

AKILLI GÜÇ SİSTEMLERİ

Doç. Dr. İsmail H. ALTAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Mühendislik-Mimarlık Fakültesi

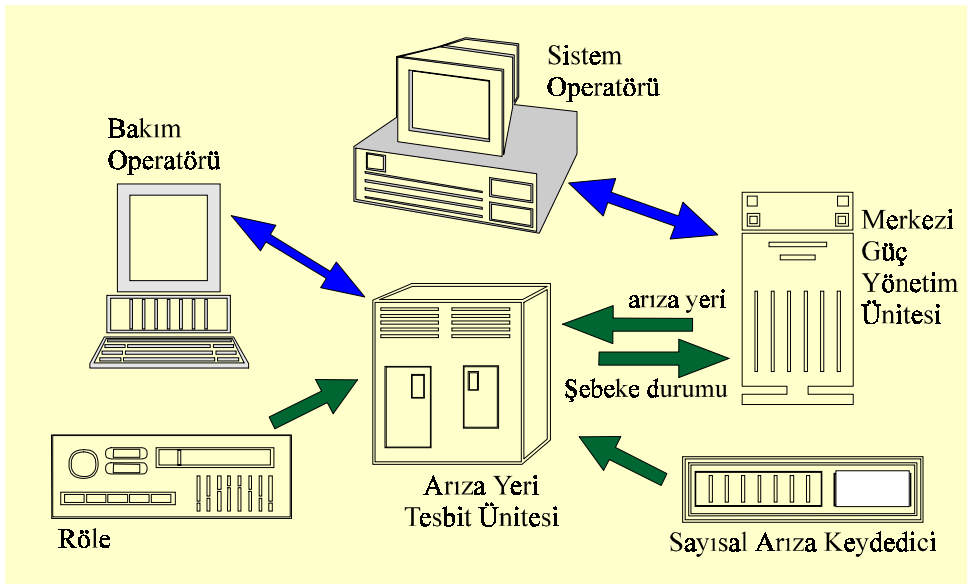
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

61080 Trabzon

altas@ktu.edu.tr

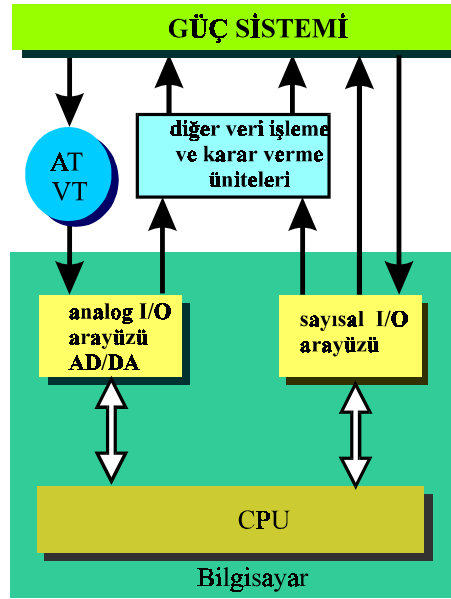
http://www.altas.org

Bulanık mantık (BM), yapay sinir ağları (YSA) ve genetik algoritmalar (GA) ın etkin bir şekilde uygulamaya konulmaları sonucu bilgisayarların güç sistemlerindeki kullanım alanları farklı bir boyut kazanmıştır. Çünkü bilgisayarların güç sistemlerindeki kullanımı 1980 li yıllara kadar genelde sayısal çözümleme yöntemleri üzerinde yoğunlaşmıştı. Ancak **bulanık mantık, yapay sinir ağları** ve **genetik algoritmalar** gibi **yapay zeka** uygulamalarının bir sonucu olarak ortaya çıkan "**akıllı sistemler**" 1980'li yıllardan buyana bilgisayarların güç sistemlerinde yeni ve farklı uygulama alanları bulmasına neden olmuştur. Bu uygulamalar başlangıçta **uzman sistemler** olarak ortaya çıkmış fakat sonradan **yapay sinir ağları, bulanık mantık** ve **genetik algoritma** uygulamalarıyla destek görmüştür. Böylece güç sistemlerinde sadece sayısal çözümleme yöntemleri uygulayıp güç akış denklemleri ve salınım denklemi gibi denklem takımı çözmek yada santral yakıt giderlerini minimize etmek yerine, güç sistemlerinde veri tanımlama ve saklama, karar verme, sistem sınıflandırma ve işletme gibi alanlarda da bilgisayarlar kullanılmaya başlamıştır[1]. Merkezi güç yönetimi çerçevesinde bilgisayarların ve bilgisayar teknolojisine dayalı başka ünitelerin de kullanıldığı bir sistemin şematik gösterimi Şekil 1 de verilmektedir.



Şekil 1. Merkezi güç yönetim sisteminin genel uygulanış şeması.

Merkezi güç yönetim sistemi içerisinde yer alan elemanların her biri ayrı olarak kendisine özgü yapı ve çalışma özelliklerine sahiptir. Bunlardan röle olarak işlem yapan ünite sayısal olarak yani bilgisayar veya mikroişlemci tabanlı olarak tasarlandığında Şekil 2 deki gibi bloklarla temsil edilebilir.



Şekil 2. Bilgisayar destekli bir sayısal koruma rölesi.

Güç sistemlerindeki bir çok problem belirsizlik içerir ve bunların çözümü için de mantık işlemleri, *heuristic* araştırma ve **perception** gibi yöntemler gerekir. Akıllı sistemler bu tür belirsizlik içeren problemlerin çözümünde kullanılabilir yaklaşımlar içerirler. Örneğin bir koruma rölesinin tasarımı mantık yürütme işlemine benzer. Röle tarafından görülen hat empedansının genlik değeri rölenin çalışma bölgesi içine düşünce röle ilgili kesiciye bir açma işareti gönderir. Birden fazla noktada çok sayıda arıza olması gibi çok karmaşık durumlarda birçok röle işleme girer. Bu durumda bu rölelere gelen işaretlerin iyi incelenip buna göre karar verilmesi gerekir. Şekil 1 de, *sayısal röle ve sayısal arıza kaydedicilerden* gelen bilgiler *arıza yeri tesbit ünitesinde* değerlendirilerek *merkezi yönetim ve onarım* birimlerine gönderilmektedir. Onarım birimindeki bilgisayarı kullanan onarım operatörü gelen bilgi ve verileri değerlendirerek sistem içerisinde gerekli mekanizmaları harekete geçirip gerekli önlemlerin alınmasını sağlar. Arıza ve arıza yeri ile ilgili bilgiler aynı zamanda merkezi yönetim birimini de aktarılır. Merkezi yönetim birimindeki bilgileri kullanan işletim operatörü şebekenin normal koşullarla kesintisiz çalışmaya devam etmesi için gerekli önlemleri alır. Şekil 1 de verilen sistemde insan operatörler yerine, bu operatörlerin bilgi, düşünce, ve karar verme özelliklerini simule eden **yapay akıllı operatörler** kullanılarak güç sistem işletim ve korunması ile birlikte akıllı bir güç sistemi olarak ele alınabilir. Akıllı güç sistemlerinin oluşumunda insan düşünce, öğrenme ve davranışlarını modellemek için uygulanan yöntemler ise **bulanık mantık, yapay sinir ağları** ve **genetik algoritma** uygulamalarını esas almaktadır [2].

Başlangıçta daha çok klasik uzman sistemleri güç sistemlerine uygulanırken, son yıllarda BM, YSA ve GA' lar da güç sistemlerinin farklı kademe ve alanlarında oldukça fazla uygulama alanı bulmaya başlamıştır. Bu uygulamalardan bazıları: Güç elektroniği ve elektrik makinalarının denetimi [3], güç sistemlerinde yük akış problemlerinin çözümü [4], uzun dönem karar verme analizi [5], dinamik güç üretimi ve denetimi için ekonomi, güvenlik ve kalite koordinasyonu [6], senkron jeneratör geriliminin denetimi [7,8], arıza yeri ve türünün tespiti [9-13], reaktif güç planlaması [14-18], ekonomik paylaşırma [19] olarak sayılabilir. Bulanık mantığın güç sistemlerindeki uygulamalarına yönelik daha geniş ve

açık bilgiler kaynak [20] de, yapay sinir ağlarının güç sistemlerindeki uygulamalarına yönelik uygulamalarla ilgili daha geniş bilgiler kaynak [21] de verilmektedir.

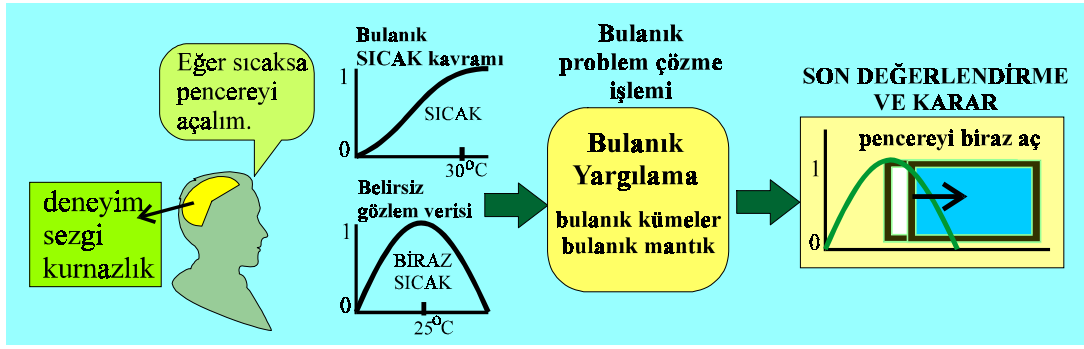
Akıllı sistemler **bilgi tabanlı** ve **model tabanlı** olarak iki ayrı sınıfta incelenip uygulanırlar [2]. Bilgi tabanlı sistemler bilginin temsil edilmesi esasına dayanır. Bilgilerin doğru ve uygun biçimde temsil edilmesi önemlidir. Eğer uzman kişilerden alınan bilgiler **If - then** yapısındaki kurallarla temsil ediliyorsa bu sisteme “kural tabanlı” uzman sistem denir. Kural tabanlı sistemler çeşitli sebeplerle tercih edilirler.

- *Bilgi tabanının açıklığı* : Aktarım işlemlerinden ayrı kesin bir taban kuralı eğitim ve bilgi transferi için değerli bir kaynak olabilir.
- Aktarım mekanizması ve yazılımı piyasada bulunabilir.
- Veri tabanı ve kullanıcı arayüzleri ile yapay zeka yazılımları arasında bağlantı kurmayı sağlayacak gereçler kolayca bulunabilir.
- Bilgi tabanı tümüyle belli değilse, yani bilgiler tamam değilse model tabanlı sistemlere başvurulabilir. Model tabanlı sistemler, fiziksel sistemin özelliklerini temsil ederler. Örneğin güç sisteminde bir arıza incelemesi yapılırken modele dayalı sistem kullanılarak arıza nedeni tespit edilebilir. Güç sistemleri gibi karmaşık işlemler yığını olan sistemlerde oluşturulacak model tabanı oldukça büyük olabilir. Bu da daha fazla doğruluk derecesine sahip araştırma yöntemleri gerektirir.

Model tabanı ve araştırma algoritması tamam ve doğru olduğu sürece uygun sonuç ve yorumlamalara varma konusunda avantajlı olabilir. Çünkü kurallarında noksanlıklar bulunan kural tabanlı bir sistem belirli bir çalışma konusunda bilgisiz kalacağından her zaman sonuca ulaşamaz.

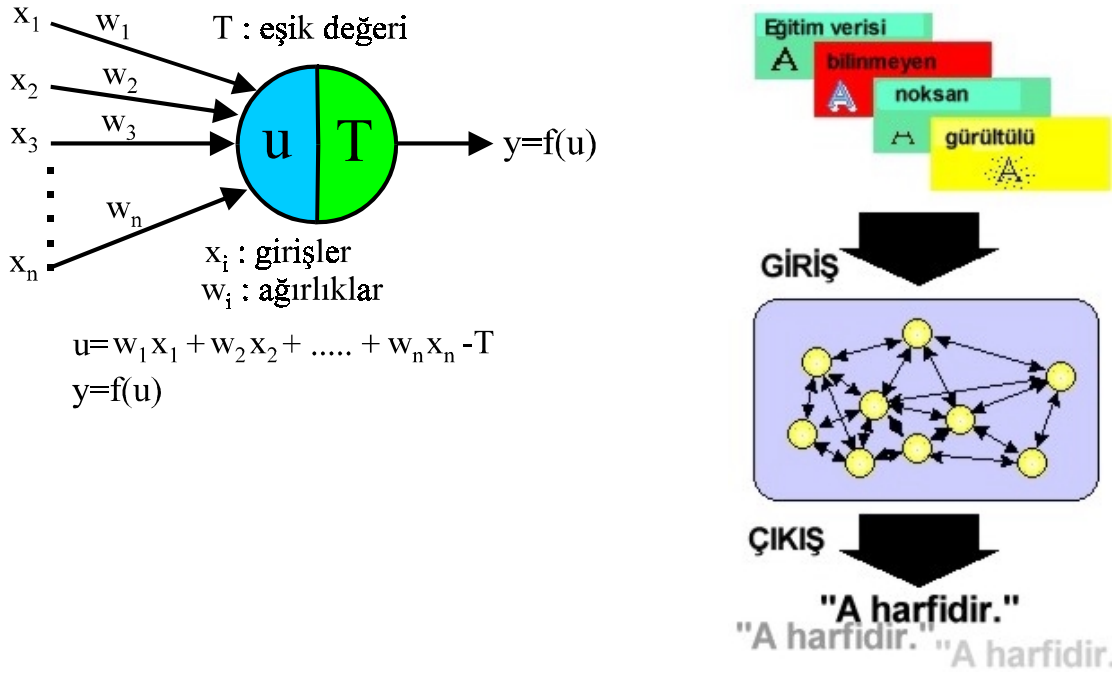
Yapay sinir ağları güç sistemlerinde daha çok yük tahmini, güvenlik sorunları ve güç sisteminin kalitesi gibi konularda uygulama alanı bulurken, bulanık mantık güç sistemlerindeki belirsizlikleri kapsayan ve bilgi noksanlığı nedeniyle teorinin yeterince desteklenemediği durumlar ve denetim işlemlerinde daha çok gündeme gelir. Optimizasyon gerektiren doğrusal ve doğrusal olmayan problemlerde ise genetik algoritmalarını kullanan araştırma yöntemleri uygulanabilir. Yapay sinir ağlarının öğrenme yeteneği sayesinde daha önceden kaydedilmiş veriler kullanılarak, benzer olaylar karşısında sistemin ne yapması gerektiği öğretilmektedir. Sistem öğrendiklerini kullanarak oluşacak yeni durumlara adapte olabilmekte ve gerekli karar mekanizmalarını çalıştırabilmektedir. Bulanık mantık, **if - then - else** yapısı ile belirsizlik içeren, doğrusal olmayan, duruma ve koşullara göre farklı anlam ve değer ifade eden verileri temsil edip değerlendirebilmektedir. Bulanık mantık tabanlı denetleyicilerin çıkışa bakarak girişi ayarlayabilme özellikleri de güç sistemlerinin denetimine yeni bir boyut kazandırmıştır. Genetik algoritmaların etkin durma sahip en iyileri alıp etkin olmayan verileri gözardı etmesi şeklinde düzenlenen yapısı sayesinde optimizasyon işlemi daha hızlı ve doğru bir şekilde yapılabilen bu da bulanık mantık ve yapay sinir ağları ile birleştirildiğinde **optimum karar verme** ve **optimum öğrenme** algoritmaları oluşmaktadır. Bulanık mantık, yapay sinir ağları ve genetik algoritmaların yapısal biçimleri aşağıda kısaca tanıtılmaktadır.

Bulanık mantık : Bilgisayar tekniklerinin hızla gelişmesi sonucu problem çözümlerinde insan düşünce ve yaklaşımları modellenen duruma gelmiştir. Bulanık mantık ve bulanık kümeler bu modellemede kullanılan temel yöntemlerdir. Klasik mantık işleminde *ait olmama* (0) ve *ait olma* (1) gibi sadece iki seçenek varken, bulanık mantıkta *ait olmama* (0) ve *ait olma* (1) dışında *az ait olma*, *biraz ait olma*, *çok ait olma* gibi ara seçenekler de söz konusudur. Şekil 3 bulanık mantık ve insan düşüncesinin işleyişi arasındaki benzerliği açıkça göstermektedir.



Şekil 3. Bulanık mantık ve insan düşüncesinin işleyişi arasındaki benzerlik

Yapay sinir ağları : Yapay sinir ağları biyolojik sinir sisteminin temsil edilmeye çalışıldığı modellerdir. Çok sayıda nöronun birbirine bağlanmasıyla sinir ağı oluşturulur. Biyolojik araştırma sonuçlarına göre bir nöron, giriş verilerinin ağırlıklı toplamlarını alıp doğrusal olmayan bir eşik değer fonksiyonu kullanarak çıkışını hesaplar. Şekil 3 de bir nöronun yapısı verilmektedir.



Şekil 4. Bir nöronun yapısı ve öğrenme işlemini uygulayan bir YSA.

Nöronların birbirlerine bağlanması ile yapay sinir ağı oluşturulur. Yapay sinir ağlarında giriş çıkış katmanları arasında gizli katman adı verilen başka katmanlar da bulunabilir. Yapısal ve işleyiş biçimlerine göre farklı isimler alırlar. Yapay sinir ağları *paralel işlem* yapabilmeye ve *öğrenebilme* gibi bir çok faydalı kullanım niteliklerine sahiptirler. Öğrenme kabiliyetine sahip bir yapay sinir ağının işleyiş biçimi Şekil 4 de verilmektedir. Gerekli öğrenme ya da eğitim verileri yapay sinir ağına bir defa öğretildikten sonra, bu ağ artık bilinmeyen, noksan ve gürültülü girişlerden gerekli doğru cevaba ulaşabilir. Güç sistemleriyle ilgili olarak özellikle yük tahminlerinde ve yüklenme programlarında, arıza

tanımlamalarında, koruma sisteminin seçiliğinde, vb daha bir çok yerde bu öğrenme yeteneği sayesinde yapay sinir ağları uygulanmaktadır.

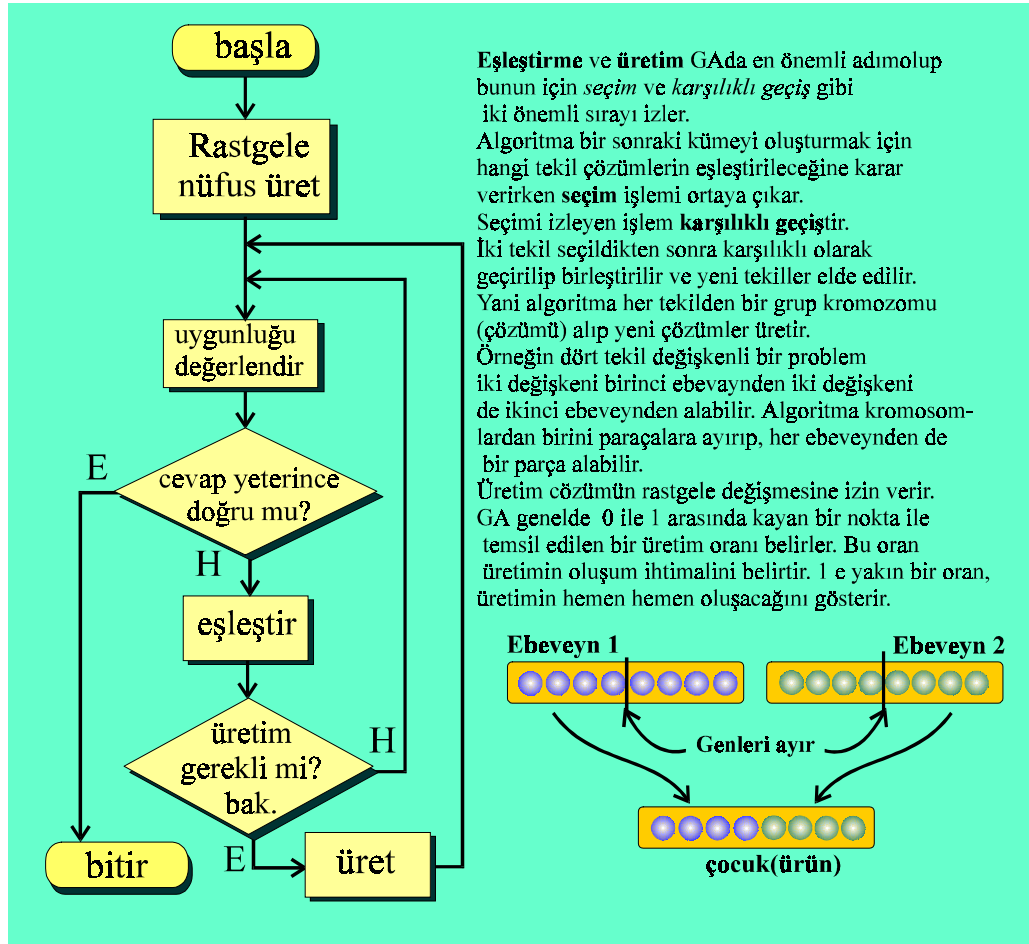
Genetik algoritmalar : Genetik algoritmalar, *gelişimsel hesaplama* (Evolutionary Computation -EC) başlığı altında toplanan ve *Genetik algoritmalar (GA)*, *genetik programlama (GP)*, *gelişimsel programlama*, *gelişimsel stratejiler*, *sınıflandırıcı sistemler*, ve *yapay hayat* gibi biyolojik gözlemlere dayalı yöntemlerden biridir. Günümüze kadar *genetik algoritmalar* araştırma, optimizasyon, makine öğrenimi gibi problemlere, *genetik programlama* ise denetim planlaması, otomatik programlama ve sınıflandırma gibi problemlere uygulanmıştır. GA' lar sürekli yeni çözümler üretip bunların en iyilerini birleştirerek gelişmiş daha iyi bir çözüm üretirler. Bu özelliği sayesinde GA'lar optimal ya da otimale yakın bir sonuca hızlı bir şekilde ulaşır. GA'lar hem oldukça geniş araştırma uzayları hem de bulanık çözüm kümeleri işlem yapabilirler. Bazı problemler açık bir matematiksel model içermediğinden, GA'lar çözülecek her problem için tam bir matematiksel model gerektirmez. GA'lar makine öğreniminin bir modellemesi olup bu modellemeyi doğadaki üreme ve değişim işlemlerinin özelliklerinden hareketle oluştururlar. Bu işlem, kromozomlarla temsil edilen tekiler nüfusunun bir makinesinde üretimle olur. GA biyolojik gen değildir, fakat karmaşık çift bağlı kromozomları daha basit bir boyutlu kromozomlar olarak modeller.

GA'ların işlem akış sıralaması : *1-Üret, 2-Seç, 3-Birleştir ve 4-Belirli bir kritere ulaşıncaya kadar değişime uğrat* olarak uygulanır. Genelde belirli bir sayıda döngüye ya da üretime izin verilir. Ya da eğer cevap biliniyorsa, bu cevap elde edilinceye kadar GA koşturulur. Şekil 5 de GA işlem akış diyagramı verilmektedir.

Genel anlamda bakılırsa, uzman sistemler yada bilgi tabanlı sistemler daha çok arıza tespit ve incelemelerinde, alarm işlemlerinde ve yeniden sistem yapılandırma da uygulanmaktadır. Yapay sinir ağları yük tahmininde pratik sonuçlar vermektedir.

Akıllı sistem yazılım ve donanımları günümüz piyasasında bulunabilir duruma gelmiştir. Endüstride akıllı sistem uygulamaları *karar destekleme sistemleri* (enerji anlaşmaları için), *Çok amaçlı analiz*, ve *Güç sistemi kalitesi* gibi konularda kendini göstermektedir.

Akıllı sistemlerin güç sistemlerine yönelik bir uygulaması da uzman sistemler için bilgi tabanı oluşturmada görülmektedir. Bu uygulama, yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritmaların gerçek uygulamaları ile eşit biçimde yarışmaktadır. Ancak şunu unutmamak gerekir ki, akıllı sistemler insanoğlu mühendis ve yöneticilerin verdiği kararları destekleyecek şekilde özel işlemler yapan gereçlerdir.



Şekil 5. genetik algoritmaların işlem algoritması.

Kaynaklar

- [1] W. Peterson, et al, "Tapping IED data to find transmission faults", IEEE Computer Applications in Power, April 1999, pp. 36-42.
- [2] C.C. Liu and H. Song, "Intelligent system applications to power systems", IEEE Computer Applications in Power, October 1997, pp. 21-24.
- [3] B.K. Bose, "Expert system, fuzzy logic, and neural network applications in power electronics and motion control", Proceedings of IEEE, Vol. 82, No. 8, August 1994, pp. 1303-1322.
- [4] V. Miranda and J.T. Saraiva, "Fuzzy modelling of power system optimal load flow", IEEE Trans. On Power Systems, Vol. 7, No. 2, pp. 843-849, May 1992.
- [5] S.B. Dhar, "Power system long-range decision analysis under fuzzy environment", IEEE Trans. on Power App. Syst., Vol. PAS-98, No. 2, pp. 585-596, March/April 1979.
- [6] R. Rokoyama, K. Yasuda, and T. Niimura, "Fuzzy coordination of economy, security, and quality for dynamic generation control in power systems", Presented and published in the proceedings of the IEEE/NTUA Athens Power Tech Conference: Planning, Operation and Control of Today's Electric Power Systems, Athens, Greece, pp. 440-444, Sept. 5-8, 1993.
- [7] B.J. LaMeres and M.H. Nehrir, "Fuzzy logic based voltage controller for a synchronous generator", IEEE Computer Applications in Power, April 1999, pp. 46-49.
- [8] İ.H. Altaş, "Bulanık Mantık Denetimli Bir Güç Uyarım Sistemi", Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 8. Ulusal Kongresi, 6-12 Eylül 1999, Gaziantep, Sayfalar 658-661.
- [9] A.A.Girgis and M.B.Johns, "A Hybrid Expert System for Faulted Section Identification, Fault Type Classification and Selection of Fault Location Algorithms", IEEE Tran. on Power Del., Vol.4, No.2, pp.978-985, April 1989.

- [10] N.Kandil, V.K.Sood, K.Khorasani, and R.V.Patel, "Fault Identification in AC-DC Transmission System Using Neural Network", *IEEE Tran. On Power Systems*, Vol. 7, No.2, pp.812-819, May 1992.
- [11] Z.Yongli, Y.H.Yang, B.W.Hogg, W.Q.Zhang and S.Gao, "An Expert System for Power Systems Fault Analysis", *IEEE Tran. On Power Systems*, Vol. 9, No.1, pp.503-509, Feb 1992.
- [12] K.C.P.Wong, H.M.Ryan and J.Tindle, "Power System Fault Prediction Using Artificial Neural Network", *Int. Conf. On Neural Inform. Processing*, Sept 1996
- [13] Z.Z.Zhang, G.S.Hope and O.P.Malik, "Expert System in Electric Power Systems-A Bibliographical Survey", *IEEE Tran. On Power Systems*, Vol. 4, No.4, October 1989.
- [14] W. -S. Jwo, C. -W. Liu, C. -C. Liu and Y. -T. Hsiao, "Hybrid expert system and simulated annealing approach to optimal reactive power planning", *IEE Proc. - Gener. Transm. Distrib.*, Vol. 142, No. 4, July 1995, pp. 381 --385.
- [15] N. I. Santoso and O. T. Tan, "Neural Net Based Real- Time control of Capacitors Installed on Distribution Systems", *IEEE/PES Summer Meeting, 89SM 768-3 PWRD*, Long Beach, California, 1989.
- [16] J. T. Ma and L. L. Lai, "Improved Genetic Algorithm for Reactive Power Planning", *Proc. 12th Power Systems Computation Conference*, Dresden, Sweden, August 19-23, 1996, pp. 499 -505.
- [17] K. S. Swarup, M. Yoshimi, S. Shimano and Y. Izui, "Optimization Methods using Genetic Algorithms for Reactive Power Planning in Power Systems", *Proc. 12th Power systems Computation Conference*, Dresden, Sweden, August 19-23, 1996, pp.483 --491.
- [18] K. Iba, "Reactive Power Optimization by Genetic Algorithm", *IEEE/PES PICA 93*, pp.195 -201.
- [19] K. P. Wong, and Y. W. Wong, "Genetic and Genetic/Simulated-Annealing Approaches to Economic Dispatch", *IEE Proc. C*. 1994, 141, (5), pp. 685 --692.
- [20] M.E. El-Hawary (Ed.), *Electric Power Applications of Fuzzy Systems*, IEEE, 1998.
- [21] M. A. El-Sharkawi, R. J. Makrs II and S. Weerasooriya, "Neural Networks and Their Application to Power Engineering", *Control and Dynamic Systems*, Vol. 41, 1991, pp.359-461.