



**YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ,
DEPREMDE KULLANILMASI VE KÜME KURAMLARI**
*(ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNICS,
USAGE IN EARTQUAKE AND OVER SET THEORIES)*

Hamit TUZCUOĞLU*

ÖZET/ABSTRACT

Sinir sisteminin beyinde yoğunlaşan hücrelerinden oluşan bilgi işlem (düşünme) merkezinin en önemli özelliği algılama, öğrenme, hatırlanan bilgiyle kıyaslama ve bilgi ekleme, bilgi işleme, karar verme ve karar uygulama sistemine sahip olmasıdır. Bilim adamları, beynin bu karmaşık işlevini yapabilecek veya taklit edebilecek aygıtlar ve yapay zekâ yöntemleri konusunda, devamlı araştırma ve denemeler yapmaktadır.

Literatürde, her yıl artan sayıda yapay zekâ yöntemlerinin varlığı rapor edilmekle birlikte, bunların çalışma prensiplerine göre, aşağıdaki üç ana grupta incelenebileceği anlaşılır.

- Doğrudan insan beyninin çalışmasını modelleyen yapay zekâ yöntemleri (Yapay sinir ağları)
- Uzmanların düşünce biçimini modelleyen yapay zekâ yöntemleri (Uzman sistemler)
- İncelenen problemdeki olguları modelleyen yapay zekâ yöntemleri (Olguya dayalı açıklama)

Bu yöntemler hakkında kısa bilgiler verildikten sonra yöntemlerin karşılaştırılması, aksayan noktaları ve bu yöntemlerin küme teorileri bazında irdelenmesi verilecektir.

The most important point of the dense cells of the brain is knowledge center which has the most important property of perceiving, learning, comparison in knowledge, adding up knowledge, making decisions and practicing decisions. Scientists are making observations and researches about devices and methods on artificial intelligence which is able to do or copy the complex functions of the brain.

The artificial intelligence methods are increasing every year in the literature where we can investigate in 3 main working methods.

- The artificial intelligence based on the principle of directly examining human brain model (The artificial nerve grids)*
- The artificial intelligence based on the principle of thinking methods.of the experts (Expert systems)*
- The artificial intelligence based on the principle of facts of the problems (Fact based explanation)*

After giving short information about the methods a comparison will be made and failing points will be given by the help of set theories.

ANAHTAR KELİMELER/KEYWORDS

Yapay sinir ağları, Deprem, Küme
Artificial nerve grids, Earthquake, Set

* Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Emeklisi

1. GİRİŞ

Yapay zekâ teknolojisi 1950'lerde gelişmeye başlamış, 1970'lerden sonra önemi artmış ve 1990'larda bilim dalı haline gelmiştir. Bu teknoloji, insan zekâsının çalışma prensiplerini kopyalamak ve onu taklit etmek şeklinde tanımlanabilir. Pek çok bilim dalında uygulama sahası bulmuştur. Bilgisayarlar insan beyninin yerini tutmasa da, insan beyni, bilgisayarla daha güçlüdür. Yapay zekâ yöntemlerinin çok çeşitli amaçları olabilir:

- a. Bilimin gelişmesini, doğal + yapay zekâ ikilisi ile hızlandırmak,
- b. Robot teknolojisini geliştirmede kullanmak,
- c. Tıp alanında karışık durumlarda karar vermek,
- d. Optik algılama bazında nesne ve renk tanımlamak,
- e. Bilgisayarları akıllı hale getirerek, onları iyi bir yardımcı yapmak,
- f. İnsan beyninin işlevini ve zekâyı oluşturan prensipleri anlamak,
- g. Sinir sistemini oluşturan canlı doku hakkında bilgi edinmek,
- h. Tercüme ve tehlikeli ortamda insanın yerine geçecek bir yardımcı elde etmek,
- i. Askeri alanda, değişik durumlar karşısında çabuk karar vermek gibi sayılamayacak kadar çok alanda kullanılabilir ve kullanılmaktadır.

Bu çalışmada amaçlanan, yapay zekâ yöntemlerini;

- a. Kısaca özetleyerek inceliklerini tanıtmak,
- b. Birbirleriyle kıyaslama konusunda fikir vermek,
- c. Yöntemlerin küme teorileriyle ilişkisini açıklamak,
- d. Bilime olabilecek katkılarından söz etmektir.

2. YAPAY SINİR AĞLARININ TANIMI

İnsan beynindeki nöronların, değişik bağlantı geometrisiyle birbirine bağlanan yapay nöronlar ile taklit edilmesi esasına dayanan karmaşık sistemlerdir. Gerçek sinir sistemindeki en küçük bilgi işlem elemanı nörondur. Yapay sinir ağında ise en küçük bilgi işlem ünitesi transistördür. Gerçek sinir sistemi, biyokimyasal enerjisini kullanarak işlem yapar. Yapay sinir ağında, işlemler elektrik enerjisi tüketilerek yapılır. Gerçek sinir sistemi, göz kulak gibi organlarla bilgi ve tecrübe edinir. Yapay sinir ağına, bilgi yazılım yoluyla verilir. Misallerle eğitilir. Gerçek nöron, dendrit denenen uzantısı ile bilgiyi diğer nöronlardan alır ve akson denenen uzantısı ile bilgiyi diğer nöronlara iletir. Yapay sinir ağındaki her transistörün dendrit misali giriş elemanları ve akson misali çıkış elemanları vardır.

Ancak bir nöronun ortalama dört yüz girişi ve çıkışı olmasına rağmen, bir transistörün ancak birkaç girişi ve çıkışı vardır. Doğal nöronun giriş ve çıkışların önemli bir kısmı hareket sistemine ayrılmış iken az bir kısmı düşünmeğe ayrılmıştır. Bir transistörün giriş ve çıkışların tümü bilgi işlemek için kullanılabilir.

Yapay Sinir ağlarında, diğerlerine göre daha çok gelişmiş özel algılama sistemleri yoktur. Oysa beyinde göz ve kulak gibi organlar diğerlerine göre daha gelişmiş özel nöronlarla donatılmıştır. Örneğin her bir gözde beyne giden bir milyon kadar aksonu olan nöronlar olup, beyne giden bu aksonun hepsi aynı anda çalışmaktadır.

Bilgisayarda işlemler ardışık iken, beyinde paralel ve seridir. Ancak bilgisayarda bilgi işlem ve iletim hızı, ışık hızında iken beyin sinirlerinde işlem hızı, saniyede yedi sekiz metredir.

Yapay Sinir Ağları bir yapay nöron modelinin geliştirilmesiyle başlamıştır. Her nöron basit bir algılayıcı ve ileticidir. Kendisine ulaşan sinyali şiddetine göre ya iletir ya da sönmüldürerek iletmez. Yani her nöron, kendisine gelen uyarı (sinyalin) seviyesine göre açık veya kapalı duruma geçerek, basit bir tetikleyici gibi çalışır. Ancak biyolojik bir nöron

daha hassas ve karmaşık bir algılama yapısına sahiptir. Bu hassasiyet yapay nöronun matematik modeline W_i ile gösterilen tesir veya üyelik fonksiyonları ile taklit edilir. Öyle ki, gelen sinyalin şiddetine göre, nöronlar giriş bilgilerine bu şiddet dereceleriyle birlikte algılar. Yani ağırlıklı olarak toplar ve bir taşıma fonksiyonu ile işleyerek, çıktı olarak diğer nöronlara iletir. Diğer nöronlar bu bilgileri, kendi içlerindeki bilgilerle birleştirerek alır.

X_0 =Yapay bir nörona, önceden var olan bilgi

X_i =Yapay bir nörona, i 'inci dendirtin algıladığı bilgi

W_i =Yapay nöronun i 'inci dendirtin algıladığı sinyalin şiddeti olup, ağırlıklı giriş bilgilerinin (sinyallerin) toplamı, böylece

$$X_j = \sum X_i W_i \quad (1)$$

olarak temsil edilebilir. Bir nöronun çıkış değeri taşıma fonksiyonu aracılığı ile

$$Y_j = f(x_j) = 1 / (1 + \exp(-\lambda x_j)) \quad (2)$$

$0 \leq Y_j \leq 1$ olarak saptanır. Burada λ , taşıma fonksiyonunun şeklini kontrol eden bir sabittir. Taşıma fonksiyonu sigmoid bir fonksiyon olarak saptanmıştır.

Bu fonksiyon yakınsama şartını sağlamak için seçilmiştir. Buradaki (j) incelenen nöronun numarasını temsil etmektedir. Fonksiyonda işlenmiş bilgi çıkışı, bir sonraki katmandaki nöronlar tarafından, bağlantılar üzerindeki W_{ij} ağırlıkları ile veri girişi olarak alınır. Ağırlıklı toplam aşağıdaki gibi bulunur.

$$X_j = \sum_{i=1}^n Y_i W_{ij} \quad (3)$$

Sonuçlar, üzerinde çıkış değeri kadar nöron bulunan çıkış katmanından aşağıdaki biçimde elde edilmektedir.

$$Y_n = \sum Y_j = \sum f(X_j) \quad (4)$$

Y_n , sinir ağının çıkış değerini temsil etmektedir. Böylece bulunan yapay sinir ağı çıkış değeri, ağı eğitimi aşamasında sisteme verilen hedef (H) ile karşılaştırılırsa, çıkış katmanındaki herhangi bir j inci nörondaki hata aşağıdaki gibi olacaktır.

$$E = H - Y_n \quad (5)$$

Ağın eğitimi için kullanılan örnek sayısı k ile gösterilirse her bir örneğin hedefi (H_k) farklı olacaktır. O hedefe indekslenmiş yapay sinir ağı da Y_k ile gösterilirse, hedef ile çıkış arasındaki karesel hatayı minimum yapmak için, yapay sinir ağı tüm örnek çiftleri kapsayan aşağıdaki denklem ile, iterasyon hatasını en aza indirger.

$$E_k = \sum_{k=1} (H_k - Y_k)^2 \quad (6)$$

Alınacak verim, eğitim için kullanılan bilginin kalitesine bağlıdır. Ne kadar çok örnekle eğitilirse, problem üzerindeki teşhisi o kadar doğru olur.

Klasik bilgisayar belleğinin, bilgileri belirli yerlerde saklanması yerine, yapay sinir ağı öz bilgileri gerektiği yerde kullanılmak üzere, ağ üzerinde dağıtarak saklarlar. Bunları yeni bilgilerle birleştirebilirler. Böylece bilgisayar tecrübesini arttırabilir.

2.1. Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi ve Giriş Terminalleri

Giriş veri gruplarının ağa sunulduğu terminallerde, giriş için bilinmeyen veri sayısı adedi kadar nöron tahsis edilir. Böylece her bir giriş nöronu, bir veri alıp, ağırlıklandırma işlemine hazırlar. Burada bilgi işlenmeden yapay sinir ağına aktarılır. Ağların eğitilmesinde bir çok öğrenme kuralı kullanılır. Bu kurallardan en çok kullanılanlar aşağıda verilmiştir.

Bunlar geri yayımlı öğrenme kuralı ve delta öğrenme kuralı olup, ağın i ile j nöronlarının arasındaki ağırlıklarının, ağ çıkışındaki hatayı minimize edecek şekilde değiştirilmesi prensibine dayanırlar.

Geri yayılma kuralında ağ ağırlıklarındaki değişim aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\Delta W_{ij,n} = \alpha \Delta W_{ij,n-1} + \beta \nabla_{j,n} f(X_i) \quad (7)$$

Burada α momentum katsayısı, β öğrenme oranı ve $\nabla_{j,n}$ 'de j 'inci tabakadaki bir nöronun yerel gradyentini gösterir.

Delta öğrenme kuralı, tek katmanlı sürekli algılayıcı ağlar için geliştirilmiştir. Türetilbilir fonksiyonlara sahip olan ağlara uygulanabilen bir öğrenme kuralıdır. Ağ ağırlıklarındaki değişim $s=wx+b$ vektörü veya tansörü yardımıyla aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\Delta W_{ij} = -\alpha \frac{\partial E}{\partial W_{ij}} = \alpha \frac{\partial E}{\partial s} \cdot \frac{\partial s}{\partial W_{ij}} = \alpha \delta_i X_j \quad (8)$$

2.2. Yapay Sinir Ağlarının Zayıf Noktaları

Yapay sinir ağlarının halen daha pek çok zayıf noktaları vardır.

1. Kesin verilere ihtiyaç gösteren ve bu verilere göre kesin sonuç bekleyen problemlerin çözümünde başarılı değildirler. Bu tür işlemler insanlar tarafından daha kolay yapılmaktadır.
2. Geniş kapsamlı problemlerin çözümünde verimli olarak kullanılamamaktadır. İnşaat mühendisliği problemleri çok kapsamlı ve karmaşık olup, değişen koşullara göre çözüm yolları da değişmektedir. Problemin çözümü, farklı koşullarda ayırt edilmesi gereken birden çok sayıda çözüm yollarından birinin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu durumda yapay sinir ağları başarılı değildir.
3. Sınıflandırma gerektiren problemlerin çözümünde yapay sinir ağları başarılı değildir. Yapay nöronlardaki giriş ve çıkış ünitelerinin azlığı nedeniyle, sınıflandırma işlemleri klasik doğal yöntemlerle, fazla zorlanmadan başarılı bir şekilde yapılmaktadır. Öte yandan görme ve işitme gibi duyular, anında gerçekleşen doğal bir sınıflandırma işlemi olup, bu konuda yapay sinir ağlarında çalışanlar, henüz sonuca ulaşamamışlardır.
4. Tecrübenin önemli derecede etken olduğu problemlerin çözümünde yapay sinir ağları, başarılı olarak kullanılamamaktadır. Örneğin tecrübesiz bir kimsenin ağları eğitmesi sırasında sisteme vereceği bilgiler noksan veya eksik olabilir. Başarı, eğitim için kullanılan bilginin kalitesine bağlıdır.
5. Eğitim için verilen bilgilerin içinden, doğru ve yanlış olanı ayırt edemezler. Oysa doğada, birçok konu hakkında tam ve doğru kesin bilgi bulmak oldukça zordur. Bu konuda insan beyni bile zorlanmaktadır. Zira eğitilme aşamasında yapay sinir ağları tam ve doğru bilgiyi bekler.
6. Bir problemin çözümü için, bu probleme tahsis edilecek nöron sayısı bilinmemektedir. Gerekli nöron sayısı ve nöronlar arası bağlantı sayısını ayarlayan bir mekanizması

henüz yoktur. Bunların eksikliğinde veya fazlalığında, sorunların ortaya çıktığı, yapay sinir ağları ile yapılan uygulamalardan bilinmektedir.

7. Aritmetik işlemler ve koşullu önerme gerektiren durumlarda verimli olarak kullanılamamaktadır. Örneğin 4 adet 4 bilinmeyenli denklemi zor çözerler.
8. Karmaşık bilgiler içeren problemlerde, yapay sinir ağlarının eğitilmesi için çok fazla zaman ve emek harcamak gerekebilir. Örneğin, bir problemin çözümü için sistemin aylarca eğitilmesi gerekebilir.
9. Hata açıklama imkanları yeterli düzeyde değil. Kontrol edilememektedir.
10. İterasyon sırasında hata azalmıyor ise, ne yapılacağı belli değildir. Bu durumlarda yapay sinir ağlarının eğitime devam edilmelidir ki, bu işlem sonsuza kadar uzayabilir.

3. UZMAN SİSTEMLER

1971'de Stanford Üniversitelerinde geliştirilen 'Dendral' adlı bir program, araştırmaları bu teknolojiye çevirerek, yeni bir çığır açmıştır.

3.1. Uzman Sistemlerin Tanımı

Uzmanların düşünce biçimini taklit ederek, özelleşmiş bir alanda önemli problemleri çözmeye yönelik yazılımlardır. Veri tabanı ile çalıştıklarından, felsefi sistemlere benzetilebilirler. Uzman sistemler için, değişik araştırmacılar tarafından birbirinden farklı tanımlar yapılmıştır.

Uzman sistemleri, yargı, tecrübe, ana kurallar, sezgi ve kendi içlerinde çelişmeyen tutarlı öneriler getirebilen mekanizmaya sahip iter aktif bilgisayar programları olarak tanımlar.

Uzman sistemleri, uzman kişilerin problem çözme yeteneğine sahip, bilgi tabanlı sistemler olarak tanımlar.

Uzman sistemleri, uzman kişiler için entelektüel dayanaklar, tabiri ile tanımlamıştır. Felsefi sistemleri taklit ettiklerinden, tanımları da felsefi sistem tanımına uygun olur.

3.2. Uzman Sistemlerin Genel Yapısı

Bir uzman sistem, üç temel ögenin bir araya gelmesinden oluşur. Bunlar bilgi tabanı veya veri tabanı, kurallar ve parametreler, sonuç çıkarma mekanizmasıdır.

Bu nedenle uzman sistem yazılımları uzman kişi veya kişiler, bilgi mühendisi veya mühendisleri, sistem uzmanı veya uzmanları gibi en az üç kişi veya grup tarafından gerçekleştirilir.

Yapısal olarak bir uzman sistem, veri tabanına ihtiyaç duyar. Bu veri tabanı, çoğunluk tarafından kabul edilen veya uzmanların üzerinde fikir birliğine vardığı gerçeklerden oluşur.

Bu gerçekler, mühendisler ve uzmanlar tarafından daha az bilinen, fakat çözüm aşamasında ihtiyaç duyulan önemli bilgi ve kurallardan oluşur. Örneğin, hipotezlerin bir hesap yönteminin kurulmasındaki önemini hepimiz biliriz. Bu bilgilerin en çok kullanılan temsil şekli, koşullu önerme biçimindeki kurallardır.

Uzman sistemler daha çok basit uygulamalar için kullanılmış ve bazı sahalarda başarılı olmuştur. Bununla birlikte uzman sistemlerin aşamadığı, halen daha pek çok problemleri ve zayıf noktaları vardır.

3.3. Uzman Sistemlerin Zayıf Noktaları

1. Sistem çok fazla bilgi içeriyorsa, yani konu kapsamlı ise, çok fazla kural ve çok fazla parametre kullanmak gerekebilir. Bu oldukça problemlidir ve çalışmayı güçleştirir. Karmaşıklık uzman sistem kurulmasını engeller.
2. Sistemde kullanılan bilgi sağlıklı değilse, yani sistem birbiriyle uyuşmayan kısmen yanlış veya eksik bilgilerle donatılmışsa ya da bilgiler sisteme yabancı gerçekler içeriyorsa uzman sistemler kullanışlı değildir.
3. İnşaat mühendisliği uygulamaları oldukça kapsamlıdır. Bu durum uzman sistem uygulamalarını zorlaştırır.
4. İnşaat mühendisliği uygulamaları alanında henüz tam ve doğru bilgiye ulaşmış değildir. Yani tam ve doğru bilgi bulabilmek çok zordur. Sistem yetersiz ve çelişkili bilgilerle çalışsa da, bu çok riskli olur.
5. Sistem için bilgi toplama aşamasında kullanılan sorgulama yöntemleri uzman sistemin kendisinden daha komplike olabilir ve sistemin dışında bir incelemeyi gerektirebilir. Bu durumda uzman sistemler tek başına yeterli olmazlar.
6. Yukarıda sözü edilen bilgi toplama işlemi, çoğu zaman, ancak ‘olgulara dayalı sorgulama’ olarak adlandırılan yeni bir teknikle gerçekleştirilebilmektedir. Zira bu sorgulama, değişik içerik ve bakış açılarının, süreç içerisinde düzeltilmesini ve tamamlanmamış teorilerin tamamlanmasını gerektirir. Bu çalışmaların sistemin kapsamına alınması sorun çıkarıcı ve sistemi karıştıran bir handikaptır.
7. İnşaat mühendisliği problemlerinin çoğu, zamana göre değişen özelliklere sahiptir. Bu tür, zamanla değişen problemleri uzman sistemlerle çözümlenmeye çalışmak risklidir. Bu durumda da değişim kanunlarının bilinmesi ve kullanılması gerekir. Aksi takdirde kullanılan bilgiler bir sonraki aşamada yanlış veya ilgisiz hale gelebilir.
8. Bir diğer sorun ise, bilgi teriminin değişik disiplinlerde farklı anlamlar taşımasıdır. Bunların içinde olasılıklı ve zamanla değişebilen karakterde olan ve belli bir kurala bağlanamayanlar da vardır.
9. Uzman sistemin temel yapısı
 - a. Bölgesel bilgi (bilgi tabanı ve onun içinden seçilen veri tabanı vs.),
 - b. Kontrol bilgisi (Genel bilgi, mantık, kurallar vs.),
 - c. Problem bilgisi (Özel bilgi, çözüm yolu, parametreler vs.) tarzındaki bilgilerin ayrı ayrı ele alınması esasına dayanmadığına göre, bu bilgilerin sisteminde birbirine karışmadan birbirini yönetmesi ve denetlemesi pek karmaşık bir yazılım gerektirir. Hazırlanması uzun zaman alır ve her zaman başarılı olmaz. Bunun için, insanın düşünme şeklini simule eden diğer yöntemler araştırılmıştır.

4. OLGUYA DAYALI AÇIKLAMA

1980’li yıllarda Schank’ın yazdığı ‘Dinamik Hafıza’ adlı kitabı ile temelleri atılmış ancak yöntemin ilk uygulaması 1983’te, öğrencilerinden Kolodner tarafından ‘Cyrus’ programı ile gerçekleştirilmiştir. Yöntemin diğer yöntemlere göre üstün tarafı, ‘Ekolojik’ bir yöntem olmasıdır. Beyin veya düşünme taklidi yerine, incelenen olayı taklit etmeye yöneliktir. Dış dünyayı algılama konusunda söylenen ‘gözler bakar, beyin görür’ sözü, sanki bu yöntemi tanımlar gibidir.

4.1. Olguya Dayalı Açıklama Yönteminin Tanımı

Geçmişte yaşanmış, veya yaşanmakta olan bir olayın verilecek kararlar için kullanılmasıdır. Şeklinde tanımlanır. Başarılı olması için gözlemci olay hakkında önceden fikir sahibi olmalı ve konuya yeterince konsantre olmalıdır.

Örneğin, gök kuşağına bakan bir kimse, eğer ışık teorisiyle ilgili bir parça bilgiye sahip değilse, gördüğü değişik renklerin ne anlama geldiğini bilemez. Olayı yorumlayamaz. Oysa bir fizikçi, bu olayın, güneş ışığının değişik dalga boylarına göre değişen, farklı kırılma indislerinden kaynaklanan bir renk ayrışması olduğunu, biraz düşününce anlayabilir.

Ertesi gün, laboratuvarında prizma kullanarak, aynı olayı yapay olarak tekrar gerçekleştirebilir. Dolayısıyla olguya dayalı açıklama, tanımla başlar ve çıktı olarak, yaşanmış olaylardan birini veya benzerini verir. Örneğin yapay nöron gibi.

Bu nedenle ilk aşama, yaşanmış olayın teşhisi (incelenecek olan olguların tanımlanması) doğru yorumlanmasıdır. Kimi yazarlar olguya dayalı açıklama için 'yaşanmış olayların modellenmesidir' tanımını kullanır.

En önemli özellik, belki de bütün bu olguların yaşanmış ve deneysel gerçekler olmasıdır.

4.2. Olguya Dayalı Açıklama Yöntemini Amacı

Çözümde basitliktir. Çözümü doğayı inceleyip öğrenmek veya geçmiş tecrübelerden öğrenmek, geçmiş problemleri kullanarak yeni problemleri çözmektir. İnsanlar bir problemle karşılaştıklarında, hatırlayabildiklerinden bu olaya en çok benzeyen bir olayı uyarlayarak cevap verir. Problemi iyi bir şekilde tanımlayabilmek için, dış dünyayı iyi algılamak önem taşır.

4.3. Dış Dünyayı Algılama

Gözler bakar, kulak duyar, beyin görür ve işitir sözü, olayları kavramak için sadece göz ve kulaklardaki sinirlerin bilgi ve sinyal aktarımlarının tek başlarına yetmedikleri görüşünü doğrulamaktadır. Zira, algılanan olayların kullanılabilir bilgilere dönüştürülmesi ayrı bir olaydır. Tabiatındaki olayların, birbirine göre izafi değişimler göstermesi, algılanmış bilgilerin karmaşık, kavranmamış ve kullanılmayan bir biçimde karşımıza çıkmasına neden olur. Bu karmaşık bilgilerin değerlendirilmesi için, önce anlaşılması sonra sınıflandırılmaları gerekir. Bunun için, ya aletler kullanılır veya birtakım işlemler gerçekleştirilir. Bu işlemlerin beyinle yapılması gerektiği durumlarda sınıflama (Mendelyef'in periyodik elementler cetveline ulaşması) için 'case based reasoning' tekniği kullanılır. Olgular da tıpkı elementler gibi, doğadaki rastlanış biçimleriyle, birbirinden kesin çizgilerle ayırt edilemezler. Zira elementler, kimyasal reaksiyonlar sonucunda planlanmış işlemlerle birbirinden ayırt edilir. Doğada, farklı olgular hissedilmeyecek bir biçimde irtibatlanmıştır. Örneğin, dünyanın yuvarlak olduğunu hissedemeyiz ve bunu unutan bir yolcu, aynı bir yönde sonsuza kadar gidebileceğini düşünebilir. Güneş ışığı dalga boylarına göre ayrıştırıldığında, güneş tayfını, ancak kristal prizma kullanarak, kırmızı ile mor ötesi arası görünen altı değişik ışık rengini algılayabiliriz. Ancak alete rağmen onları ayıran kesin sınırları göremeyiz. Güneşin neşrettiği ışınlar arasında, ayrıca gözün algılayamadığı ama beyin algılayabildiği görünmeyen ışık tabir edilen ışık renkleri de var. Sonuç olarak, tabiatındaki olaylar, henüz tam olarak bilinmeyen ve kesin sınırlarla birbirinden ayrılmayan, karmaşık sistemlerdir. Kimya ve fizik bilimi bu olayların sınıflandırılması ile ilgili sayısız örneklerle doludur. Yöntemi anlamak için, basit bir benzetme ile, ham bilgiyi ham petrole, bilgi işlem ünitesini de rafineriye benzetelim.

Petrolü kullanabilmek için, önce özelliklerini kavrayarak rafinerilerde ayrımsal damıtma işlemine tabi tutarız. Sınırlı enerji ve zaman harcayarak, burada ham petrolü değişik kaynama noktalarına göre, benzin, gaz, mazot, katran vs. gibi değişik sıvı yakıtlara ayırıştırırız. Benzer şekilde, bilgileri de, kullanılmadan önce zaman ve emek gerektiren ilkin ayıklama işlemi (CBR1) ardından kavrama ve sınıflandırma (CBR2) işleminden geçirerek sınıflandırabiliriz. Burada, ayıklama filtreye, sınıflandırma rafineriye benzetilebilir. Olguya dayalı sorgulama teknikleriyle çalışan insan beyni (bilgi+zaman+enerji) bileşenlerini kullanarak, rafineri ise (petrol+zaman+enerji) bileşenlerini kullanarak çalışır. Yöntem, hasarların sınıflandırılmasında ve/veya betonarme hesap yöntemlerinin sınıflandırılmasında başarılı bir tarzda kullanılmış ve tatmin edici sonuçlar alınmıştır.

5. DIŞ DÜNYAYI ALGILAMA BAZINDA MAFSAL TANIMLARI

Plastik mafsal için genel bir tanımın yapılması zordur. Değişik kimselerce değişik şekillerde algılanabilir. Bir olayın farklı bakış açılarından yorumlanması gibi.

Bir plastik mafsal, değişik tabanlara (bakış açılarına) göre, farklı biçimlerde tanımlanabilir. Olay, taban aritmetiğinde aynı bir sayının farklı tabanlarda tanımlanmasına veya aynı olayın farklı lisanslarla anlatılmasına benzetilebilir. Öyle ki, tanımlar farklıdır fakat tanımın özü değişmez. Bu tanımların içinden bir teoremin kurulabileceği veya bilgisayarın anlayabileceği bir lisan elbette bulunur. Örneğin,

1. Moment-dönme ilişkisi bazında tanım (TANIM 1.)
Elemanın herhangi bir noktasında, sabit moment altında dönme açısının hızla artmasıdır.
2. Aderans-dönme ilişkisi bazında tanım (TANIM 2)
Elemanın herhangi bir noktasında, ortak deformasyon ilkesini veya geometrik bağları bozacak nitelikteki aderans çözümleridir. (Beton – donatı arası)
3. Çatlaklar-deformasyon ilişkisi bazında tanım (TANIM 3)
Elemanın herhangi bir noktasındaki elastik eğrilikte süreksizlik oluşturabilir nitelikteki çatlamlardır.
4. Yeniden dağılım bazında tanım (TANIM 4)
Elemanın herhangi bir kesitinde betondan çeliğe yük aktarımı olayının tamamlanmasıdır.
5. Plastisite-elastisite ilişkisi bazında tanım (TANIM 5)
Elemanın herhangi bir noktada, kalıcı plastik deformasyonlara geçecek kadar zorlanmasıdır.
6. Rijitlik-moment ilişkisi bazında tanım (TANIM 6)
Elemanın herhangi bir noktasında, sabit moment altında dönme rijitliğinin hızla azalmasıdır.
7. Moment-zorlama-beton dayanımı ilişkisi bazında tanım (TANIM 7)
Elemanın herhangi bir noktasında, çatlama, ezilme veya yorulma sonucu betonun moment taşıma gücünü tüketmesidir.
8. Moment-zorlama-çelik dayanımı ilişkisi bazında tanım (TANIM 8)
Elemanın herhangi bir noktasında, basınç ve çekme donatılarının topyekün akmaya geçmesidir.
9. Taşıma gücü-hasar ilişkisi bazında tanım (TANIM 9)
Elemanın herhangi bir noktasında, göçme oluşturmeyen en ağır hasar biçimidir.
10. Taşıma gücü-rijitlik ilişkisi bazında tanım (TANIM 10)
Elemanın herhangi bir noktasında, taşıma gücünde bir azalma olmadan, dönme rijitliğinin hızla azalmasıdır.
11. Taşıma gücü-dönme ilişkisi bazında tanım (TANIM 11)
Elemanın herhangi bir noktasında, taşıma gücünde bir azalma olmadan, dönme deformasyonunun hızla artmasıdır.

12. Virtüel bağlar–taşıma gücü ilişkisi bazında tanım (TANIM 12)

Taşıma gücünde kayıp olmadan, virtüel bağların korunmasıdır.

Bilinmekte olan birinci tanım hariç, bütün bu tanımlar bazı araştırmalar ve deneyimlerden bulunmuş ve özetlenmiştir. Örneğin TANIM 9. Yapılan uzun ‘hasar sınıflandırma’ çalışmalarının özetlenmiş bir sonucunu oluşturmaktadır.

Ayrıca, bunlardan hiç biri genel tanım değildir. Çünkü burada, yalnızca teorik açıdan incelenebilen mafsal tanımlarına yer verilmiştir. Yani sadece simetrik biçimde donatılmış çift donatılı $F_e=F_e'$ betonarme kesitler için geçerli olan tanımlardır. Ayrıca ikinci mertebe etkileri ihmal edilmiştir. Örneğin düşey yükler hesaba katılırsa taşıma gücü ile ilgili tanımlar değişir. Yani mafsalın taşıma gücünde kayıplar olur. Bu tanımların içinde öyle tanımlar bulunabilir ki, bunlar varsayımların yerine teoriye veri tabanı oluşturabilirsin.

Teoriye tanım bazında bir limit analizi ile yaklaşabilmek, bu tanımlardan uygun olanının veya uygun olanların seçilebilmesine bağlıdır. Örneğin TANIM 7, TANIM 8 ve TANIM 9 bu nitelikleri taşımaktadır.

Bilgisayarlar da aritmetik işlemler için onca değişik sayı tanımları içinden ikili taban sisteminin seçilmesinde de, buna benzer bir yol izlenmişti.

Burada anlatılan 12 farklı mafsal tanım biçimi deprem altındaki yapı davranışı için yapay zeka yöntemlerinde ‘bilgi tabanı’ olarak alınmaktadır. Teorilerde kullanılan varsayımların yerine ‘veri tabanı’ olarak anılan ve amaca uygun olarak seçilen seçkin bilgiler kümesi, bu bilgi tabanı içinden amaca uygun olarak seçilir. Böylece bilgi tabanı ile veri tabanı arasındaki ilişki canlı bir misal üzerinde izah edilmiş oluyor.

Olguya dayalı açıklama yöntemi, aslında çok kapsamlı bir yöntemdir. Bilimsel araştırmalarda temel unsur sayılan hipotezleri oluşturmakla birlikte, günlük hayatta da çok kullanılan bir yöntemdir. Örneğin;

- Doktorlar, hastalıkların teşhisinde bu yöntemi kullanırlar.
- Hakimler, işlenen suçun cezalandırma biçiminin teşhisinde yine bu yöntemi kullanırlar.
- Savcılar, suç faillerinin suç işleme biçimlerini ve delillerini yine bu yöntemle teşhis ederler.
- Avukatlar, savunma biçimini ve delil toplamayı bu yöntemle dayanarak yaparlar.
- Komiserler, suç faillerinin bulunması ve teşhisinde, sorgulama aşamasında hep bu yöntemi kullanırlar.

Doğadan yararlanmak için, önce doğayı tanımak, onu kavramak gerekiyordu. Kavrayabilmek için de gözlemler üzerinde düşünmek, netleştirmek ve sınıflandırmak gerekiyordu. Örneğin beton imalinde kullanılacak çakıl ve kum, doğadaki rastlanış biçimiyle kullanılamaz. Aralarında kil ve kum bulunan irili ufaklı taşların, doğadaki rastlanış biçimiyle bir arada bulunduğu küme ‘agrega’ diyoruz. Agreganın yabancı maddelerden arındırılıp sınıflandırılması, tipik bir CBR işlemidir.

Bu agrega, önce yıkanır, kil, tahta, tuz ve organik bazı yabancı maddelerden arındırılır. Bu işlem, tipik bir netleştirme (CBR1). Bu işlemden sonra, artan çaplarına göre sıralanmış yedi - sekiz adet elekten agrega seri olarak geçirilir. Bu işlem, programlanmış tipik bir (CBR2) sınıflandırma işlemidir. Örneğin elekler numaralanmıştır. Gruplar (n) numaralı elekten geçen ve (n+1) numaralı eleğin üstünde kalan olarak tanımlanır. Bu tanıma dayalı gruplandırma değildir. Eleklerin işlevleri, birden fazla koşullu önermenin ard arda kullanılmasıyla oluşturulan gruplama mantığına göre gerçekleşir. Agregaya, iri çakıl, ince çakıl, iri kum, orta kum, ince kum gibi gruplara ayrıştırılır.

Ayrı ayrı kümelerde gruplandırılmış malzeme, granülometri denilen bilim dalı esasları çerçevesinde belirlenmiş oranlarda tekrar bir araya getirilerek beton yapımında kullanılmak üzere, istenilen nitelikteki yapay agrega türüne ulaşılır.

Doğadan yararlanmak için, önce doğayı kavramak gerekiyordu. Kavramak için de netleştirmek ve sınıflandırmak gerekiyordu. Bu işlemleri daha kolay yapmak için bilgiye dayalı yöntemlerle, elek, prizma, rafineri, metre, dürbün, mikroskop, teleskop, transistör, gibi yardımcı aletler üretilmiştir. Transistörlerin bilgisayar yapımında kullanılması, bir üst aşamadır. Şimdilerde kullanılan bu aletler arasında, bilgisayarlar da yer almış durumda. Bu konuda çok yeni (Case Based Reasoning) (CBR) gibi, yapay zekâ orijinli bilgisayar programlama teknikleri geliştiriliyor. Bu yeni teknik de, yapay sinir ağları ve uzman sistemlerden verim alınamayan tipik problemlerde denenmekte olan en son teknolojidir. Bu teknoloji, birden fazla kabul edilebilir çözümü olan problemlerin, çözüm biçimlerine göre sınıflandırılmasında başarılı bir şekilde kullanılabilir. Bilgisayarları, zekâ düzeyleri itibariyle daha akıllı hale getirmeyi hedeflemektedir. Bugünün bilgisayarları, ilkel aletler olmaktan çıkmıştır. Ancak, gerekli bilgi temini, çoğu zaman, zekânın kendisinden daha önemli olmaktadır. Örneğin, yapay sinir ağlarının en küçük işlem birimini oluşturan Mc. Culloch - Pits yapay nöron modelinin oluşturulması işlemi, henüz kanıtlanmamış olgulara dayandığından, çok kaba bir 'olguya dayalı açıklama yönteminin' belki başarısız şeklidir. Başarısız diyoruz, çünkü gerçek biyolojik nöronun yapısı, henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Dolayısıyla da tam olarak modellenememiştir. Belki nöronun yapısını, bir transistör yerine, yüz adet transistörün belli bir düzenle bir araya getirilmesiyle oluşturulan mikroçiple temsil etmek, daha gerçekçi bir çözüm olurdu. Bu konuda, özellikle ileri ülkelerde çalışmaların sürdüğü de bilinen bir gerçektir.

Örneğin, insanlardaki görme olayı 'olgulara dayalı açıklama' bazında incelenir ve irdelenirse, görünen nesnelerin tanımlanması ve algılanması olayının, küçük yaşlarda tecrübe ile edinilen bir duyum olduğu sonucuna varılır. Bu da 'olguya dayalı açıklama' yönteminin önemini ortaya koyar.

Buna misal olarak, gözlerini yeni olarak dünyaya açan bir bebeğin, gördüğü nesnelere tanımak için, onlara dokunmak ihtiyacını duyması gösterilebilir. Önce, dokunarak o nesnelere tanır. Yoksa, onlara çarpar. Nesnelere dokunarak algılar ve her dokunuştan tecrübe edinir. Nesnenin sertliği ve sıcaklığı konusunda bilgi edinir. nesnelerin hacimleri ve ağırlıkları gibi, boşluk hakkında da bilgi edinir. Yer çekimini hisseder, pencereden sarkarsa düşüp ölebileceğini anlar. Nesnelere birbirinden ayırt eder, onları sınıflandırmayı öğrenir. Sonuç olarak, nesnelere sadece görmekle onlar hakkında fikir sahibi olamaz. Üç boyutun varlığı, görme ve dokunma duyumlarının beyinde bir arada değerlendirilmesi işlemiyle, tecrübe sonucunda algılanan bir kavramdır. Ve beyin öyle mükemmel bir yapıdadır ki, üç boyutu gözle gördüğümüzü sanırız.

Beyinle algılama olayının bir başka kanıtı, bazı canlı türlerinin (örneğin yarasalar) cisimleri ses dalgaları yardımıyla algılamasıdır. Bu misale Radar sistemlerinin nesnelere algılaması da eklenebilir. Bunların da sesin veya elektromanyetik dalgaların yansıma özelliği ile çalıştığını biliyoruz. Gözler de ışığın yansıması ile, benzer bir şekilde algılama yaparlar.

Şimdi, sınıflandırma işlemi yapabilen bir bilgisayar programı yapmak istediğimizi düşünelim. En basit sınıflandırma programı, doğal sayıları büyüklük sırasına göre dizen program olarak gerçekleştirilmiştir. Bu program doğal sayıların algılanmış özelliklerine göre, birbiriyle karşılaştırılması prosedürüne dayanan iteratif bir işlemdir. Ancak olguların sınıflandırılmasında, işlem çok daha karmaşık olup, olguların tüm özellikleriyle idrak edilmiş olmasını gerektirir. Konu ile ilgili olarak CBR1 ve CBR2 teknikleri kullanılır. bu teknikle gerçekleştireceğimiz sistemler belki de bir petrol rafinerisinin çalışma sistemine benzeyecektir. Şu farkla ki, bilgisayarın bilgi işlem ünitesine, petrol yerine yeterli miktarda

sağlıklı bilgi aktarılmış olmalıdır. Eğer toplanan bilgi sağlıklı değilse, çelişki veya bilgi noksanlığı varsa sistem çalışmaz. Bu konuda yapay sinir ağından çözüm beklemek hatalıdır. Zira emek vermeden, doğada tam ve doğru bilgiyi bulabilmek zordur.

Oysa yapay sinir ağı yalnız doğru bilgiyi bekler. Bu nedenle rafinerik sınıflandırma işleminden önce, doğru ve yanlış bilgilerin bir arada bulunduğu bir doğal (bulanık) olgular kümesindeki tüm bilgilerin kontrolü ve yanlış bilgilerin ayıklanıp atılması (CBR1) gerekir ki, buna da bilgilerin mantık süzgecinden geçirilmesi anlamında ‘netleştirme birinci ayıklama’ diyoruz. Doğru ve yanlış bilgilerin ayıklanması aşamasında mevcut bilginin netleştirilmesi ve eksik bilginin temini için, incelenen konuda kuşku bırakmayacak yeterlik ve niteliğe ulaşıncaya kadar sürekli veri girişi sağlanmalıdır. Bu işlem sonsuza kadar uzayabilir, gerçekleşmeyebilir. Bilgilerin sınıflandırılması aşamasında kullanılan (CBR2) işlemi, ancak ve ancak yukarıda bahsedilen netleştirme (CBR1) işlemi tamamlandıktan sonra yapılabilir. Zira, bütünü ile idrak edilmemiş nesnelere oluşan bulanık küme bilgilerin sınıflandırılması mantık açısından mümkün görünmemektedir. O halde, önce bilgilerin ayıklanmasından söz edelim.

Eğer, doğru ve yanlış bilgilerin bir arada bulunduğu kümeye bulanık küme dersek, keskin küme tanımına uygun bir küme elde edilinceye kadar, bilgilerin ayıklanmasına ve bu ayıklama için gerekli yeni bilgilerin toplanmasına devam edilir. Sistemin başarısı kullanılan bilginin kalitesine bağlıdır.

Örnek olarak, sistemde bilinmeyen on beş farklı olgu varsa, sistemin çalışabilmesi için, giriş aşaması, bulguları içeren birbirinden farklı en az on beş tanım yapılmasını beklerler. Yani sistem, en az bilinmeyen sayısı kadar tanım bekler. n bilinmeyenli n adet denklem benzeri bir mantık kullanır. Verilen tanım sayısı, tanımlanmamış olgu sayısından az ise sistem çalışmaz. Belki hata mesajı verir. Özet olarak yapılan işlem, matematik anlamda, bulanık kümelerin keskin kümelere dönüştürülmesi işlemi olduğuna göre, olayı daha iyi kavramak için klasik küme ve bulanık küme tanımlarını ve kuramlarını incelememiz gerekecektir.

5.1. Klasik Küme Kuramı

Ayırt edilebilen belirli nesnelere, kavranmış veya bütünü ile idrak edilmiş topluluğuna, matematikte küme veya cümle diyoruz. Başka bir deyimle, kümeyi oluşturan elemanların tümü, tanımlanmış gerçek nesnelere. Söz konusu kümenin neyi kapsadığı ve neyi kapsamadığı konusunda en ufak bir kuşku olmadığı kabul edilir. Böylece kümeye ait olan tüm elemanların tamamen bilindiği var sayılır.

Klasik bir kümenin en az bir elemanı tanımsız ise, klasik küme kuramına göre o kümeye tanımsız küme denir. Bu teoremden anlaşılacağı üzere, tanımsız elemanlardan oluşan kümelerin, klasik küme teorisinin dışında kalmaktan başka bir seçenekleri yoktur. Bu nedenle, daha sonraları, klasik küme kuramı tenkit edilmiş, daha esnek bir küme kuramı oluşturma yolunda çalışmalara başlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, Fuzzy (bulanık) küme teorisi geliştirilmiştir. Ancak buradaki belirsizlik ve izlenen bulanık mantık yüzünden bu teori, matematiğin değişmez bazı prensiplerine (örneğin keskin mantığına ve ispatlama prosedürüne) ters düşüyordu. Bununla birlikte, zorunluluk gereği matematiğin kapsamına alınmıştır. Zira, kümelerin tabiattaki rastlanış biçimleri bulanıktır. Başka bir deyimle, tabiattaki kümelerin elemanlarını oluşturan olgular, karmaşık ve belirsizdir.

Kimi yazarlar bu tür kümelere bulanık küme yerine işlenmemiş küme veya ham küme denilmesini önermektedir.

5.2. Klasik Küme Kuramına Yapılan Tenkitler

Elemanların, mevcut bir kümeye böylesi net bir şekilde dahil edilip edilmemesi konusunda kesin bir sınır bulunduğu varsayımı, gerçek uygulamalarda başarısızlık nedeni olarak gösterilmeye çalışılmıştır. Örneğin bir A kümesi, güneş ışığını temsil etmekte olsun, bu kümenin görünen elemanları her renk bir harf ile temsil edilmek suretiyle tanımlanabilir. Bu elemanların ayırt edici özellikleri Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Güneş ışığının ayırt edici özellikleri

-Mor ışık	(O)	dalga boyu	$400 \text{ m}\mu < \lambda < 450 \text{ m}\mu$
-Mavi ışık	(M)	dalga boyu	$450 \text{ m}\mu < \lambda < 500 \text{ m}\mu$
-Yeşil ışık	(Y)	dalga boyu	$500 \text{ m}\mu < \lambda < 570 \text{ m}\mu$
-Sarı ışık	(S)	dalga boyu	$570 \text{ m}\mu < \lambda < 590 \text{ m}\mu$
-Turuncu ışık	(T)	dalga boyu	$590 \text{ m}\mu < \lambda < 610 \text{ m}\mu$
-Kırmızı ışık	(K)	dalga boyu	$610 \text{ m}\mu < \lambda < 630 \text{ m}\mu$

O halde A kümesi, elemanlarıyla birlikte aşağıdaki biçimde gösterilir.

$$A \{O, M, Y, S, T, K\} \text{ veya } \lambda \in A(400 \text{ m}\mu > \lambda > 630 \text{ m}\mu) \quad (9)$$

Bu gösterim tarzı klasik küme kuramıdır. Ancak, tabiattaki ışığın yalnız görünen ışınlarından ibaret olmadığını, görünmeyen ultraviyole ve kızılötesi ışınları da içerdiğini fizikten biliyoruz. Buna göre, güneş ışığını temsil eden A kümesi için Eşitlik 9 yetersizdir. Gerçek küme, başka elemanları da içermelidir. Ancak diğer elemanlar görünmeyen renkler tanımsız olduğundan A kümesi de tanımsız olur. Bu gibi nedenlerle, tabiattaki uygulamalar için daha esnek yeni bir küme kuramına ihtiyaç duyulmuştur. 1960-1964’lerde L. A. Zadeh tarafından oluşturulan yeni bir küme kuramı ortaya atılmıştır. L. A. Zadeh tarafından ileri sürülen ve geliştirilen bu teknik, günümüzde Fuzzy (Bulanık) küme teorisi olarak bilinmektedir. Ancak, Fuzzy mantığı olarak bilinen bu teknik, kümelerin doğadaki tanımlarından başka bir şey değildir. Bilinmeyen olgularla (kümelerle) yapılan işlemler belirsizdir. Örneğin $0/0$, ∞/∞ gibi. Bu nedenle bu tür işlemlerde izlenen mantığa da bulanık mantık diyoruz. Yukarıda güneş ışığı için Eşitlik 9 ile verilen A kümesi bulanık mantık teorisinde aşağıdaki gibi olacaktır.

$$A \{E, F, O, M, Y, S, T, K, I, P, U, Z, W, \dots\} \quad (10)$$

Burada E, F, I, P, U, Z, W, ... keskin kümede bulunmayan, ve gözle görülemeyen ışık renklerini temsil etmektedir.

5.3. Fuzzy Küme Teorisi

Bulanık mantık denen bu mantık, önceleri matematikçiler tarafından kabul edilmedi. Zira klasik küme teorisinin kapsamı dışındaki elemanlar da küme kapsamına alınmakla klasik mantık prensipleri çiğnenmiş oluyordu. Oysa Zadeh’e göre, evrenin gerçekleriyle ilgili çoğu uygulamalarda örneğin evrensel kümenin elemanları arasındaki ilişkiler, kesin olarak tanımlanamamaktadır. Bir başka örnek, güneş ışığını oluşturan görünmeyen ışık huzmeleri ile görünen ışık arasındaki ilişkiler, kesin tanımlanamaz. Bundan dolayı söz konusu kümeler tanımsız olur ve kümelerle ilgili işlemlerde imkânsızlıklar meydana gelir. Kümelerle ilgili problemler çözülemez olur.

Zadeh'e göre, klasik küme teorisindeki varsayımlardan kaynaklandığı ileri sürülen bu problem, klasik mantığın var-yok (1-0) ikileminin ara değerlerini tanımlamakla yok edilebilir. Örneğin var ile yok arasında, hem var hem yok anlamına gelen bir bulanıklık operatörünü de kullanarak, problemin zorlukları giderebilir, denilmektedir. 1973'de, yayınladığı ikinci bir çalışmasında, Zadeh, bulanık küme teorisinin, büyük bir olasılıkla insanın karar verme sistemini, tıpatıp aynen olmasa bile, oldukça az bir hata ile, yeterli bir yaklaşıklıkla modelleyebilecek bir kapasitede olduğu tezini ileri sürmüştür.

Fuzzy küme teorisinde, klasik kümede mevcut olan özelliklerin hepsi var. Ayrıca, bunlara ilave bir özelliği de var. Bu, elemanın bir kümeye ait olup olmaması arasındaki bulanıklığı temsil eden bir olabilirlik derecesi olarak tanımlanmıştır. Bu olasılık derecesi, bir üyelik fonksiyonu veya tesir fonksiyonu ile dikkate alınır. Söz konusu elemanlar tesir dereceleriyle birlikte kümeye dahil edilir. Üyelik fonksiyonu ile getirilen bu esneklik sınırları, gözlenmiş bir gerçeğe dayandırılarak gene insan tarafından yapılmış olmalıdır. Aksi takdirde, yapılacak tüm işlemler, bir matematik fanteziden ileri gitmeyecek ve bir kısır döngüde hapis olup kalacaktır. Başka bir deyimle, üyelik fonksiyonu gözlenmiş gerçeklerden veya sınır koşullarından tayin edilmiş olmalıdır.

Fuzzy mantığı olarak bilinen bu teknik sadece matematikle sınırlı kalmayıp, fizik, astronomi, mühendislik, istatistik, endüstri, askeri balistik ve tıp alanlarında da uygulama alanı bulmuştur.

Keskin mantığa göre, bir şey ya vardır ya da yoktur. Oysa insan beyni çok daha hassastır ve bir şeyi çeşitli derecelerde algılar. Var ile yok arasında bile keskin sınırlar koymaz. Var ile yok arasındaki ilişki, matematikte en belirgin şekilde ihtimaller (Olasılık-Probability) teorisinde incelenmiştir. Olasılık teorisi, belki de bulanık mantığı en iyi açıklayan bir teoridir. Fuzzy küme teorisini, normal kümelerin ötesinde olasılığı da içerir. Dolayısıyla, bulanık kümelerle ilgili işlemlerde, olasılıkla ilgili olanlara da yer verilmekte. Fuzzy kümeleriyle yapılan işlemlerin sonucu kesin değildir. Oysa keskin kümelerle yapılan işlemlerin sonucunda hata olasılığı yoktur. Bunla birlikte, fuzzy kümeleriyle yapılan işlemlerde hataların en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Yapay sinir ağlarının eğitilmesi de, bulanık küme teorisinin bu özelliklerine göre yapılmaktadır.

5.4. Fuzzy Küme Teorisiyle İşlemler

Herhangi bir A Fuzzy kümesini oluşturan elemanlar x_i ve bu elemanların bu kümeye üyelik dereceleri de μ_i ile gösterilsin. Bu takdirde A kümesi Zadeh'e göre

$$A_f = \mu_1 f(x_1) + \mu_2 f(x_2) + \mu_3 f(x_3) + \dots + \mu_n f(x_n) \quad (11)$$

veya kısaltılmış şekliyle

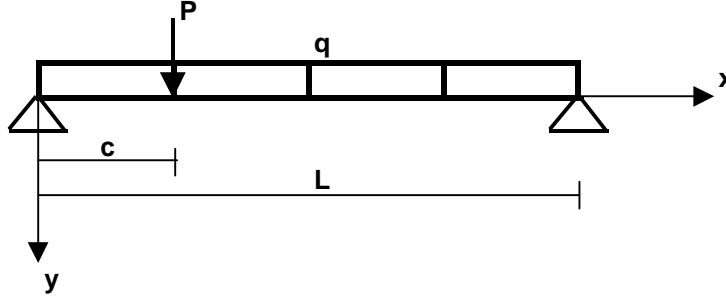
$$A_f = \sum_{i=1}^n \mu_i f(x_i) \quad (12)$$

olarak tanımlanabilir. Burada $f(x_i)$ ve μ_i sınır koşullarına uygun olarak seçilecek büyüklüklerdir.

6. UYGULAMA

Bulanık küme kuramı, inşaat mühendisliğinde elastik eğrinin bulunmasında kullanılabilir. Avantajı, açıklıkların tüm uzunlukları boyunca, elastik eğriyi tek bir matematik modelle tanımlayabilmesidir.

Örnek: Şekil 1'deki gibi L uzunluğundaki basit bir kirişin elastik eğrisini tanımlamak istediğimizi düşünelim.



Şekil 1 L uzunluğunda basit kiriş

μ_i ve $f(x_i)$ 'nin saptanmasında sınır koşulları ve enerjinin minimize edilmesi prensiplerini kullanabiliriz. (Aslında μ_i üyelik fonksiyonu, kirişin mesnetlenme biçimine ve yükleme biçimine bağlı olarak değişebilen bir fonksiyondur.) Burada sadece basit kiriş hali için saptanmış değerleri verilecektir. Öyle ki

$$\mu_i = a_{2i-1}$$

$$f(x_i) = \sin \frac{(2i-1)\pi x}{L}$$

olarak bulunur ve Eşitlik 12'de yerine konursa

$$y = a_1 \sin \frac{\pi x}{L} + a_3 \sin \frac{3\pi x}{L} + a_5 \sin \frac{5\pi x}{L} + \dots + a_{(2i-1)} \sin \frac{(2i-1)\pi x}{L} \quad (13)$$

olarak bulunur ve a_n katsayısı, (üyelik fonksiyonunu temsil etmek üzere) bulunursa;

$$y = \frac{4qL^4}{EI\pi^5} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^5} \sin[(2n-1)\frac{\pi}{L}x] \quad (14)$$

elde edilir. Tekil yük bulunması halinde, ayrıca

$$a_n = \frac{2P\pi^3}{EI\pi^4} \cdot \frac{1}{n^4} \cdot \sin \frac{n\pi c}{L} \quad (15)$$

değerleri de hesaplanarak, elastik eğri için

$$y = \frac{2P\pi^3}{EI\pi^4} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^4} \sin[(2n-1)\frac{\pi c}{L}] \sin[(2n-1)\frac{\pi x}{L}] \quad (16)$$

denklemini bulunur. Yakınsaklığı hakkında fikir edinilebilir.

Her iki yükün birlikte etkimesi halinde Eşitlik 14 ve Eşitlik 16 ile verilen çözümler süperpoze edilir.

7. SONUÇLAR

Sonuçta teorisyenler ve uygulayıcılar arasında arabulucu görevi üstlenen bu çalışma, aynı zamanda yönetmeliklerle teoriler arasında yakınlaşma da sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Bailey S.F., Smith F.C. (1994): "Case-Based Preliminary Building Design", Journal of Computing in Civil Engineering Vol. 8, No. 4, pp. 454-468.
- Bain W.M. (1986): "Case Based Reasoning: A Computer Model of Subjective Assessment" Ph.D. Thesis, Yale University.
- Bayülke N. (1984): "Depremde Hasar Gören yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi", T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- Bayülke N. (1984): "Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı", İnşaat Mühendisleri Odası.
- Celep Z., Kumbasar N. (1991): "Örneklerde Betonarme", Sema Matbaacılık, İstanbul.
- Ersoy U. (1985): "Betonarme Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı", T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- Ersoy U. (1993): "Depreme Dayanıklı Yapı Denetim", Proje ve Yapı Denetim Sempozyumu, ss. 65-77, İzmir.
- Ersoy U., Çıtıpıtıoğlu E. (1988): "Yüksek Yapıların Tasarım ve Yapımında İzlenecek Temel İlkeler", Ankara.
- Gowri K., Illiescu S., Fazio P. (1995): "Case Based Model for Building Envelope Design Assistance, Proceedings of the 2nd Congress on Computing in Civil Engineering", pp. 171-178.
- Hammond K.J. (1986): "Case Based Planning: An Integrated Theory of Planning, Learning and Memory", Ph. D. Thesis, Yale University.
- İmar ve İskan Bakanlığı (1975): "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", Ankara.
- Krowdiy S., Wee W.G. (1993): "Wastewater Treatment Systems from Case Based Reasoning", Machine Learning Vol. 10, No. 3, pp. 341-363.
- Maher M.L., Balachandram B. (1994): "Multimedia Approach to Case Based Structural Design", Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 8, No. 3, pp.359-376.
- Moore C.J., Lehane M.S., Price C.J. "Case Based Reasoning for Decision Support in Engineering Design", IEE Colloquium (Digest) on Cased Based Reasoning, London, UK.
- Schank R.C. (1982): "Dynamic Memory", Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Simpson R.L.(1985): "A Computer Model of Cased Based Reasoning in Problem Solving: An Investigation in the Domain of Dispute Mediation", Ph. D. Thesis, School of Information and Computer Science, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA.
- Soh C., Soh A. (1993): "Combining Case Based Reasoning and Rule Based Reasoning for Offshore Structure Design, Proceedings of the Third International Offshore and Polar Engineering Conference, Singapore, pp.435-442.
- Sycara E.P. (1987): "Resolving Adversarial Conflicts: An Approach Integrating Case Based and Analytical Methods", Ph. D. Thesis, School of Information and Computer Science, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA.
- Tokdemir O.B. (1997): "Predicting the Outcome of Construction Litigation Using Cased Based Reasoning" Yüksek Lisans Tezi, Illinois Institute of Technology, Department of Civil Engineering, Chicago, IL.

- Türk Standartları Enstitüsü (1984): “Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları-T.S. 500”, Ankara.
- Watson I., Abdullah S. (1994): “Developing Case Based Reasoning Systems: A Case Study in Diagnosing Building Defects, ICC Colloquium (Digest) on Case Based Reasoning”, London, UK.
- Yang J., Yau N. (1996): “Applications of Case Based Reasoning in Construction Engineering and Management”, Computing in Civil Engineering, pp. 663-669.