

SİNİRSEL AĞLAR İLE PARÇA AİLELERİNİN OLUŞTURULMASI

*Nursel ÖZTÜRK**

Özet: Parça ailelerinin oluşturulması işlemi, analiz, test, grup teknolojisi gibi tasarım sonrası uygulamaların otomasyonuna yardımcı olmaktadır. Parça ailelerinin oluşturulmasında kullanılan çok sayıda geleneksel yöntemin yanında, son yıllarda yapay zeka tekniklerini kullanan gruplama çalışmalarına da rastlanmaktadır. Bu makalede, parça ailelerinin oluşturulmasında, parçaların tasarım özellikleri yanında, sinirsel ağlarla unsur tanıma sisteminin birlikte kullanılmasıyla, parçaların imalat özelliklerini de dikkate alan bir yaklaşım önerilmektedir. Önerilen yaklaşım, tasarım modelinden otomatik olarak üç boyutlu parça ailelerini oluşturabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sinirsel ağlar, unsur tanıma, parça ailesi.

Part Families Formation with Neural Networks

Abstract: The formation of part families is considered as auxiliary process to automation of applications following design such as analysis, test and group technology. A number of traditional techniques have been proposed to form the part families. Recently, significant consideration is given to apply the artificial techniques in part family formation process. In this paper, an approach, which incorporates neural network and feature recognition techniques, is presented to form the part families as being based on design and manufacturing attributes. Part families which consist of three dimensional parts are automatically generated from design data base with the proposed approach.

Key Words: Neural networks, feature recognition, part family.

1. GİRİŞ

Günümüz küresel pazarlarında rekabet edebilmek için yeni teknolojilerin uygulanmasının yanında, tasarım ve sonrası uygulamalarda bütünleşmenin ve otomasyonun sağlanmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım), CAM (Bilgisayar Destekli İmalat) ve CAE (Bilgisayar Destekli Mühendislik) alanlarında ayrı ayrı önemli gelişmeler kaydedilmesine rağmen, CAD/CAM/CIM (Bilgisayar Bütünleşik Üretim) bütünleşmesinde tam otomasyonun sağlanması yönünde henüz yeterli sonuçlar elde edilememiştir. CIM'dan beklenenin elde edilememesinin nedenleri, tasarım sonrası uygulamalarda CAD ürün modeli bilgilerinin otomatik kullanımındaki eksikliklerdir (Trabelsi ve Meeran, 1996, Dürr ve Schramm, 1997, Dong ve Vijayan, 1997). Tasarım bilgisinin bilgisayar ortamında nasıl sunulacağı ve tasarım sonrasında yer alan uygulamaların bu bilgiyi nasıl paylaşacakları CIM bütünleşmesi önünde var olan en önemli problemidir. Bu problemin çözümü için ürün tasarımı ile ilgili bilgileri içeren ve bu bilgilerin bütünleşik üretim sistemlerinde otomatik olarak paylaşımına olanak sağlayan teknolojilere gereksinim vardır.

Bu çalışmada, tam otomasyonun sağlanmasına yönelik yapılan çalışmalara katkı olarak tasarım ile tasarım sonrası uygulamaların bütünleşmesi amaçlanmıştır. Tasarım sonrası uygulama alanı olarak parça aileleri oluşturulmuştur. Sinirsel ağ ile parçaların ana gövdesi silindirik ve prizmatik olarak iki temel gruba ayrılmış ve sinirsel ağ ile unsur tanıma sistemi kullanılarak, tasarım modelinden otomatik olarak üç boyutlu parça aileleri oluşturulabilmiştir. Parça ailelerinin oluşturulması işlemi, analiz, test, grup teknolojisi gibi tasarım sonrası uygulamaların otomasyonuna yardımcı olmaktadır.

* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa

2. CAD ÜRÜN MODELİNDE UNSUR KULLANIMI VE TANIMA

Günümüzde bütünleşik sistemlere yönelik çalışmalar devam etmektedir. Ancak bilginin yönetimi ve bilgi paylaşımı alanında elde edilen sonuçlar henüz istenen düzeyde değildir. Bilgi yönetiminde tasarım bilgisinin bilgisayar ortamında nasıl sunulacağı ve tasarım sonrasında yer alan uygulamaların bu bilgiyi nasıl paylaşacakları bütünleşme önünde var olan en önemli problemdir.

Son zamanlarda araştırmacıların ilgisini çeken ve üzerinde çeşitli çalışmaların devam ettiği teknolojilerden birisi, tasarımda unsur (feature) kullanımudur. Tasarım ve sonrası uygulamaların bütünleşmesi açısından unsur tabanlı modelleme, unsur tanıma ve sinirsel ağlar yöntemlerinin kullanılması gündemdedir. Çalışmalar genelde eksikliğin hissedildiği unsur tanıma teknikleri üzerindedir.

Unsurlar, bir parçanın şekli ve diğer özellikleri ile ilgili bilgi kümeleri olarak tanımlanabilir. Bu kümeler, tasarım, imalat ve montaj gibi aşamalarda çeşitli işlemlerde kullanılabilir. Bu nedenle, unsur teknolojisinin tasarım ve sonrası mühendislik analizleri, işlem planlama, metal işleme, montaj gibi uygulamaların bütünleşmesi için daha iyi bir yaklaşım olacağı düşünülmektedir.

Unsur tanıma, tasarım aşamasında ürün modeli veri tabanına aktarılan geometri ve topolojiye ait verilerin kullanılarak uygulama alanına yönelik unsurların bulunması işlemidir. Unsur tanımanın amacı, tasarım ve sonrası işlemler arasında bütünleşmenin sağlanmasıdır. İmalat açısından bakıldığında bu işlem ürün üzerinde yapılacak işlemlerin çıkarılması demektir. Diğer bir deyişle imalat işlemlerinin tanımıdır. CAD parça modelinden imalat ortamında kullanılacak kanal, cep, delik gibi unsurların çıkarımı işlemi imalat unsurlarını tanıma örneğidir. Böylece, gerekli imalat işlemi tanımlanmış ve işlem parametreleri elde edilmiş olur.

Literatürde yer alan unsur tanıma algoritmaları karmaşık yapıda olmaları, bilgisayar ortamında kolay kullanılamamaları ve/veya basit unsurlara uygulanabilmeleri açısından bir takım eksiklikler içermektedir (Wu ve Liu, 1996, Han ve Requicha, 1997, Lin ve diğ., 1997). Unsur tanıma yöntemlerinde karşılaşılan bir diğer önemli eksiklik, önceden tanımlanmamış bir unsuru tanıma ile kısmi ve karmaşık unsurları tanıma işlemlerinde ortaya çıkmaktadır. Unsurların tanınması için kullanılacak CAD parça modeli veri yapısı, geliştirilecek algoritmalar açısından önem taşımaktadır. Parça şekliyle ilgili geometri ve topoloji bilgilerinin kolaylıkla çıkarılmasına olanak sağlayan veri yapılarının kullanılması gerekmektedir.

3. SİNİRSEL AĞLAR

Sinirsel ağ sistemi, elektronik bileşenlerden oluşan bir yapıyla veya bir bilgisayar yazılımı ile benzetimi yapılarak uygulanır. Sinirsel ağ sisteminin işlem gücü, paralel işlem yapısı ve öğrenebilme özelliklerinden dolayıdır. Bu iki bilgi işleme özelliği sayesinde sinirsel ağ sistemleri, bir çok karmaşık problemin çözülmesinde yardımcı olur (Freeman ve Skapura, 1992).

Eğitilme verilerinin sayısının fazla olduğu durumda sinirsel ağların eğitilmesi zorlanır. Bu durumda sinirsel ağların yapısına gizli katman eklenir. Böyle sinirsel ağların eğitilmesi için, geriye yayılma (backpropagation) algoritması yaygın olarak kullanılmaktadır (Babaev, 1998).

Geriye yayılma (backpropagation) işlem adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Girdi değerlerinin giriş katmanındaki nöronlara verilmesi
- Gizli katman nöronlarının girdi değerlerinin hesaplanması
- Gizli katmanda yer alan nöronların çıktı değerlerinin belirlenmesi
- Çıkış katmanındaki nöronlara ait girdi değerlerinin hesaplanması
- Çıktıların bulunması
- Çıktı birimleri için hata değerlerinin çıkarılması
- Gizli katman nöronları için hata değerlerinin hesaplanması
- Çıkış katmanındaki ağırlıkların düzenlenmesi
- Gizli katmandaki ağırlıkların düzenlenmesi.

4. SİNİRSEL AĞLAR İLE UNSUR TANIMA

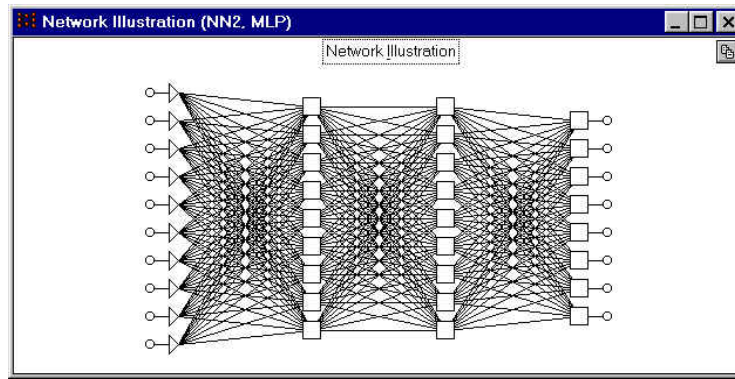
Araştırmacıların belirttiği önemli bir nokta, henüz tasarım ve sonrası uygulamaların bütünleşmesi yönünde tam bir sonuç elde edilemediğidir (Trabelsi ve Meeran, 1996, Dürr ve Schramm, 1997, Dong ve Vijayan, 1997). En olumlu sonuçların öğrenilme özelliğinden dolayı sinirsel ağ yaklaşımlarıyla sağlanacağı görülmektedir.

Unsur tanıma alanında, gözlenen eksikliklerin giderilmesi yönünde, son zamanlarda en ilgi çeken yöntemlerden birisi sinirsel ağ tabanlı unsur tanıma çalışmalarıdır. Sinirsel ağlarla ilgili önemli sayıda araştırma yapılmasına rağmen, unsur tanıma kullanılmaları oldukça yenidir (Prabhakar ve Henderson, 1992, Dağlı ve diğ., 1993, Kumara ve diğ., 1994, Nezis ve Vosniakos, 1997, Chen ve Lee, 1998).

Bu çalışmada, CAD verilerinin otomatik olarak tasarım sonrası uygulamalarda kullanılabilmesi için unsurların tanınması gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada, Trajan Neural Network Simulator'den yararlanılmıştır (Trajan, 1998). Sinirsel ağ ile unsurların tanınmasında izlenen yol aşağıda özetlenmektedir (Öztürk ve Öztürk, 2000):

1. İlgili literatür incelenerek ve üretimde çalışan uzmanların görüşü alınarak en çok karşılaşılan unsur sınıfları olarak kanal, adım, cep, çıkıntı, kör kanal, köşe cep, delik, kör delik tespit edilmiştir.
2. Sinirsel ağın girdi değerlerinin belirlenmesi için, unsurları ifade eden köşe, kenar, yüz ilişkilerinin sinirsel ağda kullanılacak şekilde sayısal değerlere dönüştürülmesi yapılmıştır.
3. Eğitim kümelerinin oluşturulmasında, doğru örnekler seçilerek girdi-çıkı arasındaki ilişkinin tanımlanabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, daha önce tanımlanmamış yeni unsurların tanınabilmesine olanak verecek örnekler seçilmiştir.
4. Unsur sınıflarının belirlenmesi için kullanılacak sinirsel ağ çıktı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen sekiz unsur sınıfı için sekiz adet çıktı nöronu kullanılmıştır. Sinirsel ağ yapısına uygun olarak, her sınıf vektörlerle ifade edilmiştir. Parçanın unsur sınıfına kabul edilebilmesi için doğruluk seviyesi belirlenmiştir. Bu belirlemeler çok sayıda testler sonucu elde edilmiştir. Doğruluk seviyesinde kabul için 0.85 alınmıştır. Unsurun bir sınıfa kabul edilebilmesi için alması gereken en küçük değer 0.85 olmalıdır.
5. Seçilen eğitim kümeleri ile sinirsel ağın eğitimi yapılmıştır.
6. Eğitim kümeleri içinde yer almayan örneklerden oluşan test kümeleri ile ağ test edilmiştir.
7. Sinirsel ağ yapısı ve ağ parametreleri belirlenmiştir.

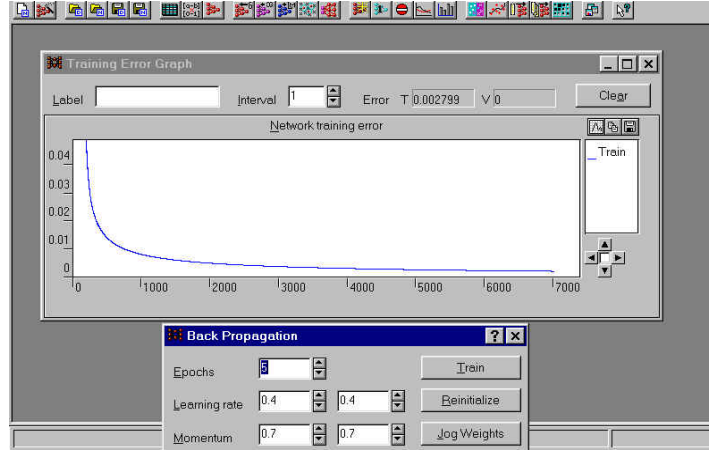
En iyi sonuçlar, gizli katmanlarındaki nöron sayılarının 9 olduğu iki gizli katmanlı sinirsel ağda elde edilmiştir. Elde edilen ağın gösterimi Şekil 1'de, hata grafiği Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 1:
Dokuz nöronlu iki gizli katmanlı sinirsel ağ

Bu çalışmada, çeşitli ilk ağırlık değerleri, öğrenme oranı ve momentum değerleri ile yapılan deneyler sonucu en başarılı tanıma, öğrenme oranının 0.4, momentumun 0.7 olduğu durumda elde edilmiştir.

Sonuç olarak, üzerinde çalışılan sekiz unsur sınıfına ait tanıma problemlerinin çözümünde en iyi sinirsel ağ yapısı, gizli katmanlarında 9 nöron içeren iki gizli katmanlı sinirsel ağdır. Ağ yapısının belirlenmesinde doğruluk (verification) kümelerinden de yararlanılmıştır (Öztürk ve Öztürk, 2001). Doğruluk kümesi, eğitim (training) kümesi içinde rasgele olarak seçilmiş kümelere oluşturulmuştur. Doğruluk ve eğitim kümesinin ağı eğitimi sırasında gösterdikleri performans değerlerine göre gizli katman ve nöron sayıları tespit edilmeye çalışılmıştır. Kümelerin performans değerlendirilmesi ağı hata değerleri temelinde ele alınmıştır. Hata değerleri (T-training error, V-verification error) gözlenerek, ağı unsur tanıma için yeterli nöron veya gizli katman sayıları araştırılmıştır.



Şekil 2:
Dokuz nöronlu iki gizli katmanlı sinirsel ağın hata grafiği

Test unsurları ile yapılan denemeler sonucu oluşturulan sinirsel ağın unsurları tanıma ve sınıflara ayırmada başarılı olduğu görülmüştür.

5. SİNİRSEL AĞLAR İLE PARÇA AİLELERİNİN OLUŞTURULMASI

Sinirsel ağ ile parça ailelerinin oluşturulmasında, önemli çalışmalardan birini Chung ve Kusiak (1994) yapmışlardır. Bu çalışmalarında, kesit ve görüntü algılama tekniği kullanarak parça ailelerini oluşturmuşlardır. Parçaların imalat özelliklerini incelememişlerdir.

Gwiazda ve Knosala (1997), sinirsel ağ ile üç boyutlu parçaların gruplandırmasını yaparken, parçaların tanımlanmasında kesitler almışlar, kodlar içeren matrislerden yararlanmışlardır. Bu çalışma karmaşık olmayan parçalarla sınırlı kalmıştır. Silindirik parçaları kademeli ve kademesiz, prizmatik parçaları ince duvarlı ve kalın duvarlı olarak sınıflandırarak dört parça ailesi elde etmişlerdir.

Pilot ve Knosala (1998), sinirsel ağın giriş elemanları için, parçaların kesitini almışlar ve boş alanlar için 0, dolu alanlar 1 kodunu kullanmışlardır. Gruplama çalışmalarını genellikle simetrik ve dönele parçalar üzerinde yapmışlardır.

Lee ve Fischer (1999) yaptıkları literatür araştırmalarında, parça ailelerini oluşturmanın, tasarım ve imalat olarak iki benzerlik tipinden sadece birine dayandırıldığını, bununla birlikte bazı araştırmacıların her iki benzerlik tipi ile uğraştıklarını, ancak bunları eşzamanda dikkate alamadıklarını belirtmişlerdir.

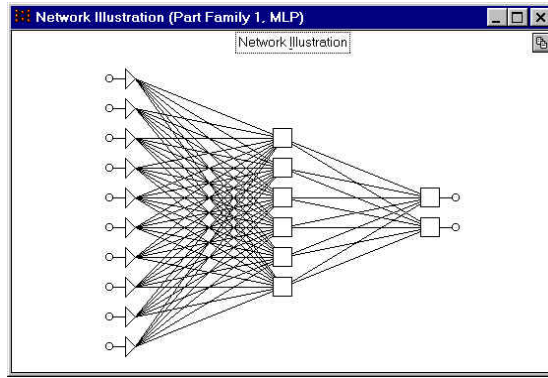
Lee ve Fischer (1999), sinirsel ağ ile parça ailelerinin sınıflandırılmasında geometrik şekil ve imalat özelliklerinin her ikisini birden kullanmışlardır. Görüntü işleme ve imalat özellikleri içeren matrislerden yararlanmışlardır. Sinirsel ağın eğitimi ve test edilmesinde kullanılan parçalar ile beş grup altında sınıflandırma sonuçlarının verildiği parçalar, karmaşık yapıda üç boyutlu parçaları içermemektedir.

Bu çalışmada, sinirsel ağlar ile unsur tanıma sistemi, tasarım sonrası uygulama alanı olarak parça ailelerinin oluşturulmasında kullanılmıştır. CAD veri tabanından kanal, delik gibi imalat unsurlarının çıkarılması, parça üzerinde yapılacak kanal açma, delik delme gibi operasyonların seçilmesine yardımcı olmuştur. İmalat işlemlerinin belirlenmiş olması, parçaların imalat özelliklerine göre grup oluşturmasına yardımcı olmaktadır. Önerilen yaklaşım, parçaların ana gövdesinin şekline göre gruplandırma yapılmasına olanak sağlamaktadır. Böylece, silindirik ve prizmatik parçalar şeklinde iki temel grup oluşturulabilmektedir. Parçaların içerdiği imalat unsurlarına göre de parça aileleri oluşturulabilmektedir. Örneğin, parçaların

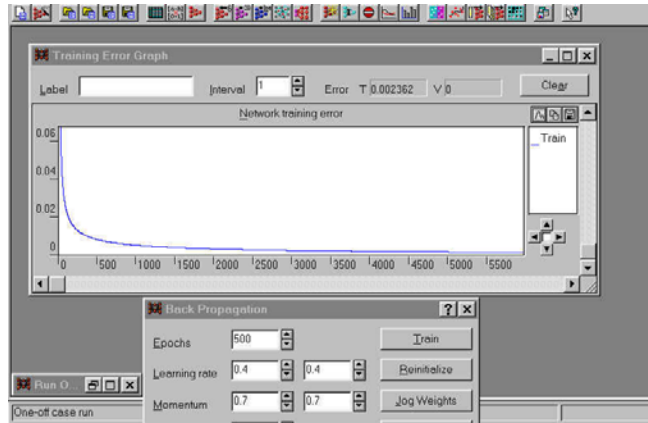
içerdiği imalat işlemlerine göre kanal açma işlemleri içeren parça grupları, adım açma işlemleri içeren parça grupları veya kanal ve adım işlemlerinin her ikisini içeren parça grupları gibi gruplandırmalar yapılabilmektedir.

Sinirsel ağ ile parça ailelerini oluşturan işlem adımları aşağıda verilmektedir:

1. Parçaların ana gövdesinin silindirik ve prizmatik olarak iki gruba ayrılması düşünülmüştür.
2. Silindirik ve prizmatik parçalar için eğitim kümeleri oluşturulmuştur. Parçaların yüz sayısal değerleri sinirsel ağa girdi vektörü olarak verilerek ağın eğitimi yapılmıştır.
3. Sinirsel ağ çıktı değerleri silindirik parçalar için [1 0] ve prizmatik parçalar için [0 1] olarak belirlenmiştir. Yapılan testler sonucunda doğruluk seviyesi 0.90 alınmıştır.
4. Eğitim kümeleri içinde yer almayan silindirik ve prizmatik parçalarla ağ test edilmiştir.
5. En iyi sonuçlar, gizli katmanında 6 nöron bulunan bir gizli katmanlı sinirsel ağda elde edilmiştir. Öğrenme oranı 0.4 ve momentum 0.7'dir. Elde edilen ağın gösterimi Şekil 3'de, hata grafiği Şekil 4'de verilmektedir.



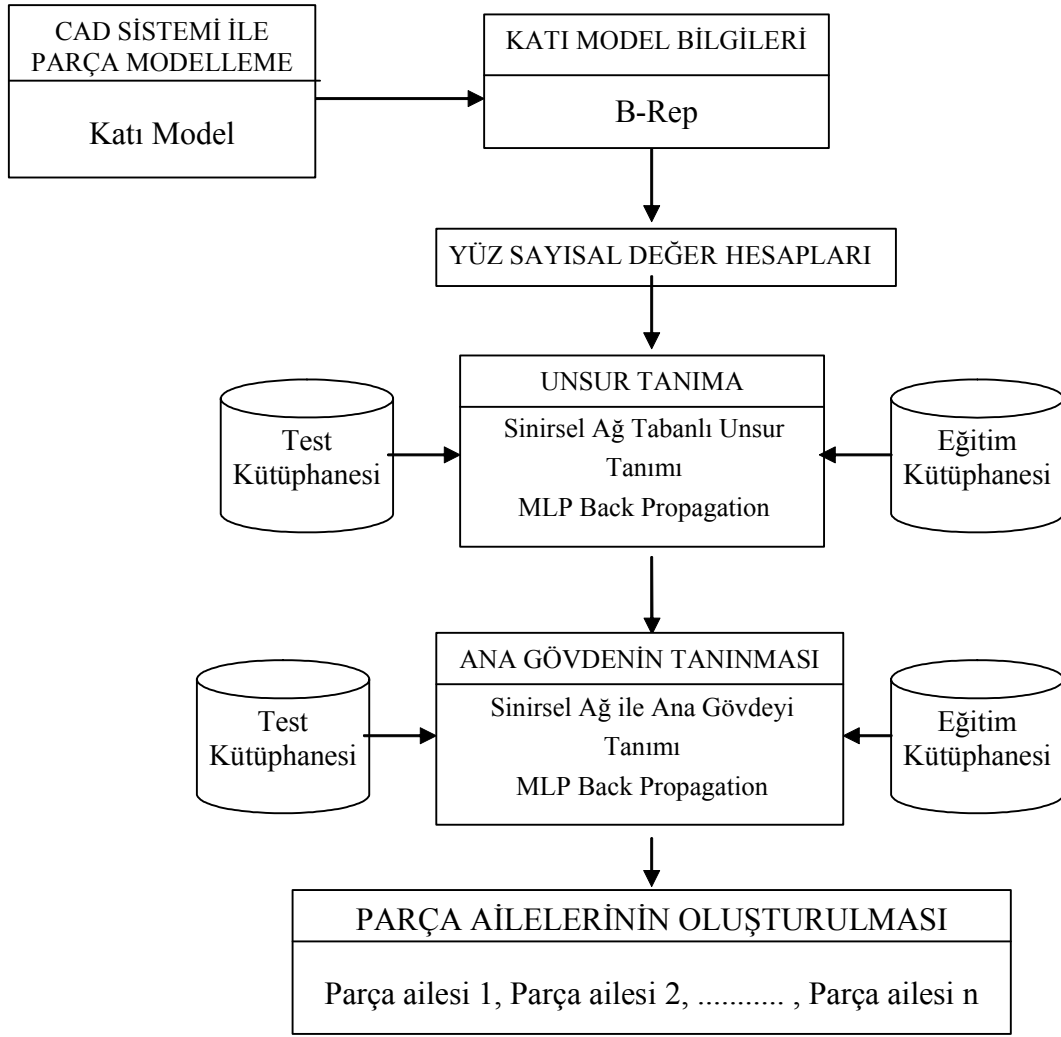
Şekil 3:
Ana gövdenin tanınması için tasarlanan bir gizli katmanlı sinirsel ağ



Şekil 4:
Ana gövdenin tanınması için tasarlanan bir gizli katmanlı sinirsel ağın hata grafiği

Sinirsel ağlar ile parça ailelerinin oluşturulmasında önerilen yaklaşım Şekil 5'de özetlenmektedir.

Önerilen yaklaşım, silindirik ve prizmatik ana gövdeye sahip, standart ve standart dışı, karmaşık unsurlar içeren parçalar için geçerlidir. Bu yaklaşımla, farklı alanlarda, gereksinimler doğrultusunda ve istenen sayıda parça ailelerinin oluşturulması mümkündür. Gereksinimler doğrultusunda istenilen grup yapıları önerilen sisteme eklenebilir veya istenmeyen gruplar çıkarılabilir.



Şekil 5:
Sinirsel ağlar ile parça ailelerinin oluşturulması

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, tam otomasyonun sağlanmasına yönelik yapılan çalışmalara katkı olarak tasarım ile tasarım sonrası uygulamaların bütünleşmesi amaçlanmıştır. Makalede, tasarım sonrası uygulama alanı olarak parça aileleri oluşturulmuştur. Parça ailelerinin oluşturulması işlemi, analiz, test, grup teknolojisi gibi tasarım sonrası uygulamaların otomasyonuna yardımcı olmaktadır. Önerilen yaklaşım ile, tasarım modelinden otomatik olarak silindirik ve prizmatik ana gövdeye sahip, standart ve standart dışı karmaşık unsurlar içeren parçalar gruplanabilmektedir.

Önerilen yaklaşımın, diğer gruplama yaklaşımlarından farklılığı,

- Standart olmayan imalat unsurlarının da parça ailelerinin oluşturulmasında göz önüne alınabilmesi,
- Gereksinimler doğrultusunda yeni grup ekleme özelliği,
- Tasarım ve imalat bütünleşmesinde otomasyona katkının sağlanmasıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Babaev, A., (1998) *Bulanık Mantık ve Uygulamaları*, U.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları, Bursa.
2. Chen, Y.H. and Lee, H.M., (1998) *A neural network system for two-dimensional feature recognition*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 11(2), 111-117.

3. Chung, Y. and Kusiak, A., (1994) *Grouping parts with a neural network*, Journal of Manufacturing Systems, 13(4), 262-275.
4. Dağlı, C.H., Poshyanonda, P. and Bahrami, A., (1993) *Neuro-computing and concurrent engineering*, Concurrent Engineering, pp. 465-486, Ed. Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G., Chapman & Hall, Great Britain, Cambridge.
5. Dong, J. and Vijayan, S., (1997) *Manufacturing feature determination and extraction-Part I: optimal volume segmentation*, Computer-Aided Design, 29(6), 427-440.
6. Dürr, H. and Schramm, M., (1997) *Feature based feedback into the early stages of design*, European Journal of Operational Research, 100, 338-350.
7. Freeman, J.A. and Skapura, D.M., (1992) *Neural Networks: Algorithms, Applications and Programming Techniques*, Addison-Wesley, United States of America.
8. Gwiazda, A. and Knosala, R., (1997) *Group technology using neural nets*, Journal of Material Processing Technology, 64, 181-188.
9. Han, J.H. and Requicha, A.G., (1997) *Integration of feature based design and feature recognition*, Computer Aided Design, 29(5), 393-403.
10. Kumara, S.R.T., Kao, C.Y., Gallagher, M.G. and Kasturi, R., (1994) *3-D Interacting manufacturing feature recognition*, Annals of the CIRP, 43(1), 133-136.
11. Lee, S.Y. and Fischer, G.W., (1999) *Grouping parts based on geometrical shapes and manufacturing attributes using a neural network*, Journal of Intelligent Manufacturing, 10, 199-209.
12. Lin, A.C., Lin, S.Y. and Cheng, S.B., (1997) *Extraction of manufacturing features from a feature-based design model*, International Journal of Production Research, 35(12), 3249-3288.
13. Nezis, K. and Vosniakos, G., (1997) *Recognizing 2½ D shape features using a neural network and heuristics*, Computer Aided Design, 29(7), 523-539.
14. Öztürk, N. and Öztürk, F., (2000) *Computationally Efficient Approach for the Integration of Design and Manufacturing in CE*, Journal of Concurrent Engineering: Research and Applications, 8(2), 144-156.
15. Öztürk, N. and Öztürk, F., (2001) *Neural networks based non-standard feature recognition to integrate CAD and CAM*, Journal of Computers in Industry, 45(2), 123-135.
16. Pilot, T. and Knosala, R., (1998) *The application of neural networks in group technology*, Journal of Material Processing Technology, 78, 150-155.
17. Prabhakar, S. and Henderson, M.R., (1992) *Automatic form-feature recognition using neural-network-based techniques on boundary representations of solid models*, Computer Aided Design, 24(7), 381-393.
18. Trabelsi, A. and Meeran, S., (1996) *Recognition and interpretation of interacting and non-interacting features using spatial decomposition and Hamiltonian path search*, International Journal of Production Research, 34(10), 2701-2725.
19. Trajan-Neural Network Simulator, (1998) User Manual Part 1 and Part 2, Trajan Software Ltd., UK.
20. Wu, M.C. and Liu, C.R., (1996) *Analysis on machined feature recognition techniques based on B-rep*, Computer Aided Design, 28(8), 603-615.