



EMO



KTÜ



TÜBİTAK

ÖNSÖZ

Giderek gelenekselleşen Elektrik Mühendisliği Ulusal Kongrelerinin beşincisinde Trabzon'da buluşuyoruz. EMO ile KTÜ Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nün işbirliği ve TÜBİTAK'ın katkısıyla gerçekleşmekte olan Kongremizin başarılı ve verimli geçmesi umundundayız. Kongre sonuçlarından kıvanç duymak istiyoruz.

Kongre'de, bugüne kadar yapılmış çalışmalar ve yayınlanmış duyurulardan da anlaşılacağı gibi, bilinen yöntemlerin yanı sıra gelecek yıllara deneyim aktarabilecek yeni yaklaşımlar uygulanmaya çalışılmıştır. Bildiri özetlerinin değerlendirilmesine katılan uzman sayısının sistematik olarak artırılması, değerlendirme biçiminin daha da nesnelleştirilmesi, bildiri kitabında yeni yazım ve sunuş biçimlerinin oluşturulması gibi teknik gelişmelerin dışında ilginç olacağı sanılan panellerle güncel sorunların irdelenmesi ve yöresel öğelerle sosyal etkinliklere renk katılması amaçlanmıştır.

Kongrenin hazırlık ve düzenleme çalışmalarında bazı aksaklıklar olmuştur. Öncelikle kongre kararının olması gerekenden daha geç alınabilmiş olması, özet değerlendirme sürecinin posta trafiğinin çok yoğun olduğu bayram dönemlerine rastlaması hem Yürütme Kurulu'nu hem de Kongre'ye katılmak isteyenleri zor durumda bırakmıştır.

Kongrenin düzenlenmesi sırasında edinilen deneyimler ışığında sorunları çözücü ilkesel önerilerin ortaya konması yararlı olacaktır. Bunları kısaca sıralayabiliriz. Örneğin 6. Kongre'nin ya da kısaca EMUK'95'in nerede ve ne zaman yapılacağını şimdiden kararlaştırmak gerekmektedir. Bundan sonra Konferans olarak adlandırılması daha uygun olacak Kongre için sürekli ya da uzun süre görevli bir 'Ulusal Düzenleme Kurulu' nun oluşturulması ve bu Kurul'un temel ilkesel karar ve yöntemleri üretmesi daha elverişli olacaktır. Kongre'nin yapılacağı konumdaki işleri ise 'Yerel Düzenleme Kurulu' üstlenmelidir. 'Bilimsel Değerlendirme Kurulu'nun da ayrıntılı bir sınıflandırma ve nitelik belirlenmesi ile bir kere oluşturulması, yalnızca gelişen koşullara göre güncelleştirilmesi düşünülebilir.

EMUK, böylesi bir yapılaşma ile daha sağlıklı, zaman planlaması daha verimli bir konferansa dönüşecektir kanısındayız. Örneğin bu durumda bildiri tam metinlerinin değerlendirme ve denetim sürecine girmeleri olanaklı kılınacak, şu ana kadar ancak Yürütme Kurulları'nın ayrıntılı olarak bilincine varabildiği teknik sorunlar ortadan kalkacaktır. Konferansda da içerik ve düzey açısından belirli bir iyileştirme sağlanabilecektir. Bunu en yakında, EMUK'95'de gerçekleşmiş olarak görmek dileğindeyiz.

Bilindiği gibi Kongremiz Elektrik, Elektronik-Haberleşme, Kontrol ve Bilgisayar Sistemleri alanlarında bilimsel-teknolojik özgün katkıların tartışılıp değerlendirilmesi ile araştırma, geliştirme, uygulama ve eğitim süreçlerindeki kişi ve kuruluşların birbirleriyle doğrudan iletişimini sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca sosyal yakınlaşma ve dayanışmaya da

katkıda bulunmaktadır. Ancak Kongre ve onunla birlikte oluşturulan sergi/fuarın çok değerli bir 'Mesleki Eğitim ve Geliştirme' aracı olduğu bilincinin kişi ve kurumlarda daha çok yerleşmesi için çaba gösterme gereği de ortaya çıkmaktadır.

Kongrenin gerçekleşmesini sağlayan, hazırlık ve düzenlemeleri üstlenen KTÜ, EMO ve TÜBİTAK'a, oluşturulmuş olan kurulların üyelerine, ayrıca burada adlarını saymakla bitmeyecek kişi ve kamu - özel - akademik nitelikli kuruluşlara, yardım ve katkıları nedeniyle, Kongre'nin yararlı sonuçlarını paylaşacak olan topluluğumuz adına teşekkürlerimizi sunmak isteriz.

Kongremizin başarılı ve verimli bir biçimde gerçekleşmesi, ülkemiz için bilimsel - teknolojik kazanımlar üretmesi dileğiyle Yürütme Kurulu olarak saygılarımızı iletiriz.

Doç. Dr. Güven ÖNBİLGİN
Yürütme Kurulu Başkanı

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

YÜRÜTME KURULU

Güven ÖNBİLGİN (K"tU)
Yakup AYDIN (EMO) Sefa AKPINAR (KTU)
Canan TOKER (ODTÜ) Kaya DOZOKLAR (EMO)
Hasan üINCER (KTU) A.Oğuz SOYSAL (IU)
Abdullah SEZGİN (KTU) İrfan SENLİK (EMO)
Kenan SOYKAN (EMO) Y.Nuri SEVGEN (EMO)

DANIŞMA KURULU

Rasim ALÜEMİR (BARMEK) Mehmet KESİM (Anadolu U)
Teoman ALPTURK (TMMOB) Macit MUTAF (EMO)
Ahmet ALTINEL (TEK) Erdiñç ÖZKAN (PTT)
İbrahim ATALI (EMO) Kamil SOÇUKPINAR (TETSAN)
Malik AVİRAL (ELİMKO) Sedat SİSBOT (METRONİK)
Emir BİRGÜN (EMO) Atıf URAL (Kocaeli U.)
Sıtkı ÇİÇDEM (EMO) I. Ata YİĞİT (EMO)
R. Can ERKÖK (ABB) Fikret YÜCEL (TELETAS)
Bülent ERTAN (ODTÜ) Hamit SERBEST (CU)
Uğur ERTAN (BARMEK) Canan TOKER (ODTÜ)
İsa GÜNGÖR (EMO) Nusret YUKSELER (İTU)
Ersin KAYA (Kaynak) Kemal ÖZMEHMET (DEU)
Okyay KAYNAK (Boğaziçi U)

SOSYAL ETKİNLİKLER KURULU

Y. Nuri SEVGEN (EMO)
Necla ÇORUH (PTT) Hatice SEZGİN (KTU)
Esen ÖNKİBAR (TEK) Yusuf TANDOĞAN (PTT)
Abdullah SEZGİN (KTU) Ömer K. YALCIN (TELSER)

SEKRETERLİK HİZMETLERİ

Necmi İKİNCİ (EMO) Elmas SARI (EMO)

BİLİMSEL DEĞERLENDİRME KURULU

Cevdet ACAR (İTU) Hayrettin KÖYMEN (Bil. U)
İnci AKKAYA (İTU) Hakan KUNTMAN (İTU)
A.Sefa AKPINAR (KTU) Tamer KUTMAN (İTU)
Ayhan ALTINTAŞ (BiI.U) Duran LEBLEBİCİ (İTU)
Fuat ANDAY (İTU) Kevork MARDİKİYAN (İTU)
Fahrettin ARSLAN (IU) A.Faik MERGEN (İTU)
Murat ASKAR (ODTÜ) Avni MORGUL (Boğaziçi U)
Abdullah ATALAR (BiI.U) Güven ÖNBİLGİN (KTU)
Selim AY (YTU) Bülent ÖRENCİK (İTU)
Ümit AYGÖLU (İTU) Bülent ÖZGUC (BiI.U)
Atalay BARKANA (Anadolu U) A.Bülent ÖZGÜLER (BiI.U)
Mehmet BAYRAK (Selçuk U) YiImaz ÖZKAN (İTU)
Atilla BİR (İTU) Muzaffer ÖZKAYA (İTU)
Galip CANSEVER (YTU) Kemal ÖZMEHMET (DEU)
Kenan DANIŞMAN (Erciyes U) Osman PALAMUTCUOĞLU (İTU)
Ahmet OERVİSOĞLU (İTU) Erdal PANAYIRCI (İTU)
Hasan DİNCER (KTU) Halit PASTACI (YTU)
M.Sezai DİNCER (Gazi U) Ahmet RUMELİ (ODTÜ)
Günsel DURUSOY (İTU) Bülent SANKUR (Boğaziçi U)
Nadia ERDOĞAN (İTU) M.Kemal SARIOĞLU (İTU)
Aydan ERKMEN (ODTÜ) Müzeyyen SARITAS (Gazi U)
İsmet ERKMEN (ODTÜ) A.Hamit SERBEST (CU)
H.Bülent ERTAN (ODTÜ) Osman SEVAİOĞLU (ODTÜ)
Selçuk GEÇİM (Hacettepe U) A.Oğuz SOYSAL (IU)
Cem GÖKNAR (İTU) Taner SENGÖR (YTU)
Remzi GULGUN (YTU) Emin TACER (İTU)
Filiz GUNES (YTU) Nesrin TARKAN (İTU)
İrfan GÜNEY (Marmara U) Mehmet TOLUN (ODTÜ)
Fikret GÜRGEN (Boğaziçi U) Osman TONYALI (KTU)
Fuat GURLEYEN (İTU) Ersin TULUNAY (ODTÜ)
Cemil GURUNLU (KTU) Nejat TUNCAY (İTU)
Nurdan GUZELBEYOĞLU (İTU) Atıf URAL (Kocaeli U)
Emre HARMANCI (İTU) Alper URAZ (Hacettepe U)
Altuğ İFTAR (Anadolu U) Gökhan UZGÖREN (IU)
Kemal İNAN (ODTÜ) Yıldırım UCTUG (ODTÜ)
Asım KASAPOĞLU (YTU) Asaf VAROL (Fırat U)
Adnan KAYMAZ (İTU) Sıddık B. YARMAN (IU)
Ahmet H. KAYRAN (İTU) Mümtaz YILMAZ (KTU)
Mehmet KESİM (Anadolu U) Melek YÜCEL (ODTÜ)
Erol KOCAOĞLAN (ODTÜ) Nusret YUKSELER (İTU)
Muhammet KOKSAL (İnönü U) Selma YUNCU (Gazi U)

ENERJİ İLETİM HATLARININ PSPICE İLE ANALİZİ

Celal KOCATEPE Ferit ATT AK

Yıldık Elektrik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi,
Ekkirik Müh. Bölümü, 80750 Yıldız, İstanbul

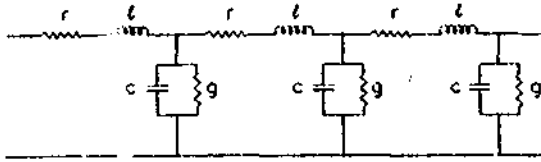
ÖZET

Bilindiği gibi enerji iletim hatları genellikle kısa, orta ve uzun iletim hatları olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, hatların eşdeğer devresindeki direnç, şelf ve kapasitenin etkisi gözönüne alınarak yapılmaktadır. Eşdeğer devreler ise orta uzunluktaki iletim hattı için nominal x . nominal T devreleri ile, uzun iletim hatları için eşdeğer x , eşdeğer T devreleri ile de gösterilebilmektedir.

Bu çalışmada, yukarıda açıklanan iletim hatlarının PSPICE destekli analizi yapılmıştır. Sayısal örnek olarak, ulusal enerji uğı içindeki alt gerilime sahip kısa, orta ve uzun iletim hatları seçilerek bunlara ait analiz sonuçları verilmiştir.

I. GİRİŞ

Genel olarak iletim hatları Şekil 1'deki eşdeğer devre ile gösterilebilir. Şekilden de görüldüğü gibi hattın bütün parametrelerinin (direnç, endüktans, kapasite ve kaçak geçirgenlik) hat boyunca homojen dağıldığı kabuledilir.

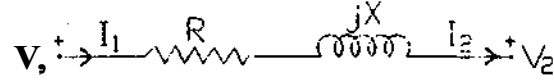


Şekil 1. Enerji İletim Hattı Eşdeğer Devresi

Burada, hattın birim uzunluktaki a.c. direnci (r) ile hattın nötre göre birim uzunluktaki şelf endüktansı (l) seri bağlanmıştır. Hattın nötre göre birim uzunluktaki kapasitesi (c) ile birim uzunluktaki kaçak geçirgenliği (g) birbirine paralel şekilde hat ile nötr arasına bağlı olarak gösterilmiştir.

1.1. Kısa İletim Hattı

Normal yapıda ve boylan ortalama 80 km'ye kadar hatlar için hesaplarda hattın kapasitesi ihmal edilebilir (kaçak geçirgenliğin büyük bir etkisi olmadığından genellikle ihmal edilir). Böyle hatlara *kısa iletim hattı* denir. Kısa iletim hattının eşdeğer devresi Şekil 2'de görüldüğü gibi verilebilir. Şekilden de anlaşılacağı gibi kısa iletim hattının direnci sabit bir seri empedans ile gösterilmiştir. Hattın birim uzunluktaki faz başına seri empedansı $Z=r+jx$ olarak hesaplanabilir. L =hat boyu olmak üzere hattın faz başına toplam seri empedansı $Z=z.L=(r+jx).L$ olur.



Şekil 2. Kısa İletim Hattı Eşdeğer Devresi

Burada,

R = Hattın (toplam) direncini
 X = Hattın (toplam) endüktans reaktansını
 V = Hat başı gerilimini
 V_2 = Hat sonu gerilimini
 I_1 = Hat başı akımını
 I_2 = Hat sonu akımını

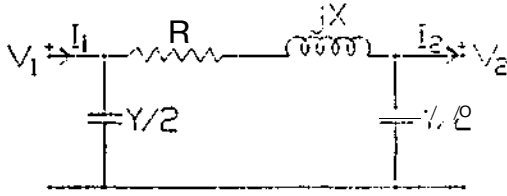
göstermektedir.

1.2. Orta Uzunluktaki İletim Hatları

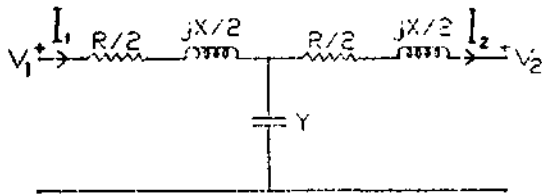
Ortalama olarak 80 ile 240 km arasındaki iletim hatlarının hesaplarında kapasitenin etkisi tanı olarak ihmal edilemez. Bu hatlar *orta uzunluktaki iletim hattı* olarak adlandırılır. Orta uzunluktaki iletim hatları için eşdeğer devre, hattın seri empedansı ve şönt admitansı (ki bu, genellikle kaçak geçirgenlik ihmal edildiğinden sadece süseptanstan oluşur)

kullanılmak suretiyle nominal π ve nominal T devreleri şeklinde verilir.

Bu devreler Şekil 3'te gösterilmiştir. Şekil 3a'da görüldüğü gibi nominal π devresinde ortada hattın toplam empedansı ($Z=R_1-jX$) olmak üzere hattın toplam şönt admıtansı (Y) hattın baş ve sonlarına iki eşit parçaya bölünerek yerleştirilmiştir. Şekil 3b'deki nominal T devresinde ise, hattın toplam seri empedansı ortadaki şönt admıtarmı sağına ve soluna iki eşit parçaya bölünerek yerleştirilmiştir.



a) Nominal π Devresi



b) Nominal T Devresi

Şekil 3. Orta Uzunluktaki İletim Hattı Eşdeğer Devreleri

1.3. Uzun İletim Hatları

Uzunlukları 240 km'den fazla olan iletim hatlarına *uzun iletim hatları* denir. Bu hatların hesabında hat sabitelerinin gerçekte olduğu gibi iletim hattı boyunca homojen olarak yayılı olduğu kabul edilir (Şekil 1'deki eşdeğer devre). Hat boyunca akım ve gerilim değerlerinin değişimleri için kurulan diferansiyel eşitliklerin çözümünden hattın analizi yapılabilir [1]. [2].

Orta uzunluktaki iletim hatlarında olduğu gibi uzun iletim hatları da π ve T devreleri ile gösterilebilir. Uzun iletim hattına bu bakımdan eşdeğer olan π ve T devrelerine *eşdeğer π ve eşdeğer T devreleri* denir. Eşdeğer devresi Şekil 3'leki gibi olup hatta ait empedans ve admıtans değerleri farklıdır.

Eşdeğer TC devresindeki empedans ve admıtans değerleri

$$\dot{V}/2 = \frac{\text{Cosh}yL - 1}{\dot{Z}_c \cdot \text{Sinhy}L} \dots \dots \dots (1)$$

$$\dot{Z} = \dot{Z}_c \cdot \text{Sinhy}L \dots \dots \dots (2)$$

olarak hesaplanır.

Eşdeğer T devresi için ise.

$$\dot{Y} = \frac{\text{Sinhy}L}{\dot{Z}_c} \dots \dots \dots (3)$$

$$\dot{Z}/2 = \dot{Z}_c \cdot \frac{\text{Cosh}yL - 1}{\text{Sinhy}L} \dots \dots \dots (4)$$

eşitlikleri verilir.

Burada $\dot{Z}_c = \sqrt{Vz/y}$ Hattın karakteristik empedansıdır. $\dot{y} = \sqrt{Yz}$ Hattın propagasyon sabitidir.

2. PSpICE İLE ANALİZ

Genel maksatlı devre simülasyon programlarından biri olan PSpice, laboratuvarlarda araştırılarda, endüstride kullanılan bir paket programdır [3]. [4]. PSpice, SPICE ailesinden olup devre analizi esaslarını kullanarak devre çözümlerinin yapılabilmesini sağlamaktadır. SPICE, Berkeley Kaliforniya Üniversitesinde Elektrik Mühendisliği ve Komputer Bölümünde geliştirilmiştir.

Çalışmamızda, PSpice tekniğini iletim hatları analizi için uygularken aşağıdaki kabuller göz önünde tutulmuştur

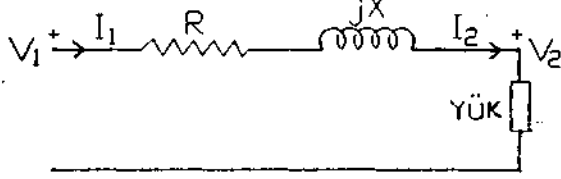
- Sistemdeki tüm gerilim ve akımlar sinüsidaldir,
- Sistemde gerilim ve akım asimetrisi bulunmamaktadır,
- Sistem, lineer elemanların bileşiminden oluşmaktadır.

2.1. Kısa İletim Hattının Analizi

Şekil 4'te eşdeğer devresi görülen Karamürsel-Yalova arasındaki 23,458 km uzunluğunda seri empedansı $Z=10.2+j10.5 \Omega$ olan 34.5 kV'luk hattın $\sqrt{5}$ sonunda güç faktörü $\text{Cost}p_2=0.90$ (end.) ve gücü $S_2=5000$ kVA olan bir yük bağlı olması hali için analiz

yapılmıştır. Bu analiz çeşitli güç değerleri için, luit sonundaki yükün direncini (R_L) ve endüktansını (L_L) değiştirerek gerçekleştirilmiştir. Buna ait PSpice programı ve analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

R=10.2Q Coscp2-0.90 (end.)
X=10.5Q S₁- 5000 kVA
V₂=34.5/VT W



Şekil 4. Örnekteki Kısa İletim Hattı Eşdeğeri

```
KISA İLETİM HATTI
V2 1 5 AC 19918.58 0
VI 0 i AC 0 D
EI 5 6 1 2 1
R1 1 3 10.2
R2 2 \ R VARIABLE 2M.24
L1 3 2 0.0334
L2 4 0 0.321
.OE EI R VARIABLE RE3
.STEP RE5 S VARIABLE(R) 0.8 1.2 0.1
.AC LIN 1 50 50
.PRINT AC V<(I) VPM I<(V1) I<(R2) IP<(R2)
.EHD
```

```
R VARIABLE P = .9
*****
FREQ VM(1) VP(U) IH(VI)
5.000E+01 2.134E+04 1.041E+00 1.012E+02

FREQ IP(VI) IIR21 IPIR2
5.000E+01 -3.047E+01 1.002E+02 -3.047E+01
```

```
R VARIABLE R = .9
*****
FREQ VH(1) VP(1) IN(VI)
5.000E+01 2.120EH)4 1.131E+00 9.154E+01

FREQ IP(VI) I(f(R2) IPIR21
5.000E+01 -2.741E+01 9.154E+01 -2.741E+01
```

```
R VARIABLE R = 1
*****
FREQ VK(I) VP(I) IN(VI)
5.000E+01 2.105E+04 1.176E+00 8.412E+01

FREQ IPIV1 IHIR21 IP(R2)
5.000E+01 -2.521E+01 9.412E+01 -2.521E+01
```

1224

```
R VARIABLE R = 1.1
*****
FREQ VM(1) IPIV1 IHIR21 IP(R2)
5.000E+01 2.097E+04 1.176E+00 7.771E+01

FREQ IPIV1 IHIR21 IP(R2)
5.000E+01 -2.317E+01 7.771E+01 -2.317E+01
```

```
R VARIABLE R = 1.2
*****
FREQ VM(1) VPC1) IH(VI)
5.000E+01 2.098EH) 1.198E+00 7.213E+01

FREQ IP(VI) IMIR21 IPIR21
5.000EH)1 -2.142E+01 7.213E+01 -2.142E+01
```

```
KISA İLETİM HATTI
V2 i 5 AC 17915.5B 0
VI 0 i AC 0 0
EI 5 6 1 2 !
R1 1 3 10.2
R2 2 4 2H.24
L1 3 2 0.0334
L2 4 0 L V A R I A 5 L E 0.321
.HOE EI L V A R I A B L E I N D
.BTEP İ N D L V A R I A B L E İ L İ 0.B 1.2 0.1
.AC LIM 1 50 50
.PRINT AC V<(I) VPM IM(VI) IP(VI) IH(R2) I?(R2)
.EVD
```

```
L VARIABLE L = .8
*****
FREQ VH(1) VPU) IH(VI)
5.000E+01 2.108E+04 1-473E+00 8.701E+01

FREQ IP(VU) IIR21 IPIR21
5.000E+01 -2.063E+01 1.701E+01 -2.063E+01
```

```
L VARIABLE L = .9
*****
FREQ VM(I) VP(1) IK(VI)
5.000E+01 2.108E+04 1.323E+00 3.551E+01

FREQ IPIV1 IHIR21 IP(R2)
5.000E+01 -2.291E+01 8.541E+01 -2.296EK11
```

```
L VARIABLE L = 1
*****
FREQ VK(I) VPII) IN(VI)
5.000E+01 2.105E+04 1.176E+00 9.412E+01

FREQ IPIV1 IHIR21 IP(R2)
5.000E+01 -2.521E+01 8.412E+01 -2.521E+01
```

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ


```

IVAR'ASIE L = t.1
*****
FP.E3      V!^(L)      VP'.İ)      !M(V!)
5.000E+01  2.107E+01  İ. 039E+00  9.256E+01

FREÜ      İPİVİİ      I«(R2)      IP!R2I
5.000E+01  -2.737E+01  6.256E+0İ    -2.737E+0İ

```

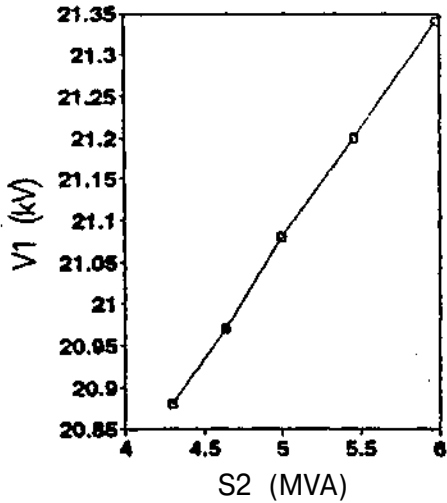
```

LVARİA9LE L = 1.2
*****
FREQ      VIKI)      VPU)      IM(VI)
5.000E+01  2.104E+04  9.074E-0!    İ.095EMJ1

FREQ      İPİVİ)      !MI>Z)      İPIF.2I
5.000E+0!  -2.74eE+'J!  3.095E+0İ    -2.94feEtOJ

```

Analiz sonuçlarındaki VM(1) , VP(1) sırasıyla hatbaşı geriliminin genliği ve açısını; IM(V1) ve IP(V1) hat başı akımının genliği ve açısını. IM(R2). IP(R2) hatsonu akımının genliğini ve açısını tariflemektedir. Ayrıca aşağıda, hat sonundaki çekilen yükün (S2) değişmesi ile hat başı geriliminin (V) değişimi Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5'de de görüldüğü gibi (hat sonu geriliminin sabit kalması halinde) yük arttıkça, hattaki gerilim düşümü sebebiyle hat başı gerilimi de artmaktadır.



Şekil 5. Örnekteki Kısa İletim Hatü için Yük (S2) Ue Hat Başı Geriliminin (V) Değişimi

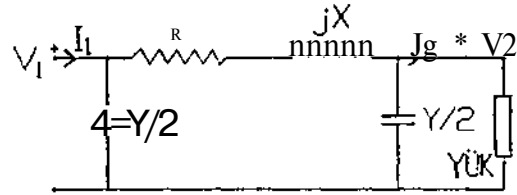
2.2. Orta Uzunluktaki İletim Hattı Analizi

Bilindiği gibi orta uzunluktaki iletim hatlarının eşdeğer devresi nominal «ve nominal T olarak verilebilir. Şekil 6'da verilen

Çankırı-Çorum arasındaki 119.375 km uzunluğundaki 154 kV'luk hattın [5] karakteristik değerleri şöyledir: Direnci $R=16,0$ Q. endüktif reaktansı $X=51,4$ Q ve admitansı $Y=j3$ 13,1 (imho). Bu hattın sonundan güç faktörü $\text{Cos}\phi=0,90$ (end.) $S_2=50$ MVA lık yükün bağlı olması hali göz önüne alınmıştır. Kısa iletim hattı analizinde de olduğu gibi yük değişikliği, (% olarak) yük direnci (R2) ve endüktansı (L2) değiştirilerek yapılmıştır.

Aşağıda yer darlığı sebebiyle sadece nominal JT devresi analizine ait PSpice programı ve 50 MVA lık yük için analiz sonucu verilmiştir.

$R=16,0Q$ $\text{Cos}\phi>2-0,90$ (end.)
 $X=51,4Q$ $S_2=50$ MVA
 $Y/2=j$ 15635 μmho $V_2=154/\sqrt{3}$ kV



Şekil 6. Örnek Olarak Verilen Orta Uzunluktaki İletim Hattı

Eşdeğer Devresi (Nominal JT devresi)

```

ORTA UZUNLUKTA İL. HAT «HCH. P!)
V2 1.5 AC 88911.94 0
VI 0 4 AC 0 0
EI 5 6 ! 2 1
RI 1 3 İá
R2 2 4 RARIABLE 426.88
LI 3 ≥ 0.163
L2 4 0 0.64
CI 1 0 0.4V8U
C2 2 0 0.499U
.MODEL RARIABLE RES
.STEP SES RARIABLE(R) 0.9 1.2 0.1
AC LIH 1 50 50
.PRINT AC VHUJ 'I/Pü) IIUV1) IP(V1) JIHIS2) IP(R2)
.HIDTH ÖÜT=İ32
.ENO

```

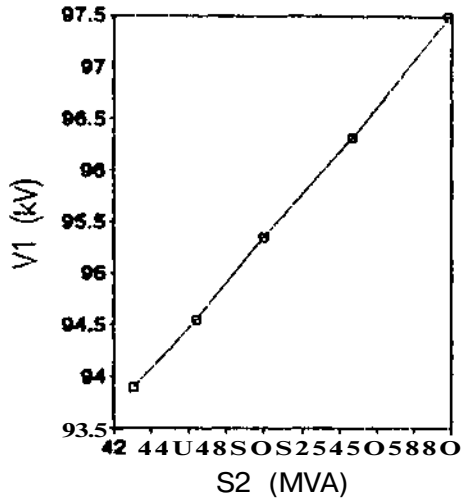
```

RVARIA8LE R = t
*****
FREQ      VHIin      vp(i)      İH'.VI!
5.000E+01  9.535E+04  4.İİ2E+00  1.7İ9E+02

FREQ      İPİVİI      İMİR2)      İP(R2)
5.000E+01  -1.693E+01  1.534E+02  -7.522F+0İ

```

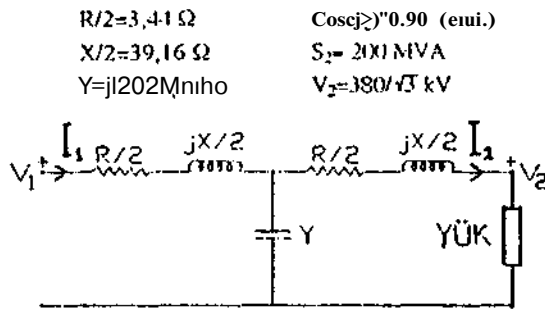
Şekil 7'de nominal x devresi için hat sonundan çekilen yük (S₂) ile hat başı geriliminin (V₁) değişimi verilmiştir.



Şekil 7. Örnekteki Nominal re Devresi için Elde Edilen Değişim

2.3. Uzun İletim Hattı Analizi

Şekil 8'de eşdeğeri verilen L=291.859 km uzunluğundaki tek devreli üç fazlı 380 kV'luk Ankara II-Kayabaşı hattı /5\ öz önüne alınmıştır. Hatın karakteristik değerleri : direnci r=0.0233 Q/km, endüktif reaktansı x=0,2658 Q/km, admitansı y=j4.19 umho/km'dir. Hat sonunda S[^]ZOO MVA ve Cosφ₂~0.90 (end.)'dir. Daha önce anlatıldığı şekilde analiz yapılmış olup eşdeğer T devresi için analiz programı ve sadece S₂=200 MVA (Cosφ₂=0,90 end.) yük için sonuçlar verilmiştir.



Şekil 8. Örnekte Verilen Uzun İletim Hattına ait Eşdeğer Devre (Eşdeğer T devresi)

```

UZUN IL.HATU.(EE-DESE3 D
VM 7 HIC 219373.1 0
7! 0 3 AC Ü '
E! 7 3 1 2 1
S! 1 3 3. M
?!! 4 5 3.44
C 4 0 3.82U
L11 5 2 0.124
*Z 2 i SVfSIAPLE 44?. B
L1 3 4 0.124
LJ 6 0 0.975
-MODEL R VARIABLE RES
. STE? RE5 RVWIABLE(R) 0.S 1.2 0.1
.AC LIX ! 50 50
.PRINT AC Vd(I) VP(I) ÎM.V11 ÎP(V1) ÎM(R2) ÎP(R2)
.EMD

```

```

SVfRIABLE R = .8
*****
FSEQ VH(1) VPI1) IH(V1)
5.000E+01 2.255E+05 5.911E+00 3.122E+02

FREQ ÎP(V1) ÎM(R2) ÎP(R2)
5.000E+01 1.547E+01 3.831E+02 -3.051E+01

```

```

RVASIAELE S = .9
IUUIHiiiiHIIHdIIHfIIMHIKfHIIH
FSE9 VHÜ) VP(1) !H(V1)
5.000E+01 2.239E+05 5.71EE*00 3.04BE*02

FSEQ !P(V1) ÎM(R2) 1P(R2)
5.000E+01 2.268E+01 3.123E+02 -2.764E+01

```

```

SVRRIHfLE R = 1
*****
FP.E0 V11Ü) VP(1) IH (VI)
5.000E+01 2.211E+05 5.451E+00 2.989E+02

FR.E0 IP(V1) !I(R2) IP(R2)
5.000E+01 2.800E+01 3.054E+02 -2.524E+01

```

```

RVARIABLE R = 1.1
IIHIIiiiiHIIHIIUiiMIIHIIiKHIH
FPE3 VK(I) VP(I) !H(VI)
5.000E+01 2.20ZE+05 5.138E+00 2.940E+02

FREB IP(V1) !I(R2) IP(R2)
5.000E+01 3.241E+01 2.821E+02 -2.320E+01

```

```

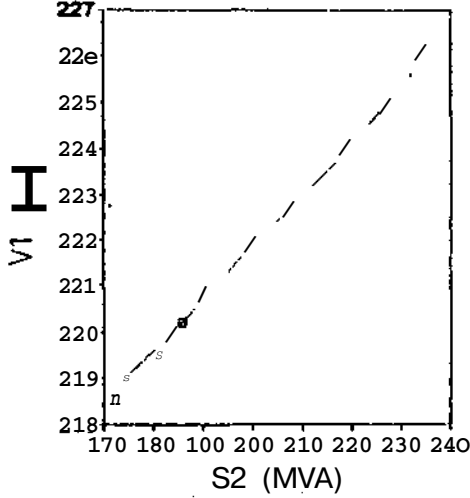
RVARIABLE R = 1.2
IttitIIHfHIIHIIHIIiiiiHIIHIIIMUII
FRE9 V(I) VP(I) IH(V1)
5.000EMM 2-1SSE+05 4.934EHÖ 2.900E+02

FRE9 !P(V1) ÎM(R2) 1P(P,2)
5.000E+01 Z.ine^OZ 3.143E+01 -7-HIFtfl

```

KAYNAKLAR

Şekil 9'da eşdeğer I' devresi için hal sonundan çekilen güç (ST) ile hal başı geriliminin (V) değişimi verilmiştir.



Şekil 9. Örnekteki Eşdeğer T Devresi için Elde Edilen Grafik

SONUÇ

Bilindiği gibi elektrik devrelerinin analizi, güllümüzde ya özel program yazılımlarıyla ya da paket programlar yardımıyla yapılmaktadır. Bu çalışmada iletim hatlarının PSPICE destekli analizi yapılmıştır. Yapılan analizin hesaplama sonuçları aşağıdadır:

- Hat sonundaki yük (burada endüktiftir) arttıkça hat başı gerilimi de artmaktadır (hat sonu geriliminin sabit kalması hali için).

- Hat sonundaki yükün artmasıyla hat başı akım değerleri de artmaktadır.

-Orta ve uzun iletim hatlarına ait hat başı ve hat sonu akım değerleri (haldin süseptansı sebebiyle) birbirinden farklı olmaktadır.

Bu neticeler, bilinen teorik sonuçlar ile tamamen uygunluk göstermektedir.

Güç akış algoritmalarının yazılım zorlukları, yazılım süresinin uzunluğu, bellek kapasitesi sınırlamaları v.b. sorunları gözönüne alındığında enerji iletim hatlarının PSPICE tekniği ile analizi, daha kısa süreli ve pratik bir çözüm olarak gözükmektedir.

111 ÇAKIR. M.. Enerji İletimi. 1989.

[2] BERGEN. A.R.. Power Systems Analysis. Prenlice Hall. 1986.

[3] RASHİD. M.H.. SPICE for Circuits and Electronics Using PSpice. Prentice Hall, 1990.

[4] BANZUAF. W.. Computer-Aided Circuit Analysis Using PSpice. Prentice Hall, 1992.

[5] TEK. Türkiye Ulusal Elektrik Ağındaki Havaî Hatların. Trafoların ve Generatörlerin Elektrik Karakteristikleri, 1991.

YAZARLAR



KOCATEPE, Celal,
1962 yılında Kastamonu'da doğdu. 1985 yılında İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi'nden mezun oldu. 1 yıl kontrol ve kumanda tabloları imalatında çalıştı.

1992'de Yıldız Ün. Fen Bilimleri Ens.'ten Elektrik Yüksek Müh. unvanını aldı. 1993'te Yıldız Teknik Univ. Fen Bilimleri Ens. Elekt. Müh. programında doktora çalışmalarına başladı. 1991'den beri Yıldız Fek. Üniv.Elekt.-Elektronik Fak. Elekt. Müh. Böl. Elekt. Tesisleri Ana B.Dalında Araş. Gör. olarak görev yapmaktadır. KOCATEPE, çalışmalarını ağırlıklı olarak doğru akımı ile enerji iletimi ve güç sistem hannonikleri konularında sürdürmektedir.



ATTAR, Ferit, 1959
- yılında İstanbul'da doğdu. 1984 yılında Yıldız Üniv. Elekt. Müh. Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl İskenderun Demir Çelik Fab.'da kontrol müh. olarak çalıştı. 1987 yılında Yıldız Ün. Fen Bil. Ens.'den Elekt. Yük. Müh. unvanını aldı. 1986 yılından beri Yıldız Tekn. Univ. Elekt.-Elektronik Fak. Elektrik Müh. Böl. Elektr. Mak. Ana B.Dalında Araş. Gör. olarak çalışmakta olup 1987'de doktora çalışmalarına başladı. Çalışma alanları Elekt.-Elektronik ölçmeleri, sayısal sistemler, güç sistem hannonikleridir.

DUSUK KAPASITELI GÜÇ SİSTEMLERİNİN YÜKLENEBİLİRLİLİK
PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜNDE STATİK VAR KOMPANZATÖRÜN ROLÜ

Aslan İNAN

Celal KOCATEPE

Bekir MUMYAKMAZ

Y-T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi
Elektrik Müh.Böl-
80750 Besiktas/İSranBUL

ÖZET

Radyal iletim hatlarının alıcı ucundaki gerilim stabilitesi, bu uca bağlanacak yükün karakter ve miktarı üzerine bir sınır koyar. Statik var kompanzatör, yük ucundaki gerilimi destekler ve bu nedenle hatların yüklenebilirlikleri artar. Bu çalışmada, radyal iletim hatlarının geçici yüklenebilirlik sınırlarını arttırmada yük ucundaki kontrol edilebilir var kompanzatör SVC (statik VAR kompanzatör) Vn'in etkinliği gösterilmiştir.

1. Giriş

Statik var kompanzatör, çeşitli tekilik ve ekonomik avantajlar sağlayan bir eleman olarak bilinir. Statik şönt kompanzatörler, hızlı cevap, yüksek güvenilirlik, düşük çalışma maliyeti ve işletme esneklikleri ile karakterize edilirler. Fonksiyonel olarak iki sınıfa ayrılabilir: Birincisi; spesifik yük bozukluklarını kompanze etmek, ikincisi; iletim hattı uc gerilimini regüle etmektedir. Birinci sınıftaki genel amaçlar, dinamik yük dengelemesi ve güç faktörü düzeltimi; ikinci sınıftaki amaçlar ise uç gerilim dengelemesi ve regülasyonudur.

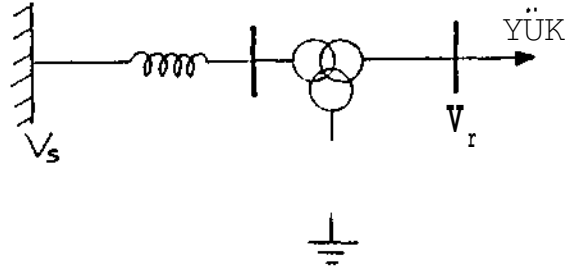
Yeni kontrol algoritmalarının oluşturulmasıyla güç sistemi çalışmalarında geniş uygulama sahaları doğmuştur. Bunlar; dinamik aşın gerilimlerin kontrolü, sistem stabilitesinin iyilesti-

rilmesi ve iletim hatlarının güç taşıma kapasitelerinin arttırılması olarak özetlenebilir /1/.

Bu yazıda yük ucunda kontrol edilebilen kompanzatörün (Tristör-anahtarlamalı reaktör-sabit kondansatör) yüklenebilirlik sınırına etkisi gösterilmiştir.

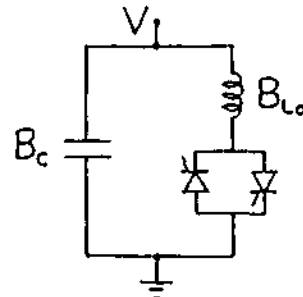
2- Analiz Modeli

Analizde düşünülen güç sistemi, şekil-1'de gösterilmiştir.

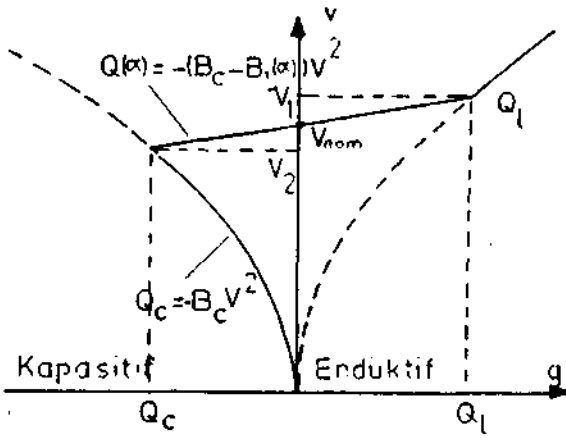


Şeki 1-1. Güç sistem modeli

Kontrol edilebilen var kompanzatörün şematik diyagramı şekil-S'de, gerilim-reaktif güç bağıntısı ise şekil-3'de gösterilmiştir.



Şeki 1-2. Var kompanzatörün şematik gösterimi



Sekil-3. Kompanzatorun sürekli halde gerilim-reaktif güç bağıntısı

Tristörlerin tetikleme açısı α ya bağlı süseptans bağıntısı.

$$B(\alpha) = B_c - B_L(\alpha) \quad (1)$$

dır. Reaktif gücün α ile değişimi ise,

$$Q(\alpha) = -(B_c - B_L(\alpha)) \cdot V^2 \quad (2)$$

şekindedir. Burada,

B_c : Sabit kondansatörün süseptans değeri,

B_L : Tristör kontrollü reaktörün α ile değişen süseptansı,

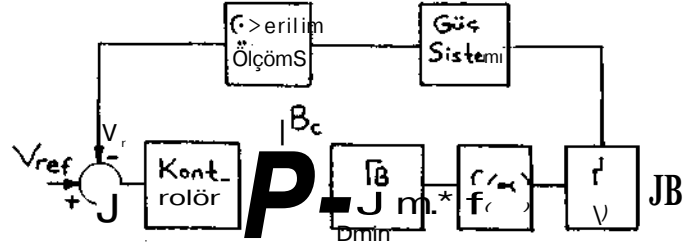
V : Uç gerilimidir.

Uç gerilimi, nominal gerilimin üzerinde ise ($V > V_{nom}$) kompanzator endüktif karakterde olacak ve şebekeden endüktif reaktif güç alacaktır [$Q(\alpha) > 0$]. $V_{nom} > V$ ise kompanzator kapasitif karakterde olacak ve sisteme kapasitif reaktif güç verecektir.

$$[Q(\alpha) < 0]$$

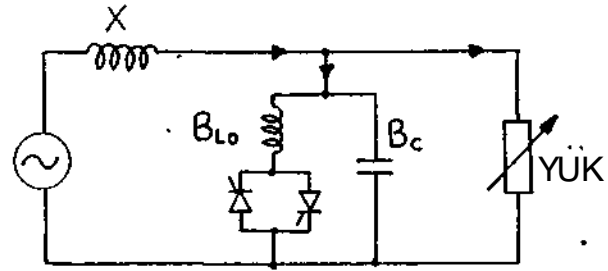
Sekil-4'de yukarıda formüle edilen bağıntıları gerçekleştirecek bir kontrol modeli verilmiştir. Bu kontrol modelinde süseptans, lineer ve sürekli olarak kontrol edilebilir. Burada güç sistemi, kompanzator kontrol modelinin geri besleme hattını oluşturur. Bu geri besleme hattı, bağlı bulunan süseptanstaki değişiklikler karşılık olarak hat sonu gerilimini verir.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ



Sekil-4. Statik var kompanzatorun blok diyagramı

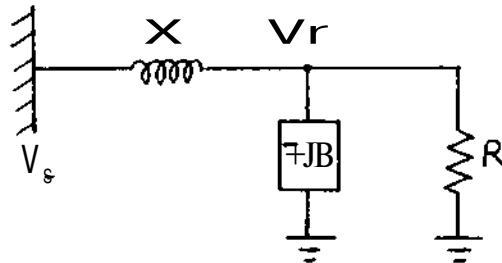
Statik var kompanzatorun performansını görebilmek için bir fazlı devre seçilmiştir (Sekil-5).



Sekil-5. Yük ve kompanzator'dan oluşan bir fazlı devre

3. Uygulama

Örnek sistemin eşdeğer devresi şekil-6'da gösterilmiştir.



Sekil-6 Sistemin eşdeğer devresi

Hat verileri:

130 kV

$X = 0,408 \text{ fi/km}$

$B = 2,89 \text{ } \mu\text{mho/km}$

Hattın direnci, basitleştirme amacıyla ihmal edilmiştir /I/.

R = Yüknün aktif güc bileşenini gösteren eşdeğer dirençtir.
B = Bileşke süseptans (Yükün endüktif kısmının iletini hattı süseptansının ve kompanzator süseptansunun toplamı) dır.

Yüksüz durumda, $V_r = V_s = 1 \angle 0^\circ$ pu ideal durumdur.

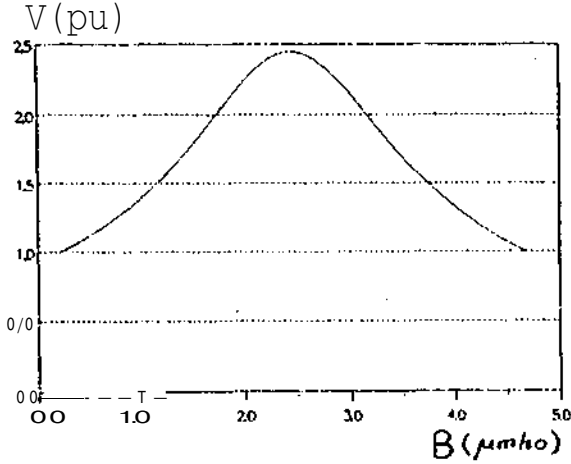
Yüklü durumda ise, hatsonu gerilimi:

$B > 0$ kapasitörler
EKO endüktörler olmak üzere,

$$|V_r| = \frac{2,45}{\sqrt{1 - (2,45B)^2}} \quad (3)$$

şeklinde verilebilir.

V_r ile B arasındaki ilişki şekil-7'de gösterilmiştir.



Şekil-7. V_r -B değişim grafiği

Hatsonu gerilimini birim değere (<1 pu) yükseltmek için gerekli süseptans değerleri (3) denkleminin çözümünden,

$$B = 0,21337 \text{ ve } B = 4,68662$$

olarak bulunur. Ekonomik açıdan küçük süseptans ($B = 0,21337$) değeri seçilir.

1230

Bir taşıma hattının yüklenebilirliğinin ölçüsü SIL CŞurge Impedance Loading) ile verilir.

$$SIL = \frac{|V_r|^2}{Z_c} \quad (4)$$

dır. Burada $Z_c = \sqrt{Z/Y}$, hattın karakteristik empedansıdır.

Ömek uygulamada el© alınan hat için, SIL=100 MW olarak hesaplanmış olup bu değerin üzerindeki yüklemeler ekonomik olmamaktadır.

Yükteki değişmeler© paralel olarak hatsonu gerilimi değişeceğinden yük l©nebilirliği d© değişecektir. Yüklerin çoğu omik endüktif karakterde olduğundan hatsonu gerilimi düşecektir. Bu durumda hattın yüklenebilirliği azalır.

Bu probleme çözüm olarak düşünülen statik VAR kompanzatorUn yerleştirilmesinde asıl amaç: Sistemin bileşke süseptans değerini, hatsonu gerilimini istenen değerde tutacak süseptans değerine (Ömek sistemimizde $B = 0,21337$) ayarlamaktır. Böylece hattın yüklenabilirliğinin daima maksimum seviyede kalması sağlanacaktır.

Yükün kapasitif karakterde olması hali için de aynı işlem geçerli olacaktır.

4. Sonuç

Ara yük barasının, üretim yerinden uzak mesafede bulunması durumunda yük ucunda yeterli bir gerilim desteği olmadıkça bu uçta gerilim kararsızlığı sorunu olacaktır. Yükün reaktif güc talebini uygun miktarda reaktif güc üretmek < veya absorblayarak > karşılayacak bir eleman kullanılacağı gerilim yetersizliği sorunu çözülecektir. Bu gerilim desteğini sağlamada kullanılan statik VAR kompanzatorlarla hatların daha verimli işletilmesi mümkün olmaktadır.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

Kaynaklar

/1./ Abdel-Aty Edris. "Controlable variable capacitor: A Potential Solution to Loadability Problem of Low Capacity Power Systems" IEEE Trans. on Power Systems, Vol.2, August 1987.

/2/ İNAN A., "Statik VAR Kompansatörlerinin Enerji İletim ve Dağıtım Sistemlerine Uygulanması" Y.T.U., Y. Lisans Tezi, 1992.

Yazarlar



İNAN, Aslan. 1968 yılında Amasya'da doğdu. 1990 yılında Yıldız Univ. Elekt.Müh. Bölümünden mezun oldu. 1992 yılında Yıldız Univ. Fen Bil.Ens. 'den Elk. Yük. Müh. unvanını aldı. 1992 yılından beri Yıldız Teknik Univ. Elektrik-Elektronik Fak. Elektrik Müh. Böl. Elektrik Tesisleri Ana Bilim Dalında Ars. Gör.olarak çalışmakta olup, 1993 de doktora çalışmalarına başladı. Çalışma alanları; SVC uygulamaları, mikrokontrolör uygulamaları ve güç sistem kontrolü'dür.



KOCATEPE, Celal. 1962 yılında Kastamonu 'da doğdu. 1985 yılında İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi 'nden mezun oldu. 3 yıl kontrol ve kumanda tabloları imalatında çalıştı. 1992' de Yıldız Univ. Fen Bil.Ens. 'nden Elk.Yük.Müh. Unvanını aldı. 1993' te Yıldız Teknik Univ. Fen Bil. Ens. Elekt.Müh. programında doktora çalışmalarına başladı. 1991' den beri Yıldız Tek. Univ. Elekt-Elektronik Fak. Elekt.Müh. Böl. Elekt. Tesisleri Ana bilim Dalında Ars. Gör. olarak görev yapmaktadır. Çalışmalarını ağırlıklı olarak doğru akım ile enerji iletimi ve güç sistem harmonikleri konularında sürdürmektedir.



MUMYAKMAZ, BEKİR. 1967 yılında Afyon'da doğdu. 1988 yılında Yıldız Univ. Elekt.Müh. Bölümünden mezun oldu. 1990 yılında Yıldız Univ. Fen Bil.Ens. 'den Elk. Yük.Müh. ünvanını aldı.

Yıldız Tek. Univ. Elekt-Elektronik Fak. Elekt. Müh. Böl. Elekt. Tesisleri Ana Bilim Dalında Ars.Gör. olarak çalışmakta olup, 1993'de doktora çalışmalarına başladı. Çalışma alanları; Yüksek Gerilim Hatlarıdır.

DAĞITIM ŞEBEKELERİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM YÖNTEMLERİ

Belgin (EMRE) TÜRKAY
İTÜ Elektrik. Elektronik Fakültesi
Elektrik Mühendisliği Bölümü
Gümüşsuyu/İSTANBUL

ÖZET

Yapılan çalışmanın amacı, alçak gerilim dağıtım şebekelerinin bilgisayar destekli tasarımının yapılabilmesi için matematiksel modelin oluşturulması ve geliştirilen modelin bilgisayar ile çözülmesidir. Çalışmada şebeke tasarım probleminin çözüm hızının artırılması hedefi yanında şebekedeki enerji kesintilerinin, kayıpların ve gerilim düşümlerinin de azaltılması amaçlanmıştır. Tasarımda kullanılan modelin özellikleri: transformatör merkezlerinin yerleştirilebileceği yerlerin seçilmesi, transformatör giicünün seçilmesi, hat güzergahlarının seçilmesi, güvenirliliğin sağlanması ve bu koşullar altında en düşük maliyetli şebeke tasarımının belirlenmesidir.

GİRİŞ

Genel olarak bir sistemin tasarlanması aşamadaki aşamalardan geçmektedir:
i) Düşünsel - İşlevsel tasarım,
ii) Fiziksel model tasarımı,
iii) Matematiksel model tasarımı (statik veya dinamik),
K/Tasarımdan elde edilen sonuçların irdelenmesi.

Tasarıma yönelik araştırmaların hedefi " En iyi (Optimal)" tasarımı bulmaktır. Doğal olarak "en iyi" yi belirleyecek husus, bu amacı gerçekleştirmek için kullanılacak olan kriterlerdir (Objektif fonksiyon, amaç fonksiyonu). Buradanda anlaşılacağı gibi şebeke tasarım probleminde en önemli husus objektif fonksiyonu oluşturmaktır.

Elektrik enerjisine duyulan gereksinim, gün geçtikçe üstel biçimde artmakta , bu artışı karşılamak üzere büyük güçlü üreteçler tesis edilmesi ve üretilen enerjiyi iletilecek ve dağıtacak olan şebekelerin optimum bir şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Bugün birçok ülkede dağıtım şebekelerinin tasarımı amacıyla bilgisayar kullanılmaktadır.

1232

Doğal olarak bilgisayarlarda hesap yapmak diğer yöntemlerden çok daha zordur. Buna karşılık bilgisayar yardımıyla daha ayrıntılı bir analiz yapmak mümkündür. Böylece mühendis hesapları yapmak yerine sadece sonuçları incelemek için zaman harcamaktadır. Dağıtım şebekelerinin bilgisayar destekli tasarımında oldukça fazla değişken ve sınır içeren optimizasyon problemi ile karşılaşmaktadır.

OPTİMUM DAĞITIM ŞEBEKESİ TASARIMINI BELİRLEYEN YÖNTEMLER

i) Heuristik yöntem:

Bu yaklaşımda bilgisayar programının her aşamada ürettiği şebekelerden planlamacıya göre en iyi olanı seçilir. Bu yöntemin en önemli üstünlüğü, planlamacının arzu ettiği an tasarıma müdahale etmesidir. Bu yöntemin diğerlerinden en önemli farkı deneyimlerin ve formal matematiğin kombinasyonu olmasıdır. Bütün bunların yanısıra maliyet denklemlerinin elde edilmesi sırasında yapılan kabullerin tasarımı yapan kişiye bağlı olması sebebiyle aynı şebeke için farklı maliyet ifadeleri bulunması durumuyla karşılaşmaktadır /1 /.

ii) Matematiksel Programlama Yöntemi:

Amaç fonksiyonunun ve sınır koşullarının belirten - denklemler kümesi bilindiğine göre herhangi bir programlama problemi matematik bir dille ifade edilebilir. Matematiksel programlamanın konusu bu problemin çözümünü bulmak ve özellikle verilenler olarak kullanılan gerçek değerler cinsine göre amaç fonksiyonunun optimum (minimum veya maksimum) yapan çözümü bulmaktır. Verilen amaç fonksiyonu ve problemin tarif edilen şartları değişik formlarda olabilir. Problemdaki sınır şartlarına göre matematiksel programları lineer ve lineer olmayan programlama problemleri olarak ikiye ayrılır.

Lineer programlama problemi lineer sınır denklemleri ile kısıtlanmış değişkenlerin fonksiyonu olan bir amaç fonksiyonunun minimum ya da maksimum yapılması problemi /2/.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

Klasik bir lineer programlama probleminde amaç fonksiyonu.

$$z = \sum_{i=1}^N c_i x_i \quad (0)$$

olarak ifade edilir. Sınır denklemleri ise

$$A_{i1}x_1 + A_{i2}x_2 + \dots + A_{iN}x_N \leq, =, \geq B_i \quad (2)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_N \geq 0$$

şeklinde. Bu denklemlerde z optimize edilecek olan fonksiyonu göstermektedir. Şebeke tasarım probleminde ise z minimize edilecek olan toplam maliyettir. Cj katsayısı Xj değişkeni ile ilgili maliyettir. Matematiksel olarak açıklayacak olursak Aj, Bj belirli sabitler Xj ise karar değişkenidir.

Genel lineer programlama probleminin değişik çözümleri vardır. Çeşitli çözümlerin tipine göre bunlara değişik isimler verilir. Dağıtım şebekesi tasarımı ayrıık yapıda bir problem olduğu için, belirli bir bölgenin ayrıntılı bir tasarımını basit lineer programlamanın sürekli değişkenleri ile yapmak mümkün değildir. Bu yüzden şebeke analizinde tamsayı veya karma değişkenli programlama yöntemleri kullanılmaktadır. Tamsayı programlama probleminde optimize edilecek değişkenlerin tümü, karma değişkenli programlama probleminde ise değişkenlerin bazıları tamdeğerli olarak sınırlandırılmıştır.

Karma değişkenli programlama tekniği ile dağıtım şebekelerinin tasarımı ilk olarak Gönen ve Foote tarafından geliştirilmiştir. Ancak Gönen ve Foote lineer olmayan maliyet eğrilerini parça parça lineerleştirdikleri için geliştirdikleri modelde değişken sayısı artmıştır/3/, (Al. /5/).

iii) Dinamik Programlama Yöntemi:

Dinamik programlama problemi daha çok şebeke büyüme problemine uygulanır. Bu yöntemin uygulanması sonucunda her yıl için çeşitli şebeke tasarımları geliştirilir. Dinamik programlama tekniği ile dağıtım şebekesinin tasarımına ilişkin çok ez çalışma vardır. Bunun en önemli sebeplerinden biri, bu tür yaklaşımda değişken sayısının çok fazla ve tasarım işleminin karmaşık olmasıdır.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

DAĞITIM ŞEBEKELERİNİN MALİYET ANALİZİ

Genel olarak bir enerji dağıtım şebekesinin maliyet analizi, tesis masrafları (sabit masraflar) ve üretim masrafları (değişken masraflar) olmak üzere iki kısımda ele alınmaktadır. Burada söz konusu edilen dağıtım şebekesinin maliyet hesapları

- Şebekedeki hatların ve
- Dağıtım transformatör merkezlerinin maliyetlerinin toplamı olarak ele alınmıştır.

Dağıtım Şebekesinde Hatlara İlişkin Maliyet Hesabı

Belirli bir tipteki hattın birim uzunluk başına toplam yıllık maliyeti,

$$TYM = M_t + YEM + YGM \quad (TL/m) \quad (3)$$

dir. Burada

TYM : Hattın yıllık toplam maliyeti (TL/m)

Mj : Hattın yıllık tesis maliyeti (TL/m)

YEM : Hattın yıllık enerji kayıp maliyeti (TL/m)

YGM : Hattın yıllık güç kayıp maliyeti (TL/m)

olarak tanımlanmaktadır.

Hatların yıllık tesis masrafı, bu hatlar için yapılan yatırımın belirli bir yüzdesi olarak ifade edilmektedir.

$$M_i = YM \cdot i \quad (A)$$

(A) denklemindeki büyüklükler,

YM : Hattın yatırım masrafı (TL/m)

i : Sabit maliyet oranı (%)

olup, i sabit maliyet oranı yıllık net faiz yüzdesi ile amortisman oranının toplamına eşittir.

Hatlardaki joule kayıpları sebebiyle oluşan enerji kayıp maliyeti.

$$YEM = 3I^2 R \cdot f_E (YF) F_k 8760 10^9 \text{ ÇTL/m} \quad (5)$$

(5) denklemindeki büyüklükler

I : Hat akımı (A)

R : Hattın birim direnci (O/m)

f_E : Enerji fiatı (TL/kWh)

(YF): Yük yerleşim faktörü

F_k : Kayıp faktörü

olarak tanımlanmaktadır. Yük yerleşim faktörü şebeke yükü tekil yük ise 1. eşit yaylı yük ise 1/3 değerini almaktadır. Kayıp faktörü ise ortalama güç kaybının maksimum yükteki güç kaybına oranıdır ve şehirler için

$$F_k = 0.3 (YF) + 07 (YF)^2 \quad (6)$$

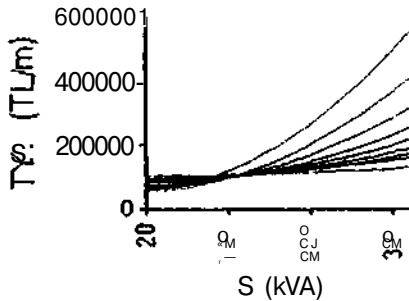
bağıntısı yardımıyla hesaplanır.

Dağıtım şebekesinde oluşan joule kayıplarını karşılamak için sistem kapasitesini bu kayıplar kadar arttırmak gerekmekte ve bu artışın getirdiği masrafada yıllık güç kayıp maliyeti denilmektedir. Güç kayıp maliyeti.

$$YGM = 3I^2 R_n (YF) F_r \{ (a_G i_G) + (a_T i_T) \} + (a_s y) 10^* \quad (TL/m) \quad (7)$$

dir. (7) denklemindeki büyüklükler
 a_Q : Üretim sisteminin birim maliyeti (TL/kW)
 i_G : Üretimin sabit maliyet oranı (%)
 a_T : İletim sisteminin birim maliyeti (TL/kW)
 i_T : İletimin sabit maliyet oranı (%)
 a_s : Bölge indirici merkezin birim maliyeti (TL/kW)
 i_s : Bölge indirici merkezin sabit maliyet oranı (%)
 şeklinde tanımlanmaktadır/6/.

Alçak gerilim yeraltı kablosunun yıllık toplam maliyetinin güce göre değişimi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Alçak gerilim yeraltı kablosunun birim uzunluk için toplam maliyetinin farklı kesit değerleri için güce göre değişimi
 Dağıtım Transformötör Merkezinin Maliyeti
 Dağıtım transformötör merkezinin maliyeti de hatların maliyetinde yapıldığı gibi hesaplanmaktadır. Bu hesap.
 $TYM_{tr} = M_{ttr} + M_{ktr} \quad (8)$
 biçiminde olup, burada

TYM_{tr} : Dağıtım transformötör merkezinin yıllık toplam maliyeti (TL)

M_{ttr} : Dağıtım transformötör merkezinin yıllık tesis masrafı (TL)

M_{ktr} : Dağıtım transformötör merkezinin yıllık kayıp masrafı (TL) olarak tanımlanmıştır.

Tesis masrafı transformötör merkezinin tesisi ve kuruluşu için yapılan masrafların toplamının belirli bir yüzdesi olarak tanımlanmaktadır.

Kayıp maliyeti hesaplanırken ise transformötörün bir özelliği olarak demir ve bakır kayıplarının getirdiği masrafları hesaba dahil etmek uygun olur. Demir kaybının getirdiği toplam masraf.

$$M_{KF} = (g a_k + 8760 i_E) P_{Fon} \quad (9)$$

bakır kayıplarının gerektirdiği toplam masraf ise

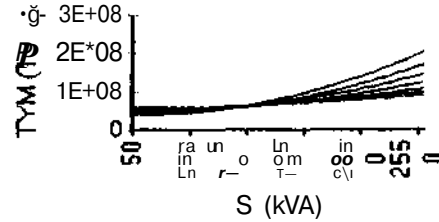
$$M_{KCur} = (g a_k + 8760 \theta y p_M (s/sj)^* (TL) \quad (10)$$

olarak tanımlanır. Sonuç olarak

$$M_{to} = M_{KF} + M_{KCur} \quad (11)$$

bağıntısı elde edilir.

Dağıtım transformötör merkezinin maliyetinin yüke göre değişimi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Çeşitli güçlerdeki dağıtım transformötör merkezlerinde toplam maliyetin yüke göre değişimi

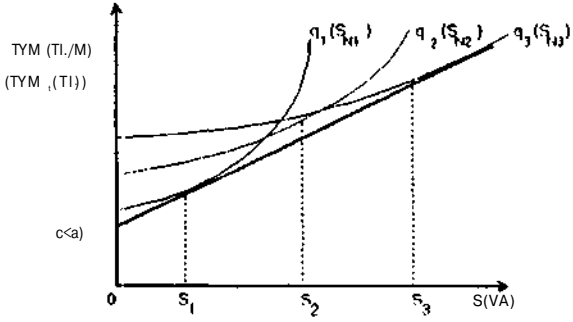
ALÇAK GERİLİM DAĞITIM ŞEBEKESİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI İÇİN GELİŞTİRİLEN MATEMATİKSEL MODEL

Dağıtım şebekelerinin bilgisayar yardımıyla tasarımında en önemli problem, şebekenin özelliklerini yansıtan matematiksel modelin iyi kurulmasıdır. Şebekenin doğal yapısının tanımlanmasına daha uygun olduğu için çalışmada alçak gerilim dağıtım şebekesinin

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

tasarımının gerçekleştirilmesinde karma değişkenli programlama yöntemi kullanılmıştır.

Dağıtım transformatör merkezlerinin ve hatların maliyeti çekilen güce göre lineer olmayan bir şekilde değişmektedir (Bkz. ŞekiH. Şekil2). Doğrusal olmayan maliyet eğrileri, maliyeti minimum yapan zarf eğrisine çizilen teğet yardımıyla lineerleştirilmektedir.



Şekil 3. S gücü iletildiği zaman minimum maliyeti gösteren zarf eğrisi

Lineerleştirilmiş maliyet fonksiyonlarına sabit maliyet modelinin uygulanması ile problem karma değişkenli programlama problemi haline dönüşür.

Sabit maliyet modeli maliyetin sabit ve artan olarak iki kısma ayrılmasıdır. S birim gücü iletilirken toplam maliyet (Z). sabit maliyet modelinde

$$Z(S) = \begin{cases} a(c) + b(d).S & S > 0 \\ 0 & S = 0 \end{cases} \quad (12)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Yalnızca 0 ve 1 değerlerini alan 6 değişkeninin ilave edilmesi ile maliyet fonksiyonları karma değişkenli programlama problemine dönüşmektedir.

Geliştirilen modelde, alçak gerilim dağıtım şebekesinin kayıplarda dahil olan toplam maliyeti gösteren amaç fonksiyonu (Z) şebeke koşullarını belirleyen sınır denklemlerine göre minimize edilmiştir.

Matematiksel Model

Modelde alçak gerilim dağıtım şebekesinin kayıplarda dahil olan toplam maliyeti gösteren amaç fonksiyonu (Z) . şebeke koşullarını

belirleyen sınır koşullarına göre minimize edilmiştir.

Amaç fonksiyonu:

$$\min Z = \sum_{i=1}^{NS} \lambda_{i,j} + \sum_{h=1}^{NS} \mu_{h,j} + \sum_{i=1}^{NT} \nu_{i,j} + \sum_{i=1}^{NT} \omega_{i,j} \quad 0^3 >$$

Sınır denklemleri:

i) Her düğüm noktasında tüketicinin istediği yük karşılanmalıdır.

$$\sum_{i=1}^{NT} (P_{ij} - P_{ji}) \geq P_{ij} \quad \forall j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, m) \quad (14)$$

ii) Hattan geçen güç hattın taşıyabileceği maksimum gücü aşmamalıdır (Isınma sınırı).

$$P_{ij} \leq P_{ij}^{max} \quad \forall y \quad (i = 1, 2, 3, \dots, NT) \quad (15)$$

iii) Seçilmemiş bir transformatörden çıkan hat olmamalı, seçilmiş bir transformatörden NFten fazla hat çıkmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^{in} \beta_{ij} \leq N F \delta_i \quad \forall j \quad (i = 1, 2, \dots, NS) \quad (16)$$

iv) Bölgeye en fazla N tene transformatör merkezi tesis edilmelidir.

$$\sum_{i=1}^{NS} f_{ij} \leq N \quad (17)$$

v) Tasarlanan alçak gerilim şebekesi dallıdır.

$$\sum_{i=1}^{NT} \sum_{j=1}^m \beta_{ij} \leq TW - NS \quad (18)$$

vi) Hatlardaki güç akışı tek yönlüdür.

$$I_{ij} + P_{ij} \leq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (19)$$

vii) Gerilim düşümü belirli sınırlar içerisinde kalmalıdır.

$$|L \cdot \cos \phi - AU_{max} \cdot XA| \leq AU_{max} \cdot XB \quad \hat{Q}$$

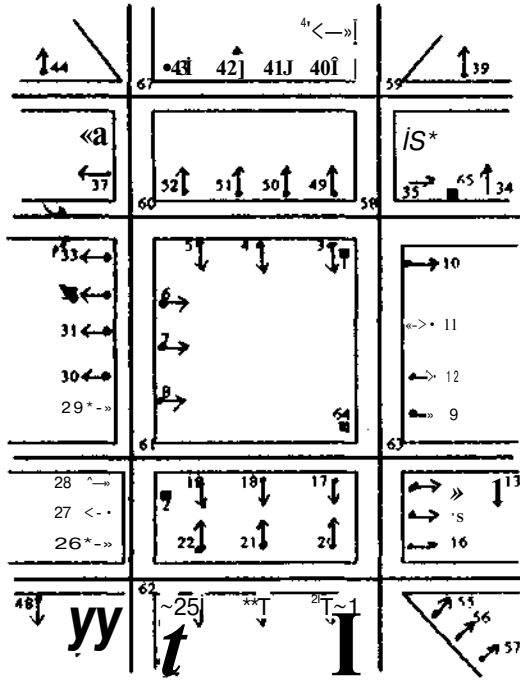
viii) Matematiksel programlama sınırı

$$P_{ij} \geq 0 \quad \forall y \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m) \quad (21)$$

ix)öj »0 veya 1 .öw =0 veya 1 (22)

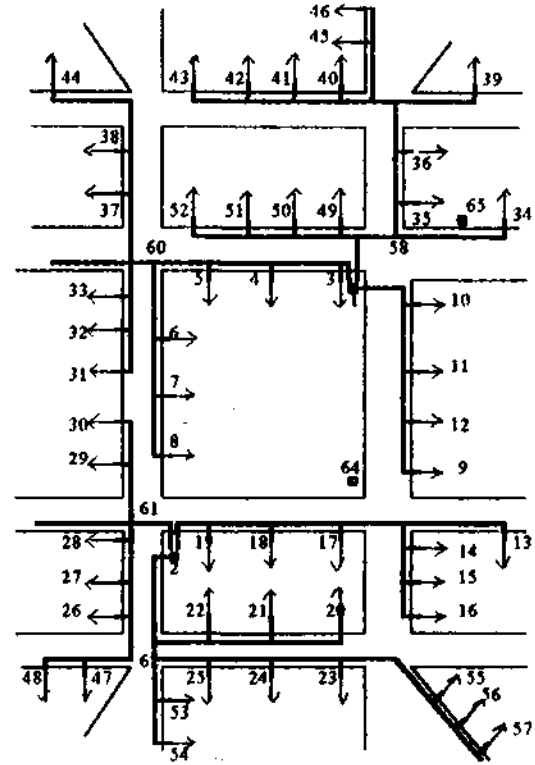
MODELİN UYGULANMASI

Şebeke tasarımı ele alınan bölge için dağıtım transformatör merkezlerinin yerleşebileceği yerler ve bunların geçebileceği yollar Şekil A' de gösterilmiştir.



Şekil 4)Örnek olarak alınan yerleşim bölgesi

Modelin verilen örnek şebekeye uygulanması sonucu bulunan optimal tasarım Şekil 5' de verilmiştir. Şekil 5' de optimum hat güzergahları ve optimizesyon sonucu bulunan transformatör yerleri verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi önerilen dört adet transformatör yerinden sadece 1 ve 2 numaralı yerleşim yerlerinde sırasıyla 1600 ve 1250 kVA'lık transformatörlerin tesis edilmesinin yeterli olduğu da yapılan tasarım sonucu belirlenmiştir.



Şekil 5.Optimum şebeke tasarımı

SONUÇLAR

Şekil A' de verilen yerleşim bölgesi için şebeke tasarımı karma değişkenli programlama problemi olarak formüle edilmiş matematiksel modelin bilgisayar ile çözülmesi sonucunda Şekil5 deki optimum şebeke tasarımı elde edilmiştir. Optimizasyon sonucunda objektif fonksiyonun değeri 528147190 TL olarak bulunmuştur.

Geliştirilen matematiksel model yardımıyla mümkün olan şebeke tasarımlarından en iyisinin seçilme imkanı vardır. En iyi tasarımdan kastedilen toplam şebeke maliyetinin minimum olduğu ve enerji kesintilerinin, kayıpların ve gerilim düşümünün kabul edilebilir değerlerde kaldığı bir şebekenin gerçekleştirilebilmesidir.

Dağıtım şebekelerinin tasarımı amacıyla geliştirilen modelin özellikleri

- Transformatör yerlerinin seçilmesi
- Transformatör gücünün seçilmesi
- Hat yollarının seçilmesi

- iv) Tasarılan şebekede ısınma ve gerilim düşümü sınırlarının kabul edilebilir değerde olması
v) Hatlardaki yük akışının belirlenmesi
vi) Tasarılan şebekede kayıpların kabul edilebilir değerde olması
vii)Tasarılan şebekede toplam maliyetin minimum olmasıdır.

Geliştirilen model de hat parçlarından geçen güç değerleri optimize edildiği için hat kesitleride optimize edilmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde bulunan sonuçların gerçekte de uygulanabilir olması modelin doğruluğunu vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR

/1/CARSON. M.J, CORNFİELD, G., Computer Aided Design of Low Voltage Distttribution Networks, Computer Aided Design. IEE Conf. Publ. 86. pp.121_124.1972

/2/ FOULDS,LR..Optirnization Techniques an Introduction. Springer Verlağ, New York Inc. 1981.

/3/FOOTE. B.L. GÖNEN ,T., Application of Mixed Integer Programming to Reduce Sub Optimization in Distribution System Planning , Modelling and Simulation Conference. pp, 1133_1139.April1979.

/4/ GÖNEN ,T,FOOTE,B.,L, Distribution System Planning Model Using Mixed Integer Programming . Proc. IEE, Vol. 128 . Pt.C. No 2, pp. 70_79, March 1981

/5/ GÖNEN ,T, YU.D:C. A Distribution System Planning Model , IEEE Control of Power Systems Conference (COPS), pp. 70_79, March 1980

/6/ GÖNEN.T.. Electric Power Ttansmission System Engineering. John Wiley and Sons.1988.

/7/ GÖNEN .T., Electric Power Distribution System Engineering , Mc Graw Hill Book Company, 1986

SEMBOLLER

aj : Transformatör merkezinin sabit maliyet bileşeni

öj : Transformatör merkezinin seçilip seçilmediğini gösteren karar değişkeni
b_j : Transformatör merkezinin değişken maliyet bileşeni
qj : Hatların sabit maliyet bileşeni
L_j : Hat parçalarının uzunluğu
/oy : Hat parçasının seçimi ile ilgili karar değişkeni
djj: Hatların değişken maliyet bileşeni
P|j: Tüketicinin yükü

ÖZGEÇMİŞ



EMRE (EMRE) TÜRKAY

11960 yılında İstanbulda doğdu.

1977 yılında Atatürk Kız

Lisesinden mezun olduktan

sonra aynı yıl İTÜ Elektrik_

Elektronik Fakültesi Elektrik

Mühendisliği Bölümüne Fekül_

tesine girdi. 1982_1984 yılları

arasında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek

lisans öğrenimini tamamladı. 1985 yılında

başladığı doktora çalışması halen sürmektedir.

1984 yılından beri İTÜ Elektrik Elektronik

Fakültesi Elektrik Tesisleri Anebilim dalında

Araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

TÜKETİCİLERİN ELEKTRİK ENERJİSİ KULLANMA ALIŞKANLIKLARI VE TÜKETİCİ FAKTÖRLERİ

Nevzat Ozay Nezih Güvev
Elektrik ve Elektronik Müh.Böl.
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Ankara

Ayhan Üreli Tayyar Egeli
TUBİTAK Ankara "Elektronik
Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü
Ankara

ÖZET: Türkiye Elektrik Kurumu ile işbirliği içinde 1992 yılında Ankara'nın ilçesi değişik semtinde gerçekleştirilen bu çalışmada, optik okuyucu ölçü cihazları kullanılarak ev ve işyerlerinde elektrik enerjisi tüketimlerinin zamana göre değişimleri kaydedilmiştir. Bu veriler daha sonra toplanarak bilgisayar ortamına geçirilmiş ve bir veri tabanı programı yardımı ile tüketici faktörlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Hu bildiride, bu araştırmadan elde edilen sonuçlardan örnekler verilecektir.

1. GİRİŞ

Elektrik dağıtım sistemlerinin planlanmasında ve projelendirilmesindeki en önemli kriter mevcut yük yoğunluğu ve yük karakteri ve bu yükün gelecekte getireceği değişimdir. Bu kapsamda, tüketicilerin, elektrikli cihazları kullanma alışkanlıkları ve tüketiciler arasındaki diversitenin belirlenmesi önem kazanmaktadır (1-3).

Bu amaçla, elektrik sayaçlarının üzerine, elektrik bağlantısında ve sayaç mekanik aksamında bir değişiklik yapmadan monte edilebilen optik okuyucu ölçü cihazları TÜBİTAK-AEAGE'de geliştirilmiş ve cihazlardan yaklaşık 120 tanesi ile Ankara'nın sosyo-ekonomik yapı olarak farklılıklar gösteren üç semtinde (Çankaya, Bahçelievler ve Çukurambar) mesken ve ticarethanelerde ölçümler yapılmıştır. Bu cihazlar, pilli olup 10 günlük bir süre boyunca 2'şer dakikalık ara ile güç ölçü değerlerini hafızasına kaydedebilmekle, bu değerler sonradan bilgisayar ortamına aktarılmakta ve değerlendirilmektedir.

Tüketici bazında yapılan bir ölçmelerden, ayrı olarak tüketicilere evlerindeki veya iş yerlerindeki elektrikli cihazlarla ve bunları kullanma alışkanlıkları ile ilgili anketler uygulanmıştır.

Proje kapsamında, ölçme ve anket çalışmalarının yapıldığı bölgeler, tüketici gruptan ve tarihleri şimladır:

a) Bahçelievler, Mesken ve Ticari/işyeri (Mart-Haziran 1992), b) Çankaya/100 Yıl, Mesken (Tanımız 1992), c) Çankaya, Mesken (Ağustos 7 Eylül 1992)

Tüketicileri, elektrik tüketimi kullanım özelliklerine dayalı olarak alt gruplarına ayırabilmek için, söz konusu senitlerde, yapılan ölçmelerle, abone başına 1 günde tüketilen ortalama enerji, ortalama puant güç ve puantla abone başına düşen diversiteli güç gibi değerler ve tüketici faktörleri hesaplanmış, bunlar ölçmelerin yapıldığı mevsim gözönüne alınarak karşılaştırılmıştır. Bu bildiride, bu araştırmadan il elde edilen sonuçlar özet olarak sunulacaktır.

2. OPTİK ÖLÇÜ CİHAZI VE ÖLÇMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tüketicilerin elektrik enerjisi kullanımını zamana bağlı olarak ölçebilmek amacı ile geliştirilen mikroislemcili optik okuyucu 5 ana bölümden oluşmaktadır,

(i) Sensör: İki adet verici ve bir adet alıcıdan oluşan optik göz sayacın ön camına montaj ekibince ayarlanarak diskin dönüşünü algıladığı noktaya yapılandırılır. Sensör elektrik sayacının içindeki diski çok milimetrik bir nç ile takip

edebilmekle ve disk üzerindeki siyah çizgi geçtiği anda bunu algılayarak, ana işlemci kartına bu sinyali aktarmaktadır. Disk üzerindeki oksitlenmiş noktalar, aşırı parlak bölümler veya diskin aşağı yukarı hafif salınımlar yapması da benzer sinyaller şeklinde ana karta aktarılmaktadır. Bu sinyaller mikroislemci lamlından analiz edilerek hangi sinyalin gerçekleşen diskin bir dönüşünü belirticisiyi noktaya ait olduğu bulunmaktadı. Sayaçların eskiliği ve çalıştığı ortamı çeşitliliği de gözönüne alınmak sensör üzerine iki adet infrared led seri olarak bağlanarak gönderilen sinyalin gücü artırılmıştır. Sensör biliminde algılanan sinyaller üç kablodan oluşan bir hat aracılığı ile ana karta ulaştırılmaktadır,

(ii) Kontrol Ledi: Montaj ekibine yardımcı olabilmek amacıyla tasarlanmış bir sistemdir. Montaj ekibi sayacı cihaz üzerine yerleştirdiği zaman kontrol ledini de cihaz üzerindeki yerine takarak cihazın doğru çalışıp çalışmadığını kontrol edebilmektedir. Optik sensörlerden ana karta gönderilen sinyaller ana kartta test birimi tarafından analizlenmekle ve gelen diskin 1 tam turunu tamamladığını gösteren siyah noktadan kaynaklanmışa montaj ekibinin taktığı kontrol ledi sönmektedir. Böylece montaj ekibi cihazın çalıştığından emin olur ve cihazı başlatır. Kontrol ledinin güvenilirliği % 90'dır.

(iii) Ana Kart: Cihazın beyni diyebileceğimiz ana kart sürekli olarak gelen sinyallerini analizlerini yaparak, CPU bitimine yollamaktadır. 2 dakikalık süre içindeki tur sayısı önce bu birimde toplandıktan sonra 2 dakikanın bitiminde RAM biriminde yardımcı bilgilerle birlikte saklanır. Yardımcı bilgiler, sayaç numarası ve tur sayısının belirlendiği tarihten (gün, saat, dakika) oluşur. RAM birimi haftalık verileri 2'şer dakikalık bloklar halinde hafızada saklar ve veri toplama ekibi geldiği zaman hafızadaki verileri PC'ye aktarır. Kuru aküden gelen 6 Volt (veya daha yüksek) gerilim, entegrelerin çalışabilmesi için uygun olan gerilimlere bölünür ve kart üzerindeki gerekli yerlere dağıtılır. Aynı akü biliminde kısa devre kontrolü de yapılmaktadır. Kartın dışındaki uçlarda kazayla bir kısa devre oluştu sa bunun katta zarar vermemesi ve sadece akünün boşalmasıyla sonuçlanması sağlanır.

(iv) Akü Birimi: Cihazın 8-9 gün süreyle kesintisiz olarak çalışmasını sağlayan birimdir. 6 Volt 3.8 Ampersaatlik kutu akü cihazın hemen üstündeki kutuya yerleştirilmiştir. Montaj ekibi, cihazı monte edildiği yerden sökmeden, haftada bir kere akü değiştirerek ölçümün 1 haftadan daha uzun süreler devam etmesini sağlayabilir. Bu işlem yapılırken hafızadaki bilgilerin kaybolmaması için ana kartın çıkışında yedek uçlar bulunmaktadır.

(v) Haberleşme Bilimi: Cihazın bilgisayarla cihaz arasındaki bağlantı kablolarının üzerine yerleştirilen ufak bir kutu içinde bulunur. Veti alışverişini ve bazı testlerin yapılabilmesine olanak sağlar.

Cihaz içinde bir halle boyunca saklanan 2'şer dakikalık veriler montaj ekibinin yanında taşıdığı pille çalışan bir litplo (dizüstü) bilgisayar yardımı ile toplama. Bu bilgisayarda kontrol programları ve geniş kapasiteli bir hafıza mevcuttur. Ölçü cihazı ile bu bilgisayar arasındaki ara bağlantı ile montaj ekibi cihazla habilececek depolanmış

velileri bilgisayarın hafızasına aktarır. Ayrıca cihazın bozuk olup olmadığı ve akünün durumunu da ekranda beliren mesajlarla öğrenilebilir.

Sayaçlardan toplanan bilgiler, laboratuarda PC'icic aktarılır. Bu bilgilerin doğruluklarının saplanması, görsel kontrole ek olarak, yazılan C11KDATA adlı bir program ile de yapılmaktadır. Bu program "SAYLIST.DAT" adlı kütükte üstelene eş zamana getirilmiş sayaç veri kliniklerini lamı. Şüpheli tur sayısı içeren sayaçları, ve şüpheli tur sayısı içeren günler "RHSUI.TS.DAT" adlı kütüğe yazılır. Böylelikle görsel kontrol sırasında gözden kaçabilecek hatalı veliler analize başlanılmadan belirlenir.

Toplanan velilerin güvenilirliği CHKDATA ile test edildikten sonra veriler MAXTURN programı da SAYIJST.DAT" kütüğünde listelene tüm sayaç veri kütüklerini şuyayla açarak, her sayaç için günlük puanlı ve tüketilen enerjiyi bulur. Bu işlem pogramı başında giirilci gün sayısı kadar tekrarlanır. Sonuçlar "OIJTPUT.DAT" adlı kütüğe yazılır. Bu kütükteki bilgiler tüketici Taksilerinin hesaplanmasında ve diğer analizlerde kullanılır.

Çizim amacı ile bir "veri tabanı ya/ıhını olan gUATRO-PKO kullanılmaktadır

Ölçmelerle ilgili olarak uygulamada karşılaşılan ve vurgulanması gereken diğci noktalar ise şululur:

- Tüketicilerin anket ve montaj ekibine tutumları her zaman olumlu olmamıştır. Özellikle, Çankaya semtinde cihazların takılması sırasında bazı güçlüklerle karşılaşmıştır.

- Bazı durumlarda da sayacın boyulu, konumu ve durumunu (özellikle işyerlerinde, sayacın kulu içine alınmış olması, önünün kutularla kapatılmış olması veya sayacın dışarıda açıkla olması gibi) cihazın yeticitiilmesine imkan vermemiştir.

- Sayaçlara takılan cihaz/lann tümünden toplanan veriler, bazı özel çevre ve teknik sonlulardan dolayı, kullanılabilir veri sağlamamaktadır. Örneğin pilin beklenen süreden önce boşalması, cihaza yağmur suyu girmesi veya güneş ışığının vurması gibi nedenlerle, toplanan verildin yaklaşık % 5'i atılmıştır.

3. ANKKT VR ÖI ÇÜMI.rR

3.1 Anket Sonuçları

Tüketicilere uygulanan anketlerdeki soruları iki gruha ayırmak mümkündür:

(i)Tüketicilerin meskenlerindeki veya işyerindeki elektrikli cihazlar,

(ii) Tüketicilerin bu cihazları kullanma alışkanlıkları

Tablo I ve 2, Çukurambar/100.Yıl (ÇU), Bahçelievler (HAM.) ve Çankaya (ÇAN) semtlerinde meskenlerden elde edilen anket sonuçlarının göslicimekk'dir. Her semtle yaklaşık 300 meskende anket uygulanmışın. Hu tabloların incelenmesinden söz konusu üç semt arasındaki gelir seviyesi ve yaşam standardı konularındaki farklılıklar açıkça gözlenmektedir.

Temel gereksinim cihazları olarak yonunlanabilecek buzdolabı, televizyon, çamaşır makinası illü gibi cihazlar her üç semtte de hemen hemen her evde

bulunmaktadır. Eğitim ve gelir seviyesi olarak Çukurambar/100.Yıl semtlerinden daha yüksek bir sosyo-ekonomik yapıya sahip olan Bahçelievler ve Çankaya semtlerinde, temel gereksinim aracı olarak kabul edilemeyecek bir çok elektrikli cihazın yaygın kullanımını gözlenmektedir. Örneğin, müzik seti, bulaşık makinası, video, aspiratör, Trilöz, saç kurutma makinası gibi cihazlar evlerin yarısında veya daha çoğunda mevcuttur. F.lektrikli battaniye hariç, diğer cihazların kullanımı da Bahçelievler ve Çankaya semtlerinde Çukurambar'a göre belirgin şekilde yüksektir. Çankaya semtindeki clectikli cihaz kullanımını Bahçelievler semtine göre daha yüksek oranda olup, cihazların çoğunda kullanım doyum noktasına yaklaşmıştır.

Tablo I. Clectrikli Tiv Alctleli Kullanılın Anket Sonuçları (%) olarak)

Cihaz	ÇU.	BAH.	ÇAN.
Buzdolabı	100	100	100
Televizyon			
1 adet	94	60	52
2 veya daha fazla	5	40	48
Çamaşır makinası			
manueli	74	12	6
otomatik	15	86	96
F.lektrikli süpürgesi	69	97	100
Otu"	94	100	100
Radio-teyp	78	75	88
Müzik seti	13	57	72
Bulaşık makinası	1	55	78
r.lektrikli şofben	5	22	21
F.lektrikli termosifon	<1	8	10
F.lektrikli Tü in	65	80	88
Elektrikli soba	5	31	25
Video	11	54	70
Klima	0	5	7
Aspiratör	3	46	62
Saç kurutma makinası	50	85	>8
TütcV.	11	43	56
MıMak robotu	1	38	47
Tost makinası	10	39	58
I-knek Sızıntına inak.	2	32	53
Musluk şotlicni	<1	4	1
F.lektrikli dikiş inak.	15	22	30
Ulektrikli battaniye	<1	11	13
F.lektrikli radyatör	45	15	13
F.lektrikli radyatör	1	7	14
Vantilatör	1	6	8
Ocun dondurucu	1	7	8
Çöp öğütücü	0	<1	2
Bilgisayar	<1	3	7

Tablo 2. Tüketicinin Elektrik Enerjisi Kullanım Alışkanlıkları (Değerler, ilgili sorya cevap verenlerin yüzdesi olarak ifade edilmiştir.)

SORU	CEVAP	ÇU.	BAL.	ÇAN.
1. Evde ikamet eden kişi sayısı	a)1	2	7	5
	b)2	11	21	21
	c)3	18	22	26
	d)4	24	39	34
	e)>5	45	11	14
2. Mesai saatlerinde evde olan kişi sayısı	a)0	1	8	9
	b)1	18	38	46
	c)2	24	39	35
	d)3	27	12	6
	e)>1	30	3	4
V Evdeki oda sayısı	a)1	1	0	0
	b)2	14	2	0
	c)3	59	26	8
	d)4	22	55	77
	e)>5	4	17	15
1 Fvın ısıtılmasında elektrik enerjisi kullanılıyor mu?	a) Hayır	92	7fi	71
	b) Tamamen	0	<1	<1
	c) Kısmen	8	23	28
5. Kışın ortalama günde kaç saat elektrikli ısıtma kullanılıyor?	a) 0-2 saat	82	83	75
	b) 3-5 saat	12	15	22
	c) 6 saat	6	2	3
Çamaşır makinası haftada kaç defa çalıştırılıyor ?	a) < 1	15	5	5
	b) 1	54	40	34
	c) 2-3	10	48	45
	d) > 4	1	7	16
7. Çamaşır makinası (İzcilikle hangi günler kullanılıyor ?)	a) 1 hafta içi	16	19	15
	b) 1 hafta sonu	33	25	24
	c) Rastgele	51	56	61
8. Bulaşık makinası haftada kaç defa çalıştırılıyor	a) < 1	-	8	3
	b) 1-2	-	36	32
	c) 3-5	-	37	40
	d) > 6	-	20	25
9. Bulaşık makinası genellikle çalıştırıldığı zaman	a) Sabah	-	10	16
	b) Akşam	-	48	40
	c) Rastgele	-	42	44
10. TV günde ortalama kaç saat çalıştırılıyor/	a) < 1 saat	1	< 1	< 1
	b) 1-3 saat	12	8	5
	c) 4-6 saat	34	39	44
	d) > 7 saat	53	53	51
11. Fırın haftada ortalama kaç defa kullanılıyor?	a) < 1	64	16	20
	b) 1-2	34	69	59
	c) 3-5	2	11	16
	d) > 6	0	4	5
12. Aydınlatılın floiasan lamba kullanımı	a) İliç yok	32	49	65
	b) 1-2 adet	58	45	34
	c) Ağurluklu olmak	10	6	1
13. Elektrikle ilgili en «nemli şikayetiniz	a) Sık ve uzun kesintiler	18	27	9
	b) Gerilim düşüklüğü	12	9	10
	c) Pahalı oluşu	42	51	27
	d) Diğer	< 1	< 1	-1
	e) Bir şikayet yok	27	13	50

Tablo 3. Değişik semtlerde mesken bazında yapılan ölçmeler sonucu bulunan tüketici faktörleri

	ÇU.	BAL.	ÇAN.
Ölçüm Yapılan Tarih	Temmuz 1992	Mnıt-Mayıs 1992	Ağ-Eylül 1992
Abone başına ortalama puant güç (W/Abonc)	910	1990	2382
Puanatta abone başına diversitctli güç (W/Abonc)	230	425	640
Ortalama tüketilen enerji (kWlr/Abonc-Ri)n)	2.5	5.3	102
Yük faktörü	0.45	0.45	0.525
Eş-zainailik faktöü	0.25	0.22	0.27
Divcısıte faktöü	4.0	4.5	3.7

Anketlerden ortaya çıkan ilginç diğer noktalar şu şekilde özetlenebilir:

- Üç semtte de cvleiiu hemen hemen tamamında en az bir adet TV bulunmaktadır. İki veya daha fazla adetteki TV'ye sahip olanların oranı Çukurambar'dn % 5, Bahçelievler'de % 40 ve Çankaya'da %48'dir. Televizyon izleme süresi açısından bu üç semt arasında çok büyük farklılıklar gözlenmemektedir. Üç semtde de çoğunluk, televizyonun günde ortalama en az 7 saat çalıştırıldığını belirtmiştir.

- Çamaşır makinası kullanımı üç semtte de çok yüksek olmasına karşılık, makinaların otomatik veya meıdanclı olarak dağılımı semtler arasında çok farklıdır. Çankaya ve Bahçelievler'de büyük çoğunluk (sırası ile %96 ve %86) otomatik çamaşır makinasına sahipken, Çukurambar'da büyük çoğunluk (%74) merdaneli tipte makınaya sahiptir.

- Bulaşık makinası Çukurambar'da hemen hemen hiç bulunmazken (% 1), Bahçelievler'de (% 55) ve Çankaya'da (% 78) yaygın kullanılmı mevcuttur.

- Tablo 2'de sunulan anket sonuçlarından görüleceği üzere, Bahçelievler ve Çankaya semtlerinde evde devamlı ikamet eden kişi sayısı ortalama olarak Çukurambar'a göre daha az olmasına rağmen, büyük güç çeken cihazların kullanım sıklığı daha yüksektir. Evde ikamet eden kişi sayısı Çukurambar'da 5 kişi olarak belirirken, Bahçelievler ve Çankaya'da 4 kişi olarak ortaya çıkmıştır. Diğer ilginç nokta ise Çukurambar'da mesai (gündüz) saatlerinde evde olan kişi sayısının diğer semtilere göre daha yüksek oluşudur.

- Evin kışın ısıtılmasında takviye olarak elektrikli bir cihaz kullanımı Çankaya'da % 28, Bahçelievler'de % 23 ve Çukurambar'da % 8 oranında olup ısıtmayı tamamen elektrige dayalı olarak gerçekleştiren hemen hemen hiçbir ev bulunmamaktadır.

- Elektrik beslemesi ile ilgili olarak tüketici şikayetlerinin dağılımı da semtiler arasında farklılık göstermektedir. Çukurambar ve Bahçelievler'de büyük oranda tüketici elektriğin pahalı oluşundan şikayet ederken, Çankaya'da % 50 oranındaki tüketici grubu bir şikayeti olmadığını belirtmiştir. Sık ve iram sili eli kesintilerden şikayet olanı

ise Bahçelievler'de % 27, Çukurambar'da % 18 gibi yüksek değerdedir. Gerilim düşüklüğünden şikayet oranı ise üç semtte de birbirine yakın olup, % 10 civarındadır.

3.2. Ölçme Sonuçları

Değişik tlc semtle mesken bazında yapılan ölçmeler sonucu bulunan bazı tüketici faktörleri Tablo 3'de verilmektedir. Ölçümlerin yapıldığı ayları İter semt için faikli oluşu, bu semtler arasında lanı bir karşılaştırmanın yapılmasını zorlaştırmaktadır. Ancak aşağıdaki gözlemlerin uygulanmasında fayda vardır:

- Elektrik enerjisi kullanımı, beklenildiği gibi, gelir seviyesi ile artmaktadır. Ocrek abone başına bir günde tüketilen ortalama enerji, gerek abone başına ortalama puant güç değeri Çankaya semtinde en yüksek, Çukurambar/100.Yılda ise en düşüktür. Tablo 1 ve Tablo 2'de verilen anket sonuçları da ölçmelerden elde edilen sonucu desteklemektedir. İlginç diğer bir gözlem ise Ağustos ayında Çankaya ile ilgili enerji tüketimi ve puant güç değerlerinin Bahçelievler'e göre sadece %10 kadar yüksek oluşudur. Bu sonuç, muhtemelen. Ağustos ayında Adalet Bakanlığı Lojmanlarında kapsayan ölçümlerin adli tatile rastlaması nedeniyle düşük çıkmasından ve mevsim faktöründen (yazın havanın ısınması ve daha geç kararması, tatil mevsimi olması gibi) kaynaklanmıştır. Çankaya'da Eylül ayında yapılan ölçümlerin Bahçelievler'e göre oldukça yüksek oluşu bu durumu açıklığa kavuşturmuştur.

- Puntla abone başına düşen güç değerinin gruptaki abone sayısına bağlı olarak değişimi Şekil 1'de her semt için aynı aynı gösterilmiştir. Abone sayısının yeteri kadar büyük olduğu durumlarda, bu değer Çankaya'da 6-10 W, Bahçelievler'de 425 W ve Çukurambar'da ise 230 W olmaktadır.

- Yük faktörü ve diversite: Tablo 3'de verilen değerler ölçümlerin yapıldığı evlerin aynı fideiden beslendiği varsayımı ile hesaplanmış olup yük faktörü ve diversite değerleri, gruptaki (fideideki) mesken (abone) sayısının ytlksek olduğu (örneğin 200'den fazla) durumlarda bulunmuştur. Yük faktörü, fider üzerindeki tüketici grubunun günlük toplam yük eğrisinin ortalamasının grup puanına oranına eşittir. İncelenen üç semt içinde yük faktörü değerleri birbirine yakın çıkmakta ve yaklaşık 0.5 olmaktadır.

Diversite faktörl, aynı kaynaktan beslenen bir grup tüketicinin puant güçlerinin toplamının, tüketici grubunun çektiği puant güce oranına eşittir. Her bir semt için, geçerli olacak diversiteyi bulmak amacıyla, bir bilgisayar programı yardımı ile meskenlerden alınan veriler rasgele gnipleştirilerek toplamları ve dolayısı ile diversite faktörü bulunmuştur. Tablo 3'de verilen diversite faktörleri bu değerlerin bir ortalamasıdır. Şekil 2, Çankaya için elde edilen değişik sayıda meskenlerden oluşan grup verilerinden bazı örnekleri göstermektedir.

Diversite faktörü incelenen üç semt için yakın değerler almaktadır. Çankaya'da 3.70 ve Bahçelievler'de 4.50 olarak bulunan diversite Çukurambar'da 4.00'dür.

Üç semt içinde yük faktörü ve diversitenin birbirine yakın çıkması, kullanılan cihazların tülünün benzer olmasından kaynaklanmaktadır. 2 kW ve daha fazla güç çeken cihazların (klima ve elektrikli ısıtma gibi gün boyunca periyodik olarak devreye giren ve fazla güç çeken cihazlar) yaygınlaşması ve sayılarının ve kullanım sıklıklarının artması ile bu değerlerin yükselmesi beklenebilir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, dağıtım sistemleri tasarımda cl/cm bilgi niteliğimle olan tüketici faktörlerinin belirlenmesi için güvenilir ve hassas bir yöntem uygulanmıştır. İncelemelerde Ankara'nın sadece üç değişik semti ve daha ziyade meskenler hedef alınmasına rağmen, bu araştırmanın önemli miklarda insan gücü ve donanımı ve iyi bir organizasyonu gerektirdiğinin ortaya çıktığını da uygulanmakta fayda vardır

Devamlı olarak sürdürülmesi ve tekrarlanması gcickıcı bu ölçmeler, sadece semtler arasındaki (sosyo-ekonomik yapı ve müşteri türlerine bağlı olarak) farklılıktan değil, aynı zamanda mevsimlerin ve aitan yaşam standardının etkilerini de ortaya çıkaracaktır

KAYNAKLAR

1. I. II Thomae ve E.M. (Sulachenski, "Residential Load Survey and Analysis System", IEEE Trans. on PAS, No.5. May 1981,pp.2602-2608

2. J.W. Motter ve J.P. Mc (inley, "Validation of End-Use Load Data from Direct Metering Projccs", IEEE Computer Applications in Povcr, July 1988, pp.33-36

3. A. Capasso ve W. Chalticri, " A Bottom-up Approach to Residential Load Modeling ", IEEE PliS Summer Meeting ,93 SM 498-6 PWRS

4. N. Özay ve N. Güven, Tüketicilerin Elektrik Enerjisi Kullanma Alışkanlıkları ve Tüketici Faktörleri, ODTÜ/TÜBİTAK, Son Rapor, Kasım 1992.

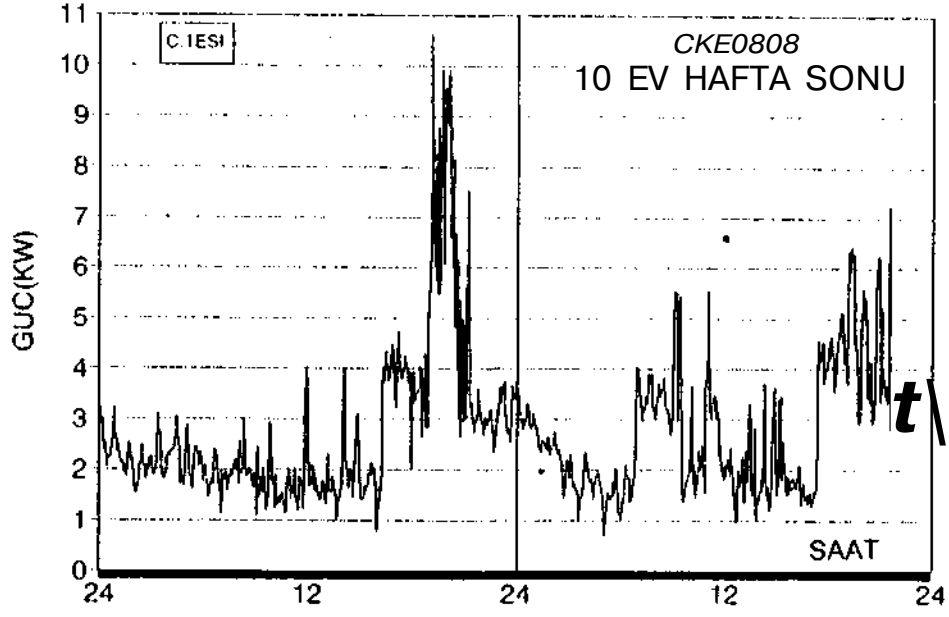
ÖZGEÇMİŞLER :

Nevzat Özay: 1944 yılında Nevşehir' de doğmuş ve sırasıyla BS ve MS derecesini ODTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümünden, Doktora derecesini ise University of Manchester'dan (İngiltere,1971) almıştır Halen ODTÜ Klcclrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde öğiclin üyesi olarak çalışmaktadır

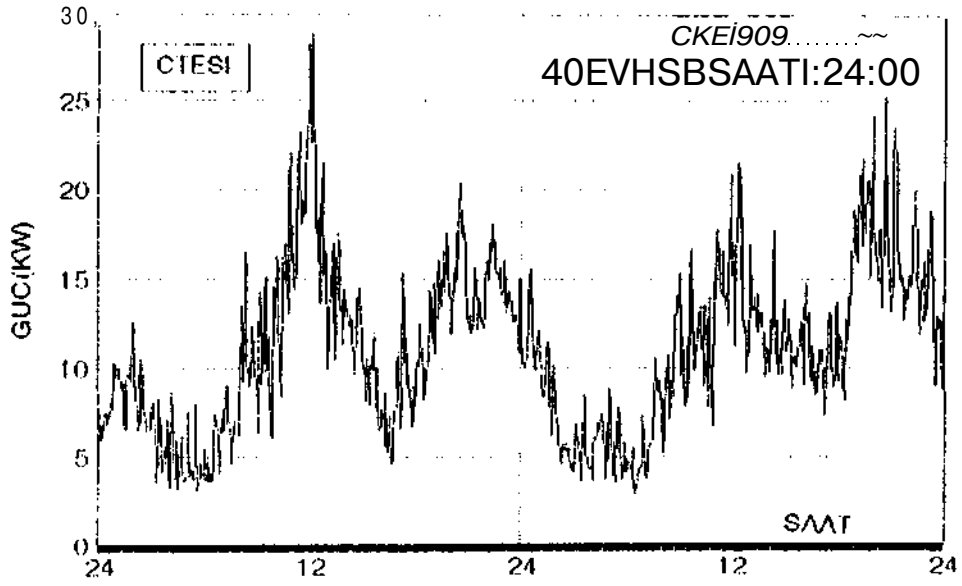
Nezih Güven: 1956 yılında Konya' da doğmuş ve BS derecesini ODTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümünden. MS ve Doktora derecelerini The Ohio State Üniversitesinden (Amerika, 1984) almıştır. Şu anda ODTÜ Hlccltik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde öğiclin üyesi olarak çalışmaktadır.

Ayhan Türel: 1934 yılında Konya' da doğmuştur. MS derecesini istanbul Teknik Üniversitesinden, Doktora derecesini ise University of Manchester' dan (İngiltere, 1964) almıştır. Ankara'da Türkiye Elektrik Kurumu , Rio De Jancric, Brezilya'da CEPEL'de çalışmıştır. Halen OD İÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde öğiclin üyesi olarak görev yapmakta, aynı zamanda TÜBİTAK Ankaia Elektronik Araştırma ve Geliştirme F.nstitüsünün Başkanlığını yürütmektedir.

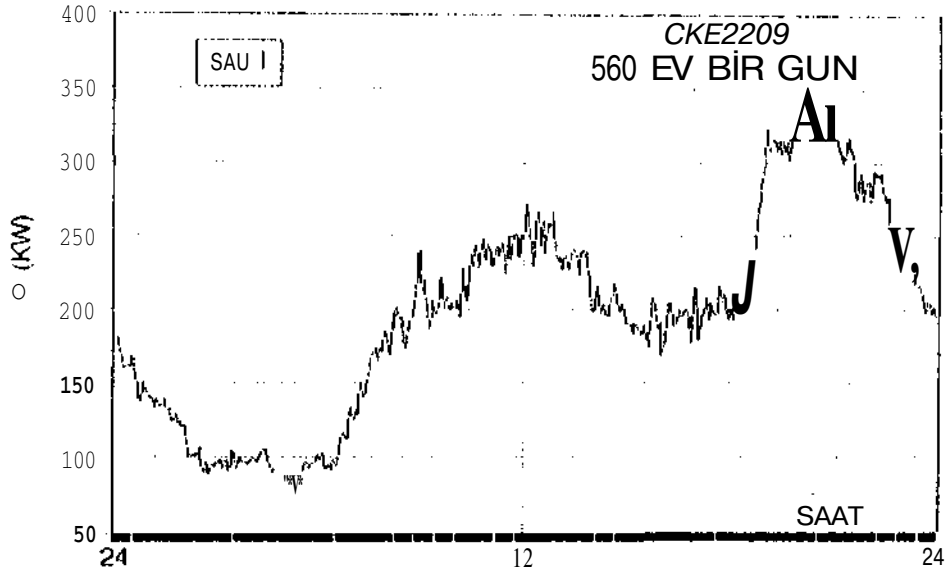
Tayyar Egeli: 1968 yılında Manisa' da doğmuştur. MS dcicesini ODTÜ Elekltik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünden almıştır Halen TÜBİTAK Ankara Hlccllonik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsünde araşıamacı olarak çalışmaktadır.



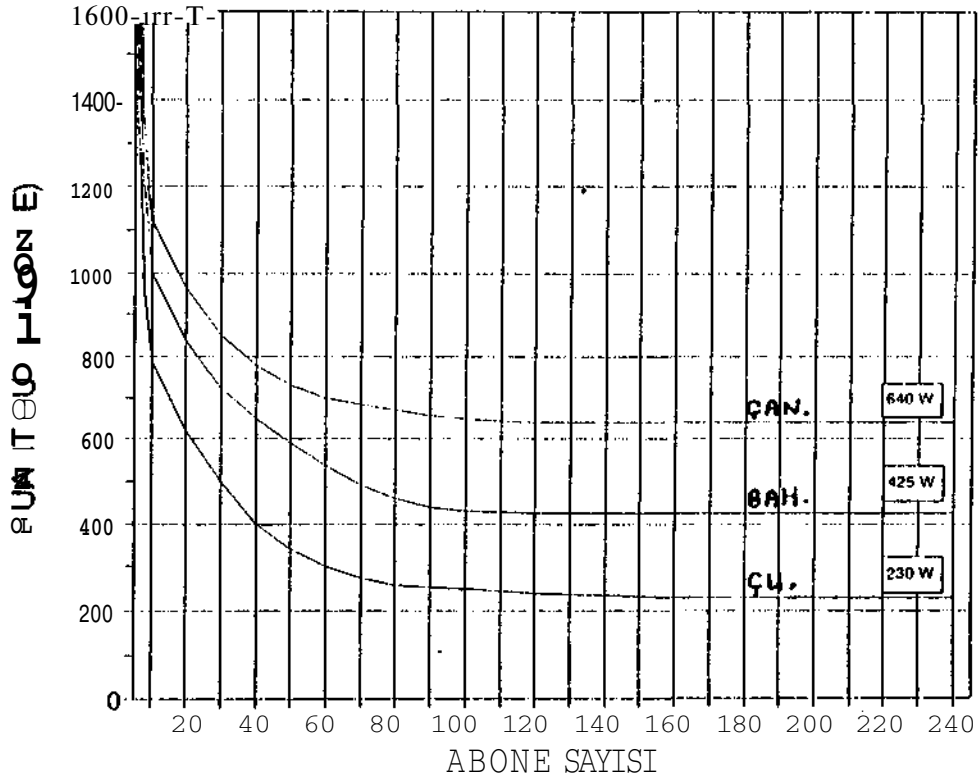
Şekil 1 (a) Çankaya semti, 10 ev, iki günlük veri



Şekil 1. (b) Çankaya semti, 40 ev, iki günlük veri



Şekil 1.(c) Çankaya semli, 560 ev, bir günlük veri



Şekil 2. Puanda abone başına dilşen gücün fideideki abone sa> ısına göre dağılımı

ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİNİN HARİTALAR ÜZERİNDE BİLGİSAYARA GİRİLMESİ

Nezih Güven Nevzat Uzay
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Ankara

Ayhan Türeli
Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme
Enstitüsü
TÜBİTAK, Ankara

ÖZET : Bu bildiriye TÜBİTAK Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsünde Türkiye Elektrik Kurumu için geliştirilen AM/FM (Automated Mapping / Facilities Management) sistemi, sistemin gelişi i i lmesinde kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı, donanımı tanıtılacak ve sistemin denendiği Beyoğlu bölgesine ait pilot bir uygulama anlatılacaktır.

I. GİRİŞ

Elektrik enerjisi dağıtım sistemlerinin güvenilir, kaliteli ve ekonomik olarak işletilmesi ve bu amaca yönelik planlanması için gereken otomasyon ve bilgi (enfomasyon) sistemlerinin getirdiği olanakların günümüz koşullarında ülkemizde de uygulanması artık kaçınılmaz olmuştur. Son yıllarda, özellikle bilgisayar ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişme ve bu sistemlerdeki maliyet düşüşleri, sadece dağıtım otomasyonu işlevlerini (SCADA, fider ve salt merkezi otomasyonu, vs.) değil, aynı zamanda bilgi teknolojilerinin (bilgi iletişimi, işlenmesi ve saklanması) sağlayacak yazılımı ve donanımların bütünü) elektrik dağıtım sistemlerine uygulanabil"liklerini de ekonomik ve teknik açıdan yapılabilir duruma getirmiştir.

Bir bilgi sistemi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographic Information Systems: GIS) mevcut kaynakların ve altyapı elemanlarının verimli ve etkin bir şekilde yönetilmesi , işletilmesi ve yatırımların planlanması gibi amaçlarla gerek yerel ve merkezi yönelimler, gerekse özel sektör tarafından son yıllarda giderek arlan bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Coğrafi (mekansal) ve grafiksel bilgilerin coğrafi olmayan verilerle grafik ortamda bir veri tabanı üzerinde entegrasyonunu sağlayan coğrafi bilgi sistemleri, haritacılık, kadastro, ormancılık, madencilik, şehir planlamacılığı, ulaşım, üç boyutlu arazi modellemesi ve demografik analizler gibi çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Coğrafi bilgi sistemlerinin özel bir uygulaması olan AM/FM (Automated Mapping Facilities Management) sistemleri ise, şehirlerde ilgili kuruluşlarca altyapı şebekelerinin (elektrik, su, havagazı, telefon, vs.) güvenilir ve etkin şekilde işletilmesi ve planlanmasında kullanılmakta, aynı zamanda bu kuruluşlar arasında bilgi alışverişini ve koordinasyonunu sağlamaktadır [1,2].

2. KULLANILAN YAZILIM VE DONANIM

TÜBİTAK AEAGE'de geliştirilen AM/FM sistemi, ARC/INFO Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımı kullanılarak geliştirilmiştir. Bu yazılım modüler bir yapıya sahiptir. Her modül içinde dönüşüme tabi olmadan aynı grafik ve grafik olmayan veriler kullanılabilir. Yazılımda kullanılan topolojik veri modelinde topoloji kavramı, yani detaylar arasındaki komşuluk, yön, çakışına, bağlantı gibi mekansal ilişkiler tanımlanmıştır. Ayrıca komşu, çakışan, kesişen, detayların ortak kenar ve noktaları bir kez depolanarak, topolojik olmayan yöntemde karşılaşılan binme, boşluk, kopukluk, taşma, hatalı konum gibi geometrik halalardan kurtulunmuştur. Coğrafi verilerin depolandığı bilgisayar ortamı veri tabanıdır. ARC/INFO nun veri tabanı INFO dur. INFO veri kütüklerinden oluşur. Veri kütüğü (dala file) belli bir veri sözlüğüne uygun olarak veri tabanında depolanmış tüm veri kayıtların bütünüdür. Veri sözlüğü, verilerin türü (tamsayı, gerçel sayı, karakter vb.), veri tabanında kaplayacakları alan uzunluğu (8 byte, 2 byte vb.), verilerin öz nitelikleri (transformatör merkezi kodu, yol adı, fider uzunluğu vb.) gibi bilgileri tutan verilerdir. Ö/nitelik (attribulc), veri tabanında depolanacak coğrafi detaya ail ilişkin ayırldedi özelliklerdir. Öznitelek değeri ise bir özniteleğini belli bir anda sahip olduğu değerdir, (örneğin "caddcadı" özniteleğinin değeri "Tersane Caddesi" olabilir. INFO ilişkisel bir veri tabanıdır. İlişkisel veri modelinde varlıklar arası ilişkiler 1:1 şeklindedir. Veriler tablolar halinde saklanır. Her bir tabloya ilişki (elation) adı verilir. ARC/INFO nun veri dönüşüm (elata conversion) modülü ile ARC/INFO ve değişik yazılımlar arasında karşılıklı dönüşüm yapılabilir. ARC/INFO Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımında gerek grafik gerekse grafik olmayan veri girişleri katmanlar halinde gerçekleştirilir. Katman, aynı geometrik özelliğe (nokta, çizgi, alan) ve ortak tanımsal özelliklere sahip detayların bütünüdür. Örneğin "transformatör merkezi kalmanı", "fider katmanı", "bina katmanı" gibi.

ARC/INFO donamından bağımsız olarak her türlü ortamda çalışabilmektedir. TÜBİTAK AEAGE AM/FM Sisteminde yazılım olarak iki adet VWorkstation (İş İstasyonu) ARC/INFO ve iki adet PC ARC/INFO kullanılmaktadır. İş İstasyonları üzerindeki işletim sistemi UNIX, PC'ler üzerindeki işletim sistemi DOS' tur. İş istasyonlarının aynı anda farklı pencereler

üzerinde birden Tazla işi yapabilmeleri ve dolayısıyla daha hızlı çalışmalarını tercih sebebi olmuştur. Sisteme giren bilgilerin çokluğu, ve bu bilgilerin hızla işlenmesi ihtiyacı, iş istasyonlarının kullanımını gerekli kılmıştır. UNIX ARC/INFO lar SUN uyumlu Sparc 2 Icr üzerinde, PC ARC/INFO lar ise IBM uyumlu PC486 lar üzerinde çalışmaktadır. Her iki iş istasyonu da 32 MB belleğe, 28 mips hızı, 19" renkli, yüksek çözünürlüklü monitörlere ve ayrı ayrı 1.3 GB hafıza kapasitesine sahiptir. PC lerde 16 MB bellekler, 40 Mhz hız, 160 ve 200 MB lık hafıza kapasitesi ve VGA monitörler vardır. Bütün bilgisayarlar arasında veri transferini sağlayan NFS net\work sistemi vardır. NFS aracılığıyla UNIX ve DOS ortamındaki grafiksel ve tablosal veriler ARC/INFO nun dönüşüm yetenekleride kullanılarak karşılıklı olarak transfer edilebilmektedir. Vektör yapıdaki grafik verilerin bilgisayar ortamına atılmasını sağlamak için 36 x 48 ve 24 x 36 inch boylarında iki adet sayısallaştırıcı kullanılmaktadır. Sayısallaştırıcı iki ana birimden oluşur: Sayısallaştırıcı tablası ve sayısallaştırma cihazı (cursor). El-ile Sayısallaştırıcının esası, sayısallaştırma cihazının sayısallaştırma tablası üzerindeki düzlem (x,y) koordinatlarını, veri depolama donanımı elemanına iletmeektir. Hclmcr t veya AITinc dönüşümü ile sayısallaştırıcı tablası koordinatlarından istenen koordinat sistemine dönüşüm yapılır. Bilgisayar ortamındaki grafik verilerden çıktı almak amacıyla döner lamburalı kalemli çizici kullanılmaktadır. Kalem çiziciler grafik çizim yapabilen matris yazıcılardan üstün olarak hem renkli çizim yapabilir, hemde çizimleri sürekli dir. Teyp ve disket sürücüler, teyp ve disketlerde yer alan coğrafi verileri bilgisayar depolama elemanına aktaran veri giriş elemanlarıdır. Enstitüde 150 MB lık teyp sürücü ve yazılımları bilgisayar ortamına yüklemek amacıyla CD sürücü kullanılmaktadır.

3. DAĞITIM SİSTEMİ UYGULAMASI

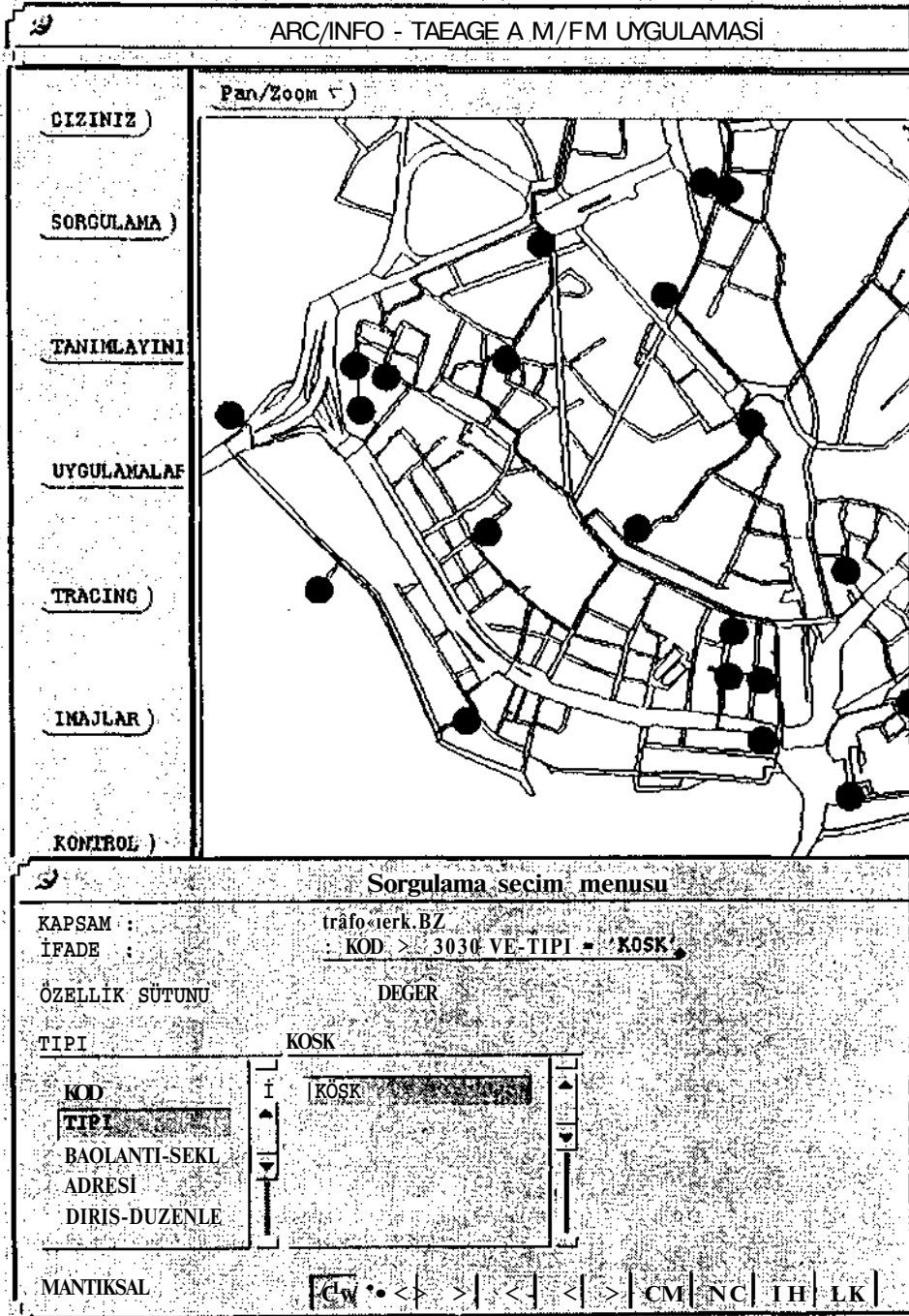
Geliştirilen sistem, çeşitli yollarla bilgisayar ortamına aktarılmış raster ya da vektör formatındaki haritalar ve şehir planlarını, elektrik altyapı elemanlarının güzergah ve konum bilgilerini ve sistemle ilgili tablosal her türlü bilgiyi bir ilişkisel veri tabanı yapısı içinde entegre olarak depolayabilmektedir. Böylece operatörler, coğrafi bilgilere ek olarak, teçhizat ile ilgili kesit, fiziki yerleşim planları ve çizimlere kolaylıkla erişebilmektedir. Bunlara ek olarak, zoom yapma, görüntüyü ekran üzerinde kaydırabilme (panning), görüntüde algılamayı zorlaştıran detay bilgilerinin istenildiğinde kaldırılabilmesi (decluttering), ekran üzerinde birden fazla pencere açabilme (windowing) ve görüntüyü oluşturan değişik katmanların bazılarının kaldırılabilmesi (layering) gibi grafik olanakları da operatörlerin kullanımına sunulmuştur. Bu sistemle operatörler, arıza ve bakım bilgileri de dahil olmak üzere her türlü bilgi ile ilgili olarak sorgulama yapabilmektedir. Yukarıda sayılan bütün işlemleri gerçekleştirmek üzere ARC /INFO nun dördüncü nesil

programlama dili olan AML (Arc Macro Language) kullanılarak çeşitli destek yazılımları oluşturulmuş ve menüler Türkçeleştirilmiştir. Bu menüler yardımıyla operatörlerin ARC/INFO yazılımını bilmeden etkin bir şekilde sistemi kullanabilmeleri sağlanabilmektedir. Geliştirilen sistemde mekansal ve Innmsal sorgulamalar yapma imkanı sağlanmıştır. Şekil 1 de görüldüğü gibi kod numarası 3030 dan büyük ve tipi köşk olan transformator merkezleri istenildiğinde ekrana bu merkezlere ait nokta semboller gelmekle istenildiğinde kolayca grafik ve lablosal çıktılar alınabilmektedir.

Etkileşimli olarak herhangi bir detay hakkında bilgi elde etmek için Şekil 2 de görüldüğü gibi 10.5 KV hık trafo mouse in artıklılıyla seçilir ve veri tabanı ayrı bir pencere içinde ekrana gelir.

Sistem içinde ARC/INFO nun NETWORK modülü kullanılarak dağılım transformator merkezleri arasında fiderler vasıtasıyla bağlantı, (comclivity) analizinin yapılması sağlanmıştır. ARC/INFO nun topolojik veri yapısında en basit eleman düğümler(nodes) dir. Bu düğümler çizgileri birbirine bağlar. Network modülünde şebekeler birleşmiş çizgilerden oluşmuştur. Şebekelere örnek olarak fiderleri, su borularını, caddeleri gösterebiliriz. Şebeke içinde birleşmiş çizgiler taşıyıcı olarak kullanılır. Örneğin arabalar için caddeler, elektrik için kablolar (fider), su için borular taşıyıcı olarak gösterilmektedir. Geliştirilen sistem içinde trafoların nereden beslendiğini veya nereleri beslediğini (upstream-downstream) coğrafi olarak izleme imkanı vardır. Operatör herhangi bir transformator merkezindeki kesicilerin konumunu manuel olarak değiştirebilmektedir. Dolayısıyla bu açıp kapama sonucunda etkilenen bölgeler coğrafi olarak takip edilebilmektedir.

Sistemin geliştirilmesiyle birlikte İstanbul'un Avrupa yakasında Beyoğlu ve çevresini kapsayan geniş bir alan pilot bölge olarak seçilmiş ve yukarıda anlatılan tüm uygulamalar için gerekli bilgiler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bölgenin Intergraph yazılımı kullanılarak CAD ortamında daha önceden sayısallaştırılmış IGDS formatındaki grafik verileri Coğrafi Bilgi Sistemleri yapısına uygun ayrı katmanlar halinde ARC/INFO ortamına dönüştürülmüştür. Dönüşümden sonra ortaya çıkan çakışma, kopma gibi hatalar düzeltilmiş ve atlıklar elde edilmiştir. Daha sonra bu sayısal haritalar üzerine transformator merkezleri (34.5/10.5 kV indirici merkezler ve dağıtım transformator merkezleri) ve dağıtım sisteminin elemanları işlenmiş ve bunlarla ilgili bilgiler sistem veri tabanına depolanmıştır. Transformator merkezlerinin arkasına o merkez ile ilgili raster yapıdaki tekhat şemaları bağlanmıştır. İstendiğinde her transformator merkezine ait bu şemalar ekrana çağrılabilmekte, bu şemalar üzerinde istenilen değişiklikler yapılabilmektedir. Şema üzerindeki herhangi bir kesici, ayırıcı ve fiderler hakkında etkileşimli olarak bilgi alınabilmektedir. Tek hat



Şekil 1. Sorgulama Seçim Menüsü

ARC/INFO - TAEAGE AM / FM UYGULAMASI

GİZİNİZ

SORUŞLAMA

TANIMLAYINI

UYGULAMALAF

TRACING

İMÁJLAR

KONTROL

Pan/Zoo» v)

Cl*imYapiniz

kapsam goruntu Menuşu

Elektrik:

beyoglu **KAPALI** Ac/Kapaj

tanyol **ON** Ac/Kapa

teafolo.S **ON** Ac/K&paj

fid»rlo.S **ON** Ac/Kapa

Mamara **KAPALI** Ac/Kapaj

trafo3S **KAPALI** Ac/Kapa

Lejant: Nokta Cizgi

Cikiniz Zoo* Yeniden ciz

Trafomerkez-20

trafomerker	44
kod	3111
tipi	KOSK
baglanti-s	DYN
adresi	YELKENCİLER CADDESİ
giiis-duzetik	
İrans-imal	SIEMENS
termik-majj	V
alinis-yili	1983
og-hücre	2
Drmer-aerl	10.50

Şekil 2. Bir Transformatör Merkezine Ail Bilgilerin Ekranı Getirilmesi

şemaları bilgisayar ortamına optik (arayıcılardan (Scanner) geçirilerek aktarılmıştır. Bu yöntemle malzeme bakımı, stok kontrolü yapılabilmekte, fi/iki yerleşim planları ve çizimlere kolaylıkla erişilebilmektedir.

4. SONUÇ

Sistemin veri tabanının ilişkisel bir veri tabanı olması, başka ilişkisel veri tabanları ile bilgi alışverişinde bulunulmasını sağlamaktadır. Enstitümüzde geliştirilmiş olan AM/FM sistemi, yine enstitümüzde geliştirilmekte olan SCADA sistemi ile entegre edilerek, SCADA'dan gelen gerçek-/aman (real-time) bilgileri gözleme imkanı sağlayacaktır. Bu sistem, bilgi işlemedeki hızlığı ve depoladığı bilgilerin çokluğu sayesinde, yük tevzi merkezlerindeki dağıtım sistemi operatörlerine acil ve çabuk karar verilmesi gereken durumlarda büyük destek sağlayacaktır.

KAYNAKLAR:

1. Understanding GIS, ESRI İne, Redlands, CA., USA
2. J. Star ve J. Estes, Geographic Information Systems: An Introduction, Prentice Hall, 1990.

ÖZGEÇMİŞLER:

Nezih Güven: 1956 yılında Konya' da doğmuş ve BS derecesini ODTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümünden, MS ve Doktora derecelerini The Ohio State Üniversitesinden (Amerika, 1984) almıştır. Şu anda ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır.

Nevzat özay: 1944 yılında Nevşehir' de doğmuş ve sırasıyla BS ve MS derecelerini ODTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümünden, Doktora derecesini ise University of Manchester'dan (İngiltere, 1971) almıştır. Halen ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır.

Ayhan Türel: 1934 yılında Konya' da doğmuştur. MS derecesini İstanbul Teknik Üniversitesinden, Doktora derecesini ise University of Manchester* dan (İngiltere, 1964) almıştır. Ankara'da Türkiye Elektrik Kurumu , Rio De Janerio, Brezilya'da CEPTEL'de çalışmıştır. Halen ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmakta, aynı zamanda TÜBİTAK Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü'nün Başkanlığını yürütmektedir.