

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN GÖRSEL
SİMÜLATÖR ARAYÜZÜ

121 335

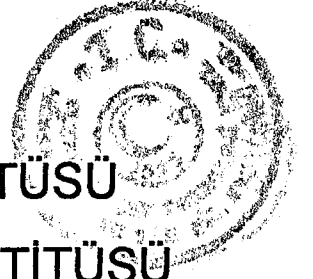
Tuba GÖZEL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

GEBZE

2002

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN GÖRSEL SİMÜLATÖR ARAYÜZÜ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tuba GÖZEL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

121 335

TEZ DANIŞMANI

Yrd.Doç.Dr. M. Hakan HOCAOĞLU

GEBZE

2002

121335



Tuba GÖZEL 'in tez çalışması, G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **26/07/2002** tarih ve **2002/25** sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından **Elektronik** Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRI

ÜYE

: Yrd Doç Dr M. Hakan HOCAOĞLU

(Tez Danışmanı)

ÜYE

: Doç Dr Osman KILIÇ

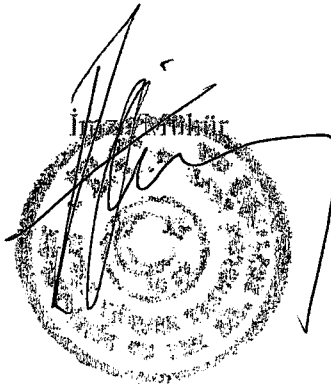
ÜYE

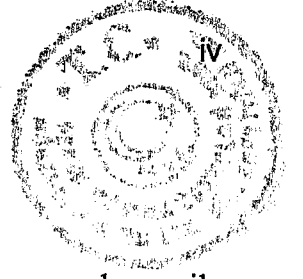
: Yrd Doç Dr Mehmet GÖKTÜRK

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
.05.09.2002... tarih ve .2002/29... sayılı kararı.





ÖZET

Son yıllarda güç sistemleri analizinin nesneye yönelik programlama ile gerçekleştirilmesinde büyük çaba sarf edilmiştir. Bu nedenle konuyla ilgili yazılımların sayısı artmış ve bir çoğu başarılı bir şekilde ticarileştirilmiştir. Zaman içinde bu yazılımlar endüstrinin ihtiyacına göre değişime ve gelişime uğramış dolayısıyla eğitim amaçlı kullanım için çok karmaşık hale gelmişlerdir. Ticari yazılımların karmaşıklığı ve buna bağlı olarak yüksek fiyatları sebebiyle daha az komplike yapılı uygun fiyatta benzer eğitim araçları üzerinde çalışma yapma ihtiyacı doğmuştur. Akademi ve endüstri için eğitim paketleri bulunmakla birlikte bunların çoğu eğitim kurumları için pahalıdır.

Bu çalışmanın amacı, güç sistemleri eğitimi için nesneye yönelik programlama tekniğini kullanarak bir görsel simülatör gerçekleştirmektir. Geliştirilen yazılım lisans ve yüksek lisans eğitiminde yük akışı analizi tekniklerinin öğretimi ve endüstri alanındakileri eğitimi için bu yazılım kullanılabilir. Geliştirilecek yazılım güç sistemlerinin uzaktan eğitiminde kullanılmak üzere tasarlanacak web temelli görsel simülatörün temel yapısını oluşturacaktır.

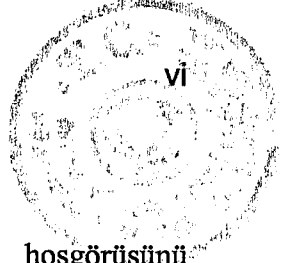


SUMMARY

In recent years, great interests have been directed to the implementation of Object Oriented Programming techniques into the power systems analysis. Consequently, a number of packages have been developed and most of them were successfully commercialized. However these programs have been evolved according to needs of the industry, and gradually become very sophisticated tools for usage in education and training. Due to complexity of commercial programs and relatively high prices have motivated studies on similar education tools at a reasonable cost and with less complicated structure. A number of educational packages are, currently, available for the academia and the industry. However most of them are expensive to afford for the educational institutions.

The aim of the project is to develop and evaluate a visual simulator using object oriented programming techniques for power systems education. The developed tool can be used for graduate and undergraduate education in teaching load-flow and other analysis techniques. The program can also be used to train the people from industry. The developed code forms the basis of a web based visual simulator that is proposed to be used for internet based distance power systems education.

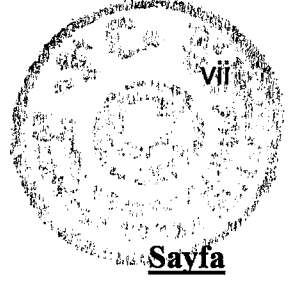
TEŞEKKÜR



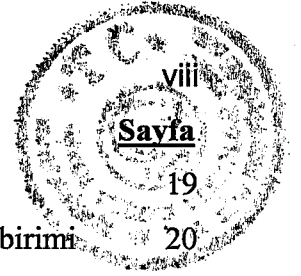
Bu tez çalışmasının geliştirilmesi sırasında yardımlarını ve hoşgörüsünü esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. M. Hakan HOCAOĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.



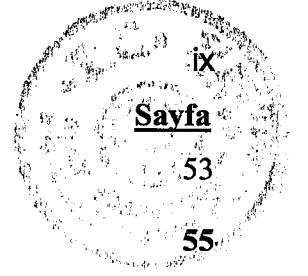
İÇİNDEKİLER DİZİNİ



	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLOLAR DİZİNİ	xii
1 GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Tezin İçeriği	2
2 GÜÇ SİSTEMİ, NESNEYE YÖNELİK PROGRAMLAMA VE GRAFİK KULLANICI ARABİRİMİNE GENEL BAKIŞ	3
2.1 Güç Sistemi Ve Yük Akışı	3
2.1.1 Güç Sistemi	3
2.1.2 Yük Akış Analizi	4
2.1.3 Yük Akış Çözüm Metotları	6
2.1.4 GYTE Yük Akış Analiz Programında Yük Akışı	8
2.1.5 UWPFLOW Programı	8
2.1.6 MATPOWER Programı	9
2.2 Nesneye Yönelik Programlama İle Güç Sistemleri Yazılımları	9
2.2.1 Nesneye Yönelik Programlama	10
2.2.1.1 Nesne (Object)	11
2.2.1.2 Çokşekillilik (Polymorphism)	14
2.2.1.3 Devralma (Inheritance)	16
2.2.2 Nesneye Yönelik Programlama ile Güç Sistem Analizi	17
2.2.3 Nesneye Yönelik Programlama ile GYTE Yük Akış Analiz Programı	18



2.3 Grafik Kullanıcı Arabirimi	19
2.3.1 Güç Sistem Analizi Programlarında Grafik Kullanıcı Arabirimi	20
2.3.2 Grafik Kullanıcı Arabirimi ile Güç Sistemi	20
2.3.3 Grafik Kullanıcı Arabiriminde Olması Gereken Özellikler	21
2.3.4 GYTE Yük Akış Analizi Programında Grafik Kullanıcı Arabirimi	22
2.4 Sonuç	23
3 GÜÇ SİSTEM ANALİZ PROGRAMLARI	24
3.1 Giriş	24
3.2 Ticari Analiz Programları	25
3.3 İnternete Dayalı Güç Sistemleri Yazılımları	30
3.4 Literatürdeki Güç Sistem Analiz Programları	31
3.5 Sonuçlar	33
4 PROGRAMIN TASARIMI VE KULLANIMI	37
4.1 Giriş	37
4.2 Grafik Kullanıcı Arabirim Modülü	38
4.2.1 Ana Pencere Modülü	39
4.2.2 Fiziksel Nesneler	41
4.2.3 Çizim Modülü	44
4.2.4 Arabirim Modülü	46
4.2.5 Arşivleme Modülü	46
4.3 Program Kullanımı	46
4.3.1 Nesnelerin (Güç Sistem Elemanları) Oluşturulması	47
4.3.2 Nesne Verilerinin Girilmesi	48
4.3.3 Nesneleri Tek Hat Diyagramında Tekrar Düzenlemesi	49
4.3.4 Nesne Etiketlerin Düzenlenmesi	49
4.3.5 Nesnenin Silinmesi	50
4.3.6 Yük Akış Analizinin Çalıştırılması	50
4.3.7 Nesnelerin Giriş ve Çıkış Veri Bilgilerinin Gösterilmesi	51
4.3.8 Oluşturulan Güç Sisteminin Arşivlenmesi	52



4.4 Kod Yapısı

5 DEĞERLENDİRME VE KARŞILAŞTIRMA

5.1 Grafik Kullanıcı Arabirim Özellikleri	55
5.2 Güç Sistem Analiz Özellikleri	59
5.3 Kullanıcıların Grafik Kullanıcı Arabiriminden Beklentileri	60

6 SONUÇ

KAYNAKLAR

ÖZGEÇMİŞ

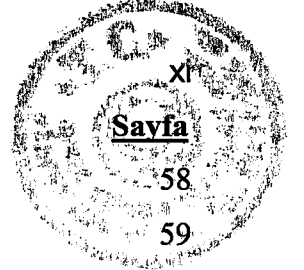
EKLER



ŞEKİLLER DİZİNİ



<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Temel Yük Akışı Algoritması	5
2.2 Sınıf, Nesneler, Mesaj	12
2.3 Uygulamadaki Bir Sınıfın Yapısı	13
2.4 Çokşekillilik	14
2.5 Uygulamada Çokşekillilik Özelliğine Bir Örnek	15
2.6 Devralma	16
2.7 Uygulamada Devralma Özelliğine Bir Örnek	16
2.8 Tek Hat Diyagramında Güç Sistem Elemanları	20
4.1 GYTE Yük Akış Analiz Programı	37
4.2 Program Modülleri Arasındaki Genel Bilgi Akışı	39
4.3 Uygulama Penceresi	40
4.4 Diyalog Penceresi	40
4.5 Gerçek Güç Sistem Elemanların Fiziksel Nesne Hiyerarşisi	41
4.6 Programın Fiziksel Nesne Hiyerarşisi	42
4.7 Nesnelerin Grafikselsel Hiyerarşisi	43
4.8 Fiziksel Özelliklerin Bulunduğu Listeler	44
4.9 Çizim Sınıfların Hiyerarşisi	45
4.10 Nesnelerin Oluşturulması	48
4.11 Nesne Verilerinin Girilmesi	49
4.12 Etiket Ayarları	50
4.13 Yük Akış Analiz Ayarları	51
4.14 Sonuç Verilerinin Tabloda Gösterimi	52
4.15 Sonuç Verilerin Etiketle Gösterimi	52
4.16 Farklı Veri Dosyaların Seçilmesi	53
5-1 GYTE Yük Akış Analizi Programında Popup Menü ile İşlem Seçimi	56
5-2 GYTE Yük Akış Analiz Programında Popup Menü ile Nesne Seçimi	56
5-3 GYTE Yük Akış analizi Programında Bara ve Etiket Ayarı	57
5-4 Etiket ile 5 Baralı Sistemin Analiz Sonucu	58



Sekil

5-5 Tablo ve Liste ile 5 Baralı Sistemin Analiz Sonucu	58
5-6 Notepad ile 5 Baralı Sistemin Analiz Sonucu	59
5-7 Dikdörtgen ve Daire Şekilli Bara ile 6 Baralı Güç Sistemi	61
5-8 Baranın Gerilim Büyüklüğünün ve Açısının Çeşitli Şekillerde Gösterimi	61
5-9 14 Baralı Sistem	62



TABLÖLAR DİZİNİ



xii

Tablo

Sayfa

3-1 Güç Sistemleri Yazılımların Karşılaştırılması

34





1 GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Son yıllarda nesneye yönelik programlama ile güç sistemleri analiz programlarının sayısı hızla artmış, endüstrinin ihtiyacına göre gelişime uğramış ve ticarileşmiştir. Eğitim amaçlı kullanım için pahalı ve çok karmaşık hale gelmişlerdir. Akademi ve endüstri eğitim paketlerinin çoğu da eğitim kurumları için pahalı veya henüz geliştirme aşamasındadır. Genellikle güç sistemleri eğitim programlarında sınıf uygulamalarında güç sistem analiz programları kullanılamamaktadır ve eğitimde güç sistemlerine ilgi giderek azalmaktadır.

Tezin amacı güç sistemleri eğitimi için kullanıcı dostu, kolay, anlaşılabilir, esnek ve güvenli yük akış analizi yapan grafik kullanıcı arabirim programı geliştirmektir. Geliştirilen yazılım lisans ve lisansüstü eğitiminde yük akışı analizi tekniklerinin öğretimi için kullanılabilecektir. Güç sistemleri analizi ile ilgili konuların anlaşılmasını kolaylaştırmak ve tekrar güç sistemlerine ilginin artmasına katkı sağlamaktır. Endüstri alanındakileri eğitmek için de bu yazılım kullanılabilecektir.

Ayrıca lisans ve lisansüstü eğitimlerde uzaktan eğitimin önemi hızla artmaktadır. Bilgisayar ve elektronik dersleri ile ilgili çalışmalar ve uygulamalar bulunmaktadır [1]. Lisans ve yüksek lisans eğitiminde kullanmak amacıyla güç sistemi analiz öğretiminde kullanılabilecek uzaktan güç sistemleri eğitimi için web temelli görsel simülasyon gerçekleştirmek için bu tez alt yapıyı oluşturacaktır.

Bu tez için gerçekleştirilen program; nesneye yönelik programlama ile yenilenmeye değiştirilmeye açıktır. Sadece yük akış analizi yapan program diğer güç sistem analizlerini (hata analizi, koruma gibi) yapabilecek yapıda tasarlanmıştır.



1.2 Tezin İçeriği

Tez altı bölümden oluşmuştur. Tezin ikinci bölümü  farklı kısımdan oluşmuştur. Birinci kısmında güç sistemi ve y akışı hakkında genel bilgi verilmiştir. Y akış metotlarından kısaca bahsedilip GYTE Y Akış Analiz programında kullanılabilen y akış analiz programları tanıtılmıştır. İkinci kısmında GYTE Y Akış Analiz programının tasarlanması ve oluşturulmasında kullanılan yazılım tekniği anlatılmıştır. Nesneye yönelik tasarım ve programlama tanıtılarak özelikleri örnekler verilerek anlatılmıştır. Güç sistemlerinde nesneye yönelik programlamanın yeri araştırılmıştır. nc kısmında ise grafik kullanıcı arabirimin özellikleri özetlenmiştir. Güç sistemlerinde grafik kullanıcı arabirimden neler beklendiği belirlenip, GYTE Y Akış Analiz programının özellikleri listelenmiştir.

Tezin nc bölümünde mevcut, ulaşılabilen güç sistem yazılımları incelenipitli özellikleri karşılaştırılmıştır. Ulaşılabilen internete dayalı güç sistem yazılımlarından ve literatürde analiz edilen güç sistem yazılımlarından bahsedilerek karşılaştırılmıştır. Bu bölümde incelenen güç sistem yazılımları genel olarak değerlendirilmiştir.

Dördüncü bölümde ise GYTE Y Akış Analiz programının tasarımı ve kullanımı anlatılmıştır. Programı oluşturan modüller ve modüllerin birbiri arasındaki ilişkileri incelenip programın işleyişi anlatılmıştır. Programın kullanımı hakkında bilgi verilmiştir.

Beşinci bölümde güç sistem yazılımlarından neler beklendiği belirlenip, güç sistem yazılımların yapabildikleri incelenmiş ve güç sistem yazılımlarınıitli kriterlere göre karşılaştırılmıştır.

2 GÜÇ SİSTEMİ, NESNEYE YÖNELİK PROGRAMLAMA VE GRAFİK KULLANICI ARABİRİMİNE GENEL BAKIŞ

Bu bölüm üç ana kısımdan oluşmuştur. Birinci kısımda güç sistemi ve yük akış analizi hakkında teorik bilgi verilecektir. GYTE Yük Akış Analizi programında kullanılan yük akış analiz programı anlatılacaktır. İkinci kısımda nesneye yönelik programlama hakkında bilgi verilecek ve güç sistemleri yazılımlarında nesneye yönelik programlamanın nasıl uygulandığı örneklerle açıklanacaktır. Literatürde bulunan güç sistemlerindeki nesneye yönelik tasarım ve programlamadan bahsedilecektir. Üçüncü kısımda grafik kullanıcı arabirimi anlatılacaktır. Güç sistemleri yazılımlarında grafik kullanıcı arabiriminde olması gereken özelliklerden bahsedilecektir.

2.1 Güç Sistemi ve Yük Akışı

2.1.1 Güç Sistemi

Güç sistemi; jeneratör istasyonları, yükler ve bu ikisi arasında bağlantıyı sağlayan iletim sistemlerinden oluşur. Jeneratör istasyonları; jeneratörler ki genellikle senkron makinelerdir, türbinler, terminal gerilimini ve frekansını sabit tutmak için tasarlanan kontrol elemanlarını içerirler. İletim sistemleri; transformatörler ve havai iletim hatları, yeraltı kabloları ve çeşitli kontrol elemanlarından oluşurlar. Yükler; şehir veya sanayi gibi dağıtım sistemlerini temsil eder.

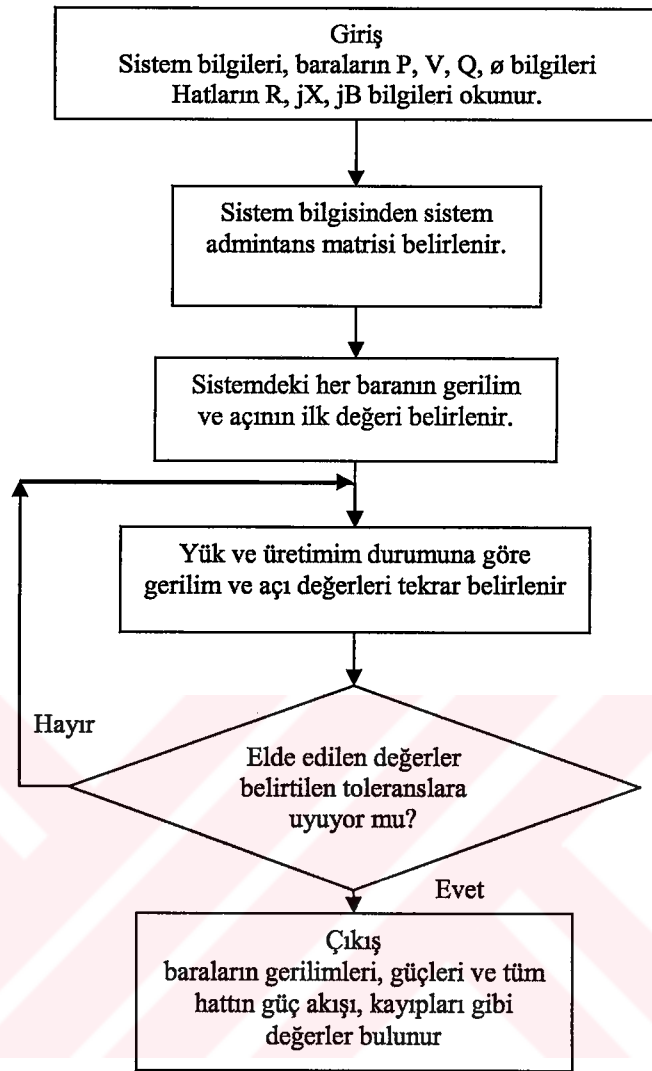
Bir güç sisteminin sağlıklı, kesintisiz, temiz olarak kurulması ve işletilmesi için bir seri çalışmanın yapılması gereklidir. Bu çalışmalar planlama sırasında yapılması gerektiği gibi işletim esnasında da, sistemin değişen durumlardaki davranışını anlamak için gerçekleştirilmelidir. Bu çalışmaların başlıcaları şu şekilde sıralanabilir. Yük akışı,

arızalı durum, koruma, topraklama, kararlılık, geçici rejimler, aşırı gerilimler, izolasyon koordinasyon, ekonomik yük dağılımı, güç kalitesi, elektromagnetik uyumluluk (EMU).

Bu çalışmalardan en önemlilerinden biri yük akışıdır. Normal şartlar altında güç sistemleri sürekli hal durumunda (steady state) çalıştıkları kabul edilebilir. Yük akış hesaplamaları çalışma şartlarının belirlenmesi ve sistemin durumunun anlaşılması için gerçekleştirilir. Sistemin olası uzun ve orta dönemli değişikliklere mukavim olup olmadığı öngörülen yük değişimlerine göre yapılacak yeni yük akışı hesaplamalarıyla belirlenir ve bu sonuçlara göre geleceğe matuf stratejiler tespit edilir. Yük akış hesapları muhtemel problemler, meselâ hat kaybı gibi durumlar (system outages) için alternatif yollar bulmak için de kullanılmaktadır [2].

2.1.2 Yük Akış Analizi

Yük akış analizi; her bir baranın aktif, reaktif gücü, gerilim büyüklüğü ve faz açısı ile ilgilenir. Yük akış hesaplamalarında (salınım, gerilim kontrollü ve yük barası olarak) baraların tipi belirlenir. Güç sisteminde salınım barası denilen bir referans barası seçilir. Bu referans bara, genellikle gerilimi az değişen ve diğer baralara eşit uzaklıkta olan sistemin elektriki olarak merkezindeki bir bara olarak seçilir. Bu barada gerilim büyüklüğü ve faz açısı sabit tutulur, sistemin güç kaybı salınım barasından sağlanır. Gerilim kontrollü barada üretilen gerilim büyüklüğü ve aktif güç belirlidir. Makinelerin karakteristiğine göre bu tip baralarda reaktif güç limiti de belirlenebilir. Bu tip baralara PV barası da denir. Yük barasında, güç $P \pm jQ$ sabittir. PQ barası olarak da isimlendirilir. Temel yük akışı algoritmasının akış diyagramı Şekil 2.1'deki gibidir [3]. Yük akış problemi lineer olmayan denklemler sistemlerinin çözümünü gerektirmektedir. Lineer olmayan sistem çözümü için iteratif metotların kullanılması gerekir. Bu metotlardan ileri ki kısımlarda özet olarak bahsedilecektir.



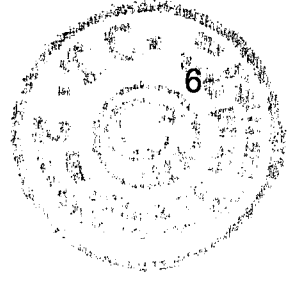
Şekil 2.1 Temel Yük Akışı Algoritması

Yük akış analizinden aşağıdaki bilgiler elde edilir [4]:

Sistemdeki MW ve MVAR akışı

Bara gerilimleri ve açıları

Eklenen yeni devrenin veya yeniden düzenlenen devrenin tüm sisteme etkisi



Üretim ve iletim devrelerin geçici kayıplarının tüm sisteme etkisi

Faz kaydırıcıların sistem yük durumuna etkisi

Optimum sistem çalışma şartları ve yük dağılımı

Sistem kayıplarını en aza indirmek

Optimum transformatör tap ayarı ve oranı

Sistem gerilimini iyileştirmek

2.1.3 Yük Akış Çözüm Metotları

Bilgisayarın gelişiminden önce güç sistem analizi alternatif akım (ac) hesap boardları ile yapılmaktaydı. Günümüzde yük akış problemi nümerik çözüm metodları kullanılarak bilgisayar yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Zamanla yük akış problemi, çözülecek şebekenin büyüklüğü, on-line otomatik kontrol sistemlerinin hesaba dahil edilmesi ve sistem optimizasyonu ile daha karmaşık hale gelmiştir. Geliştirilen nümerik analiz metodları ile en iyi çözümü sağlayan metodlar belirlenerek hızlı, güvenli ve doğru sonuç elde edilmektedir. Bu yük akış çözüm metodlarında da gereken ana özellikler şöyledir [2]:

Hesaplama hızının yüksek olması. Büyük sistemlerde, gerçek zaman uygulamalarında, sistem güvenliğinin değerlendirilmesinde anlık yük akışı durumunun incelenmesinde ve hesaplama hızının yüksek olması çok önemlidir.

Bilgisayarda depolanan verinin az yer kaplaması. Özellikle büyük sistemlerde kullanılan bilgisayarların kapasite ve veri büyüklüğü önemlidir.

Çözümün güvenilirliği. Aşırı duyarlı (kötü durumlu - ill conditioned) problemler, hat kayıpları (outage) ve gerçek zaman uygulamaları için elde edilecek çözümün doğruluğu çok önemlidir.

Esneklik. Güç sistemi cihazlarının belirleyici özelliklerine uygun çalışması sağlanabilmelidir. Mesela transformatörlerde ayar (tap) oranlarının duruma göre değiştirilmesi, güç sistem cihazlarının sistemin yüklenmesine göre ayarlarının değişmesi sağlanmalıdır.

Kolaylık. Yük akışı algoritmasının yazılımla daha kolay geliştirilmesi sağlanmalıdır.

Güç sistemleri çoğunlukla lineer olmayan sistemler olduğu için iteratif metotlar tercih edilir. Yük akış analizinde Gauss, Gauss-Seidel, Newton-Raphson ve Hızlı Ayrık (Fast Decoupled) Newton Raphson iteratif nümerik metotları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Gauss ve Gauss-Seidel metotlarında başlangıç değeri ve hata değeri belirlenir, problem çözülür elde edilen değerle bir önceki değer karşılaştırılarak hata değerinin altına düşüp düşmediği kontrol edilir elde edilen değer problemde yerine konularak tekrar çözülür hata değerinin altına düşünceye kadar iterasyon işlemine devam edilir. Başlangıç değerinin seçimi problemin çözümünü etkilemektedir. Bu seçime göre sonuç yakınsayabilir veya ıraksayabilir. Gauss-Seidel'in Gauss'dan farkı daha az iterasyonla çözüme ulaşmasıdır. Gauss ve Gauss-Seidel metotları büyük sistemlerin çözümünde yetersiz kalabilmektedir.

Newton-Raphson metodu ile jakobiyen kullanılarak gerilimdeki değişmelere göre güçteki değişim elde edilir. Değişim değerlerine göre bu metot yeni tahmin değerleri elde eder. Kendi yapısındaki çözüme yaklaşma performansının yüksek olmasından dolayı bu metot daha çok kullanılmaktadır. Fakat çözüm hızı düşüktür. Gauss-Seidel ve

Newton-Raphson metotları birlikte kullanıldığında daha hızlı ve daha iyi çözüm elde edilmektedir.

Hızlı ayrık hesaplama metodu Newton-Raphson metodunun geliştirilmiştir. Aktif ve reaktif güç arasındaki zayıf bağlantıya dayanarak jakobiye düzenlenir. Daha az sayıda denklemin olmasından dolayı hızlı ayrık metodu daha hızlıdır. Sistemin reaktans ile rezistans oranı (X/R) hızlı ayrık metodunu etkiler. X/R oranının altıdan az olduğu sistemlerde hızlı ayrık metodu ile yük akışı çözümü zorlaşır. Bu yüzden Newton-Raphson metodu dağıtım sistemlerine hızlı ayrık metodu ise iletim sistemlerine uygundur [5]. Yük akış çözüm algoritma metotları hakkında ayrıntılı bilgi [6, 7, 8] referanslarda verilmiştir.

2.1.4 GYTE Yük Akış Analiz Programında Yük Akışı

Burada güç sistemleri derslerinde kullanılmak amacıyla yük akış analizi yapan grafik kullanıcı arabirimine sahip bir programın ihtiyaçları analiz edilmiş, geliştirilmiş ve anlatılmıştır. Geliştirilen program; 1971'de IEEE çalışma grubu tarafından standardize edilmiş IEEE genel veri formatına ve Power Tech. Inc. (PTI) tarafından geliştirilen zamanla endüstri standardı haline gelen PTI yük akış veri formatına uygun veriyi grafik ortamdan alarak hazırlar [9, 10]. IEEE genel veri formatında ve PTI yük akışı veri formatı ile çalışan yük akış hesaplama programlarına veri gönderip alabilir.

Program IEEE genel veri formatı ile çalışan eğitim amaçlı UWPFLOW [10] ve Matlab altında çalışan MATPOWER [11] programını güç akış analiz hesaplamasında kullanmaktadır.

2.1.5 UWPFLOW Programı

UWPFLOW bir yük akışı hesaplama yazılımıdır. Yük akışı ve optimal yük akışı yapan ayrıca sistem kararlılık sınırları ile ilişkili lokal iki konumlulukları (bifurcation) yada Jakobiye sistemindeki sıra dışılıkları hesaplamak için tasarlanmış bir araştırma

aracıdır. Program, bunun yanı sıra, tanjant vektörler, iki konumluluk noktasındaki sol-sağ eigenvektörler, Jakobiyenler, farklı yükleme seviyelerindeki güç akışı çözümleri, voltaj kararlılık indisleri vb. gibi ileri analizlerin yapılmasını sağlayan bir dizi sonuç dosyası oluşturur. Program WSCC/BPA/EPRI yada IEEE ortak formatlarındaki ac/dc yük akış verilerini, özel formattaki FACTS cihazı verilerini okur.

Üretim değişimin kontrolü, yük değişiminin kontrolü ve maksimum üretim güçleri gibi iki konumluluk analizi için formatsız veriye ihtiyaç vardır. Programda, 'yükleme faktörü' parametresinin değişmesine izin verilir. Program opsiyonları ile belirtilmediyse, sürekli hal durumunda sistem kontrolleri çalışır.

Program C ve C++ dillerinde geliştirilmiştir ve WINDOWS 95 ve UNIX ortamlarında çalışır. Hafıza yeterli olduğu sürece sistem boyutunda sınırlama yoktur. Bu program ile 2158 baralılık ac/dc sistemi başarıyla incelenmiştir [11].

2.1.6 MATPOWER Programı

MATPOWER matlab altında çalışan bir güç sistem analiz paketidir. Yük akışı ve optimal yük akışı çözmek için kullanılan Matlab programının m uzantılı dosyalarından oluşan bir programdır. Araştırmacılar ve eğitimciler için kodlarının anlaşılabilirliği ve değiştirilebilirliği için basit tasarlanmıştır. Cornell üniversitesinde PSERC (Güç Sistemleri Mühendisliği Araştırma Merkezi)'nden Ray Zimmerman ve Deqiang Gan tarafından geliştirilmiştir [12].

2.2 Nesneye Yönelik Programlama ile Güç Sistemleri Yazılımları

Özellikle son on yıl içerisinde nesneye yönelik programlama teknikleri kullanılarak bir çok ticari veya eğitim amaçlı güç sistemleri yazılımları geliştirilmiştir. Nesneye yönelik tasarım ve programlamanın getirdiği kullanım kolaylığı, güvenilir bir

program elde etme, değişiklik ve genişlemenin kolayca ve hızlıca yapılabilme yetenekleri ile bu programların her geçen gün yeni ve geliştirilmiş sürümleri çıkmaktadır.

2.2.1 Nesneye Yönelik Programlama

Son yıllarda nesneye yönelik programlama teknikleri programcılığa büyük bir esneklik kazandırmıştır. Programcılık bilgisayarın icadından bugüne kadar çok fazla ve hızlı olarak değişikliğe uğramıştır. İlk bilgisayar programları assembler dili ile yazılmaktaydı. Program boyutları büyüdükçe üst düzey diller –mesela, FORTRAN, COBOL, BASIC– ortaya çıktı. 1960’larda yapısal programlama kavramı ortaya atıldı ve bu metodu destekleyen programlama dilleri ile nispeten karmaşık ve büyük programlar yazabilmek mümkün oldu. Fakat projeler belli boyutu aştığında yapısal programlama metotları da yetersiz kalmakta ve projelerin kontrolü zorlaşmaktaydı. Günümüzde yapısal programlama teknikleri ile yapılmış birçok proje artık bu metodun yetersiz kaldığı bir noktaya gelmiştir. Bu noktada nesneye yönelik programlama kullanılmaya başlamıştır.

1990 yılından sonra nesneye yönelik analiz ve tasarım ile daha sabit, değişmenin ve genişlemenin ek yük getirmeden yapılabilirdi yazılımlar geliştirildi. Aynı zamanda bugünkü on-line interaktif sistemler yetmişli yılların metne yönelik, grup işletim sistemlerinden daha çok, kullanıcı arabirimine önem vermektedir. Dolayısıyla nesneye yönelik program ile oluşturulan sistemler kullanıcı sistemlerle daha doğal ve kolay bağlantı kurabilmektedirler.

Nesneye Yönelik Programlama, yapısal programlama metotlarının en iyilerini almış ve yeni yaklaşımlarla yazılım geliştirme işlemine yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Nesneye Yönelik Programlama ile bir proje olarak ortaya çıkan problem onunla ilişkili alt gruplara bölünebilir; sonra da bu alt gruplar C⁺⁺ gibi yüksek seviyeli bir programlama dili kullanarak nesne adı verilen program birimlerine çevrilir. Nesneye yönelik tasarım ve programlamanın kullanım amaçlarından en önemlileri şöyle

sıralanabilir: Süratli bir proje gelişimi sağlamak, güvenilir bir program elde etmek, değişiklik ve genişlemenin kolayca yapılabilmesini sağlamak.



Bu amaçlara ulaşabilmek için bütün nesneye yönelik programlama tekniklerinin kullandığı üç önemli unsur vardır: Nesne (Object), Çokşekillilik (Polymorphism) ve Devralma (Inheritance) [13, 14, 15].

2.2.1.1 Nesne (Object)

Programlama aracı olan nesne, verileri ve bu veriler üzerinde işlem yapmaya yarayan program kodunu içeren mantıksal bir varlıktır. Program açısından nesneler bir kara kutu gibi değerlendirilebilir. Nesnelere mesaj gönderilir ve bu mesajlarla yapılan işlemlerin sonuçları alınabilir. Nesne içinde veri veya program kodu yer alır. Nesneler üç kısım halinde sınıfta toplanır. Sınıfta nesneler ve nesnelere ait işlemler tanımlanır. Şekil 2.2’de sınıf nesne mesaj ilişkisi şematik olarak gösterilmiştir.



Nesnelerin
tanımlanması

Nesnelere ait
işlemlerin
tanımlanması

Nesnelerin Çizim Sınıfı
başlangıç X koordinatı : tamsayı başlangıç Y koordinatı : tamsayı yüksekliği : tamsayı genişliği : tamsayı tipi : [bara, hat, trafo, ...] ...
nesnenin çizimi(); nesne üzerinde fareye dokunma(); bağlantıyı yapma();

Mesaj

Nesne

Yapılan İşlem

Barayı Çiz
(x, y, w, h)

Baranın Çizimi
tanımlandığı şekil
ve yere göre çiz

Barayı pencereye verilen
koordinatlarda çizilir

Şekil 2.2 Sınıf, Nesneler, Mesaj

Özel (private) kısımda yer alanlar, nesne dışından erişilemez, ancak genel (public) kısımdaki fonksiyonlara ulaşılabilir. Korunmuş (protected) kısımda yer alan elemanlara devralma (inheritance – bir nesnenin bir başka nesneye ait özellikleri kullanması) yoluyla türetilen alt nesneler tarafından ulaşılabilir. Nesne aslında kullanıcı tarafından oluşturulmuş bir tipe ait değişkendir. Nesne, verileri ve verilere ait fonksiyonları bir arada tutar.

Nesneler, kullandıkları yerlere göre dört kategori altında incelenebilirler; denetim, uygulama, veri yönetimi, arabirim. Denetim nesneleri, bir programın normal akışı sırasında bilgi işleme denetim elemanı olarak görev yaparlar. Program içinde çalışacak olan bir sistem bir nesne ile gösterilir ve denetim nesnenin fonksiyonları ile

sağlanır. Uygulama, bir sistemde belirli amaçların gerçekleştirilmesi için bu nesneler kullanılabilir; çeşitli varlıkların bilgisayar ortamında gösterimi nesnelerle yapılabilir. Veri Yönetimi, üzerinde işlem yapılacak veriler nesne haline getirilir ve nesneler üzerinde yapılan işlemler metot olarak tanımlanır. Arabirim, kullanıcı ile uygulama arasındaki arabirim nesnelerle sağlanır. Bu da İki düzey arasında bağımsızlık sağlar, böylece birinde yapılacak değişiklik diğerini etkileyecek sorunlar çıkarmaz.

```

TMain = class(TPaintBox)
protected
  constructor create(aOwner : TComponent); override;
  destructor destroy; override;
  procedure paint; override;
  procedure MouseDown(Button: TMouseButton; Shift:TShiftState;
X, Y: Integer); override;
  procedure MakeConnection;
  ....
private
  startX, startY : Integer;
  startW, startH : Integer;
  recno :TRecordNo;
  CPoint : TConnectPoint;
  Thingy : TThingy; //TThingy =[bus, trafo, 3wtrafo, gen, ...]
public
end;

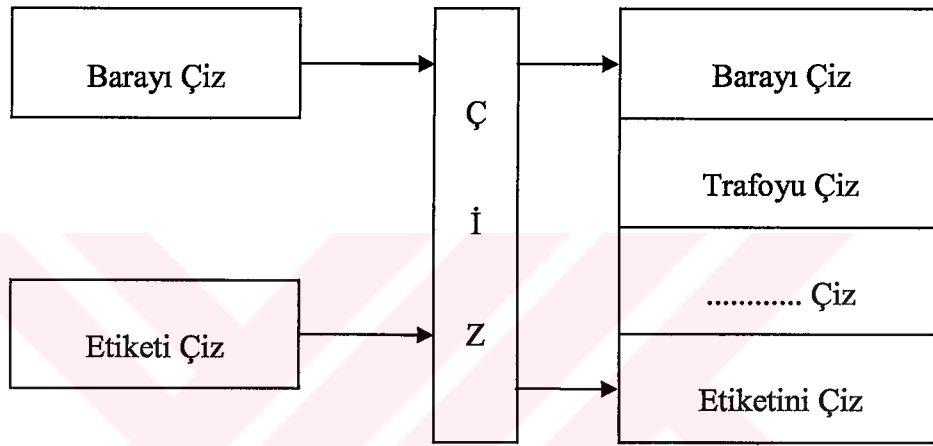
```

Şekil 2.3 Uygulamadaki Bir Sınıfın Yapısı

Şekil 2.3'teki örnek program kodunda bir sınıfta hem nesnenin tipi hem de nesne ile ilgili fonksiyonların tanımlanmış olduğu görülmektedir.

2.2.1.2 Çokşekillilik (Polymorphism)

Çokşekillilik (polymorphism) bir ismin birbirleriyle bağlantılı fakat aslında değişik olan birden fazla amaç için kullanılmasıdır. Çokşekilliliğin amacı, bir tek ismi genel bir işlevler kümesini tanımlamada kullanmaktır. Hangi işlevin gerçekleşeceği üzerinde işlem yapılacak veri tipi tarafından belirlenir.



Şekil 2.4 Çokşekillilik

Şekil 2.4'te nesne tipine göre çizim fonksiyonunun seçildiğini görülmektedir.

Şekil 2.5'te çokşekilliliğe örnek bir program kodu görülmektedir. Örnekte 'paint' fonksiyonunu iki ayrı sınıfta ve iki ayrı fonksiyonda tanımlanmış. 'Tmain' sınıfındaki 'paint' fonksiyonu nesneleri (bara, trafo, ...) çizmekte, 'TCaption' sınıfındaki 'paint' fonksiyonu nesnelerin etiketleri çizmektedir. 'paint' fonksiyonu 'Tmain.Paint' ile çağrıldığında nesne çizmekte 'TCaption.Paint' ile çağrıldığında etiket çizilmektedir.

```

TMain class TMain =class (TPaintBox)
protected
procedure paint; override;
procedure MouseDown(Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y:
Integer); override;
procedure MouseMove(Shift: TShiftState; X, Y: Integer); override;
.....
end;

TCaption =class(TPaintbox)
protected
procedure paint; override;
procedure DblClick; override;
procedure MouseMove(Shift: TShiftState; X, Y: Integer); override;
procedure MouseDown(Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y:
Integer); override;
.....
end;

procedure TMain.paint;
begin
  inherited paint;
  case thingy of
    bus : begin
      canvas.rectangle(0, 0, width, height);
      .....
    end;
    trafo: .....
  end;
end;

procedure TCaption.paint;
begin
  inherited paint;
  case cthingy of
    bus : begin
      .....
    end;
    else canvas.textOut(0,0,caption);
  end;
end;

procedure TFormMain.FormMouseUp(.....);
begin
  .....
  Tmain.Paint;
  Tcaption.Paint;
  .....
end;

```

Şekil 2.5 Uygulamada Çokşekillilik Özelliğine Bir Örnek

2.2.1.3 Devralma (Inheritance)

Devralma (inheritance) bir nesnenin bir başka nesneye ait özellikleri kullanabilmesi demektir. Bu özellik sınıflandırma kavramını sağladığı için önemlidir. Şekil 2.6’da devralma özelliğine ait bir şema gösterilmiştir.



Şekil 2.6 Devralma

```

TMain = class(TPaintBox)
protected
next : TMain;
prev : TMain;
constructor create(aOwner : TComponent); override;
destructor destroy; override;
procedure paint; override;
procedure MouseDown(Button: TMouseButton; Shift: TShiftState;X, Y: Integer);
override;
procedure MouseMove(Shift: TShiftState; X, Y: Integer); override;
procedure MouseUp(Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer); override;
.....
end;

procedure TMain.paint;
begin
  inherited paint;
  ....
end;

procedure TMain.MouseDown(Button: TMouseButton; Shift: TShiftState;X, Y:
Integer);
begin
  inherited MouseDown(Button, Shift, X, Y);
  .....
end;
  
```

Şekil 2.7 Uygulamada Devralma Özelliğine Bir Örnek

Şekil 2.7' deki program kodunda devralma özelliği sayesinde 'Tpaintbox' sınıfının özelliklerini 'Tmain' ve 'Tcaption' sınıfları da kullanabilmektedir.

2.2.2 Nesneye Yönelik Programlama ile Güç Sistem Analizi

Nesneye yönelik programlama metotları ile geliştirilen güç sistem yazılımlarını inceleyen birçok çalışmalar bulunmaktadır. Burada ulaşılabilen literatürde önemli görülen çalışmalar hakkında bilgi verilecektir.

Neyer makalesinde nesneye yönelik analiz ile yük akışı için nümerik algoritmanın nasıl oluşturulduğu anlatılmaktadır [16]. Nesneye yönelik analizin avantajı, dezavantajı ve performansı yük akış örneği ile belirlendiği anlatılmaktadır. Nesneleri ve fonksiyonlarını bir sınıfta gösterilebilmesi, nesneler arasında sadece mesajla bağlantı olduğundan nesnelerin bağımsız olması, nesnelerin değiştirilmesini eklenmesi durumunda programın etkilenmemesi, nesnelerin özelliklerin başka nesnelere de aktarılabilmesi gibi özelliklerin nesneye yönelik programlamanın avantajı olduğundan bahsedilmiştir. Bunun yanı sıra nesneye yönelik programlamanın dezavantajı olarak programın yavaşlaması ve belleği daha çok kullanması zikredilmektedir. Bu makale birçok makaleye referans olmuştur.

Referans [17] de anlatılan enerji yönetim sistemler yazılımının yapısındaki nesneye yönelik modellemeyi standart güç sistem analizlerin her çeşidine uygulanabileceği anlatılmaktadır. Nesneler ve hiyerarşik düzenlenmesi ile uygulamalarda işi zorlaştıranları (çok sargılı transformatörler, çok kuplajlı hatlar, ayarlı hatlar, hayali düğüm noktaları, kontrol sistemleri, FACTS cihazları gibi) genel veri yapısı içine ekleyip hesaplamalara katılmaları ile güç sistemlerinin sayısal modelleri ve gerçek modelleri arasındaki farkın azaldığı anlatılmaktadır. Modellerin gerçeğe yakınlığı, esnekliği ile geniş programcı ve analist kitlelerince kullanılacağı sonucuna varılmıştır.

Foley nesneye yönelik analizin on-line network analizinde uygulaması anlatılmaktadır. Grafik kullanıcı arabirimi ile veritabanı yönetiminin kolaylaştığından bahsedilmiştir [18].

Diğer dallarda olduğu gibi güç mühendisliği eğitimi de nesneye yönelik programlama ile kolaylaştığı bilinmektedir. Öğrencinin güç sistemleri eğitiminde nesneye yönelik programlama ile zamandan kazandığını, programdaki bugları bulup öğrenmek yerine sadece güç sistemini öğrenildiği anlatılmaktadır. Bir yük akışı programı ile de durum örneklenmiştir [19].

Referans [20] da elektrik dağıtım şebekelerinin nesneye yönelik tekniklerle modellenmesi anlatılmıştır. Dağıtım şebekelerinin çok farklı ve çeşitli ihtiyaçlarının bu teknik yardımıyla başarılı bir şekilde simüle edildiği bu çalışmada gösterilmiştir.

Referans [21] de nesneye yönelik programlamanın grafik kullanıcı arabirimi ile programın ne kadar esneklediği anlatılmaktadır. nesneye yönelik modellemenin genel kavramlarından grafik kullanıcı arabiriminin sağladığı fare özelliği ile güç sistemleri programların kullanım kolaylığı ve analiz sonuçların sistem üzerinde gösterimi ile de sistemin kolay anlaşıldığından bahsedilmektedir.

2.2.3 Nesneye Yönelik Programlama ile GYTE Yük Akış Analiz Programı

Yukarıda kısaca özetlenen çalışmalardan açıkça görüldüğü üzere nesneye yönelik programlama tekniklerinin güç sistem analizinde kullanımı hesaplama zamanı ve bellek kullanımı bakımından bazı mahsurlar taşımakla beraber kullanıcıya çok büyük esneklik ve kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca kullanılacak grafik kullanıcı arabirimi ile nesne tabanlı yapı birleştirilecek olursa çok büyük zaman tasarrufu da sağlanabilecektir.

Bu doğrultuda nesneye yönelik programlama ile GYTE Yük Akış Analiz Programı geliştirilmiştir. Tamamen nesneye yönelik programlama dili olan Delphi 5 Enterprise ile

program yazılmıştır. Programlama diline ait nesneye yönelik özelliklerinden yararlanılmıştır. Sınıfların ve fonksiyonların oluşturulmasında nesnelerin korunması, devralma, çokşekillilik özellikleri kullanılmıştır. Program yeniliğe ve değişikliğe açıktır.

Delphi programının nesneye yönelik özellikleri kullanılarak nesneye yönelik olmayan programlardan daha kısa ve daha esnek program kodları oluşturulmuştur. Paintbox özelliği kullanılarak nesnelerin çizimi, yerleşimi kolaylaşmıştır. Programa nesne eklemek programın yapısı değiştirmemektedir ve kolay yapılabilir.

Farklı nesnelere farklı sınıflar oluşturularak nesnelere gereksiz özellikler eklenmemiştir. Fonksiyonları birbirine karıştırılmamıştır.

Kullanıcı sadece güç sistemin elemanı seçip ve veri değerlerini girmektedir. Gereksiz işlemlerle zamanı kaybetmemektedir.

2.3 Grafik Kullanıcı Arabirimi

Kullanıcı arabirimi, kullanıcıdan sistemin iç işlemleri ve karmaşıklığı saklanarak kullanıcının sistemi kolayca kullanmasını sağlar, çamaşır makinesinin ön paneli, uçağın pilot kabini gibi.

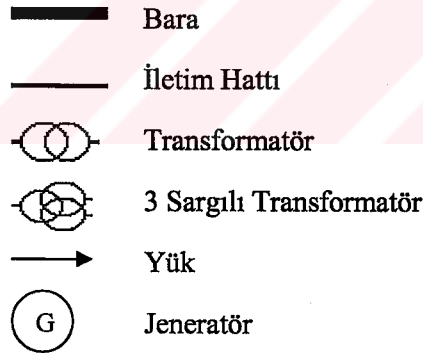
1990 yıllarda gelişmeye başlayan görsel işletim sistemleri ile birlikte uygulama programların standart kullanıcı arabirimi oluşmaya başladı. Uygulama programının kullanımı ve öğrenimini kolaylaştırmak, kullanıcı hatalarını en aza indirmek gibi özellikler getirdiği için uygulama programlarında kullanıcı arabirimi ihtiyaç haline geldi. Özellikle grafik kullanıcı arabirimi ile güç sisteminin oluşturulması ve analizin yapılması kolay, hızlı ve güvenilir hale geldi.

2.3.1 Güç Sistem Analizi Programlarında Grafik Kullanıcı Arabirimi

Klasik analiz programların eski versiyonlarına baktığımız zaman metin tabanlı, program formatına uygun olarak yazılması gereken ve bir çok kuralları bulunan, bir rakamı bile yanlış yazıldığında çalışmayan programlardır. Bu programların yeni versiyonları ve piyasada bulunan diğer programlar artık grafik arayüzü birimi ile tek hat diyagramı oluşturabilen veri girişinde hatayı en aza indiren dışarıdan veri alıp verebilen sonuçları değişik grafik formlarda verebilen ve benzer daha bir çok özelliği olan programlar olmuşlardır.

2.3.2 Grafik Kullanıcı Arabirimi ile Güç Sistemi

Üç fazlı güç sistemleri grafiksel olarak kolay ve basit olarak tek hat diyagramı (one line diyagram) ile gösterilmektedir. Güç sistemin temel elemanların tek hat diyagramında gösterimi Şekil 2.8 deki gibidir.



Şekil 2.8 Tek Hat Diyagramında Güç Sistem Elemanları

Grafik kullanıcı arabirimi ile tek hat diyagramı kullanılarak güç sistemi oluşturulmaktadır. Güç sistemi bir çok elemandan ve bu elemanların verilerinden oluşmaktadır. Grafik kullanıcı arabirimi ile elemanların oluşturulması düzenlenmesi, elemanlara ait verilerin girilmesi, sistemin analizinin yapılması ve analiz sonuçlarının

sistem üzerinde görülmesini sağlar. Grafik kullanıcı arabirimi kullanıcının güç sistemine konsantre olmasını sağlar; gereksiz işlemlerle uğraştırmaz, hatalı veri girişini en aza indirir, zaman kaybını engeller. Sistemin analiz ve yorumunu grafiklerle, istenilen tabloda veya sistem üstünde sonucu göstermekle gerçekleştirir. Sistemin yeniden düzenlenmesine olanak sağlar. Kütüphane özelliği ile sistem veri girişlerini kolaylaştırır.

2.3.3 Grafik Kullanıcı Arabiriminde Olması Gereken Özellikler

Grafik kullanıcı arabirimi aşağıdaki genel özelliklere sahip olması gerekir [22]:

1. Grafiksel işlemler; nesnelerin oluşturulması, silinmesi hareket ettirilmesi ve büyüklüğünün değiştirilmesi gibi işlemleri yapmalı. Bu işlemler kullanıcıya kullanım kolaylığı sağlar.
2. Çizim işlemleri; belli kural içinde çizim yapılmalı. Kural dışı işlemleri iptal edilmeli veya kuraldışı işlem uyarılarak düzeltilmeli.
3. Her nesne tipinin kendisine ait parametrelerin bulunduğu diyalog penceresi olmalı.
4. Nesneler etiketlenilmeli. Nesnenin giriş ve çıkış parametreleri etiket üzerinde gösterilebilmeli.
5. Program kullanılırken açıklama, hata veya uyarı mesajları gibi yardım sistemi çalışmalı.
6. Çizim penceresinde kaydırma, yakınlaştırma, uzaklaştırma özellikleri bulunmalı.

8. Fare ve özellikleri kullanılmalı. Seçme, sürükleme, çift tıklama gibi özelliklerini kullanarak nesnelerin çizimini, hareketini yapılabilmeli, popup menü özelliği kullanılabilir.

9. Menü ve özellikle popup menü yardımı ile programın işlemlerini kolayca gerçekleştirilmeli

10. Araç çubukları özelliğinden yararlanılmalı

11. Kullanıcı hatalarını en aza indirecek kontroller konmalı. Yanlış veri girişi engellenmeli, program çıkışında çalışmayı kaydetme uyarılmalı ve bunun gibi kontroller konmalıdır.

2.3.4 GYTE Yük Akış Analizi Programında Grafik Kullanıcı Arabirimi

GYTE Yük Akış Analiz programında güç sistemi tek hat diyagramında çizilmektedir. Güç sistem elemanları EN 60617-6 standartlarına [23] göre belirlenmiştir. Güç sistem elemanları bara, jeneratör, yük, iletim hattı ve transformatörden oluşmaktadır. Yük ve jeneratör bara veri girişi kartında girilen değerlere göre baraya eklenmektedir. Bara tip özelliklerinin rahat anlaşılması için bu şekilde yapılmıştır.

Eleman çizimi ile veri girişi aynı zamanda yapılmaktadır. Çizimde ve veri girişinde kullanıcı hatasını en aza indiren kontroller vardır. Eleman sayısında sınır yoktur. Elemanların parametre değerleri etiketle gösterilmektedir.

Sistemin tek hat diyagramı ile verileri ayrı dosyalarda saklanmaktadır. Sistemin farklı verilerle farklı analiz sonuçları olabilir. Bir sistemin farklı analizlerle değerlendirme yapılabilmesi sağlanmıştır.

Sistemin analiz sonuçları bir tabloda değerlendirildiği gibi çizim penceresinde de görülebilmektedir.

Popup menülerle, araç çubukları ile elemanlarla ilgili işlemler kolaylıkla yapılabilmektedir.

Sistem kaydedilip tekrar aynı sistem üzerinde düzenleme yapılabilmektedir.

Başka programlara sistemin verisini IEEE genel veri formatında ve PTI veri formatında verebilmektedir.

2.4 Sonuç

Bu bölüm ile güç sistem analiz programı gerçekleştirmek için gerekli teorik bilgiler genel olarak incelenmiştir. Güç sistemi ve yük akış analizi konusunda bilgi verilmiştir. Nesneye yönelik tasarım ve programlama gerçekleştirilen programdan örnekler verilerek açıklanmıştır. Güç sistemlerindeki uygulamalarından bahsedilmiştir. Grafik kullanıcı arabirimi ile programların anlaşılması, kullanımı ve işleyişinin nasıl kolaylaştığından bahsedilip, grafik kullanıcı arabiriminde olması gereken özellikler belirlenmiştir.

Bu bölüm ile gerçekleştirilen programın hangi yük akış analiz metodunu kullandığı, nesneye yönelik programlama tekniğinin neler kazandırdığı ve grafik kullanıcı arabirimi oluşturulurken hangi özelliklerin bulunması gerektiği gibi bilgiler tespit edilmiştir.

3 GÜÇ SİSTEM ANALİZ PROGRAMLARI

3.1 Giriş

Güç Sistemleri çalışmaları çok büyük denklem takımlarının analiz ve çözümüne dayandığı için eskiden beri bilgisayarlı teknikleri kullanmaktadır. Güç sistem analizi ve güç sistemleri eğitimi bilişim teknolojisindeki gelişim, değişim ve ilerlemelerden doğrudan etkilenmektedir. Nesneye yönelik programlamanın, görsel programlamanın ve internet tabanlı programların gelişimden güç sistem analiz programları da hemen etkilenmektedir.

Önceki senelerde yapısal programlama ile yazılan EMTP (Electromagnetic Transients Program), ETMSP (Extended Transient / Midterm Stability Program), EMTDC (Electromagnetic Transient DC Program) gibi programlar; metin tabanlı, belli bir formatta yazılması gereken ve bir çok kuralları bulunan programlardı. Güç sistem analizi yapmadan önce programda kullanılacak formatların yapısını öğrenmek daha sonra programın kullanımını öğrenmek gerekiyordu. Tamamen programa hakim olduktan sonra programda analiz çalıştırmak mümkün olabiliyordu. Güç sistemleri konusunda çalışan araştırmacılar ve eğitmenler büyük bir zamanı program çalıştırmaya harcıyorlardı.

Nesneye yönelik ve görsel programlamanın gelişimi ile bu programların yeni versiyonları ve diğer programlar artık grafik arayüzü birimi ile tek hat diyagramı oluşturabilen, veri girişinde hatayı en aza indiren, kütüphaneleri ile veri girişini kolaylaştıran, sonuçları değişik grafik formlarda verebilen, detaylı analiz yapabilen, dışarıdan veri alıp verebilen ve kullanımı kolay programlar oluşturulmuştur. Programların yenilenmesi ve geliştirilmesi nesneye yönelik programlama ile kolaylaştığı için programların yeni versiyonları hızla çıkarılmaktadır. Kullanıcının programı kolay öğrenmesi ve kullanması için her türlü kolaylık sağlanmaktadır.

Bu bölümde ulaşılabilen güç sistem analizi programları incelenip karşılaştırılmıştır.

3.2 Ticari Analiz Programları

DigSilent GmbH tarafından 1993'te geliştirilen *Digsilent Power Factory* güç sistem analiz yazılımı genişletilmiş grafiksel fonksiyonlar içeren nesne gözlemleyicisi (object browser) ile nesneye yönelik veri tabanından oluşmuştur. Yük akışı ve analizi, hata analizi, stabilite fonksiyonları, güvenilirlik ve koruma değerlendirme yapan modülleri bulunmaktadır. Tek bir yazılım paketi ile birçok probleme çözüm bulmaktadır. Geliştirilmiş analiz yetenekleri ve grafiksel seçenekleri ile yeniden yapılandırılıp (restructured), serbest bırakılan (deregulated) enerji piyasası göz önüne alınarak, kullanıcının tanımlayabildiği fonksiyonlar içermektedir. Program off-line ve on-line olarak çalışabilmekte, off-line çalışırken standart bilgi tanımlamasını kullanmaktadır. On-line iken SCADA (Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi) sistemleri yardımı ile verilerin gerçek değerlerini almaktadır. Kullanıcının tanımladığı hesaplama sonucu, x-t ve x-y grafiği, vektör diyagramı, nesne parametreleri, dijital göstergeler, butonlar gibi *Sanal Cihazlar* (Virtual Instruments) tek hat şemasında veya ayrı bir pencereye yerleştirilebilmektedir. Kullanıcının parametre tanımlamasını ve işlem içine katılmasını özel kullanıcı arabirimi (DSL++& DPL) ile sağlamaktadır. Trafo ve kesici postaların grafiğini oluşturabilmektedir. Arıza kaydedici ve takip sistemi "Digsilent Medinas2000" programı ile bağlantılı çalışabilmektedir [24].

NEPLAN Network Planning and Information System, BCP Power systems Engineering'in geliştirdiği uzun yıllardır pazarda bulunan grafik arayüzü ve veri yönetimi modüllerine sahip genellikle Avrupa'da tutulan bir programdır. NEPLAN güç sistemi planlama yazılımı nesneye yönelik, grafik destekli ve entegredir. Elektrik güç sistemlerinin analizi planlama ve optimizasyonu için geliştirilmiştir. Temel (grafiksel veri tabanı editörü, yük akışı, kısa devre modülleri), endüstriyel (ilave olarak; motor başlatma, aşırı akım koruma modülleri), dağıtım (ilave olarak; optimum ayırma noktaları, yük profil zaman simülasyon modülleri), iletim (ilave olarak; optimum güç

akışı, dinamik analiz, eigenvalue analiz modülleri) paketleri ve de harmonik analiz, dağıtım networklerinde optimizasyon, yatırım ve güvenilirlik analizi modülleri vardır. Dağıtım networkleri için dengesiz yük akışı yapabilir. SCADA ve GIS sistemlerine bilgi çıkışı verebilmektedir [25].

Power Technologies Inc. şirketinin 70'li yıllarda geliştirdiği **PSS/E** (Power System Simulator for Engineering) programı elektrik güç iletim sistemlerinin dizaynı ve planlamasında dünyaca kullanımda klasik bir programdır. PTI'n geliştirdiği veri formatı zaman içinde standartlaşmış başka programlar tarafından da kullanılmıştır. PSS/E güç akışı dengeli veya dengesiz hata analizi, dinamik simülasyon grafik kullanıcı arayüzü ile yapmaktadır. Optimum güç akış modülü de vardır [26].

Yine aynı şirketin geliştirdiği **PSS/VIPER** (Power system simulator for visual power engineering) programı özellikle askeri ve sivil gemi müteahhitleri ile ko-jenerasyon tesis operatörleri tarafından kullanılmaktadır. PSS/VIPER denizcilik, endüstriyel ve küçük kuruluşlar için tasarlanmıştır. Yük akışı, hata analizi ve geçici stabilite (transient stabilite) analiz fonksiyonları içermektedir. Harmonikler, koruma ve koordinasyon, iletim hat sabitleri ve hafif-DA modülleri ise geliştirilmektedir. PSS/E ile bilgi alıp gönderebilir. GIS arayüzü vardır. Nesneye yönelik C++ programlama dili kullanılarak yazılmıştır [27].

Operation Tech Inc.'ın geliştirmiş olduğu **ETAP Power Station** programı tek hat diyagramı üzerinde interaktif olarak değişiklik yapılabilen grafiksel olarak sonuçların görülebildiği programdır. Yük akışı, kısa devre, yeraltı kanal sistem analizi ve eleman koordinasyonu fonksiyonlarını içerir. Diğer analiz modülleri ise motor başlatma, harmonikler DA yük akışı, DA kısa devre, batarya ölçümü, optimum güç akışı ve transient stablitedir. GIS sistemlerinden bilgi alabilmektedir [28].

ERA Technology Ltd. şirketi tarafından geliştirilen **ERACS** (Electrical Power Systems Analysis Software) yük akışı, kısa devre geçici rejim analizi, koruma ve koordinasyon ve harmonik analiz yapmaktadır. Bunların dışında 'universal dynamic

modeller' modülünde kontrol cihazları (gerilim regülatörü ve hız regülatörü) tanımlanabilmektedir. Wind/wave modelling ile de sarım/salınım güç değişikliği yüzünden indüksiyon jeneratör şaft yükleme değişimini kullanıcı modelleyebilmektedir. 1000 baralı network simülasyona izin vermektedir. [29].

1983'te kurulan EDSA şirketi 1996'da EDSA programını nesneye yönelik programlama ile geliştirmiştir. Güç sistem kararsızlığı, harmonik bozulmalar, hat ve eleman kaybı (n-1) ile bağlantılı olan maliyeti azaltmaya yarayan güç sistem kalitesi ve güvenilirliği düzeltmek için çözümler sağlar. Tek hat diyagramı bulunmaktadır ve tek hat diyagram elemanlarına ait iyi bir kütüphanesi vardır [30].

1998'te kurulan IPSA Power Engineering CAD Ltd ait **IPSA** programı 1983'de UMIST (University of Manchester Institute of Science and Technology) tarafından geliştirilmiştir. Bu program şirketlerin özel istek ve ihtiyaçlarına göre düzenlenmiş olup, yük akışı, hata seviye hesaplamaları, koruma koordinasyonu, harmonik penetrasyonu, geçici ve normal kararlılık analiz modülleri ile kullanıcı tarafından tanımlanabilen alt parçaları bulunmaktadır. SCADA arabirimi programa entegre edilmiştir. 1122 düğümü desteklemektedir. Ayrıca kullanıcı tarafından gerilim regülatörü, hız regülatörü, lineer olmayan şöntleri, statik eviricileri tanımlanabilen modülü bulunmaktadır. Arıza analizini on-line olarak yapabilmektedir [31].

ABB tarafından 1970 lerden bu yana kullanılmakta olan **SIMPOW** programı elektrik güç sistemleri analizinde kullanılabilecek ticari bir yazılımdır. SIMPOW steady state güç analizleri, lineer analizler ve harmonik fonksiyonlarının yanı sıra elektromekanik ve elektromagnetik geçicilikleri analiz eden modülleri vardır. Grafik kullanıcı arayüzü ile interaktif olarak tek hat diyagram ile çalışmaktadır. Dinamik simülasyon dili ile kullanıcı tanımladığı kontrol sistemlerini ve şebeke elemanlarını yapılandırabilmektedir [32].

ATP (Alternative Transients Program) yaygın olarak kullanılmakta olan **EMTP**'in (Electromagnetic Transients Program) ücretsiz versiyonudur. ATP programı zaman

aralığında geçici rejim analizi yapmak üzere geliştirilmiş olmakla beraber birçok özellik eklenmiştir. Program imece usulü ile geliştirilmektedir. Halen bir referans programı olarak kabul edilmekte ve özellikle üniversitelerce yaygın olarak kullanılmaktadır. Program özellikle hızlı geçiciliklerin analiz için düzenlendiğinden yük akışı analizi için güvenilir değildir [33].

Aynı programın ücretli bir türevi olan *EMTDC* HVDC Araştırma Merkezince 1970 yıllarında geliştirmiştir. 1990lı yıllarda da grafik kullanıcı arabirimi olan ilk gerçek zamanlı dijital simülör *PSCAD* programına dönüştürülmüştür [34].

PSAPAC (Power System Analysis Package) programı Powertech Labs. şirketi tarafından EPRI (Electric Power Research Institute) için geliştirilmiştir. Güç sistem kararlılık analizini sağlayan şu alt programları içerir: IPFLOW (Interactive Power Flow Program), ETMSP (Extended Transient/Midterm Stability Program), SSSP (Small Signal Stability Package), VSTAB (Voltage Stability Analysis Program), DYNRED (Dynamic Reduction Program), LOADSYN (Load Synthesis Program), SLD (Single Line Diagram Program). PSAPAC paket programı grafik kullanıcı arabirimi programı SLD ile programların entegre olarak çalışmasını sağlar [35].

İtalyan *CESI* firmasının güç sistem analizi ile ilgili SPIRA, SICRE ve SISTAZ programları bulunmaktadır. SICRE programı ENEL ile birlikte 1990 ile 1994 yılı arasında geliştirilmiştir. Elektromekanik simülasyon ve uzun dönem dinamik analizi yapmaktadır. SPIRA programı iletim ile ilgili çalışmaları için uygun yapıdadır. SISTAZ programı ise güvenilirlik analizi yapmaktadır [36].

Tractebel firması tarafından oluşturulmuş *EUROSTAG* programı geçici rejim orta ve uzun dönem kararlılık hesapları için kullanılmaktadır. On-line olarak dinamik hesaplamalar ve otomatik geri kapama hesaplamaları yapabilmektedir. Ayrıca VOLCAN (Voltage Collapse Analysis) gerilim güvenilirlik uygulamasında gerilim çökme riskini hesaplayan bir programı ve FAST adında yük tevzii merkezi çalışanları için eğitim simülörü de bulunmaktadır [37].

ObjectStab nesneye yönelik modelleme ve analiz ile Modellica tarafından yazılan serbest yazılımdır. Voltaj ve geçici rejim stabilite analizi ve simülasyonu olan ObjectStab güç sistem kütüphanesinin modülleri anlaşılır ve kolaylıkla değiştirilebilen, genişletilebilen yapıya sahiptir. Güç sistem topolojisi ve parametreleri grafik editör kullanılarak tek hat diyagramdan girilir. Kütüphanesi EuroStag ile mukayese edilerek onaylanmıştır [38].

Power World Simulator programı interaktif güç sistemi simülasyon paketidir. Altmış bin düğüm noktasının üzerindeki sistemlerin güç akışı analizini yapabildiği gösterilmiştir. Grafik kullanıcı ara birimi ile hareketli tek hat diyagramı içermektedir. Dinamik tek hat diyagramı üzerinde sistem değişiklik yapılabilmekte ve sistemdeki değişen değerler anında görülmektedir. Ayrıca optimum yük akışı, Serbest İletim Kapasitesi değerlendirmesi (Available Transfer Capability), gerilim kararlılığı modülleri de vardır [39].

MathWorks tarafından geliştirilen **MATLAB** programının Simulink modülü ile güç sistem analizi yapılmaktadır. Yük akışı, hata analizi, transient stabilite elektromagnetik transient, eigenvalue analiz, harmonik analiz, iletim hat sabitleri fonksiyonlarını yapabilmektedir. Birçok program MATLAB programına bilgi göndermekte, MATLAB'ın Simulink modülünden yararlanarak bir çok programda geliştirilmektedir. MATLAB den yararlanarak **Power System Toolbox**, **MATPOWER** gibi; MATLAB ve Simulink modülünden yararlanarak "Power System Blockset", "Transient Performance Advisor" gibi bir çok programlar da geliştirilmiştir [40].

Bölüm 2.1.6'da bahsedilen **MATPOWER**, MATLAB altında çalışan güç sistem simülasyon paketidir. Yük akışı ve optimal yük akışı çözmek için MATLAB programının m uzantılı dosyalarından oluşan bir programdır. Cornell üniversitesinde PSERC (Güç Sistemleri Mühendisliği Araştırma Merkezi)'inden Ray Zimmerman ve Deqiang Gan tarafından geliştirilmiştir [41].

Imperial College of Science, Technology and Medicine Elektrik Enerji Sistemleri Bölümü tarafından 1991 de geliştirilen **PowerCad** programı en çok 10 bara çalıştırılabilen Gauss Siedel, Newton Raphson, Decoupled N-R, metotlarıyla yük akışı ve hat ve eleman kaybı (n-1), arıza analizi, steady-state kararlılık analizi yapabilen eğitim amaçlı bir programdır.

Bölüm 2.1.5'te bahsedilen **UWPFLOW** programı Waterloo ve Wisconsin üniversitelerinde çalışan 3 kişi ile ilk 1996 da gerçekleştirilen ticari amaçlı olmakla birlikte ticari evsafa bir programdır. **UWPFLOW**, sistem sınırları ile ilişkili lokal iki konumlulukları (bifurcation) ya da Jakobiyen sistemindeki sıra dışılıkları hesaplamak için tasarlanmış bir araştırma aracıdır. Program, farklı yükleme seviyelerindeki güç akışı çözümleri, voltaj kararlılık indisleri vb. gibi ileri analizlerin yapılmasını sağlayan bir dizi sonuç dosyası oluşturur. Grafik kullanıcı arayüzü yoktur [42].

3.3 İnternete Dayalı Güç Sistemleri Yazılımları

IEEE Güç Mühendisliği Topluluğunun (IEEE PES) Eğitim Komitesinin hazırlamış olduğu Dijital Eğitim Kaynaklarında eğitim amaçlı güç sistem yazılımları bulunmaktadır [43]. Bu yazılımlardan iki tanesi de internet ortamında çalışan programlardır:

Java Güç Akışı Analizi (Jpower), Java ve CGI ile oluşturulmuş dinamik bir web programıdır. Uzaktan güç akış analizini, voltaj kararlılığını ve ekonomik yük dağılımını inceleyebilmektedir, henüz deneme aşamasındadır [44].

FlowDemo.NET; elektrik iletim sistemlerinde güç akışını gösteren internet tabanlı interaktif uygulama programıdır. Sistemdeki çok yüklenmiş hatları, limitleri aşan yerlerdeki üretilen güç kayıp miktarı ve çeşitli baralardaki voltaj büyüklüklerini program bildirmektedir. [45].

İnternet'te güç sistemleri analizi ile ilgili bir başka program da **PowerWeb**'dir. Bu program internet ortamında çeşitli güç alışveriş piyasalarında denenmek için yapılmış

interaktif ve web tabanlıdır. Sadece optimum güç akışı ve unit commitment analizi yapabilmektedir. Elektrik piyasa simülasyonları için kullanılmaktadır. Referans [46]'de **PowerWeb** programın yapısı ve kullanımı anlatılmıştır.

Bacher Consulting tarafından geliştirilen **Power Decision Support System**, internet ortamında ac güç akışı, ac optimum yük akışı, UCTE (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity) serbest iletim kapasite değerlendirmesi ve güç sistemleri bilgisini karşılıklı değiştirme işlemlerini yapılabilmektedir. Güç akış ve optimal güç akış modüllerinde IEEE genel veri formatında kullanıcı değerleri tanımlayabilmekte ve web browser ekranından sonuçları yine aynı formatta alabilmektedir. UCTE bağlı şirketlerin herhangi giriş ve çıkış arasındaki maksimum güç geçişini analiz edebilmektedir. Hidro güç jeneratör sahipleri ve güç piyasası hidro gücü almak ve satmak için elektrik güç piyasasında iki taraflı kontrat veya satın alma işi gerçekleştirmektedir [47].

3.4 Literatürdeki Güç Sistem Analiz Programları

Literatürde güç sistemleri ile ilgili nesneye yönelik programlama metotlarının kullanıldığı yazılımların analiz edildiği çalışmalar bulunmaktadır. Burada ulaşılabilen literatürde önemli görülen çalışmalar hakkında bilgi verilecektir.

Referans [48] de lisans eğitimi yapanların güç sistemleri konusuna dikkatini çekmek için eğitim programlarında kullanılmak üzere güç sistem simülasyonu ile sanal laboratuvarı geliştirildiğinden bahsedilmektedir. Gauss, Gauss-Seidel, Newton-Raphson, Jacobi ve hızlı ayırık Newton-Raphson metotlarını kullanarak tek hat diyagram ile güç sistem analizi yapan bir programı tanıtmaktadır. Bu program ile güç sistemleri konusunun kavranılması kolaylaştığı belirtilmektedir .

Texas A&M üniversitesinde geliştirilen Power Education Toolbox (PET) adında güç sistemleri eğitim paketinden [49] nolu referansta bahsedilmektedir. PET programı iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım tek hat diyagramının oluşturulduğu, verilerin girildiği analiz sonuçlarının görüldüğü grafik kullanıcı arabirimden oluşmuştur. İkinci

kısım ise yük akış analizi, optimal, yük analizi ve geçici durum analiz programlarından oluşmuştur. IEEE genel veri formatında programda oluşturulan verileri diğer ticari programlara verebilmektedir.

Referans [50], endüstriyel ve ticari elektrik güç sistemleri analizi için çok bilinen çeşitli ticari programların fonksiyon ve özellikleri inceleyip karşılaştırmıştır. Ağırlıklı olarak incelenen programlar; yük akış analizi yazılımlarının kullandıkları algoritmalar, sistem tipleri, konfigürasyonları incelenmiş ayrıca dengesiz güç akışı, voltaja bağlı yükler, harmonikler, ko-jenerasyon, kullanıcının tanımladığı tolerans, tek hat diyagram, grafik arayüz gibi bir Güç Sistemi analizi paketinde olması gereken özellikler bakımından kritik edilmiştir. Arıza analizinde ise yazılımların; arıza tipleri, motor akımının katkısı, tek fazlı beslemeler, kesici seçimi ve değerlendirmesi, koruma rölelerinin oranı ve koruma koordinasyonu gibi özellikleri karşılaştırılmıştır. Yazara göre, hesaplama yoğun algoritmalara imkan vermesi, kolay kullanım, grafik arayüzü endüstri standardı ile uyum, veri tabanının hazır olması gibi özelliklerin güç sistem analiz yazılımların belli bir seviyede geliştiğini göstermektedir

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de güç sistemlerinin nesneye yönelik modelleme çalışmaları ele alınmıştır. Mesela [51] nolu referansta güç sistemlerinin nesneye dayalı modelin oluşturulması ve bu modelin üzerinde çalışacak bir yük akışı ve analizi uygulamasını yapabilecek Windows tabanlı bir grafik kullanıcı arayüzünün gerçekleştirildiği anlatılmaktadır.

Güç sisteminde kullanıcı arayüzü modelini fiziksel nesneler, grafik nesneler, pencere nesneleri, topoloji fonksiyonları ve arşivleme modüllerinden oluşturulmuş ve güç sistemi hesaplamasında bir başka programla birleştirilmiştir. Oluşturulan program modülleri nesneye dayalı yapıldığı için yazılımın değiştirilmesine, yenilenmesine ve başka özelliklerin eklenmesine izin vermektedir. Grafik kullanıcı arayüzü ile güç sistemleri uygulamalarını kolay anlama, hız ve verimlilik sağlama ve kullanıcı hatalarını en aza indirme sağlandığı anlatılmaktadır.

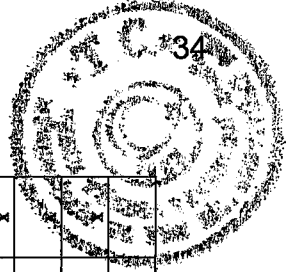
Güç elektriği sistemleri için grafik kullanıcı arabirimi kullanan elektriksel analizlere açık nesneye yönelik tasarımı grafik editörü 1997’de ODTÜ (Orta-Doğu Teknik Üniversitesi) de yapılan bir tezde gerçekleştirilmiştir [52]. Nesneye yönelik metodolojinin kullanılması ile esnek bir grafik arayüzü olan, yeni elemanların eklenmesinin kolay olduğu bir güç elektriği şematik programı tasarlanmıştır. Programa elektriksel analizlerin ileride dahil edilebilmesi için programcılarının ihtiyaç duyacağı arabirimler hazırlanmıştır.

3.5 Sonuçlar

Yukarı bölümlerde anlatılan ticari ve eğitim amaçlı 19 güç sistem analiz programları incelenmiştir. Programların hesaplama ile ilgili fonksiyonları, ticari ve/veya eğitim ücreti karşılaştırılmıştır. Ayrıca SCADA ve GIS sistemlerine veri girişi ve çıkışı; MS Access, MS Excel, Oracle, SQL veritabanı gibi farklı programlarla bağlantıyı sağlayan ODBC (Open Database Connectivity) sürücüsü özelliğine bakılmıştır. güç sistem analiz programların yapabildiği güç akış analizinin tipi (AA, DA, veya dengeli-dengesiz) incelenerek, arıza analizinin de hangi standartlara (IEC, ANSI, VDE, G74) göre yapıldığı değerlendirilmiştir. İncelenen güç sistem analiz programlarının özellikleri Tablo 3-1’de sunulmuştur.

1990’lı yıllardan sonra nesneye yönelik programlamanın esnekliği, kolaylığı ve çok işlevli olması gibi özellikleri kullanılarak kullanıcı dostu olan programlar ortaya çıkarılmıştır. Grafik kullanıcı arabiriminin sağladığı kolaylıklar fare kullanımı, yakınlaştırma/uzaklaştırma, nesneleri renklendirme, şeklini değiştirme gibi bir çok özelliklerinden faydalanarak programın daha etkin kullanımı sağlanmıştır.

Tablo 3-1 Güç Sistemleri Yazılımların Karşılaştırılması



Yazılım	Ücret	İçerik Ücreti	Güç Akışı Analizi	Arıza Analizi	Çevreli Kuvvet Analizi	EMT Analizi	Koruma ve Koordinasyon	Harmonik Analizi	Güvenlilik Analizi	Ekonomik Yıkıcı Değerlendirme	Motor ile Harareti	İletim Hattı Sabit Tarama	SCADA / GIS Arayüzü	Database Driver ODBC	Tek hat diyagram ile GUI
DIGILENT GmbH DIGILENT PowerFactory	40.000\$ - sürekli barya	100 bara 70% indirim	AC/DC	VDE IEC	X	X	X	X	X	X		X	X		X
BCP NEPLAN	Totol \$13.400 İletim \$29.500	80% indirim	u	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
PTI PSS/PTER		\$1.200	X	IEC 909 G74 b4	X							X	X	X	X
PTI PSS/ET		\$2.000	X	IEC 909 G74 b4	X					X			X	X	X
IPSA Power Engineering IPSA			AC/DC	IEC909 G74	X		X	X		X			X		X
EDSA EDSA Technical 2000	Tek Kullanıcı \$50.000	-	AC/DC u	X	X		X	X	X	X	X			X	X
ETAP PowerStation	\$33.800 1000 bara	\$500	AC/DC	IEC/ANSI	X			X	X	X	X		X	X	X
ERA ERACS	£39.100 1000 bara	85% indirim	X	IEC 909	X		X	X	X						X
ABB Simpower			AC/DC	IEC 909	X		X	X	X	X					X
EMTP & ATP ATPDRAW		ücretsiz	X	X	X	X		X	X			X			X
EPRI PSAPAC			X		X	X		X	X			X			X
HVDC PSCAD/EMTDC V3	Kişisel kullanıma ücretsiz	-	X	X	X	X	X	X	X			X			X
Tractebel EUROSTAG	\$11.000	-	X	X	X										X
MATLAB Simulink	\$1.250	-	X	X	X	X		X	X						X
TEQSIM Power System Blockset	\$2.000 + MATLAB Simulink	-	X	X	X				X						X
PowerWorld® Simulator	\$27.000 60.000 bara	\$3000	X							X					X
POWERCAD			X												
ObjectSTAB	ücretsiz	ücretsiz	X	X	X	X									
UWPLOW	hiçbir ücretli değil	ücretsiz	AC/DC		X	X									

dengelemez - u

dengelemez - b

Programları bir kez çalıştırıp istenilen sonucu istenilen formda alma kolaylığı, veritabanının oluşturulmasıyla gelişmiş kütüphanelerle bilgi girme kolaylığı sağlanmıştır. Yoğun algoritma hesaplamalarından biri ile yapmak yerine algoritmaları tek tek deneyerek hangi algoritma ile sistemden daha iyi sonucu alınacağını belirleyip en doğru ve güvenilir sonucu vermektedirler. Çoğu programlarda sistemde sınır yoktur. Bilgisayar kapasitesi ile sınırlıdır.

Ticari programlar çeşitli şekillerde fiyatlandırılmıştır. Bazıları Neplan gibi temel, iletim, dağıtım, endüstriyel ve koruma şeklinde kategorilere ayrılarak fiyatlandırılmıştır. Bazılarına tek fiyat konulmuştur; EUROSTAG, IPSA PSS/E, PSS/VIPER, PSCAD gibi. Bazı programlar; Digsilent, ETAP, ERA gibi, hem tüm programı tek paket olarak hem de programı temel, kararlılık, harmonik analizi, koruma, güvenilirlik gibi fonksiyonlara ayrılarak fiyatlandırılmıştır.

Eğitim amaçlı kullanılması için akademik çalışma yapanlara, lisans veya lisansüstü öğrencilere ticari programların bara sayısını küçültüp, ücretinde %70 ile %85 oranında değişen indirimler yapılmaktadır. Sadece eğitim amaçlı geliştirilen programlar da vardır ObjectStab, UWPFLOW gibi ve ücretsizlerdir. MATLAB programı ile güç sistem dinamiğinin temel bilgileri kavramak kolaydır. Öğrenci temel bilgileri anladıktan sonra karışık sistemle çalışıp geliştirilebilir.

Dağıtım şirketleri için programın içindeki gelişmiş kütüphane yapısı önemlidir. Digsilent Power Factory, Neplan, Eurostag gibi programların kütüphaneleri oldukça zengindir.

İnternet ortamında çalışan programlar hızla gelişmektedir ve bir çok sektörü etkilediği gibi güç sistemleri sektörünü de etkilemektedir. Özellikle güç dağıtım sektöründe internet üzerinden güç alım satımını sağlayacak programlar hızla gelişmektedir. İnternet üzerinden güç dağılımını takip ederek güç alım satım işlemlerini internet üzerinden gerçekleştirilecek projeler geliştirilmektedir.

Ticari güç sistem analiz programlarının internette çalışan versiyonları çıkarılarak paket program satmak yerine internet üzerinde yapılan işlem miktarı kadar ücretlendirme sistemine gidilecektir. Paket programın her modülünü aktif olarak kullanmayan müşteriler için tercih edilecektir.

Ayrıca lisans ve lisansüstü eğitimlerde uzaktan eğitim hızla gelişmektedir. Bilgisayar ve elektronik dersleri ile ilgili çalışmalar ve uygulamalar bulunmaktadır. Uzaktan eğitimin yaygınlaşmasıyla güç sistemleri eğitimin uygulamasında kullanılabilecek yazılımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

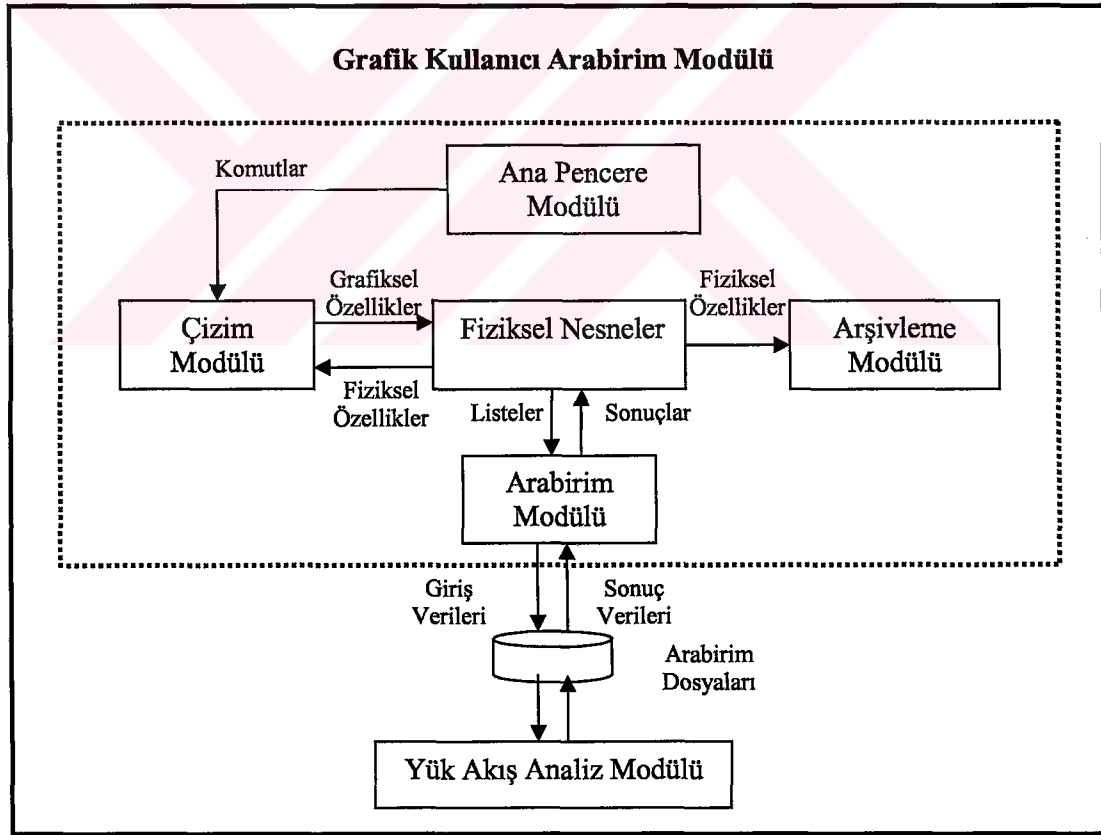
Bu yazılımların incelenmesi doğrultusunda tez için gerçekleştirilen programın olması gereken özellikler belirlendi; sade, anlaşılır ve uzaktan eğitimde kullanılabilecek yapıda olması gerektiği tespit edildi. Gerçekleştirilecek grafik kullanıcı arabiriminin bu tip programlar için standartlaşan fare kullanımı, popup menü ve benzeri özellikleri içermesi öngörülmektedir.

4 PROGRAMIN TASARIMI VE KULLANIMI

4.1 Giriş

Geliştirilen programın amacı; güç sistemlerinin grafik ortamda oluşturulması ve yük akış analizi sonuçlarının gösterilmesidir. Bu bölümde GYTE Yük Akış Analiz Programını oluşturan modüller ve bu modüller arasındaki ilişkiler incelenip programın işleyişi anlatılacaktır.

GYTE Yük Akış Analiz Programı; grafik kullanıcı arabirim modülü ve yük akış analiz modülü olmak üzere iki bağımsız modülden oluşmuştur. Bu iki modül arasında yük akış analizi için giriş ve çıkış verileri transfer edilmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 GYTE Yük Akış Analiz Programı

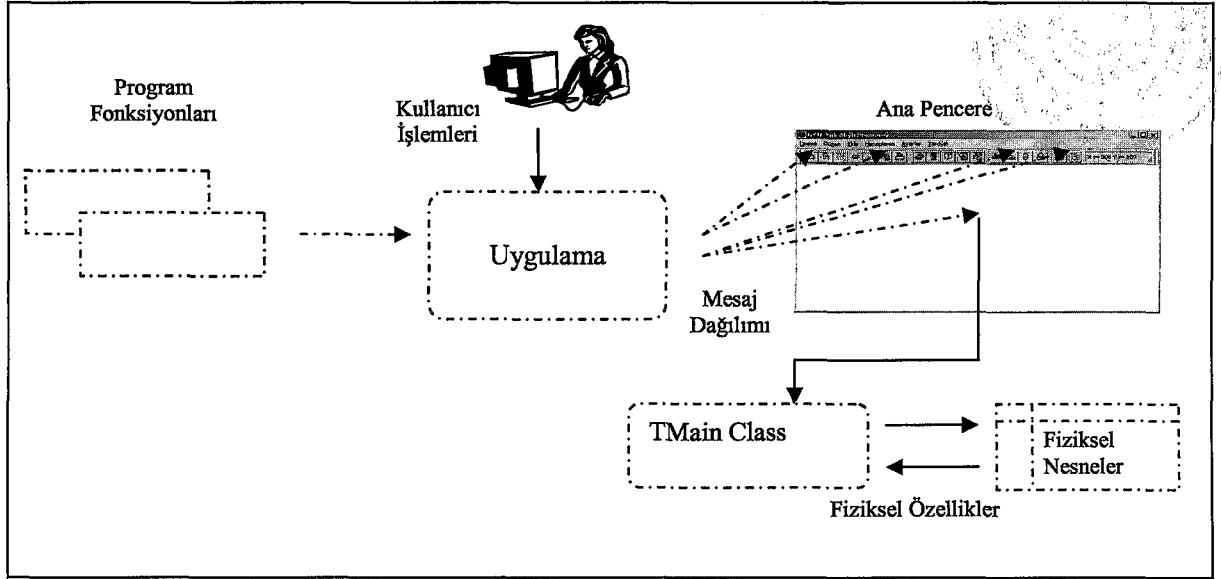
Grafik kullanıcı arabirim modülü, tek hat diyagramı ile güç sistemi oluşturulması, verilerinin girilmesi, güç sistem bilgilerini yük akış analiz modülüne aktarılması ve sonuçların gösterilmesinden sorumludur. Geliştirilen program grafik kullanıcı arabirim modülünü oluşturmaktadır.

Yük akış analiz modülü geliştirilen programın dışındadır. Bu modül belli bir formatta veri alan herhangi bir yük akış analiz programdan oluşabilir. Bu tezde yük akış analiz modülü olarak UWPFLOW programı kullanıldı. Bu tezin 2. ve 3. bölümlerinde program hakkında bilgi verilmiştir.

Bu bölümde grafik kullanıcı arabirimi modülü anlatılacaktır.

4.2 Grafik Kullanıcı Arabirim Modülü

Grafik kullanıcı modülü tamamen nesneye yönelik programlama dili olan delphi ile oluşturulmuştur. Delphinin görsel bileşen kütüphanesindeki (VCL) bileşenleri, nesneleri ve fonksiyonları kullanılmıştır. Nesneye yönelik programlama ile tasarlanan grafik kullanıcı modülü; ana pencere modülü, çizim modülü, fiziksel nesneler, arşivleme modülü, arabirim modülü olarak alt başlıklarda incelenecektir. Bu modüller arasındaki genel bilgi akışını Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

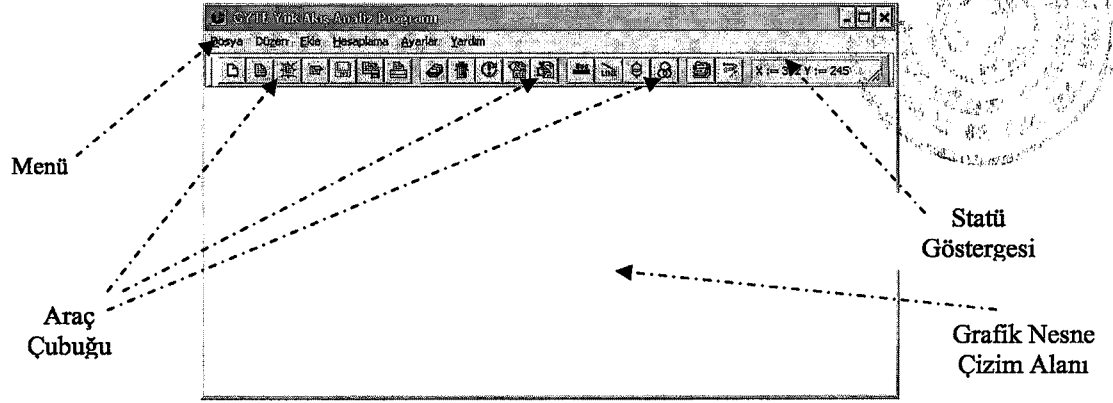


Şekil 4.2 Program Modülleri Arasındaki Genel Bilgi Akışı

Şekil 4.2 incelendiğinde kullanıcının ve program fonksiyonların gönderdiği mesajlar değerlendirilerek programın modülleri arasında gerekli bilgi akışı olduğu ve işlemlerin gerçekleştiği görülmektedir. Örneğin kullanıcı tarafından baranın seçilmesiyle veri kartı diyalog penceresi ve çizim fonksiyonu devreye girer. Çizim fonksiyonu ile veriler arasında bilgi alışverişinden sonra bara çizilir. Bu işlemler boyunca ana pencere modülü, çizim modülü ve fiziksel nesneler modülü arasında bilgi akışı gerçekleşmiştir.

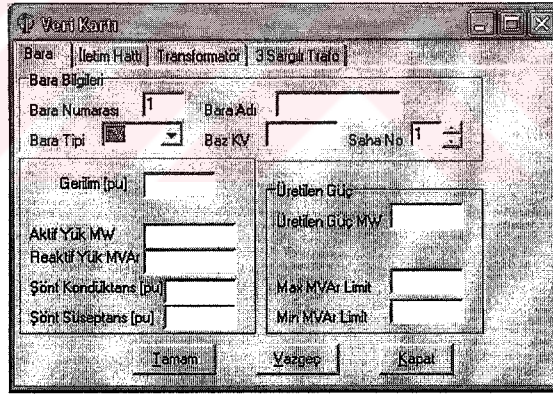
4.2.1 Ana Pencere Modülü

Delphinin görsel bileşen kütüphanesindeki nesneler kullanılarak ana pencere modülü oluşturulmuştur [53]. Ana pencerenin formu oluşturulurken tek doküman arabirimi (SDI) kullanılmıştır. Ana pencere modülünün ana görevleri uygulama penceresini oluşturmak, yönetmek, kullanıcı ve program tarafından tetiklenen işlemleri yerine getirmektir.



Şekil 4.3 Uygulama Penceresi

GYTE Yük Akış Analiz Programının uygulama penceresi Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Menü ve araç çubuğu, kullanıcının programa mesaj göndermesini ve istenilen işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Statü göstergesi farelin koordinatları göstermektedir. Grafik nesne çizim alanı, oluşturulacak güç sistemin tek hat diyagramının çizildiği alandır.



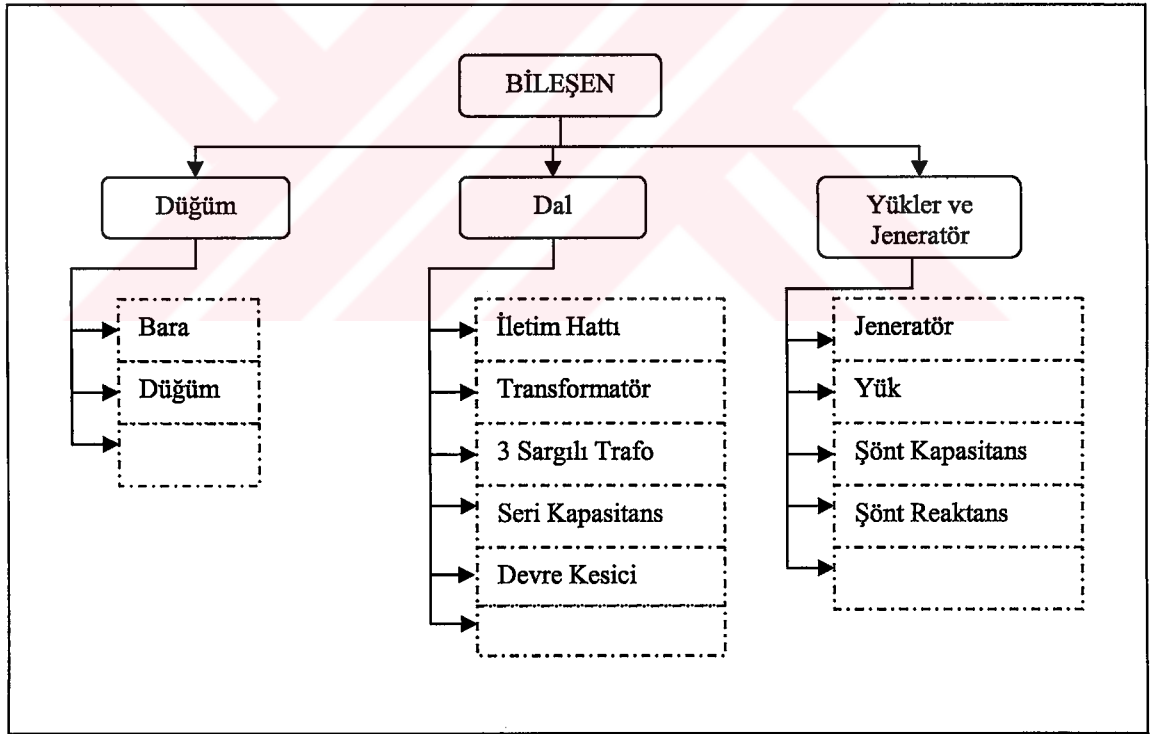
Şekil 4.4 Diyalog Penceresi

Uygulama penceresinde olmayan birçok diyalog penceresi ve uyarı penceresi bulunmaktadır. Diyalog penceresi ile programdaki veri girişi gibi işlemler yapılmaktadır. Uyarı pencereleri ile kullanıcıya uyarı mesajları vermektedir (Şekil 4.4).

4.2.2 Fiziksel Nesneler

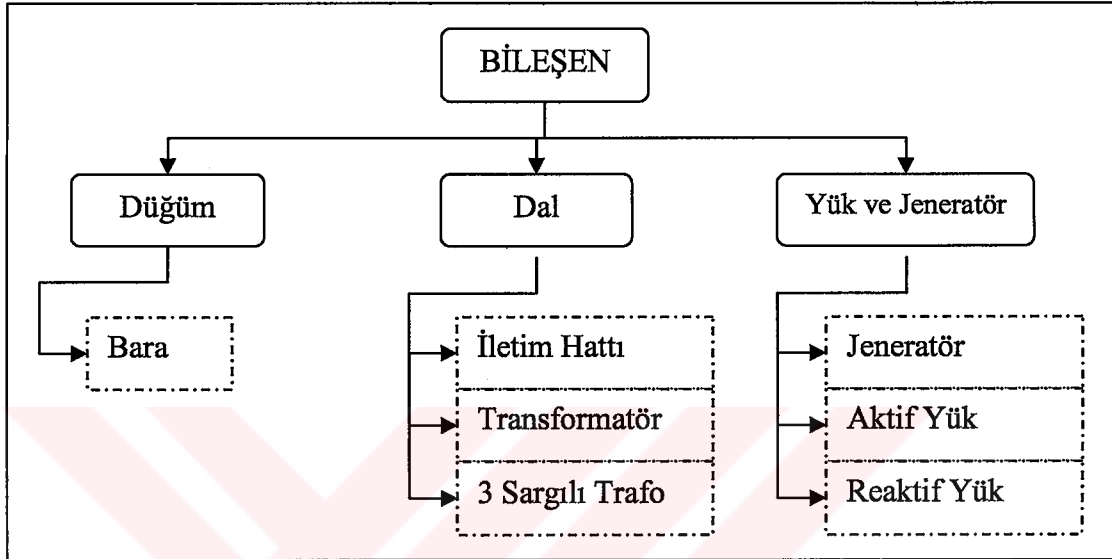
Bu kısımda, güç sistemini oluşturan elemanların tümü fiziksel nesneler bileşeni olarak ele alınarak elemanların grafiksel yapısı ve fiziksel yapısı hakkında bilgi verilecektir.

Gerçek güç sistem elemanlarının programlama ortamına aktarılması elemanların gruplanarak hiyerarşik bir yapıda tanımlaması ile yapılmaktadır. Gerçek güç sistem elemanlarını özelliklerine göre gruplayarak fiziksel nesne yapısı oluşturulmuştur. Güç sistem elemanlarını bileşen (component) başlığı altında toplandığında hiyerarşik yapıda baştan sona doğru gidildikçe bu elemanlar genelden özele doğru gelişmiştir (Şekil 4.5). Hiyerarşinin en altındaki elemanları ki kesikli çizgilerle gösterilmişlerdir, gerçek güç sisteminin devre elemanlarının yerine geçer.



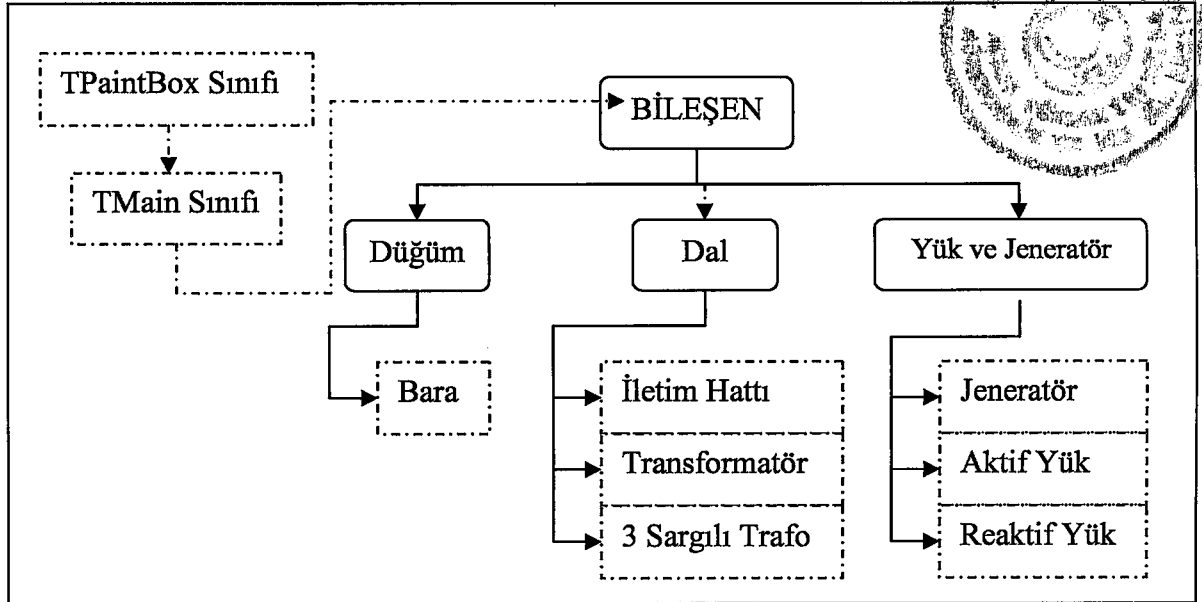
Şekil 4.5 Gerçek Güç Sistem Elemanların Fiziksel Nesne Hiyerarşisi

Programda kullanılan güç sistem elemanlarının fiziksel nesne hiyerarsisi Şekil 4.6'de gösterilmiştir. Program fiziksel nesnelerin bileşen yapısı bozulmadan istenilen nesne eklenebilecek yapıdadır. Bu program, güç sistem analiz eğitimi için geliştirildiğinden kullanımının basit ve sade olması istendiği için sadece bu nesneler alınmıştır.



Şekil 4.6 Programın Fiziksel Nesne Hiyerarşisi

Nesnelerin grafiksel özellikleri devralma özelliği kullanılarak Delphinin Tpaintbox bileşeninden oluşturulan Tmain sınıfında yer almaktadır. Her nesne çokşekillilik özelliğinden yararlanılarak Tmain sınıfında oluşturulmuştur. Her nesneye ayrı sınıf oluşturmaya gerek duyulmamıştır. TMain sınıfında nesne tipi, çizim bilgileri, bağlantı noktaları, bağlantı yerleri gibi bilgiler bulunmaktadır. Nesne tipine göre nesne çizimi gerçekleşmektedir.



Şekil 4.7 Nesnelerin Grafiksel Hiyerarşisi

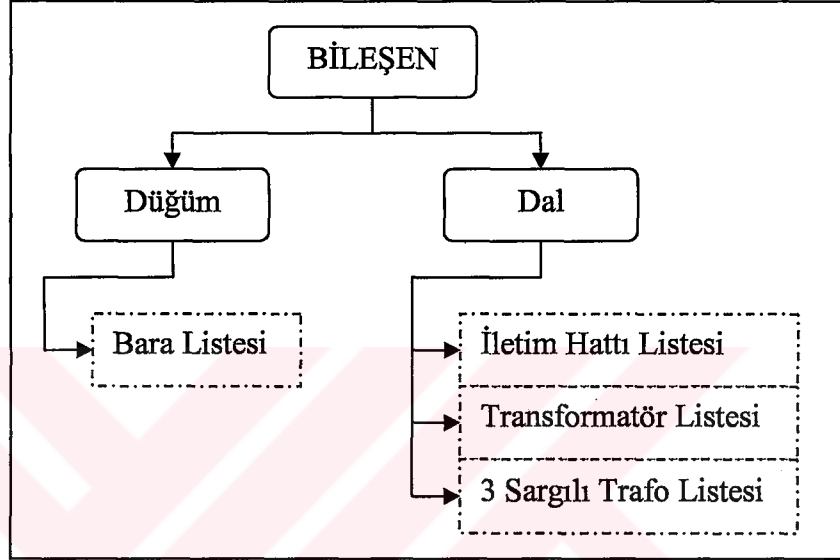
Nesnelerin grafiksel hiyerarşisi Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Nesnelerin bağlantı yapısı hiyerarşide oluşturulan gruplara göre değişmektedir.

Düğüm eleman bağlantısı: Diğer elemanlar düğüm elemanına bağlanırlar. Düğüm elemanı herhangi bir yere bağlanmaz.

Dal eleman bağlantısı: Dal elemanı düğüm elemanlarına bağlanır. Bağlantı noktaları ve yerleri bağlandığı eleman kayıt numarası gibi bilgileri TMain sınıfı içinde tutulur. İletim hattı, baralar arasına yerleştirilir ve iki bağlantı noktası vardır. Transformatörlerde ise ilk önce transformatör nesnesi yerleştirilir sonra baralara bağlantısı yapılır.

Yük ve jeneratör eleman bağlantısı: Tek bağlantı noktası vardır. Baraya bağlanır. Programda bara veri kartında girilen veri değerlerine göre baraya bağlanarak oluşturulur. Kullanıcı yük ve jeneratör elemanlarını bağlayamaz.

Nesnelerin fiziksel özellikleri liste içinde tutulmaktadır (Şekil 4.8). Fiziksel özellikleri için ayrı sınıf oluşturmaya gerek duyulmamıştır. Nesnelerin fiziksel özellikleri dört ayrı listede tutulmaktadır; bara listesi, iletim hattı listesi, transformatör listesi ve üç sargılı transformatör listesi. Liste içinde nesneye ait tüm veriler belli bir formatta listeye yerleştirilmiştir. Yük ve jeneratör elemanlara ait liste bulunmamaktadır. Yük ve jeneratör elemanlarına ait veriler bara listesi içindedir.



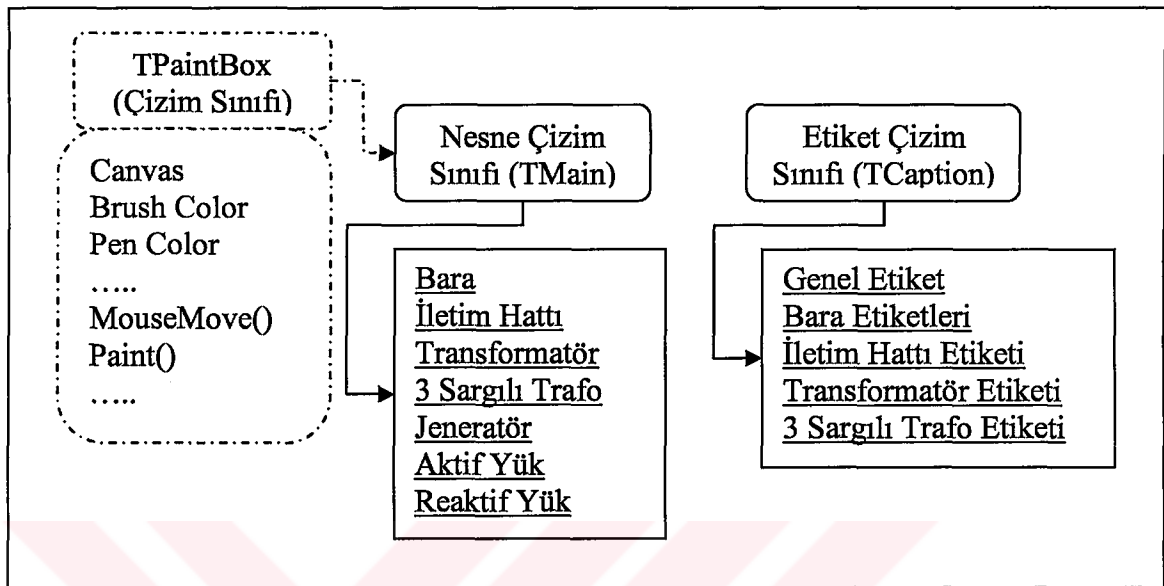
Şekil 4.8 Fiziksel Özelliklerin Bulunduğu Listeler

Tek hat diyagramında oluşturulan nesnelerin grafiksel özellikleri ve fiziksel özellikleri birbiri ile bağlantılıdır. Tek hat diyagramında oluşturulan nesne sayısı sistemin belleği ile sınırlıdır.

4.2.3 Çizim Modülü

Bir önceki kısımda fiziksel nesneler ve yapısı tanıtıldı. Bu kısımda nesnelerin çizilmesi ve işleyişi anlatılacaktır. Çizim fonksiyonu Delphinin Tpaintbox bileşeninin özelliklerinden yararlanılmıştır. Programın çizim sınıfları nesneye yönelik programlamanın devralma özelliği kullanılarak Tpaintbox bileşeninden oluşturulmuştur. Çizim sınıfları, güç sistem elemanların grafiksel özellikleri içeren çizimi sağlayan Tmain

sınıfı ve elemanların etiketi oluşturan TCaption sınıfından oluşmaktadır. Nesneye yönelik programlamanın çokşekillilik özelliğinden yararlanarak elemanların tipine göre nesnenin çizimi ve işleyişi yapılmaktadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Çizim Sınıfların Hiyerarşisi

Devralma ve çokşekillilik özelliğinden yararlanarak bir fonksiyonu farklı sınıflarda tanımlanıp fonksiyon işleyişi de o sınıflarla ilgili yerlerde çalıştırılabilmektedir. Bu özellik kullanılarak nesneye ait işlem yapılabilir. Örneğin; TMain sınıfında, Tcaption sınıfında ve Tformmain (ana pencerenin nesnelerinin bulunduğu sınıf) sınıfında mousemove(...) fonksiyonu bulunmaktadır. Etiket üzerine fare geldiğinde TCaption sınıfında bulunan mousemove(...) fonksiyonu çalıştırır ve TCaption sınıfına ait nesneye mesaj gönderir ve o nesne üzerinde mousemove(...) fonksiyonunu çalıştırır. TMain sınıfının oluşturduğu nesne üzerinde iken de o nesneye ait fonksiyonlar çalışmaktadır ve sadece o nesne etkilenmektedir.

4.2.4 Arabirim Modülü

Arabirim modülü; tek hat diyagramında oluşturulan elemanların verilerini istenilen formata göre düzenler. Yük akış analiz programına veri dosyası oluşturur. Yük akış analizi programın çıkış dosyalarını alıp programa aktarır. Arabirim modülü IEEE genel veri formatında çalışan yük akış analiz programlarına giriş dosyası hazırlar. Arabirim modülü, PTI veri formatı gibi özel formatlara göre giriş dosyası oluşturmayı ve çıkış dosyasını okumayı sağlayabilen esnek bir modüldür.

Programda yük akış analizi yapan UWPFLOW programına IEEE genel veri formatında giriş dosyası hazırlar UWPFLOW çalıştırıldıktan sonra yük akış analiz sonucunu alan program tabloda, listede veya tek hat diyagram üzerinde sonucu göstermektedir. Giriş ve çıkış verileri yazılı doküman olarak alınabilmektedir.

4.2.5 Arşivleme Modülü

Arşivleme modülü; oluşturulan güç sistemini tekrar kullanabilmeyi sağlar. Programda oluşturulan güç sistemi proje olarak tanımlanmıştır. Bir proje üç farklı dosyadan oluşur; güç sistemin tek hat diyagramındaki nesneleri ve nesnelerin grafiksel özellikleri grafik dosyasında, nesnelerin verilerini veri dosyasında ve güç sistemine ait bilgileri de proje dosyasında bulunmaktadır. Oluşturulan güç sisteminde farklı veri dosyaları oluşturulabilir. Bir proje altı farklı veri ile güç akış analizi yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu veri dosya sayısı istenilen sayıya çıkabilir. Güç sistemini tek hat diyagramında oluşturulduktan sonra farklı veri dosyaları oluşturulması gerekmektedir.

4.3 Program Kullanımı

Kullanıcının esas işi güç sistemini tek hat diyagramında çizmek ve düzenlemek yük akış analizini çalıştırmaktır. Güç sistemini oluşturmak için yapılacak işlemleri maddeler halinde aşağıda gösterilmiştir.

Nesneleri (güç sistem elemanları) oluşturmak.

Nesnelerin verilerini girmek.

Nesneleri tek hat diyagramında tekrar düzenlemek (hareket ettirmek, döndürmek).

Nesnelere ait etiketleri düzenlemek.

Nesneleri silmek.

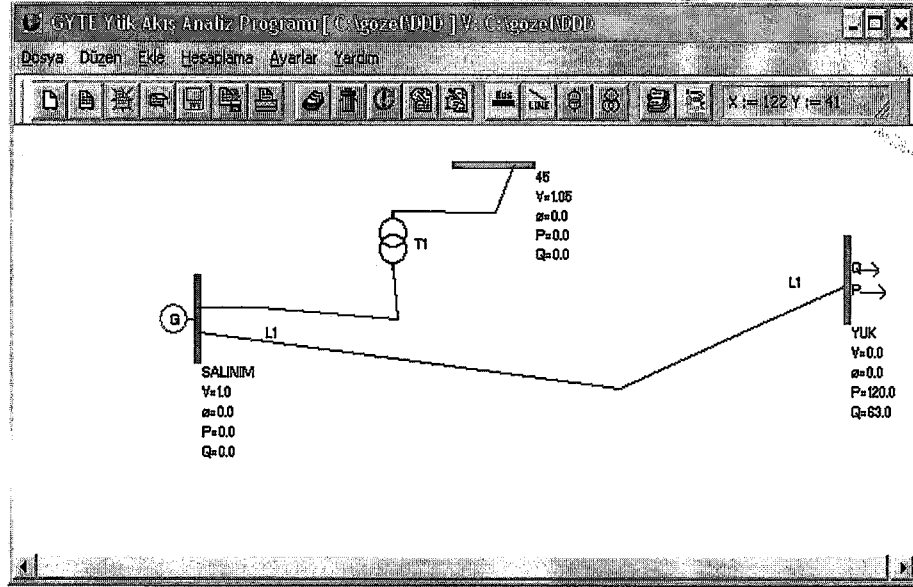
Yük akış analizini çalıştırmak.

Nesnelere ait giriş ve çıkış veri bilgilerini göstermek.

Oluşturulan güç sistemini kaydetmek.

4.3.1 Nesnelerin (Güç Sistem Elemanları) Oluşturulması

Oluşturulacak güç sistemini tasarladıktan sonra tek hat diyagramında güç sistemi çizilmelidir. Tek hat diyagramında ilk önce nesnelerden iletim hattını, transformatörleri bağlayabilmek için baranın oluşturulması gerekmektedir. İletim hattı ve iki sargılı transformatör oluşturmak için en az iki bara, üç sargılı transformatör oluşturmak için en az üç bara oluşturulmalıdır. Jeneratör ve yükler baranın veri kartında girilen değerlere göre program oluşturmaktadır. Kullanıcı jeneratör ve yükleri tek hat diyagramında oluşturmamaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Nesnelerin Oluşturulması

Ekle menüsünden, araç çubuğundan veya form üzerinde farenin sağ tuşuna basılarak açılan popup menüden oluşturulacak nesne tipi seçilerek işlem yapılmaktadır.

4.3.2 Nesne Verilerinin Girilmesi

Nesnelerin çiziminden önce veya sonra gelen veri kartı formunda nesnelerin verileri girilmelidir. Nesnelerin veri kartında belirtilen birimlere göre veri değerleri girilmelidir. Nesneler oluşturulduktan sonra menülerden veya araç çubuğundan seçerek nesnelerin verileri tekrar düzenlenebilmektedir.

Bara veri kartı tek hat diyagramında oluşturulmadan önce doldurulur. Bara veri kartında baranın tipi belirlenir (Yük Barası, PQ Barası, PV Barası veya Salınım Barası). Girilen veri değerlerine göre baraya jeneratör ve yükler eklenerek çizilir.

İletim hattı ve transformatörlerde tek hat diyagramında oluşturulduktan sonra veri kartı doldurulur.

Transformatör veri kartında transformatörün tipi belirlendikten sonra veri değerleri doldurulur.

Şekil 4.11 Nesne Verilerinin Girilmesi

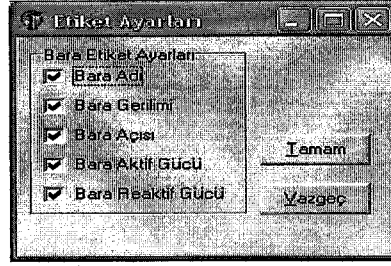
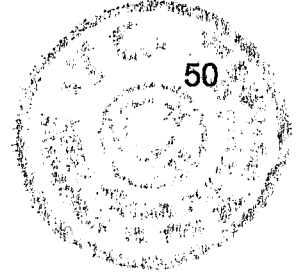
Şekil 4.11’de bara veri kartı görülmektedir.

4.3.3 Nesneleri Tek Hat Diyagramında Tekrar Düzenlemesi

Nesne form üzerinde istenilen yere taşınabilmektedir. Fare yardımı ile nesne seçilir sürükleyip bırak yöntemi ile taşınır. Nesne 0°, 90°, 180°, 270° açılarında döndürülebilmektedir. Menülerden veya araç çubuğundan da bu işlemler gerçekleştirilebilir.

4.3.4 Nesne Etiketlerin Düzenlenmesi

Nesneler oluşurken etiketleri de oluşmaktadır. Nesnenin etiket ayarı yapılarak etiketleri kaldırılabilir veya eklenebilir. Baraya ait etiket sayısı birden fazla olduğu için sadece etiket ayarı barada yapılmaktadır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12 Etiket Ayarları

4.3.5 Nesnenin Silinmesi

Menülerden veya araç çubuğu yardımı ile nesne seçilerek tek hat diyagramından silinebilir.

Nesnelerden jeneratör ve yükün silinebilmesi için bağlı olduğu baranın veri kartından ilgili verilerin silinmesi gerekmektedir. Baranın silinebilmesi için baraya bağlı iletim hattı veya transformatörlerin bulunmaması gerekmektedir.

4.3.6 Yük Akış Analizinin Çalıştırılması

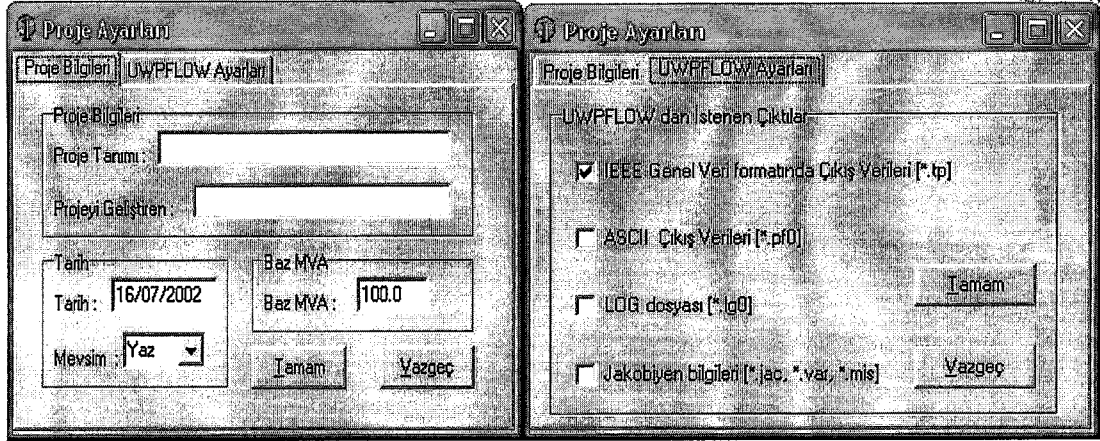
Güç sistemini oluşturduktan sonra yük akış analizini yapmak için proje ile ilgili bilgiler ve yük akış programından istenilen dosyalar belirlenmelidir (Şekil 4.13). Yük akış analiz programı UWPFLOW programından istenebilen dosyalar aşağıda gösterilmiştir:

IEEE genel veri formatında çıkış veri dosyası (.tap)

ASCII kodunda çıkış veri dosyası (.pf0)

Yük akış analiz çalışmasının özet dosyası (.log)

Güç sisteme ait jakobiye, jakobiye değişkenleri ve hata dosyaları (.jac, .var, .mis)



Şekil 4.13 Yük Akış Analiz Ayarları

UWPFLOW programından istenilen dosyalar belirlendikten sonra UWPFLOW programı çalışmaktadır. F6 tuşuna basılarak dosya açma diyalog penceresinden veri dosyasının **bat** uzantılı dosyası seçilerek yük akış analizi çalıştırılır. Yük akış analizi bittikten sonra program kapatılır.

4.3.7 Nesnelerin Giriş ve Çıkış Veri Bilgilerinin Gösterilmesi

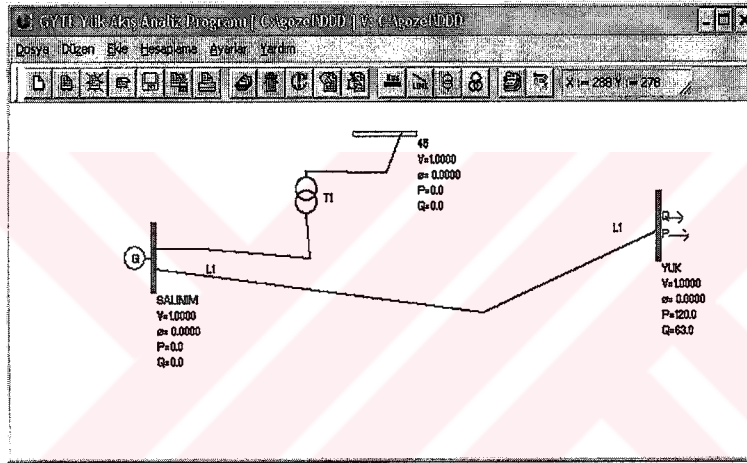
Oluşturulan güç sistemin verilerini ve yük akış analiz sonuç verileri tablodan, listeden, tek hat diyagram üzerinden veya yazılı doküman olarak görülebilmektedir (Şekil 4.14, Şekil 4.15).

GYTE YÜK AKIS VERİ SONUÇLARI [C:\Gözal\DDD] Veri : C:\Gözal\DDD

NO	ADI	SAHA	TİP	GERİLİM	FAZ AÇISI	YÜK_P	YÜK_Q	ÜRETİLEN_P	ÜRETİLEN_Q
1	SALINIM	0	Salınım	1	0	0	0	0	0
2	YÜK	0	Yük Bar	1	0	120	63	0	0
3	45	0	Gerilim	1	0	0	0	0	0

Toplam Üretilen Aktif Güç : 0 Toplam Yük Aktif Güç : 120
 Toplam Üretilen Reaktif Güç : 0 Toplam Yük Reaktif Güç : 63
 Toplam Aktif Güç Kaybı : -120 Y.5220
 Toplam Reaktif Güç Kaybı : -63 K.5220

Şekil 4.14 Sonuç Verilerinin Tabloda Gösterimi



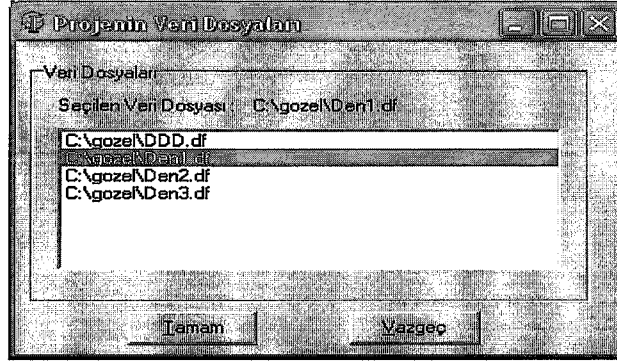
Şekil 4.15 Sonuç Verilerin Etiketle Gösterimi

Tablodan ve listeden elemanlara ait tüm bilgileri etiketten de baraların gerilimi, açısı, aktif gücü ve reaktif gücü görülmektedir.

4.3.8 Oluşturulan Güç Sisteminin Arşivlenmesi

Programla oluşturulan güç sistemi proje olarak arşivlenmektedir. Proje tek hat diyagramı, elemanların verileri ve proje bilgileri olmak üzere kısımdan oluşmaktadır. Ayrıca tek hat diyagramında güç sistemi oluşturulduktan sonra farklı veri dosyaları

oluşturabilmektedir. Dikkat edilecek nokta farklı veri dosyası oluşturulduktan sonra projeye nesne eklenememesidir.



Şekil 4.16 Farklı Veri Dosyaların Seçilmesi

4.4 Kod Yapısı

Program yedi ayrı formdan oluşmuştur. Yedi formdan anaform, veri kartı formu, proje ayar formu ve etiket ayar formu uygulama boyunca aktiftir; diğer formlar gerektiğinde hafızaya alınıp çıkartılır. Programın kodları Ekler kısmında (CD de) verilmiştir. Formlar hakkında bilgi aşağıdaki gösterilmiştir:

FormMain: Ana formdur. Uygulamanın genel kontrolleri, çizim fonksiyonları, arşivleme fonksiyonu bu formdan yapılmaktadır.

Form1: Veri kartı formudur. Güç sistem elemanlarının parametreleri bu formda girilmektedir.

FormCapOpt: Etiket ayarı formudur. Güç sistem elemanlarından baranın etiket ayarı yapılmaktadır.

FormIeee: Proje ve yük akış analiz program ayarları yapılan formdur. Proje hakkındaki bilgi bu formda girilmekte ve yük akış analiz program ayarı bu formda yapılmaktadır.

FormOutput: Veri giriş çıkış gösterim formudur. Güç sistem elemanların giriş ve çıkış verileri tabloda ve listede bu formda gösterilmektedir.

FormVeriFile: Farklı veri dosyalarını listeleyen formdur.

FormList: Programda oluşturulan güç sistem elemanlarını listeleyen formdur.

FormRotate: Nesnelerin yön ayarının yapıldığı formdur.



5 DEĞERLENDİRME VE KARŞILAŞTIRMA

Bu bölümde güç sistem analiz programlarının grafik kullanıcı arabirim özellikleri ve analiz özellikleri değerlendirilip karşılaştırılacaktır. Programlara hangi özelliklerin eklenebileceği tartışılacaktır.

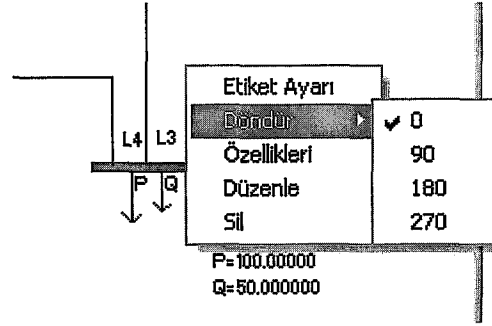
5.1 Grafik Kullanıcı Arabirim Özellikleri

Windows işletim sistemiyle birlikte gelişen menü, araç çubukları, fare ve fare fonksiyonları (sağ tuş, sol tuş, çift tıklama, sürükle bırak gibi), kısa yol tuşları, yakınlaştırma/uzaklaştırma, kes, kopyala, yapıştır, geri al gibi özellikler standartlaşmıştır. Diğer windows uyumlu programlarda olduğu gibi güç sistem programlarında da bu özelliklerin olması gerekmektedir ve programların bu özellikleri bulunmaktadır.

GYTE Yük Akış Analiz Programında kes, kopyala, yapıştır özellikleri yoktur. Dal elemanlarının bağlantı elemanlarında ve bağlantı noktalarında yol açabileceği problemler düşünülerek bu özellikler konmamıştır.

Grafik kullanıcı arabirimi kullanan programlardaki çizim, nesne taşıma, döndürme gibi işlemler fare kullanımı ile çok kolaylaşmıştır. Çift tıklama, sürükle bırak, sağ sol tuş özellikleri ile yapılmaktadır. Güç sistem programlarında bu özellikler kullanılarak tek hat diyagramı kolayca oluşturulmaktadır. Tek hat diyagramı oluşturmakta ve düzenlemekte aynı özellikler kullanılmaktadır ama yapılış tarzı farklılık göstermektedir. Kimi programda nesne yönü değiştirme işlemini diyalog penceresinden, kimisi popup menüden kimisi de fare tuşlarını kullanarak yapılmaktadır. Bu özelliklerin yapılış tarzı programı geliştiren programcıya göre değişmektedir. Bu özelliklerde de belli standartlaşma olduğu için çok büyük farklılık bulunmamaktadır.

GYTE Yük Akış Analiz Programında fare fonksiyonlarından sağ tuşla nesnenin seçilmesi, sol tuşla popup menü ile nesne üzerinde yapılabilecek işlemlerin seçilmesi, sürükleyip bırak yöntemi ile nesnenin hareket ettirilmesi sağlanmıştır. Tek hat diyagramında sol tuşla nesne seçimi sağlanmıştır. Popup menü ile nesne seçimi EMTP programının grafik kullanıcı arabirimi olan ATP DRAW programında da bulunmaktadır.



Şekil 5-1 GYTE Yük Akış Analiz Programında Popup Menü ile İşlem Seçimi



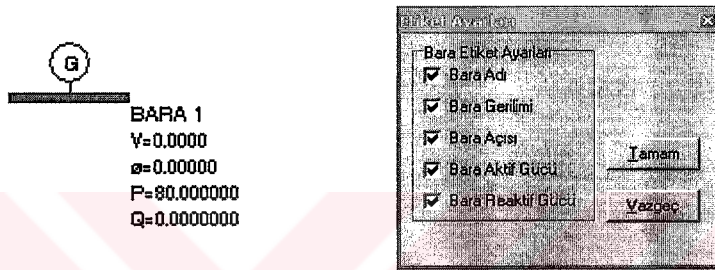
Şekil 5-2 GYTE Yük Akış Analiz Programında Popup Menü ile Nesne Seçimi

Şekil 5-1’de GYTE Yük Akış Analiz programında popup menü ile işlem seçimi görülmektedir. Şekil 5-2’de ise GYTE Yük Akış Analiz programında popup menü ile nesne seçimi görülmektedir.

Güç sistemlerinde tek hat diyagram elemanların gösteriminde genellikle ANSI veya IEC standartlarındaki semboller kullanılmaktadır. Programlardan ETAP ve Power

Tools her iki standardı kullanabilmeyi sağlamışlardır. Tek hat diyagram üzerinde eleman etiketleri kullanıcının eleman hakkındaki bilgiyi kolayca görmesini sağlamaktadır ve sistem analizini kolaylaştırmaktadır.

GYTE Yük Akış Analiz Programında tek hat diyagram eleman gösterimi IEC standartlarındaki semboller kullanılmıştır. Tek hat diyagram elemanlarından baraya ait parametre değerleri etiketlenmiştir. Parametrelerden baranın gerilimi, açısı, aktif gücü ve reaktif gücü gösterilmektedir. İstenilen etiketler tek hat diyagramından kaldırılabilir (Şekil 5-3).

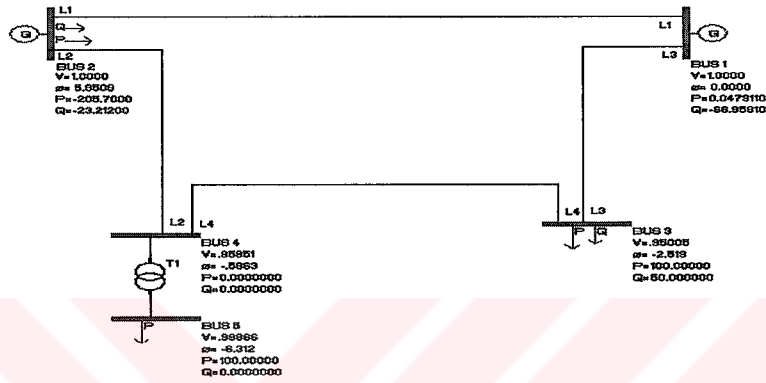


Şekil 5-3 GYTE Yük Akış analizi Programında Bara ve Etiket Ayarı

Analiz sonuçlarının gösterilmesinde çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Genel uygulanan yöntemlerden bazıları şunlardır: tabloda tüm parametrelerin gösterimi, grafik olarak gösterimi, tek hat diyagramında eleman etiketlerinde gösterimi. Genel uygulanan yöntemlere ek olarak analiz sonuçları farklı yöntemlerle de gösterilmektedir: Normal değerlerde olmayan elemanları farklı renklerle veya uyarı sembolleri ile gösterilmesi, gerilim seviyesi aynı olmayan elemanların farklı renklerle gösterilmesi gibi. Bu sonuçların gösterilmesinde uygulanan yöntemler kullanıcının güç sistemi analizini hızlandırmaktadır, özellikle büyük güç sistemlerin analizini kolaylaştırmaktadır. Ticari programların tümünde bu özellikler ve daha fazlası bulunmaktadır. Diğer programlardan farklı olarak on line yük akış analizi yapan Power World Simulator programda hareketli interaktif tek hat diyagramı üzerinde sisteme müdahale edilip anında sistemde değişen değerler tek hat diyagramda görülebilmektedir. İnternet ortamında güç akışı yapan

FlowDemo programında da tek hat diyagramı üzerinden sistemin değerleri değiştirilmektedir.

GYTE Yük Akış Analiz Programında analiz sonuçları tek hat diyagramında etiket üzerinde, tabloda, listede ve Windows işletim sisteminin standart programlarından notepad programı ile görülebilmektedir. Diğer yöntemler programın ileriki versiyonlarında eklenebilir.



Şekil 5-4 Etiket ile 5 Baralı Sistemin Analiz Sonucu

NO	AN	BAŞL	TIPI	GERİLM	FAZ	AKSI	YÜK	YÜK	ÜRETİLEN	ÜRETİLEN	Q	BAZ	AY	MAX	AY
1	BUS 1	0	5	1.0000	0	0	0	0	0.0479	56.9591	345	0	0	0	0
2	BUS 2	0	5	1.0000	6.6500	208.7000	100.0000	405.7000	123.212	345	0	0	0	0	0
3	BUS 3	0	0	0.99008	-2.519	100.0000	50.0000	0.000000	0.000000	345.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
4	BUS 4	0	0	0.99861	-0.5663	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	138.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
5	BUS 5	0	0	0.99866	-6.312	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	345.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0

Toplam Üretilen Aktif Güç:	405.62203	Toplam Yük Aktif Güç:	400
Toplam Üretilen Reaktif Güç:	130.1711	Toplam Yük Reaktif Güç:	150
Toplam Aktif Güç Kaybı:	0.000000000000	Yok	
Toplam Reaktif Güç Kaybı:	40.1711	Yok	

Şekil 5-5 Tablo ve Liste ile 5 Baralı Sistemin Analiz Sonucu

```

16/08/02 Generated with PFlow 100.00 1902 S 5 BARALI SISTEM
BUS DATA FOLLOWS
BUS 1 1.0000 0.0000 0.000000 0.000000 -0.47811 66.9591 343.000 1.0000 999999. -999999. 0.0000
BUS 2 1.0000 0.0000 200.0000 100.0000 493.7000 123.212 343.000 1.0000 999999. -999999. 0.0000
BUS 3 0.95003 12.319 100.0000 50.000000 0.000000 0.000000 343.000 0.95003 0.00000 0.00000 0.0000
BUS 4 0.95951 -3883 0.000000 0.000000 0.000000 0.00000 343.000 0.95951 0.00000 0.00000 0.0000
BUS 5 0.99866 -6.312 100.0000 0.000000 0.000000 0.00000 34.5000 0.99866 0.00000 0.00000 0.0000

-999
BRANCH DATA FOLLOWS
BRANCH 1 0 0 1 0 -0.0000000 -1.6000000 0.0000000 150 0 0
2 0 0 1 0 -0.01500000 -0.8000000 0.0000000 250 0 0
3 0 0 0 0 0.01500000 -0.8000000 0.0000000 300 0 0
4 0 0 1 0 -0.01500000 -0.8000000 0.0000000 200 0 0
5 0 0 0 0 0.0000000 -1.0000000 0.0000000 1000 0 0

-999
LOSS ZONES FOLLOW
-99
INTERCHANGE DATA FOLLOWS
-9
TIE LINES FOLLOW
-999
END OF DATA

```

Şekil 5-6 Notepad ile 5 Baralı Sistemin Analiz Sonucu

Şekil 5-4, 5-5, 5-6'da GYTE Yük Akış Analiz programında oluşturulan 5 baralı sistemin etiketle, tablo, liste ve notepad ile analiz sonuçların gösterimi bulunmaktadır.

Ticari programlarda kütüphane sistemi geliştirilerek güç sistem elemanları ve parametreleri kütüphanede tutulmaktadır. Özellikle dağıtım şirketleri için gelişmiş kütüphane yapısı çok önemlidir. Kütüphane sistemi ile her defasında parametre girilmesine gerek kalmamaktadır, bu da yanlış veri girişini ve zaman kaybını engellemektedir. Eğitim amaçlı kullanım için kütüphane sistemi çeşitli elemanları tanımak açısından iyidir ancak elemanlara ait parametre tanımını engellemektedir. Digsilent Power Factory, Neplan, Eurostag gibi programların kütüphanesi çok gelişmiştir.

GYTE Yük Akış Analiz Programı eğitim amaçlı olarak geliştirildiği için kütüphane sistemi yoktur. Program kütüphane sistemini oluşturmak için uygun yapıdadır.

5.2 Güç Sistem Analiz Özellikleri

Güç sistem analiz programları, yük akış algoritmalarından kullanıcının belirlediği algoritmayla çözüm sağladığı gibi algoritmaları birlikte kullanarak daha hızlı ve daha doğru ve güvenilir çözümü sağlamaktadırlar. Programların tümü ac yük akış analizi, bir çoğu dc yük akış analizi yapmaktadırlar. Ayrıca Neplan ve EDSA programları dengesiz yük akış analizi de yapmaktadır. Genellikle programlar yük akış analizinde Newton

Raphson ve hızlı ayırık Newton Raphson metotlarını kullanmaktadır. Bazı programlar yük akış analizini kullanıcının seçtiği metotla çözmektedir, Neplan, PowerCad gibi.

Arıza analizi genellikle IEC standardına göre yapılmaktadır. Digsilent VDE standardına göre PSS/VIPER, PSS/E ve IPSA G74 standardına göre de yapmaktadır.

Geçici rejim analizi ve harmonik analizi programların hemen hemen hepsinde bulunmaktadır. Motor ilk hareketi ve güvenilirlik analizini Neplan, EDSA ve ETAP programları yapmaktadır. Ekonomik yük dağılımını Digsilent, Neplan, IPSA, EDSA, PSS/E, ETAP, SIMPOW ve Power World programları yapmaktadır.

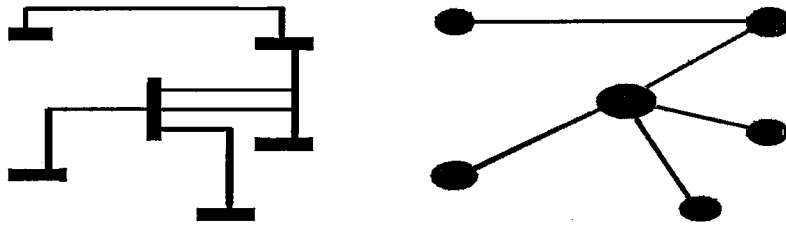
Ticari programların eğitim amaçlı kullanımın ücretsiz veya uygun ücrette olmaması , kısıtlı kullanımı olması gibi sebeplerden dolayı analiz sonuçlarının doğruluğu tespit edilmemiştir. EMTP programı özellikle hızlı geçicilikleri analiz için düzenlendiğinden yük akışı analizi güvenilir değildir.

5.3 Kullanıcıların Grafik Kullanıcı Arabiriminden Beklentileri

Geçmişte kullanılan güç sistem programlarından sonra bugünkü güç sistem analiz programları ile bir çok kolaylık sağlanmıştır. Güç sistem programlarında sadece güc sistemin oluşturulması ve sonuçların grafikte veya tabloda gösterilmesi yeterli gelmemektedir. Elde edilen bilgilere göre sistem durumunu tek hat diyagramında sadece rakamlarla değil çeşitli gösterim şekilleri ile görülmesi istenmektedir. Böylece büyük sistemleri analiz etmek çok daha kısa zaman alacak ve sistem üzerinde daha çok ve farklı analizler yapılabilecektir.

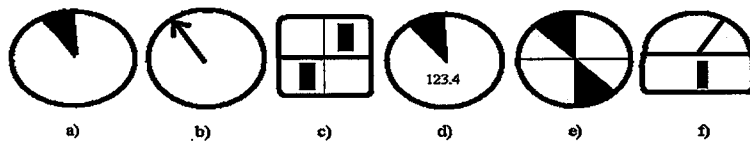
Referans [21] de güç sistem uygulamalarında grafik arabirimlerinde veri gösterimleri incelenmiş ve kullanıcıların hangi gösterimi tercih ettikleri araştırılmıştır. Referans [21] de kullanıcının tercih ettiği grafik arabiriminde gösterim şekillerinden bahsedilmiştir. Bazıları aşağıda anlatılmaktadır.

Elektrik düğümleri geleneksel gösterim şekli olan dikdörtgen baralar olarak gösterilmektedir. Baraya bağlantı yapılabilecek iki düz yüzeyi bulunmaktadır ve iletim hatları bu iki yüzeyden birine bağlanabilmektedir. Bara şekli daire olarak gösterildiğinde baranın her tarafına bağlantı yapılabilmektedir. Dikdörtgen şeklindeki baraya bağlanan iletim hatlarının karışık gösterimi, daire şeklindeki baraya bağlanan iletim hatlarının karışık gösteriminden daha fazla olduğu söylenmektedir. Bunu da Şekil 5-7'deki güç sistemini çeşitli kişilere belli bir süre gösterip tekrar çizmeleri istenmiş ve daire şeklindeki baralı güç sistemin daha iyi anlaşıldığı tespit edilmiştir.



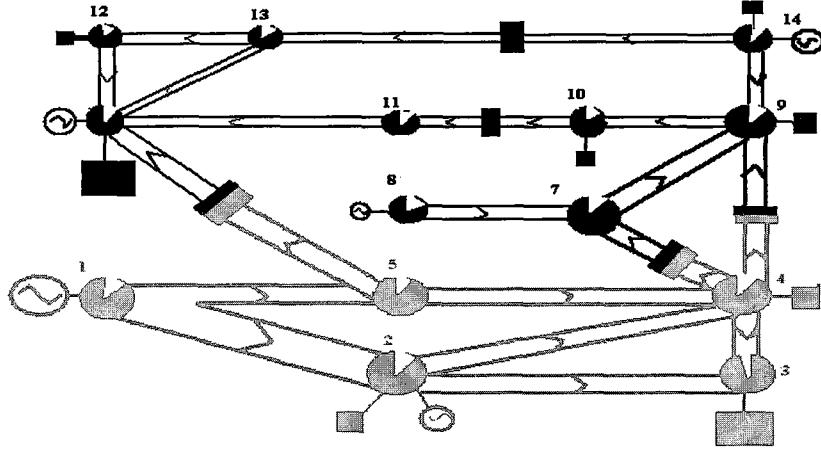
Şekil 5-7 Dikdörtgen ve Daire Şekilli Bara ile 6 Baralı Güç Sistemi

Güç sistem elemanlarının parametre değerlerini sadece rakamla değil çeşitli şekillerde gösterilmesi ihtiyaç haline gelmiştir. Büyük sistemlerin analizini kolaylaştıracak tek hat diyagramında bazı değerleri görüp tekrar analiz yapmayı kolaylaştıracak gösterim şekilleri istenmektedir. Parametre değerlerinin değişimini şekille takip rakamla takipten daha kolay olduğu için istenmektedir. Sistemin gidişini genel olarak belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Şekil 5-8'de bir baranın gerilim büyüklüğünün ve açısının çeşitli şekillerde gösterimi bulunmaktadır.



Şekil 5-8 Baranın Gerilim Büyüklüğünün ve Açısının Çeşitli Şekillerde Gösterimi

Bir güç sisteminin farklı seviyelerdeki iletim hatlarını farklı renklerle gösterimi ve iletim hatlarının taşıma kapasitelerini farklı genişlikte gösterilmesi de güç sistem analizini kolaylaştırmaktadır. İlk bakışta güç sistemi hakkında yorum yapılabilir. Şekil 5-9'de iletim hatlarının seviyeleri ve taşıma kapasiteleri şekille gösterilmiştir.



Şekil 5-9 14 Baralı Sistem

Güç sistem uygulamaların hemen hemen hepsinde dikdörtgen şekilli bara kullanılmıştır. GYTE Yük Akış Analiz Programında bara şekli geleneksel gösterim şekli olan dikdörtgen şeklindedir. İleri ki versiyonlarında daire şeklindeki bara ile tek hat diyagramı çizilebilir.

Güç sistem programlarda daha çok ticari programlarda analiz sonuçlarını şekilli gösterimi de eklemektedirler. GYTE Yük Akış Analiz Programında analiz sonuçlarında böyle bir özellik yoktur.

Güç sistem programları iletim hatlarının seviyelerini farklı renklerle göstermektedirler. Taşıma kapasitelerini şekille gösterimi her programda yoktur. GYTE Yük Akış Analiz Programında bu özellik yoktur. Bir sonraki versiyonda bu özellik eklenecektir.

6 SONUÇ

Son yıllarda güç sistemleri analizin nesneye yönelik programlama ile çok sayıda yazılımlar gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımlar çoğu ticarileşerek endüstrinin ihtiyacına göre değiştirilip geliştirilmiştir. Eğitim amaçlı kullanım için çok karmaşık hale gelmişlerdir. Ticari yazılımların karmaşıklığı ve yüksek fiyatları sebebiyle eğitim için kullanılamamaktadır. Ayrıca bilgisayar, iletişim gibi konuların cazip hale gelmesiyle güç sistemleri konusuna ilgi azalmaktadır. Grafik kullanıcı arabiriminin özelliklerinden yararlanarak güç sistem konusunu anlaşılır ve zevkli hale getirilerek tekrar güç sistemleri eğitimde cazip hale getirilebilir.

Bütün bunlar göz önüne alınarak tezin amacı belirlenmiş ve güç sistemleri eğitimi için nesneye yönelik programlama tekniğini kullanarak yük akış analizi yapan grafik kullanıcı arabirim programı gerçekleştirmiştir. GYTE Yük Akış Analiz Programı lisans ve yüksek lisans eğitiminde yük akışı analizi tekniklerinin öğretiminde kullanılmak ve endüstri alanındakileri eğitmek için geliştirilmiştir. İleri aşamalarda internet temelli uzaktan güç sistemleri eğitiminde kullanılmak üzere tasarlanacak web temelli görsel simülatörün ana yapısını oluşturmuştur.

Bu tez için geliştirilen grafik kullanıcı arabirim programı tek hat diyagramında güç sistemi oluşturabilen, yük akış analizi yapıldıktan sonra yük akış analizi gösterebilen özelliklere sahiptir. Tamamen nesneye yönelik programlama dili olan Delphi ile gerçekleştirilmiştir. Nesneye yönelik programlamanın özellikleri kullanılarak programa yeni güç sistem elemanları programın yapısı bozulmadan kolayca eklenebilmektedir. Diğer güç sistem analizlerini yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Grafik kullanıcı arabirimi ile güç sistem elemanların parametrelerin hatalı girilmesi ve gereksiz bilgilerin girilmesi önlenmiştir. Grafiksel özellikleri ve fiziksel özellikleri birbirinden bağımsız oldukları için tek güç sistemde farklı verilerle farklı analiz çalıştırabilmektedir.

Bu program henüz eğitim içinde kullanılıp denenmemiştir, programın hataları tam olarak temizlenmemiştir, yardım bölümü tamamlanmamıştır. Programın diğer

versiyonlarında bu eksikler tamamlanacak ve kullanıcıların talepleri doğrultusunda geliştirilecektir.

GYTE Yük Akış Analiz Programının kullanımı oldukça sabit ve kolaydır. Güç sistem analiz ders uygulamasında kolaylıkla kullanılacağı ve konu kavranılmasında yardımcı olacağı düşünülmektedir. İnternet temelli uzaktan güç sistem eğitiminde bu programın da yer alacağı tasarlanmaktadır.



KAYNAKLAR

1. A. Özaygen: 'İnternete Dayalı Uzaktan Eğitim'; Bilim ve Teknik Dergisi, Mart 2000, Sayı: 388, Sayfa:100-103
2. R. Bergen, V. Vittal: 'Power System Analysis'; Upper Saddle River,NJ; 2000
3. J. Arrilaga, C. P. Arnold, B. J. Harger: 'Computer Modelling of Power Systems'; Chishester; 1983
4. B.M Weedy, B.J. Cory: 'Electric Power Systems', J. Willey and Sons, London, 1998
5. N. N. Bengiamin, F. H. Holcomb: 'C-Based Power Systems Software: Comparing Functions and Features'; IEEE Computer Applications in Power, January 1992, pp. 35-40.
6. J. D. Glover, M. Sarma: 'Power System Analysis and Design'; PWS Publishing Company, Boston, 1994
7. J. Arrilaga, C. P. Arnold: 'Computer Analysis of Power Systems'; J. Willey and Sons, London, 199
8. W. G. Stagg, A. El-Abiad: 'Computer Methods in Power System Analysis'; McGraw-Hill Book Company, 1968
9. Working Group on a Common Format For Exchange of Solved Load Flow Data: 'Common Format For Exchange of Solved Load Flow Data'; IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol.PAS-92, No. 6, November/December 1973,pp.1916-1925
10. PTI Load Flow Data Format
<http://www.ee.washington.edu/research/pstca/formats/pti.txt> erişim tarihi:10/06/2002
11. Serbest yazılım UWPFLOW <http://www.power.uwaterloo.ca> erişim tarihi:10/06/2002

12. MATPOWER Güç Sistemleri Mühendisliği Araştırma Merkezi (PSERC)
<http://www.pserc.cornell.edu/matpower/matpower.html> erişim tarihi:10/06/2002
13. Peter Coad, Edward Yourdon: 'Object Oriented Design'; New Jersey; 1991
14. Fehmi Demiralp: 'Turbo ve Borland C++ ile Nesneye Dayalı Programlama'; İstanbul; 1993
15. M.E. Sarıdoğan: 'C++ ve Nesneye Yönelik Programlama'; Sistem Yayıncılık, 1994
16. A. F. Neyer, F. F. Wu, K. Imhof: 'Object-Oriented Programming For Flexible Software: Example of a Load Flow'; IEEE Transactions on Power Systems, Volume: 5 No: 3, August 1990 Page(s): 689-696
17. P. A. Kacejko, P. Miller, T. J. Hammons: 'Object-Oriented Approach to the Enhancement of Energy Management Systems Software Engineering'; Electric Machines and Power Systems, 28: 2000, pp. 193-202
18. M. Foley, A. Bose: 'Object-Oriented On-Line Network Analysis'; IEEE Transactions on Power Systems, Volume: 10 Issue: 1, Feb. 1995 Page(s): 125 -132
19. D.L. Lubkeman, A. Ghosh, J. Zhu : 'Object-Oriented Programming For Power Engineering Education'; System Theory, 1993. Proceedings SSST '93., Twenty-Fifth Southeastern Symposium on , March 1993 Page(s): 69 -73
20. J. Zhu, D.L. Lubkeman : 'Object-oriented development of software systems for power system simulations'; IEEE Transactions on Power Systems, Volume: 12 Issue: 2 , May 1997 Page(s): 1002 -1007
21. M. Foley, A. Bose, W. Mitchell, A. Faustini : 'An object based graphical user interface for power systems'; IEEE Transactions on Power Systems, Volume: 8 Issue: 1 , Feb. 1993 Page(s): 97 -104
22. G. P. Azevedo, C. S. Souza, B. Feijo : 'Enhancing the human-computer interface of power system applications'; IEEE Transactions on Power Systems, Volume: 11 No.2, May 1996 Page(s): 646 -653

23. European Committee for Electrotechnical Standardization: 'Graphical Symbols for Diagrams Part 6: Production and Conversion of The Electrical Energy'; EN 60617-6: 1996 IEC 617-6: 1996
24. Digsilent web adresi: www.digsilent.de, erişim tarihi:11/07/2002
25. Neplan web adresi: www.neplan.ch erişim tarihi:11/07/2002
26. PSS/E web adresi: www.pti-us.com/pti/software/psse erişim tarihi:11/07/2002
27. PSS/VIPER web adresi: www.pti-us.com erişim tarihi:11/07/2002
28. ETAP web adresi: www.etap.com erişim tarihi:11/07/2002
29. ERA web adresi www.era.co.uk erişim tarihi:11/07/2002
30. EDSA web adresi: www.edsa.com erişim tarihi:11/07/2002
31. IPSA web adresi: www.ipsa.co.uk erişim tarihi:11/07/2002
32. SIMPOW web adresi: www.abb.com erişim tarihi:11/07/2002
33. ATP Avrupa user grubu web adresi: www.eeug.de erişim tarihi:11/07/2002
34. HVDC web adresi: www.hvdc.ca erişim tarihi:11/07/2002
35. Powertech Labs: www.powertech.bc.ca erişim tarihi:11/07/2002
36. CESI web adresi: www.cesi.it erişim tarihi:11/07/2002
37. EUROSTAG web adresi: www.eurostag.epfl.ch erişim tarihi:11/07/2002
38. ObjectStab web adresi:www.iea.lth.se/~ielmatsl/ObjectStab/ erişim tarihi:11/07/2002
39. PowerWorld Simulator web adresi: www.powerworld.com erişim tarihi:11/07/2002
40. MATLAB web adresi: www.mathworks.com/ erişim tarihi:11/07/2002
41. MATPOWER Güç Sistemleri Mühendisliği Araştırma Merkezi (PSERC) <http://www.pserc.cornell.edu/matpower/matpower.html> erişim tarihi:10/06/2002

42. Serbest yazılım UWPFLOW: <http://www.power.uwaterloo.ca> erişim tarihi:11/07/2002

43. Power Engineering Education Committee: www.ee.mtu.edu/faculty/ljbohman/peec/Dig_Rsor.htm erişim tarihi:11/07/2002

44. Java Power Flow Analysis: <http://power.elec.kitami-it.ac.jp/~ueda/java/pf/index.html> erişim tarihi:11/07/2002

45. FlowDemo.NET ETHZ - Swiss Federal Institute of Technology Zurich: <http://flowdemo.net/> erişim tarihi:11/07/2002

46. R. D. Zimmerman, R. Thomas, D. Gan, C. Murillo-Sanchez: 'An Internet-Based Platform for Testing Generation Scheduling Auctions'; Proceedings of the Hawaii International Conference On System Sciences, January, 1997, Hawaii

47. Power Decision Support System: www.InterActWithPower.com erişim tarihi:11/07/2002

48. J. M. Ngundam, E. R. Ngalemo, F. Kenfack: 'Virtual Lab For Power System Simulation Part 1 Interactive Design Of Power Networks And Load-Flow Analysis'; IEE Power Engineering Journal; August 2001; Vol. 15 No. 4; pp. 211-215

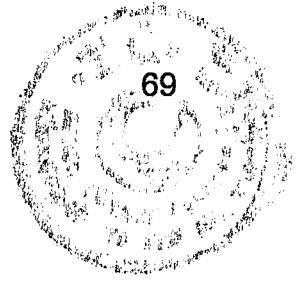
49. A. Abur, F. Magnago, Y Lu: 'Educational Toolbox for Power System Analysis'; IEEE Computer Applications in Power, October 2000, pp. 31-35

50. N. N. Bengiamin, F. H. Holcomb: 'C-Based Power Systems Software: Comparing Functions and Features'; IEEE Computer Applications in Power, January 1992, pp. 35-40.

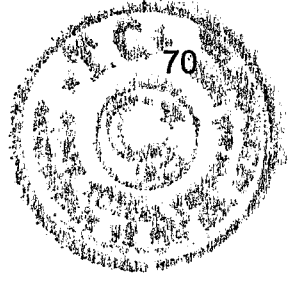
51. N. Güven, Ö. Yazar: 'Yük Akış Modellemesi için Nesneye Dayalı Grafik Kullanıcı Arayüzü'; Elektrik Mühendisliği 6. Ulusal Kongresi, 11-17Eylül 1995, Bursa; pp. 113-116

52. A. M. Pata; 'Güç Elektrik Sistemleri İçin Grafik Kullanıcı Arabirimi Kullanan Elektriksel Analizlere Açık Nesneye Yönelik Tasarımlı Grafik Editör'; Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Eylül 1997,104 Sayfa

53. C. Calvert : 'Delphi 4 Unleashed'; Sams Publishing; 1999



ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Doğum Yeri, tarihi: Konya, 1971

Milliyet: T.C.

Eğitim

Lisans: Selçuk Üniversitesi Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü

Ortaöğretim: Özel Gündoğdu Lisesi, Konya

İlköğretim: Devrim İlkokulu, Konya

Yabancı diller

İngilizce; Fransızca

Staj

Petkim, Yarımca

Türkiye Radyo Televizyon Kurumu , Ankara

PTT, Konya

Selçuk Üniversitesi, Konya

İş tecrübesi

Diba İç ve Dış Ticaret A.Ş.

1994-1996

Konya

Market otomasyon müdürü (yazılım - donanım)

Onat Pazarlama ve Otomasyon Sistemleri A.Ş.

1996-1997

Konya

Şirket ortaklığı ve market otomasyon müdürü (yazılım - donanım)

Selçuk Üniversitesi

1997-2000

Konya

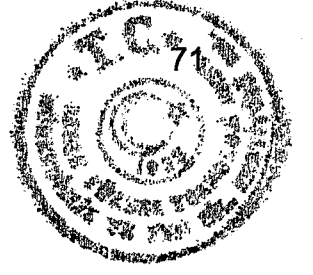
Öğretim görevlisi

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

2000 -

Gebze/Kocaeli

Araştırma görevlisi



EKLER

Ek - 1 GYTE Yük Akış Analiz Programı (CD)

Ek - 2 GYTE Yük Akış Analiz Program Kaynak Kodları (CD)



EC-1
DOKÜMANTASYON MERKEZİ