direk
TSE	Türk Standardı Enstitüsü
VBA	Vibre Betonarme Traversler
YG	Yüksek Gerilim

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	02
Şekil 2.2	03
Şekil 2.3	04
Şekil 2.4	04
Şekil 2.5	04
Şekil 2.6	05
Şekil 2.7	05
Şekil 2.8	06
Şekil 2.9	06
Şekil 2.10	07
Şekil 2.11	10
Şekil 2.12	10
Şekil 2.13	18
Şekil 2.14	19
Şekil 2.15	19
Şekil 2.16	20
Şekil 2.17	23
Şekil 2.18	24
Şekil 2.19	25
Şekil 2.20	26
Şekil 2.21	28
Şekil 2.22	30
Şekil 2.23	30
Şekil 2.24	33
Şekil 2.25	37
Şekil 3.1	47
Şekil 3.1a	48
Şekil 3.1b	49
Şekil 3.1c	50
Şekil 3.2	51
Şekil 3.2a	52
Şekil 3.2b	53
Şekil 3.2c	54
Şekil 3.3	56
Şekil 3.3a	57
Şekil 3.3b	58
Şekil 3.3c	59
Şekil 3.4	60
Şekil 3.5	60
Şekil 3.6	61

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 St-AI iletkenlerin yapısal özellikleri.....	10
Çizelge 3.1 OG şalt hücrelerine ait genel malzeme listesi.....	41
Çizelge 3.2 OG Dağıtım Merkezini Oluşturan Elemanlar.....	44

ÖNSÖZ

‘Enerji yaşamın kaynağıdır’ sözünden yola çıkarak tüm dünyada ki varolan enerji sistemine göz atıldığında elektrik enerjisinin önemi hafife alınamayacak kadar fazladır.

Elektrik enerjisi dendiğinde ise ; santrallerden üretilip evlere kadar ulaşan enerji şeklindeki tanım insanlar arasında oturmuş bir tanımdır. Gerçekte ; elektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisinin elde edilmesinden, tüketiciye ulaşmasına kadar geçen safhada enerji iletim tesisleri, transfo merkezleri ve enerji dağıtım sistemleri bulunmaktadır.

Hazırlanmış olan bu tez de : Hem pratik hem de teorik konulara değinilmiş, ve herşey okuyucu için anlaşılır biçimde yazılmıştır. Tez de enerjinin her safhasına değinilmiş ve ekonomik analizlerde gerçekleşmiştir. Tezde enerjinin üretim, iletim ve dağıtım safhalarına ait örnek projelerde bulunmaktadır. Tezde sistem bazında tüm tasarımlar ve çizimler yazara aittir.

Bu tezin hazırlanmasında yardımlarını benden esirgemeyen Sn. Prof. Dr. Selim Ay’a ve her zaman bana destek olan Sn. Songül Elvan Doğan’a teşekkürlerimi sunarım.

ELEKTRİK ENERJİ SİSTEMLERİNİN İSTATİSTİKSEL VERİLER KULLANILARAK EKONOMİK ANALİZİ

Özet

Elektrik enerji sistemlerinin geçmiş yıllara ait teknik ve ekonomik (maliyet) bilgileri istatistiksel olarak biliniyorsa, bu bilgiler kullanılarak geleceğe dönük tutarlı öngörüler, bir başka ifadeyle “durum kestirimi” gerçekleştirilebilir. Bu yaklaşım, geleceğe dönük yatırım planlarının ve yatırım bütçelerinin hazırlanmasında yol gösterici olacaktır.

Tezde; elektrik enerji sistemlerini oluşturan malzeme bileşenlerinin yıllara bağlı miktar ve fiyat verileri kullanılarak geleceğe dönük durum değerlendirmesine olanak sağlayan bir yaklaşım ortaya konmuştur. Türkiye’deki ve yurtdışındaki enerji sistemlerine ait istatistiksel verileri “endeks sayıları (Laspeyres endeksi, Paasche Endeksi, Fisher Endeksi, vb.)” yardımıyla değerlendirilmiş, ardından regresyon analizi yardımıyla fonksiyonel bulgulara ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endeks Analizi, Enerji sistemi, Regresyon, Maliyet Fonksiyonu

ECONOMICAL ANALYSIS OF ELECTRIC POWER SYSTEMS USING STATISTICAL DATA

Abstract

If the previous technical and economical statistical data of the electric power systems has known, these data's can be used for making projections of the future. This approach, will guide the investment plans and investment budget preparations.

In the thesis; by using the quantity and price data's of the electrical power system components, a future projection assessment introduced. Data's for local and foreign power systems assessed through index numbers (Laspeyres Index, Paasche's Index, Fisher's Index etc.), after that functional diagnosis gained by regression analyze.

Keywords: Index Analyze, Power System, Regression, Cost Function

BÖLÜM: 1

GİRİŞ

Bir ülkede elektrik enerjisinin kullanımı nüfus artışı, GSMH artışı, dış ticaret trendi, ekonomik büyüme vb. bir dizi faktöre bağlı olarak yıldan yıla değişiklik göstermektedir. Bu çerçevede elektrik enerjisi kullanımına ilişkin ekipmanın maliyet ve fiyat değerleri, ülkedeki para politikası (enflasyon, faiz ve kur politikaları), ulusal enflasyon ve talep doğrultusunda şekillenmektedir.

Elektrik enerjisinin gerek alçak gerilim gerekse orta gerilim kademelerinde kullanımı için genel ekipman, bilindiği gibi, direkler, izolatörler, çeşitli türden şalt elemanları (hava yalıtımlı metal mahfazalı hücreler, hava yalıtımlı metal clad hücreler, gaz yalıtımlı hücreler-RMU), OG/AG transformatör merkezleri, kesiciler, transformatörler ve panolardan oluşmaktadır.

Söz konusu ekipmanın maliyet değerleri yıllara bağlı olarak değişmektedir. Bu değişim, döviz cinsinden ekipman fiyatlarında kura bağlı iken, TL cinsinden ekipman fiyatlarında ise ulusal enflasyon ile ilişkilidir. Ekipman maliyetlerindeki fiyat artışları “eskalasyon” olarak tanımlanmakta ve ulusal enflasyon veya kur artışları ile çoğu kez lineer bir ilişki bulunmamaktadır. Ekipman eskalasyonlarının ulusal enflasyon ve kur değişimine olan duyarlılığı ise “reel eskalasyon” tanımı ile ortaya konulabilmektedir.

Elektrik enerjisi kullanımına yönelik ekipmanın gerçek fiyat verileri kullanılarak fiyat (maliyet) fonksiyonları elde edilmiştir. Şubat 2001 ekonomik krizinden önceki ve sonraki döviz fiyatlarındaki değişimleri ve yıllık enflasyon oranlarındaki değişimleri de içerecek şekilde elde edilmiş olan fiyat (maliyet) fonksiyonları ülkemizdeki elektrik enerjisi sektöründeki maliyet trendlerini istatistiksel olarak ortaya koymaktadır. Söz konusu ekipmanın yıllara bağlı fiyat değişimleri istatistikten bilinen “endeks sayıları (Laspeyres, Paasche, Fisher vb.)” kullanılarak da hesap edilmiş, adı geçen endekslerdeki artış değerlerinin ekipman fiyatlarındaki global artış değerlerini yansıttığı vurgulanmıştır.

BÖLÜM: 2

ŞALT SİSTEMİ EKİPMANLARI ve GENEL TANITIMLARI

Bu bölümde orta gerilim şalt malzemelerinin genel tanıtımından bahsedilecektir. İlerleyen bölümlerde ekonomik analizleri yapılacak olan bu malzemelerin ve bunların oluşturduğu tesislerin, daha iyi anlaşılması açısından kısa ve öz tanımlamalarla ilgili elemanların tanımlaması yoluna gidilmiştir. Bu bölümde; nakil hattı direkleri, izolatörler, şalt malzemeleri, dağıtım merkezleri... ve bunları oluşturan ekipmanlar hakkında bilgi sahibi olmak, hangi ekipmanın nerelerde kullanılabileceğini görmek mümkündür. Verilecek olan tanımlamalar ve açıklamalar pratik bilgi ve uygulamalarla %100 örtüşmekte olup, mühendisler açısından çok kolaylık sağlayacaktır. Başlıklarla alakalı daha detaylı bilgiler ekler kısmından da elde edilebilir.

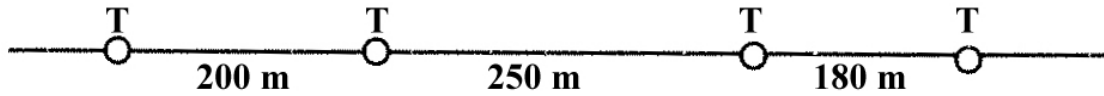
2.1. Direkler

YG seviyesindeki enerjinin büyük açıklıkları (50 m.'den büyük) taşınması, çeşitli tip direklerle bir veya birkaç devre halinde gerçekleştirilir. Bu şekilde olan nakil işleminde direkler kullanılır.

2.1.1. Kullanım Amacına Göre Direk Çeşitleri

Taşıyıcı Direkler (T) :

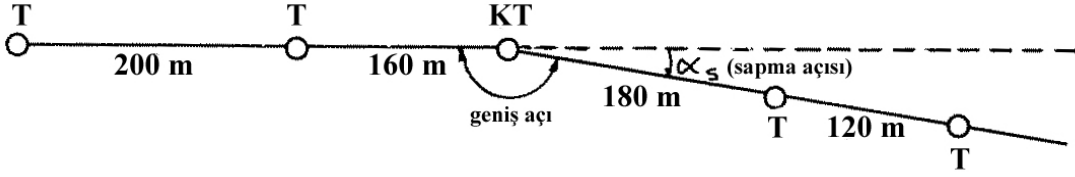
Düz hat doğrultusunda (alığmanda) iletkenleri sadece taşıma amacı ile kullanılan ve iletkenlerin izolatörlere taşıyıcı bağ ile bağlandığı direklere taşıyıcı direk denir.



Şekil 2.1 Alığmanda bulunan taşıyıcı direkler

Köşede Taşıyıcı Direkler (KT) :

Hattın geniş açı ile kırıldığı (veya küçük sapma açılı) yerlerde kullanılan ve iletkenlerin izolatörlerle taşıyıcı bağ ile bağlandığı direklere köşede taşıyıcı direk denir.



Şekil 2.2 Aliğmanda bulunan köşede taşıyıcı ve taşıyıcı direkler

Normal Durdurucu Direkler (D) :

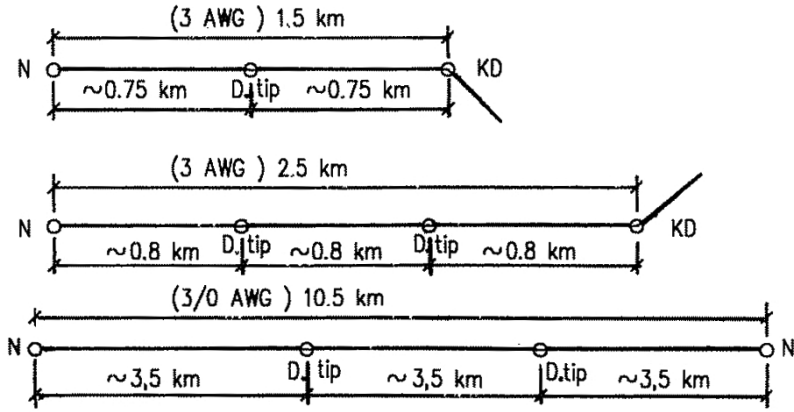
Taşıyıcı direklere asılmış ve bunlar tarafından taşınan hat iletkenlerinin, güzergah boyunca belirli uzaklıklarda sabit ve sağlam noktalara bağlanmış ve gerilmiş olmaları gerekir. Tel kopması, direk devrilmesi v.s. gibi bozukluklar halinde arıza iki durdurucu tip direk (durdurucu, köşede durdurucu ve nihayet direklerin hepsi durdurucu tip direklerdir) arasında sınırlı kalır, hava hattının diğer kısımlarını etkilemez. Bu nedenle, düz hat doğrultusunda kullanılan ve iletkenlerin izolatörlere nihayet bağı ile bağlandığı direklere durdurucu direk denir.

Düz hatta durdurucu olma şartları;

a) – 3 AWG iletkenli halarda; yaklaşık 1 km' de bir hat durdurulmalıdır.

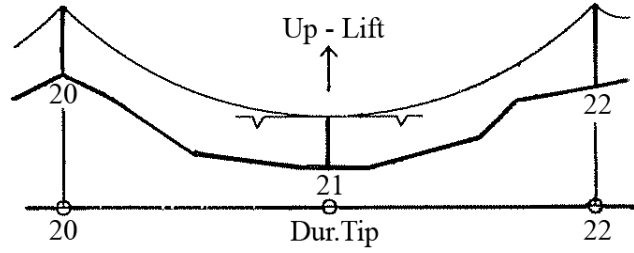
- 1/0 AWG iletkenli hatlarda;(özel şartnamede belirtilmek kaydı ile) 2 km'de bir hat durdurulmalıdır.

- DAPT Sözleşmesi'ne göre ihale edilen 1/0 AWG, 3/0 AWG, 266 MCM ve 477 MCM iletkenli hatlarda ise; 5 km'de bir hat durdurulmalıdır.



Şekil 2.3 Alıştırmada bulunan durdurucu direkler

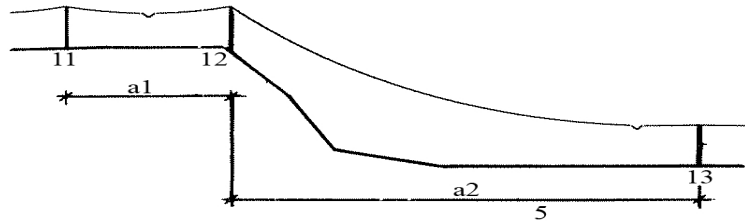
b) – Up-Lift’e (yukarı çekmeye) maruz kalan direklerde hat durdurulmalıdır.



Şekil 2.4 Durdurucu Direk (Up-Lift)

21 no’lu direkte hat durdurulmalı ve 21 no’lu direk durdurucu tip olarak seçilmelidir. (Ayrıca bu direkte gerji takımı kullanılmalıdır.)

c) – $2,5 a_1 > a_2$ şartını sağlamayan direklerde hat durdurulmalıdır.

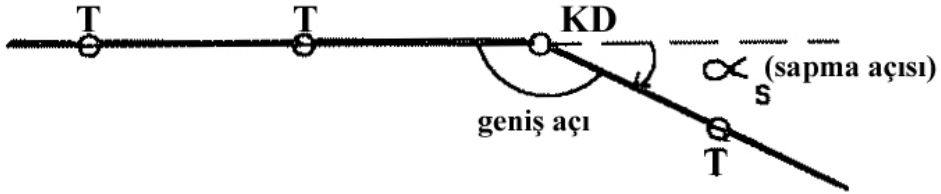


Şekil 2.5 Durdurucu Direk (Menzil karşılaştırma)

$a_1 = 80\text{m}$ ve $a_2 = 220\text{m} \gg 2.5 \cdot a_1 = 200\text{m} \rightarrow 200\text{m} < 220\text{m}$ olduğundan 12 no'lu direkte hat durdurulmalı ve 12 no'lu direk durdurucu tip seçilmelidir.

Köşede Durdurucu Direkler (KD):

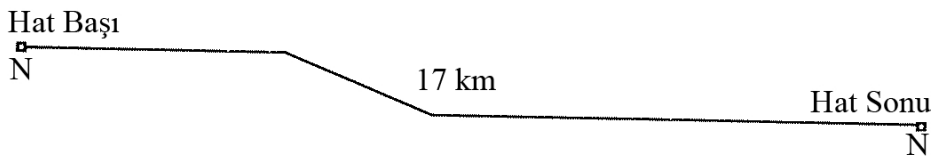
Hattın dar açı ile kırıldığı (veya büyük sapma açılı) yerlerde kullanılan ve iletkenlerin izolatlara nihayet bağı ile bağlandığı direklere köşede durdurucu direk denir. Ancak, köşede taşıyıcı olarak geçilmeye müsait somelerde, durdurucu olma şartından biri varsa bu tip somelerde de köşede durdurucu direk kullanılır.



Şekil 2.6 Aliğmanda taşıyıcı ve köşede durdurucu direk

Nihayet Direkleri (N) :

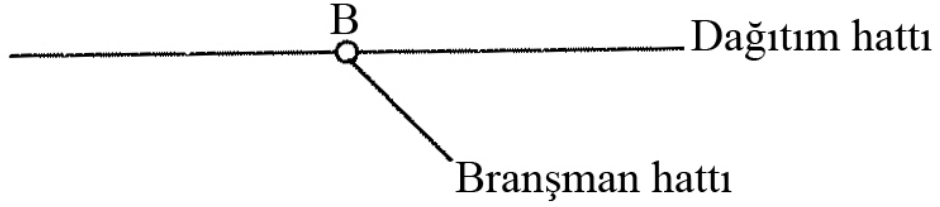
Hava hattının başladığı ve bittiği yerlerde kullanılan, iletkenlerin izolatlara nihayet bağı ile bağlandığı veya gerildiği direklere denir.



Şekil 2.7 Aliğmanda nihayet direkleri

Branşman Direkleri (B) :

Dağıtım hattının kollara ayrıldığı yerlerde kullanılan direklere denir. Üzerlerinde dağıtım için gerekli ilave bağlama tesisleri ve ayırıcı/kesiciler de bulunabilir.

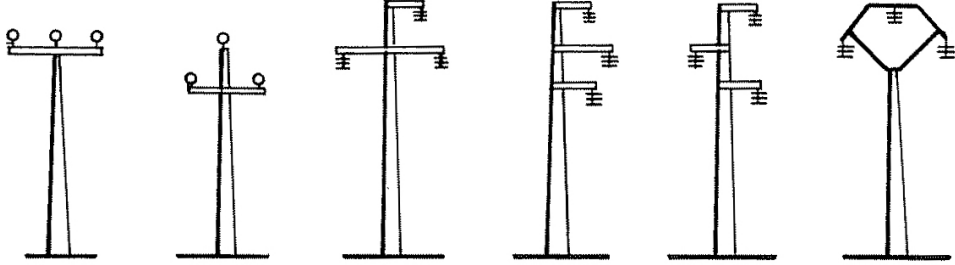


Şekil 2.8 Dağıtım ve branşman hattı

2.1.2. Taşıdıkları Devre Sayısına Göre Direk Çeşitleri:

Tek Devreli Direkler:

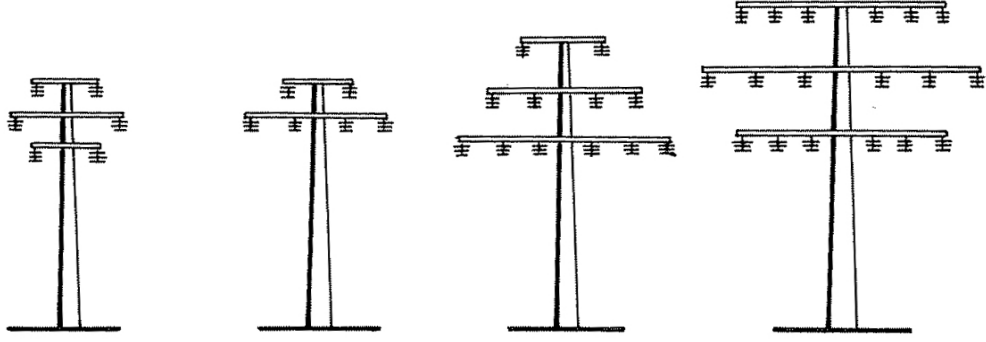
Üzerlerinde tek bir alternatif akım devresi (3 telli) taşıyan direklerdir.



Şekil 2.9 Tek devreli direkler

Çok Devreli Direkler:

Üzerlerinde 2,4 ve 6 alternatif akım devresi taşıyan direklerdir.



Şekil 2.10 Çok devreli direkler

2.1.3. Yapıldıkları Malzemeye Göre Direk Çeşitleri:

1. Ağaç Direkler
2. Beton Direkler
 1. Vibre beton (VBA) direkler
 2. Santrifüj betonarme (SBA) direkler
3. Demir Direkler
 1. Boyalı-kaynaklı demir direkler
 2. Galvaniz-civatalı demir direkler

Demir kafes direkler ağaç direklerden daha uzun ömürlü, beton direklerden de daha hafifir. Gerektiğinde küçük parçalar halinde taşınabileceklerinden zor yerel koşullu yerlerde kullanılabilirler. İletkenlerin her türlü düzenleme tarzına uydurulabilirler. Takviye edilmeleri, onarılmaları, üzerlerinde değişiklik yapılması daha kolay olmasına karşın ağaç direkler göre maliyetleri ve bakım-onarım masrafları daha yüksektir.

YG Hava Hattı İzolatörleri:

YG hava hattı izolatörleri, enerjili YG ENH iletkenini taşıyan ve aynı zamanda direğin demir aksamından (veya beton) belirli bir emniyet mesafesinde olmasını sağlayan porselen veya camdan imal edilen elemanlardır. 3 AWG, 1/0 AWG (bazı hallerde) ve 3/0 AWG (bazı hallerde) iletkenli hatlarda mesnet tipi VHD ve

VKS izolatörler kullanılır. VHD tipi izolatörler pin demirinin (izolatörün traverse tespitini sağlayan demir) izolatöre çimento ile tutturulduğu izolatörlerdir. VKS tipi izolatörler de ise pin demiri izolatöre vira edilmiştir. Yalnızca taşıyıcı olarak kullanılır.

1/0 AWG (genelde), 3/0 AWG (genelde), 266,8 MCM ve 477 MCM iletkenli hatlarda zincir izolatörler kullanılır. Taşıyıcı direklerde askı takımları ile direk traversine tespit edilir. Durdurucu direklerde ise gergi takımları ile direk traversine tespit edilir. Zincir izolatörü meydana getiren K tipi izolatör elemanlarından birinin topu diğerinin yuvasına sokularak yukarı doğru çekilir ve altta kalan boşluğa emniyet mandalı (kupilya) geçirilerek birbirine bağlanır. Böylece 2, 3 veya 4 elemandan oluşan zincir, bağlanacağı askı veya gergi hırdavatı ile irtibatlanarak takım tamamlanmış olur.

Harici tip hava hattı mesnet ve zincir izolatörlerinin , rutubetli, tuzlu ve asitli ortam için kullanılmak üzere (atlama mesafesinin büyümesi amacıyla yönelik) sis tipleri de imal edilmektedir.

VKS tipi mesnet izolatörlerin, izolatör tespit yuvası vidalı manşon tipindedir. Manşon en az 0,28 mm. et kalınlığında olup bakırdandır. İzolatör ve demirleri sonradan içine betonla tespit edildiğinden bu tip izolatörler imalatçı firmadan (veya piyasadan) demirsiz alınır. Kullanılma gayesine (T veya D) ve kullanıldığı yerlere göre (demir traverse, beton traverse veya beton direğin ortasına) izolatör demiri bilahare doldurulur. VKS tipi izolatörler yalnızca 35 kV için imal edilmektedir.

İletkenler:

Yüksek gerilim enerji nakil hatlarında mekanik zorlamaların fazlalığı nedeniyle çelik özlü alüminyum (St-Al) iletkenler kullanılır. Ülkemizde kullanılan bu tip iletkenler genellikle Kanada standartına uygun yapılmakta olup, bu iletkenlerle ilgili TS-490 numaralı Türk Standardı da aynı esaslara dayanmaktadır.

Alüminyum iletkenler çelik bir damarla donatılarak mekanik dayanıklılığının artması sağlanmıştır. Böylece alüminyumun iletkenliğinden, çeliğin de mekanik dayanıklılığından yararlanılmıştır.

Enerji naklinde, iletkenlik kadar önemli olan bir konu da şüphesiz ki mekanik dayanıklılıktır. Akım taşıma kapasiteleri aynı olan tam alüminyum ve bakır iletkenlerin kopma yükleri yaklaşık olarak birbirine eşittir. Al iletkenin kopma gerilmesi 18 kg/mm^2 , St-Al iletkenin ise kopma gerilmesi 30 kg/mm^2 olduğundan, St-Al iletken Al iletkene göre daha hafif oluşu (2,5-2,6 defa) özellikle engebeli arazide nakliye ve montajda büyük kolaylık ve ucuz olması nedeniyle de ekonomi sağlamaktadır.

Bugün için ülkemizde YG enerji naklinde 3 AWG;1/0 AWG;3/0 AWG;266,8 MCM ve 477 MCM St-Al iletkenler kullanılmaktadır. Burada kullanılan ifadelerin anlamı ise şöyledir:

AWG: American Wire Gauge (Amerikan Tel Ölçüleri)'nin baş harfleridir. Bu isimlendirmede AWG'nin önüne 0000,000,00,0,1,2,...40'a kadar numara verilmiştir. Her numara belirli bir çap, dolayısıyla belirli bir kesite karşılıktır. Kısaltma amacıyla 0000=4/0, 000=3/0, 00=2/0, 0=1/0 şeklinde gösterilir. O halde,

3 AWG = 3 AWG	Swallow (Kırlangıç)
0 AWG = 1/0 AWG	Raven (Kuzgun)
000 AWG = 3/0 AWG	Pigeon (Güvercin)

St- Al iletkenlerin proje sembolleri olmaktadır.

MCM: Daha büyük kesitteki St-Al iletkenler (266,8 MCM, 477 MCM) ise; A.B.D.'de iletken kesitlerini ifade etmekte kullanılan CM (Circular Mile) olarak belirtilmişlerdir. 1 CM; çapı 0,001 inc olan daire yüzeyine eşittir.

$1 \text{ CM} = (\pi D^2)/4 = 506.7 \times 10^{-6} \text{ mm}^2$, Bunun 1000 katı olan;

$1 \text{ MCM} = 506.7 \times 10^{-6} \times 10^3 = 506.7 \times 10^{-3} = 0.5067 \text{ mm}^2$ dir.

O halde;

266,8 MCM; Partridge (Keklik) iletkenin,

Al kesiti: $266,8 \times 0,5067 = 135,18 \text{ mm}^2 \rightarrow 135 \text{ mm}^2$,

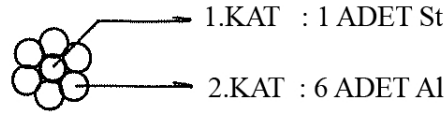
St kesiti: $21,99 \text{ mm}^2 \rightarrow 22 \text{ mm}^2$ dir. Bu telin anma değeri Al/St:135/22 olarak adlandırılır.

477 MCM: Hawk (Şahin) iletkenin;

Al kesiti: $477 \times 0,5067 = 241,69 \text{ mm}^2 \rightarrow 242 \text{ mm}^2$

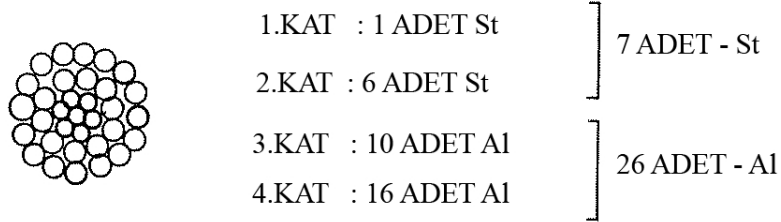
St kesiti:39,19 mm²→ 39 mm²'dir. Bu telin anma değeri Al/St:242/39 olarak adlandırılır.

St-Al iletkenler gerekli fleksibilitiyi sağlamak, askı noktalarında oluşan titreşimler nedeniyle zedelenmelerini, iletkenin yorulmasını ve kopmasını önlemek için konsantrik damarlı yani spiral şeklinde sarılmış örgülü olarak yapılırlar. Swallow, raven ve pigeon iletkenlerde ortada 1 adet çelik tel olup, bunun etrafında 6 adet çeşitli kesitlerde Al tel örgülü olarak (1 kat) sarılmıştır:



Şekil 2.11 St-Al İletkenler (Swallow, Raven, Pigeon)

266,8 MCM ve 477 MCM iletkenlerde ise, ortada 7 adet çelik tel olup, bunların örgülü halinde üzerlerine çeşitli kesitlerde 26 adet Al tel örgülü olarak (2 katta) sarılmıştır:



Şekil 2.12 St-Al İletkenler (Partridge, Hawk)

Aşağıdaki tabloda St-Al iletkenlerin yalnızca yapısal değerleri verilmiş olup, iletken hesap ve direk boyutlandırmasında kullanılacak değerleri ilgili bölümlerinde verilecektir. (Yunusoğlu, 2004)

Çizelge 2.1 St-Al iletkenlerin yapısal özellikleri

St-Al İletken Adı	Standart Kesit (mm ²)			Örgü şekli		Standart Çap(mm)		Nominal Ağırlık (kg/km)	Kopma Dayanımı (kg)
	Al	St	Toplam	Al	St	Komple	Çelik		

				Ad	Çap (mm)	Ad	Çap (mm)	Nakil	Nüve		
3AWG	26,69	4,45	31,14	6	2,38	1	2,38	7,14	2,38	108	1023
1/0 WG	53,49	8,89	62,38	6	3,37	1	3,37	10,11	3,37	215,9	1940
3/0AWG	85,01	14,22	99,23	6	4,25	1	4,25	12,75	4,25	342,9	3030
266MCM	135,20	22,00	157,20	26	2,57	7	2,00	16,28	6,00	545,4	5100
477MCM	241,70	39,40	281,10	26	3,44	7	2,68	21,80	8,04	974,9	8820

Yukarıda verilen değerler nominal değerlerdir. Uygulamada bu değerler için toleranslar şunlardır:

Tellerin çap toleransı; \pm % 1

Birim uzunlukta ağırlık toleransı: \pm % 3 ' tür.

2.2. Hava Yalıtımlı Metal Mahfazalı Hücreler

Hava Yalıtımlı Metal Mahfazalı hücreler temelde 2 tip olan anahtarlama ve kumanda elemanlarından birisidir. OG için temelde hava ve gaz yalıtımlı olmak üzere 2 tip şalt elemanı mevcuttur. YG ' de benzer durum geçerli olmakla beraber, farklı uygulamalarda mevcuttur. Gaz Yalıtımlı hücrelere sonraki bölümlerde değinilecektir. Hava Yalıtımlı hücrelerin işlevsel özelliklerine göre çeşitli tipleri mevcuttur (Örnek: Kesicili Giriş/Çıkış Hücresi, Ölçü Hücresi vb ...). Bu tipler detaylı olarak 'Ekler' kısmında "Ek 1" sekmesinde verilecektir ve bu bölümden görülebilir.

Hava Yalıtımlı hücre hakkında bilinmesi gereken başka bir özellik; bu hücrelerin 2 kompartımandan oluşuyor olmasıdır. Bu kompartımanlar : "Kesici" ve "Ayrıcı" kompartımanlarıdır. Çeşitli kaynaklarda kompartıman yerine bölüm ifadesi de kullanılmaktadır. Basitleştirmek adına bundan sonra bölüm ifadesini kullanacağız. Metal Mahfazalı hücrenin 2 bölümden oluştuğunu söylemiştik. Bu sayı yeni dizaynlarda 4 bölüm olarak karşımıza çıkacaktır. Buradaki fark bölmeleri ayıran malzemenin cinsidir. Eğer bölmeler metal yerine yalıtkan bir malzeme ile ayrılıyorsa bir bu tip hücrelere "Metal Mahfazalı Hücreler" diyeceğiz. Pratik hayatta bu hücrelerin metal clad tip hücreden farkının açıklanmasında kullanılan tanımlardan birisi budur. Diğer metal clad tipte ayırıcının olmayışıdır. Biz teorik olarak ta inceleme yapacağımızdan bu hücreyi 4

bölümden oluşuyormuş gibi açıklayacağız. Ki bölüm sayıları aynı olsa da bölümler farklılık gösterecektir. Bu durum metal clad ile beraber incelendiğinde görülmektedir.

Metal mahfazalı hücre yapısal özelliklerinden başlanarak detaylandırılacak olunursa;

Metal Mahfazalı hücreye ait yapısal özellikler:

- Mahfaza, 2 mm kalınlığında hazır galvanizli sacdan imal edilir. (Bu durum yurtdışı şartnamelerinde 2,5mm olarak değişebilmektedir) Birleştirmeler; cıvata ve perçinle yapılır.
- Orta gerilim kablo bağlantıları, kablo bölümünde yapılır.
- Kablo bağlantı bölümü kapağında yer alan gözetleme pencereleri ile döner ayırıcı ve topraklama ayırıcılarının(bıçaklarının) konumu gözlenebilir.
- Metal Mahfazalı hücreler uzaktan izleme ve kumandaya yönelik teçhizatların donatılmasına uygundur.
- Ana Bara Bölümü, Kablo Bağlantı Bölümü, Alçak Gerilim Bölümü ve Çalıştırma Mekanizması Bölümü olmak üzere 4(dört) bölümden oluşur.
- Mekanik olarak yapılan kilitlemeler vasıtasıyla hatalı açma/kapama olasılığı ortadan kaldırılmıştır. Kablo Bağlantı Bölümü kapağı, bu bölüme gelen tüm iletkenler gerilimsiz hale getirilmeden ve topraklanmadan(toprak bıçağı kapanmadan) açılmazlar.

Kapaklar:

- Sabit Kapaklar: Herhangi bir alet kullanılmadan açılmayan kapaklardır.
- Açılabilir Kapaklar: Herhangi bir alet kullanmadan, ancak belirli bir işlem dizisi sonunda açılabilen kapaklardır.

Sabit kapaklara Ana Bara Bölümü kapağı örnek olarak verilebilir. Benzer şekilde açılabilir kapak için ise kablo bağlantı bölümü kapağı ve alçak gerilim bölümü kapağı örnek gösterilebilir.

Kilitlemeler:

Kesicili Hücrelerde:

- Ayırıcı; topraklama ayırıcısı (bıçağı) AÇIK, kesici AÇIK ve hücrenin açılabilir bölüm kapağı KAPALI ise kapatılabilir.
- Topraklama ayırıcısı (bıçağı); ayırıcı AÇIK ise kapatılabilir.
- Kesici; ayırıcı KAPALI, topraklama ayırıcısı AÇIK ve açılabilir bölüm kapağı KAPALI ise kapatılabilir.

Yük Ayırıcılı Hücrelerde;

- Yük Ayırıcı; topraklama ayırıcısı (bıçağı) AÇIK ve hücrenin açılabilir bölüm kapağı KAPALI ise kapatılabilir.
- Topraklama Ayırıcısı (bıçağı); Yük ayırıcısı AÇIK ise kapatılabilir.

Metal mahfazalı hücrelerde gerilim algılama düzeni mevcuttur ve bu gözlem kapasitif gerilim bölücü sayesinde gerçekleşir. (“Ekler” kısmındaki tek hat çizimlerini inceleyiniz). Aynı zamanda metal mahfazalı hücreler uzaktan kumanda edilmeye elverişlidir.

Metal Mahfazalı hücreye ait bölümler:

1. Ana Bara Bölümü: Ana bara bölümü, kablo bağlantı bölümünden, hücrenin işlevsel tipine göre yük ayırıcısı ya da ayırıcının yalıtkan epoksi gövdesi ile ayrılmıştır. Yan yana dizilen hücrelerin ana bara terminalleri birleştirilerek tesise ait ana bara oluşturulur. Ana bara bölümüne erişimi sağlayan tüm kapaklar, sabit kapaklardır ve üzerlerinde uyarı işaretleri bulunur.
2. Kablo Bağlantı Bölümü: Hücre dışına giden ya da hücreye giren orta gerilim kabloların/baraların hücre ile bağlantısının yapıldığı bölümdür. Hücrenin alt tarafında yer alır. Kesiciler, ayırıcılar, sigortalar ve ölçü trafoları bu bölümde yer alır. Bu bölümdeki kapaklar açılabilir tip kapaklardır.

3. Alçak Gerilim Bölümü: Hücrenin üst-ön tarafında metal bir dolap içerisinde yer alır. Röleler, kontaklar, ölçü aletleri, göstergeler... bu bölümde yer alır.
4. Mekanizma Bölümü: Hücrenin işlevsel tipine göre yük ayırıcısı, döner ayırıcı ve topraklama ayırıcılarına ait çalıştırma mekanizmalarının bulunduğu bölümdür. Kesicili hücrede kesiciye ait çalıştırma mekanizması, kesicinin üzerindedir.

Buraya kadar Metal Mahfazalı hücreler hakkında detaylı bir bilgi sunuldu. Şimdi anahtarlama elemanları hakkında detaylı bir inceleme yapılacaktır. Bu kısmın pratik hayatta OG alanında çalışacak olan mühendisler için çokça yardımcı olacaktır.

Yük Ayırıcısı Çalıştırma Mekanizması:

Öncelikle bu tip ayırıcıların yükte açma yapabildiğini belirtelim. Bu tümceyi çalışma mekanizmasını açıklayarak destekleyelim.

Yük ayırıcılarına ait çalıştırma mekanizmaları, bir yay düzeni üzerinde biriktirilen enerjinin salıverilmesi ilkesine göre çalışır.

Açma ve kapama işlemleri elden bağımsızdır.

Yük ayırıcısı tankı SF6 gazı ile doludur.

Enerji; çalışma mekanizmasına takılan bir kol ile elle veyahut mekanizmada bulunan bir motor ile biriktirilir.

Enerjinin salıverilmesi ise 3 şekilde ve ani olarak gerçekleşir:

- 1) Çalışma mekanizması üzerinde yer alan mandal vasıtasıyla elle mekanik olarak
- 2) Şönt salıcı (bobin) ile elektrikli olarak

3) Yük ayırıcısı + Sigorta bileşiginde, yüksek gerilim sigortalarının çarpma pimi ile olur.

Topraklama Ayırıcıları (Bıçağı) Çalıştırma Mekanizması:

Metal Mahfazalı hücrelerde; kablo bağlantı bölümüne giren ya da çıkan orta gerilim kablolarının her üç kutba (faza) ait bağlantı uçlarını kısa devre ederek topraklayan, topraklama ayırıcıları bulunur.

Söz konusu topraklama ayırıcıları, kısa devre üzerine kapama yeteneğine sahiptir. Elden bağımsız çalışır.

Döner Ayırıcı / SF6 Gazlı Ayırıcı Çalıştırma Mekanizmaları:

Döner ayırıcı ve SF6 gazlı yalıtımlı ayırıcılarda, ele bağımlı olarak açma ve kapama yapan çalıştırma mekanizmaları kullanılır. Döner ayırıcıların ‘‘AÇIK’’ konumu, aynı zamanda hareketli kontağın topraklandığı konumdur. Ayrı bir topraklama mekanizması bulunmaz.

SF6 gazlı ayırıcısının görüntüsü, yk ayırıcısına %99 benzemektedir. Fakat daha öncede bahsedildiği üzere SF6 gazlı ayırıcı yükte açma yapamaz. Mutlaka kesici veyahut sigorta konulmak zorundadır. Yükte aamamasının sebebi açma işleminin el ile yapılıyor olmasıdır. Kol ile kontak konumunu değiştirmek belli bir süre alacağından bu ayırıcılar her ne kadar SF6 gaz tanklı olsalar da yükte açamazlar.

Yük ayırıcısı + Sigorta Birleşiği (Bileşiği) Çalışma Mekanizması:

Bu bileşiğe sahip Metal Mahfazalı hücreler trafo koruma hücresi adı altında bulunur ve kullanılırlar. Bileşikte kullanılan YG sigortaları, akım sınırlayıcı ve çarpma pimli sigortalardır. Sigortalardan biri attığında, yk ayırıcı otomatik olarak üç fazı birden açar.

Bu sistem çeşitli kataloglarda 1250 kVA ‘ ya kadar olan transformatörlerin korumasında kullanılıyor gözükse de. Pratikte 800 kVA ‘ nın üzerindeki güçlerde pek tercih edilmezler. 1000 ve üstü güçlerinde kesicili koruma tercih edilmektedir.

Özellikleri ve Üstünlükleri:

- Açık sistemlere göre personel güvenliği ve tesis emniyeti yüksektir.
- Sistem kalitesi yüksektir.
- Tesislerde hızlı montaj kolaylığı sağlamaktadır.
- Boyutlar açık sisteme göre küçük olduğundan %50 yer tasarrufu sağlanmaktadır.
- Hücreler aynı bara ile birbirlerine bağlı olduklarından rahatlıkla ilave yapılabilmektedir.
- Açık tesislere göre daha az bakım onarım gerektirmektedir.

2.3. Hava Yalıtımlı Metal Clad Hücreler

Metal Clad tip hücreler her ne kadar hava yalıtımlı hücre olsalar da, modüler (metal mahfazalı) hücrelere nazaran çeşitli farklılıklar gösterirler. Bu kısımda metal clad tip hücreler detaylı olarak incelenmiştir.

Kullanım Avantajları:

- Üst düzeyde personel ve işletme güvenliği
- Üst düzeyde servis sürekliliği
- İşletme ve bakım kolaylığı
- Yeni hücre ilavelerine ve düzenlemelerine uygunluk
- Araba (Şalt arabası , Şalt aracı) üzerine bindirilmiş (monte edilmiş) anahtarlama teçhizatları sayesinde hızlı ve güvenli anahtarlama teçhizatı değişimi

Başlıca Uygulama Alanları:

- Elektrik enerjisi üretim merkezleri (santraller)
- OG/YG ve YG/OG transformatör merkezleri
- Dağıtım Merkezleri

- Organize Sanayi Bölgeleri
- Pompa İstasyonları
- Alışveriş Merkezleri , Hastaneler, Tüneller, Havaalanları
- OG kompanzasyon tesisleri

Metal Clad Hücreye Ait Bazı Özellikler

- İsteğe bağlı olarak SF6 ya da vakum tip kesicili şalt arabası kullanılabilir.
- Pratikte (özellikle yurtdışı ülkelerinde) daha çok vakum kesicili şalt arabası uygulaması görülmektedir.
- Gerilim trafoları araba çekmecesinde bulunmaktadır.
- Topraklama ayırıcıları (bıçağı) kısa devre üzerine kapama yeteneğine sahiptir.
- Mekanik olarak sağlanan kilitlemeler vasıtasıyla hatalı manevra ve erişim olasılığı ortadan kaldırılmıştır.
- Gerilim algılama düzeni sayesinde ana devrenin enerjili olup olmadığı hücre dışından rahatlıkla izlenebilir.
- Anahtarlama teçhizatlarının AÇMA/KAPAMA işlemleri ancak, bölümün (o hücrenin) kapısı KAPALI ise yapılabilir.

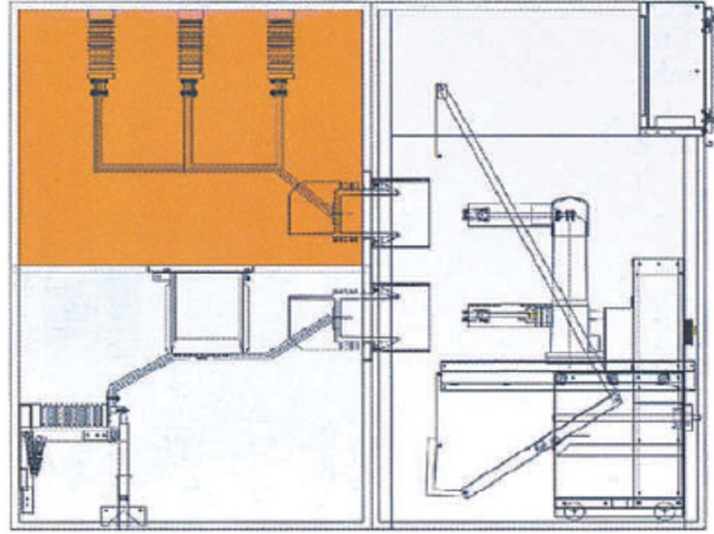
Şalt Arabasının Konumları:

- İşletme Konumu; Anahtarlama teçhizatının ana devre ile irtibatının tam olarak sağlandığı konumdur.
- Test Konumu; Şalt arabası geriye çekilmiştir. Anahtarlama teçhizatı ile ana devrenin irtibatı artık bulunmamaktadır. Metal perdeler kapanmıştır. Şalt arabası üzerindeki anahtarlama teçhizatının alçak gerilim bölümü ile elektriki irtibatı halen mevcuttur.
- Dışarı Konumu; Şalt arabası, anahtarlama teçhizatı ile birlikte tamamen hücre dışına alınmıştır. Hücre ile şalt arabası arasında mekanik ve elektriksel bir bağ bulunmamaktadır.

Bölümler:

1. Ana Bara Bölümü :

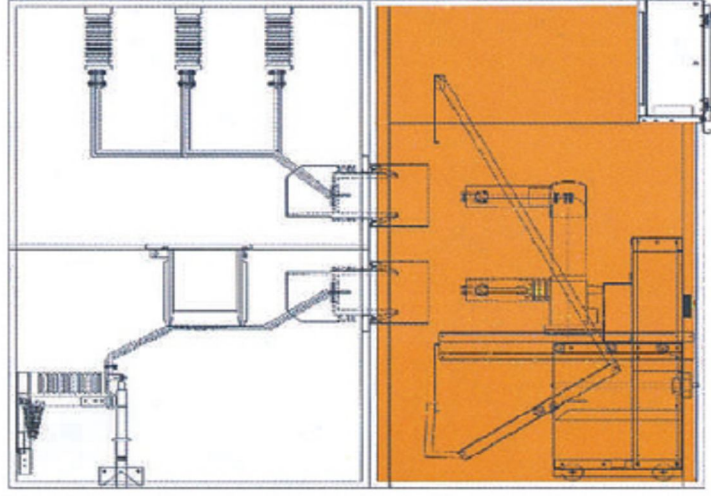
- Ana bara bölümü, hücrenin üst arka kısmındadır. Herhangi bir alet kullanılmadan bölüme erişim sağlanamaz.
- Araba üzerindeki anahtarlama teçhizatının ana baraya bağlantısı için dışı kontaklar kullanılır.



Şekil 2.13 Metal Clad hücre ana bara bölümü

2. Anahtarlama Bölümü :

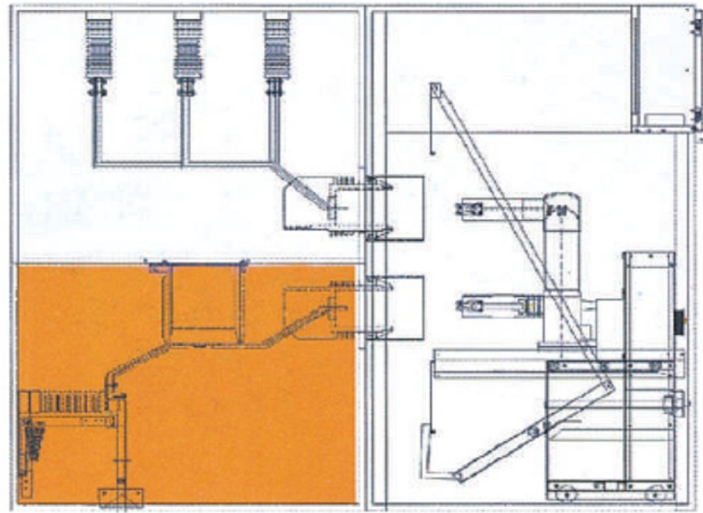
- Erişilebilir bir bölümdür. Hücrenin ön tarafında yer alır. Anahtarlama teçhizatlarını taşıyan araba bu bölümde yer alır.
- Bölüm mekanik kilitlemelerle donatılmış bir kapıya sahiptir. Kapı ancak, bölüme giren/çıkan tüm iletkenler topraklı ve araba test konumuna geldikten sonra açılabilir.
- Anahtarlama bölümü, ana bara ve kablo bağlantı bölümünden metal bölümlendirici ve metal perdelerle ayrılmıştır.



Şekil 2.14 Metal Clad hücre anahtarlama bölümü

3. Kablo Bağlantı Bölümü :

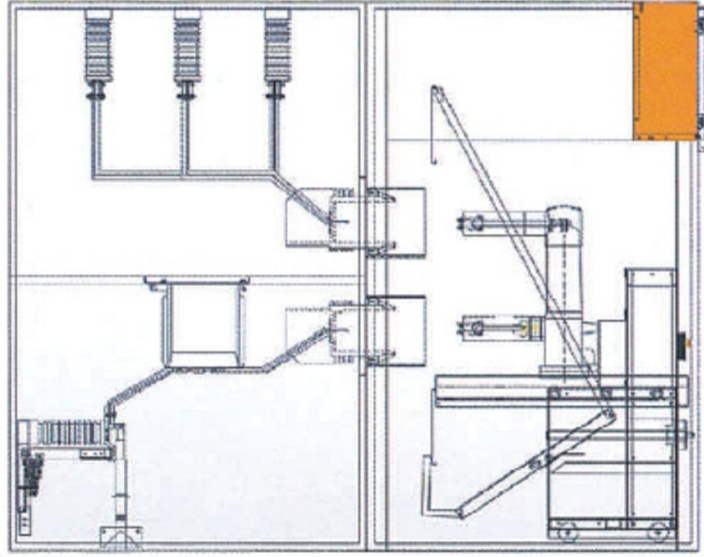
- Hücresinin arka alt kısmında yer alır. Erişilebilir bir bölümdür. Erişim anahtarlama bölümünden sağlanır. Hücreye gelen yada giden OG kabloların bağlantıları bu bölümde yapılır.
- Hücre bileşenlerinden akım trafoları ve topraklama ayırıcısı bu bölümde bulunur.
- Araba üzerindeki anahtarlama teçhizatının akım trafolarına bağlantısı için dişi kontaklar yer alır.



Şekil 2.15 Metal Clad kablo bağlantı bölümü

4. Alçak Gerilim Bölümü :

- Hücresinin ön üst bölümünde yer alır. Diğer bölümlerden metal bölümlendiriciler ile ayrılmıştır.
- Hücreye ait tüm kumanda, koruma, ölçü, alçak gerilim cihazları ve klemens dizisi bu bölümde bulunur.
- Alçak gerilim bölümü ile kesici arasındaki kumanda ve kontrol bağlantısı fiş-priz düzeni içinde esnek (flexible) kablo ile fiş-priz üzerinden sağlanır.



Şekil 2.16 Metal Clad alçak gerilim bölümü

Kilitlemeler:

- Şalt arabası ancak, kesici AÇIK ve anahtarlama bölümü kapısı KAPALI konumda olduğu zaman test ve işletme konumları arasında değişiklik sağlayacak şekilde hareket ettirilebilir.
- Topraklama ayırıcısı ancak şalt arabası TEST ya da DIŞARIDA konumunda ise kapatılabilir.
- Topraklama ayırıcısı KAPALI konumda ise şalt arabası işletme konumuna hareket ettirilemez.
- Şalt arabası işletme konumunda ise topraklama ayırıcısı kapatılamaz.

- Hücree kapısı ancak şalt arabası test konumunda ve topraklama ayırıcısının KAPALI olması halinde açılabilir.
- Kablo bağlantı bölümüne ancak hücre kapısı AÇIK, şalt arabası dışarı alınmış ve topraklama ayırıcısı KAPALI konumda ise erişilebilir.

2.4. Gaz Yalıtımlı Hücreler (RMU)

Gaz Yalıtımlı Hücreler orta gerilim dağıtım şebekelerinde kullanılmak üzere tasarlanmış, SF6 gazı ile yalıtılmış bütünleşik ve modüler yapıda metal mahfazalı anahtarlama ve kumanda düzenleridir.

Anahtarlama teçhizatları, baralar ve diğer tüm yüksek gerilimli iletkenler, SF6 gazı ile dolu korozyona karşı dayanıklı krom-nikel çelik (paslanmaz çelik) bir kazan içerisinde yer alır. Kazan, mühürlü basınç yöntemi ile atmosfere kapatılmıştır.

RMU'lar :

- Tam kapalıdır. Nem, toz, kirlilik gibi olumsuz çevre koşullarından etkilenmez.
- Bakım gerektirmez.
- Yalıtım ve ark söndürme işlemi SF6 gazı ortamında yapılır.
- En az 20-30 yıl boyunca SF6 gaz takviyesi gerekmez.
- Prefabrik bir üründür.
- İçeride dayanıklıdır.
- Anahtarlama teçhizatları ile erişilebilir bölüm kapakları arasında sağlanan mekanik kilitlemeler ile işletmecinin güvenliği en üst seviyeye çıkarılmıştır.
- Uzaktan izleme ve kumanda uygulamalarına uygundur.

Başlıca kullanım yerleri :

- Sekonder elektrik dağıtım şebekeleri
- Kompakt tip yer altı ve yer üstü OG/AG transformatör merkezi

- Rüzgar güç santralleri
- Küçük endüstri tesisleri
- Tatil köyleri, oteller, alışveriş merkezleri
- İş merkezleri
- Sanayi kirliliğinin yoğun olduğu bölgeler
- Nem, rutubetin yoğun olduğu göl, deniz ve akarsu kenarları

Kompakt tip RMU'lar da, Genişleyebilen kompakt ve Genişleyemeyen kompakt tip olmak üzere iki ayrı tipte üretim yapılmaktadır.

Genişleyebilen kompakt tip RMU

- “Sağdan” Genişleyebilen Kompakt
- “Soldan” Genişleyebilen Kompakt
- “Her iki taraftan” Genişleyebilen Kompakt

olmak üzere üçe ayrılır.

Yük Ayırıcılı Giriş/Çıkış Hücresi:

- Üç kutuplu üç konumlu (Açık-Kapalı-Topraklı) yük ayırıcısı kullanılır.
- Yük ayırıcısı ve gerilim altındaki tüm aktif elemanlar SF6 gazı ile dolu bir kazan içerisinde yer alır.
- Her iki yandan işlevsel birim ilavesi mümkündür.

Yük Ayırıcısı + Sigorta Birleşği Transformatör Koruma Hücresi :

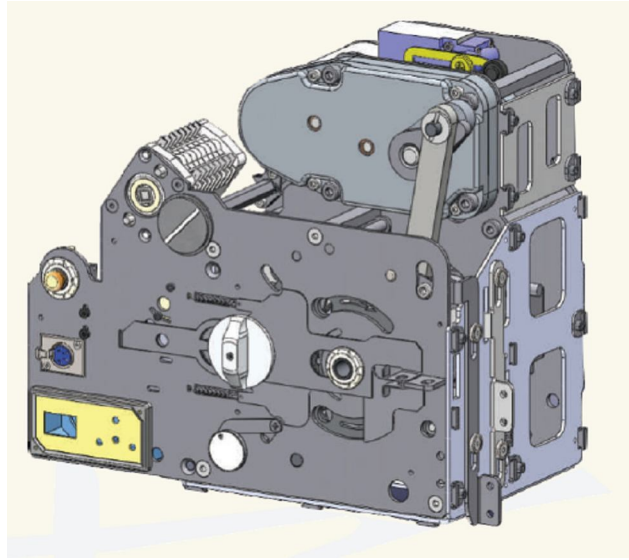
- OG/AG Dağıtım Transformatörlerinin besleme ve korumasında kullanılır. Yük ayırıcısı ve gerilim altındaki tüm aktif elemanlar SF6 gazı ile dolu bir kazan içerisinde yer alır.

- Düzende 3 kutuplu 3 konumlu (AÇIK-KAPALI-TOPRAKLI) yük ayırıcısı kullanılır.
- Çalıştırma mekanizması üzerinde yer alan şönt salıcı (bobin), transformatörün koruma donanımlarından gelen açma sinyali ile yük ayırıcısını açtırır.
- Düzende çarpma pimli yüksek gerilim sigortaları kullanılır. Sigortalardan herhangi biri attığında üç faz birden açılır.
- Bir arıza durumunda yüksek gerilim sigortalarının her iki tarafı topraklandığından sigorta değiştirme işlemi güven altında yapılır.
- Her iki yandan işlevsel birim ilavesi mümkündür.

RMU'lara ait tek hat ve proje çizimleri 'Ekler' kısmında "Ek 1" sekmesinde bulunmaktadır.

Çalıştırma Mekanizması:

Çalıştırma mekanizmalarında açma ve kapama işlemleri elden bağımsızdır.



Şekil 2.17 Yük ayırıcısı çalıştırma mekanizması

Yük ayırıcısı + Sigorta Birleşğinde kullanılan çalıştırma mekanizması, bir yay düzeni üzerinde biriktirilen enerjinin, salıverilmesi ilkesine göre çalışır.

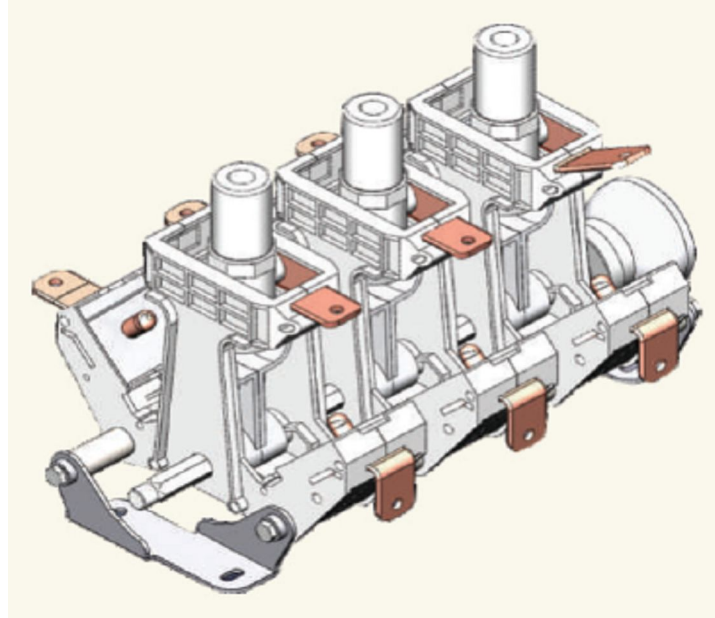
Enerji; çalışma mekanizmasına takılan bir kol ile elle veyahut mekanizmada bulunan bir motor ile biriktirilir.

Enerjinin salıverilmesi ise 3 şekilde ve ani olarak gerçekleşir:

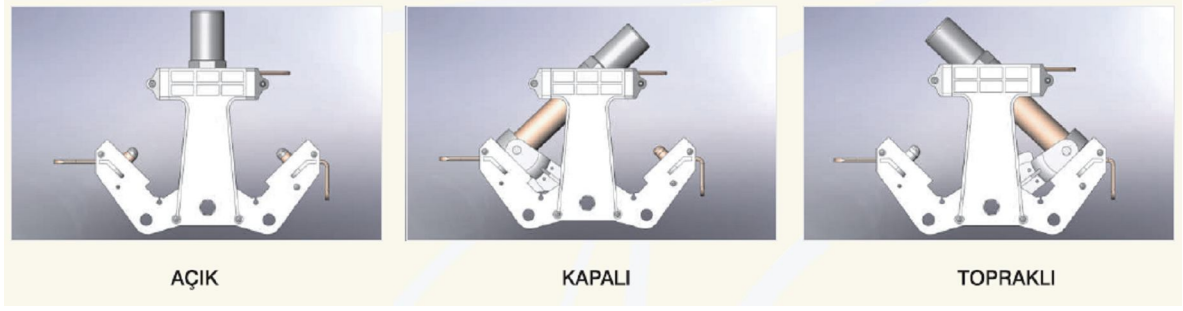
- 1) Çalışma mekanizması üzerinde yer alan mandal vasıtasıyla elle mekaniki olarak
- 2) Şönt salıcı (bobin) ile elektriki olarak
- 3) Yük ayırıcısı + Sigorta bileşğinde, yüksek gerilim sigortalarının çarpma pimi ile olur.

Yük Ayırıcısı:

RMU'lardaki yük ayırıcıları üç kutuplu, üç konumludur. (Açık-Kapalı-Topraklı) Yük akımı SF6 gazı ortamında kesilir.



Şekil 2.18 Yük ayırıcısı



Şekil 2.19 Yük ayırıcısı konumları

Yük ayırıcılarına ait diğer bir değinilmesi gereken konu İngilizce ifadeleridir. Pratikte bilindiği üzere ayırıcı yükte açma-kapama yapamaz. Bu terimin İngilizce ifadesi “Disconnecter” dur. Çeşitli firmalarda veya projelerde veyahut kitaplarda “Disconnecter Switch” ayırıcı olarak kabul edilmekte, “Rotary” denildiğinde bu döner ayırıcı “SF6 Insulated” denildiğinde ise bu SF6 gazlı ayırıcı olmaktadır. Yük ayırıcısı terimi için “Disconnecter Switch” yerine “Switch Disconnecter” veya “Load Break Switch (LBS)” kullanılmaktadır. Bu kullanımlarda “Switch Disconnecter” kullanımı kafa karıştırıcı olabildiğinden “LBS” kullanımı tercih sebebi olabilmektedir. Çünkü daha yüksek gerilimlerde >100 kV , “Disconnecter” ifadesi sıklıkla bilinen ayırıcı yerine kullanılmaktadır.

2.5. OG/AG Transformatör (Dağıtım) Merkezleri

Dağıtım merkezleri enerjinin son kullanıcıya gitmesini sağlayan, bir dağıtım trafosu üzerinden enerjinin naklini sağlayan merkezlerdir. YG hattından, OG ye indirilmiş gerilim, dağıtım merkezinin OG bölümünde, OG hücreleri vasıtasıyla kontrol edilir ve izlenir. Trafo vasıtasıyla enerji AG Pano’ya ulaştırılmış olunur. Oradan çıkan çıkışlar vasıtasıyla da son kullanıcıya veyahut bir yük’e gider.

Yani bir dağıtım merkezi OG Bölümü + Trafo + AG bölümünden oluşur. Trafo (transformatör) merkezlerinde; her bölüme ulaşım için ayrı kapılar mevcuttur. Ayrıca dağıtım merkezlerinin kendi düzeni içerisinde bir havalandırma sistemi de bulunmaktadır. Bazı özel durumlarda havalandırma deliklerinin dışında fan uygulamasına

gidilmektedir. Hatta ilaveten trafonun da soğutma stilini ONAN+ONAF yapılarak gerekli soğutmayı sağlama yoluna da başvurulabilir.

Bu başlık altında bahsedilecek olan dağıtım merkezleri üstteki resimden de görüleceği üzere kapalı tip sistemlerdir.

Bu tip sistemler yeraltı, bina içi(altı) , bina tipi, mobil (treylar üstü), sac köşk ve beton köşk olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin yukarıdaki resim bir beton köşk'ün OG bölümüne ait bir görüntüyü göstermektedir. Ne tipte bir dağıtım merkezi kurulacağı bölgenin, kurumun veya müşterinin talebine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Dağıtım merkezinin beton veyahut sac oluşu elektriki açıdan hiçbir şey ifade etmez.

Dağıtım merkezi topraklamalarında, ilgili bölümler birbirinde irtibat halindedir bu sayede eş potansiyel bir yapı sağlanmıştır. Mobil Dağıtım merkezlerinde (MSS) topraklama biraz daha farklı yapılmaktadır. Bir "NER" üzerinden topraklama işlemi topraklama çubuklarıyla gerçekleştirilir.

Sac köşkler ise şartnamelerde belirtilen sac kalınlığına uygun olarak imal edilirler. İstenildiği takdirde beton taban yapılabilir. Benzer şekilde 3 kompartımandan oluşmaktadır. Tüm dağıtım merkezlerinde OG-Trafo ve Trafo-AG arası bağlantılar ya kablo yoluyla ya da bara yoluyla yapılmaktadır. Mobil istasyonlarda (dağıtım merkezlerinde) durum biraz daha farklıdır. MSS'lerde bara yolu ile ara bağlantılar **yapılamaz**. Mutlaka koruyucu kılıfı bulunan güç kablosu kullanmak gerekmektedir.



Şekil 2.20 Kablo giriş-çıkış yerleri ve bükülme yarıçapı

Şekilden de görüleceği üzere dağıtım merkezlerinde aksi belirtilmedikçe kablo giriş/çıkışları alttan yapılmaktadır.

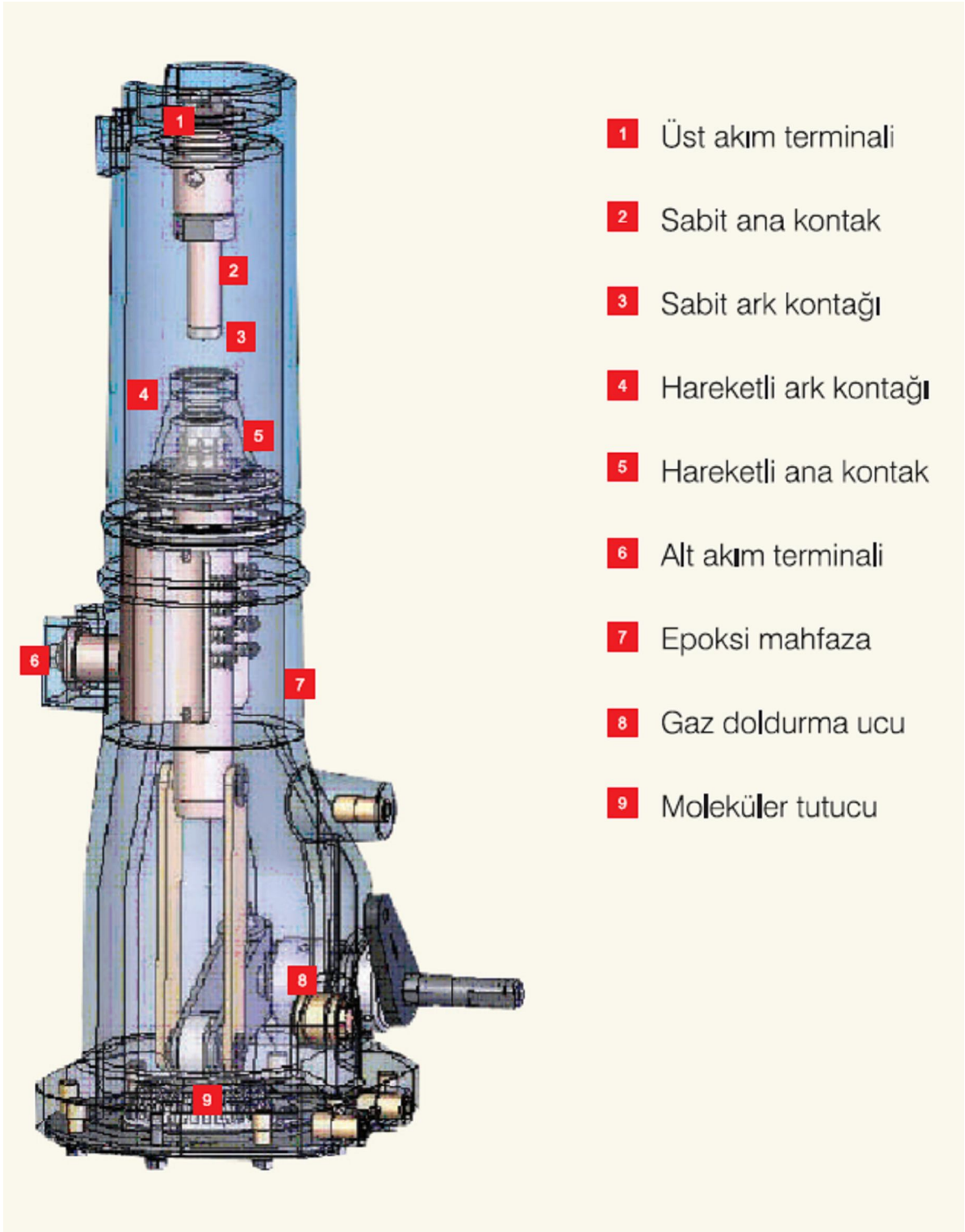
Her köşkün belli bir IP derecesine göre üretilir. İlgili standartlarda IEC, TSE vs... bu IP dereceleri verilmiştir.

2.6. Kesiciler, Transformatörler ve AG Panolar

Bu bölümde genel olarak kesicilerden, transformatörlerden (dağıtım, güç, ölçü) ve AG panolardan bahsedilecektir. Buradaki amaç bu elemanlar hakkında genel bir bilgiye sahip olmaktır. Bu elemanların oluşturduğu sistemler; örnekte bir dağıtım merkezi, hakkında ileride çeşitli analizler ve çizimler yapılacağından böyle bir bölüm sunulmasına gerek duyulmuştur. Pratik hayatta da kullanışlı bilgilerin yer alacağı bu bölüm mühendisler açısından kullanışlı olacaktır. Herhangi bir sistemdeki bir elemana ait tüm özellikleri detaylı olarak bilmek hem gereksiz hem de çok zordur. Üreticiler kendi ürettikleri ürünün hakkında ideal derecede bilgiye sahiplerdir. Bir kontrolörden, süpervizörden veya mühendisten bir sistemi oluşturan elemanların tümü hakkında her detayı biliyor olması beklenmez ve istenmez. Fakat genel hatlarıyla elemanları bilmek yararlı ve faydalı olacaktır. Bu bölümde yeri geldiğinde detaylara da inilmek suretiyle ekipmanların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olunacaktır.

Kesiciler :

Önceki bölümlerde bu elemanlardan bahsedilmiştir. Bu bölümde ise daha geniş olarak inceleme yapılacaktır. Öncelikle SF6 gazlı kesiciyi inceleyelim.



Şekil 2.21 SF6 gazlı kesiciye ait kısımlar

Ana devreye ait sabit ve hareketli kontaklar epoksi bir mahfaza içine yerleştirilmiştir. Epoksi mahfaza; kesicinin açma-kapama işlemleri sırasında ortaya çıkan termik ve dinamik etkilere dayanacak yapıdadır. Beklenmeyen aşırı basınç yükselmelerinde kutbun dağılarak parçalanmasına karşı tedbirler alınmıştır.

Kesicilerde çeşitli kesme yöntemleri bulunmaktadır. (Örnek: PUFFER yöntemi) Tezin konusu sadece kesiciler olmadığından bu detaya girilmeyecektir.

SF6 gazlı kesiciye ait çalıştırma mekanizması;

Mekanizma, bir yay düzeni üzerine biriktirilen enerjinin bir manevrayla salıverilmesi ilkesine göre çalışır.

- Enerjinin biriktirilmesi;
 - Mekanizmada yer alan bir motorda elektriki olarak
 - Mekanizmada bulunan bir kol ile elle yapılıdır.
- Enerjinin salıverilmesi;
 - Şönt salıcılarla (bobin) elektriki olarak
 - Mekanizma üzerinde yer alan açma-kapama butonları (elle mekaniki) ile yapılıdır.

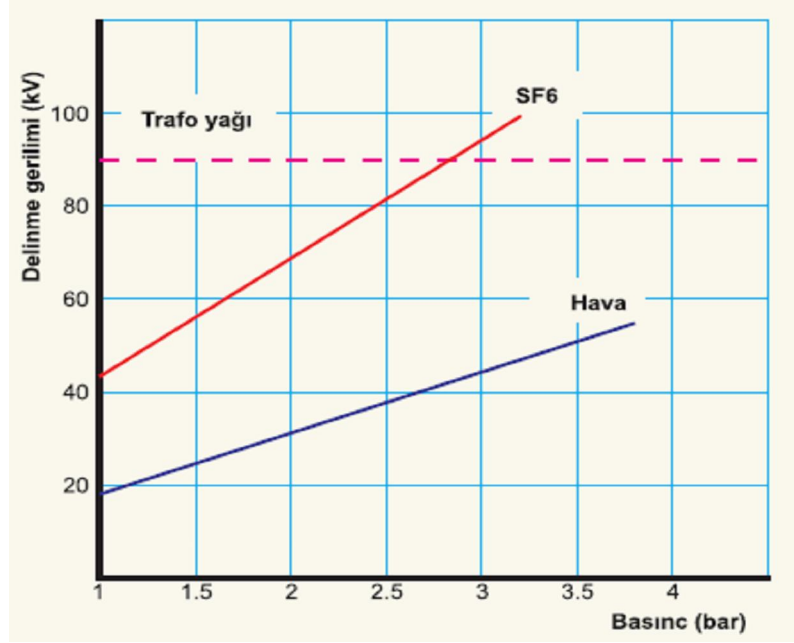
SF6 gazı hakkında bilgi;

SF6 gazı; renksiz, kokusuz, zehirsiz, alev almaz, havadan 5 kat daha ağır ve kimyasal bakımdan kararlı bir gazdır.

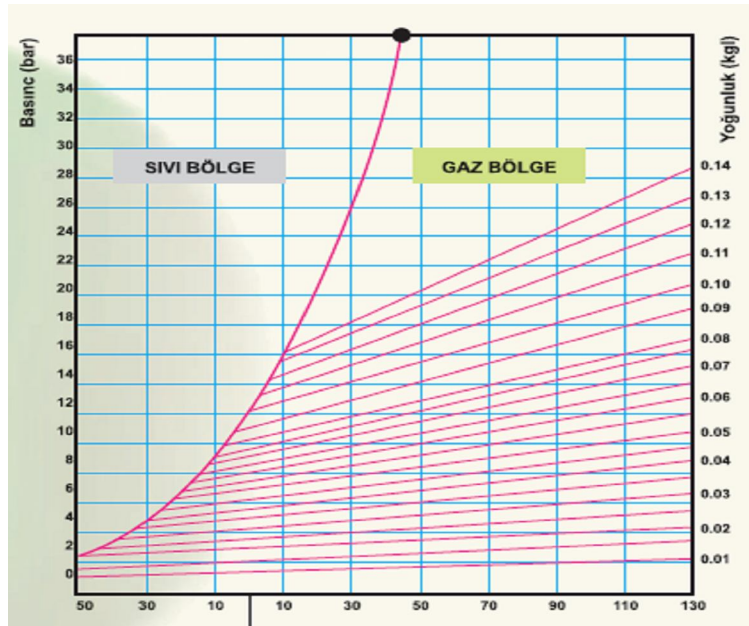
Yüksek yalıtım (dielektrik) özelliği gösterir. Normal atmosferik koşullarda, SF6 gazı havadan 2,5 kat daha fazla yalıtım dayanımına sahiptir.

Isı iletim özelliği çok yüksektir. Yüksek akımların kesilmesi sırasında oluşan ark, kısa zamanda soğutulabilmektedir.

SF6 gazı; kesme işlemi sırasında flüor ve kükürt iyonlarına ayrışır ve bazı bozunma ürünleri ortaya çıkar. Bozunma ürünlerinin konsantrasyonu, IDLH (Acil Yaşam ve Sağlık tehlikesi, IEC 1634) limitlerinin 20–30 kat daha altındadır. SF6 gazı soğuduktan sonra flüor ve kükürt iyonları birleşerek tekrar SF6 gazına dönüşür, yan bozunma ürünleri teçhizatın içinde yer alan ve alümina içeren moleküler süzgeçler tarafından tutulur.



Şekil 2.22 SF6 gazı ve havanın karşılaştırılması



Şekil 2.23 SF6 gazının değişik ortam şartlarındaki halleri

Vakum Tip Kesiciler:

Bu tip kesiciler orta gerilim şalt sistemlerinde kullanılmaktadır. Önceki bölümlerde bu tip kesicilerin bahsi geçmiştir. Şimdi ise daha detaylı olarak vakum tip kesiciler incelenecektir.

Vakum hakkında;

PASCHEN eğrisine göre bir ortamda en yüksek yalıtım seviyeleri ya çok düşük basınçlarda ya da çok yüksek basınçlarda elde edilmektedir.

Çok düşük basınçlardaki yüksek yalıtım özelliği, vakum şişelerindeki sabit ve hareketli kontaklar arasındaki mesafenin çok küçük olmasını sağlar.

Vakum şişelerinde ark oluşması ve arkın kesilmesi;

Vakum kesicilerde yüksek akımların kesilmesi için herhangi bir ortam (örnek: SF6 gazlı bir ortam) gerekmemektedir. Kontaklar açılırken; temas basıncı azalır, gerçek temas yüzeyi küçülür ve temas noktalarının sıcaklığı erime noktasına kadar artar. Sonunda iki nokta arasında, kontaklardan ayrılan kontak malzemelerinin buharlaşması ile oluşan bir ark sütunu oluşur. Ark sütunu kontaklar üzerinde kontak tasarımına göre radyal ya da aksiyal yönde hareket ederek tek noktada yoğunlaşmaz. Bu özellik nedeniyle vakum kesicilerde kontak aşınması çok az, elektriksel ömür yüksektir. Kontakların birbirinden ayrılması ile ortamın yüksek yalıtım gücü tekrar geri kazanılmış olur. Arkın meydana geldiği ortamda herhangi bir söndürme maddesi olmadığından çeşitli ayrışım gazları ve parçacıklar da oluşmaz.

Vakum kesicide yüksek akımların kesilmesi sırasında;

- Ark süresi çok kısadır. Akım, kontaklar ayrıldıktan sonra ilk doğal sıfırdan geçerken kesilir. Ark en fazla 6 ms civarında sürer.

- Arkın gerilimi çok küçüktür. Kontaklar arasındaki mesafenin kısa olması ark boyunu azaltmaktadır. Metalik plazma ark direncini daha düşük kılmaktadır. Ark gerilimi yaklaşık olarak vakum kesicide 50-100 V iken SF6 gazlı kesicilerde 300 V, yağlı kesicilerde ise 500 V civarındadır.

Bu nedenle diğer tip kesicilerle karşılaştırma yapıldığında vakum kesicilerde ark enerjisi çok küçüktür.

Vakum kesicilerde elektriksel dayanıklılık;

Düşük ark enerjisi, vakum kesicilerin elektriksel dayanıklılık düzeyinin çok yüksek olmasını sağlar. Düşük akımlarda (kesicinin anma akımına kadar olan akımlar) vakum kesicinin ömrünü belirleyen kesilen akım sayısı değil kesicinin mekanik ömrü olmaktadır. Vakum kesicilerde anma akımını kesme sayısı 20.000, kısa devre akımını kesme sayısı ise 100 dür. (Bu sayılar yaklaşık olarak yazılmıştır)

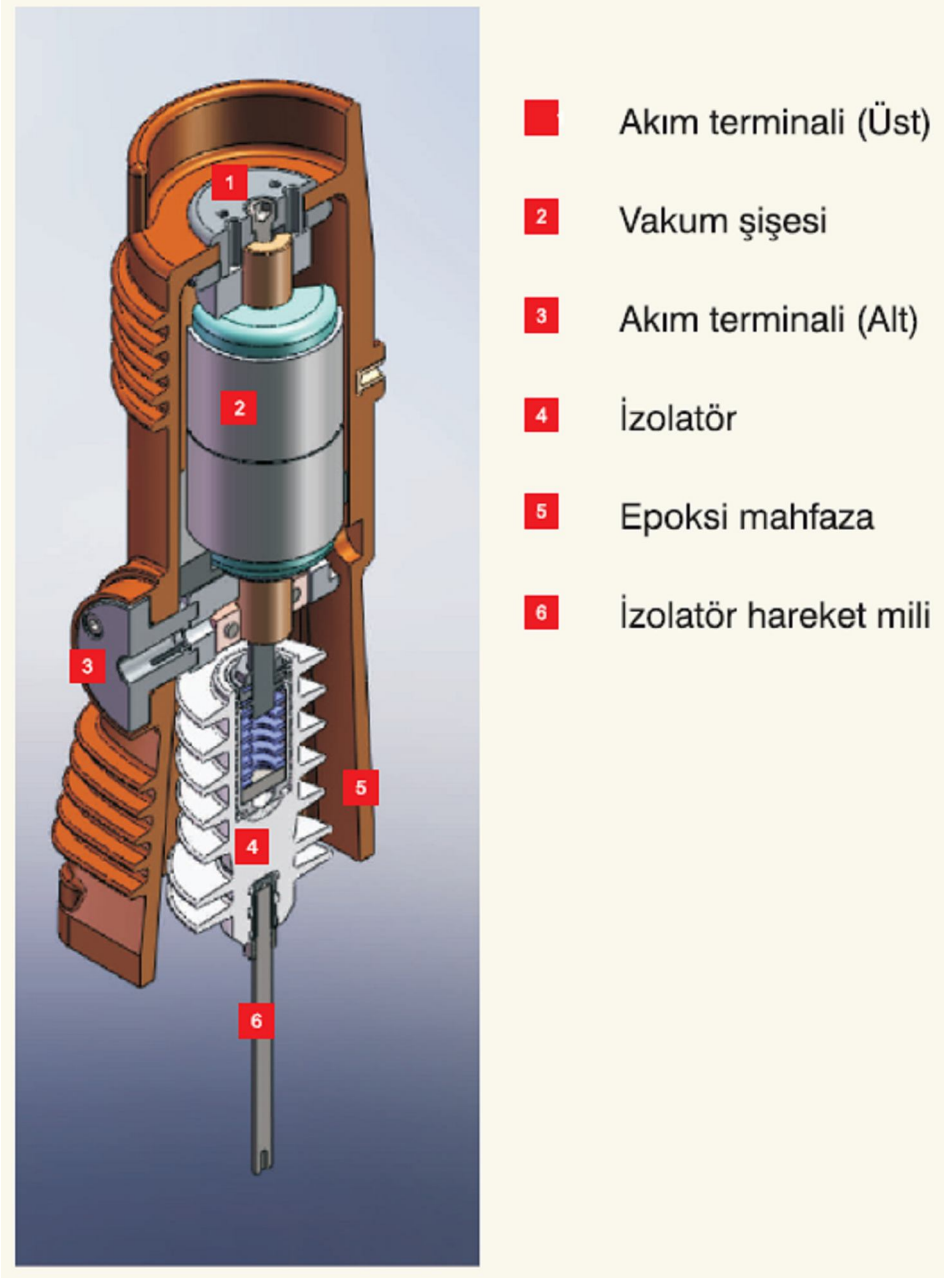
Vakum kesicilerde mekanik dayanıklılık;

Güvenilirlik için çok önemli bir kriterdir. Kesici arızalarının büyük bir kısmı (%75 civarı) mekanik yetersizlikten kaynaklanmaktadır. Bu konuda vakum kesiciler diğer tip kesicilere göre daha avantajlıdır. Daha az mekanik parça içerir, açma-kapama işlemleri için daha az kuvvet gerektirir. Bu durum; daha az mekanizma parçasının daha düşük darbe ve vibrasyona maruz kalmasına ve dolayısıyla mekanizmanın daha az deformasyona uğramasına ve daha az aşınmasına yol açar.

Vakum kesicilerin üstünlükleri;

- Kontak ömürleri uzundur. Bu durum daha uzun ömürlü olmalarını sağlar.
- Daha az bakım gerektirir.
- Çevre dostudur.
- Daha yüksek sayıda anma nominal ve kısa devre akımı kesebilir.

- Daha dayanıklıdır.



Şekil 2.24 Vakum kesiciye ait kısımlar

Mekanizma, bir yay düzeni üzerine biriktirilen enerjinin bir manevrayla saliverilmesi ilkesine göre çalışır.

- Enerjinin biriktirilmesi;
 - Mekanizmada yer alan bir motorda elektriki olarak
 - Mekanizmada bulunan bir kol ile elle yapılır.
- Enerjinin saliverilmesi;
 - Şönt salıcılarla (bobin) elektriki olarak
 - Mekanizma üzerinde yer alan açma-kapama butonları (elle mekaniki) ile yapılır.

Kesicilere ait yardımcı donanımlar:

- **Yardımcı Kontak Grubu:** Kesicinin ana milinden tahrik alır. Kontaklar, kesicinin açık ve kapalı konumuna göre konum değiştirir.
- **Anti Pompaj Devresi:** Aynı anda kesiciye elektrikselsel olarak kapama ve açma sinyali gelmesi halinde, kesicinin elektrikselsel olarak kapama yapmasını engeller.
- **Açma ve Kapama Salıcıları (Bobinler):** Açma ve kapama işlemlerini gerçekleştirilmesinde kullanılırlar.
- **Yay Kurma Motoru:** Kapama yayının kurulması için kullanılır.

Transformatörler

Transformatörler (trafolar) konusu geniş bir konu olduğundan burada tez ile paralel belli başlı konulara değinilecektir. “Ekler” kısmında ‘Ek-3’ ve ‘Ek-5’ sekmelerinde de görülebilecek olan trafolar hakkında genel bilgi vermek amaçlanmıştır.

Trafoları kuru tip, yağ genişleme depolu ve hermetik tip olarak 3 e ayırabiliriz. Bu sınıflandırmayı detaylandırmamakla birlikte, “Ekler” kısmında çizilen projelerdeki trafoların hermetik ve yağ genişleme depolu olacağı, kuru tip trafoların sadece bina içi (dahili) uygulamalarında kullanıldığını söylemek gerekir. Ayrıca kuru tip trafolarda güç

sınırlaması da mevcuttur. Tipi ne olursa olsun trafoların bağlantı grupları bulunmaktadır. Ekteki çizimlerde de görüleceği gibi çeşitli bağlantı tipleri mevcuttur.

Primer ve sekonder sargılar yıldız, üçgen veya zig-zag olarak bağlanırlar. Bu durum 3 fazlı sistemler için geçerlidir. 2 fazlı sistemlerde sargıların bağlantı grupları daha farklı olabilmektedir.

Genel olarak kullanılan dört bağlantı grubu vardır. Bunlar 0,5,6 ve 11 grupları olarak adlandırılır. Bu sayıların 30 ile çarpılmasıyla elde edilen sayı 2 sargı (primer-sekonder) arasındaki açığı verir.

Örneğin Dyn-5 denildiğinde biz; primer sargısının üçgen bağlı, sekonder sargısının ise yıldız bağlı olduğunu anlamalıyız. 5'ten ise $5 \times 30 = 150^\circ$ açı farkı olduğunu söyleyebilmeliyiz. Vektör gurubundaki "n" harfi ise, nötrün çıkarılmış olduğunu ifade eder.

AG tarafına gelen yıldız bağlı sekonder sargılar direkt olarak veya bir direnç üzerinden topraklanırlar. Böyle yapılmasının sebeplerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz

- Yıldız noktası toprak potansiyelinde tutulmuş olunur böylece faz-toprak kısa devrelerinde arızasız hatta gerilim yükselmeleri önlenmiş olunur.
- Toprak arıza rölelerinin çalışması için gereklidir.
- Yıldız noktası – toprak arası arklar önlenmiş olur.

Trafolarda 2 tip soğutma vardır. Bunlar ONAN ve ONAF dır. ONAN doğal soğutma olup, tank içerisindeki yağın sirkülasyonu ile gerçekleşen soğutmadır. ONAF da ise bu duruma ekstra olarak bir fan katılmış olur. ONAN+ONAF soğutmada trafo kayıplarının daha düşük olduğu gözlenecektir.

Trafolar aynı zamanda ölçü amaçlıda kullanılabilirler. Şimdi "Ekler" kısmında yer alan projelerle paralel olarak akım ve gerilim trafolarını genel hatlarıyla inceleyelim.

Akım Transformatörleri :

Primerinden geçen akım değeri dönüştürme oranına göre sekonderden elde edilir. Devreye seli bağlanırlar. Kullanım amacına göre çeşitlilik gösterebilirler de bu tezde anlatılacak tüm trafolar “Ekler” kısmındaki projelere paralellik göstermektedir.

Amperaj değerleri 5 ve 10 un katları şeklindedir. Sekonder sargısında ise genellikle 5 ve 1 A kullanılır. Duruma göre çift sekonderli, üç sekonderli veya çift primerli olabilmektedir.

Akım trafolarının sekonder uçlarını boş bırakmak tehlikelidir. Sekonder uçlarının boş bırakılması durumunda gelişecek olaylar:

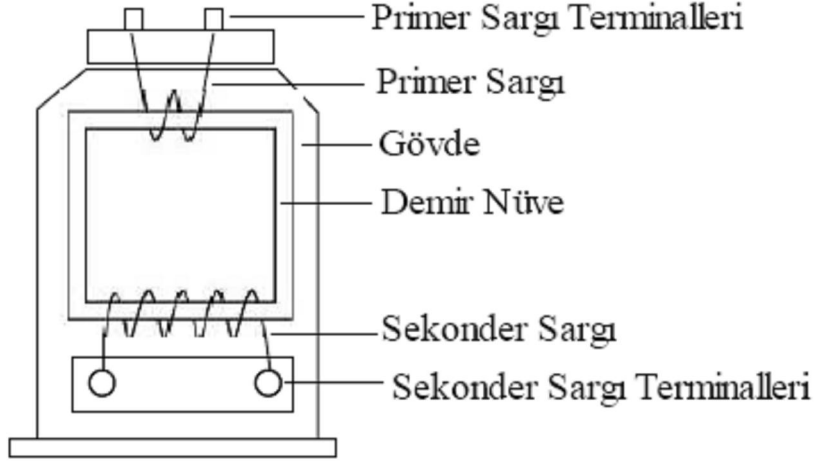
- Transformatörün nüvesi ısınır.
- Sargılar ısınır ve bunun sonucunda sargı izolasyonu bozulur.
- Sekonder uçlarda aşırı gerilim indüklenir ve çalışan personel için hayati tehlike oluşur.
- Transformatör hasar görür.

Eğer akım trafosunun sekonder uçları sayaç veya röleye bağlı değilse kısa devre edilmelidir.

Hata sınıfı çeşitli standartlara göre isim alır. Ölçü için kullanılacak akım trafolarında $n < 5$ dir ve ölçü emniyet katsayısı (Fs) olarak gösterilir. Örneğin 1Fs5 gibi... Koruma için kullanılacak olan akım trafolarında ise $n > 10$ (n doyma katsayısıdır) dur ve 5P10 örneğindeki gibi gösterilirler. Burada 5 hata sınıfını belirtmektedir.

Akım trafolarının anma güçleri sekonder devreye bağlanacak olan ölçü ve koruma cihazlarının güçleriyle ilgilidir. 5 VA den 100 VA e kadar uzanan, özel durumlarda güçler değişebilmektedir, çeşitli güçler de üretim yapılmaktadır.

Ayrıca sistemin özelliklerine göre Ith değeri seçimine de dikkat edilmelidir.



Şekil 2.25 Akım trafosuna ait kısımlar

Gerilim transformatörleri:

Primerinden geçen gerilim değeri dönüştürme oranına göre sekonderden elde edilir. Devreye paralel bağlanırlar. Kullanım amacına göre çeşitlilik gösterebilirler de bu tezde anlatılacak tüm trafolar “Ekler” kısmındaki projelere paralellik göstermektedir.

Gerilim trafoları sargılarındaki gerilimler faz-faz veya faz-nötr gerilimi olarak ifade edilebilmektedir. Faz-nötr gerilimi ifade edilirken, faz-faz gerilimleri $\sqrt{3}$ e bölünmelidir ve bu şekilde gösterilmelidir.

Gerilim trafolarının sekonder sargıları kesinlikle kısa devre edilmemelidir. Herhangi bir ölç aleti, sayaç vs... bağlanmayacaksa bu uçlar açık bırakılmalıdır.

Gerilim trafosu ancak güçleri akım trafosuyla benzerlik göstermektedir.

Gerilim ve akım trafoları sistemin kısa devre amperajında üretmelidirler. Örneğin 25 kA'lık bir kesicisi olan metal clad hücrelerden oluşan bir sistemde 16 kA'lık akım trafosu seçmek yanlıştır. (Büyükdora, 2006)

AG Panolar:

Dağıtım merkezlerinde; sayaçların, TMS'lerin, sigortaların, ölçü aletlerinin bulunduğu kısımdır. Bu panolar vasıtasıyla enerjinin son kullanıcıya ulaşması sağlanmış olur. Baralardan enerjilenen dağıtım teçhizatlarıyla ilgili yükler enerjilendirilmiş olur. AG panolarının iç aydınlatması mevcuttur. Gerektiğinde fan da ilave edilebilir. Sokak aydınlatması için de kullanılırlar. "Ekler" kısmında AG panolara ait detaylı bilgiler, uygulama olarak görülebilir.

BÖLÜM: 3

SAYISAL UYGULAMA

Bu bölümde “Ekler” bölümündeki uygulama ve sistemlere paralel olarak ilgili hücrelere ait malzeme listeleri yani o hücrelerin bileşenleri verilecektir.

Bu uygulama tamamen pratik hayat yönelik olup çok kullanışlı olacağı şüphesizdir. Bu sayede Enerji Dağıtım alanındaki en önemli elemanlardan biri olan OG hücrelerine ait çok değerli bilgiler de sunulmuş olacaktır. Her ne kadar sonraki bölümlere paralel listeler de verilecek olsa, pratik hayatta kullanılan tüm hücrelere bu listeler birkaç değişiklik vasıtasıyla uygulanabilir. Bu uygulamayı yapabilmek için o hücreye ait tek hattı iyi okumak gereklidir. OG sistemlerinde kullanılan tüm hücrelere ait tek hatlar “Ekler” bölümünde mevcuttur. Bu bölümdeki ve bundan sonraki bölümlerdeki sistem dizaynları tamamen yazarın tarafına aittir.

Bu bölümde bir dağıtım merkezinin, OG tarafına ait hücreler incelenecektir. Genel olarak bu hücreler 3 adettir (Modüler hücreler hariç). 1 giriş hücresi + 1 çıkış hücresi + 1 trafo besleme (koruma) hücresi.

Giriş hücresi üretim merkezinden gelen, indirici merkezden gelen veyahut ring şebekeden gelen enerjiyi alan ve çeşitli kontroller vasıtasıyla trafoya ileterek, trafodan son kullanıcılara ulaşmasında önemli rol oynayan OG şalt malzemesidir. Özel uygulamalara göre çeşitli giriş hücreleri mevcuttur. Bizim bu bölümde tanımlayacağımız giriş hücresi bundan sonraki bölümlere paralel, optimum ve pratik hayatta da sıkça kullanılan bir hücre olacaktır. Giriş hücresi kablo giriş hücresi adını da almaktadır. Dağıtım merkezine enerjinin giriş yaptığı hücredir.

Çıkış hücresi ring şebekelerde veya aynı branşman fideri üzerinde başka bir trafo bulunması durumunda kullanılır. Giriş yapan enerji başka bir dağıtım merkezine veyahut yüke gitmek üzere çıkış hücresinden çıkar. “Ekler” bölümündeki uygulamalar incelenerek daha detaylı bilgiye sahip olunabilir.

Trafo (transformatör) besleme veyahut trafo koruma hücresi aynı zamanda trafo giriş hücresidir. Trafosu beslemede kullanılır aynı zamanda trafosu korur ve trafoya enerjinin giriş yapmasını sağlar.

G+Ç+T (Giriş+Çıkış+Trafo) sistemine ait malzeme listeleri sırasıyla aşağıdaki gibidir.

3.1. Metal Clad Hücrelerin Malzeme Listesi

Bu bölümde metal clad G+Ç+T hücrelerine ait malzeme listeleri mevcuttur. Farklı voltaj değerlerine göre o voltaj değerlerine uygun elemanlar seçilir. Örnek sistem 17,5 kV ise 17,5 kV hücre karkası ve 17,5 kV' luk kesici ve akım, gerilim trafosu kullanmak gerekmektedir. Benzer şekilde farklı kısa devre akımları için o kısa devre akımına uygun kesici ve akım trafosu seçilmelidir.

Kesicilere ait amperaj değerleri sistemde hesaplanan değerlerin bir üst değeri olarak seçilir. Standart olarak 630A' den başlayan ve 4000A'de son bulan OG kesicileri mevcuttur. Biz sonraki bölümlerle paralellik göstermesi açısından 630A kullanacağız. 630A olmasının sebebi "Ekler" kısmındaki çizimlerde mevcuttur. Fakat burada da bu hesabın yapılması uygun düşecektir. $S = \sqrt{3} \times U \times I$ formülünden I 1000 kVA' ya kadar olan güçlerde 630A den küçük çıkacaktır. 2 basamaklı MVA mertebesinde güçlerde 630A' in üstü akımlar elde edilir. O büyüklükteki trafolar ise standart olarak üretilen köşkerin içine sığmayacaktır. Yüksek güçlü uygulamalar genelde bir OG değerinden başka bir OG değerine göre yapılmaktadır ve bu uygulamalarda köşker kullanılmamaktadır. Çok özel durumlarda özel üretimlerle karşılaşılabılır.

Bir diğer bahsedilmesi gereken husus hangi rölenin kullanılacağına ait seçimdir ki bu konuya bölüm sonunda değinilecektir.

Akım trafosu hesabı yukarıda yer alan eşitlik kullanılarak yapılır.

Akım ve gerilim trafoları yazılırken sistem değerleri kullanılır, standart değerler yazılmaz.

➤ **Metal Clad Giriş Hücresi**

Çizelge 3.1 OG şalt hücrelerine ait genel malzeme listesi

Sıra No	Malzemenin Tanımı	Miktarı
1	Vakum (veya SF6) Kesici 12 (veya 36 kV) 630A 25kA	X1
2	Akım Trafosu 11 kV 200/5-5A 25kA CI: 0,5+1 15+15VA	X3
3	Gerilim trafosu $11/\sqrt{3} / 0,1/\sqrt{3}$ 30VA CI: 0,5	X3
4	Aşırı akım koruma rölesi (50/51/50N/51N)	X1
5	Düşük gerilim rölesi (27)	x1
6	Düşük akım veya düşük güç rölesi (37)	X1
7	Aşırı gerilim rölesi (59)	X1
8	Diferansiyel röle (87T)	X1
9	Enerji Analizörü	X1
10	Yardımcı Röle	X20
11	Pozisyon Göstergesi	X1
12	Kapasitif Gerilim Bölücü 12 kV komple (veya 36 kV)	X1
13	Topraklayıcı (toprak bıçağı) 12 kV 25kA (veya 36 kV)	X1
14	Sinyal Bloğu 2x3 gözlü	X1
15	Kumanda Butonu (düğmesi)	X6
16	Sinyal Lambası	X7
17	Anahtarlı Otomatik Sigorta (MCB) 1x6A, 1x16A	X3
18	Mandal Buton, 1-0-2 (Pako şalter)	X1
19	Ray Klemens	X1
20	Test Kovanlı Klemens	X1
21	Isıtıcı + Termostat	X1
22	İç Aydınlatma	X1
23	Metal Clad Hücresinin Karkası 12 kV (veya 36 kV)	X1

1, 13, 14 ve 24 nolu kalemlerde belirtilen opsiyonel gerilim seviyeleri, benzer şekilde 2 ve 3 nolu kalemlere de uygulanabilir.

1, 13, 14 ve 24 nolu kalemler daha büyük gerilim değerleri alabilirler. Örneğin 132 kV'luk hücreler mevcuttur.

4, 5, 6, 7, 8 ve 10 nolu kalemleri tek bir rölede içerebilir. Örneğin 87 hariç diğer hepsini içeren röleler mevcuttur. 10 nolu kalemdeki röle sayısı sistemi koruyan rölelerin sayılarıyla orantılıdır.

Burada sadece örnek amaçlı yazılmış olan 8 nolu kalem, aslında transformatör koruma (besleme) hücrelerinde kullanılır. Giriş hücrelerinde kullanmak (pratik hayatta) gereksizdir.

Burada belirtilmemiş olmasına rağmen 50BF (kesici hatası), 81H(aşırı frekans), 81L(düşük frekans) ve 81R(frekans değişim toleransı) röleleri de uygulamalarda görülebilmektedir.

15 nolu kalem'in adeti daha büyük veya daha küçük olabilmektedir. Bu şartnameye veyahut tasarımcıya bağlıdır.

11 nolu kalem şalt arabasıyla alakalı konum bilgilerinin operatöre ulaşmasını sağlar.

9 nolu kalem gerilim, akım, güç faktörü vs... gibi gerekli elektriki bilgilerin tümünü gösteren dijital bir alettir. Buna alternatif olarak voltmetre ve ampermetre veyahut her bir ölçü aletinden tek tek de kullanımın olduğu opsiyonlar olabilir. Biz sistemlerimizde hem yeni teknoloji hem yer tasarrufu sağlaması hem de kullanılabilirlik açısından elverişli olması nedeniyle tezimizde enerji analizörü kullanacağız.

Bunlara ek olarak şartnamelerde istenmesi durumunda akım, gerilim vs... transdüserleri kullanılabilir. Ayrıca parafudr da konulabilir.

4. Bölümdeki analizler için geçerli olan metal clad giriş hücresi 5, 6, 7 ve 8 nolu kalemlerden yoksundur, 10 nolu kalem 10 adettir. Karkas, akım-gerilim trafosu ve kesici fiyatları sayısal uygulamadaki işletme gerilimine ve güce göredir.

➤ **Metal Clad Çıkış Hücresi**

Sayısal uygulamadaki giriş hücresi ile tamamen aynıdır.

➤ **Metal Clad Trafo Koruma (Besleme) Hücresi**

Tablo olarak verilen giriş hücresi ile tamamen aynıdır. Güç trafosunun kendisine ait korumaları mevcuttur fakat istenmesi durumunda sıcaklığı kontrol eden röle kullanılabilir.

3.2. Metal Mahfazalı Hücrelerin Malzeme Listesi

Metal mahfazalı hücrelere ait malzeme listesi metal clad hücrelerinki ile benzerdir. Farklı olarak bu hücrelerde ayırıcı mevcuttur. Kesicinin olduğu hücredeki ayırıcılar ya döner ya da SF6 gazlı ayırıcılardır. Kesicinin olmadığı hücrelerde yük ayırıcıları kullanılır.

1000 kVA'ya kadar olan trafo güçleri sigorta+yük ayırıcısı bileşiği ile beslenir. 1000 kVA'nın üstü güçlerde kesici ile koruma yapılır.

Metal hücrelerin karkasları (boyut ve ağırlık olarak), metal clad hücrelerininkinden farklıdır.

Sayısal uygulamada kullanılacak olan metal mahfazalı hücreler:

- ❖ Yük ayırıcılı, akım trafolu, aşırı akım ve toprak arıza röleli giriş hücresi
- ❖ Yük ayırıcılı çıkış hücresi
- ❖ Yük ayırıcısı+sigorta bileşikli, akım-gerilim trafolu trafo koruma hücresi

3.3. Gaz Yalıtımlı Hücrelerin Malzeme Listesi

Gaz yalıtımlı hücrelerde durum biraz farklıdır. Giriş+Çıkış+Trafo koruma ayrı ayrı modüler hücreler gibide kullanılabilir veya kompakt tip hepsini tek bir hücrede kullanılabilir.

Sayısal uygulamada kullanılacak olan hücre giriş, çıkış ve trafo koruma hücrelerini içeren kompakt tip hücredir.

Bu hücrelere ait malzeme listeleri “Ekler” bölümündeki çizimlerde bulunmaktadır. Kısaca bahsedecek olursak, bu hücrelere ait malzeme listeleri metal mahfazalı hücrelerinininkine benzemektedir.

- ❖ Yük ayırıcılı giriş hücresi
- ❖ Yük ayırıcılı çıkış hücresi
- ❖ Yük ayırıcısı+sigorta bileşikli trafo koruma hücresi

Bu malzemelere ek olarak standart olan karkas, kapasitif gerilim bölücü, arıza gösterge düzeneği vs... mevcuttur. Benzer durum metal mahfazalı hücrelerde de vardır.

Sayısal uygulamada genişleyemeyen tip kompakt RMU ünitesi baz alınacaktır.

Trafo gücü 1000 kVA olduğundan, sigorta bileşikli koruma kullanılacaktır.

“Ekler” bölümünde yer alan çizimlerden daha detaylı bilgiye sahip olunabilir ve konunun anlaşılması yönünden hem faydalı olmuş olur hem de bundan önceki bölümlerde ve bu bölümde verilen bilgiler pekiştirilmiş olunur.

3.4. OG/AG Transformatör Merkezlerinin Malzeme Listesi

Aşağıdaki tabloda merkezin içinde bulunan elemanlar yer almaktadır.

Çizelge 3.2 OG Dağıtım Merkezini Oluşturan Elemanlar

Sıra No	Malzemenin Tanımı	Miktarı
1	Kompakt Tip RMU Ünitesi (Giriş+Çıkış+Trafo Koruma Fiderleri) 12kV 630A 16kA	X1
2	Metal Clad Giriş, Çıkış ve Trafo Koruma Hücresi 12kV 630A 16kA	1 set
3	Metal Mahfazalı (Modüler) Giriş, Çıkış ve Trafo Koruma Hücresi 12kV 630A 16kA	1 set
4	Transformatör 11/0.4 kV 1000 kVA	X1

5	AG Panosu	1 set
6	Sac/Beton Köşk ve bağlantı malzemeleri	1 set

Kısa devre kesme akımları 20, 25, 31,5 ... gibi değişebilmektedir. Türkiye’de kullanılan kısa devre amperajı baz alınmıştır.

Hücrelere ait gerilimler değişiklik gösterebilirler.

Sayısal uygulamada 12 ve 36 kV a göre olan sistemler incelenecektir.

Sayısal uygulamada trafo gücü ve gerilimi önceden belirlenmiş değerlere göre değişecektir.

AG Panosu ve bu panoya ait ekipmanlar trafo gücüne bağlı olarak değişiklik gösterecektir.

Bağlantı malzemesi fiyatı trafo gücüne bağlı olarak değişecektir.

Şimdi yukarıdaki bilgilere dayanarak gerçekleştirilen sayısal uygulama verilecektir. Bölümle alakalı matlab uygulamaları, “Ekler” kısmında ve “Ek-7” sekmesinden görülebilir. Yapılacak analizler sonucunda hangi sistemin optimum olduğu ortaya çıkacaktır. Bu bölümde maliyet fonksiyonu veyahut maliyet denildiği zaman, maliyet yerine satış fiyatı anlaşılmalıdır. Sistem ve ürünlerin maliyet fiyatlarını vermek etik açıdan uygun olmayacağından, belirli kar oranları ile fiyatlar ortaya çıkarılmıştır. Örneğin Maliyet fonksiyonu “ $y = x^2 + x + 5$ ” olan bir sistemin $x = 1$ değerine göre sonucu bize o sistemin maliyetini değil satış fiyatını vermektedir. Bu satış fiyatı genel bir satış fiyatı olup, yaklaşık olarak yurtiçi ve yurtdışı piyasa değerlerini ifade eder. Buradan elde edilecek fiyatlar %100 gerçek fiyatlar değildir, yaklaşık fiyatlardır.

3.5. Maliyet Fonksiyonlarının Çıkarılması

- Metal Clad Hücreye ait Maliyet Fonksiyonları

Gerilimi ve köşk tipini değiştirerek 4 adet denklem elde edilecektir. 4 farklı durum: 12kV sistem ve sac köşk (M1), 12kV sistem ve beton köşk (M2), 36kV sistem ve sac köşk (M3),

36kV sistem ve beton köşk (M4), şeklindedir. Bölüm 2 ve 3'te bu sistemlere ait bilgiler mevcut idi, o bilgileri göz önüne alarak elde edilecek olan maliyet fonksiyonları:

$$M1 = -0,08x^4 + 0,31x^3 - 0,38x^2 + 0,2x + 0,03 \quad (10^6 \times \text{USD}) \quad (3.1)$$

$$M2 = -0,05x^4 + 0,18x^3 - 0,21x^2 + 0,11x + 0,04 \quad (10^6 \times \text{USD}) \quad (3.2)$$

$$M3 = -0,11x^4 + 0,39x^3 - 0,45x^2 + 0,23x + 0,07 \quad (10^6 \times \text{USD}) \quad (3.3)$$

$$M4 = -0,07x^4 + 0,21x^3 - 0,21x^2 + 0,1x + 0,08 \quad (10^6 \times \text{USD}) \quad (3.4)$$

şeklinde elde edilir. Buradan anlaşılacağı üzere en yüksek R²'ler 4. dereceden olan fonksiyonlarda elde edilmiştir. Bu denklemlerde "x" MVA cinsinden transformatör gücünü ifade etmektedir. Bu duruma ait sonuçlar ve elde edilen grafikler aşağıdaki gibidir:

➤ M1 denklemi

Kodlama sonucu:

grafığı ve denklemi görmek için 1 tuşuna basınız!

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.0 8 0.31 -0.38 0.20 0.03

deg1 =

0.1063 0.0844 0.0786 0.0761 0.0726 0.0689 0.0660

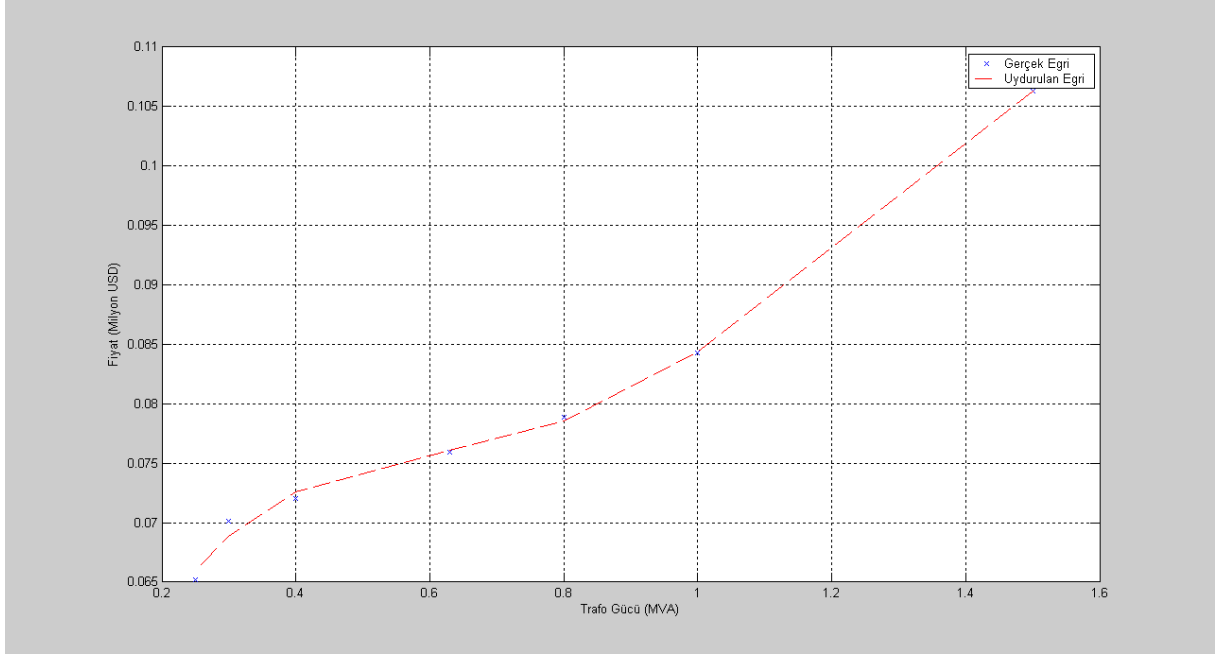
SSE = (hata oranını ifade eder)

2.6864e-006

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R²: 0.99756

Burada "deg1" değerleri, x değerlerine karşılık gelen sonuç değerleridir. Başka bir ifadeyle maliyetlerdir. ('M' Fonksiyonu sonuç değerleridir) Bu denkleme ait grafik aşağıda görülmektedir.



Şekil 3.1 M1 denklemine ait grafik

➤ M2 denklemi

Kodlama sonucu:

grafiği ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.05 0.18 -0.21 0.11 0.04

deg1 =

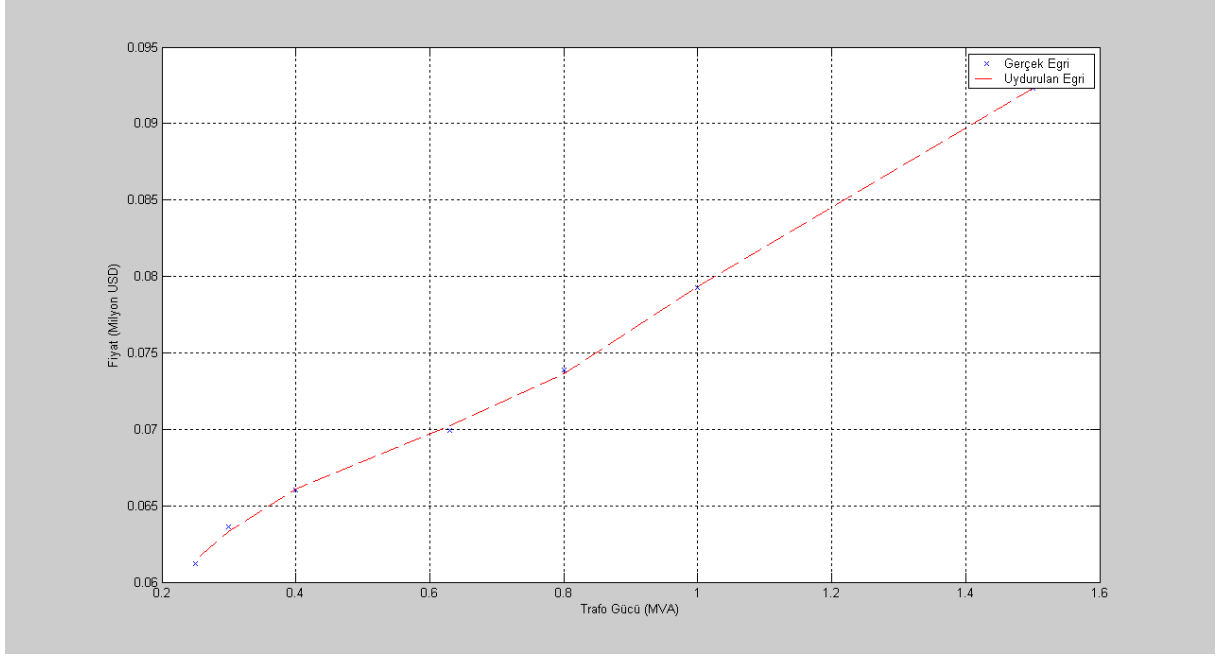
0.0923 0.0794 0.0736 0.0702 0.0661 0.0633 0.0614

SSE =

3.1097e-007

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R^2: 0.99955



Şekil 3.1a M2 denklemine ait grafik

➤ M3 denklemi

grafığı ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.11 0.39 -0.45 0.23 0.07

deg1 =

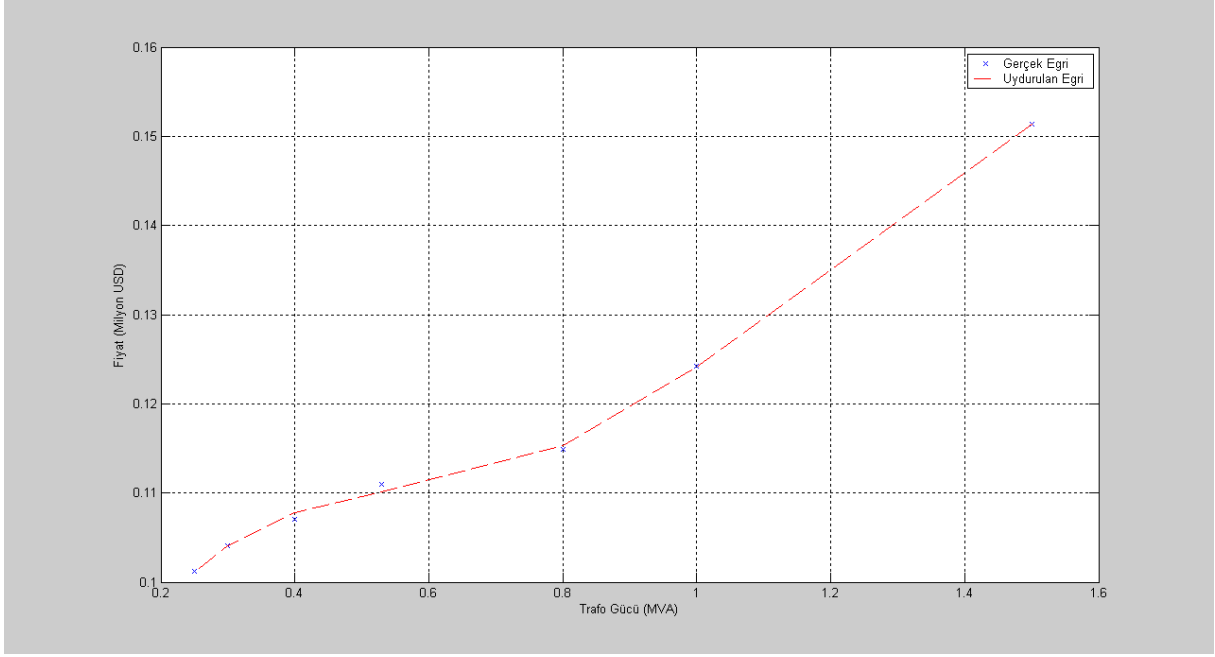
0.1513 0.1241 0.1153 0.1102 0.1078 0.1040 0.1011

SSE =

1.3362e-006

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R²: 0.99925



Şekil 3.1b M3 denklemine ait grafik

➤ M4 denklemi

grafığı ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız

$sec = 1$

polinom derecesini giriniz: 4

-0.07 0.21 -0.21 0.10 0.08

deg1 =

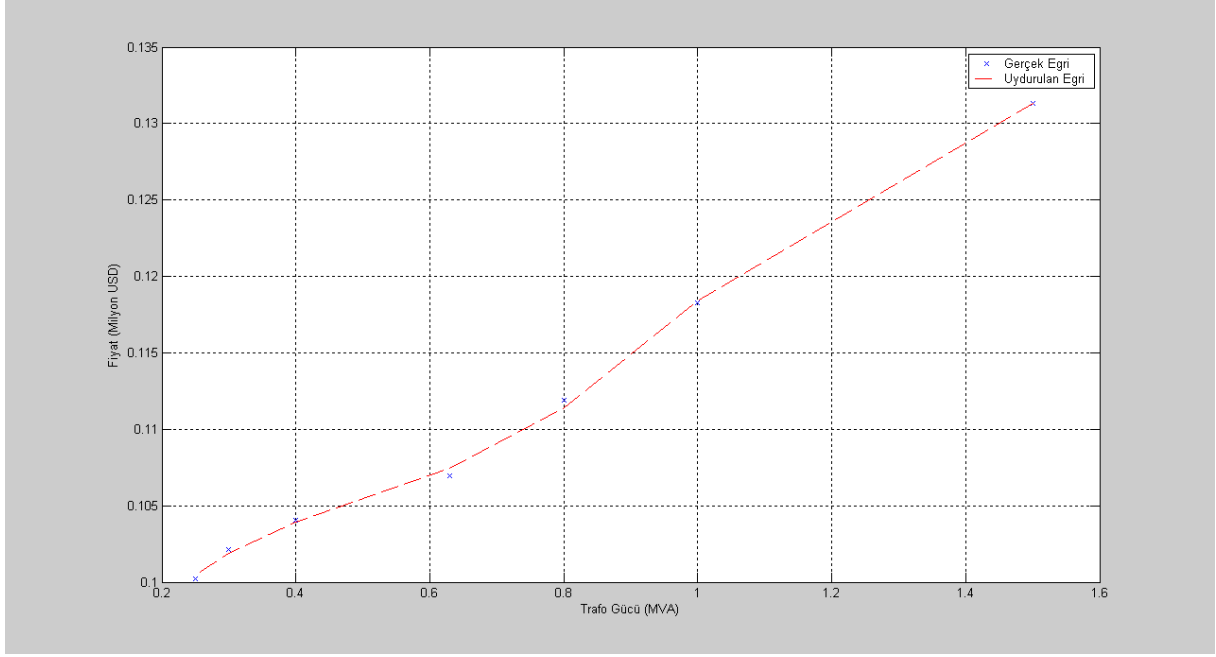
0.1313 0.1184 0.1114 0.1075 0.1039 0.1019 0.1005

SSE =

6.9051e-007

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R^2 : 0.99905



Şekil 3.1c M4 denklemine ait grafik

- Metal Mahfazalı (Modüler) Hücreye ait Maliyet Fonksiyonları

Metal Clad hücrelerinininkine benzer bir durum vardır. Benzer işlemler bu hücrelere de uygulanır.

Not: Dikkat edilirse Alçak Gerilim (AG) tarafı tüm OG opsiyonlarında aynıdır.

Benzer şekilde M1, M2, M3 ve M4:

$$M1 = -0,06x^4 + 0,22x^3 - 0,26x^2 + 0,14x \quad (10^6 \times \text{USD}) \quad (3.5)$$

$$M2 = -0,05x^4 + 0,15x^3 - 0,17x^2 + 0,09x \quad (10^6 \times \text{USD}) \quad (3.6)$$

$$M3 = -0,06x^4 + 0,2x^3 - 0,24x^2 + 0,14x \quad (10^6 \times \text{USD}) \quad (3.7)$$

$$M4 = -0,05x^4 + 0,15x^3 - 0,17x^2 + 0,09x \quad (10^6 \times \text{USD}) \quad (3.8)$$

şeklinde elde edilir. Buradan anlaşılacağı üzere en yüksek R²'ler 4. dereceden olan fonksiyonlarda elde edilmiştir. Bu denklemlerde "x" MVA cinsinden transformatör gücünü ifade etmektedir. Bu duruma ait sonuçlar ve elde edilen grafikler aşağıdaki gibidir:

- M1 denklemi

Kodlama sonucu:

grafığı ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.06 0.22 -0.26 0.14 -0.00

deg1 =

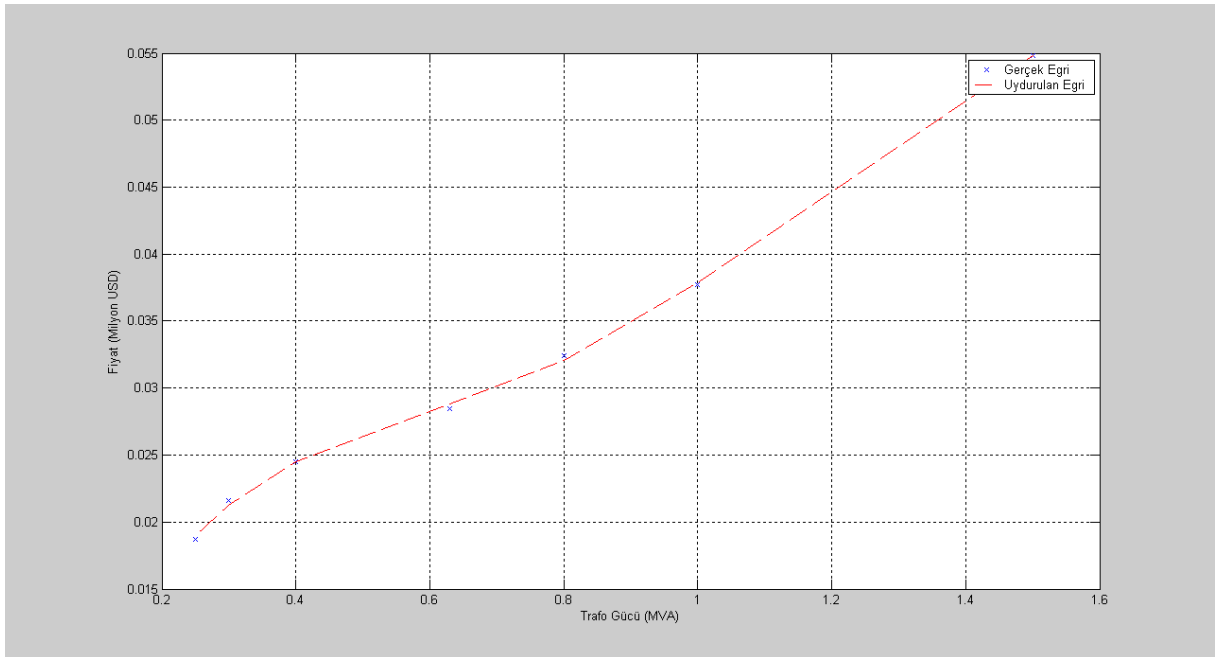
0.0548 0.0379 0.0320 0.0288 0.0245 0.0213 0.0190

SSE =

4.8060e-007

Deterministik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministik Katsayısı R^2 : 0.99947



Şekil 3.2 M1 denklemine ait grafik

➤ M2 denklemini

Kodlama sonucu:

grafığı ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.05 0.15 -0.17 0.09 0.00

deg1 =

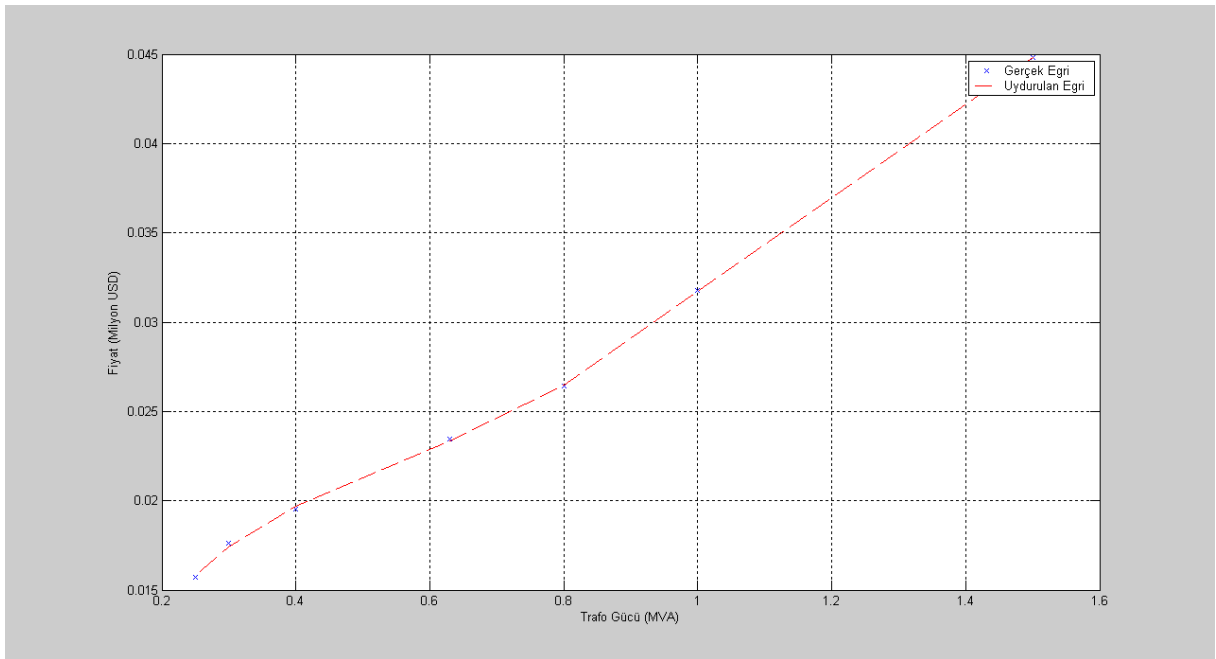
0.0448 0.0317 0.0265 0.0233 0.0197 0.0174 0.0158

SSE =

1.1018e-007

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R²: 0.99982



Şekil 3.2a M2 denklemine ait grafik

➤ M3 denklemi

Kodlama sonucu:

grafığı ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.06 0.20 -0.24 0.14 -0.00

deg1 =

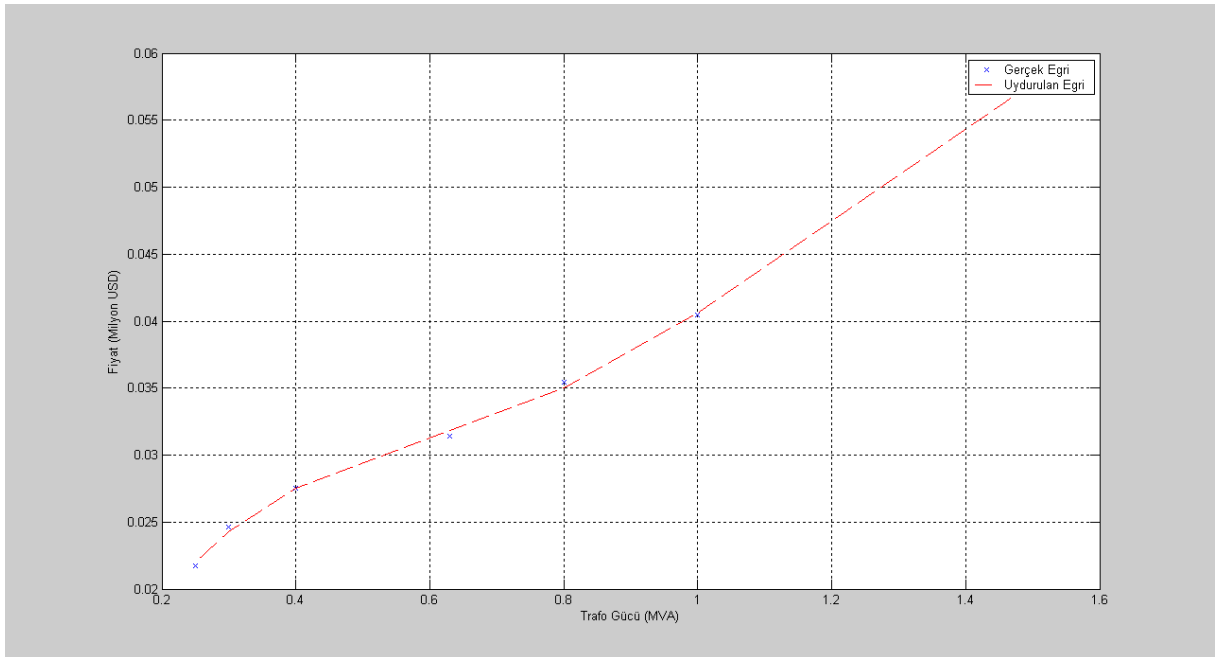
0.0578 0.0406 0.0350 0.0318 0.0275 0.0243 0.0220

SSE =

5.5519e-007

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R²: 0.99938



Şekil 3.2b M3 denklemine ait grafik

➤ M4 denklemini

Kodlama sonucu:

grafiği ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız 1

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.05 0.15 -0.17 0.09 0.00

deg1 =

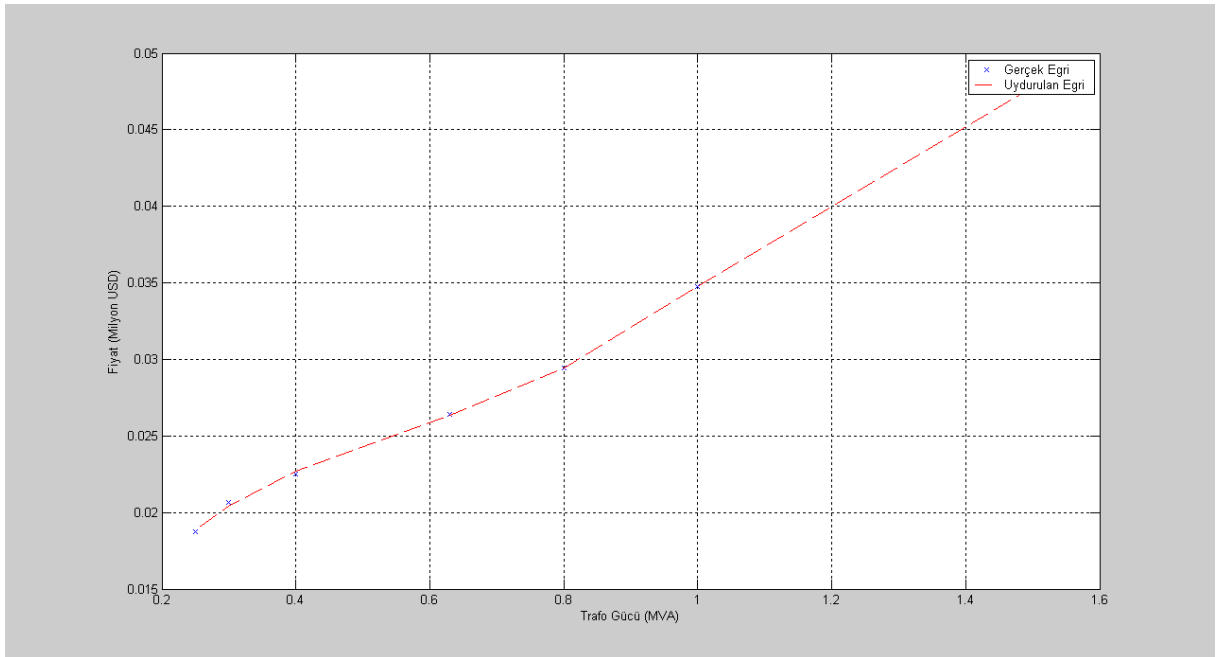
0.0478 0.0347 0.0295 0.0263 0.0227 0.0204 0.0188

SSE =

1.1018e-007

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R²: 0.99982



Şekil 3.2c M4 denklemine ait grafik

- Ring Main Unit (RMU) 'lara ait Maliyet Fonksiyonları

Gaz Yalıtımlı hücre olan RMU'lar bölüm-3 te belirtildiği üzere giriş+çıkış+trafo besleme (koruma) şeklinde kompakt tiptir. Benzer işlemler bu hücrelere de uygulanır.

Benzer şekilde M1, M2, M3 ve M4:

$$M1 = -0,07x^4 + 0,24x^3 - 0,28x^2 + 0,15x - 0,01 \text{ (} 10^6\text{xUSD)} \quad (3.9)$$

$$M2 = -0,05x^4 + 0,17x^3 - 0,19x^2 + 0,1x \text{ (} 10^6\text{xUSD)} \quad (3.10)$$

$$M3 = -0,07x^4 + 0,24x^3 - 0,28x^2 + 0,15x \text{ (} 10^6\text{xUSD)} \quad (3.11)$$

$$M4 = -0,05x^4 + 0,18x^3 - 0,19x^2 + 0,1x \text{ (} 10^6\text{xUSD)} \quad (3.12)$$

şeklinde elde edilir. Buradan anlaşılacağı üzere en yüksek R^2 'ler 4. dereceden olan fonksiyonlarda elde edilmiştir. Bu denklemlerde "x" MVA cinsinden transformatör gücünü ifade etmektedir. Bu duruma ait sonuçlar ve elde edilen grafikler aşağıdaki gibidir.

➤ M1 denklemi

Kodlama sonucu:

grafığı ve denklemi görmek için 1 tuşuna basınız

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.07 0.24 -0.28 0.15 -0.01

deg1 =

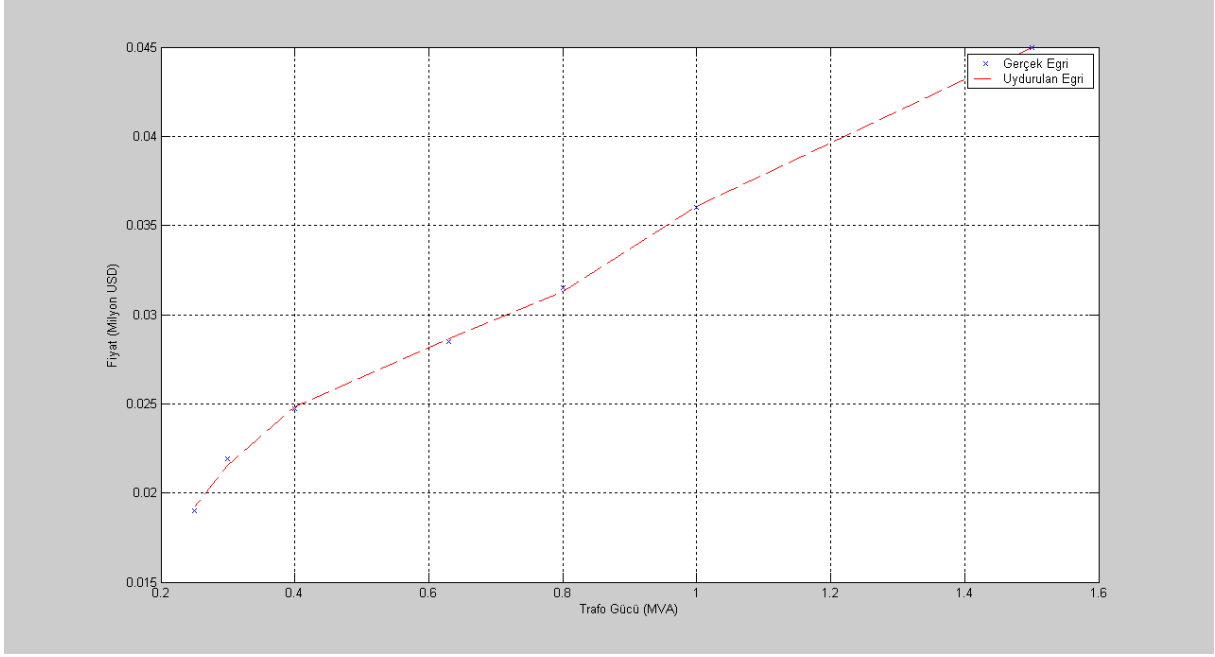
0.0450 0.0361 0.0313 0.0287 0.0248 0.0216 0.0192

SSE =

2.2727e-007

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R^2 : 0.99952



Şekil 3.3 M1 denklemine ait grafik

➤ M2 denklemi

Kodlama sonucu:

grafığı ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız1

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.05 0.17 -0.19 0.10 0.00

deg1 =

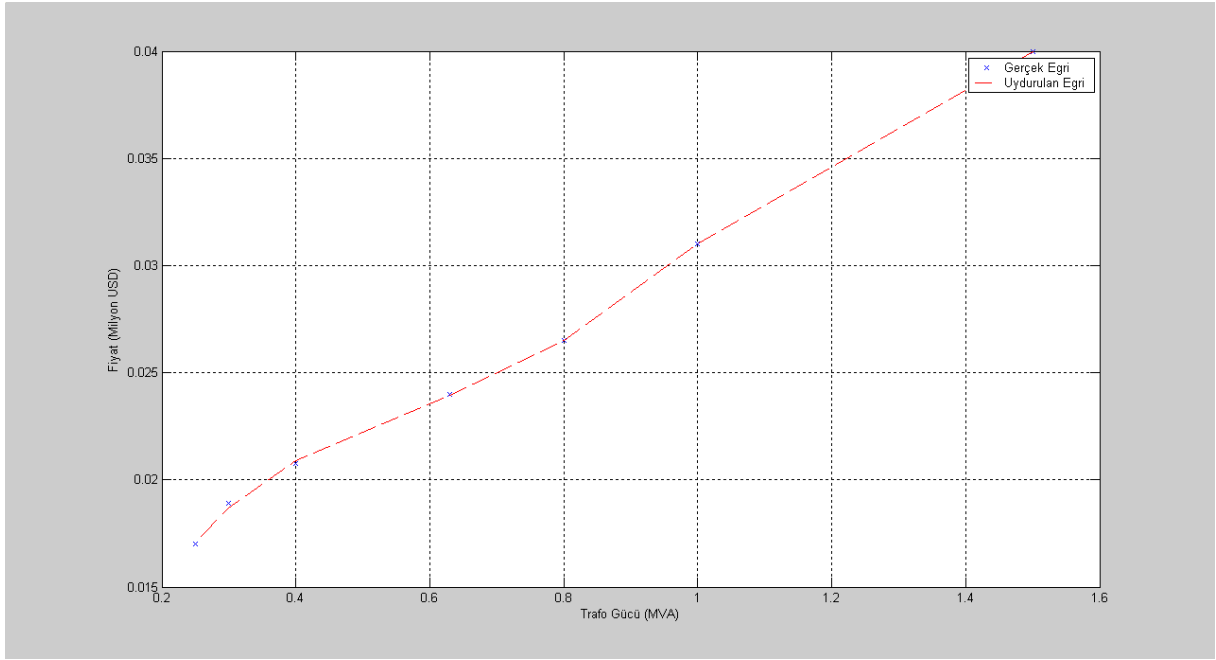
0.0400 0.0310 0.0265 0.0240 0.0209 0.0187 0.0171

SSE =

8.4403e-008

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R²: 0.99978



Şekil 3.3a M2 denklemine ait grafik

➤ M3 denklemi

Kodlama sonucu:

grafiği ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.07 0.24 -0.28 0.15 -0.00

deg1 =

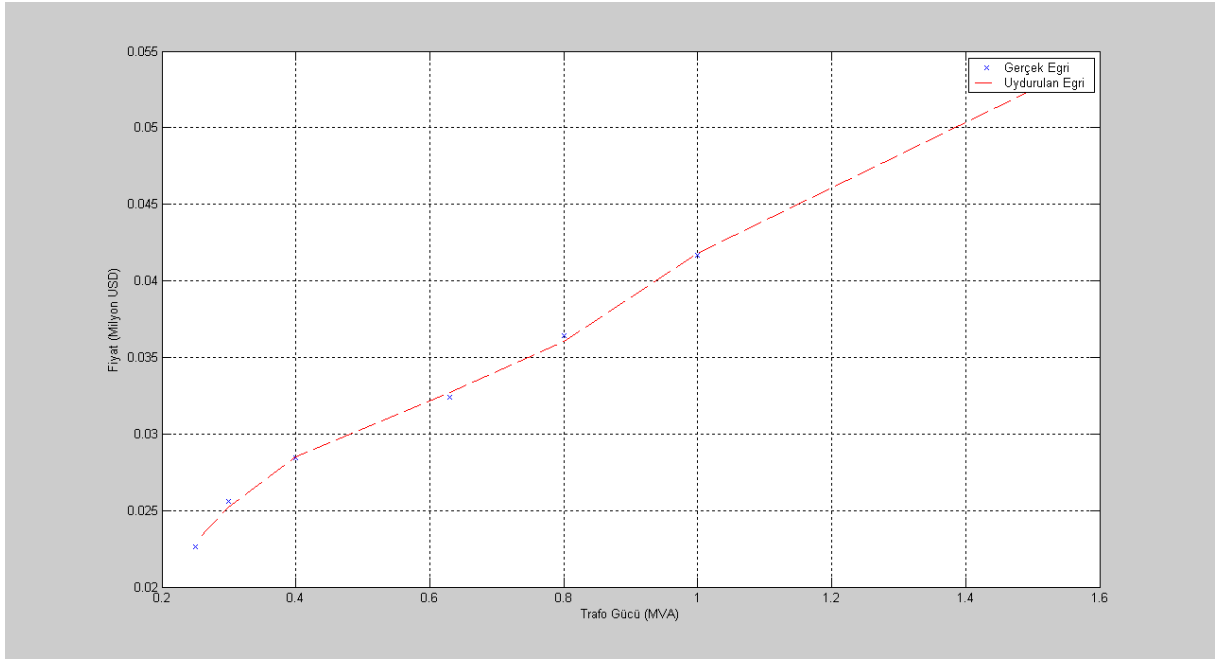
0.0525 0.0418 0.0360 0.0327 0.0285 0.0252 0.0229

SSE =

4.6386e-007

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R²: 0.99927



Şekil 3.3b M3 denklemine ait grafik

➤ M4 denklemi

Kodlama sonucu:

grafığı ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız

sec = 1

polinom derecesini giriniz: 4

-0.05 0.18 -0.19 0.10 0.00

deg1 =

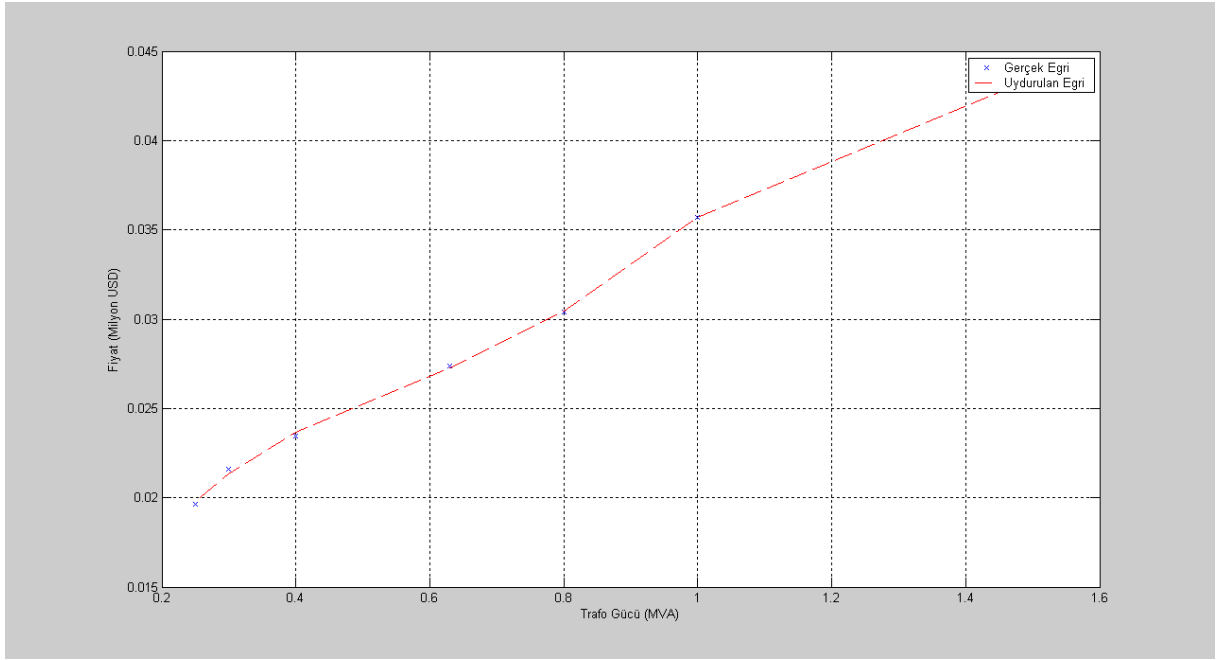
0.0435 0.0357 0.0305 0.0273 0.0236 0.0213 0.0198

SSE =

1.3969e-007

Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.

Deterministlik Katsayısı R²: 0.99968



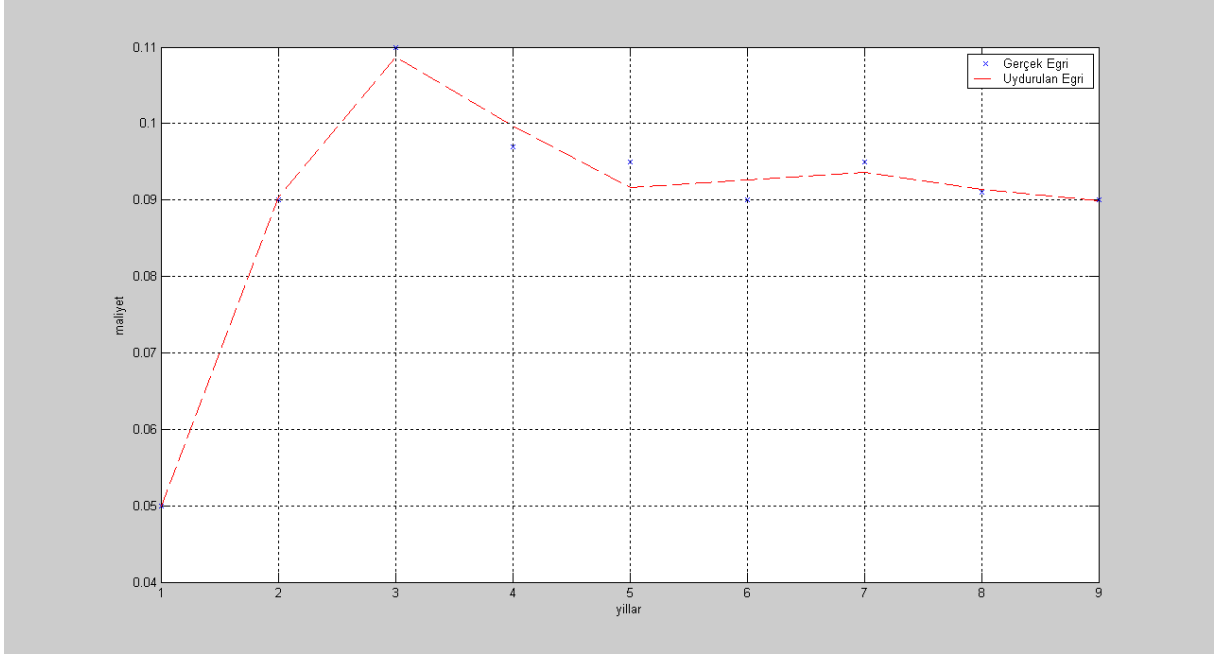
Şekil 3.3c M4 denklemine ait grafik

- Maliyet Fonksiyonlarının Zamana bağlı ifadesinin elde edilmesi

Yukarıda elde edilen fonksiyonlar güce, köşk cinsine ve voltaj değerine bağlı idi. Şimdi ise 2000–2008 yılları için zamana bağlı olarak maliyet fonksiyonunu elde edecek olursak;

Tip-1 (Metal Clad) için [1000kVA için]: $0.04x^4 - 0.16x^3 + 0.38x^2 - 0.37x + 0.18$ (3.13) elde edilir.

Burada x 1'den 10'a kadar olan (1 dahil , 10 hariç) rakamları (geçen yılı) ifade eder. Bu fonksiyona ait grafik aşağıdaki gibidir.

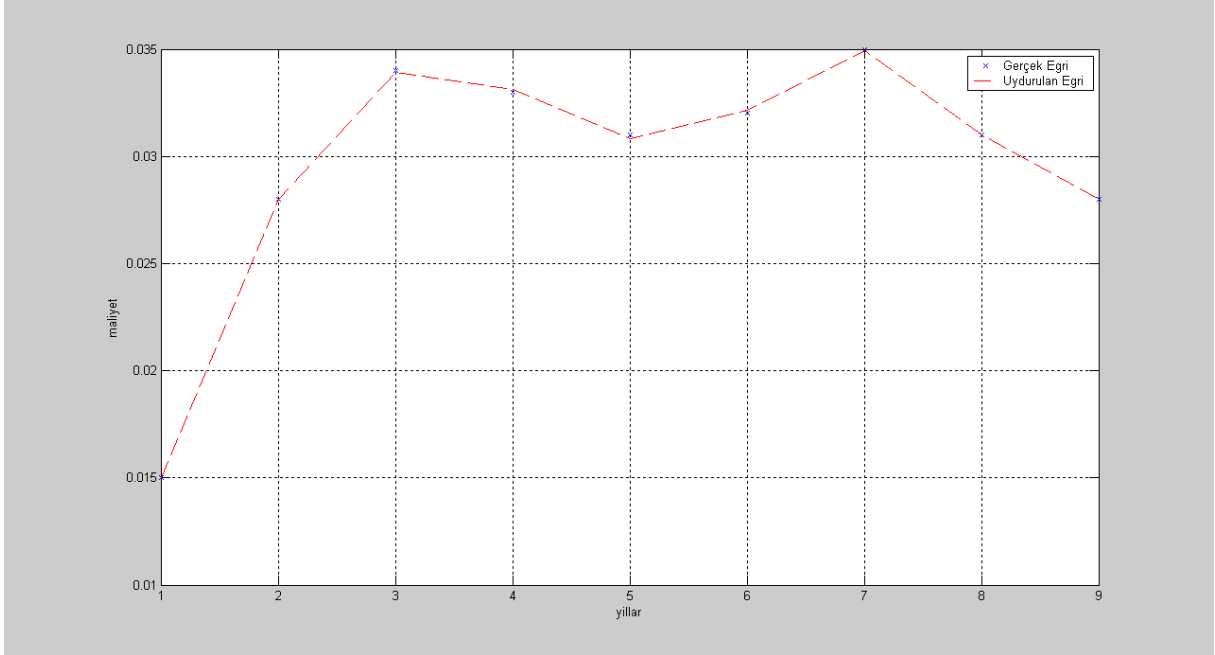


Şekil 3.4 (3.13) denklemine ait grafik

Not: Bu denklemlerde maliyet $10^6 \times \text{USD}$ (milyon dolar) cinsindedir.

Tip-2 (Modüler) için [1000kVA]: $0.01x^3 - 0.02x^2 + 0.04x - 0.01$ elde edilir. (3.14)

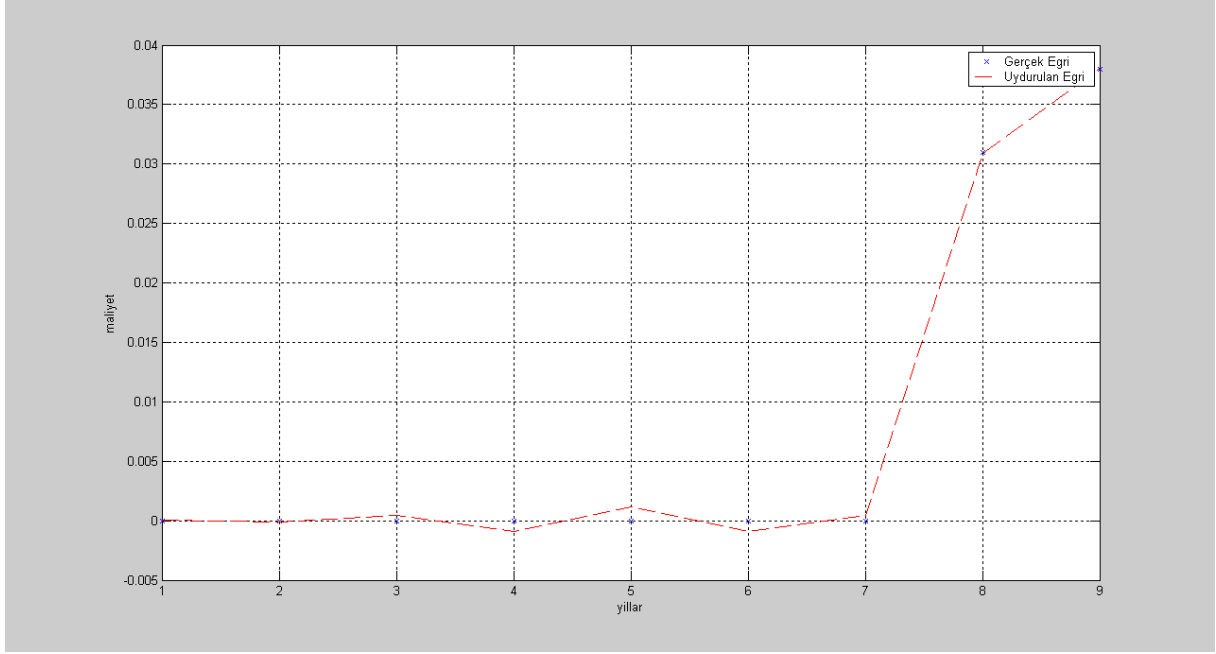
Benzer şekilde bu denkleme ait grafik:



Şekil 3.5 (3.14) denklemine ait grafik

Tip-3 (RMU) için [1000kVA]: $-0.01x^5 + 0.04x^4 - 0.17x^3 + 0.36x^2 - 0.38x + 0.16$ (3.15) elde edilir.

Benzer şekilde bu denkleme ait grafik:



Şekil 3.6 (3.15) denklemine ait grafik

Maliyet fonksiyonları yıllara bağlı bu değişiklikleri gösterirken, parite ve enflasyonun bu yıllarda nasıl değişiklik gösterdiğine bakılacak olunursa;

Paritenin (USD/TL) yıllara bağlı (2000–2008) değişimi aşağıdaki gibidir:

- 0.6238, 1.2223, 1.5046, 1.4953, 1.4225, 1.3410, 1.4294, 1.3018, 1.2929

Enflasyonun (yeniden değerlendirme oranı) yıllara bağlı (2000–2008) değişimi aşağıdaki gibidir:

- % 52.1, 56, 53.2, 59, 28.5, 11.2, 9.8, 7.8, 7.2

Buradan “sensitivity values” duyarlılık değerleri elde edilecek olunursa;

$$(Mt_2/Mt_1 - 1) / (et_2/et_1 - 1) \quad (3.16)$$

$$(Mt_2/Mt_1 - 1) / (\Im t_2/\Im t_1 - 1) \quad (3.17)$$

Örneğin 2000 ve 2001 yılları için (Modüler Hücrelerde) bu oranlar:

$$\text{Enflasyon oranı} = (M_{t_2}/M_{t_1} - 1) / (e_{t_2}/e_{t_1} - 1) = (0.028/0.015 - 1) / (56/52.1 - 1) = 11.5778$$

$$\text{Parite Oranı} = (M_{t_2}/M_{t_1} - 1) / (\mathfrak{S}_{t_2}/\mathfrak{S}_{t_1} - 1) = (0.028/0.015 - 1) / (1.2223/0.6238 - 1) = 0.9033$$

elde edilir. Benzer şekilde bu uygulama diğer hücre çeşitlerine ve farklı yıllara uygulanabilir.

Belirli elemanların reel fiyat artışlarını elde etmek için ise:

$$\text{Reel fiyat artışı} = ((M_{t_2}/M_{t_1}) / (e_{t_2} + 1)) - 1 \quad (3.18) \text{ denkleminden bulunur.}$$

Örneğin 1000kVA bir trafoya ait bir uygulama 2005–2006 yılları için yapılacak olunursa;

Reel Fiyat Artışı = -0.24 dür. Buradan fiyatın %24 oranında düştüğü söylenebilir.

Eğer bir sonra gelen yıldaki fiyat bir önceki yıla göre yüksek olsaydı, sonuç pozitif çıkacaktı ve o oranda bir artış gerçekleştiği söylenebilecekti.

3.6. Örnek Hücelere Ait Endeks Uygulamaları

Bu kısımda 5 adet farklı endeks uygulaması 3 tip hücreye uygulanacaktır. Bu uygulama yapılırken, malzeme listeleri de tekrar edilmiş olunacaktır. Uygulamanın yapılacağı hücre 3 tip içinde trafo koruma(besleme) hücresidir. Trafo gücü 1000kVA dır. İşletme gerilimi ise 36kV dur. Uygulaması yapılacak olan endeksler:

- ✓ Laspeyres
- ✓ Paasche
- ✓ Marshall-Edgeworth
- ✓ Fisher
- ✓ Walsh'dir.

Formüller “Ekler” bölümünde ‘Ek-7’ kısmındaki “Matlab” uygulamalarında bulunabilir. Buraya sadece sonuçlar yazılacaktır. İlgili işlemleri gerçekleştiren algoritma “Ekler” kısmında mevcuttur.

→ Modüler trafo besleme hücresi için endeks uygulamaları:

$$P_{on} = \frac{\sum q_0 P_n}{\sum q_0 P_0} = \frac{\sum q_n P_n}{\sum q_n P_0} = \frac{\sum q_0 P_n + \sum q_n P_n}{\sum q_0 P_0 + \sum q_n P_0} = \frac{\sum P_n * \sqrt{q_0 q_n}}{\sum P_0 * \sqrt{q_0 q_n}} = \sqrt{\frac{\sum q_0 P_n * \sum q_n P_n}{\sum q_0 P_0 * \sum q_n P_0}}$$

(3.19)

Laspeyres Endeksi = Paasche Endeksi = Walsh Endeksi = Fisher Endeksi = Marshall-Edgeworth Endeksi = $P_{on} = 125.9740$

Dikkat edilecek olursa adetler yıllara bağlı olarak değişmediğinden tüm endeksler birbirine eşittir. Tüm endekslerde $P_{on} = \sum P_n / \sum P_0$ olacaktır. (3.20)

→ RMU trafo besleme hücresi için endeks uygulamaları:

Endeksler = $P_{on} = 105.8224$

→ Metal Clad trafo besleme hücresi için endeks uygulamaları:

Endeksler = $P_{on} = 127.2152$

Bu ana kadar uygulanan endeksler fiyat endeksleri idi. Şimdi örnek bir yakıt santrali uygulaması için miktar endeks analizlerini de yapalım. Örnek sistem “Ekler” bölümündeki çizimde mevcuttur. Burada jeneratörlerden birinin 1 yıl sonra eklendiği varsayılacaktır. Buna bağlı olarak ilgili trafo ve ilgili giriş hücresi de sisteme dahil edilecektir. Uygulaması yapılacak olan endeksler:

- ✓ Laspeyres
- ✓ Paasche
- ✓ Marshall-Edgeworth
- ✓ Fisher
- ✓ Walsh'dir.

Formüller “Ekler” bölümünde ‘Ek-7’ kısmındaki “Matlab” uygulamalarında bulunabilir. Buraya sadece sonuçlar yazılacaktır. İlgili işlemleri gerçekleştiren algoritma “Ekler” kısmında mevcuttur.

→ İlgili sistem için Laspeyres endeks uygulaması:

$$Q_{on} = \frac{\sum q_n * p_0}{\sum q_0 * p_0} * 100 = 133,33 \text{ olarak elde edilir.} \quad (3.21)$$

→ İlgili sistem için Paasche endeks uygulaması:

$$Q_{on} = \frac{\sum q_n * p_n}{\sum q_0 * p_n} * 100 = 133,33 \text{ olarak elde edilir.} \quad (3.22)$$

→ İlgili sistem için Marshall-Edgeworth endeks uygulaması:

$$Q_{on} = \frac{\sum q_n p_0 + \sum q_n p_n}{\sum q_0 p_0 + \sum q_0 p_n} * 100 = 133,33 \text{ olarak elde edilir.} \quad (3.23)$$

→ İlgili sistem için Fisher endeks uygulaması:

$$Q_{on} = \sqrt{\frac{\sum q_n p_0 * \sum q_n p_n}{\sum q_0 p_0 * \sum q_0 p_n}} * 100 = 133,33 \text{ olarak elde edilir.} \quad (3.24)$$

→ İlgili sistem için Walsh endeks uygulaması:

$$Q_{on} = \frac{\sum q_n * \sqrt{p_0 p_n}}{\sum q_0 * \sqrt{p_0 p_n}} * 100 = 133,33 \text{ olarak elde edilir.} \quad (3.25)$$

Görüleceği üzere tüm endeksler birbirine eşit çıkmıştır. Bunun sebebi yıllara bağlı olarak değişen ürünlerin aynı miktarda değişmesidir. Örneğin jeneratör 2 azalırken, trafo 3 artıydı endeks değerleri birbirinden farklı çıkacaktı.

BÖLÜM: 4

SONUÇLAR

Belirlenen sistemlere ait maliyet fonksiyonları regresyon yöntemi ile elde edilmiş olup, güç değeri girildiğinde o sisteme ait maliyetin (\$)USD cinsinden elde edilmesi sağlanmıştır. Bu maliyet fonksiyonları sistem bileşenlerinden olan OG hücrelerinin değişik tiplerine göre ayrı ayrı elde edilmiştir. Bu fonksiyonların grafikler vasıtasıyla da incelenmesine olanak sağlanmıştır.

Buna ilaveten, bu maliyetlerin yıllara bağlı değişimlerini gösteren fonksiyonlar elde edilmiş olup, yıllara bağlı olarak dağıtım merkezlerinin maliyetlerinin değişimleri grafikler vasıtasıyla gözlenmiştir.

Duyarlılık oranı incelemesi yapılmıştır. Sisteme ait bir elemanın “Duyarlılık Değeri” bulunarak diğer ekipmanlar için benzer uygulamaların yapılabileceği söylenmiş ve bu vesileyle yol gösterilmiştir. Ayrıca belirli bir elemana ait reel fiyat artışı uygulaması yapılmış, benzer uygulamanın başka elemanlar içinde yapılabileceği söylenmiş ve yol gösterilmiştir.

Son olarak 3 farklı tip hücreye ait fiyat ve miktar endeks uygulamaları yapılmıştır. Bu sayede 2 yıl arasındaki fiyat ve miktar değerlerinin değişimi izlenmiştir. Elde edilen sonuçlar (değerler) yoluyla ileriye dönük çalışmalar hakkında ciddi bir fikir sahibi olunması sağlanmıştır.

Sonuç olarak “Enerji Sistemlerine” ait teknik ve ekonomik analizler gerçekleştirilmiş olup, sistemlerin her yönüyle daha iyi anlaşılmasına katkı sağlanmıştır. Ayrıca “Ekler” kısmında bulunan tek hat ve görünüş çizimleriyle de, teknik açıdan, var olan enerji sistemlerini analiz edilmesi ve ileride yapılabilecek olan sistem tasarımlarına ışık tutulması sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

Ay, S., (2008) “Elektrik Enerjisi Ekonomisi” , İstanbul

Yunusoğlu, A., (2004) “Yüksek Gerilim Enerji Nakil Hatları Proje” , Ankara

Yunusoğlu, A., (2004) “Enerji Nakil Hatları Etüt, Proje, Test, Montaj, Tesis ve Kontrolcölük” , Ankara

Uzunoğlu M., (2003) “Her Yönü ile Matlab Genişletilmiş 2. Baskı” , İstanbul

Newbold, P., (1988) “Statistics for Business and Economics” , Prentice Hall

İnan, A., (2007) “Matlab Kılavuzu” , İstanbul

Büyükdora, H., (2006) “OG Şebekelerinde Ölçü Trafoları ve Sekonder Koruma” , İzmir

www.iec.com

www.abb.com

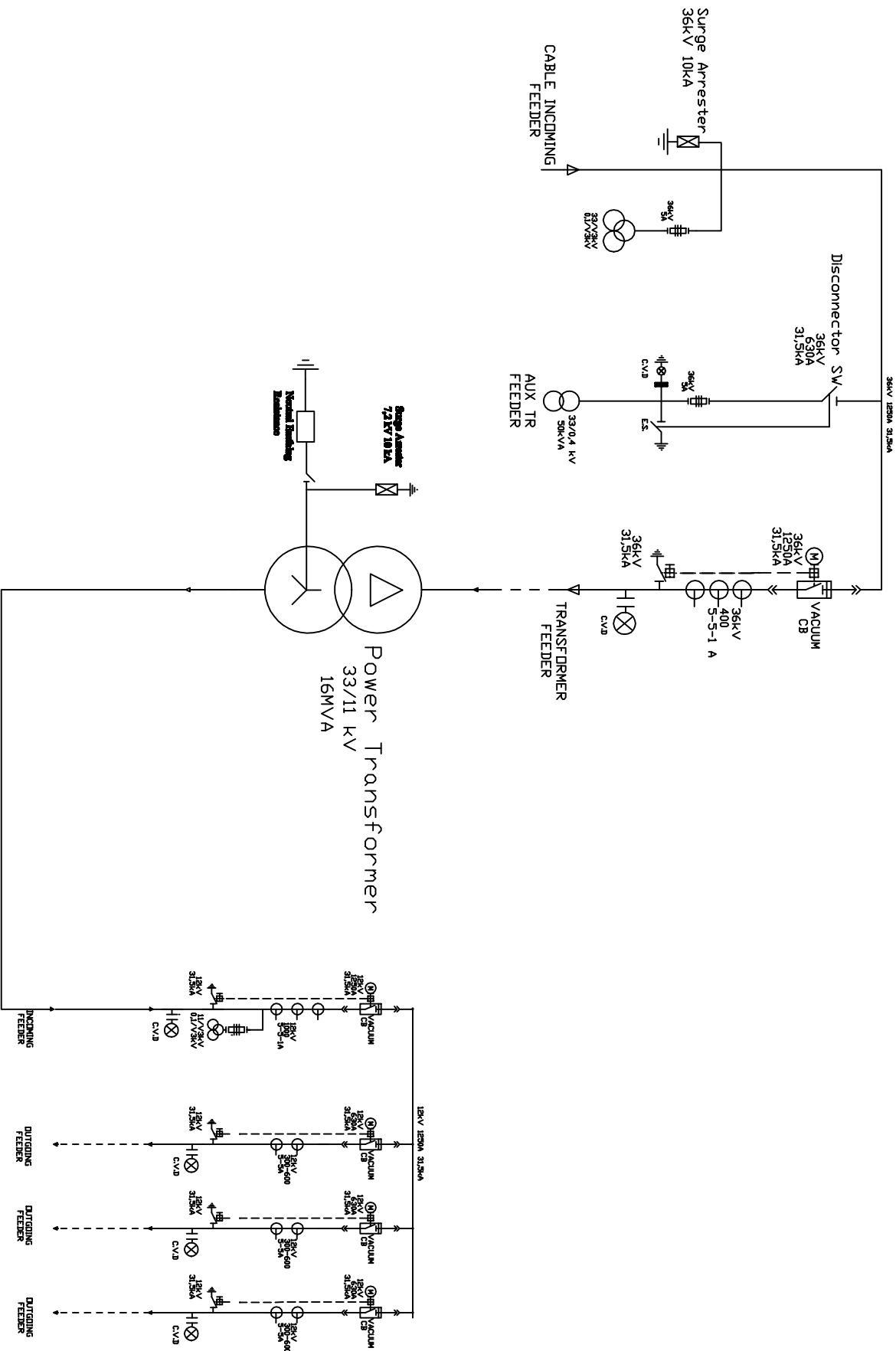
www.elkoelektrik.com.tr

www.mathworks.com

www.setaselectric.com

www.astorpower.com

www.alce-elektrik.com.tr

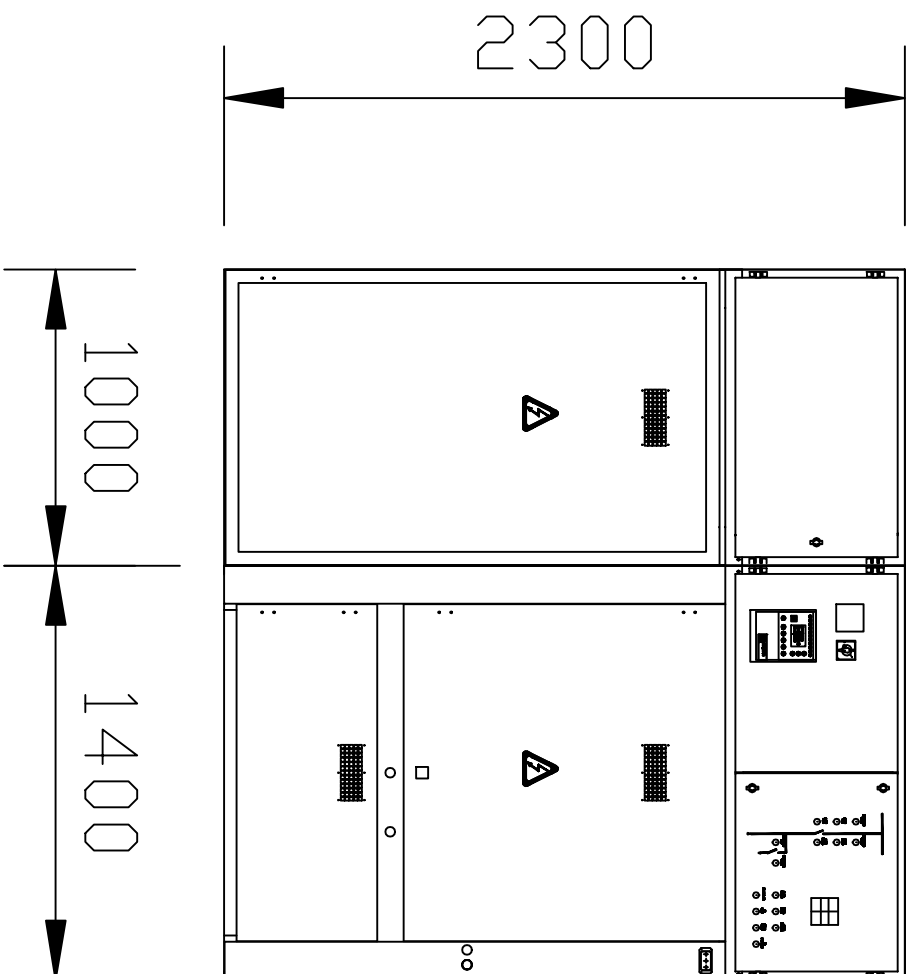


Tarih	04.11.2009
Çizim	İsmail ERGÜZAR
Denetim	İsmail ERGÜZAR
Kontrol	İsmail ERGÜZAR

16 MVA MOBİL DAĞITIM MERKEZİ TEK HAT ÇİZİMİ

Tek Hat Çizimi
Scale : NS Dimensions: mm

**KABLO GİRİŞ
FİDERİ** **TRAFİFO
FİDERİ**

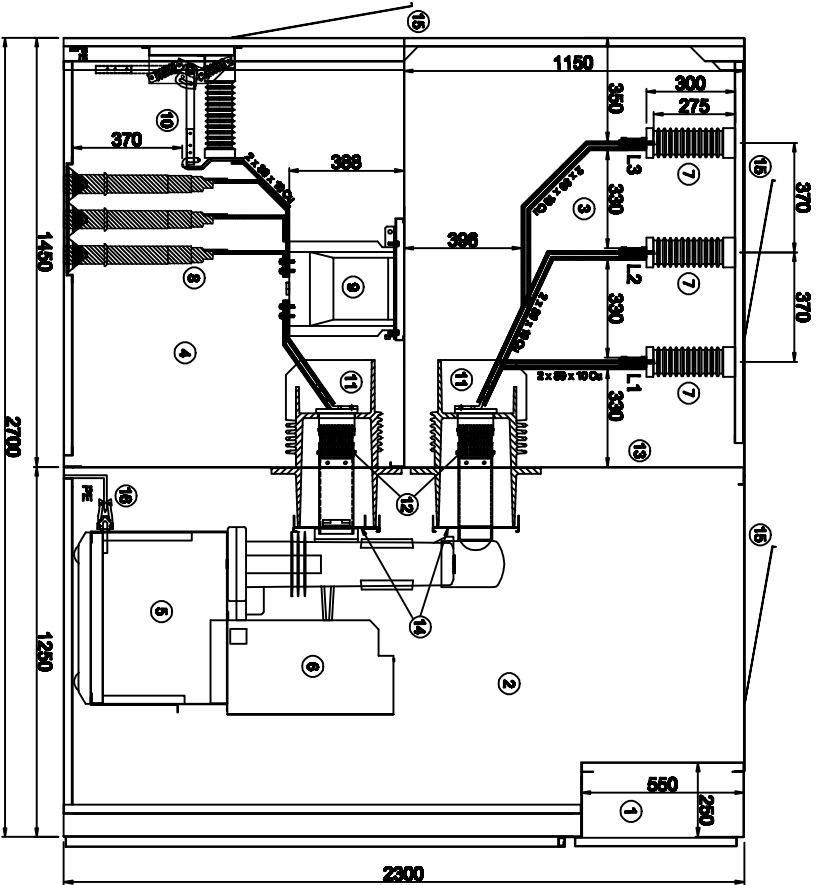


Tarih	06.11.2009
Çizim	İsmail EKİNCİ
Denetim	İsmail EKİNCİ
Kontrol	İsmail EKİNCİ

36 kV METAL-CLAD HÜCRELERİNİN AİT GÖRÜNÜŞ ÇİZİMİ

Önden Görünüş

Scale : NS Dimensions: mm



ANA BARA : 2 x 80 x 10 mm Cu
 BARA RENKLERİ : L1 - KIRMIZI
 BARA RENKLERİ : L2 - SARI
 BARA RENKLERİ : L3 - MAVİ
 PE : 40 x 5 mm Cu

- 1 - RÖLE ve KUMANDA BÖLMESİ
- 2 - KESİCİ BÖLMESİ
- 3 - ANA BARA BÖLMESİ
- 4 - KABLO BAĞLANTI BÖLMESİ
- 5 - KESİCİ APARATISI
- 6 - 2500A SF6 GAZLI KESİCİ
- 7 - 30N/1000 EPOKSİ REÇİNE İZOLATÖR
- 8 - XLP E KABLO BAŞLIĞI
- 9 - AKIM TRAFOSU
- 10 - TOPRAKLAMA AYIRICISI
- 11 - 38kV BUŞING
- 12 - 2500A KONTAK
- 13 - METAL BÖLME
- 14 - HAREKETLİ METAL KLEPE
- 15 - BASINÇ TAHLİYE KLEPELERİ
- 16 - KESİCİ ARABA TOPRAKLAMASI

Tarih: 06.11.2009

Çizim: İsmail EKİNCİ

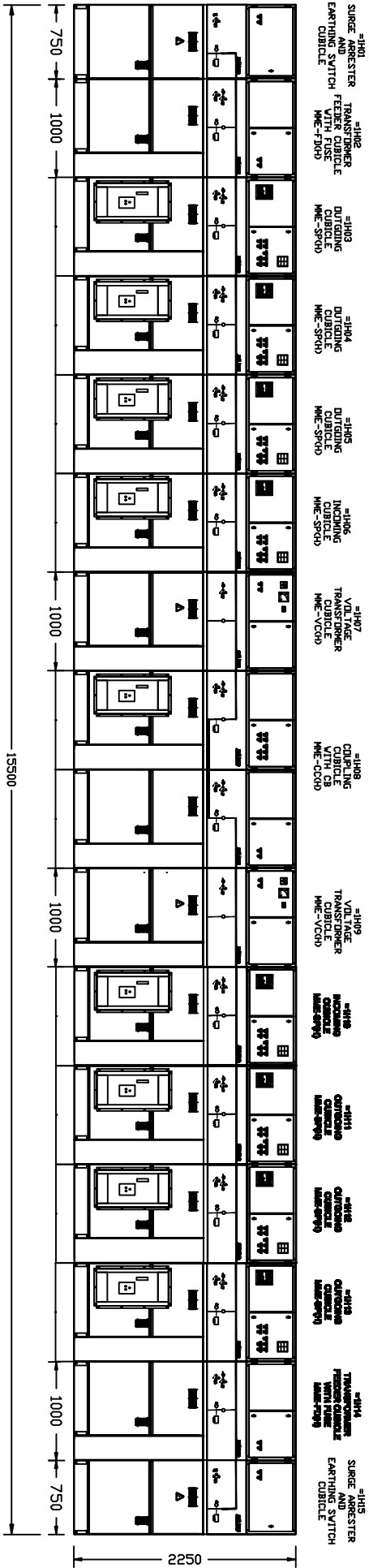
Denetim: İsmail EKİNCİ

Kontrol: İsmail EKİNCİ

36 kV METAL-CLAD HÜCRELERİNE AİT GÖRÜNÜŞ ÇİZİMİ

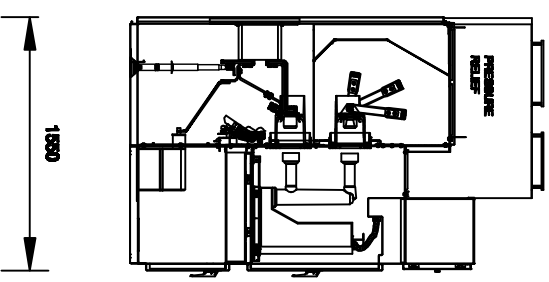
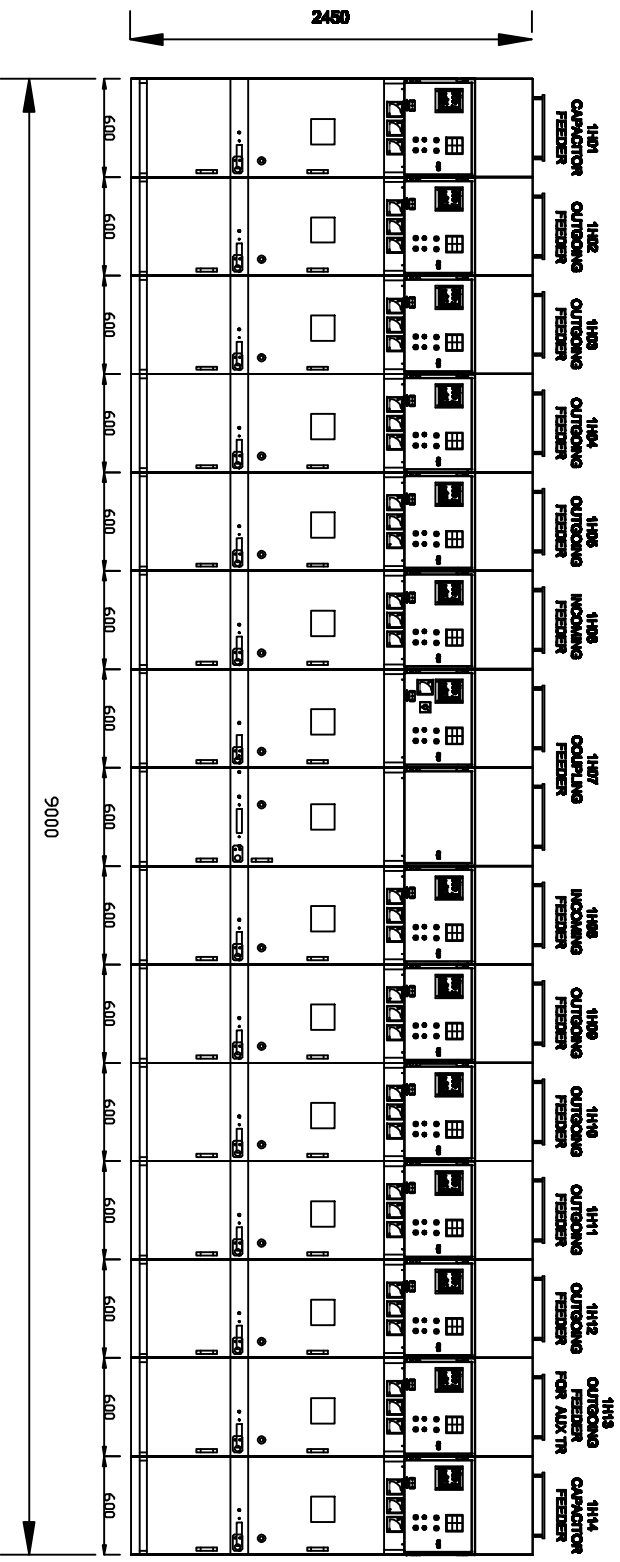
Yandan Görünüş

Scale : NS Dimensions: mm



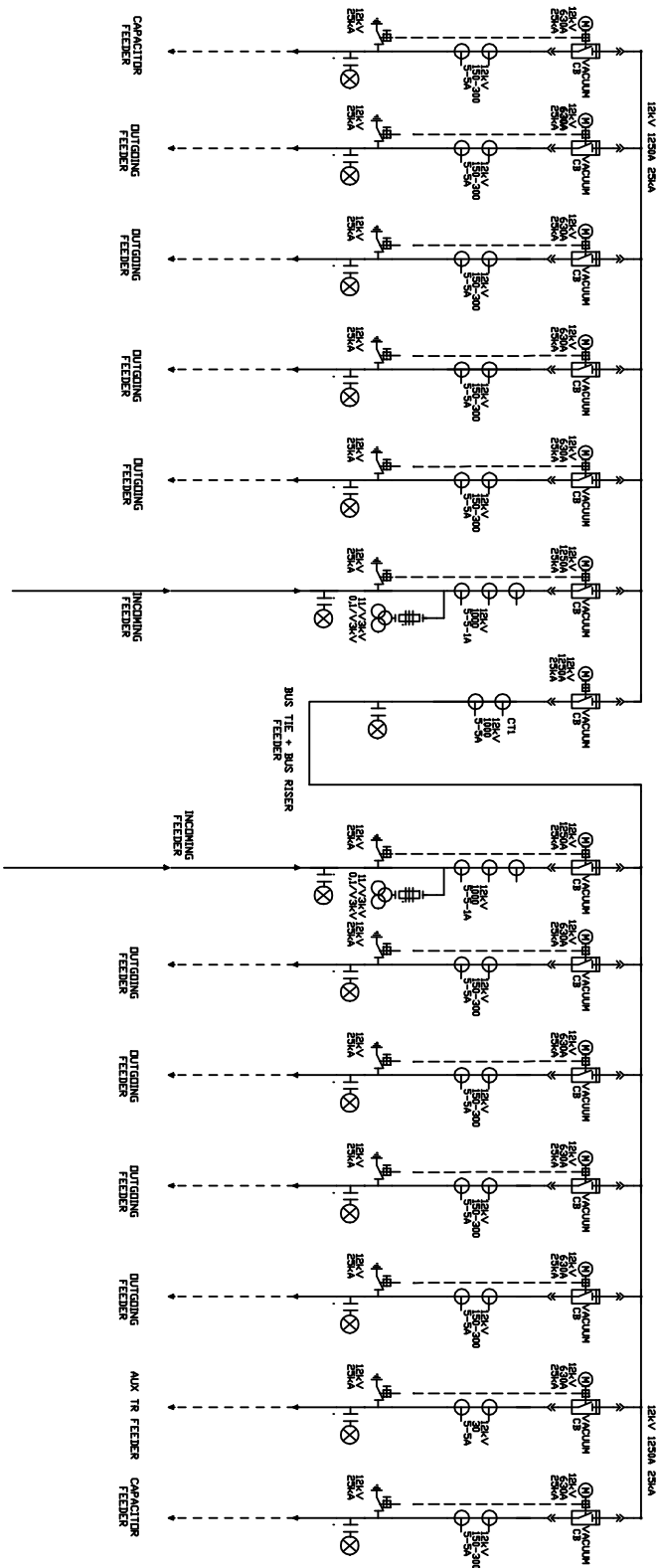
ՇՈՒՆԵՔ 36 կՎ ԱՊՈՒՐԸՆ ԻՐՈՇԵՆ ՏԻՐՏՈՒՄԻ ԻՐՈՇԵՆ ՕՐԿԱՆՈՒՄՆԵՐԻ (ՎՃՏԻ ԲԵՐՈՒՄԻՆԵՐԸ)

12 KV METAL CLAD SWITCHGEARS



12 KV METAL CLAD SWITCHGEAR
 DRAWING NO. 12KV-MC-SW-001
 DATE: 10/20/2010
 PROJECT: 12KV METAL CLAD SWITCHGEAR HOUSES (CONVERTED) (CPT RESUBMIT)
 Client: GE
 Scale: NTS Dimension: mm
 Drawing Code:

Metal Clad Hücreler

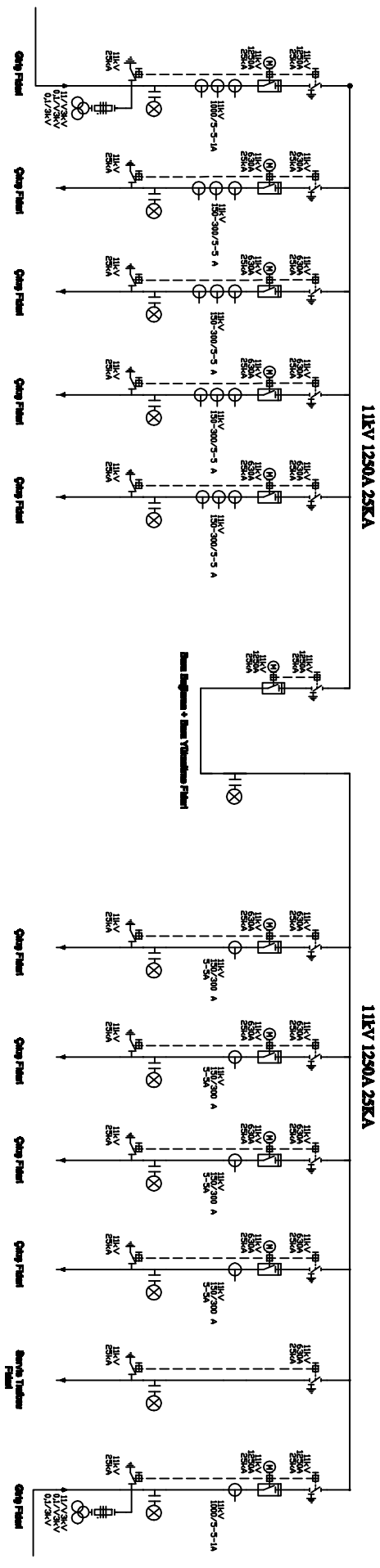


Tarih	04.11.2009
Çizim	İsmail ZEKİVALI
Denetim	İsmail ZEKİVALI
Kontrol	İsmail ZEKİVALI

ÖRNEK 12 kV METAL CLAD HÜCRE SİSTEMİ (CİFT BESLEMELİ)

Tek Hat Çizimi
Scale : NS
Dimansiyonlar: mm

Modüler Hücreler



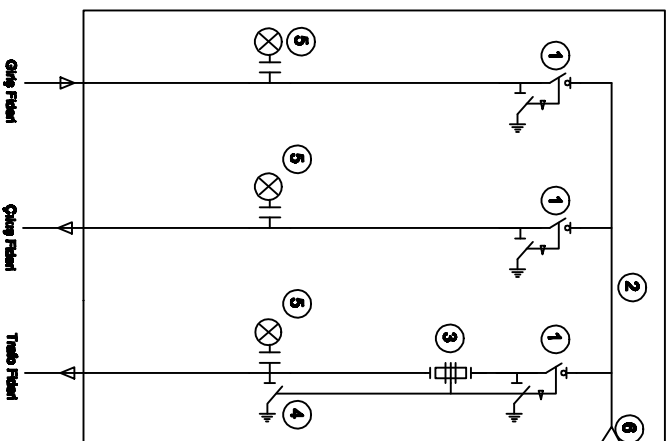
Tarih	04.11.2009
Çizim	İsmail ZEKİOĞLU
Denetim	İsmail ZEKİOĞLU
Kontrol	İsmail ZEKİOĞLU

ÖRNEK 12 kV MODÜLER HÜCRE SİSTEMİ (ÇİFT BESLEMELİ)

Tek Hat Çizimi

Scale : NS Dimansiyon: mm

NO	Tanımı
1	Yük Ayırıcısı (24 kV, 630 A, 21 kA)
2	Ana Bara
3	Sigorta
4	Toprak Bacağı
5	Kapasitif Gerilim Bölücü
6	Geçiş Buyniçleri

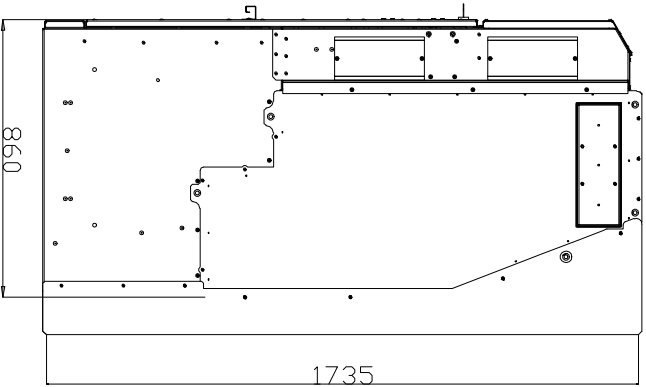
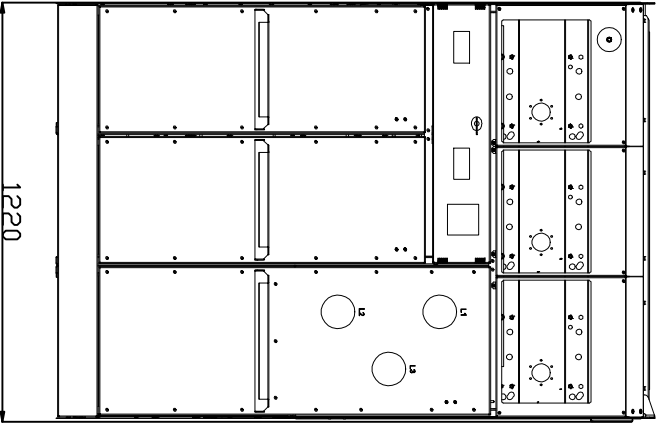


Tarih	06.11.2009
Çizim	Emrehan KÖKNAR
Denetçi	ELKÖ TÖS
Kontrol	Emrehan KÖKNAR

24kV 630A 21kA KOMPAKT TİP GENİŞLEYEBİLEN RMU ÜNİTESİ

Tek Hat Çizimi

Scale : NS Dimensions: mm

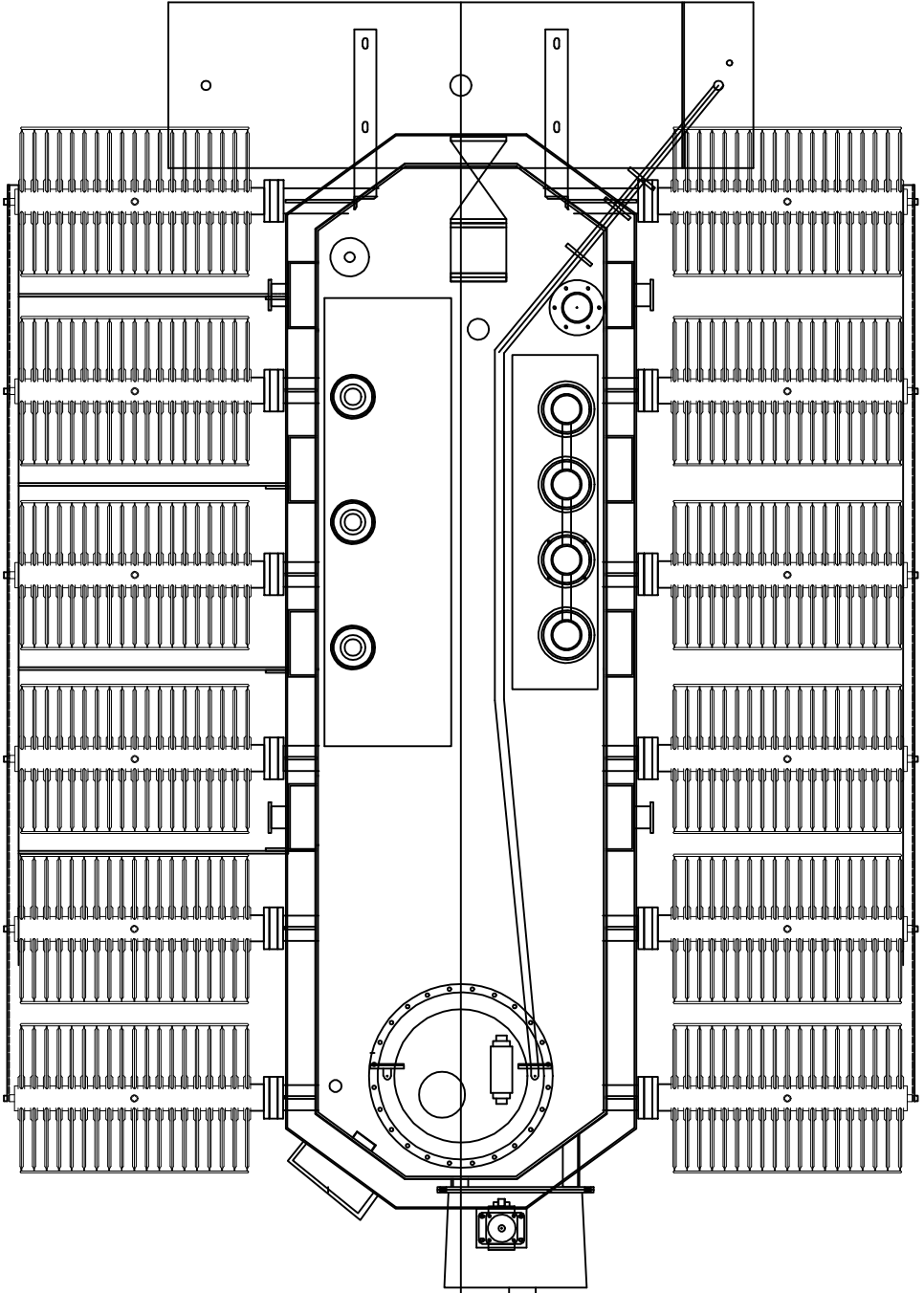


Tarih	06.11.2009
Çizim	Emrehan KÖKNAR
Dişarya	ELKO TGS
Kontrol	Emrehan KÖKNAR

24kV 630A 21kA KOMPAKT TİP RMU ÜNİTESİ

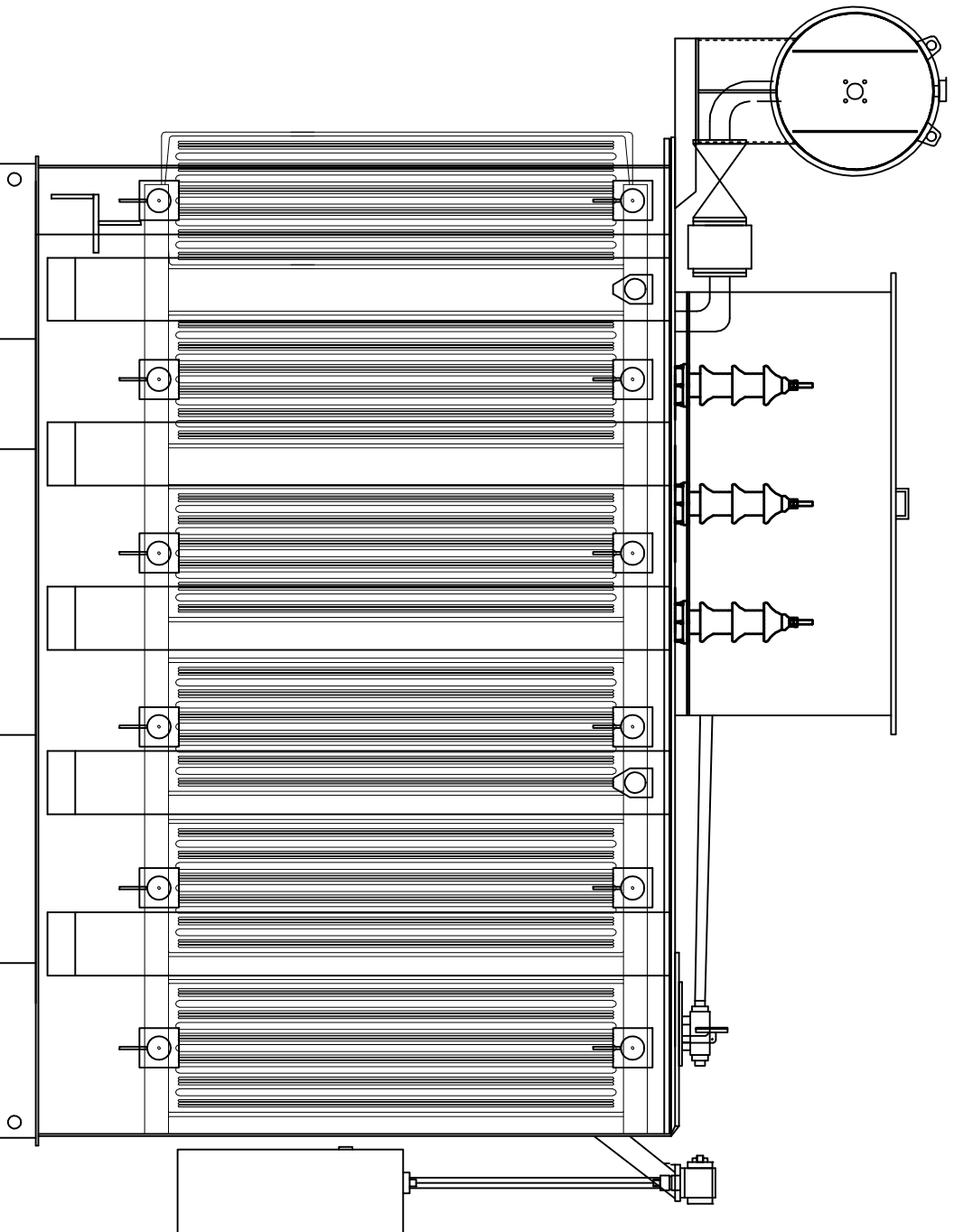
Önden ve Yandan Görünüş Çizimi
Scale : NS Dimensions: mm

Tarih	06.11.2009
Çizim	Bahadır EKERVAR
Denetim	Bahadır EKERVAR
Kontrol	Bahadır EKERVAR



ÖRNEK BİR GÜÇ TRAFOSU ÇİZİMİ (16MVA 33/11KV DYN-11)

Üstten Görünüşü
Scale : NS Dimensions: mm



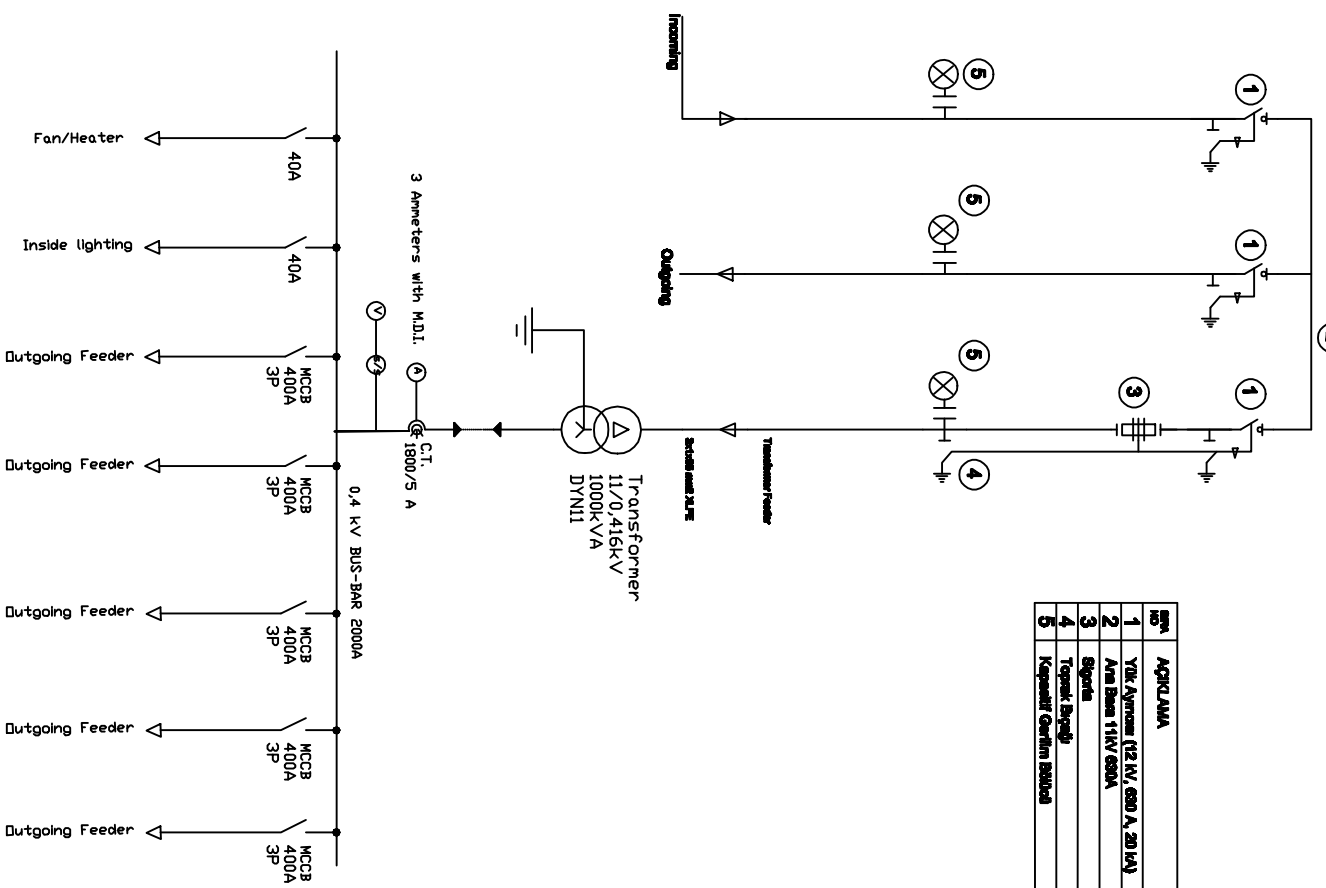
Tarih	06.11.2009
Çizim	Bahadır EDEKÇİVAR
Denetim	Bahadır EDEKÇİVAR
Kontrol	Bahadır EDEKÇİVAR

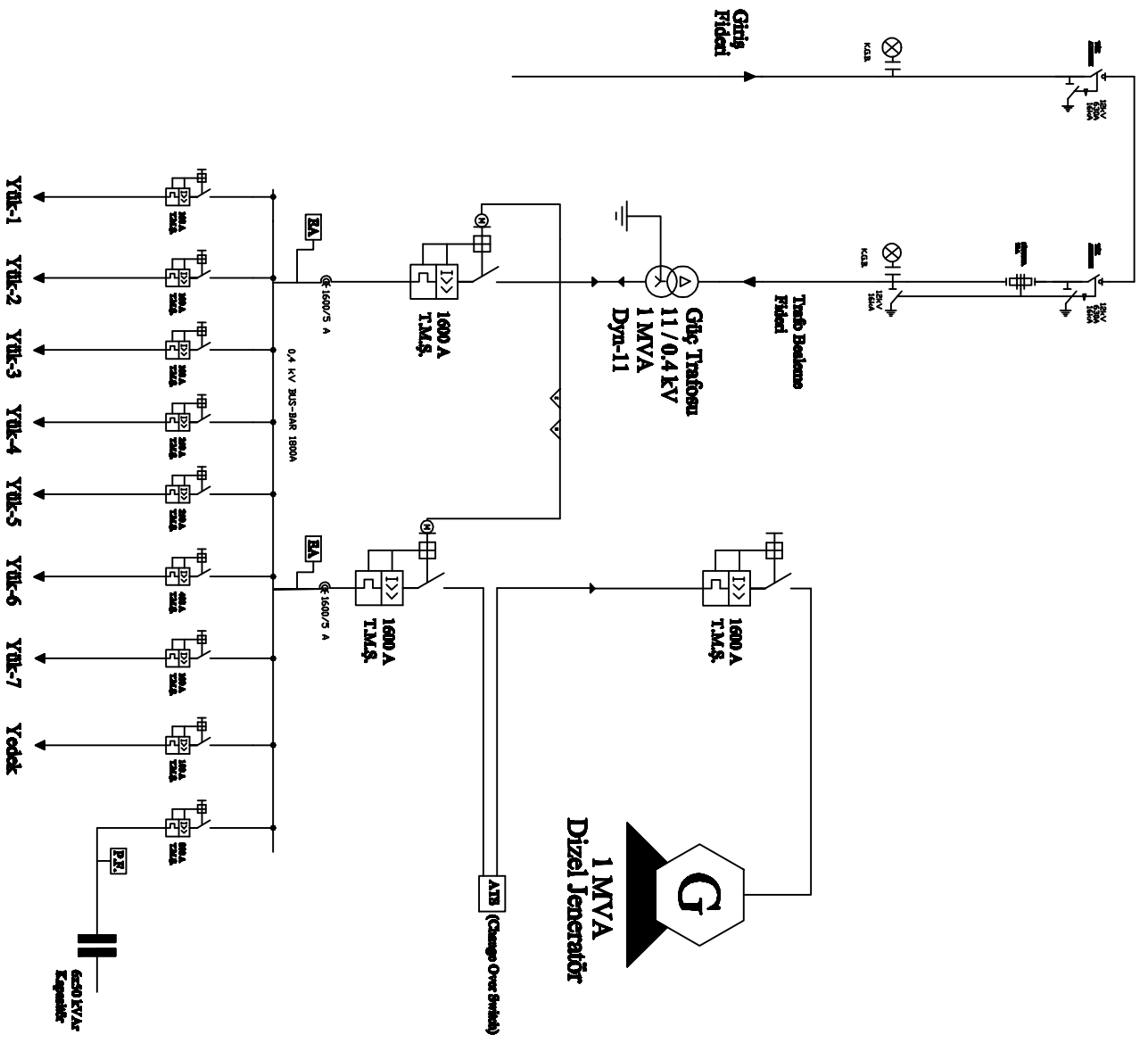
ÖRNEK BİR GÜÇ TRAFOSU ÇİZİMİ (16MVA 33/11KV DYN-11)

Yandan Görünüş
Scale : NS Dimensions: mm

ekim 24 ()

NO	AÇIKLAMA
1	Yük Ayırıcı (12 kV, 630 A, 20 kA)
2	Ara Bus 11kV 630k
3	Şifreli
4	Toraks Bıçaklı
5	Kapalı Çerçeve Busbar



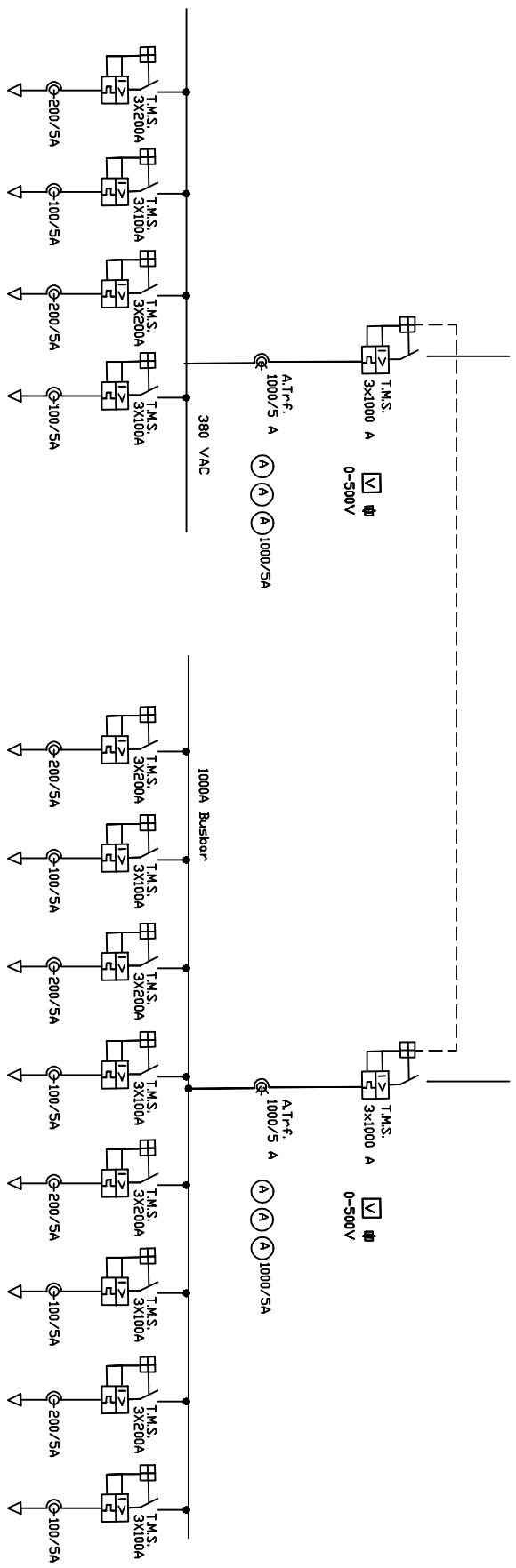


Yük	630/11/0.4
Yük	100/11/0.4
Yük	100/11/0.4
Yük	100/11/0.4

100kV VA DAĞITIM MERKEZİ UYGULANMASI - ÖZEL UYGULAMA

SLD
Scale : NS
Dimensions: mm

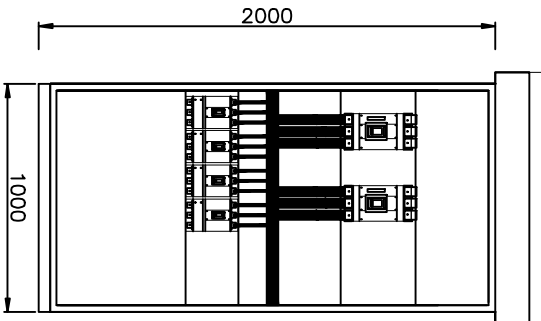
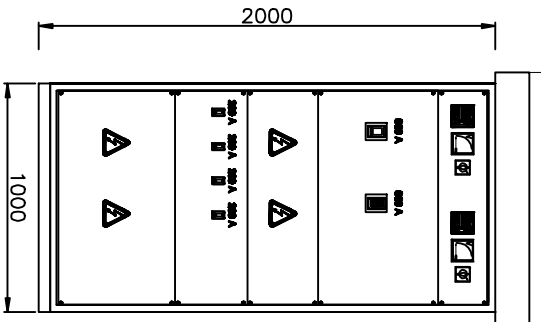
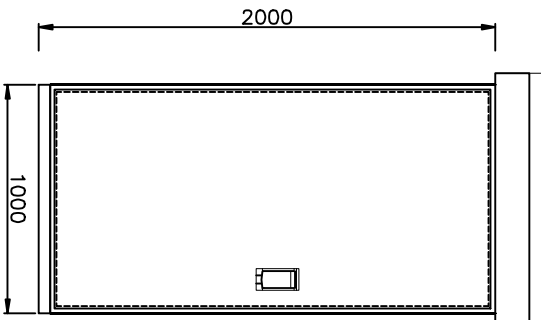
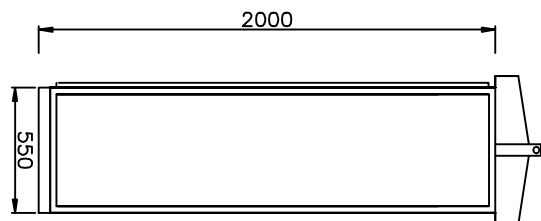
Tarih	06.11.2009
Çizim	Banwen EdKRYAR
Dişayn	Banwen EdKRYAR
Kontrol	Banwen EdKRYAR



ÖRNEK BİR AG SİSTEM UYGULAMASI

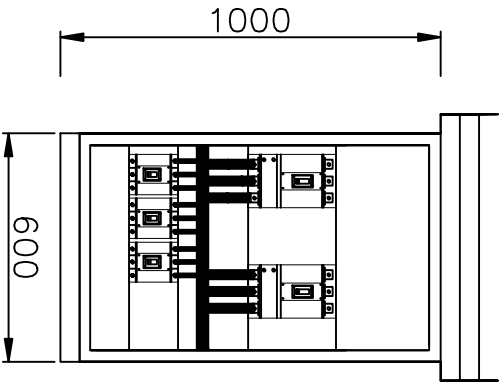
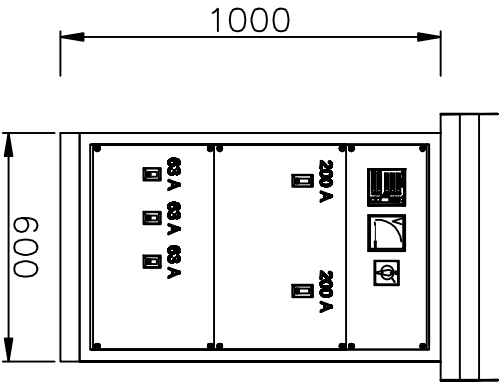
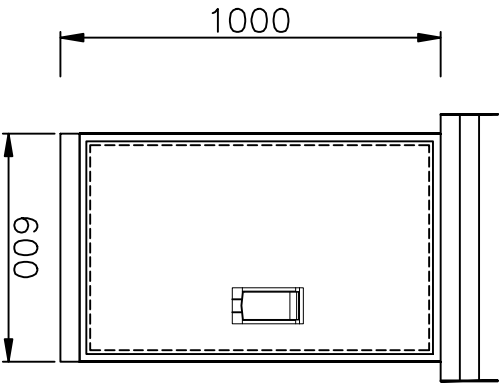
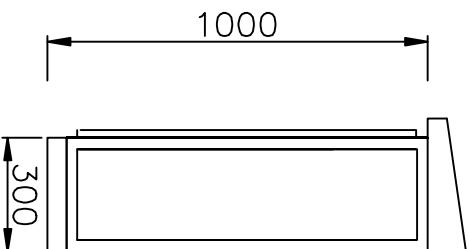
Tek Hat Çizimi
Scale : NS **Dimensions: mm**

A - 5.7

KAPAKSIZ
ÖN GÖRÜNÜŞİÇ KAPAKLI
ÖN GÖRÜNÜŞKAPAKLI
ÖN GÖRÜNÜŞYAN
GÖRÜNÜŞ

Revision	Name	Date	Date
			24.03.2009
		Drawn.	Burhanettin YILMAZ
		Designed	Burhanettin YILMAZ
		Control	Emrehan KÖRNER
A - 5.7 AĞ DAĞITIM PANOSU			
			M0001
			--
			1/45
			A4
			P
			...
			P.
			+

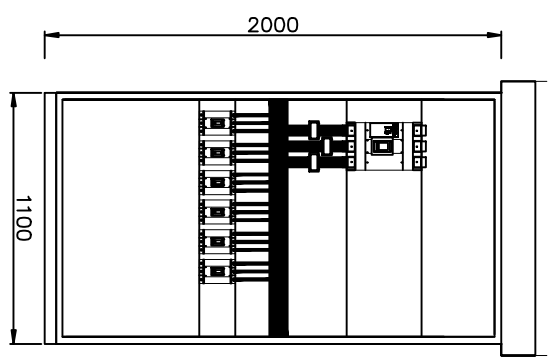
A - 5.8

KAPAKSIZ
ÖN GÖRÜNÜŞİÇ KAPAKLI
ÖN GÖRÜNÜŞKAPAKLI
ÖN GÖRÜNÜŞYAN
GÖRÜNÜŞ

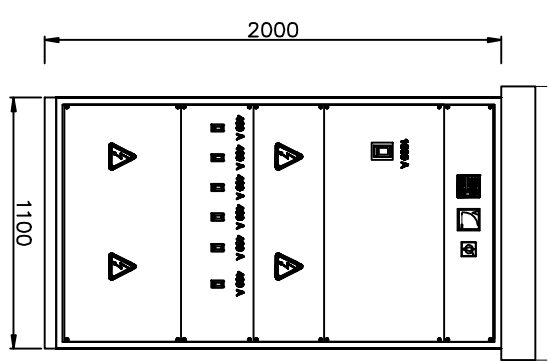
Revision	Name	Date	Date	Date
			24.08.2009	
			Drawn.	Burhaneddin YILMAZ
			Designed	Burhaneddin YILMAZ
			Control	Emrehan KÖRNER

AĞ DAĞITIM PANOSU		A - 5.8	
M0001	--	1/45	A4
			P
			P

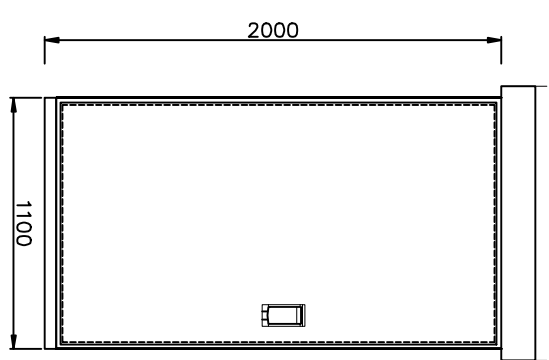
LTS



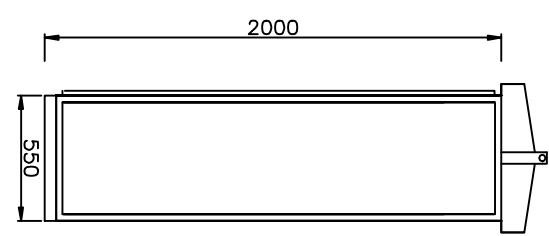
**FRONT VIEW
WITHOUT
COVER**



**FRONT VIEW
PANEL**



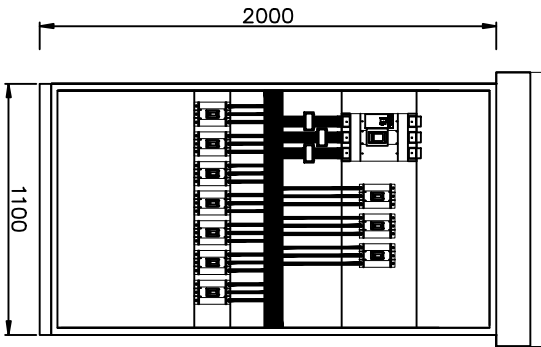
**FRONT VIEW
WITH COVER**



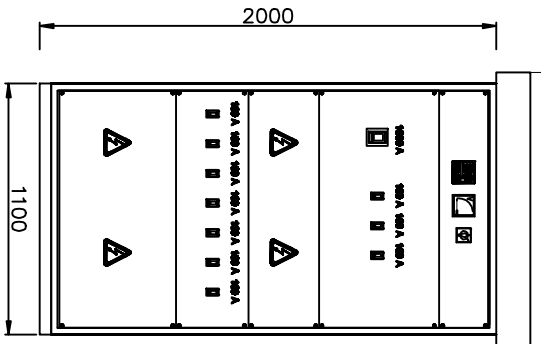
**SIDE
VIEW**

Revision	Name	Date	Date	06.08.2009	Emrehan KÖKÇUĞAR	Drawn.	Burhanettin YILMAZ	Designed	Emrehan KÖKÇUĞAR	Control	Emrehan KÖKÇUĞAR	Low Tension Switchboard	M0077	--	1/45	A4	P	...	P.
----------	------	------	------	------------	------------------	--------	--------------------	----------	------------------	---------	------------------	-------------------------	-------	----	------	----	---	-----	----

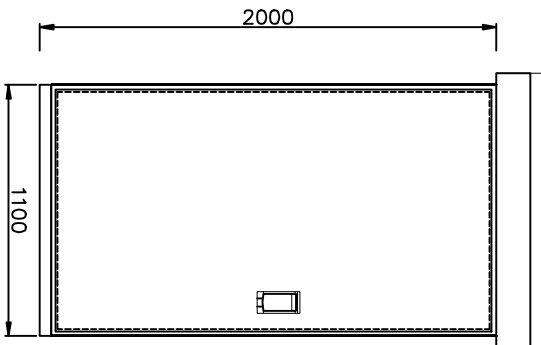
A - 5.5



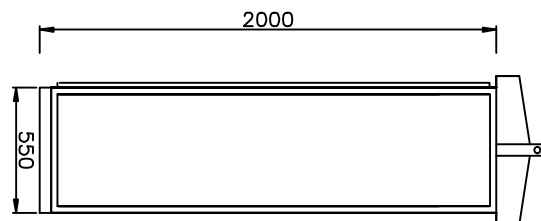
**KAPAKSIZ
ÖN GÖRÜNÜŞ**



**İÇ KAPAKLI
ÖN GÖRÜNÜŞ**



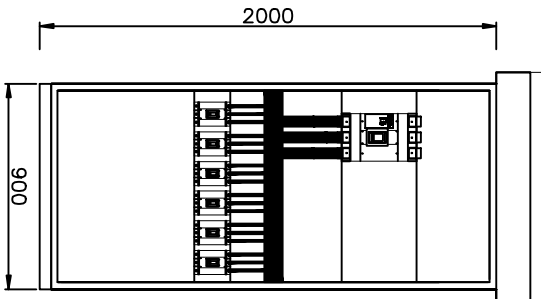
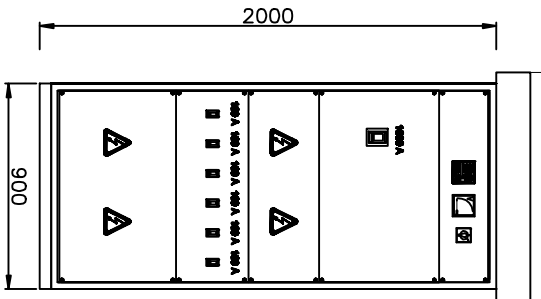
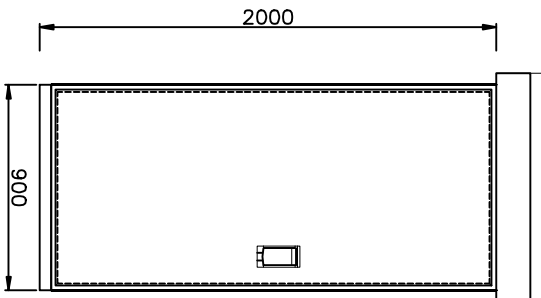
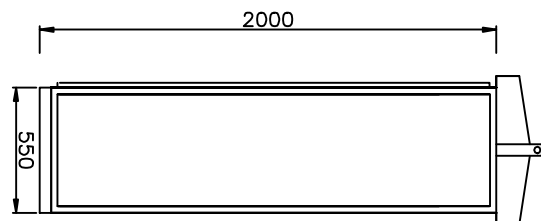
**KAPAKLI
ÖN GÖRÜNÜŞ**



**YAN
GÖRÜNÜŞ**

Revision	Name	Date	Date
			24.03.2009
		Drawn.	Burhaneddin YILMAZ
		Designed	Burhaneddin YILMAZ
		Control	Burhaneddin YILMAZ
A - 5.5			
AĞ DAĞITIM PANOSU			
			M00001
			--
			1/45
			A4
			P
			...
			P.
			+

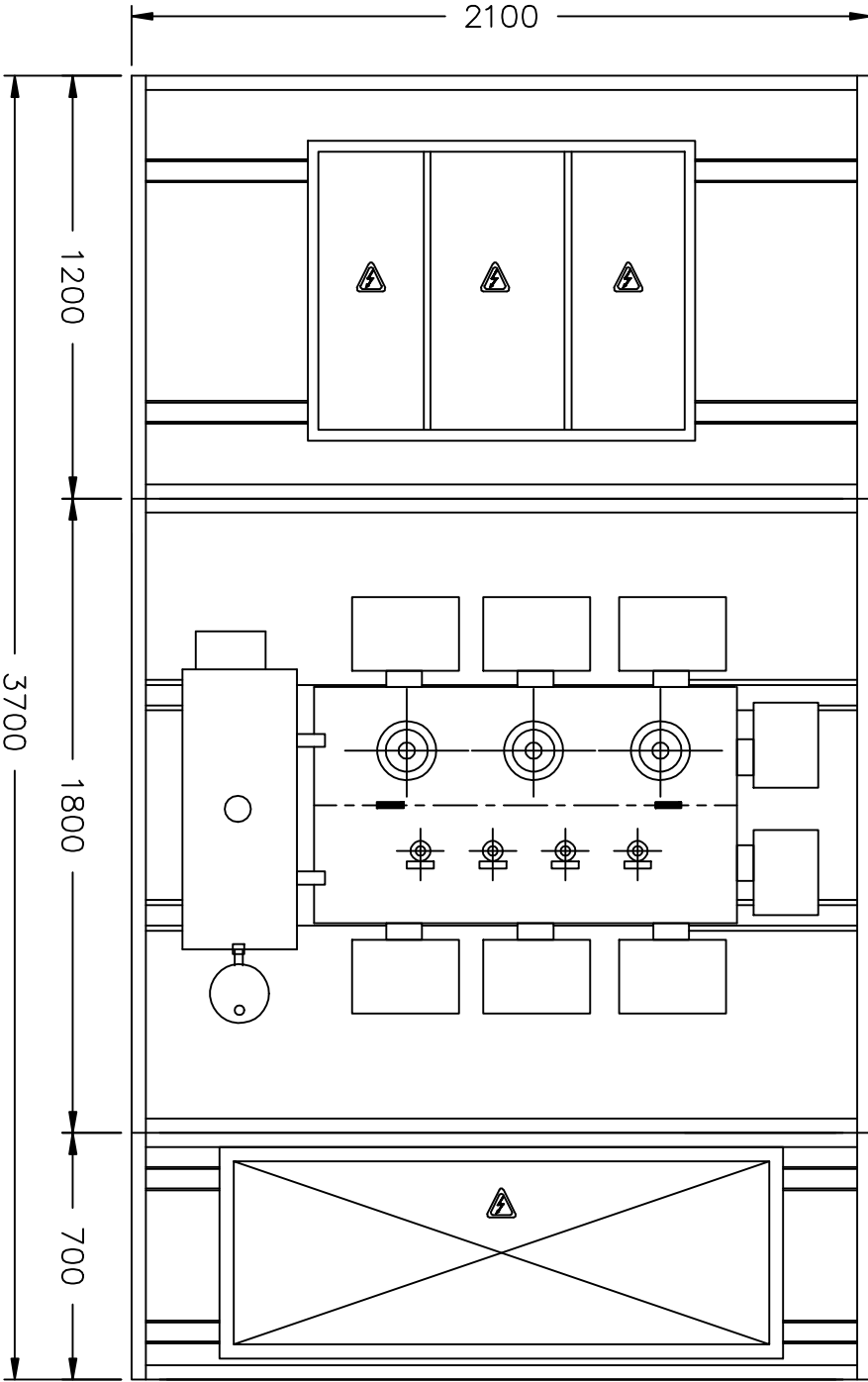
A - 3

KAPAKSIZ
ÖN GÖRÜNÜŞİÇ KAPAKLI
ÖN GÖRÜNÜŞKAPAKLI
ÖN GÖRÜNÜŞYAN
GÖRÜNÜŞ

Revision	Name	Date	Date
			24.03.2009
		Drawn.	Burhanettin YILMAZ
		Designed	Burhanettin YILMAZ
		Control	Emrehan KÖRNER
A - 3 AĞ DAĞITIM PANOSU			
M0001	--		
		1/45	A4
		P	P
		+	P

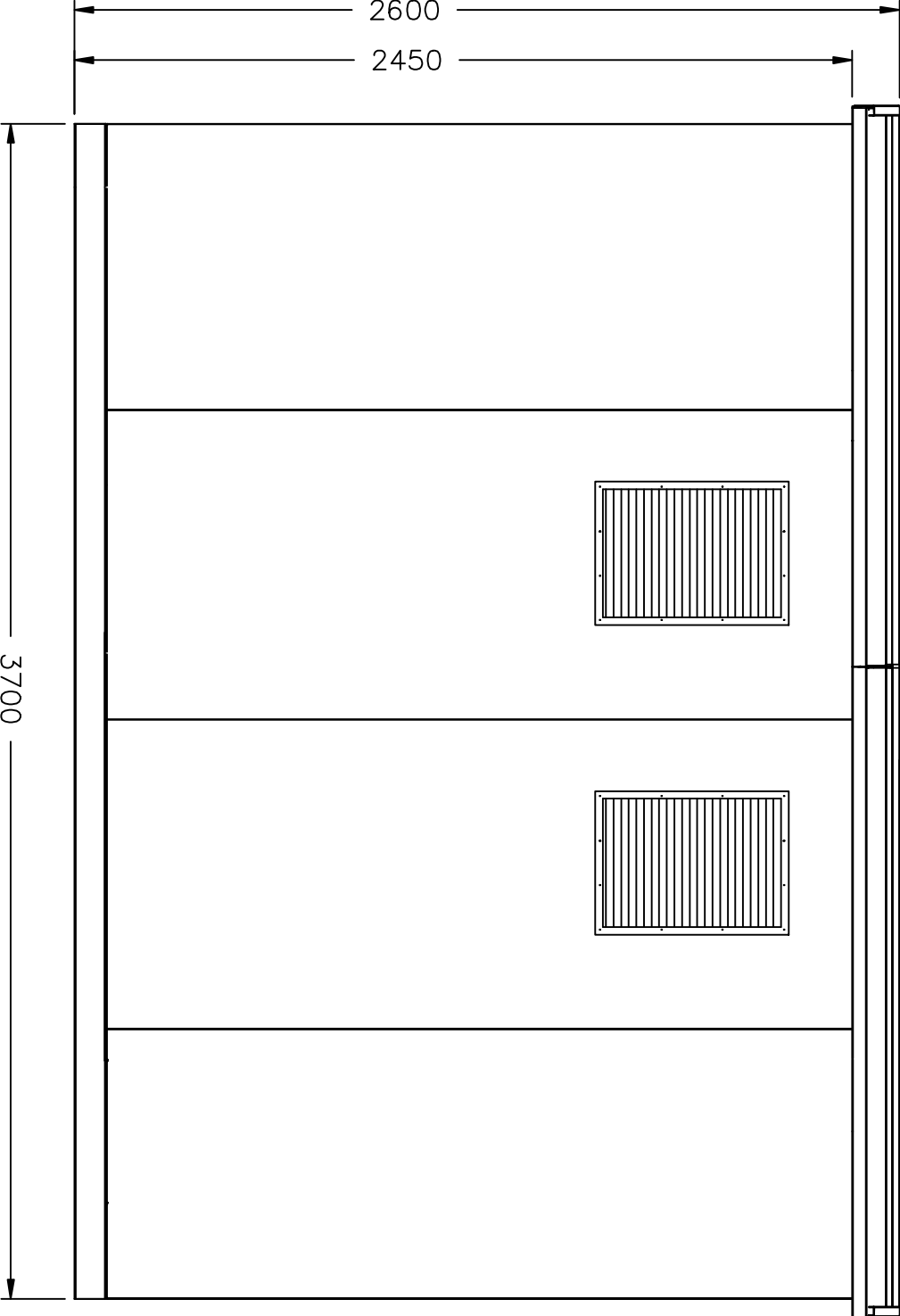
Tarih	06.11.2009
Çizen	Emrehan KÖRNER
Denetleyen	ELKÖR ERGİ
Kontrol	Emrehan KÖRNER

1000KVA 3 KOMPARTİMANLI (RMU+TRAF0+AG) SAC KÖŞK GÖRÜNÜŞ ÇİZİMİ



Üstten Görünüş

Scale : NS Dimensions: mm

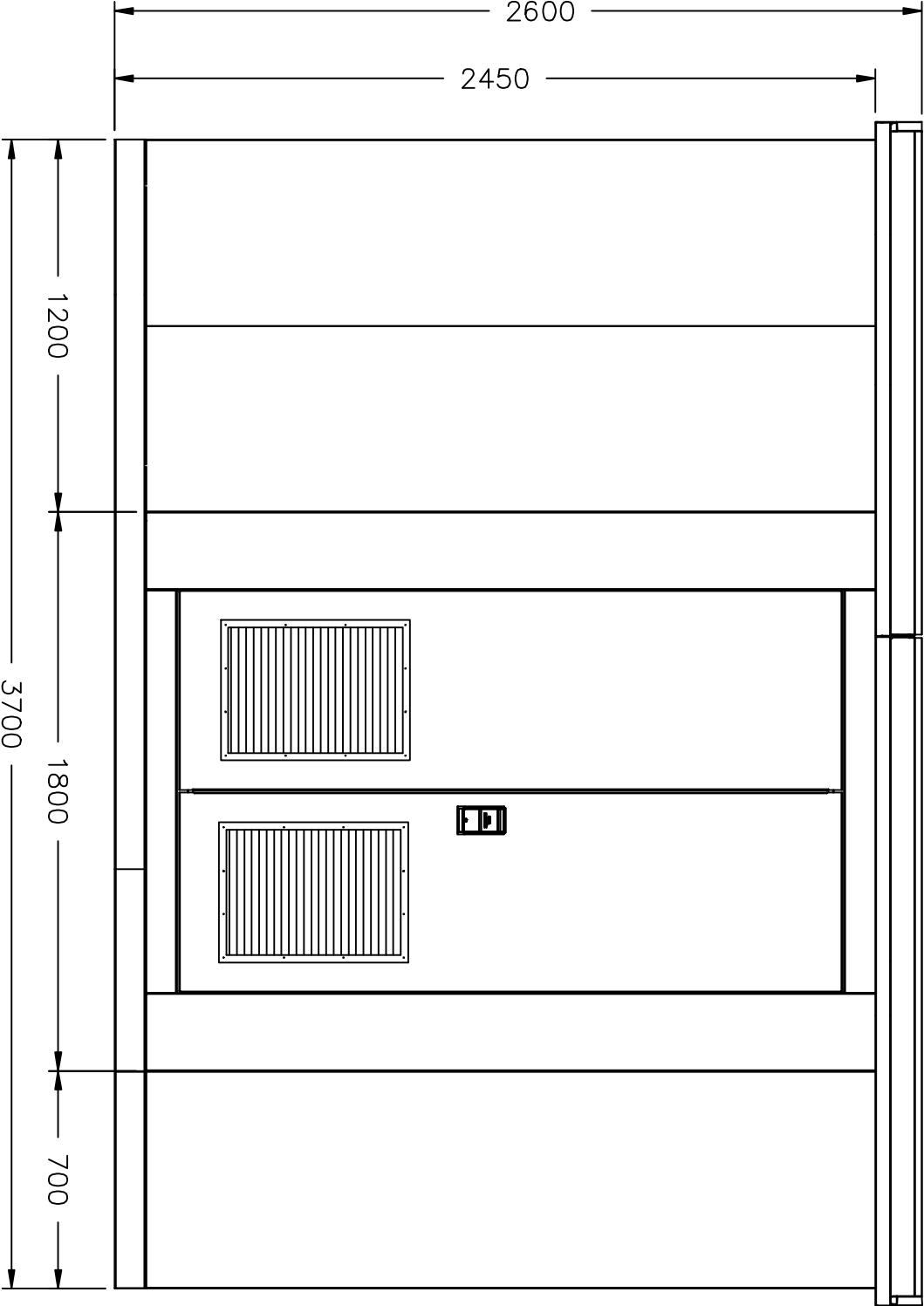


Tarih	06.11.2009
Çizen	Emrehan KÖRNER
Dişayn	ELKÖR BMS
Kontrol	Emrehan KÖRNER

1000KVA 3 KOMPARTIMANLI (RMU+TRAF0+AG) SAC KÖŞK GÖRÜNÜŞ ÇİZİMİ

Önden Görünüş

Scale : NS Dimensions: mm

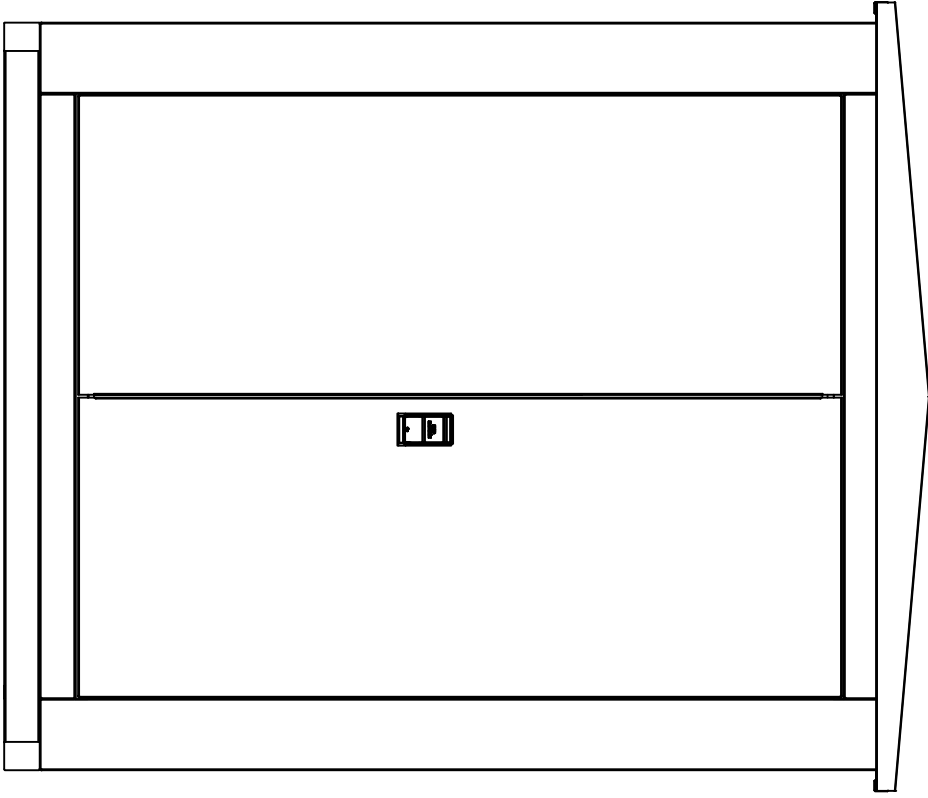
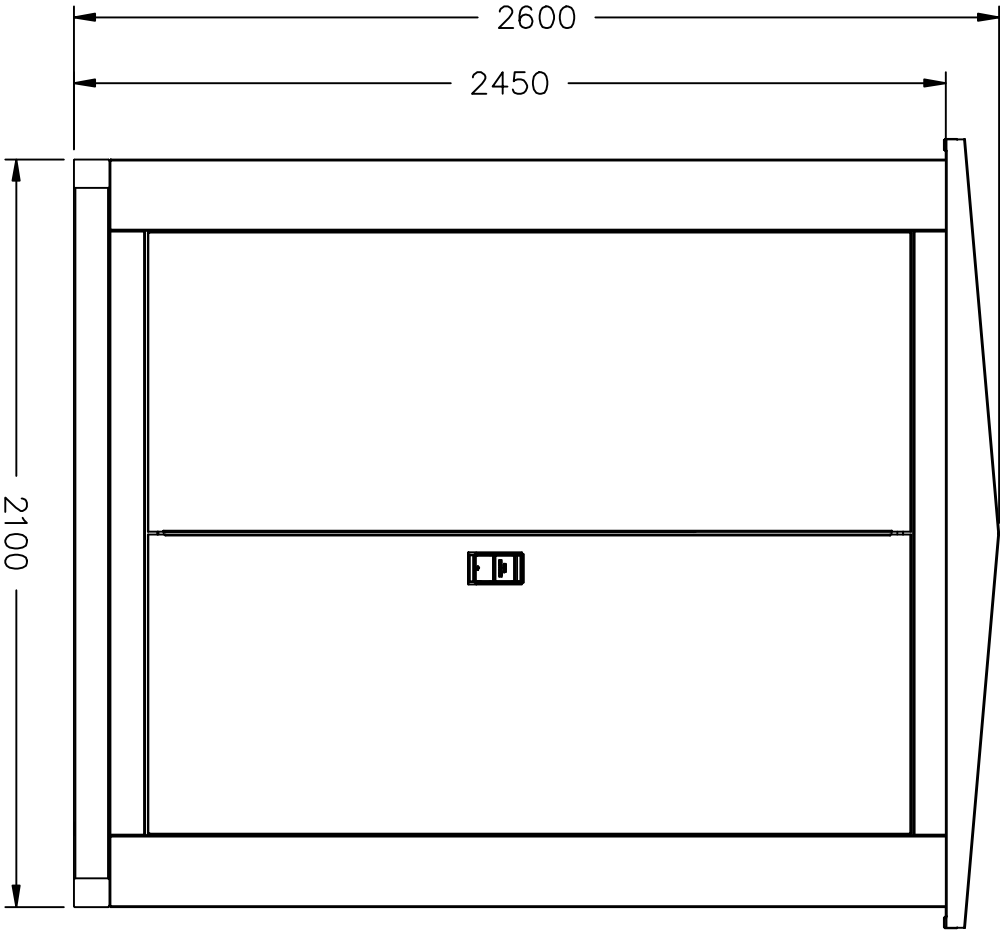


Tarih	06.11.2009
Çizgen	Emrehan KÖRNER
Dişayn	ELKÖR BMS
Kontrol	Emrehan KÖRNER

1000xVA 3 KOMPARTİMANLI (RMU+TRAF0+AG) SAC KÖŞK GÖRÜNÜŞ ÇİZİMİ

Önden Görünüş

Scale : NS Dimensions: mm



Tarih	06.11.2009
Çizgen	Emrehan KÖRNER
Dişayn	ELKÖ ERAS
Kağıt	Emrehan KÖRNER

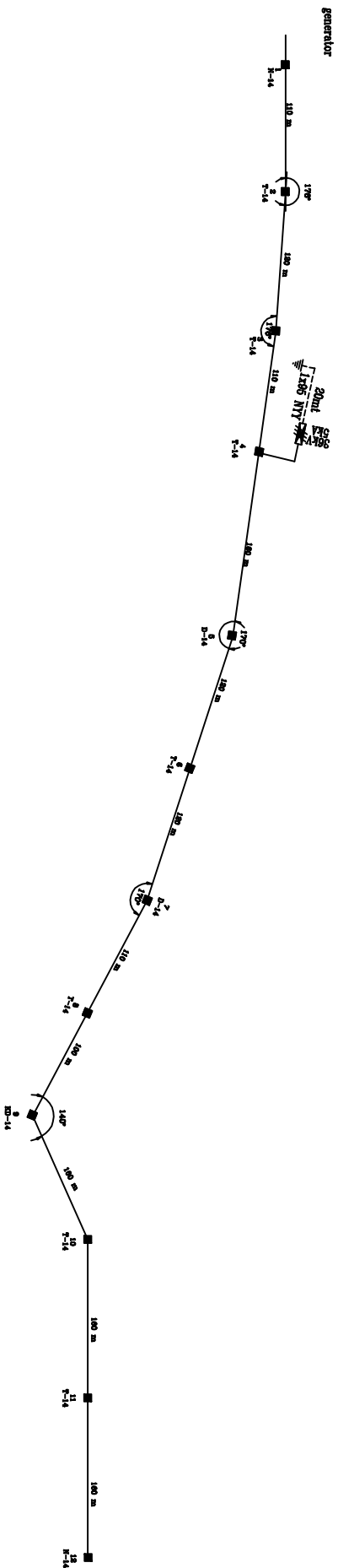
1000KVA 3 KOMPARTIMANLI (RMU+TRAF0+AG) SAC KÖŞK GÖRÜNÜŞ ÇİZİMİ

Sağdan-Soldan Görünüş
Scale : NS Dimensions: mm

Country / Standart	TURKEY / TS EN 60076 IRAQ / IEC 60076
Type	Outdoor / Oil Immersed, with oil conservator tank
Type of Cooling	ONAN / ONAF
Number of Phase(s)	3
Input/Output Frequency	50 Hz
No Load Losses	1,500kW (± 2%) at ONAF
Load Losses	10,500kW (± 2%) at ONAF
Vector Group	DYN-11
Altitude	≤ 1000 meter
Tap Changer	Off Load Tap Changer 4 positions ± 2 x2,5%
Primary/Secondary Bushings	Porcelain Bushing (HV side) 10 Nf 250 x 3 pcs. Porcelain Bushing (LV side) DT 2000 x 3 pcs.
Primary/Secondary Windings	Copper / Copper
Paint (RAL 7033 (Non Galvanized)
Oil	Shell Diala B Mineral Oil (Non PCB)
Max. Winding Temperature Rise	55°C
Max. Oil Temperature Rise	50°C
Dimensions and Weight	1920x1230x1640 mm (LxWxH) Approximately (± 2%)
Power	1000 kVA
Voltage Ratings	0.4/11 kV
Insulation level/class	HV Side (U _M / U _{AC} / U _{LI}) 12 / 28 / 75 kV LV Side (U _M / U _{AC} / U _{LI}) 1,1 / 3 / -- kV
Impedance Voltage	6 %
Noise Level	50 dBA
Max. Ambient Temperature	55°C

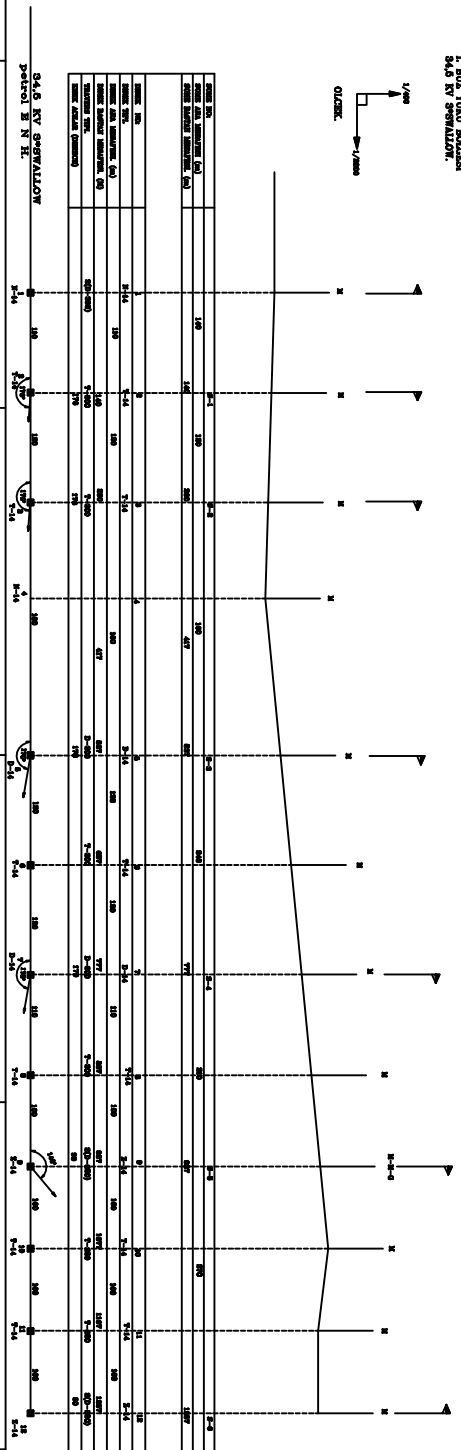
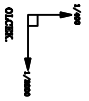
Accesories	Buchholz Relay with Double Contacts Oil Level Indicator Thermometer with Double Contacts Pressure Relief Valve Earthing Terminals Terminal Box Oil Filling & Draining Valve Wheels Rating Plate Lifting Lugs Dehydrating (Silicagel) Breather Fan and Fan Control Panel
------------	--

34.5/0.4KV 3000KVA
Nakli Hattı Projesi



Çizim : İsmet KÖKNAR

1. BÜK YUKU BÖLÜMÜ
 34.0 İY SİYALIMIN.



34.0 İY SİYALIMIN
 Detay 11 N. H.

Çizim : İsmail İKİZAR
 2023.05.10

MATLAB UYGULAMALARI

%tamamen gerçek verilere dayalı bir örnektir.
%programın çalışabilmesi için mf kodlu(adlı) excel dosyalarının matlab work
%klasöründe bulunması gereklidir.

<<<Excel dosyaları olumsuz etkileri olabileceğinden ötürü bu tezde bulunmamaktadır>>>

Örnek bir Excel dosyası : güç'ler = 1,5 – 1 – 0,8 – 0,63 – 0,4 – 0,3 – 0,25 MVA
Fiyatlar = 0,106315-0,084253-0,078913-0,075938-0,072033-0,070133- 0,065233 (x10⁶) USD

% Not: Güç değerleri her uygulama için aynıdır. Sadece fiyat sütunu değişmektedir.

```
clear all,clc
everi=xlsread('mfrmu4.xls');
%Çeşitli güçlerdeki dağıtım merkezlerine ait fiyatlar (OG tarafı Metal-Clad hücrelerden oluşmaktadır.)
```

```
guc=everi(:,1);
fiyat=everi(:,2);
x=guc;
y=fiyat;
sec=input('grafığı ve denklemini görmek için 1 tuşuna basınız')
if sec==1
    n=input('polinom derecesini giriniz: ');
    fit1=polyfit(x,y,n);
    fprintf('%2.2f\n',fit1)
    deg1=polyval(fit1,x)
    plot(x,y,'bx',x,deg1,'r--')
    legend('Gerçek Egri','Uydurulan Egri',1)
end
```

```
dev=y-mean(y);
SST=sum(dev.^2);
resid=y-deg1;
SSE=sum(resid.^2)
Rsqr=1-SSE/SST;
disp('Deterministlik Katsayısı 1"e yakın olmalıdır.')
disp(['Deterministlik Katsayısı R^2: ' num2str(Rsqr)])
xlabel('Trafo Gücü (MVA)')
ylabel('Fiyat (Milyon USD)')
grid
```

```
clear all,clc
everi=xlsread('zaman.xls');
%maliyet fonksiyonunun yıllara göre gelişimi
```

Örnek bir Excel dosyası (RMU için):
yıllar = 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 (yıl 2000- 2008)
Fiyatlar = 0 – 0 – 0 – 0 – 0 – 0 – 0 – 0.031 – 0.038 (x10⁶) USD

% Buradan anlaşılacağı üzere RMU üretimine 2007 de başlanmıştır.

```
yillar=everi(:,1);
maliyet=everi(:,2);
x=yillar;
y=maliyet;
sec=input('grafîgi ve denklemleri görmek için 1 tuşuna basınız')
if sec==1
    n=input('polinom derecesini giriniz: ');
    fit1=polyfit(x,y,n);
    fprintf('%2.2f\n',fit1)
    deg1=polyval(fit1,x);
    plot(x,y,'bx',x,deg1,'r--')
    legend('Gerçek Egri','Uydurulan Egri',1)
end
```

```
dev=y-mean(y);
SST=sum(dev.^2);
resid=y-deg1;
SSE=sum(resid.^2)
Rsqr=1-SSE/SST;
disp('Deterministlik Katsayısı 1'e yakın olmalıdır.')
disp(['Deterministlik Katsayısı R^2: ' num2str(Rsqr)])
xlabel('yıllar')
ylabel('maliyet')
grid
```

% Pon nisbi fiyatı ifade eder.
% endeks hesapları için değişkenler sırasıyla
% kesici, ayırıcı, sigorta, akım trafosu, gerilim trafosu , karkas ve röledir.
% hücre tiplerine göre yukarıdaki maddeler değişiklik gösterecektir.
% kesici k ile, ayırıcı a ile, sigorta s ile, akım trafosu c ile, gerilim
% trafosu v ile, karkas m ile ve röle r ile gösterilecektir.
% adetler (q lar) hep aynıdır. Yani yıla bağlı olarak değişmemektedir.
% sigorta, akım ve gerilim trafolarında adet 3 tür. Fakat fiyat girilirken 1
% set olarak girilecektir.
% yani 3 adet akım trafosu (monofaze) = 1 set akım trafosu (trifaze) gibi
% a, k, m ... gibi harfler o ekipmanlarının fiyatlarını ifade etmektedir.
% formülde Pn; şu anki yılı Po; baz alınan yılı ifade etmektedir.
% Modüler hücre için (yük ayırıcısı+sigorta bileşîgi)
% a = 1000 , s = 270 , c = 900 , v = 1200 , m = 4500 , r = 2800 ,, 2009 yılı fiyatları
% a = 750 , s = 120 , c = 600 , v = 700 , m = 3500 , r = 2800 ,, 2008 yılı fiyatları
% tn = [1000 270 900 1200 4500 2800];

```

% Pn = sum(tn);
% tn2 = [750 120 600 700 3500 2800];
% Po = sum(tn2);
% Pon = (Pn/Po)*100
% Pon =
(1000*1+270*1+900*1+1200*1+4500*1+2800*1)/(750*1+120*1+600*1+700*1+3500*1+2
800*1)
% RMU icin (yük ayırıcısı+sigorta bileşigi)
% RMU da sigorta + yük ayırıcısı + karkas (arıza gösterge düzeneği+bağımsız akü
grubu+motor mekanizması+kapasitif gerilim bölücü+toprak bıçağı+busbar)
% tg = [1000 270 6000];
% Pn = sum(tg);
% tg2 = [750 120 6000];
% Po = sum (tg2);
% Pon = (Pn/Po)*100
% Metal Clad icin (vakum kesicili hücre)
% Metal Clad trafo koruma hücresi (kesici + akım trafosu + gerilim trafosu + röle + karkas (
bara +ic aydınlatma + toprak bıçağı...)
% t = [7500 900 1200 3000 7500];
% Pn = sum(t);
% t2 = [7000 600 700 2500 5000];
% Po = sum(t2);
% Pon = (Pn/Po)*100
% Su ana kadar yapılan endeks uygulamaları fiyat endeksi idi şimdi miktar
% endeks uygulamaları benzer şekilde yapılacak olunursa:
% jeneratör g ile, trafo t ile, giriş hücresi i ile gösterilecektir.
% Sisteme ait hücreler metal-clad tiptir.
% Jeneratör (primary) ve trafo gücü 1000kVA dır.
% g9 = 95000 , t9 = 12000 , i9 = 16000 ,, 2009 yılı fiyatları
% g8 = 92500 , t8 = 11500 , i8 = 15000 ,, 2008 yılı fiyatları
% qn = 2009 yılı miktarları ,, qng = 4 , qnt = 4 , qni = 4
% qo = 2008 yılı miktarları ,, qog = 3 , qot = 3 , qoi = 3
% Laspeyre endeks uygulaması
% Qon = (((qng*g8)+(qnt*t8)+(qni*i8))/((qog*g8)+(qot*t8)+(qoi*i8)))*100
% Paasche endeks uygulaması
% Qon = (((qng*g9)+(qnt*t9)+(qni*i9))/((qog*g9)+(qot*t9)+(qoi*i9)))*100
% Marshall-Edgeworth uygulaması
% Qon = (((qng*g9)+(qnt*t9)+(qni*i9))+((qng*g8)+(qnt*t8)+(qni*i8))) /
(((qog*g9)+(qot*t9)+(qoi*i9))+((qog*g8)+(qot*t8)+(qoi*i8)))
% Fisher uygulaması
% Qon = sqrt (((qng*g9)+(qnt*t9)+(qni*i9))*((qng*g8)+(qnt*t8)+(qni*i8))) /
(((qog*g9)+(qot*t9)+(qoi*i9))*((qog*g8)+(qot*t8)+(qoi*i8))))
% Walsh uygulaması
% Qon = ((qng*sqrt(g9*g8))+(qnt*sqrt(t9*t8))+(qni*sqrt(i9*i8))) /
((qog*sqrt(g9*g8))+(qot*sqrt(t9*t8))+(qoi*sqrt(i9*i8)))

```

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 06.11.1985

Doğum yeri Samsun

Lisans 2003-2007 Yıldız Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fak.
Elektrik Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2008-2010 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Çalıştığı kurumlar

2007-2008
2008-2009
2009-Devam ediyor

ERKOÇ Mühendislik
Neyneva Group
ELKO Elektrik