

GEDİZ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**ORACLE VERİ TABANINDA PL/SQL DİLİNDE GENETİK ALGORİTMA
KULLANILARAK YAPAY ZEKÂ VE BULANIK MANTIK TABANLI SORGULAMA
YAZILIMI GELİŞTİRMESİ VE UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seyhun TUZKAN

Sistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Sistem Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa GÜNE

MART 2014

GEDİZ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**ORACLE VERİ TABANINDA PL/SQL DİLİNDE GENETİK ALGORİTMA
KULLANILARAK YAPAY ZEKÂ VE BULANIK MANTIK TABANLI SORGULAMA
YAZILIMI GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Seyhun TUZKAN
(60011203)**

Sistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Sistem Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa GÜNE

MART 2014

Gediz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 60011203 numaralı Yüksek Lisans Örencisi **Seyhun TUZKAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“ORACLE VERİ TABANINDA PL/SQL DİLİNDE GENETİK ALGORİTMA KULLANILARAK YAPAY ZEKÂ VE BULANIK MANTIK TABANLI SORGULAMA YAZILIMI GELİTİRLİMESİ VE UYGULAMASI”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Mustafa GÜNE**
Gediz Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Mustafa GÜNE**
Gediz Üniversitesi

Yrd.Doç. Dr. Ozan ÇAKIR
Gediz Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet AKSARAYLI
Dokuz Eylül Üniversitesi

Teslim Tarihi : **14 Mart 2014**
Savunma Tarihi : **14 Mart 2014**



Anneme ve babama,

ÖNSÖZ

Tez Danı manım Sayın Prof Dr. Mustafa Güne 'e tüm çalı malarım süresince bana ayırmı oldu u de erli zaman ve ba arıya ula mamı sa layan te vikleri için sonsuz te ekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca tez çalı mam esnasında sabır gösteren ve bana inanan sevgili e im ve biricik o luma te ekkür ederim.

Mart 2014

Seyhun TUZKAN
(Elektronik ve Haberle me Mühendisi)



| | |
|---|-------------|
| ÖNSÖZ | v |
| Ç NDEK LER | vi |
| KISALTMALAR | vii |
| Ç ZELGE L STES | viii |
| EK L L STES | ix |
| ÖZET | xi |
| SUMMARY | xiii |
| 1. G R | 15 |
| 1.1 Tezin Amacı | 156 |
| 1.2 Literatür Ara tırması..... | 167 |
| 2. YAPAY ZEKÂ | 24 |
| 2.1 Yapay Zekâ Kavramı..... | 24 |
| 2.2 Yapay Zekâ'nın Tarihçesi | 28 |
| 2.3 Yapay Zekâ Teknikleri | 30 |
| 2.3.1 Do al dil i leme | 31 |
| 2.3.2 Esnek Hesaplama | 32 |
| 2.3.2.1 Bulanık mantık | 39 |
| 2.3.2.2 Evrimsel hesaplama ve genetik algoritma | 48 |
| 3. BULANIK MANTIK VE H BR D S STEMLER | 58 |
| 3.1 Bulanık Mantık ve Evrimsel Hesaplama | 58 |
| 3.2 Genetik Algoritmalarla Bulanık Sistem Kurma | 59 |
| 3.3 Üyelik fonksiyonlarının kodlama tasarımı | 61 |
| 4. VER TABANI VE YÖNET M S STEMLER | 66 |
| 4.1 li kisel Veri Tabanı Yönetim Sistemi | 67 |
| 4.2 SQL, PL/SQL, FUZZY SQL | 67 |
| 5. Ö RENC BA ARISININ DE ERLEND R LMES | 70 |
| 5.1 Ölçme ve De erlendirme | 70 |
| 5.2 Karar verme..... | 71 |
| 5.3 Uzman Sistemler | 72 |
| 6. GEL T R LEN YAZILIM VE UYGULAMA | 76 |
| 6.1 Yazılımın Kullanıcı Ara yüzü | 76 |
| 6.1.1 Diyalog Modülü..... | 76 |
| 6.1.2 Bulanık Küme Tanımlama Modülü..... | 77 |
| 6.1.3 Üyelik Fonksiyonu Tanımlama Modülü..... | 78 |
| 6.1.4 Yapay Zekâ Modülü..... | 80 |
| 6.1.5 Üyelik Derecesi Hesaplama Modülü..... | 81 |
| 6.1.6 Bulanık Sorgu Modülü | 82 |
| 6.1.7 Alfa ()-Kesim Kümesi Modülü..... | 84 |
| 6.1.8 Karar Verme Modülü | 85 |
| 6.1.9 Raporlama Modülü..... | 86 |
| 6.2 Yazılımın Yapay Zekâ / Esnek Hesaplama Teknikleri ve Uygulaması | 87 |
| 7. SONUÇ VE ÖNER LER | 98 |
| 7.1 Çalı manın De erlendirilmesi | 98 |
| 7.2 Sonuç | 99 |
| KAYNAKLAR | 102 |
| ÖZGEÇM | 105 |

KISALTMALAR

| | |
|---------------|---|
| SQL | : Structured Query Language |
| FSQL | : Fuzzy Structured Query Language |
| PL/SQL | : Procedural Language / Structured Query Language |
| CWP | : Computing With Words And Perceptions |
| 4GL | : Fourth-Generation Programming Language |



Çizelge 2.1 : Mutasyon parametresinin de erlendirilmesi.. 56



EK L L STES

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| ekil 2.1 : Yapay zekâ teknikleri..... | 30 |
| ekil 2.2 : Doğal dil nasıl çalışır..... | 32 |
| ekil 2.3 : Esnek hesaplama bileşenleri | 38 |
| ekil 2.4 : Triangular üyelik fonksiyonu | 44 |
| ekil 2.5 : Trapezoid üyelik fonksiyonu..... | 45 |
| ekil 2.6 : S üyelik fonksiyonu..... | 46 |
| ekil 2.7 : Z üyelik fonksiyonu | 46 |
| ekil 2.8 : Genetik algoritmalarda evrimleşme döngüleri | 50 |
| ekil 2.9 : Genetik algoritma akı şeması..... | 50 |
| ekil 3.1 : Genetik algoritma ile kurulan sistemin şematik diyagramı..... | 60 |
| ekil 3.2 : Triangular üyelik fonksiyonunun 3 parametre ile kodlanması..... | 62 |
| ekil 3.3 : Triangular üyelik fonksiyonunun 2 parametre ile kodlanması..... | 62 |
| ekil 3.4 : Triangular üyelik fonksiyonunun tek parametre ile kodlanması..... | 63 |
| ekil 3.5 : Triangular üyelik fonk.'nın 1 bağımsız parametre ile kodlanması..... | 63 |
| ekil 3.6 : Triangular üyelik fonksiyonunun iki bağımsız parametre ile kodlanması... | 64 |
| ekil 3.7 : Değişik üyelik fonksiyonları için 3 parametre ile kodlama | 64 |
| ekil 3.8 : Çalı şmadaki üyelik fonksiyonu için kodlama | 65 |
| ekil 5.1 : İnsanın bilgi işlem sürecinin mühendislik çatısı | 72 |
| ekil 5.2 : Uzman sistem yapı ve geliştirimi | 75 |
| ekil 6.1a : Diyalog modül | 76 |
| ekil 6.1b : Diyalog modül..... | 77 |
| ekil 6.2 : Fuzzy set tanımlama..... | 78 |
| ekil 6.3 : Membership function tanımlama..... | 79 |
| ekil 6.4 : Not özniteliği için manuel oluşturulan kural grafikleri..... | 79 |
| ekil 6.5 : Devamsızlık özniteliği için manuel oluşturulan kural grafikleri..... | 80 |
| ekil 6.6 : Yapay Zekâ Modülü..... | 80 |
| ekil 6.7 : Üyelik derecesi hesaplama modülü..... | 82 |
| ekil 6.8 : Bulanık Sorgu modülü | 83 |
| ekil 6.9 : Alfa-kesim kümesi modülü | 84 |
| ekil 6.10 : Karar verme modülü..... | 85 |
| ekil 6.11 : Raporlama modülü | 86 |
| ekil 6.12 : Rapor örneği | 86 |
| ekil 6.13 :Yazılımda genetik algoritma ile belirlenen üyelik fonk.'ninun parametreleri | 87 |
| ekil 6.14 : Not özniteliği için genetik algoritma ile oluşturulan kural grafikleri..... | 90 |
| ekil 6.15 :Genetik algoritma ile bağımlı popülasyonu ve jenerasyonların oluşturulması..... | 91 |
| ekil 6.16 : Çiftleşme havuzundaki ebeveyn kromozomlar | 92 |
| ekil 6.17 : Locus noktaları ve çaprazlama | 93 |
| ekil 6.18 : Genetik algoritma tarafından açılan fuzzy kümeler | 93 |
| ekil 6.19 : Genetik algoritma tarafından açılan fuzzy membership..... | 93 |
| ekil 6.20 : Orta genetik bulanık küme için not özniteliğine ait üyelik derecesinin hesaplanması | 94 |
| ekil 6.21 : Düşük devamsızlık kümesi için devamsızlık özniteliğine ait üyelik | |

| | |
|---|----|
| derecesi hesabı..... | 94 |
| ekil 6.22 :Dü ük devamsızlık kümesi için devamsızlık özniteli ine ait üyelik Dereceleri..... | 95 |
| ekil 6.23 :Dü ük devamsızlık ve orta ba arı için bulanık sorgu | 95 |
| ekil 6.24 :Dü ük devamsızlık ve orta ba arı için bulanık sorgu neticesi sorgu kümesine ait üyelik dereceleri | 96 |
| ekil 6.25 :Bulanık sorgu kümesi üyelik dereceleri ile klasik mantıktaki ba arı durumlarını kar ıla tıran karar verme modülü..... | 96 |
| ekil 6.26 : Notu yüksek ve devamsızlı ı yüksek ö renciler için bulanık sorgu | 97 |
| ekil 6.27 :Genetik algoritma notu ba arılı ve devamsızlı ı yüksek ö rencileri için De erler..... | 97 |



**ORACLE VERİ TABANINDA PL/SQL DİLİNDE GENETİK ALGORİTMA
KULLANILARAK YAPAY ZEKÂ VE BULANIK MANTIK TABANLI
SORGULAMA
YAZILIMI GELİTİRLMESİ VE UYGULAMASI
ÖZET**

Tez çalışmasında öğrencinin bağırsının klasik mantık ile değerlendirilmesine; alternatif olarak, eğitim sistemini klasik mantığın dezavantajlarından kurtarabilmek ve eğitimde değerlendirilmesinde yapay zekâ ve uzman sistem avantajlarından hem öğrencileri hem de karar verici konumundaki öğretmen ve eğitim planlayıcılarını yararlandırmak amaçlanmıştır. Tezde klasik ilişkisel veritabanı sistemi Oracle üzerinde; Yapay Zekâ yöntemleri olan bulanık küme teorisi, bulanık mantık, doğal dil işleme, genetik algoritma, olasılık teorisi ve uzman sistem yazılımı kullanılarak esnek bir sorgulama arayüzü geliştirilmiştir. Oracle veritabanı üzerinde, oracle forms 10 G, oracle reports 10 G ve PL/SQL dili ile SQL sorgularına alternatif, FUZZY SQL dili geliştirilmiştir. Bulanık sorgularda bulanık mantık hesapları ve bulanık sözel ifadeler kullanılmıştır. Fuzzy SQL ile yapılan bulanık sorgular bilgisayarın anlayabileceği biçimde doğal dil işleme ile dönüştürülmüştür. Geliştirilen Uzman sistem yazılımı başlangıçta kullanıcıya programın kullanım yöntemleriyle ilgili sorular sorular bazında, önerilerde bulunmaktadır. Yazılımda bulanık kümeler ve üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasında alternatif iki yöntem geliştirilmiştir. İlk yöntemde kullanıcı kendi kararları doğrultusunda işlem yapmaktadır. İkinci yöntemde ise, yine PL/SQL dili ile, Yapay Zekâ yöntemlerinden, Genetik algoritma yöntemi kullanılarak, üyelik fonksiyonunda parametrelerin bulunması ve böylece üyelik fonksiyonları ile bulanık kümelerin kullanıcıya gerek kalmaksızın veritabanı üzerinde oluşturulması sağlanmıştır. Genetik algoritmada ebeveyn seçiminde rulet tekerleği yöntemi kullanılmıştır. Yeni jenerasyon oluşturulmasında ise; elitizm ve Denge durumu (steady-state) stratejisi bir arada kullanılmıştır. Genetik algoritmada her probleme özgü olan ve bağırsıyı direkt etkileyen fitness fonksiyonu olarak; tez çalışmasındaki amacımız üyelik fonksiyonu parametrelerini belirleyerek bulanık kümeleri oluşturma olduğu için, bulanık sayıların sıralanması ile ilgili Liou ve Wang'ın yöntemi kullanılmıştır. iteratif ve stokastik bir yöntem olan genetik algoritma sürecinin sonsuz döngüden çıkması için, iyileşmenin azalması ve iterasyon sayısı durdurma kriteri olarak belirlenmiştir. Genetik algoritma sürecinin sonunda en iyi fitness değerine sahip kromozomlar bulanık küme üyelik fonksiyonu olarak belirlenip oracle veritabanına insert edilmiştir. Geliştirilen yazılımda üçgen üyelik fonksiyonu, yamuk üyelik fonksiyonu, S üyelik fonksiyonu, Z üyelik fonksiyonu ile bulanık küme tanımları yapılabilecek şekilde ekilmiştir. Yazılım tüm üyelik fonksiyonları ilave edilebilecek şekilde geliştirilmiştir. Yazılımda, belirli bir kesim değerinde seçilen mantıksal operatörlere uygun üyelik derecesine sahip öğrenciler ait olduğu bulanık küme için sorgulanabilmekte ve bu öğrenciler listelenebilmektedir.

Böylece öğrencinin değerlendirilmesi için esnek hesaplama ile işlem yapan Genetik-Bulanık hibrit bir sistem geliştirilmiştir. Uygulamada bir üniversitenin yabancı diller yüksek okulu öğrencilerine ait veriler kullanılmış ve incelenmiştir.

Hazırlık örencilerine ait not ve devamsızlık verilerinden örenci başarılarını değerlendirilmede geliştirilen uzman sistem ile bulanık sorgular aracılığıyla karar vericiye öğrencilerin klasik sistemdeki başarılarıyla karşılaştırılabilir olarak esnek çözümler önerilmiştir. Tezde klasik yöntemlerle öğrenci başarısının hesaplandığı bilgisayar programları sonuçları ile, bulanık mantık hesaplarını kullanarak geliştirilen bu yazılımın sonuçları karşılaştırılmıştır. Eğitim ölçme değerlendirilmesinde geliştirilen teknoloji ve bilimin katkılarıyla klasik ölçme ve değerlendirilmeye, eğitim ölçmede Bulanık Mantık alternatif olarak sunulmuştur. Çalışmanın sonucunda, klasik mantıkta başarı kabul edilen öğrencilerin esnek mantığa göre başarıları kümesine ait olarak nitelendirildiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla öğrenmeyi, öğrenci başarılarını kesin bir diler ile ölçmemiz, ve bu diler herhangi bir yorumu tabi tutmadan kullanmamız mümkün değildir.

Anahtar sözcükler: Yapay Zekâ, Esnek Hesaplama, Bulanık Mantık, Fuzzy SQL, Genetik Algoritma, Doğal Dil İşleme, Oracle.

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND FUZZY LOGIC BASED QUERYING SOFTWARE IN ORACLE DATABASE AND PL/SQL LANGUAGE BY USING GENETIC ALGORITHM

SUMMARY

The present thesis study aims to enable both students and education planners to benefit from the advantages of artificial intelligence and expert systems in education evaluation and to rid the education system of the disadvantages of classical logic as an alternative to evaluating student success with classical logic. In the study, a flexible polling interface was developed on Oracle database using set theory, fuzzy logic, natural language processing, genetic algorithm, theory of probability and expert system software, which are methods of Artificial Intelligence. A FUZZY SQL language was developed as an alternative to PL/SQL language and SQL queries, Oracle forms 10 G, oracle reports 10 G on Oracle database. Fuzzy logic calculations and fuzzy verbal variables were used in fuzzy queries. Fuzzy queries were turned into a perceptible format for the computer to understand using natural language processing. The developed expert system provides suggestions to the user, based on queries related to methods of using the program. Two methods were developed as an alternative in establishing fuzzy sets and membership functions. In the first method, the user operates according to his/her decisions. The second method finds parameters in membership function using genetic algorithms and therefore makes it possible to establish membership functions and fuzzy sets on database without the need for user's intervention. The roulette wheel method was used to select parents in genetic algorithm. Elitism and steady-state strategy were used together in establishing a new generation. We used Liou and Wang's method of fuzzy number sequencing, since the aim of this study, as fitness function which is unique to every problem and directly affects success, is to establish fuzzy sets by determining membership function parameters. In order for genetic algorithm, an iterative and stochastic method, to get out of infinite loop, iteration number and waning progress were determined as stopping criteria. At the end of the genetic algorithm process, chromosomes with top fitness value were specified as membership function and inserted into oracle database. In the developed software, fuzzy set can be defined with triangular membership function, trapezoidal membership function and S membership function and Z membership function. The software was developed in a way that allows all membership functions to be added. Students with a membership function above a certain level for the fuzzy set it belongs to with α -cut can be queried and these students can be listed.

Thus, a Genetic-Fuzzy hybrid system that operates with soft computing for student evaluation was developed. In execution, data belonging to students at a Foreign Languages School were used and analyzed.

Flexible solutions were suggested to the decision maker through the developed expert system and fuzzy queries based on grade and attendance data of preparatory students in comparison with their success on classical system. In this study, the results of computer programs that calculate student success using classical methods and the results of this developed software which uses fuzzy logic calculations were compared. As a result of the study, students who were deemed unsuccessful according to classical logic were found to be belonging to the successful set according to fuzzy logic. Thus, assessment of learning and student success with exact value and without subjecting it to any kind of interpretation is not possible.

Keywords: Artificial Intelligence, Soft Computing, Fuzzy Logic, Fuzzy SQL, Genetic Algorithm, Natural Language Processing, Oracle.



1. G R

Tez çalı masında ö renci ba arısının klasik mantık ile de erlendirilmesine; alternatif olarak, e itim sistemini klasik mantı ın dezavantajlarından kurtarabilmek ve e itim de erlendirmesinde yapay zekâ ve uzman sistem avantajlarından yararlanabilmek amaçlanmı tır. Bu amaç do rultusunda; literatürdeki mevcut bulanık sorgu çalı maları ve yapay zekâ yöntemlerini konu alan çalı malar incelenmi tir. Çalı mada; klasik ili kisel bir veri tabanı olan, Oracle veri tabanı üzerinde bulunan ö renci verileri için; PL/SQL programlama dilinde; bulanık küme teorisi ve olasılık teorisi kullanılarak, bulanık mantık tabanlı, bulanık sorgulama yapan Fuzzy SQL ve kural tabanlı olu turularak uzman sistem yazılımı geli tirilmi tir. Aynı zamanda yazılım, Yapay Zekâ/Esnek Hesaplama yöntemlerinden olan Genetik Algoritma yöntemi ile do al dil i leme yöntemlerini içermektedir. Genetik algoritma yöntemi üyelik fonksiyonu tipi ve parametrelerinin belirlenmesi ve bulanık kümelerin olu turulması için kullanılmı tır. Do al dil i leme yöntemi ise fuzzy sorguların bilgisayar diline çevrilmesi a masında kullanılmı tır.

“Oracle birçok kullanı lı ve güçlü özelli i olan bir veri tabanıdır. Bu özelliklerinin birço u SQL ile ilgilidir. PL/SQL Oracle’ın veri tabanı eri imi için kullandı ı standart programlama dilidir. PL/SQL SQL’e programlama ile ilgili yapıların eklenmesi ile olu turulmu 4GL programlama dilidir.”[1]

“FSQL dili SQL’in otantik bir uzantısıdır. Bu demektir ki, SQL de geçerli her ifade, FSQL de de geçerlidir. Buna ek olarak belirsiz bilginin i lenmesine izin vermek için FSQL bazı yenilikler içerir.” [2]

Tezde, bulanık sistem ve genetik algoritma bir araya getirilerek hibrit bir sistem olu turulmu tur. Tezin uygulaması olarak, bir üniversitenin Yabancı Diller Yüksek Okulu ö rencilerine ait oracle veri tabanı üzerinde kayıtlı olan veriler kullanılmı tır.

Hazırlık sınıfı öğrencilerine ait not ve devamsızlık verilerinden öğrenci başarısını değerlendirmede bulanık sorgular aracılığıyla karar vericiye esnek çözümler kararlaştırılabilir olarak sunulmuştur.

1.1 Tezin Amacı

Öğrenci başarısının klasik mantık ile değerlendirilmesine alternatif olarak, eğitim sistemini klasik mantığın dezavantajlarından kurtarabilmeyi ve eğitimde değerlendirilmesinde yapay zekâ ve uzman sistem avantajlarından yararlanabilmeyi sağlamak amacıyla yapay zekâ yazılımı geliştirilerek eğitimde değerlendirilmesinde uzman bir sistem oluşturulması,

Klasik bir veri tabanı olan Oracle üzerinde; bulanık mantığın getirdiği üyelik derecesi kavramı ve esnek hesaplama yöntemleriyle karar vericiye kararlaştırılabilir esnek çözümler sunmak,

Klasik bir veri tabanı üzerinde evrimsel hesaplama yöntemlerinden olan genetik algoritmalar ile kullanıcıya gerek kalmaksızın bulanık kümeler ve üyelik fonksiyonları oluşturulması veya kullanıcı ile oluşturulması.

Kesin veri tabanı üzerinde tutulan kayıtlardan bulanık kümelere ait üyelik dereceleri hesaplanarak bulanık kayıtlar ve bulanık veri tabanı elde etmek.

Klasik bir veri tabanı üzerinde, kesin sorgular yapan SQL 'in where kullandıkları bulanık mantık hesapları ve sözel deyimlerini kullanabilecek şekilde geliştirilerek, Bulanık SQL (Fuzzy SQL) oluşturulması.

Bulanık sorguları Yapay Zekâ /doğal dil işleme yöntemi ve bulanık mantık hesapları ile bilgisayarın anlayabileceği komutlara dönüştürmek.

Bulanık sorgular sonucu elde edilen kayıtların alfa-kesim seviyelerine göre her öz nitelik bazında ekrandan takibinin yapılabilmesini ve alternatifli raporların çıktısı olarak alınabilmesini sağlamak.

Uzman sistem kural tabanları oluşturularak, bulanık sorgular neticesinde karar vericiye alfa-kesim ile veya alfa-kesim olmaksızın esnek önerilerde bulunan bir yapay zekâ uzman sistem yazılımı, Oracle veri tabanı üzerinde gerçekleştirilmektedir.

-Mevcut eğitim sisteminde klasik mantık ile değerlendirilen öğrenci başarısının, bulanık mantık ile değerlendirildiğinde, öğrenci başarı ve eğitim lehine sonuçlar elde edileceğini göstermek.

1.2 Literatür Araştırması

Veri tabanlarında Dr. Lotfi Zadeh tarafından geliştirilen, Bulanık Mantık temelli, Fuzzy SQL konusunda yapılan çalışmalara ilk olarak Valiollah Tahani başlı olmuştur; literatürde Fuzzy SQL konusunda klasik ya da bulanık veri tabanları için yapılan bazı çalışmalar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Valiollah Tahani'nin çalışması bulanık sorgu işleme teknikleri ile ilgilidir. Bulanık sorgu işleme için temel olarak bulanık kümeler ve dilsel deyimler teorisine dayalı olarak bir bulanık geri alma sistemi tanımlanmıştır. Bu çalışmada bir bulanık terimin anlamı, sistem veri tabanına sayısal değerleri içeren bir bulanık küme olarak tanımlanır. (Tahani, Valiollah. "A conceptual framework for fuzzy query processing—a step toward very intelligent database systems." *Information Processing & Management* 13.5 (1977): 289-303.)

Bulanık sorgular kabul edilebilir bir performans almak için nasıl işlenebilir? sorusu hakkında bazı hususlar P Bosc, M Galibourg ve G Hamon 'nın çalışmasında sunulmaktadır. (P Bosc, M Galibourg, G Hamon, "Fuzzy querying with SQL: Extensions and implementation aspects", *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 28, Issue 3, December 1988, Pages 333–349)

Patrick Bosc, Olivier Pivert çalışmalarında belirsiz sorgularla ilgili çeşitli yaklaşımların bir sınıflandırmasını yapmışlardır. Ayrıca, bulanık kümeler tabanlı yaklaşımın uygun bir yöntemle ve geniş bir yelpazede yeterince güçlü bir biçimde belirsiz sorgularla yanıtlanabileceğini göstermişler ve çözümlerin diğer sınıflarında kullanılabilecek yeteneklerin açıklamasını yapmışlardır. Belirsiz sorgular için

çe itlilik sa layan SQL benzeri bir taslak da bu çalı mada yer almı tır. (Patrick Bosc, Olivier Pivert. “Some approaches for relational databases flexible querying”. *Journal of Intelligent Information Systems* 1.3-4 (1992) 323-354.)

Nakajima ve arkada ları çalı malarında FDL2 ‘yi geleneksel bir veritabanı yönetim sistemi ile bulanık veritabanı yönetim sistemi in a edilmesi için tasarlanmı tır. FDL2 C dili kullanılarak gerçekleştirilmi tir. (Nakajima, H., Omron Corp., Kyoto, Japan ,Sogoh, T. , Arao, M. “Citation Map ,Fuzzy database language and library-fuzzy extension to SQL”. *Fuzzy Systems, 1993., Second IEEE International Conference on. IEEE, 1993.*)

Medina ve arkadaş larının 1995 teki çalı ması ise genelle tirilmi bulanık ili kisel veri tabanı modelinin etkin bir e kilde uygulanması için gerekli unsurları içerir. Çalı mada klasik bir RDBMS de belirsiz bilgilerin uygulanmasında bir dizi mekanizma gösterilmi tir. Klasik bir RDBMS veri yapısının gösterildi i ve bu tür bilgiler hakkında prosedürel anlatımlar yapılması, ana bilgisayardaki bir RDBMS üzerinde, bir FRDBMS kurarak mümkün olmaktadır. (J.M. Medina, M.A.Vila, J.C.Cubero, O.Pons. “Towards the implementation of a generalized fuzzy relational database model”. *Elsevier-Fuzzy Sets and Systems* 75 (1995) 273-289)

Bosc ve Pivert normal ili kisel veritabanları belirsiz sorgulaması ile ilgilenmi lerdir. Çalı malarının temel fikri var olan bir sorgu dili, yani SQL uzatmaktır. Bu çerçevede iki önemli noktayı dikkate almı lardır. Bunlardan birincisi bulanık küme ile ilgili olan bulanık kümeleme operatörlerinin geniletilmi dil ile entegrasyonunun sa lanması. kincisi ise SQL’in geçerli denkli ini uzatılmı SQL dede tutmaktır. (Bosc, P., Pivert, O. “SQLf a relational database language for fuzzy querying”. *Fuzzy Systems, IEEE Transactions on* 3.1 (1995) 1-17.)

Bosc, Dubois ve arkadaş larının 1997 ‘deki çalı maları, bulanık kümeler ve olasılık teorisi çerçevesinde, bölme operatörü vakasında ele alınan esnek sorguların teorik olarak ortaya konulmasını içermektedir. (Patrick Bosc, Didier Duboisb, Olivier Pivert, Henri Prade. “Flexible queries in relational databases—the example of the division operator”. *Theoretical Computer Science* 171.1 (1997) 281-302.)

Didier DUBOIS ve Henri PRADE 1997 yılında yaptıkları çalışmada; esnek sorguları temsil eden bulanık küme yapılarını vurgulamıştır. Esnek sorgulamalara ilişkin bazı problemler ile bulanık kümelerle ilişkin de sorunların ortaya konması hususunu incelemiştir. Veri tabanı uygulamalarını ele almadan, pratikteki problemleri net bir şekilde ortaya koymuşlardır. (Didier Dubois and Henri Prade, “Using fuzzy sets in flexible querying: Why and how?”. *Springer US*, 1997. 45-60.)

Galindo ve arkadaşları Bulanık sorgular ve bulanık veri tabanları hususunda birden çok çalışmaları vardır.

Galindo ve arkadaşları 1998 de Bulanık ilişkisel veri tabanı üzerinde FSQL Sunucusu geliştirmiştir. Bu sunucu modeli GEFRED, tablolarda belirsiz bilgileri depolamak için bulanık özelliklerini içeren FRDB için, bir teorik modeli izleyen, Oracle için geliştirilmiştir. (José Galindo, Juan M. Medina, Olga Pons, Juan C. Cubero. “A server for Fuzzy SQL queries” *Springer* 1998.)

Galindo ve arkadaşları 1999 da; bulanık veri tabanı ve esnek sorguları sağlayan bir emlak ajansı yönetimi uygulaması gerçekleştirmiştir. Normalde klasik bir veri tabanı ile işlem görmesi gereken emlak bilgilerinde emlakın fiyatı, alanı, ya da gibi bilgilerin bulanık olarak da saklanabilmesi mümkündür. (José Galindo, Juan M. Medina, Juan C. Cubero, Olga Pons. “Management of an estate agency allowing fuzzy data and flexible queries”. *EUSFLAT-ESTYLF Joint Conf.* 1999.)

Kacprzyk, J., Yager, R. R. ve Zadro ny, S. 2000 yılında veritabanlarının dilsel özetlerinin türetilmesinde bulanık mantık kullanımı ile ilgili temel fikirleri ve bakış açılarını sunmuşlardır. Bir dilsel özetin kalitesinin nasıl ölçüldüğü, bulanık sorgu ortamı içerisinde gömülü veri özetinin nasıl etkin ve verimli bir şekilde yapılabileceği konuları üzerinde yoğunlaşmışlardır. (Kacprzyk, J., Yager, R. R. ve Zadro ny, S. “A fuzzy logic based approach to linguistic summaries of databases”. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science* 10 (2000) 813-834.)

Yine Galindo ve arkadaşları 2001 yılındaki çalışmalarında ilişkisel veri tabanları için zaman kavramlarına dayalı bazı yeni bulanık veri türlerini sunmuşlardır. (José Galindo. “FTSQL2: Fuzzy Time in Relational Databases” *EUSFLAT Conf.* 2001.)

Yang, Qi, ve arkadaşlarının çalışmasını özetlersek; içiçe bulanık sorgular Bulanık SQL dilinde ifade edilebilir. Karmaşık sorguları ifade etmede içiçe geçmiş bulanık sorgu kendi semantiğine dayalı saf bir yöntem sağlasa da verimsiz olabilir. Geleneksel veri tabanlarında verimliliği arttırmak için içiçe olmayan sorgular tercih edilir. içiçe geçmiş bulanık sorguların değerlendirilmesinde hem teorik hem de deneysel analizin gösterdiği gibi içiçe olmayan teknikler birleştirme performansı arttırmak için anlamlıdır. Çalışmada bulanık sorgular çeşitli içiçe olmayan tekniklerle değerlendirilmiştir. (Yang, Qi, et al. "Efficient processing of nested fuzzy SQL queries in a fuzzy database." *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on* 13.6 (2001): 884-901.)

Bożena Małysiak ve arkadaşlarının çalışması içerik-bağımlı ve çok boyutlu üyelik fonksiyonlar için, SQL dilinde bulanık sorgu ile özel bir yaklaşım getirmiştir. Bu yaklaşım; popülasyonun tamamından seçilmiş bir elemanın uygun bulanık küme ile karakteristik fonksiyon yardımıyla nitelik analizini sağlar. Çalışmada niteliklerin üyelik dereceleri fonksiyonları için, zaman boyutu da dikkate alınarak çok boyutlu gösterimler yapılmıştır. Çalışmada PostgreSQL, Oracle veri tabanı sistemleri gibi gerçek veri tabanları üzerinde ilave operatörler ve fonksiyonlar uygulanmıştır. (Bożena Małysiak, Dariusz Mrozek, Stanisław Kozielski. "Processing Fuzzy SQL Queries With Flat, Context-Dependent And Multidimensional Membership Functions". *In proceeding of: IASTED International Conference on Computational Intelligence, Calgary, Alberta, Canada, Computational Intelligence, IASTED/ACTA Press, 2005, pp. 36–41, 2005.*)

José Galindo daha önce Oracle veri tabanı için uyguladıkları FSQQL çalışmasına temelinde daha büyük anlamlılık sağlayan bazı yeni özellikler (mantık, karılaştırma, gerçekleştirme eylemleri ve ön elemeleri gibi) eklemiştir. (José Galindo. "New Characteristics in FSQQL, a Fuzzy SQL for Fuzzy Databases" *WSEAS Transactions on Information Science and Applications* 2.2 (2005): 161-169)

Goncalves M.,Tineo L. 'nin 2005 teki çalışmalarının içeriği şöyle özetlenebilir; geleneksel bilgi depolama ve geri kazanım sistemleri, klasik mantık ve küme teorisine dayalı, sınırlı kullanıcı tercihleri içermektedir. Bilgi gösterimi ve

veritabanlarının i lenmesinde bulanık mantık önerilmekte, kesin veritabanlarına esnek sorgulama mekanizmalarının uygulanmasında geçerli görülmektedir. SQLf bu yöndeki çabalardan biri olmu tur. Yazarlar bu çalı mada hem SQLf2 de hem de SQLf3 de bulanık sorgularla ilgili geli mi yapı m çalışmalarında lamda-kesim kullanımını anlatmı lardır. Bu diller, SQLf normlarına uygun bulanık küme tabanlı uzantılar olan SQL2 ve SQL3 dir. Bu çalı manın kapsamında, önceden tanımlanmı niceleyicilerle sorgular, özyinelemeli sorgular, izlenimler, alt sorgular ve örnek olay olu turucular bulunmaktadır. Önceki çalı malarda bulanık sorgularda prensip olarak lamda-kesim kullanımı anlatılmı tır. Bu prensip daha önce SQLf in di er sorgu çe itlerinde kullanılmı tır. (Goncalves M.,Tineo L. “Derivation principle in advanced fuzzy queries”. *Fuzzy Systems, 2005. FUZZ'05. The 14th IEEE International Conference on. IEEE, 2005*)

Rosado ve arkada ları esnek sorgular için yapılmı çalı maları sınıflandırmı lar ve sınıflandırmalarında yakla ımlar arasındaki farklılıklar ve benzerlikleri ortaya koymu lardır. (Rosado, Antonio, et al. "Flexible query languages for relational databases: an overview." *Flexible databases supporting imprecision and uncertainty*. Springer Berlin Heidelberg, 2006. 3-53.)

Carrasco ve arkadaş larının çalı masının özeti ise; bulanık veya geleneksel veri tabanlarına sorgularımızı esnek ko ullarla yazmak için izin veren ve SQL dilinin uzantısı olan FSQL, kümeleme ve sınıflandırma problemlerini çözmek için kullanılabilir. Çalı mada FSQL uzatılarak dmFSQL (veri madencili i bulanık yapılandırılmı sorgu dili) adında yeni bir dil haline getirilmı tir. Carrasco ve arkadaş ları bunun veri madencili inin gereklerini kar ılayabilece ini dü ünmektedirler. (Ramón Alberto Carrasco, María Amparo Vila, Francisco Araque. “dmFSQL: a Language for Data Mining”. *Proceedings of the 17th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA '06) 2006*)

2009 da ise Goncalves M.,Tineo L. , Bulanık Veritabanları standardına yönelik bir katkı, 2003 SQL standarına göre SQLf güncellenmesi, yeni bulanık özellikler tanımlanması, bulanık table olu turulması, bulanık multiset veri tipi ve bulanık birle tirme table'ı uygulamaları yapı m larıdır. (Goncalves M.,Tineo L. “A New

Upgrade to SQLf Towards a Standard in Fuzzy Databases”. *Database and Expert Systems Application, 2009. DEXA’09.20th International Workshop on. IEEE, 2009.*)

Pankaj Gupta “geleneksel bir veritabanında bulanık sorgulama” başlıklı çalışmasında, dilsel ifadelerle dayalı sorguları desteklenmiş ve SQL ile aynı yollarla ilişkisel veritabanlarına erişim sağlamıştır. Bu çalışmada, bulanık küme teorisine dayalı esnek sorgulama çalışılmıştır. Esnek sorguların ve bulanık niteliklerin kavramlarının modellenmesi, SQL dilinin bir uzantısı olan Bulanık SQL olarak adlandırılmış ve tanımlanmıştır. Bu yapı, DBMS SQL Server ile zayıf bir bağlantı kavramına dayanmaktadır. (Pankaj Gupta. “FUZZY QUERYING IN TRADITIONAL DATABASE. *International Journal of Artificial Intelligence and Knowledge Discovery 1.4* (2011) 1-5.)

Hudec 2011’de bulanık sorgulama kavramının gerçekleştirilmesini incelemiştir. Bu amaçla çalışmada SQL’in WHERE kısmında bulanık genelleştirilmiş lojik koşulların kullanılmasıdır. Kullanıcıların dilsel deyimlerle sorgular yapabilmelerine olanak sağlamaktadır. Önerilen bu model SQL’in veritabanlarında bir deyimlik yapılmadan gerçekleştirilen bir uzantısıdır. Çalışmada GLC (Generalized Logical Condition) bir sorgunun ilişkisel veritabanlarına erişimi deyimden, bulanık mantık ile where artını geliştirmek için oluşturulmuştur. Bu çalışmada sunulan sorgu tekniği etkili bir veri seçimini sağlar. (Miroslav HUDEC. “Fuzzy improvement of the SQL”. *The Yugoslav Journal of Operations Research ISSN 0354-0243 EISSN 2334-6043 21.2* (2011))

Carmen Martinez-Cruz ve arkadaşları çalışmalarında tanımlanmış herhangi bir RDBMS uygulamasından bağımsız bir sorgu yapısı göstermiştir. Bu yaklaşım sayesinde, herhangi bir sorgu, bulanık veya klasik veriler üzerinde sistemine uygun olarak üretilir ve çalıştırılır. (Carmen Martinez-Cruz, Ignacio Blanco and M. Amparo Vila. “An ontology to represent queries in fuzzy relational databases”. *Intelligent Systems Design and Applications (ISDA), 2011 11th International Con*)

Zhang Peng’in çalışması bulanık mantık ve genelleştirilmiş bulanık sorgu için ayrıntılı bir açıklama sunar. Bulanık teori ve SQL fonksiyonu kombinasyonu ile sorgu daha

etkileyici olacaktır. (Zhang Peng. “A Study on Database Fuzzy Query Method in SQL”. *International Conference on Advances in Engineering* 2011)

2011 de Sr an Škrbi , Miloš Rackovi , ve Aleksandar Taka i yenilikçi bir bulanık-ili kisel veri modeli ve FRDB modeli geli tirmek için özel bir CASE aracı sunmu lardır. Bulanık mantık ve bulanık kümeler kullanılarak belirsiz ve tutarsız nitelikteki de erlerin ili kisel veri tabanı modeline mekanizmalarla belirsiz olarak i lenebilmesinin olanaklarını incelemi lerdir. (Sr an Škrbi , Miloš Rackovi , Aleksandar Taka i. “Towards the methodology for development of fuzzy relational database applications”. *Computer Science and Information Systems* 8.1 (2011) 27-40.)

Amit Garg & Dr. Rahul Rishi'nin bulanık veritabanlarına bir giri niteli inde olan çalı malarındaki, amaçları bulanık terimleri, sözel de i kenleri ve üyelik derecelerini kullanmaktır. Bu amaçla bulanık SQL where ko ulu için bulanık genelle tirilmi mantıksal ko ulu geli tirmi lerdir. (Amit Garg & Dr. Rahul Rishi. “Querying Capability Enhancement in Database Using Fuzzy Logic”. *Global Journal of Computer Science and Technology* Volume 12 Issue 6 Version 1.0 March 2012)

Hudec 2014 deki çalı masında, çok miktarda problemler ile, veritabanındaki varlıkların benzerliklerinin ortaya konması ve sorgu ko ullarındaki tercihlerin uygulanması tartı ılmı tır. Bulanık sorgularla ilgili bir uygulama yapılmı tır. Hudec'in çalı ması bulanık mantık ile ili kisel veri tabanları arasındaki, kullanıcıların tanıdık olmadı ı matemati e katkıda bulunur ve bulanık mantık ve bulanık sorgular ile etkin bir ekilde çözülebilir çe itli sorunları tartı mı tır. (Hudec, Miroslav. “Flexible data queries”. *Acta Informatica Pragensia* 2.2 (2014) 25-38.)

2. YAPAY ZEKÂ

2.1 Yapay Zekâ Kavramı

İnsanı diğer canlılardan ayıran en önemli özelliği zekâsıdır. Zekâ doğrudan gözlemlenemez ve kompleks bir yapıya sahiptir. İnsan anlayış, algılama, mantık yürütme, öğrenme ve karar verme gibi zihinsel bir çok görevi yerine getirir ki bunlar zekânın fonksiyonlarıdır. Değerli zekâ tanımlarına bakarsak;

“Zekâ; zihnin öğrenme, öğrenilenden yararlanabilme, yeni durumlara uyabilme ve yeni çözüm yolları bulabilme yeteneğidir.” [3]

“Bilgi ve becerileri uygulama yeteneği” [4]

“Zekâ bireyin amaçlı bir biçimde hareket edebilme, mantıklı düşünme ve çevresine uyum gösterebilme yetilerinin tamamıdır. (Wechsler, Amerikan Psikolog)” [5]

İnsanlarda doğuştan var olan zekâ; tüm yaşamımız boyunca deneyimlerimiz ve öğrendiklerimiz ile gelişir. Prof Dr. Howard Gardner’ın, çoklu zekâyı içeren teorisine göre; Zekâ; dilsel, sosyal, mantık-matematik, mekânsal-görsel, müzik, dışa dönük, içe dönük ve doğal zekâ şeklinde gruplandırılmaktadır.

Zekânın temeli olan bilgi; Türk Dil Kurumunca (TDK) “İnsan aklının erebileceği olgu, gerçek ve ilkelerin bütünü, malumat.” şeklinde tanımlanır. Dolayısıyla zekâyı beyinin bilgiyi doğru analizi şeklinde tariflemek de mümkündür.

M.Ö.3000’lerde Mısır’da tanı-tedavi sürecinde kullanılan ilk uzman sistemden bu yana insanın her zaman, kendinin bir portresi, kendi gibi hareket, konuşma, görme ve biliş (öğrenme, düşünme, uyum zekâ) özellikleri olan, kendilerini simüle eden makineler yapma isteği vardır. Bilim adamları makineleri daha akıllı hale getirmek ve insan zekâsını bilgisayar ortamında simüle etmek istemileridir. İnsanın yaratıcı eylemleri sonucunda, bazı hayallerini gerçekleştirmesi mümkün olmuştur. Günümüzün teknolojik toplumunda, çeşitli insan özelliklerinin taklit edildiği, insan özelliklerinin bazılarını yapabilen makineler bulunmaktadır. İnsan hareketlerine karşılıklı iletişim sistemleri, insanın konuşma ve görmesine karşılık olarak geliştirilen iletişim sistemleri, insanın düşük seviyeli zihin özelliklerine karşılık olarak ise

bilgisayar sistemleri bunlara örnek olarak verilebilir.

insan zekâsına sahip makineler yapma amacıyla geli en yeni bilim dalının adını; 1956'da John Mc Carty koymuştur. Dartmouth Görüşmesinde John Mc Carty tarafından "Yapay Zekâ" ismi açıklanmıştır. İnsan bilişsel süreçlerini simüle etmeyi amaçlayan; Yapay Zekâ; zeki makineler, özellikle zeki bilgisayar programları yapma mühendisliği ya da bilimidir.

"Yapay zekâ programlanmış bir bilgisayarın düşünme girişimidir." [6]

Başağıda bir tanımla;

"Yapay Zekâ; bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır." [5]

Yapay Zekânın amacını;

insan beyninin fonksiyonlarını, zihinsel yeteneklerini, insanın bilgi kazanma, öğrenme esnasındaki methodlarını araştırmak anlamak, bu methodları formel hale getirerek insan zekâsına sahip bilgisayarlar, makineler yapmak, bilgisayar kullanımını kolaylaştıracak yazılımlar, arayüzler geliştirmek, zeki robotlar, uzman sistemler ve genel bilgi sistemleri geliştirmek, bilimsel araştırmalar için yardımcıları geliştirmek şeklinde özetleyebiliriz.

Yapay Zekâ araştırmaları ve uygulamalarında yapay yollarla, makinelere zekâ indüklemeyi deneriz. Çeşitli sorunların çözümü için, insan taklit makineleri oluşturmak arayışları birçok modelle sonuçlanmıştır. Ancak buna rağmen onlarca yıl sonra çok az oranda insan takliti mümkün olabilmiştir. Büyük bir oranda bizim nasıl öğrendiğimiz ve performansımız sıradan olarak kalmıştır. [7]

Gordon Earle Moore 19 Nisan 1965 tarihinde tümlelik elektronik devrelere yerleştirilebilecek eleman sayısının 18 ayda bir, 2 katına çıkacağı şeklindeki ifadesini, sonra 36 ayda 3 katı olabileceği şeklinde günclemiştir. Bilgisayar teknolojilerinin minyatürizasyonu, kuantum boyutta kısa devre oluşturulduğundan, sınırlıdır. Dolayısıyla, Moore kuralı halen klasik bilgisayarlar için geçerli de olsa, yakın bir zamanda sona erecektir. Çağımızda bulanık mantık temelinde olan ve

atomlardan oluşan kuantum bilgisayarlar ile yapay zekâda çok daha fazla gelişme beklenilmekte ve insan düşünme hızının yakalanabileceği tahmin edilmektedir. Yapay zekâda gidilecek çok yol vardır. Bugün henüz akıllı makineler sadece duyu ve hayal gücünden eksik olduğu için insan zekâsı ile kıyaslanamaz durumdadır.

Yapay Zekâ; Güçlü Yapay Zekâ ve Zayıf Yapay Zekâ olarak ikiye ayrılabilir. Makinelerin programlanarak zeki davranışlar gösterebilmesi Zayıf Yapay Zekâ iken, zeki ve akıllı olabilmeleri Güçlü Yapay Zekâdır ki bu konuda, bilim adamları tarafından ayrılmışlardır. Zayıf yapay zekâ kısıtlı olup insana hizmet eder. Güçlü yapay zekâ insana eş ya da üstün zekâ düzeyinde makine ve yazılımları tanımlamak içindir. Güçlü yapay zekâ kuramına göre ise; uygun bir şekilde programlanan bilgisayarın kendisi bir zihindir; öyle ki, uygun programlar kullanılması yoluyla bilgisayarların dilsel ifadeleri anladıkları ve böylece bazı zihinsel yetileri de kazandıkları öne sürülür.

Ara tırmacılar makinelere öğrenme yeteneği kazandırıp, bu yeteneği insanlığın yararına kullanılmak amacıyla kullanırlar. Örneğin elektrik şebekeleri açısından düşünüldüğünde; öğrenen makineler; elektrik şebekesinin genel letilmesi maliyetinin düşürülmesi, enerji tüketimi ile tüketicilerin enerji kullanım profillerini ortaya çıkarmak gibi amaçlar için kullanılmak istenmektedir. Akıllı sistemlerin öğrenme yöntemleri çeşitlidir. Sembolik düşünmeye dayanan kavram öğrenme, induktif (tümevarım) - dedüktif (tümdengelim) öğrenme, makine öğrenmesi, yapay sınırları gibi...

Bir programın ya da sistemin zeki ya da akıllı olarak kabul edilebilmesi için, öğrenme, karar verme, algılama, problem çözme, muhakeme, şekil ya da resim tanıma, doğal dil anlama özelliklerinden bazılarını bulundurmalıdır.

Yapay Zekâ'nın geleneksel programlamadan birçok farkı vardır:

Örenebilirler, eski bilgilerini güncelleyebilir ve tecrübe kazanabilirler, bu tecrübeyi kullanarak yeni problemleri çözebilirler, insan düşüncesini taklit ederek açık olarak formüle edilmemiş, karmaşık problemleri çözebilirler, bir problem

kar ısında yorum yapabilir, bir durum kar ısında kullanıcıya yanıt verebilir, eksik veri ile problemler çözebilirler, semboliktir, belirli bir algoritma yerine sezgisel (Heuristic)yöntemler kullanırlar, yanlı yapabilirler.

Yapay zekâ do al zekâ ile kar ıla tırıldı nda avantajlı ve dezavantajlı oldu u alanlar vardır. Avantajları;

Yapay Zekâ daha kalıcıdır, kolayca kopyalanabilir ve geni kitlelere aktarılabilir, yapay zekânın maliyeti daha dü üktür, satın alınabilir, tutarlıdır, kararları belgelenebilir.Teknik duyuma sahiptir. Yapay Zekâ bilgileri toplayabilmekte ve bu bilgileri insana göre daha etkin ve verimli bir ekilde i leyebilmektedir.

Dezavantajları; Yapay zekâ uan ki teknoloji itibariyle; yaratıcı de ildir, ö renmesi do al zekâya göre zayıftır. Uyum dı arıdan sa lanmalıdır. Oysa nsan; zekâsını, muhakeme ve deneyimlerini kar ıla tı ı probleme göre hemen uygulayabilmektedir.

Ba langıçta yapay zekâ; bilgisayar bilimcilerin etkinlik alanları gibi görülmü se de 1970 lerde ve sonraları bu durum de i mi tir. Böylece bilgi edinimi, sınıflandırma, konu ma ve video görüntü i leme, olay analizi gibi alanların yanısıra; do al dil i leme, örüntü tanıma, bilgisayarlı görme, biyometri problemleri (yüz tanıma , parmak izi, retina, el yazısı tanıma v.s), zeki robotik, uzman sistemler, yapay sinir a ları, evrimsel algoritmalar, bulanık mantık, kaos teorsu gibi pek çok alan yapay zekânın çalı ma alanı olmu tur.

Yapay Zekâ; Elektronik, Bilgisayar Bilimleri, Mühendislik, Fizik, Mantık, Dil Bilimi, Güzel Sanatlar, Matematik, Biyoloji, Fizyoloji, Psikoloji, Felsefe bilim alanları ile ili kili bilim ve teknoloji alanıdır.

Yapay zekâ yöntemleri; bilginin sunumu, problem tanımlama, otomatik akıl yürütme, çözüm arama, makine ö renmesi ve bilgi edinimi'dir.

Günümüzde insanlı ın refahı için kullanılan yapay zekâ teknolojileri, gelecekte ula aca ımız teknoloji için umut vericidir.

2.2 Yapay Zekânın Tarihçesi

Yapay Zekânın ortaya çıkışı tarihi bir olay olarak nitelendirilmektedir. Modern anlamda Yapay Zekâ'nın 1943'te McCulloch & Pitts: Beynin Boolean devre modeli ile başlayan günümüze uzanan gelişiminde; 70 yıllık dönemde oldukça iyi bir gelişme katılmıştır. 1950 yılında Alan Turing "Makineler düşünebilir mi?" sorusu ile Yapay Zekâ felsefesinin öncüsü olmuştur. Bu soru fantastik görülebilir ve karmaşık, zor bir problemdir. 1956 yılında John McCarthy 'in "Yapay Zekâ" ifadesini kullanması ile doğan Yapay Zekâ; diğer bilimlere göre, yeni bir bilim ve teknolojidir.

Yapay zekâ kavramının ortaya çıkışının temellerini, öncelikle eski çağlara göre daha sonra modern anlamda incelersek;

ESKİ ÇAĞLAR:

- M.Ö.3000 Mısır'da tanı-tedavi sürecinde kullanılan ilk uzman sistem.
- Yunan Mitolojisi (Hephaestus ve Pygmalion) zeki robot kavramı.
- Eb'ul İzzet Cezeri (1136-1206) Türk bilim adamı Sibernetik ve Robotik konusunda ilk eseri vermiştir.
- 13yy. İspanyol teolog Ramon Llull birleştiriciler yardımı ile matematiksel olmayan gerçeklikleri bulan makineler fikrini ileri sürmüştür.
- 1580 Prag Hahamı canlı bir Golem bulduğunu iddia eder.
"Golem, efsanelerde ruhu olmayan genelde kilden veya topraktan oluşturulan bir canlıdır." [3]
- 15-16 cı yy. ilk saatler üretildi.
- 16 cı yy. ilk yarısı Rene Descartes "Canlı vücutların karmaşık makineler olduğunu" ileri sürer.
- 1651 Hobbes romanı "Leviathan" da "insanların makinelerle beraber yeni bir zekâ tipi ürettiğini" yazar.
- 1642 Fransız Matematikçi; Blaise Pascal Mekanik hesap makinesini icat etti.
- 1673 Leibniz Mekanik hesap makinesini geliştirdi.
- 18 yy Vaucanson 'ın oyuncak mekanik ördeği.
- 18 yy Kempelen'in mekanik satranç oyuncusu.

- 18 yy Mary W. Shelley ilk kez B. Britanyada yayımlanan Frankenstein romanını yazar. Romanda Dr. Frankenstein; galvanizm, simya ve elektrik gücü ile bir yaratık olu turur.

- 1832 İngiliz bilgini Babbage ve Byron, Fransız mühendis Jacquard'ın tekni ini kullanarak programlanabilen mekanik hesap makineleri üzerine çalışmı lardır.

MODERN DÖNEMLER;

1943- McCulloch & Pitts: Beynin Boolean devre modeli.(Basit sinir a 1 ve bunun ö renebilece ini göstermi lerdir.)

1943- A.Rosenblueth, N.Wiener ve J.Bigelow sibernetik deneyimi kazandırmı lardır.

1950- Alan Turing'in (1912-1954) 1950 yılında "Makineler dü ünebilir mi?" sorusunu bir makalesinde gündeme getirir. Turing taklit oyununu tasarlar.

1956- Dartmouth Görü mesi: John Mc Carty tarafından "Yapay zekâ" ismi ortaya atıldı.

1956 yı takip eden yıllar Carnegie-Melleon, Stanford, MIT ve Edinburgh üniversitelerde yapay zekâ laboratuvarları kurulmu tur.

1957 ler- Newell ve Simon'ın ba arısızlıkla sonuçlanan "General Problem Solver"1, Gelernter'in geometri motoru.

1952-1962 arasında A. Samuel ilk oyun programını yazmı tır.

1958- John Mc Carty LISP dilini geli tirmi tir.

1952-1969-IBM satranç oynayabilen ilk programı yazdı.Yapay Zekâ konusundaki ilk uluslararası konferans düzenlendi.

1962- İlk Endüstri robotu irketi olan Unimation kuruldu.

1963-E.A Feigenbaum ve J.Feldman tarafından ilk yapay zekâ kitabı basıldı.

1965-Robinson'un mantıklı dü ünme için geli tirdi i tam bir algoritma

1966-73-Yapay Zekâ hesapsal karma ayla kar ıla ır. Sinir a ları ara tırmaları hemen hemen kaybolur.

1969-79-Bilgiye dayalı sistemlerin ilk geli me adımları

1980-Yapay Zekâ Endüstri haline gelir

1986-Yapay sinir a ları tekrar popüler olur.

1987-Yapay Zekâ bilim haline gelir.

1995-Zeki ajanlar(terimsel kullanımdır) ortaya çıkar.

1997-Deep Blue adlı satranç programı Dünya ampionu Kasparov'u yendi.

1998- nternetin yaygınla ması ile YZ tabanlı birçok program geni kitlelere ula tı.

2000-05-Robot oyuncaklar piyasaya sürüldü. Nomad adlı robot Antartika'nın uç bölgelerinde meteor örnekleri arama çalı malarında kullanılmaya ba lanı tır.

Mars'ta otonom bir robot

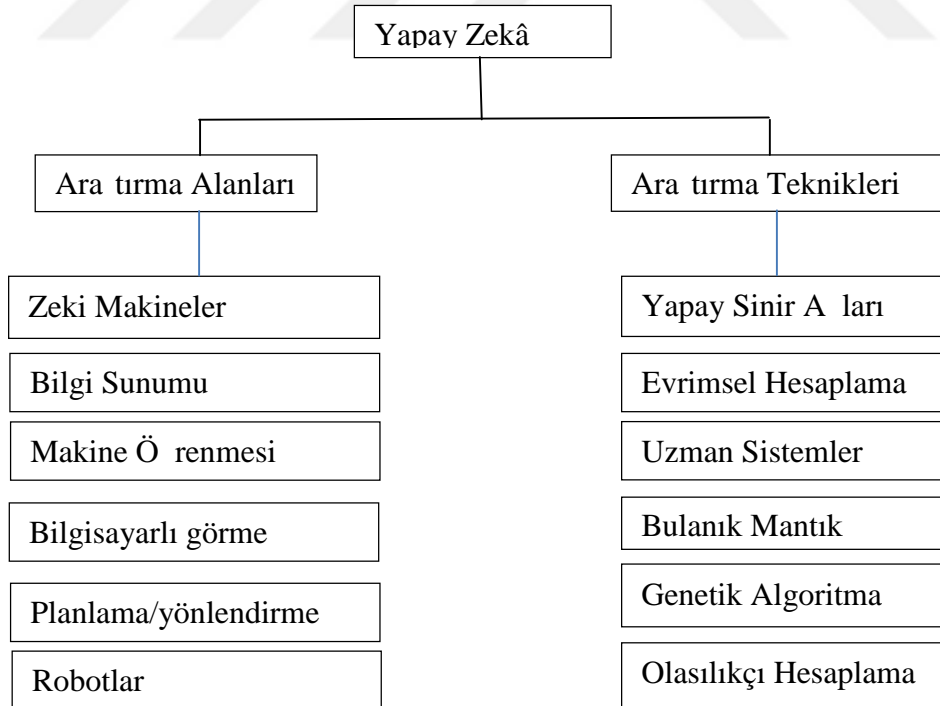
Kısıtlı alanda konu ma, ses anlayan programlar (Pegasus, seyahat yardımcısı)

Yüksek do ruluklu hava tahmin sistemleri

2011-IBM'in Watson programı

Halen birçok elektronik cihazda Yapay Zekâ uygulamaları kullanılmaktadır ve giderek hayatımıza daha çok girmektedir.

2.3 Yapay Zekâ Teknikleri



ekil 2.1 Yapay Zekâ Teknikleri [8]

2.3.1 Do al Dil leme

“Do al dil i leme ve çevirme Yapay Zekânın ara tırma, çalı ma alanlarındandır. Mantı ın terimlerle ilgilenme nedeni, dilin dü ünneyi aktarma aracı olmasıdır.”[5] Türkiye’de dil biliminin kurucuları arasında yer alan Prof. Dr. Do an Aksan dili; “Dil, tıpkı onu olu turup i leten beyin gibi, bugün bile birçok noktası aydınlatılmamı bulunan büyüü bir düzendir. Eski Hintten, Eski Yunandan beri ses, seslem (hece), sözcük, tümce gibi birtakım birimlerle belirlenen, özne, tümleç, yüklem gibi kavramlardan yararlanılarak açıklanmaya çalı ilan dil aslında son derece karma ık bir yapısı ve i leyi i olan bir dizgeler bütünüdür.” biçiminde tanımlar. [9]

“Do al dilde belirsizlik, bulanıklık vardır.” [10]

Gelecekte yapay zekâ ile donatılmı makineler ile insanın ileti im kuraca ı tek araç dildir. Bugün ise Yapay zekâ ve dil biliminin alt kategorisi olan Do al dil i lemede; son olarak gelinen a ama; 2011 yılında; do al dilde sorulan sorulara cevap vermek için ibm tarafından C++ ve java dilinde geli tirilen Watson yazılımıdır. Bu yazılım do al dil i leme, bilgi alma, bilgi gösterimi ile akıl yürütme ve makine teknolojileri ö renmede ileri bir uygulamaya örnek verilebilir. Do al dil i leme, ana i levi bir do al dili çözümlenme, anlama, yorumlama ve üretme olan bilgisayar sistemlerinin tasarımını ve gerçekle tirmesini konu alır. Do al dil yazılımlarında, do al dilde verilmi metinlerin bilgisayarda analizi ile, bu metnin sistemin anlayabilece i bir biçime dönü türülmesi ve geleneksel program dillerinde kullanılan komutlara olan ihtiyacı ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır.

Do al dil çözümlenmesi;

Do al dilde ifade edilmi cümlelerin do rulu unun saptanması,

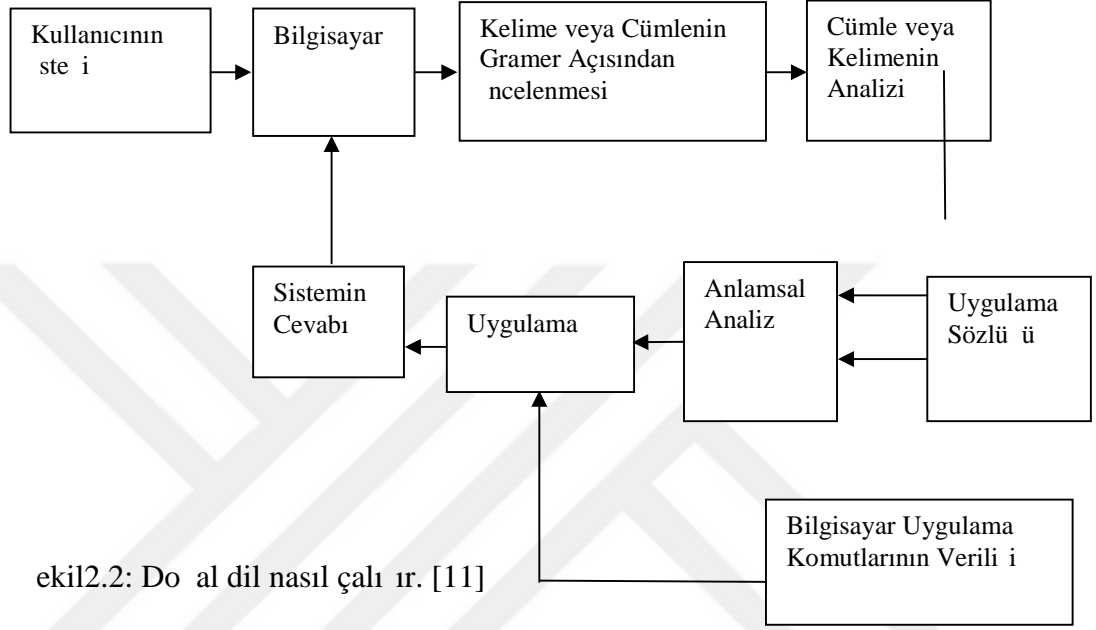
Mümkün olabilecek imla hatalarının belirlenmesi ve düzeltilmesi,

Girilen cümlelerin ö elere ayrı tırılmasıyla uygun sözdizimsel yapının olu turulması,

Anlamsal ili kilendirmelerin yapılması,

Problemi ifade eden söz dizimsel ve anlamsal sonuçların birle tirilerek sorgulamaya uygun cevaplandırmanın gerçekle tirilmesi,

i levlerini yapmaktadır. [5]



Cümle kelime kelime parçalara ayrılarak bilgisayara girilen cümle; bilgisayarın anlayacağı uygulama komutlarına dönü türülür ki, bu çalışmada sözkonusu yöntem FSQI için uygulanmıştır.

Do al dilde kullandığımız kalitatif niceleyicileri (az, çok, biraz az vs.) içeren cümlelerimizi bulanık mantık gösterimi ile ifadelendirebiliriz. Bu kalitatif niceleyiciler, 0 ile 1 arasında de erlerle ifade edilebilmektedir.

2.3.2 Esnek Hesaplama

Günümüz bilgisayar teknolojileri Hard Computing ve Soft Computing olarak ikiye ayrılabilir.

Esnek Hesaplama Bulanık Mantı ın kurucusu L.A.Zadeh tarafından önerilmiştir.

Esnek Hesaplama; sürekli geli en ve dünyamızın gelece i için umut veren bir kavramdır.Bilim ve teknoloji de bir devrim olarak kabul edilmektedir. Bilim ve

mühendislikte önemli bir rol oynayan Esnek Hesaplama; yükselmekte olan Yapay Zekâ için temel bile en olarak görülebilir.

Esnek Hesaplamanın temelinde yatan fikir, insan zekâsının bili sel yakla ım modelini olu turmaktır.

Yeni ku ak yapay zekâ kurulumu için; Esnek Hesaplama analitik olarak modellenmesi ve çözüme ula ılması güç olan sistemlerde dü ük maliyet ve daha iyi performans ile analitik yöntemlere alternatif olan hesaplama teknikleridir. Esnek Hesaplama yöntemleri; zeki sistemlerin tasarımında kullanılarak bu sistemlere, daha güçlü hesaplama için bir temel sunarlar. Esnek yöntem bilimle; daha uyumlu, sa lam sistemler geli tirmek mümkün olmaktadır.

Eksik ve hatalı verilerin olumsuz etkileri, Esnek Hesaplama ile giderilebilir.

Esnek Hesaplama önceleri bulanık hesaplama (Fuzzy Computing), sinirsel hesaplama (Neural Computing) ve evrimsel hesaplamanın (Evolutionary Computing) çe itli birle imleri olarak ifade edilmekteydi. Sonraları kaotik modelleme ve olasılıkçı akıl yürütmede esnek yöntemlere dahil olmu tur.

Lotfi A. Zadeh , “Yapay Sinir A ları, Bulanık Mantık, Evrimsel Hesaplama, Kaotik modelleme gibi yakla ımların tümüne **Soft Computing** (Esnek Hesaplama)” adını vermi tir.

1991 de L.A. ZADEH yöneticili inde BISC (Berkeley Initiative in Soft Computing) kurulduktan sonra; dünyanın her yerinden ara tırmacılar Bili imsel Zekâ; yani Bulanık Mantık, Sinir A ları, Evrimsel Hesaplama, Kaotik Modelleme, Olasılıkçı Akıl Yürütme gibi alanların birle tirilmesini incelemeye ba lamı larıdır.

Esnek Hesaplama bile enleri, (Fuzzy Computing, Neural Computing, Evolutionary Computing, Olasılıkçı Akıl Yürütme (Probabilistic Reasoning), Kaotik Modelleme, v.b) daha çok birarada kullanılsa da ba ımsız olarak da kullanılabilir.

Yumu ak Bilgisayar bile enlerinin ba ımsız kullanımına dayalı, bulanık teknoloji, sinir teknolojisi, kaos teknoloji ve di erleri son zamanlarda hem endüstriyel ve hemde sanayi dı ı alanlarda yeni teknolojiler olarak uygulanmı tur.

Esnek yöntemler arasında bir karıtlık de il, aksine bir tamamlama vardır. Dolayısıyla bir arada kullanıldıklarında daha etkin modeller yaratılabilir. Başka bir ifadeyle, temel olarak, yumu ak hesaplama kavram ve teknikleri homojen bir vücut de ildir. Daha ziyade temel ilkeleri ile uyumlu olan farklı yöntemlerin ortaklığıdır.

Örne in; Sinirsel bulanık sistemlerin çok sayıda uygulama alanı vardır. Sinirsel-Genetik, Bulanık-Genetik, Sinirsel-Kaotik ve Sinirsel-Bulanık-Genetik melez uygulamaların sayısı oldukça fazladır.

“Bu yaklaşım analitik dünyadaki interpolasyon, aproksimasyon ve regresyon gibi nümerik analiz tekniklerine dayanan sezgi ve beceriler ile karma k sorunlara, karma k olmayan çözümler bulabilme yetene i yaratıyor.” [12]

“Soft Computing için rol model insan aklıdır.” [13]

Yumu ak hesaplama insan aklının belirsiz ve eksik bilgiyi saklama ve ilemek için ola an üstü bir yetene e sahip olduğunu yansıtmaktadır. İnsan olmanın yaradılı ındaki Esnek Hesaplama ilkelerinin; birçok sistemde kullanıldığını görüyoruz. Esnek Hesaplama birçok yönüyle bilgisayar teknolojileri ve yapay zekâ alanında insanı model olarak (bilincinin, dü ünce tarzının) endüstriyel uygulamalara yansıtmaktadır.

Esnek Hesaplama, belirsizlik ve belirsizlik ortamında akıl ve ö renmek için, insan aklının ola an üstü yetene ine paralel, hesaplama için geli mekte olan bir yaklaşımdır. “Do al süreçler” her zaman Esnek Hesaplama teknikleri tasarımı arkasındaki “ilham kayna ı” olmu tur. Esnek Hesaplama sistemleri bir ölçüde, özellikle insan beyninin do a tarafından verilen fonksiyonlarının, i levlerini taklit etmeyi dener. [7]

Belirsizlik; sadece do al sistemlerde de il, tüm insan yapımı sistemlerde vardır.

Akıllı sistemlerin temelinde Esnek Hesaplama yöntemleri ve bu sistemlerde belirsizlik, kesinsizlik vardır. Örne in; ses tanıma, el yazısı tanıma, yüz tanıma, hastalık tespiti v.s.

Bu noktada, yumu ak hesaplamanın baskın amacı; do ru ve dü ük maliyetli çözümler elde etmek için belirsizlik toleransından faydalanmaktır.

Esnek Yöntemler kavram çözümlenme, yorumlama, akıl yürütme, teori oluşturma, bilimsel açıklama, ön kestirim ve model kurma kavramlarında kullanıcı dostu ve pek çok bilimsel disiplinin ilgi alanına giren bir yaklaşımdır. Bu yöntemler genellikle bilgisayar ortamına uygulanmaktadır.

Esnek Hesaplama 1990'lerde başladı ve son yirmi yılda hızla gelişti. Esnek Hesaplama'nın çeşitli uygulama alanları vardır. Uygulama alanları olarak, Biyometri, biyoinformatik, biyomedikal Sistem, Robotik, Güvenlik Açığı Analizi, Karakter tanıma, Veri Madenciliği, Müzik, Doğal Dil İşleme, Çok amaçlı optimizasyonlar, Kablosuz Ağlar, Zaman ve Finans serilerinin tahmini, Görüntü İşleme, Toksikoloji, Makine Kontrol, Yazılım mühendisliği, resim sıkıştırma, gürültü kaldırma ve sosyal ağ analizi sayılabilir. [7]

Esnek yöntemler; havacılıkta (uçak ve hava trafiği, uzay gemisi), iletişim sistemlerinde (Veri iletişimi, iletişim Ağları), Tüketici uygulamalarında (Soğutma ve Isıtma, Temizlik, Gıda hazırlama), Elektrik Güç Sistemlerinde (Denetim ve izleme, ölçümler, Planlama), Otomasyon ve Robot sistemlerinde (eller, hareketli robotlar, çok ajanlı robotlar, salkıda robotlar, duygusal ev tipi robotlar, imalat teknolojisi), Güç Elektronikleri ve Hareket Denetiminde (Hareket denetimi, endüksiyon Motor Sürücüleri, Tanı), İlim Mühendisliğinde (Kimya Endüstrisi, çelik endüstrisi), Taımacılıkta (Asansörler, Karayolu taşımacılığı, Demiryolu taşımacılığı) başarıyla uygulanmıştır.

Esnek Hesaplama global optimizasyon problemlerini çözmeye başarılıdır.

Prof Dr. Lotfi ZADEH tarafından Esnek Hesaplama'nın sık kullanılan tanımı;

“Esnek Hesaplama do ru ve dü ük maliyetli bir çözüm elde etmek , belirsizlik ve belirsizlik toleransından yararlanmak amacıyla, yumu ak hesaplama metodolojilerinin toplamıdır.” [14]

Lotfi ZADEH'in tanımı kısa bir zaman da, etkili karar alma içindeki belirsizlik rolünü belirtir. Gerçekte kısa bir zamanda bir sorunu çözmek herhangi bir sistem

için mümkün olmayabilir ya da çok pahalıya mal olabilir. Böyle durumlarda olası en iyi çözümler için Esnek Hesaplama teknikleri uygulanmalıdır. Esnek Hesaplama sınıflama, örüntü tanıma (sınırları), Doğrusal Olmayan Denetleme (Bulanık Mantık), global optimizasyon ve karmaşık problemler (genetik algoritmalar) gibi problemleri çözmeye yarar. Esnek Hesaplama teknikleri Zaman Kısıtlamaları içeren optimizasyon problemleri için, çözüm havuzundan olası en iyi çözümleri verir.

“Belirli sınırlamaları sağlayacak şekilde, bilinmeyen parametre değerlerinin bulunmasını içeren herhangi bir problem, optimizasyon problemi olarak adlandırılabilir.” [15]

Optimizasyon problemlerinde çözüm parametreleri değiştirilerek çözüm üretmeye çalışılır. Amaç fonksiyonu değeri maksimize ya da minimize etmek, sorun ve çözüm kalitesinin ihtiyacıdır. Optimizasyon problemleri ile ilgili zamana bağlı etkin sonuçlar veren çok fazla Esnek Hesaplama yöntemleri vardır. Bu tekniklerle oluşturulan çeşitli çözümlerden, en optimal çözümlere dönülebilir.

Tabiiatta var olan sistemleri ve olayları temel alınarak oluşturulan optimizasyon yöntemlerine sezgisel yöntem, zeki yöntem veya yapay zeka yöntemi gibi çeşitli isimler verilmektedir. Yapay Isıl Lem Algoritması, Tabu Algoritması, Genetik Algoritma, Karınca Koloni Algoritması, Yapay Bağımlılık Algoritması, Diferansiyel Gelişim Algoritması bu sınıfa giren oldukça popüler hale gelen algoritmalar. [15]

Esnek Hesaplama çözümünün doğrudan, kesinlikten fedakarlık yapar, fakat bunun karşılığında, geleneksel yöntemlerle çözmenin imkansız ya da çok pahalı olduğu problemleri çözer. Esnek Hesaplama bize doğası gereği modelinin imkansız olduğu problemlerin modelini sağlar. Esnek Hesaplama teknikleri, etki alanları ve disiplinleri, yüksek performans, çok çeşitli modelleme kolaylığı, kullanım kolaylığı nedeniyle böylece insanlar için değerli bir araç ve son derece popüler hale gelmiştir. [7]

Hard computing kesin sonuçlar elde etmek için, ikili mantık, numerik analiz, hassas modelleme ve crisp yazılım temellidir. Hard Computing diğer bir deyişle

geleneksel hesaplama; analitik modelin tam bir ifadesini gerektirir. Analitik modeller bir çok ideal durum için geçerlidir. Basit problemlerde iyi çalışır fakat kesinlik kümesinde sınırlıdır.

“Geleneksel sabit bilgisayar yöntemleri bugünün sorunları için genellikle çok zahmetlidir.” [16]

Hard Computing kuralları; kesin ve kullanıcıyı bağımlıdır. Bir problemin çözülmesi için Hard Computing’de girişler, çıkışlar ve bütünleşim prosedürü net olarak tanımlanır. Hard Computing de hassas girdilere uygulanan bu çok iyi tanımlanmış prosedürün neticesinde alınan çıktılar kesindir. Dolayısıyla bu çıktılar belirsizliğin herhangi bir derecesi değildir.

Hard Computing’de tanımlanmış aynı kural prosedür ve varsayımlar altında; yapılan işlemlerin sonucu hiçbir zaman ve iterasyonda değişmez. Hard Computing ile 2+2 her zaman 4’ür. Hard Computing ile elde edilen çıktıların doğruluğu ve kesinliği bu sistemin avantajıdır.

“Çocuğu, fizik, matematik ve bilim yasaları hard bilgisayar ilkelerini kullanarak modellenmiştir. Hard Computing, Esnek Hesaplama’ya göre kesin cevaplar verdiği için daha iyidir, fakat Hard Computingle çalışırken çalışmanın sınırlarını tanıtmak gerekir.” [7]

Hard Computing’in hesaplama süresi uzundur, yüksek maliyet gerektirir. Gerçek dünya sorunlarında ideal olmayan bir ortam söz konusudur. Hard Computing ideal model tasarlanamayan gerçek dünya sorunları için uygun değildir.

“Esnek Hesaplama; Hard Computing aksine, gerçek dünya sorunları için kesin olmayan ya da alt optimal ama ekonomik ve rekabetçi çözümler elde etmede etkilidir.” [17]

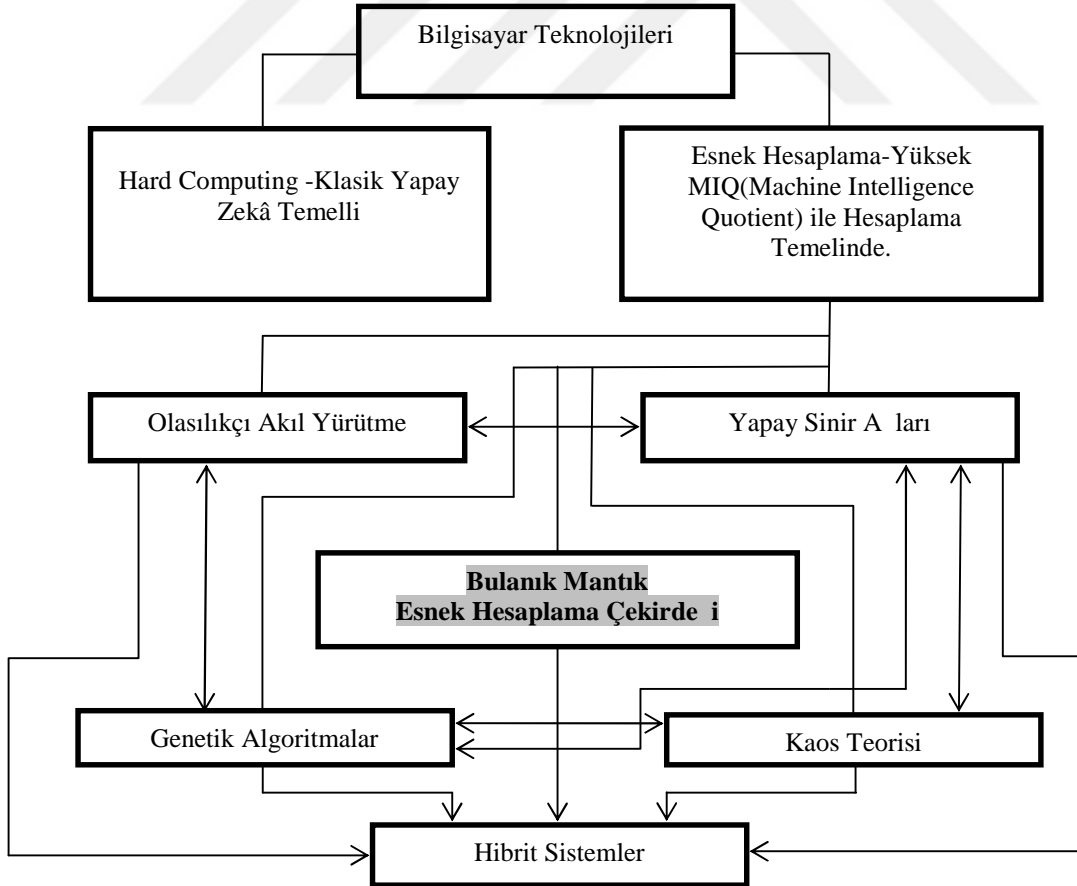
Esnek Hesaplama Hard Computing’den farklıdır. Esnek Hesaplama’ya dayalı sistemler “Akıllı sistemler” olarak da adlandırılmaktadır. İnsan sözel çıkarım sürecini taklit eden Esnek Hesaplama; matematiksel çalışma ile linguistik (dilsel güç) arasında arabirim olarak yer alır ki bu özellikte çok önemlidir. Tam kesinlik problemlerini çözmeyi amaçlar. Esnek Hesaplama hem nitel hem de nicel yöntemleri içerir. Nicel modeller ileri matematiksel yetenekler ve notasyon

gerektirdi inden dolayı hesaplama ve bili m yönünden sıkıntı vericidir.Nitel Modellerde; kesin olmayan, mu lak, belirsiz, sayısal olmayan nesnel kullanılmaktadır. Esnek Hesaplama belirsiz, kesinlik göstermeyen, kısmi do rulu a sahip durumlarda toleranslı sonuçlar üretir.

Esnek Hesaplama ve bili imsel zekâ yazılımlarında içinde Bulanık Mantık özel bir yere sahiptir ve Esnek Hesaplama'nın özüdür. Esnek Hesaplama, neural computing ve genetik compting ile daha ileri bir noktaya gelmi tir.

Sonuç olarak; esnek hesaplama, sayısal zekâya sahip, ö renebilen, analiz çevresini de i tirebilen, kararlar sunabilen uzman sistemler tasarlamayı amaçlayan bir yakla ımdır.

Esnek Hesaplama gelecekte daha da etkin bir e kilde kullanılacak ve yeni ba arılılar elde edecektir.



ekil 2.3: Esnek Hesaplama Bile enleri. [19]

2.3.2.1 Bulanık Mantık

“Mantık; Arapça, söz, konu ma anlamına gelen nutuk sözcü ünden türetilmi tir. Batı dillerindeki kar ılı ı logic’tir. Grekçe Logos sözcü ünden gelir. Logos ise akıl yürütme, dü ünme, yasa, ilke, söz v.s anlamındadır.” [18]

“Mantık, do ru dü ünmenin kurallarını inceleyen felsefi bir disiplindir.” [3]

Aristoteles den önceki dönemlerde mantıkla u ra an filozoflar biraz do ru ve biraz yanlı kavramı üzerinde durmu lardır. Bunlardan Platon bulanık mantı ın ne olması gerekti ini kurmu tur. Ancak Aristoteles’le bir bilim haline gelen klasik mantı a kar ı, ilk kez Lukasiewicz (1878-1956) kar ı önermede bulunmu tur.

Lukasiewicz ve Brauwer mantıkda modern dönemi ba latmı tır. Nihayetinde Lotfi A. Zadeh 1965 de bulanık küme teorisini geli tirmi ve belirsizli i formülle tirmi tir.

Bilim dünyası, 1965 yılında California’da Berkeley Üniversitesinde ö retim üyesi olan Prof. Dr.Lotfi A.Zadeh tarafından geli tirilen, Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) ile, klasik mantı ın yerine, insan dü ünçe sistemini esas alan mantıkla, tanı mı oldu.

Gerçek hayatın karma ıklı ından ve bizim algılama kapasitemizin sınırlı olmasından kesin olarak kavrayamadı ımız çok sayıda durum vardır. Bulanıklı ı tam olarak anla ılamayan, net olmayan, tam olarak seçilemeyen ekinde tanımlayabiliriz. nsano lunun sonuç çıkarabilme yetene ini anlayabilmek için belirsizliklerle çalı mak gereklidir.

“Bulanık mantık eksik veriyi i lemden geçirerek, di er yönetmelerle çözülmesi zor sorunlara hızlı ve tahmini fakat kabul edilebilir sonuçlar önerir.” [20]

Bulanık mantıkla beraber, klasik mantıkta paradoks olarak sayılan üçüncü bir durum söz konusu olmu tur. Bulanık mantık bir önerme için, önermenin do rulu unun kesin do ru ile kesin yanlı arasında sonsuz sayıda do ruluk de eri alabilece ini ifade eder. Bu ise bulanık kümenin elemanların dereceli üyelik fonksiyonu ile ifade edilmesidir. Bundan dolayıdır ki, klasik mantık için geçerli olan çeli mezlik ilkesi ve üçüncünün olmazlı ı ilkesi Bulanık mantıkta yoktur. Bulanık mantık otomatik kontrol sistemleri, Bilgi Sistemleri, Görüntü tanımlama

ve Optimizasyon Sistemlerinde kullanılmaktadır.

Yani bulanık mantık ve bulanık küme i lemleri kullanılarak makinelerin insanlar gibi kararlar vermesi amaçlanmaktadır. Bulanık mantı nın bu uyumlulu unun yapay sinir a ları veya genetik algoritmalarla desteklenmesi sonucu nöral-bulanık sistemler, veya genetik-bulanık sistemler ortaya çıkmı tır. Böylece akıllı sistemler de hızlı bir ekilde geli mi tir.

Bulanık Mantık Esnek Hesaplama'nın önde gelen bile enidir. Bu ba arıyla, birçok endüstriyel alanda uygulanmı tır. Örne in; Robotik, karma ık karar verme ve tanı, veri sıkı tırma, ve di er birçok alanda.

Bulanık mantı nın avantajları, güçlü yönleri; yorumlanabilirlik, effaflık, akla yakınlık, dereceli olma, modelleme, akıl yürütme, kesinsizli e tolerans ekinde sıralanabilir. Ancak bilgi edinimi ve ö renememesi bulanık mantı nın zayıf yönlerini olu turur.

Bulanık mantık teorisi, yumu ak bilgisayar için temel, üst düzey bili sel i levler- dü ünçe ve algı süreçlerinin emülasyonu için matematiksel güç sa lar.

Bulanık mantık geni anlamıyla bulanık kümeleri kapsar. Bulandırma ise ba ka önemli bir hususdur. Bulandırma ile bir X kümesinin içerd i kesin kümeler bulanık kümeler ile yer de i tirilerek bulandırılabilir.

Klasik mantıkta bir önerme ya do rudur ya da yanlı tır. Kesin kümelerde bir eleman kümeye ya dahildir ya da de ildir. Bulanık Setlerde yer alan bütün elemanlar, [0,1] aralı nda de er alan a a ıdaki üyelik fonksiyonu ile ifade edilirler.

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1]$$

[0,1] aralı ı, 0 ve 1 dahil olmak üzere, 0-1 arasındaki tüm reel de erleri alabilir. Kümeye dahil olmayan elemanın üyelik de eri "0 ", kümeye üyeli i tam olan elemanın üyelik de eri ise "1" dir. Belirsiz elemanlar ise üyelik fonksiyonundan da görülece i üzere 0 ile 1 arasında üyelik de erleri alırlar.

Bulanık kümeleri karakterize eden üyelik fonksiyonlarına, üçgen, yamuk, gaussian ve çan fonksiyonu biçiminde olanlar örnek olarak verilebilir.

Bulanık Mantıkla ilgili yöntem ve teknikler genellikle görüntü i leme, sinyal

i leme, denetleyici sistemler, uzman sistemler, veri tabanları, veri madencili i 'dir. Veri analizinde ki bulanık teknikler; bulanık gruplama, bulanık sınıflama, bulanık modelleme, ve tanımlamadır.

Bulanık Mantık küme i lemlerinden birle me i lemi; alt kümelerin VEYA i lemi ile bir araya getirilmesidir. ki tane bulanık alt kümenin birle me i lemi neticesinde her bir kümeye ait ö enin ait oldukları kümelerdeki üyelik derecesinin en büyü ü alınır. Bu durumu a a ıdaki formül ile gösterebiliriz.

$$\sim_{A \cup B}(x) = \text{Max}[\sim_A(x), \sim_B(x)] \quad (2.1)$$

Bulanık kesi im kümesi ise A ve B gibi iki bulanık kümenin her ikisinde birden X elemanın bulunma derecesini belirler. Kesi im kümesi VE i lemi uygulanmasını gerektirir. Bu i lemde üyelik derecelerinin en küçü ü alınır.

$$\sim_{A \cap B}(x) = \text{Min}[\sim_A(x), \sim_B(x)] \quad (2.2)$$

Bulanık kümenin tümleyeni bulunurken ise; bu kümenin ö elerinin üyelik dereceleri 1 'den çıkarılır.

$$\sim_{\bar{A}}(x) = 1 - \sim_A(x) \quad (2.3)$$

Sözkonusu küme i lemleri bulanık sorgulardaki ve, veya, de il ifadelerinin kar ılı ı olarak uygulanır.

Bulanık mantı ın önemli bir uygulama alanı da yapay zekâdır.

Bulanık küme teorisi, do al dil tanımlamalarını kullanarak matematiksel hesaplama yapmak için bir araçtır.

Bulanık Mantı ın di er mantık sistemlerinden önemli bir farklılı ı, Bulanık Mantı ın sözel de i kenlerin kullanımına izin vermesidir.

De i ken de eri olarak bir dildeki kelimeleri alabilen de i kene **Sözel De i ken** denir. Burada sözü edilen kelimeler, geleneksel küme teorisinde

sınır ko ulunu net olarak ifade edemeyen kelimelerdir. Bazı kelimelerin anlamı karma ıklık, subjektiflik veya belirsizlik gösterebildi i için, sözel bir de i kenin bulanık kümelerle dayanarak tanımlanması gerekir. Sözel de i kenler net olarak ifade edilemeyen kavramların yakla ık olarak nitelenebilmesini sa lar. Böylece sözel de i kenler, sözel ifadeleri matematiksel olarak ifade edebilmek için bulanık kümelerin kullanımını gerektiren araç haline gelirler. [21]

“Dilsel ifade ya da dilsel de i ken, de erleri anadildeki cümleler olan de i ken ya da kelime ile kelime gruplarını sayılar gibi kullanan de i ken olarak tanımlanır.” [22]

“X; de i ken adı,

T(x); de i kene de er olabilecek sözel terim kümesi;

E; de i ken karakteristiklerini tanımlayacak evrensel küme olmak üzere,

G; T(x) terim üreten dizimsel gramer

M; E’deki bulanık kümelerle kar ılıklı T(x) terimlerinin yorum bilimsel kuralları olmak üzere;

Sözel de i ken= (x,T(x),E,G,M)

eklinde tanımlanır.” [23]

Bulanık mantı ın sözel de i kenleri ile ilgili alanı; **kelimelerle ve algularla hesaplama** (computing with words and perceptions, CWP) olarak isimlendirilir.

Sözel de i kenler; Bulanık yüklem ve bulanık sıfatdan olu ur. Bulanık sıfatlar ise ikiye ayrılır. Bulanık niceleyici ve bulanık niteleyici. Bulanık niceleyici için ; “çok, birkaç, hemen hemen, tüm” kelimelerini, bulanık niteleyici için ise; “kesinlikle do ru, çok do ru, daha çok, daha az do ru, ço unlukla yanlı , yanlı ” kelimelerini örnek olarak verebiliriz.

Durumu örneklersek;

P= “X’in çok ya lı oldu u çok yanlı tır.”

Burada; ya lı, birincil terim yani yüklem, çok yanlı , bulanık niteleyicidir.

Kararlarımızı dilsel niteleyiciler kullanarak (çok so uk, biraz yava , çok ya lı gibi) veririz. Bulanık mantık ve dilsel de i kenler ile, çok so uk, biraz sıcak, ılık, çok ba arılı, hemen hemen ya lı gibi günlük ya antımızda kullandı ımız ifadelerle

kümeler oluşabilir, sorgular yapılabilir ve insan mantığına en yakın denetimi sağlayabiliriz.

“Bulanık Mantığın sözcükleri yakalamadaki matematiksel yeteneği, avantajı kelimelerle anlatılamaz. Bilgisayar sisteminin, insan konuşmasına göre çalışmasını istiyorsanız o zaman veritabanlarına “Belirsizlik” tanıtmamız gerekir”. [24]

Baldwin’ın doğruluk niteleyicileri için oluşturduğu doğruluk formülleri;
 $f \in [0,1]$ olmak üzere;

$$\mu_{kesinlikledogr u}(f) = 1 \quad f = 1 \text{ için}; \quad (2.4)$$

$$\mu_{kesinlikledogr u}(f) = 0 \quad f \neq 1 \text{ için}; \quad (2.5)$$

$$\mu_{dogru}(f) = f \quad (2.6)$$

$$\mu_{cokdogru}(f) = (\mu_{dogru}(f))^2 \quad (2.7)$$

$$\mu_{birazdogru}(f) = (\mu_{dogru}(f))^{1/2} \quad (2.8)$$

$$\mu_{kesinlikleyanlı ş}(f) = 1 \quad f = 0 \text{ için}; \quad (2.9)$$

$$\mu_{kesinlikleyanlı ş}(f) = 0 \quad f \neq 0 \text{ için}; \quad (2.10)$$

$$\mu_{yanlı ş}(f) = 1 - \mu_{dogru}(f) \quad (2.11)$$

$$\mu_{cokyanlı ş}(f) = (\mu_{yanlı ş}(f))^2 \quad (2.12)$$

$$\mu_{birazyanlı ş}(f) = (\mu_{yanlı ş}(f))^{1/2} \quad (2.13)$$

Sözel deyimlerin anlamını vurgulayan uyarlayıcılar, bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarına dayanan küme idemleridir.

Yo unla ma Uyarlayıcısı:

$$\text{ÇOK}(\tilde{A}) = \text{CON}(\tilde{A}) = [\mu_{\tilde{A}}(X)]^2 \quad (2.14)$$

Oldukça Uyarlayıcısı:

$$\text{OLDUKÇA}(\tilde{A}) = [\mu_{\tilde{A}}(X)]^3 \quad (2.15)$$

Yaklaşık Olarak Uyarlayıcısı:

$$(\tilde{A}) = \text{DIL}[\text{DIL}(\tilde{A})] = [\mu_{\tilde{A}}(X)]^{1/4} \quad (2.16)$$

Açılma uyarlayıcısı:

$$\text{HEMENHEMEN}(\tilde{A}) = \text{DIL}(\tilde{A}) = [\mu_{\tilde{A}}(X)]^{1/2} \quad (2.17)$$

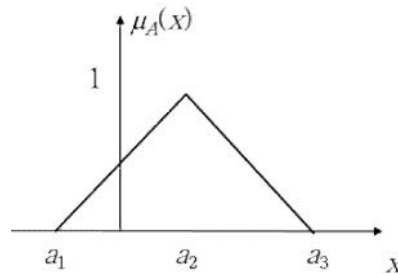
“Yo unla ma uyarlayıcısı ile, bulanık bir kümedeki elemanların üyelik derecesi indirgenmeye çalışılır. Açılma Uyarlayıcısı ile bulanık kümedeki elemanların üyelik derecelerini 1’e doğru yaklaştırılması hedeflenir.” [21]

Söz konusu bu uyarlayıcıların bulanık sorgulardaki karılıklı olarak (2.14), (2.15), (2.16), (2.17) formüllerdeki üyelik ifadeleri geliştirilen yazılımda uygulanacaktır.

Kauffman ve Gupta’nın tanıma göre; “Normal ve konveks olan bulanık kümeye bulanık sayı denir.”

Bulanık Sayılar’dan bu çalışmada kullanılanlar:

Üçgensel Bulanık Sayının Tanımı ; $A = (a_1, a_2, a_3)$ olmak üzere,

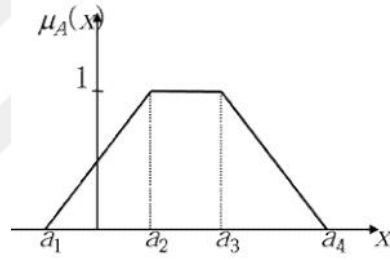


ekil. 2.4: Triangular Üyelik Fonksiyonu

$$\tilde{~}_{(A)}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (2.18)$$

Trapezoidal Bulanık Sayı Tanımı

(Trapezoidal fuzzy number): $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ olmak üzere;

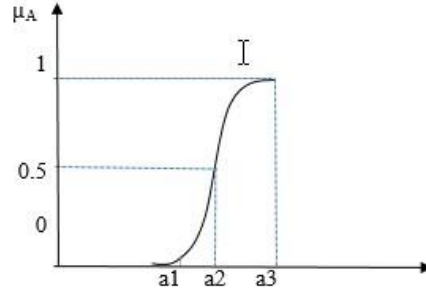


ekil. 2.5: Trapezoid Üyelik Fonksiyonu

$$\tilde{~}_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (2.19)$$

S Bulanık Sayı Tanımı (S fuzzy number):

$A = (a_1, a_2, a_3)$ olmak üzere;

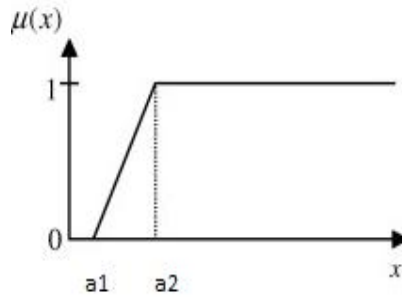


ekil.2.6: S Üyelik Fonksiyonu

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ 2\left[\frac{x-a_1}{a_3-a_1}\right]^2, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1-2\left[\frac{x-a_3}{a_3-a_1}\right]^2, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (2.20)$$

Z Bulanık Sayı Tanımı (Z fuzzy number):

$A = (a_1, a_2)$ olmak üzere;



ekil.2.7: Z Üyelik Fonksiyonu

$$\tilde{\mu}_{(A)}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & x \geq a_2 \end{cases} \quad (2.21)$$

Bulanık sayıların sıralanması, bulanık karar verme problemlerinde önemli bir bulanık optimizasyon sorunudur. Bulanık sayıların sıralanması hususunda literatürde mevcut çalışmalardan;

Liou ve Wang Yöntemi bu çalışmada fitness fonksiyonuna esas teşkil etmiştir.

Liou ve Wang'ın 1992 yılında yaptıkları çalışma; Toplam Entegral Değer Yöntemiyle yapılmaktadır. Yöntemin Trapezoid Bulanık Sayılar için algoritması ;

“ $\alpha \in [0,1]$ iyimserlik indeksi olmak üzere; $\tilde{A} = (m, n, u, z)$ sayısı için;

$$I_T^\alpha(\tilde{A}) = \frac{1}{2} [\alpha \cdot (u + z) + (1 - \alpha) \cdot (m + n)] \quad (2.22)$$

Burada iyimserlik indeksi olarak tanımlanan α , $[0,1]$ kapalı aralığında değer almaktadır. α Büyüdükçe iyimser bir karar verici, küçüldükçe ise karamsar bir karar verici söz konusudur.

\tilde{A}_i ve \tilde{A}_j Bulanık sayıları için sıralama;

$$\tilde{A}(m, n, u, z) \quad I_T^\alpha(\tilde{A}_i) < I_T^\alpha(\tilde{A}_j) \text{ ise } \tilde{A}_i < \tilde{A}_j \quad (2.23)$$

$$I_T^\alpha(\tilde{A}_i) = I_T^\alpha(\tilde{A}_j) \text{ ise } \tilde{A}_i = \tilde{A}_j \quad (2.24)$$

$$I_T^\alpha(\tilde{A}_i) > I_T^\alpha(\tilde{A}_j) \text{ ise } \tilde{A}_i > \tilde{A}_j \quad (2.25)$$

eklinde olmaktadır.” [25]

Söz konusu sıralamada iki bulanık sayı için çıkan sonuçtan büyük olanın ait olduğu sayı, mukayesede diğer sayıdan büyüktür. Liou ve Wang'ın yöntemi bu çalışmada fitness fonksiyonu olarak kullanılmıştır.

2.3.2.2 Evrimsel Hesaplama ve Genetik Algoritma

Evrimsel algoritma son zamanlarda popüler bir Esnek Hesaplama yöntemidir. Literatürdeki çalışmalar Michigan Üniversitesi araştırmacılarından John Holland (1975) ile başlar, Goldberg (1989), Davis (1991) Michalewicz (1992) şeklinde devam eder.

Evrimsel Hesaplama ve alt alanları Esnek Hesaplama'ya doğal seçim ve genetik paradigmalarına dayanan avantajlar sağlar. Ancak evrimsel hesaplamanın dezavantajı güçlü bir teorik temelinin olmaması ile beraber yakınsama sorunudur. Yine Evrimsel hesaplamaların hızı düşüktür. Kodlama ve hesaplama hızı zayıf yönleridir. Güçlü yönleri ise; hesaplama etkinliği ve genel optimizasyondur.

Evrimin çevreye en iyi uyum sağlayan bireyin hayatta kalması ilkesini bazılarak oluşturulan yöntemler Evrimsel Algoritmalar olarak isimlendirilir. Genetik algoritmalar ve genetik programlama (genetic programming) evrimsel algoritmanın dört temel paradigmasındandır. Literatürde, evrimsel algoritmaların paradigmasını melez olarak kullanan bir çok uygulama yapılmıştır.

Genetik algoritmaların uygulama alanları, Mekanik öğrenme, otomatik programlama ve bilgi sistemleri, optimizasyon, ekonomik sistemler, sosyal sistemler şeklinde sıralanabilir.

Genetik algoritmalar yönlendirilmiş rasgele araştırma algoritmalarının bir türüdür. Tabii seçme ile canlılarda bulunan genetik gelişimin benzetimini gerçekleştirilmektedir. Algoritma diğer evrimsel algoritmalar gibi araştırma uzayında bulunan çözümlerin bazılarının oluşturduğu bir başlangıç popülasyonu (initial population) kullanmaktadır. Başlangıç popülasyonu her jenerasyonda (generation), tabii seçme (naturel selection) ve tekrar

üreme(reproduction) i lemleri vasıtası ile ard arda geli tirilir. En son ku a ın en uygun yani en kaliteli (fittest) bireyi, problem için optimal çözüm olmaktadır. Bu çözüm optimum olmayabilir ancak kesinlikle optimuma yakın bir optimal çözümdür. [15]

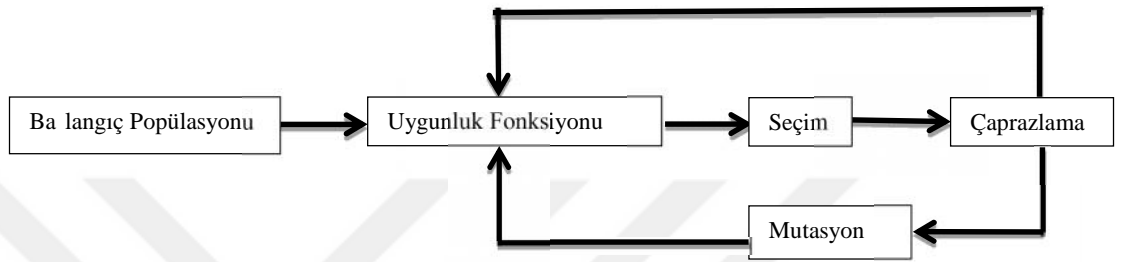
Geleneksel optimizasyon yöntemlerine göre farklılıkları olan genetik algoritmalar, parametre kümesini de il, kodlanmı biçimlerini kullanırlar. Olasılık kurallarına göre çalı an genetik algoritmalar, yalnızca amaç fonksiyonuna gereksinim duyar. Çözüm uzayının tamamını de il belirli bir kısmını tararlar. Böylece, etkin arama yaparak çok daha kısa bir sürede çözüme ula ırlar. [26].

Karma ık optimizasyon problemlerini çözmeye özellikle ba arılı olan, genetik algoritmalar stokastiktir. teratif bir süreçtir. Bu iteratif süreç bir durdurma kriteri belirtilmezse sonsuza kadar devam eder. Sonsuz döngüden çıkmak için genetik algoritmayı uygulayanın algoritma için bir durdurma kriteri belirlemesine ihtiyaç vardır. Durdurma kriteri yöntemleri;

Hesaplama Zamanı Kriteri: Bu yöntemde önceden bir hesaplama zamanı veya döngü sayısı belirlenmekte, bu zaman veya döngü sayısına ula ıldı ında durdurulmaktadır. Bu yöntemin sakıncaları olabilmektedir. Döngü devam ettirildi inde iyile meler görülebilecektir. Belirlenen döngü sayısı gerekti inden de fazla olabilir.

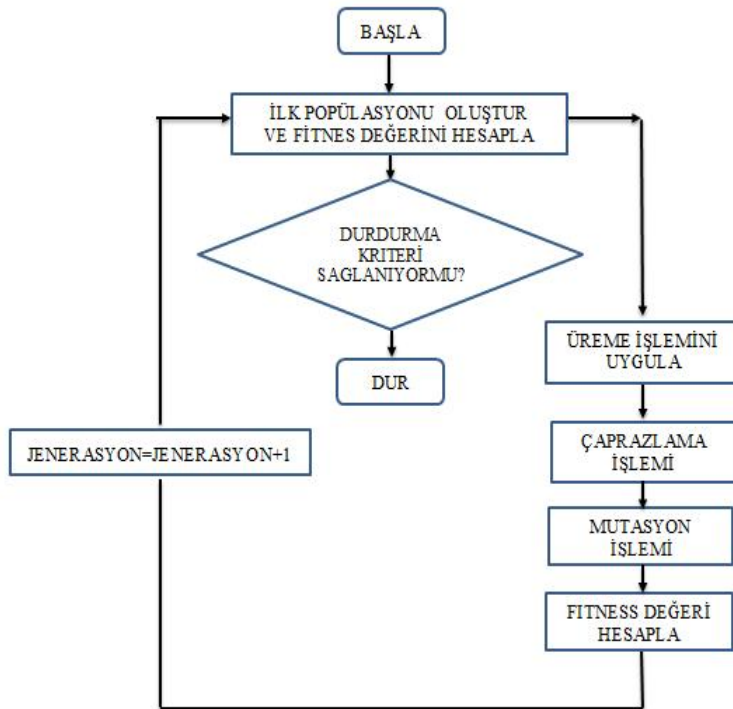
Optimizasyon Hedefi Kriteri: Önceden ula ılması istenen amaç fonksiyonu de eri bilinmektedir. Uyum de eri bu de ere ula tı ında algoritma durdurulmaktadır.

Minimum iyile me kriteri: Genetik algoritma problemlerinde bulunan en iyi çözümler önce hızlı daha sonra yavaş yavaş artı göstermektedir. Bulunan de erlerdeki iyile me hızının giderek azalması ve sifıra yakla ması, artık daha fazla iyile me beklenmemesi gerekti ini gösterebilir. Çözüme harcanacak zaman ile çözümden beklenecek kalite arasında bir denge kurularak durdurulur. [27]



ekil 2.8: Genetik algoritmalar da evrimleme döngüleri. [5]

Ayrıca ekil genetik algoritmada bir durdurma kriteri sağlanana kadar izlenecek adımları göstermektedir. Popülasyona uygulanacak temel genetik operatörler ve işlem sırası ekil üzerinden takip edilebilir.



ekil 2.9: Genetik algoritma adımları.

Genetik algoritmalarda çalı ma ekli sırasıyla a a ıda açıklanmı tır.

-Kromozomların Kodlanması

Çözüm uzayındaki çözümlerin (kromozomların) kodlanması genetik algoritma için önemlidir ve yine probleme özgü bir durumdur. Genetik algoritmaya ba lanılırken kromozomların hangi kodlama biçimi ile kodlanacağına karar verilmelidir. Kodlama biçimleri üç temel guruba ayrılarak incelenebilir.

Bunlar;

- kili Kodlama

-Sıralı Kodlama

-De er Kodlaması.

Bu tez için yapılan çalı mada; ikili kodlama yöntemi kullanılmı tır. Genetik algoritmalarda sık kullanılan ikili kodlama yöntemi; her kromozom, her bitin çözümün bir özelli ini temsil etti i ikili karakter dizisi ekinde temsil edilmektedir. kili kodlamayı bir örnekle gösterirsek;

Bir A kromozomu için: 010110100000 ekinde kromozomlar 0 ve 1 lerden olu an bit dizisidir.

-Ba langıç Popülasyonu

Genetik algoritmadaki probleme ait olası her bir çözümün kodlanmı haline **kromozom** denir. Kromozomlar sistemin optimize edilecek de i kenleridir.

“Popülasyon, çözüm bilgilerini içeren kromozomların biraraya gelmesiyle olu an olası çözüm yı mına denir.” [28]

Öncelikle çalı ılan problem için, popülasyonda bulunacak birey (kromozom) sayısı belirlenmelidir ki, tavsiye edilen popülasyonun 20-100 bireyli olmasıdır. Popülasyon büyüklü ü G.A. çözüm sürecine ulaşmasında önemli bir etkindir. Popülasyonun büyük olması çözüm süresini uzatır. Ancak popülasyonun az olması da çözüm de erlerine ulaşamamasına sebep olur. Böylece, tüm olası çözüm uzayındaki çözümlerin bir miktarı ile rastsal bir ba langıç popülasyonu olu turulur. Popülasyonlardaki kromozom sayısı sabit tutulmalıdır.

-Fitness Fonksiyonu

“Herhangi bir problem için, çözümünün olması gerekene göre ne kadar iyi

oldu unu gösteren bir ölçüt belirleyebilir ve problemi bu ölçüt temelinde tanımlayabilirsek, ilkesel olarak, o problem için çözüm geli tirebiliriz.” [29]

Olu turulan Kromozomların ne kadar iyi oldu unu, çözümde gösterdikleri ba arıyı bulan i leve, fitness (uygunluk) fonksiyonu denir. Fitness fonksiyonları amaç fonksiyonu olarak da isimlendirilir. Fitness fonksiyonları probleme özeldir ve direkt olarak problemin ba arısını etkiler. Dolayısıyla kromozomların uyum de erlerinin do ru hesaplanabilmesini, G.A'nın ba arısını teminen, fitness fonksiyonun özen ve dikkatle seçilmesi gerekir. Bu i lev sonucunda dizilerin fitness de erinin bulunması; Fitness De eri Hesabı'dır. Tüm jenerasyonlarda, olu turulan tüm kromozomların amaç fonksiyonu de eri ile ili kili bir Fitness (uyum) de eri mevcuttur. Fitness de eri olu turulan bireyin hayatta kalma yetene i ile do ru orantılıdır ve fitness de eri yüksek bireyler seçimlerde daha anslıdır. Bulunan fitness de eri kromozomun çözüm kalitesini gösterir.

-Ebeveyn Seçimi (Genetik Operatörlerin uygulanaca ı diziler)

Uyum de erleri hesaplanan kromozomlar arasından, yine fitness de erlerine göre ebeveyn seçimi ve e le tirmesi yapılmalıdır. Kromozomların hesaplanan fitness de erlerine göre, daha iyi uygunluk de erine sahip kromozomların seçilme ihtimalleri daha fazladır.

t. jenerasyondaki i.kromozomun seçilme olasılı ı;

$$P(s_i(t)) = f(s_i(t)) / f \quad (2.26)$$

e itli i ile verilir. Burada f fitness de erini göstermektedir.

Bu seçim için bir grup kromozom rastsal olarak seçilir. Bu seçimi yapmak için rulet tekerle i seçimi (roulette wheel selection), turnuva seçimi (tournament selection), Boltzman seçimi (Boltzman selection), sıralama seçimi (rank selection), Sabit durum seçimi (steady state selection) gibi seçme yöntemleri kullanılır.

En çok kullanılan **rulet tekerle i seçiminin** i leyi ini açıklarsak;

- 1) Tüm bireylerin uygunluk de eri bir tabloda tutulur.
- 2) Bu de erler toplanır.
- 3) Tüm bireylerin de eri toplam de ere bölünerek [0,1] aralı ında sayılar elde edilir. Bu sayılar bireylerin seçilme olasılıklarıdır ve bu sayılar bir tabloda tutulur.
- 4) Seçilme Olasılıklarının tutuldu u tablodaki sayılar birbirine eklenerek **rasgele** bir sayıya kadar ilerlenir. Bu sayıya ula ıldı ında ya da geçildi inde son eklenen sayının ait oldu u dizi seçilmi olur.

Bu seçimde çember n adet parçacı a bölünmü tür. Her aralık bir düzeyi temsil eder. Her dizinin uygunluk de eri toplam uygunluk de erine bölünür. Böylelikle yı ın içindeki her dizinin çözüm kümesi içindeki [0-1] de erleri arasındaki yeri bulunur. Diziler uygunluk de erlerine göre toplam uygunluk de erine göre yüzdelik olarak çemberde temsil edilirler. Tekrar üreme için rulet tekerle inin döndürülmesi gerekir. Bunun için sıfırla toplam uygunluk arasında rastgele bir sayı üretilerek bu sayının tekerle in hangi parçasına kar ılıklı geldi ine bakılarak kromozom seçilir. Böylelikle çemberin bir defa döndürülmesiyle bir sonraki nesle aktarılacak olan dizilerden bir tanesi seçilmi olur Benzer ekilde di er kromozomların belirlenmesi ile uygunluk de eri en ba arılı olan bireyler e le tirme havuzuna (mating pool) alınır. Bundan sonra artık di er nesle ait diziler elde edilir ve genetik operatörlerin uygulanmasıyla yeni nesil elde edilir. Aynı i lem her döngüde devam ederek neslin devamı sa lanır. [28]

Bu tezde geli tirilen yazılım ile her jenerasyonda kromozomların seçilme olasılıkları hesaplatılmaktadır. Ayrıca yazılım; Rulet tekerle inde her seferinde 0 ile 1 arasında rastsal bir sayı üretilip seçilen ve ba arılı olan kromozomları di er genetik operatörlerin uygulanması için **e le tirme havuzuna (mating pool)** insert etmektedir.

-Çaprazlama (Crossover)

“Çaprazlama ve de i im operatörleri G.A. 'nın yürütücüsü olarak kabul edilir. Çaprazlama basitçe iki birey (dizi) arasındaki belirlenen parçaların yer de i tirmesidir.” [28]

Çaprazlama do adaki genetik çaprazlamanın genetik algoritmaya uyarlanmasıdır.

“E le tirme havuzunda bulunan yapıların birer çifti rasgele seçilir ve çaprazlama operatörü bu iki yapıdan yeni iki yapı meydana getirmek için kullanılır.” [15]

“Çaprazlama i leminde bir dizi uzunlu u L olmak üzere, 1 ile L aralı ında k tamsayısı rastsal olarak seçilmektedir. Bu tam sayı de eri çaprazlama noktasını (Lokus) belirtir.” [30]

Çaprazlama yöntemleri a a ıdaki gibi sıralanabilir.

-Tek noktalı çaprazlama

- ki noktalı çaprazlama

-PMX çaprazlama

-OX çaprazlama

-CX Çaprazlama

-LOX Çaprazlama

-A aç çaprazlama

Bu tezde gerçeikle tirilen genetik algoritma yönteminde ; iki noktalı çaprazlama yöntemi tercih edilmi tir. ki noktalı çaprazlama kısaca;

Çaprazlama noktaları iki adettir ve rastsal olarak belirlenir. Bu iki rastsal nokta arasındaki kromatitler (alt kromozomlar) yer de i tirir. Ba ka bir ifadeyle çocuk kromozomlardan biri olu turulurken;

“ İ k noktaya kadar olan bitler birinci ebeveynden, iki nokta arasındaki bitler ikinci ebeveynden, kalanlar ise tekrar birinci ebeveynden yeni kromozoma kopyalanır.”

[5]

kinici çocuk kromozomda ise di er ebeveyne göre i lem yapılmalıdır.

-Mutasyon (Mutate)

Mutasyon i lemi çaprazlama sonrasında olu an çocuk kromozomların rasgele de i tirilmesidir. Mutasyon i lemi, popülasyona mutasyon oranında uygulanır. Dizi

çeyitliliğinin sağlanabilmesi için yapılan mutasyon; çözümlerin yerel optimuma düşmesini engeller. İkili kodlama için mutasyon uygulanırken bitler terslenir. Seçilen bitler 0'dan 1'e ve ya 1'den 0'a değiştirilir.

Genetik Algoritma Parametreleri

Genetik algoritmaların başarımı üzerinde oldukça etkili olan ve kontrol parametreleri olarak adlandırılan parametreler;

- Popülasyon büyüklüğü
- Çaprazlama olasılığı
- Mutasyon olasılığı
- Çoğalma operatörü
- Seçim stratejisi
- Fonksiyon ölçeklemesi şeklinde ifade edilebilir.

Popülasyon büyüklüğü;

Goldberg 1985'te aşağıda ifade edilen popülasyon büyüklüğü hesaplama yöntemini önermiştir.

L kromozom uzunluğu olmak üzere

$$N=1,65*2^{0,21*L} \quad (2.27)$$

Schaffer ve arkadaşları ise uyguladıkları bir çok simülasyonun neticesinde 20 ile 30 arasında popülasyon büyüklüğünün yeterli ve uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Çaprazlama Olasılığı;

“Çaprazlama olasılığı ise gen çeyitliliğinin sağlanması açısından %60 ile %90 arasında seçilir.” [28]

Çaprazlama olasılığı çaprazlamanın hangi sıklıkla uygulanacağını belirtir. Çaprazlama için Pc olasılıkla rasgele kromozomlar seçilir. Çaprazlamanın %100 olması bütün çocuklar çaprazlama ile elde edilecek demektir. Çaprazlama oranının yüksek olmasının dezavantajı popülasyondaki iyi kromozomların (bireylerin) yok olmasıdır. Bu oran düşük tutulduğu takdirde ise popülasyona katılacak yeni kromozomların sayısı düşük olacak ve üreme operatörünün etkinliği azalarak çözüme ulaşma hızımız düşecektir.

Her çaprazlama operatörü için farklı bir “arama gücü” (search power)

vardır. ki noktalı çaprazlama için L kromozom uzunlu u olmak üzere;

$$((1-1)/2)/2^{l-1} \quad (2.28)$$

eklindedir.

Arama gücü çaprazlama olasılı ı ile kontrol edilebilir.

Mutasyon Olasılı ı;

Mutasyon olasılı ı ise kromozomların hangi sıklıkla mutasyona u rayaca ını belirtir.

“Yüksek bir de i tirme olasılı ı ise eldeki çözümlerin bozulmasına neden olabilir.” [28]

Mutasyon oranının dü ük olması yerel çözümlere takılmalara neden olabilir. Bu oranın yükselmesi ise bireylere rasgelelik kazandırır ve bireyler sürekli de i ir. Mutasyon oranı için önerilen de erler;

Çizelge 2.1: Mutasyon parametresinin de erlendirilmesi. [5]

| <i>Parametre</i> | <i>Negnevitsky</i> | <i>D.Jong</i> | <i>Michalewicz</i> | <i>Schaffer</i> | <i>Grefenstette</i> |
|------------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| <i>Mutasyon</i> | <i>0.001-0.01</i> | <i>0.001</i> | <i>0.001-0.01</i> | <i>0.005-0.01</i> | <i>0.01</i> |

Ço alma Parametresi

Ço alma operatörü ile popülasyonda bulunan kromozomlardan fitness de eri yüksek olanların bir kopyası yapılır. Bu esnada fitness de eri dü ük olanlar ise elenir. Seçim basıncı (**selection Pressure**) denilen parametre ile gösterilir. Rulet tekerle i yöntemi için seçim basıncı a a ıdaki gibi ifade edilir:

$$F_{maks}/f_{ort} \quad (2.29)$$

Büyük bir seçim basıncına sahip bir ço alma operatörü kullanıldı ında iyi fitness de erinde olan kromozomların yeni jenerasyondaki kopya sayısı fazla olacaktır.

Seçim Stratejisi ve Replacement (De i tirme)

Genetik Algoritmalarda yeni ku ak olu turmanın çe itli yöntemleri vardır.

“Rekombinasyon ve mutasyon sonucunda olu an yavru nüfus orijinal ebeveyn nüfusun yerini alır.

Yer de i tirme teknikleri olarak;

-elitist replacement;

-generation-wise replacement;

-steady-state replacement

yöntemleri kullanılır.” [31]

Ku aksal stratejide (generation-wise replacement/ generational strategy) mevcut popülasyondaki ebeveynler tamamen çocuk kromozomlar ile yer de i tirmektedir.

Ancak bu teknikte ebeveyn popülasyonundaki en iyi kromozom kaybolacaktır.

Yavru kromozomların fitness de erleri ebeveynlerin fitness de erlerinden iyide

olabilir, kötüde olabilir. Bu durumda en iyi kromozomu bir sonraki jenerasyona

aktaran; elitist strateji ku aksal stratejinin dezavantajını ortadan kaldıracaktır.

Ku aksal strateji ve elitist stratejinin bir sonraki nesili olu tururken ortak

kullanılması daha uygundur.

Elitist replacement (en uygun-seçkin strateji) popülasyondaki en iyi fitness

de erindeki, elit kromozom her zaman bir sonraki jenerasyona aktarılır. Bu i lem

elitizm olarak adlandırılır.

“Denge durumu (steady-state) stratejisinde ise, her ku akta yalnızca birkaç dizi

yenilenmektedir. Genellikle yeni diziler popülasyona katıldı ında en kötü diziler

yenilenir.” [30]

Bu tezde yapılan çalı mada genetik algoritma seçim stratejisi olarak; steady-state

replacement, elitist replacement birlikte kullanılmı tır.

3. BULANIK MANTIK VE HİBRİT SİSTEMLER

Bulanık mantık insan düşünme sistemi benzerinin yapay zekâ alanlarında uygulanmasını sağlamıştır. Ancak bulanık mantık tek başına yetersizdir. Bu eksikliği gidermek ve bulanık sistemlere öğrenme yeteneği kazandırmak için, Esnek Hesaplama'nın diğer uygulamaları ile Bulanık Mantık deyimlikte kombine edilerek hibrit sistemler oluşturulur.

Hibrit Sistemler ile daha esnek, daha güçlü ve daha uygun maliyetli sistemler elde edilir. Esnek Hesaplama yöntemlerinden evrimsel algoritmalar ile "Genetik Bulanık Sistemler" oluşturulur. Böylece Bulanık Mantık daki yaklaşık akıl yürütme yöntemi ile evrimsel algoritmanın öğrenme yeteneği hibritlenmiştir.

3.1 Bulanık Mantık ve Evrimsel Hesaplama

İnsan düşüncesine yakın, zeki denetleyiciler yapabilmek için; Bulanık Mantık kullanılması elzemdir.

Bulanık sistemler denetim, modelleme, sınıflama gibi alanlarda yaygın uygulanmış ve sağlam, ekonomik ve zeki ürünler ortaya çıkmasını sağlamıştır.

İnsan bilgisini Bulanık Sisteme ekleyebildiğimiz ölçüde Bulanık sistemin başarısı, performansı artacaktır.

Bulanık sistemlere öğrenme yeteneğinin kazandırılabilmesini teminen, Esnek Hesaplama kapsamında, Sınırları ile Bulanık Sistemlerin birleştirilmesi ve Evrimsel Hesaplama ile Bulanık sistemlerin birleştirilmesi başarılı sonuçlar vermiştir.

Evrimsel Hesaplamanın, Evrimsel Stratejiler, Evrimsel Programlama, Genetik Programlama ve Genetik Algoritmalar gibi çeşitli dalları vardır. Birbirine temelde benzeyen bu yaklaşımların farklılığı parametre sunumlarındadır. Genetik Algoritmalar, bulanık sistemlerin, gürültülü, belirsizlik hakim olduğu, nonlinear optimizasyon alanlarında başarılıdır.

Bulanık sistem modelinin; modelin performansını optimize edecek parametrelerini bulma bir optimizasyon problemidir.

Bulanık Sistemlerde uygun bulanık üyelik fonksiyonu seçimi öznel ve zaman alıcı bir i tir. Bir bulanık sistem kurarken, girdi çıktı ve di erlerinin sözel terimlerinin sayısı, üyelik fonksiyonları ve bulanık kuralların sonuç kısımları belirlenmelidir. Bulanık kuralların e er-ise yapısı kolayca anla ılabilir ve öncül bilgi ile kurulabilir. [32]

Bulanık sistemler ve evrimsel algoritmaların bütünle tirilmesi ara tırmaları

-evrimsel algoritmalarla bulanık sistemlerin tanımlanması

-bulanık sistemlerle evrimsel algoritmaların parametrelerinin denetimi olarak iki sınıfa ayrılmaktadır.

Bu tezde evrimsel algoritmalarla bulanık sistem tanımlanacaktır.

Bulanık sistemlerin ö renme algoritmaları yoktur ve genetik algoritmalar bulanık sistemlerde ö renme algoritmaları olarak kullanılabilirler. Genetik algoritmalarında ayarlanması gereken parametreleri bulanık kurallar ile de i tirilebilir.

3.2 Genetik Algoritmalarla Bulanık Sistem Kurma

Genetik algoritmalar, yeni bir bulanık sistem kurulmasında ve var olan bulanık sistemin ayarlanmasında kullanılabilir.

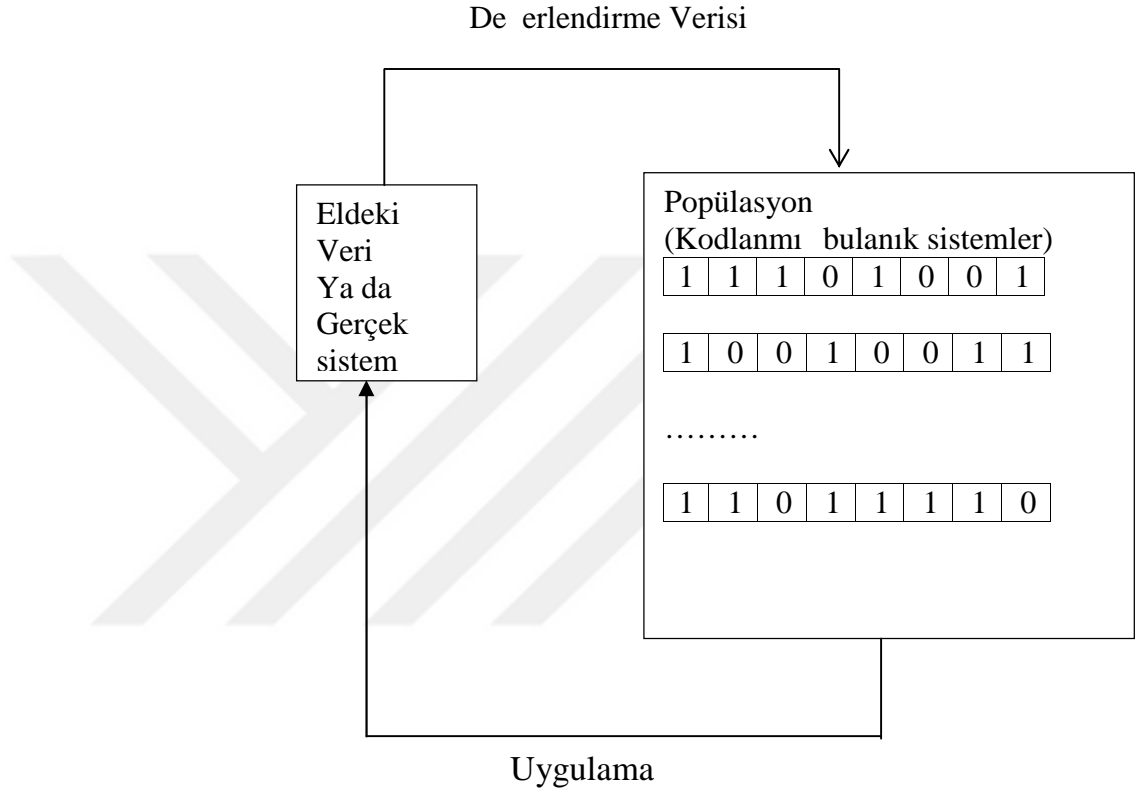
Evrimsel hesaplamanın bir alanı olan genetik algoritmalar ile bulanık mantı ın birle tirilmesi bulanık mantık denetim sistemlerinde üyelik fonksiyonlarının biçim ve en uygun merkezi de erlerini belirlemeyi sa lar.

Burada genetik algoritma, ba ıntı matrisi ve tasarımılanan bulanık sistemin üyelik fonksiyonlarının olu turulmasında kullanılır.

Popüler bir hibritleme olan Genetik algoritma-Bulanık Sistemler hibritlemesinde, bulanık sisteme ait üyelik fonksiyonu ve bulanık e er-o halde kural parametreleri optimize edilecek parametreleridir. Üyelik fonksiyonu ve kural parametreleri; e zamanlı olarak ya da a amalı olarak optimize edilebilir.

Ara tırma alanı çok geni tutuldu unda optimizasyonda iyi sonuç alınamamaktadır. Bu nedenle sözel terimlerin sayısını sabitleme veya üyelik fonksiyonunun ekil ve pozisyonunu kısıtlama gibi sınırlamalara gidilir. Bu yakla ımda öncül bilgi kullanılması açısından sinir a larının e de eridir. Bulanık sistem kurulurken

parametreler kromozomlara kodlanır ve bu kromozomlar bulanık sistemi gerçek sisteme veya verilen veriye uyduracak değerleri bulmak üzere evrimleştirilir.



Şekil 3.1: Genetik algoritma ile kurulan bulanık sisteminematik diyagramı. [32]

Bulanık denetleyici tasarımı, tüm olası doğrusal olmayan denetleyicilerin aralarında karmaşık bir optimizasyon problemi olarak görülebilir. Bu aralarında tasarım sürecini otomatik olarak yapmak için gereken optimizasyon yöntemini belirler. Bu özellikler, büyük parametre uzayı, belirsizlik ve gürültüyü içeren diferansiyellenmeyen nesnel fonksiyon ve son olarakta multimodalite ve yanıltıcılık yani benzer üyelik fonksiyon kümelerinin ve kural kümelerinin oldukça farklı performanslar göstermesi gibi olguları içerir.

Genetik Algoritmalar bu tip optimizasyonlar için idealdir ve bundan dolayı yukarıdaki tip sistemin tasarım sürecini otomatik olarak yapabilir. Genetik

algoritmalar çok sayıda parametreyi kolayca kodlayabilir, daima paralel potansiyel çözümleri bulundurup, local optimumdan kaçınır ve rasgele aramalara göre daha etkin çözümler sunar.

Evrimsel temele dayanan optimizasyon algoritmalarında büyük esneklik ve bir bulanık sistemdeki çok fazla sayıdaki bağımsız parametre, birbirini tamamlayan bu iki yaklaşımın beraber kullanılması ile çok büyük bir çeşitlilik ve derinlik olmasına neden olur.

Bağımsız parametreler:

Evrimsel bulanık sistemlerin çoğunda var olan yöntemler; yalnızca üyelik fonksiyonları ve kural kümesi gibi alan bilgileri parametrelerini optimize etmeye çalışırlar. Dört temel optimizasyon yöntemi bulunmaktadır.

- 1-Sabit ve bilinen bir kural kümesi için üyelik fonksiyonunun otomatik optimizasyonu.
- 2-Sabit üyelik fonksiyonları ile kural kümesinin otomatik seçimi.
- 3- Hem üyelik fonksiyonu hemde kural kümesinin iki aşamada optimizasyonu.
- 4-Bulanık kural kümesi ve üyelik fonksiyonlarının eş zamanlı optimizasyonu.

3.3 Üyelik Fonksiyonlarının Kodlama Tasarımı

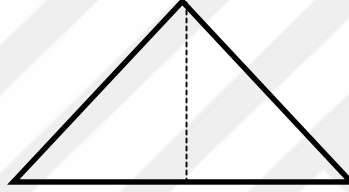
Üyelik fonksiyonlarının bir kısmı ve ya tamamı sistemin genetik bir sunumu (kromozom) olabilir. Bu genetik sunum **üyelik fonksiyonu kromozomu** olarak adlandırılır. Her Bulanık Küme tipi (üçgen, yamuk, gaussian) ve biçimi ile (sol taban, merkez, sağ taban) tanımlanabilir. Kodlama problemi de iki parçaya incelenebilir. Bağımsız parametrelerin seçimi ve seçilen parametrelerin kodlanması. Bağımsız parametrelerin seçimi daha uygun çözümler ve daha az karmaşık uzaylar arasında bir uzlaşma olayıdır. Daha çok sayıda parametre daha uygun sonuçlar verirken çok daha multimodal ve optimal parametrelerin bulunmasını güç kılabilir. Sonuç olarak genetik algoritma tasarımcısı hangi parametrelerin sabit olmasına karar vermelidir. Üyelik fonksiyon parametrelerini kodlamada çok farklı yöntemler olmakla beraber, en yaygın olarak kullanılan ikili katar yöntemidir.

A-üçgen üyelik fonksiyonu kodlama

A.1) Üyelik fonksiyonu sol taban, merkez, sa taban olarak üç parametre ile tanımlanır. Üyelik fonksiyonu kromozomu her parametrede bir ikili katar olarak gösterilerek geli tirilebilir.

Sol taban merkez sa taban

| | | |
|-------|-------|-------|
| 00011 | 00100 | 00101 |
|-------|-------|-------|



Sol taban Merkez Sa taban

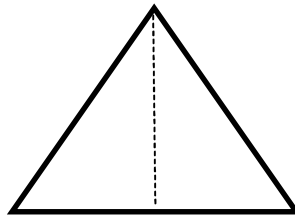
ekil 3.2: Triangular üyelik fonksiyonunun 3 parametre ile kodlanması. [32]

A.2) Simetrik üçgen üyelik fonksiyonları için;

Sol taban ve sa taban olarak (ba lama noktası ve biti noktası) iki parametre yeterli olur.

Sol taban sa taban

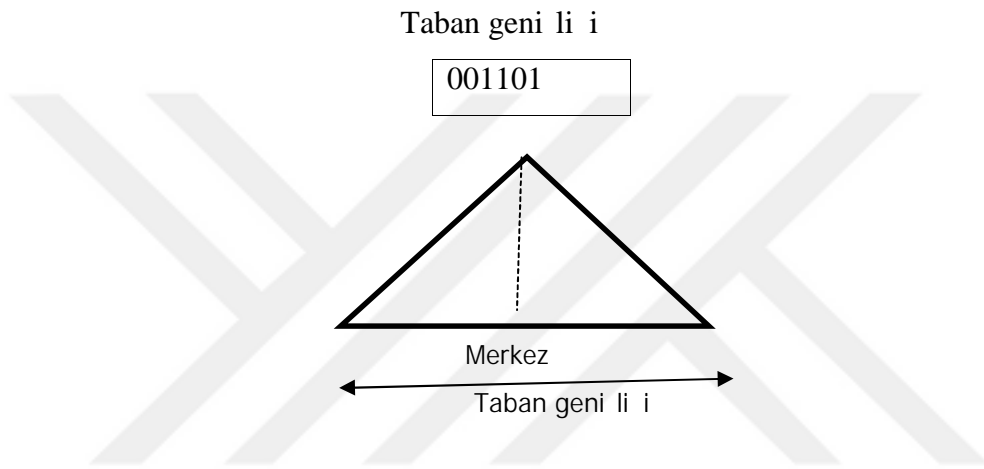
| | |
|-------|-------|
| 00011 | 00101 |
|-------|-------|



Sol taban sa taban

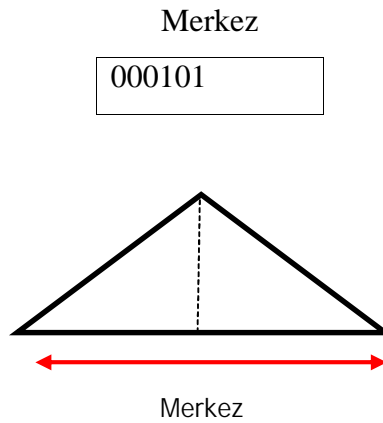
ekil 3.3: Triangular üyelik fonksiyonunun 2 parametre ile kodlanması. [32]

A.3) Üçgen fonksiyonu asimetrik ise ve sabit bir merkez varsa, yalnızca taban genişliği ayarlanır. Böylece her üyelik fonksiyonu için sadece bir kodlanmış parametre olur.



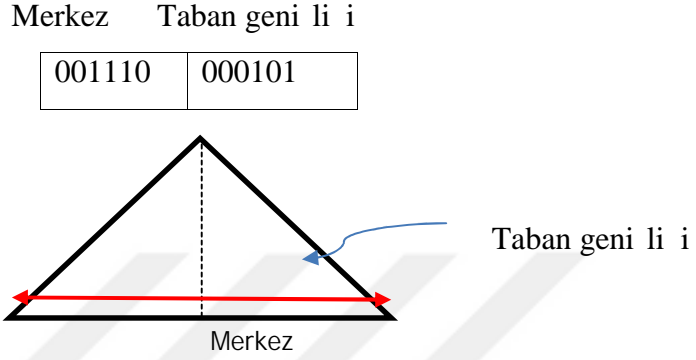
ekil 3.4: Triangular üyelik fonksiyonunun tek parametre ile kodlanması. [32]

A.4) Sabit taban genişliği olan üçgen üyelik fonksiyonu için, yalnızca merkezleri kodlanıp ayarlanır. Bundan dolayı yalnızca bir bağımsız parametre bulunmaktadır.



ekil 3.5: Triangular üyelik fonksiyonunun 1 bağımsız parametre ile kodlanması. [32]

A.5) Simetrik üçgen üyelik fonksiyonunda merkez ve genişliklerin kodlanıp ayarlandığı kabul edilebilir. Bu durumda iki bağımsız parametre olacaktır.



Şekil 3.6: Triangular üyelik fonksiyonunun 2 bağımsız parametre ile kodlanması. [32]

Diğer tip üyelik fonksiyonlarını kullanmak ve üyelik fonksiyonlarını tam olarak tanımlamak için, bir üyelik fonksiyonu kromozomunda diğer parametre de gerekmektedir. Bu kodlama üyelik fonksiyonlarının eldeki tiplerini gösteren bir indeksi içerir. Problemi basitleştirmek için, yalnızca simetrik üyelik fonksiyonları kullanılabilir ve her üyelik fonksiyonu, başlangıç ve sonlanma noktası oranı sabit tutularak, fonksiyon tipi, başlangıç noktası ve sonlanma noktası olarak üç parametre ile kodlayabiliriz. [32]

| | |
|-------|----------------------------|
| 001 | yamuk üyelik fonksiyonu |
| 010 | üçgen üyelik fonksiyonu |
| 011 | gaussian üyelik fonksiyonu |
| | |



| | | |
|-----|----------------|---------------|
| 010 | 00011 | 00101 |
| Tip | Başlangıç Nok. | Sonlanma Nok. |

Şekil 3.7: Diğer üyelik fonksiyonları için 3 parametre ile kodlama. [32]

Bu tezde yapılan çalı mada üyelik fonksiyonun her bir parametresi ikili katar yöntemi ile kodlanmı tır. ekil 3.8 de kromozomların her bir parametrenin sıralı birle iminden olu tu u görölmektedir.

| KROMOZOM_NO | V_A | V_B | V_C | V_D | V_A_C | V_B_C | V_C_C | V_D_C | KROMOZOM |
|-------------|-----|-----|-----|-----|---------|---------|---------|---------|------------------------------|
| 81 | 47 | 50 | 55 | 62 | 0101111 | 0110010 | 0110111 | 0111110 | 0101111011001001101110111110 |
| 82 | 38 | 50 | 58 | 63 | 0100110 | 0110010 | 0111010 | 0111111 | 0100110011001001110100111111 |
| 83 | 36 | 50 | 58 | 67 | 0100100 | 0110010 | 0111010 | 1000011 | 0100100011001001110101000011 |
| 84 | 36 | 50 | 60 | 64 | 0100100 | 0110010 | 0111100 | 1000000 | 0100100011001001111001000000 |

ekil 3.8: Çalı madaki üyelik fonksiyonu için kodlama.

4. VERİ TABANI VE YÖNETİM SİSTEMLERİ

Günümüz dünyasında bilginin artan önemi nedeniyle, çeşitli verilerin depolanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

“Bilgiyi elde etmeye yarayan işlemler ve malzemenin “**veri**” olduğu kabul edilir. Veri bir kişinin formülle ifade etmeye ve kayıt etmeye de değer bulduğu her türlü olay ve fikir anlamına gelmektedir. Bilgi anlamlı bir biçimde derlenen ve birleştirilen verilerden oluşur.” [33]

Bilgi karar verme ile bağlantılıdır.

“Veri Tabanı kavramı ilk olarak 1980 li yıllarda ortaya atılmıştır. Günümüzde hemen hemen tüm veri kullanılan alanlarda hiçbir uygulama Veri Tabanı ve Veri Tabanı Yönetim Sistemi (VTYS) yazılımı olmadan kullanılamaz hale gelmiştir. “ [33]

Veri tabanları, belirlenmiş bir formatda tutulmuş, ileri kılınmış düzenlenmiş, veri depolarıdır. Başka bir ifadeyle;

“**Veri Tabanı** birbirleri ile ilişkili olan verilerin tutulduğu, kullanım amacına uygun olarak düzenlenmiş veriler topluluğunun mantıksal ve fiziksel olarak tanımlarının olduğu bilgi depolarıdır. Veri tabanı bilgi depolayan bir yazılımdır.” [33]

Veri tabanı yönetim sistemi ise; büyük kütleler halindeki verilerin depolanması ve yönetimi için (yeni bir veri tabanı oluşturmak, veri tabanını düzenlemek, geliştirmek, bakımını yapmak, gibi) geliştirilmiş bir yazılımdır. Veri tabanlarına veri tabanı yönetim sistemi (database management system- DBMS) ile çok sayıda kullanıcının erişimi mümkün olup, kullanıcılar verileri güncelleme ve yeni kayıt ekleme, silme, sorgulama gibi işlemler yapabilir.

Klasik veri tabanı, bilgisayarlarda yapılandırılmış verilerin ve kayıtların bir topluluğu ise, Bulanık Veri Tabanı, Bulanık Mantık kullanılarak belirsiz ve ya eksik bilgi ile başa çıkma için güçlü bir veritabanıdır. [10]

4.1 İlişimsel Veri Tabanı Yönetim Sistemi

İlişimsel Veri tabanı Yönetim Sistemi (RDBMS), en çok kullanılan veri tabanı yönetim sistemi türüdür. İlişimsel veri tabanı tablolardan oluşur. Söz konusu tablolar birbirleriyle ilişkilidir.

“Verileri tablolar halinde birbiriyle ilişkili bir biçimde saklar. İlişimsel veri tabanı içinde tablolar barındıran büyük dosyalardır.” [34]

İlişimsel veri tabanı yönetim sistemleri (Relational Database Management Systems-RDBMS) büyük miktardaki verilerin güvenli ve bütünlük içinde tutulabilmesi, bilgilere hızlı erişim imkanlarının sağlanması, çok kullanıcı (birden fazla kullanıcının aynı anda bilgilere ulaşabilmesi) programlardır.

“İlişimsel veri tabanı yönetim sistemleri seçme, izleme, birleştirme işlevlerini yerine getirebilir.” [33]

4.2 SQL, PL/SQL, FUZZY SQL

Oracle veri tabanı ilişimsel veri tabanı yönetim sistemidir.

“Oracle birçok kullanımlı ve güçlü özelliği olan bir veri tabanıdır. Bu özelliklerinin birçoğu SQL ile ilgilidir.” [1]

Oracle veri tabanı üzerinde verilerle işlem yapılırken SQL programlama dili kullanılır.

Veri tabanındaki veriler belli bir hiyerarşiye ve yapıya göre saklandıkları için bu verilere **yapısal veriler** denir. SQL kelimesinin açılımı Structured Query Language ‘dir, yani “Yapısal Sorgulama Dili”.

Yapısal sorgulama dili” olan SQL, veri tabanı işlemleri ile ilgili komutlardan oluşur. Bu dil ile veri tabanı üzerinde, veri tabanının kendisini oluşturmak, tablo, indeks, kullanıcı, view oluşturmak gibi komutlar ve kayıt ekleme, silme, düzeltme gibi işlemler yapılabilir. SQL kullanılırken fonksiyon ve prosedür yazılamaz. Artık ifadeler ve dallanmalar bulunmaz.

SQL deki bu eksikliği gidermek için Oracle’ın geliştirdiği dillerden biri PL/SQL (Programming Language/SQL) dir. [33]

PL/SQL yapısal dillere ait özelliklerin standart SQL'e eklenmesi sonucu oluşan bir dildir.

PL / SQL'in amacı; veritabanı dili ve prosedürel programlama dilini birleştirmektir. "SQL çok güçlü bir araç olmasına rağmen, dilsel ifadeler ve doğruluk (üyelik) dereceleri ile veri seçiminde tatmin etmez". [35]

Oracle üzerindeki tablolarda kayıtlı bulunan verilerin SQL ile sorgusu kesin mantık ile yapılır. Bu sorgular where koşulunda belirtilen mantıksal operatörler vasıtasıyla belirlenen sorgu aralıkları için net kayıtlar döndürür.

SQL sorgular günlük konuşma dilimizden uzaktır. Günlük hayatımızda kullandığımız "uzun boylu adamlar", "zayıf kilolu çocuklar" ya da "oldukça başarılı öğrenciler" ifadelerinde belirtmek istediğimiz kümeler bulanıktır. Bulanık mantık tabanlı bu kümelere adamların, çocukların veya öğrencilerin bulanık kümelere üyelik derecesi belirlenmelidir.

SQL dilinde sorgulama yapılırken kesin aralıklar için sorgular yapılır. Bu sorgularda belirtilen kesin aralıklarda kalan kayıtları belirleyememiz zordur. Bu durumu bir örnekle açıklayalım.

Klasik bir veri tabanı üzerinde öğrenci kayıtlarımız olsun; geçme notu 85 ve devamsızlık sınırı 113 saat olan İngilizce dersi için, dersten geçecek öğrencileri tespitini teminen kesin bir sorgu yazarsak ;

```
select * from OGRENCI_TABLE where notu >=85 and devamsizlik<113;
    ekinde olacaktır.
```

Bu sorgu örneğinin notu 84 ve devamsızlık bilgisi 113 saat olan öğrenciyi sorgu sonucuna dahil etmez ve bu öğrenciyi başarısız olarak nitelendirir. Oysa söz konusu öğrencinin, notu 85 ve devamsızlığı 112 saat olan başarılı kabul edilen öğrenci ile arasında oldukça küçük bir fark vardır.

Öğrencinin aldığı notlara göre bulanık kümeler oluşturup, her bir nota üyelik dereceleri atanarak elde edilen verilerle, karar vericinin (öğretmen) başarı durumunu belirlerken daha esnek karar vermesi mümkün olabilecektir.

Bu bağlamda Bulanık mantık hesapları kullanan yazılımlar, esnek ve alternatif çözümler sunar.

Bulanık SQL oluşturabilmek için, klasik bir veri tabanı üzerinde bulunan veriler, oluşturulan bulanık kümelere üyelik dereceleri bulanık mantık hesaplarına göre belirlenerek dahil edilmelidir. SQL sorgularının where kısmına, üyelik derecelerine göre işlem yapan bulanık mantık hesaplarına uygun, koşullar getirildiğinde SQL'i bulanıklaştırabiliriz. Bu sorgular kullanıcı arayüzünde bulanık sözel diller içericek şekilde doğal dilde yaptırılabilir. Doğal dilde yapılan bu bulanık sorgu doğal dil işlemenin metin anlama yöntemi ile tekrar bilgisayarın anlayacağı komutlara dönüştürülebilir.

Bu tezde de oracle veritabanı üzerinde PL/SQL dili ile FUZZY SQL dili geliştirilmiştir.

“Bilgisayar Bilimi için tipik bir örnek olan kişisel veri tabanlarının uzantısı, Bulanık kişisel Veri tabanları da örnek sorgulara yer verir.” [36]

“FSQL dili SQL'in otantik bir uzantısıdır. Bu demektir ki, SQL de geçerli her ifade, FSQL de de geçerlidir. Buna ek olarak belirsiz bilginin işlenmesine izin vermek için FSQL bazı yenilikler içerir.” [2]

“Bulanık sorgularda, klasik sorgulardan farklı olarak, sorgu sonuç kümesi, sorguda aranan koşullara ne derece uygun olduklarına göre derecelendirilmiş kayıtlardan oluşur. İnsan düşünce sistemine yakın olan ve günlük konuşma dilindeki bulanık ifadeler yardımı ile yapılandırılan veritabanı sorguları “Bulanık Sorgular” diye adlandırılmaktadır”. [37]

“Bulanık sorgularla kesin sorgular arasındaki en önemli fark getirilen kayıt sayısıdır.” [10]

“Veri tabanlarında bulanık sorgulamalar üzerinde çalışmaya yapan ilk kişi Tahani'dir. Tahani bulanık Küme Teorisini kullanarak, veri tabanı sistemleri üzerinde, bulanık sorgulamalar üzerinde çeşitli çalışmalar yapmıştır.” [38]

Daha sonra birçok çalışmaya devam etmiştir.

5. Ö RENC BA ARISININ DE ERLEND R LMES

5.1 Ölçme Ve De erlendirme

E itim-ö retim açısından, de erlendirme, ö rencilerin neyi bilmedi ini de il, ne bildiklerini görmeye yarayan bir araçtır.

Günümüzde ö renciler, kesin mantıkla hazırlanan sınavlar ve bunun sonucunda klasik mantıkla yapılan ölçme sonuçlarına katlanmak durumundadır.

nsanlar günlük hayatlarında birçok kararlar verirler ve insanın karar verebilmesi için bilgiye ihtiyacı vardır. Ölçmenin görevi de karar vericilere karar vermede yardımcı olacak geçerli ve ilgili bilgiyi sunmaktır. ” E itim ve davranı bilimcileri ara tırma ve uygulama kararlarını vermede ölçmeyi gerekli bir unsur olarak görmektedir. (Mehrens, 1991:5)” [39]

Yumu ak hesaplama teknikleri biyolojik sistemleri esas alan ve günümüzde büyük uygulama alanına sahip olan yakla ımlardır. nsan tecrübesini dilsel de i kenlerle ifade eden bulanık mantık, insan beyninin ö renme kabiliyetini modelleyen yapay sinir a ları, eldeki verilerden yararlı yeni veriler elde etmede kullanılan veri madencili i, bütün optimizasyon problemlerini çözebilen genetik algoritmalar, farklı ö renme algoritmalarına sahip makina ö renmesi yumu ak hesaplamanın; e itimde verimlili i sa lamak için kullanılacak bile enleridir. [40]

E itimdeki karar verici rolündeki e itim planlayıcısı ve ö retmenler; yeterli miktarda do ru veriye ula tıkları takdirde do ru kararlar alabileceklerdir. Geli en bilgisayar teknolojilerinin varlı ı ve e itim ölçme ve de erlendirmelerinin bilgisayar ortamlarında takip edildi i günümüzde, yeterli ve do ru verileri e itimciye (karar verici) sunabilecek , ö renci de erlendirmelerini analiz edecek, yapay zekâ ve Esnek Hesaplama yöntemlerini içerir yazılımlar geli tirilmelidir.

5.2 Karar Verme

yi bir karar mantı a dayanır. Ya arken alaca ımız bazı kararlar sadece bizi, bazıları ise bizimle beraberimizde bir grubu kapsar. Büyük önem arz eden kararlarımız; e er bir grubu ilgilendiriyorsa daha çok çözüm üretilmeli, daha esnek olunmalı ve kaliteli kararlar alınmalıdır.

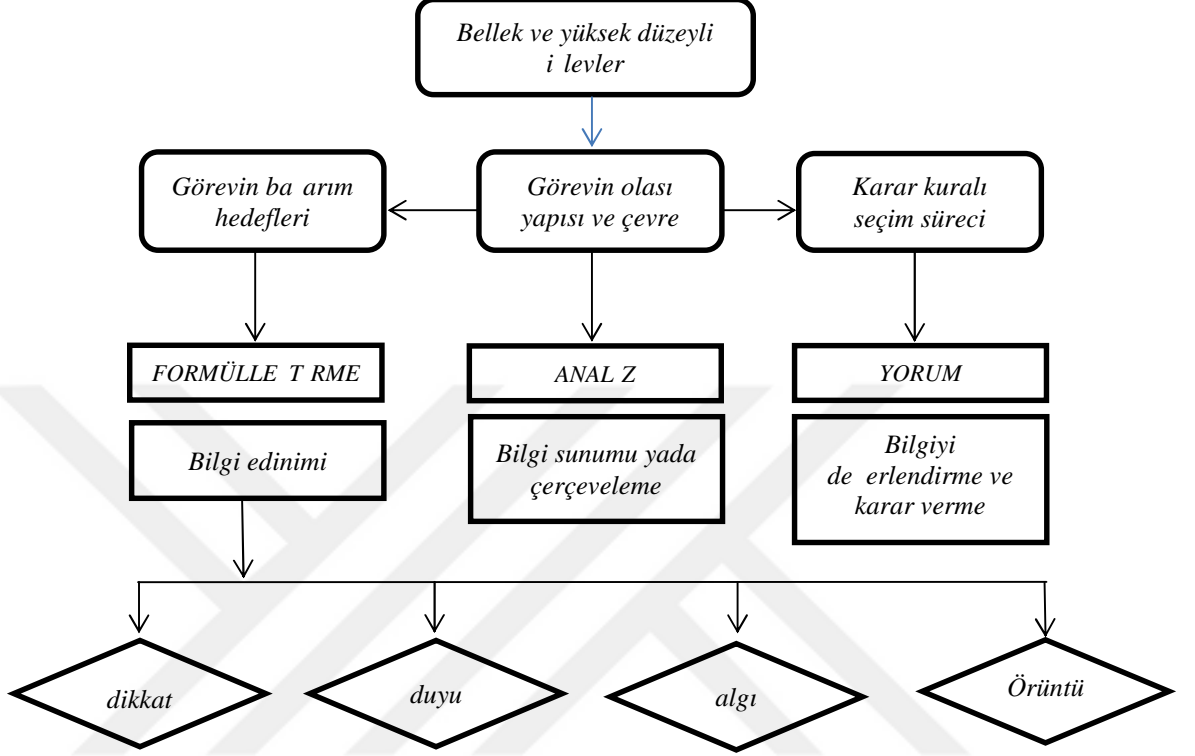
“Karar verme, zihinsel süreçlerin sonucunda, çe itli alternatifler arasından birinin seçilmesi sürecidir.” [41]

Klasik karar teorisinde bir karar; karar alternatiflerinin (karar uzayı) bir kümesi; do a durumlarının bir kümesi (durum uzayı kümesi); kararın her bir ikilisini atayan ve bir sonuç belirten ba ıntı; ve son olarak sonuçları çekiciliklerine göre sıraya koyan fayda fonksiyonu ile tanımlanabilir. [42]

Karar verici, çevrenin, sürecin ve kaynakların olu turdu u kısıtları tatmin eden bir çözüme ula mada birden fazla kriteri göz önünde bulundurma durumundadır. Karar verme süreçlerinde alternatif bilimsel yakla ım yönetimi Bulanık Mantıktır. Bulanık Karar, bulanık kısıtların ve bulanık amaç fonksiyonunun kesimi olarak de erlendirilebilir. nsan mantı ı kesin(Crisp) kümeler yerine bulanık kümelerle daha hızlı i lemler yapabilmekte ve daha do ru kararlar alabilmektedir. Etkili ve do ru karar verebilmek için insanın bilgi i lem süreci önem arz eder. nsanlar tam olmayan, belirsiz bilgilerle kararlar alabilmektedir.

nsan beyni çevresinde olanları ö renir ve tecrübe edindi i bilgileri daha sonra kullanmak üzere depolar.

“Problem Çözme, karar ve yargıda bulunmaya yönelik bilgi i lemeye dayanan teoriler; insanların bilgi edinmek için bir girdi mekanizmasına, yorumlamak ve seçim yapmak için bir çıktı mekanizmasına, bilgi ile ilgili süzme ve di er analiz çabaları için içsel süreçlere ve bilginin uzun ve kısa süreli depolanması için belleklere sahip oldu unu kabul etmektedir.” [32]



ekil 5.1: nsanın bilgi i lem sürecinin mühendislik çatısı.[32]

5.3 Uzman Sistemler

Alanında çok iyi bilgi ve deneyime sahip olan ki iye Uzman (expert) denir.

Yaygın olarak kullanılan, 1970 lerde yapay zekâ ara tırmacıları tarafından geli tirilen Uzman Sistemler; belirli bir uzmanlık alanında; genel olarak bir uzmanın bilgi birikimleri, dü ünceleri, yorumları ve konuya yakla ımları bazında, karma ık problemleri çözmek için; olayları ve deneyimleri kullanan zamanla kendisini geli tirebilme yetene i ne sahip etkile imli karar destek aracı olan yazılımlardır.

“Bu programlar, belirli bir problem hakkındaki bilgiyi çözümleyen, problemlere çözümler sa layan, tasarımına ba lı olarak, düzeltmeleri yapmak için bir i dizisi öneren programlardır.” [3]

Uzman sistemler uzman kiinin düünce sürecini simüle ederler, uzman olan ki iyle etkileimli çalışabilirler ve uzmanın ilevinin büyük bir kısmını yapabilmelidirler. Bu sistemler ile elde edilen sonuçlar,uzman kiilerin problemi çözümü ile hemen hemen aynı olmaktadır.

“Uzman sistem normalde insan uzmanlığı (human expertise) gerektiren fonksiyonları yerine getirebilir veya karara ulaşmadaki kiilere (human decision maker) destekleyici rol oynar.” [43]

“Geleneksel programlardaki algoritma ile veri tabanındaki verileri ileme yaklaşımı, yapay zekâ programlama çeşitlerinden biri olan uzman sistemlerde, çıkarım mekanizması ile bilgi tabanını ilemeye dönüşür.” [32]

Geleneksel programlar uzman sistemlere göre muhakeme açısından güçsüzdür.Uzman sistemler gerçek bir problemi çözerken kısmi ve belirsiz bilgilerde dahi yaklaşık bir sonuç üretebilmektedirler. Uzman sistemler arama uzayını daraltmak amacıyla sezgisel yöntemleri kullanmaktadır.

Uzman sistemler uzmanlık gerektiren karmaşık bilgileri içerirler. Bilgiler veri haline getirilerek problemlere uygulanır.Bazı uzman sistemlerde öğrenme davranışı bulunmamaktadır. Kural tabanlı uzman sistemler öğrenemezler.

Uzman sistemler problemler arasında bir uzmanın ulaştığı sonuca ulaşmalıdır.Uzman sistemler uzmanın yapacağı işi yaparak; uzmana zaman kazandırır. Herhangi bir nedenle uzman personelin olmadığı yerde uzman yerine kullanılabilir yada uzman olmayan personeli destekleyerek performansını artırır. Uzman sistemler; donanım, yazılım, bilim tabanı ve bilim mühendisi olmak üzere dört temel öden olurlar.

Uzman sistemlerde kesin ve net algoritmalar yerine deneyime dayalı çıkarım yöntemleri kullanılır. Bu yüzden uzman sistemlerin tasarımı karmaşık ve zaman alan bir iştir. Bilgi sıklıkla kural tabanlı eklide depolanır ve en tanınmış eklide eğer ohalde eklindedir. Bilgi tabanlı sistemler bilgisayara girilmiş bilgi yardımı ve akıl yürütme yöntemleri ile problemleri çözer. Bunlar uzman sistemlerden daha küçük boyutlu ve sınırlı problemleri

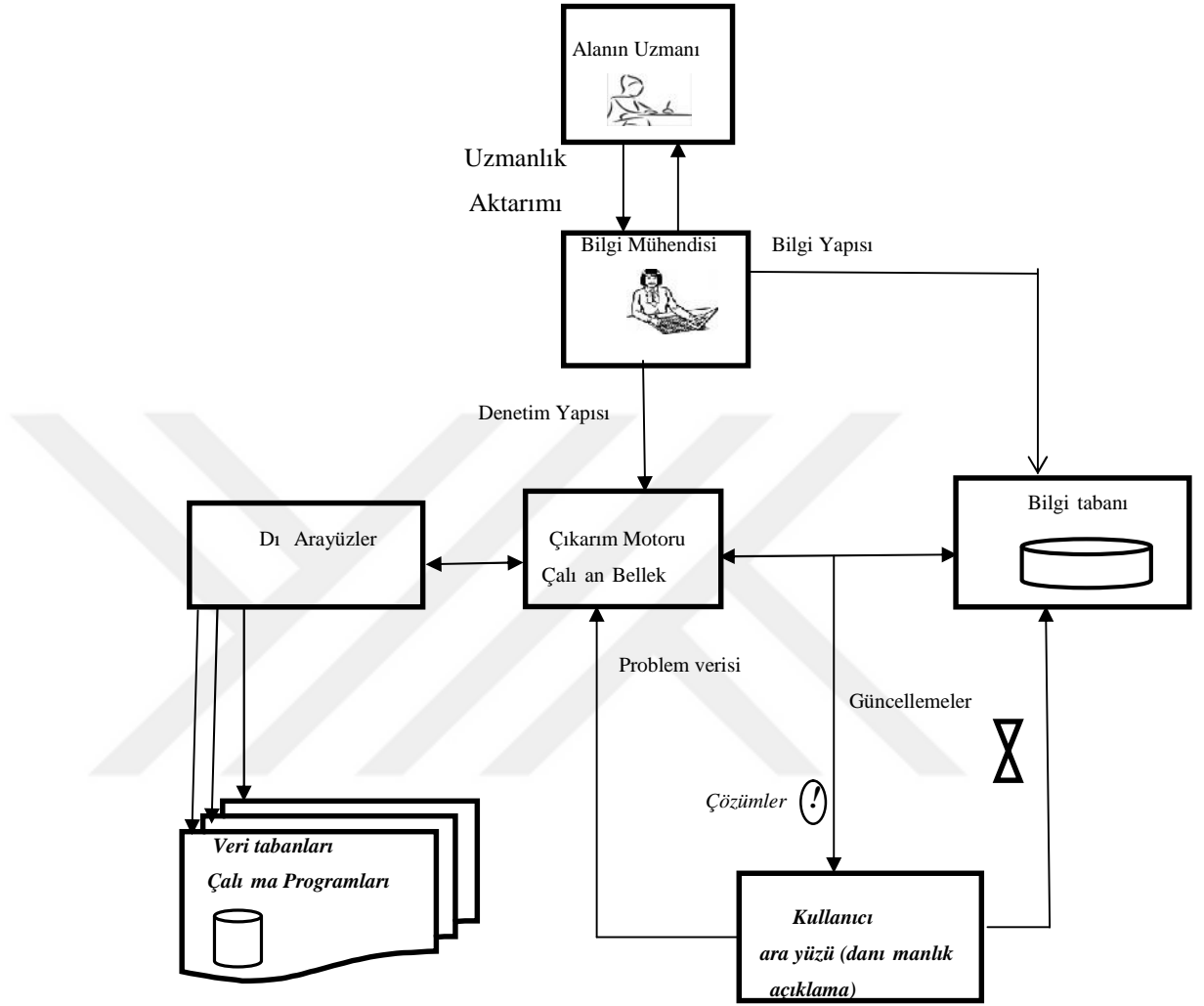
çözmek üzere tasarlanmıştır. [32]

Uzman sistemlerin avantajı; problemleri kolay tanımlamayı ve çözümlenmesini sağlaması, tarafsız, doğru, zamanında, kaliteli ve güvenilir kararları hızlı almasını sağlamasıdır. Uzman sistem; problemin tanımlanması ve çözümünü esnasında birden çok hipotezi deneyerek geçerli olanı tespit eder.

Yapay zekâ programı herhangi bir insanın çözebileceği problemi çözerken, Uzman sistem ise uzman bir insanın çözebileceği problemleri çözer.

Uzman Sistemler üç ayrı düzeyde örgütlenebilir. Bilgi Tabanı, problem çözme kuralları, süreçler-ilemler ve problem alanına ilişkin içsel veriyi içermektedirler. Çalışan Bellek ilgili problem için göreve özgü veriye karşılık gelir. Çıkarım Motoru; göreve özgü verinin; bilgi tabanında bazı çözüm veya çıkarımlara ulaşmak için aksiyomatik bilgi uygulayan genel denetim mekanizmasıdır. [32]

Uzman sistemler askeriyeden tıpa her alanda kullanılabildiği gibi eğitimde de kullanılmaktadır. Eğitimde yapay zekâ tekniklerinden faydalanılarak öğrencilerin nasıl öğretiliceği konusunda tasarlanmış zeki öğretim sistemleri bulunmaktadır. Yapay zekâ teknikleri öğrenci başarısını değerlendirilmede kullanılmalıdır.



ekil 5.2: Uzman sistem yapı ve geli tirimi.[32]

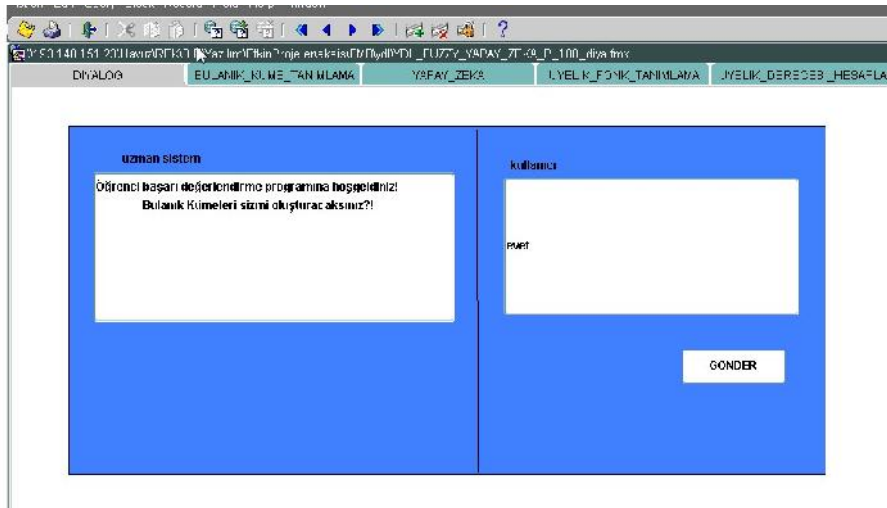
6. GELİTİRİLEN YAZILIM VE UYGULAMA

6.1 Yazılımın Kullanıcı Ara Yüzü

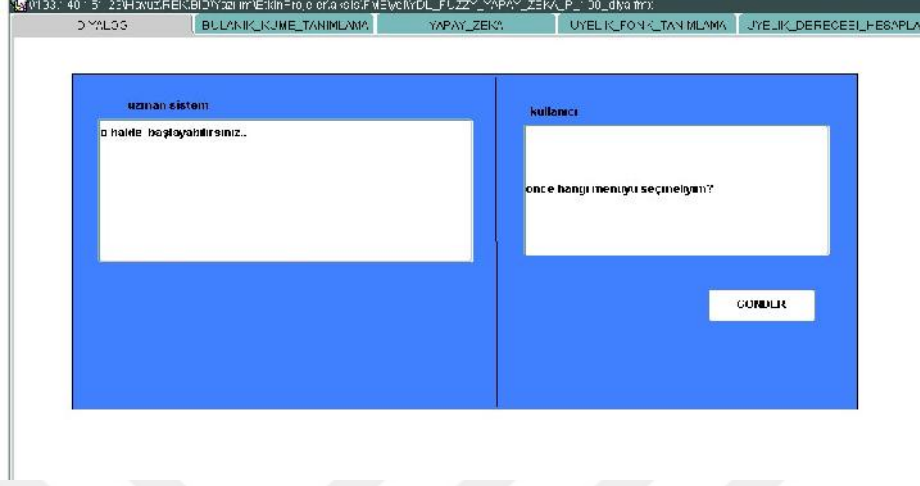
Örnek verileri üzerinde Bulanık Sorgulama yapmak amaçlı geliştirilen bu yazılım; Oracle Veri tabanında Oracle Forms Developer 10 G ve Oracle Reports 10 G üzerinde PL/SQL programlama dilinde, yapay zekâ yöntemlerinden, doğal dil işleme, uzman sistem yazılımı ile yapay zekâ- esnek hesaplama yöntemlerinden genetik algoritma ve fuzzy logic yöntemide kullanılarak yazılmıştır. Yazılım 9 modülden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla;

6.1.1 Diyalog modülü

Geliştirilmeye devam eden bu modül kullanıcıyı menüler hakkında belli standart sorulara göre bilgilendirmektedir. Modül programın nasıl çalışacağı ile ilgili yönlendirmeleri yapacak şekilde tasarlanmıştır. Ekil 6.1a ve ekil 6.1b de bu menüden bir örnek diyalog izlenmektedir.



ekil 6.1a: Diyalog modül

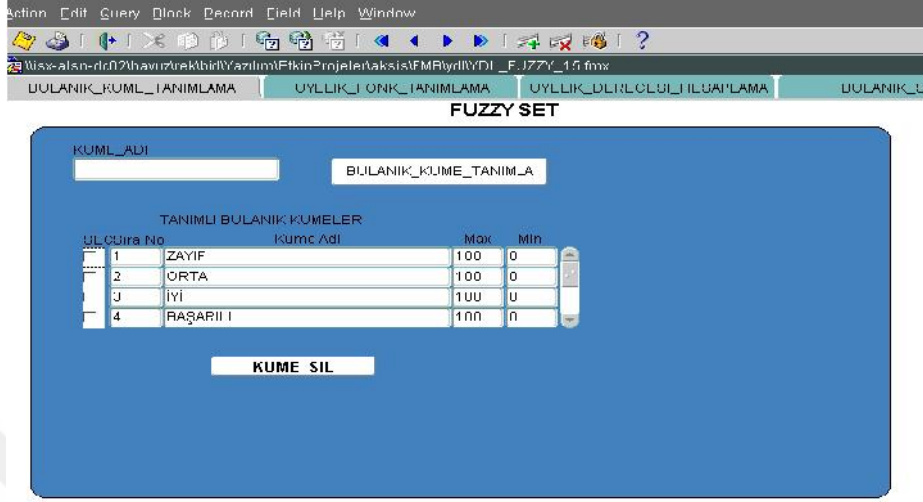


ekil 6.1b: Diyalog modül

6.1.2 Bulanık küme tanımlama modülü

Yazılımın; öğrencilere ait devamsızlık ve not bilgisini içeren verilerin üyelik dereceleri ile aitliğin belirleneceği bulanık kümelerin; oracle veri tabanı üzerinde oluşturulurken isimlendirmelerinin kullanıcı tarafından girilmesini sağlayan menüsüdür. Tanımlanan kümeler online olarak ekranda izlenebilir. Tüm küme veri tabanı üzerinde, yalnız tanımlanan bir küme, öncelikle checkbox ile seçilip, ardından sil butonu ile silinebilir.(ekil.6.2).

Bu menü ile ilgili manuel yapılmasını sağlar. Karar verici kendisi hangi kümeleri oluşturacağını netleştirip, sözkonusu ekran ile girişini yapabilir. Ancak bu menü yapay zekâ modülü tercih edildiğinde, genetik algoritma yöntemini içeren yazılım tarafından, açılacak bulanık kümelere karar verilerek, bulanık kümeler otomatik tanımlanacağından, not özneteli için kullanılmamalıdır.



ekil 6.2: Fuzzy Set Tanımlama.

6.1.3 Üyelik fonksiyonu tanımlama modülü:

Program ile Triangular, Trapezoid, S Üyelik Fonk. ve Z Üyelik Fonk. üyelik fonksiyonları, öznelilik (devamsızlık ve not) ve daha önce karar vericinin olu turdu u kümeler bazında tanımlanabilmektedir. Böylece kümeler için hangi üyelik fonksiyonu ile i lem yapılaca ı belirlenmi olacaktır. Modül kaydetme silme i levlerini yerine getirmektedir. (ekil. 6.3).

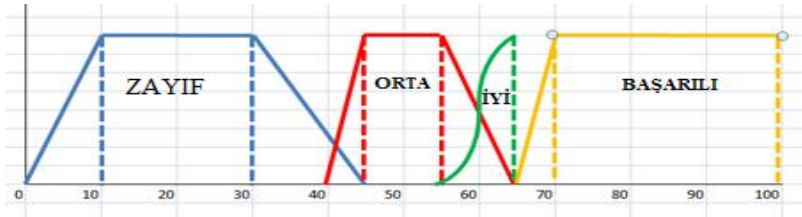
| Sıra No. | A1 | A2 | A3 | A4 | Not Değeri | Sıra No. | Üyelik Kodu |
|----------|----|----|----|----|------------|----------|-------------|
| 1 | 0 | 30 | 45 | | NOT | 1 | 1 |
| 2 | 40 | 45 | 55 | 60 | NOT | 2 | 2 |
| 3 | 55 | 60 | 65 | | NOT | 3 | 3 |

ekil 6.3: Membership Function tanımlama.

Fonksiyonları tanımlarken fonksiyonların kanat açıklıkları yani üyelik derecesinin sıfır oldu u parametrelerin giri leri ile üyelik derecesinin “1” oldu u (kernel kümesi) parametrelerin giri i ekrandan yapılmalıdır.

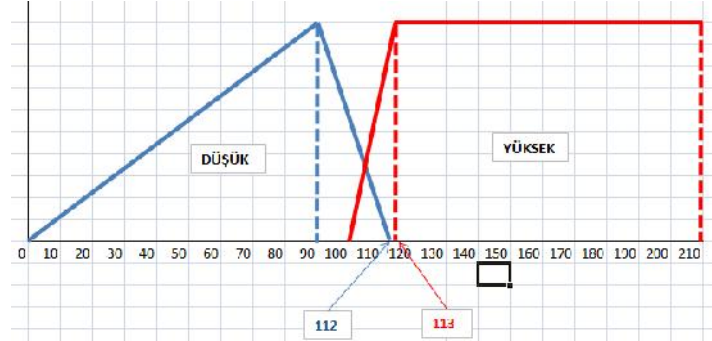
Yapay Zekâ modülü tercih edildi inde, program parametreleri genetik algoritma ile optimum parametrelere karar vererek tanımlayaca ından; sözkonusu modül not özniteli i için kullanılmamalıdır.

Bu çalı mada, yapay zekâ modülü kullanılmaksızın, tanımlanan kümeler ve üyelik fonksiyonları a a ıdaki gibidir.



ekil 6.4: Not özniteli i, manuel olu turulan kural grafikleri.

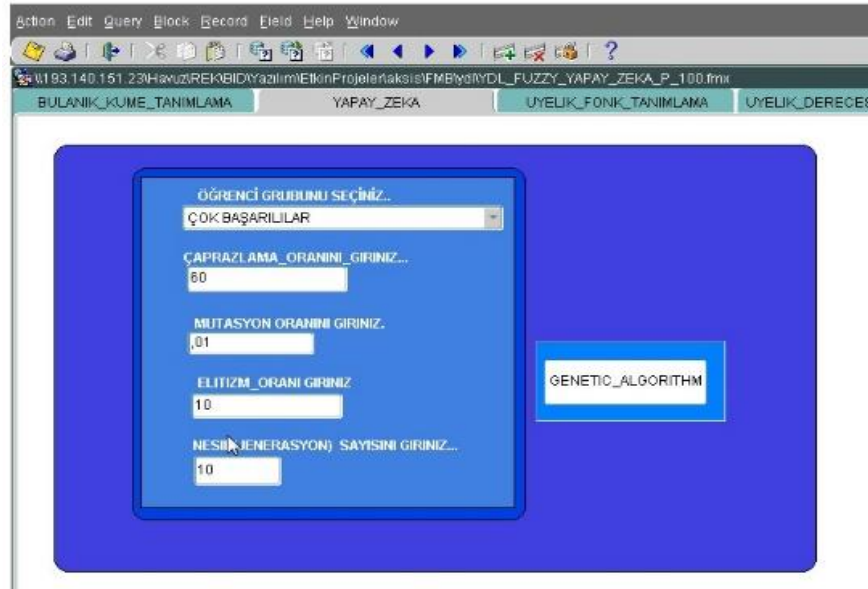
Not için tanımlanmı , 4 Bulanık Küme (Zayıf,Orta, yi,Ba arılı), trapezoid ve S ve Z üyelik fonksiyonları ile tanımlanmı tır.



ekil 6.5: Devamsızlık özniteli i manuel olu turulan kural grafikleri.

Devamsızlık için iki Bulanık Küme (Düşük ve Yüksek), triangular ve Z üyelik fonksiyonları ile tanımlanmıştır. Kullanıcı tarafından tanımlanan sözkonusu kümelerde genetik algoritma ile tanımlanması mümkündür.

6.1.4 Yapay zekâ modülü



ekil 6.6: Yapay zekâ modülü.

ekil 6.6 da görülen Yapay zekâ modülü üzerinden genetik algoritma yönteminin uygulanmasını teminen; popülasyonun çaprazlama mutasyon ve elitizm oranları girilebilmektedir. Genetik algoritma not özniteli i için bulanık kümelerin tanımlanmasında ve üyelik fonksiyonunun parametrelerinin belirlenerek veri tabanına insert edilmesinde kullanılmı tır. Yazılımın yapay zekâ teknikleri detaylı olarak bölüm 6.2 de verilmi tir.

6.1.5 Üyelik derecesi hesaplama modülü

Tanımlanmı olan Bulanık Küme ve Üyelik fonksiyonuna ve özniteli e göre, yazılmı olan prosedürlerden seçimler yapılarak, üyelik fonksiyon derecesi hesaplatılır. Burada not özniteli i için, istenilen dönem ve istenilen de erlendirilmenin seçilmesi imkânı kullanıcıya sunulmu tur. Üyelik derecesini hesaplayan prosedür **bulanık mantık hesapları** kullanmaktadır. Her öznitelik için seçilen üyelik fonksiyonuna göre, oracle veri tabanındaki her bir kayıt için, formül (2.18), (2.19), (2.20), (2.21) den uygun olan baz alınarak üyelik derecesini program hesap eder. Sözel de i kenlerin üyelik dereceleri içinse (2.14), (2.15), (2.16), (2.17) formülleri kullanılmaktadır. Üyelik derecesi hesaplama modülü ekil. 6.7'de izlenmektedir.

MEVCUT KÜME TABLOSUNDAN ÇALIŞILACAK KÜMEYİ SEÇİKİZ...

Seçim Tablosu

| Sıra No | Küme Adı |
|---------|----------|
| 1 | ZAYIF |
| 2 | Orta |
| 3 | İyi |
| 4 | HAZIRLIK |

ÜYELİK FONK. TİPİ
TRAPEZOID FORM

| Sıra No | Üyelik AD | A1 | A2 | A3 | A4 | Not |
|---------|----------------|----|----|----|----|-----|
| 1 | YAMUK ÜYELİK F | 0 | 30 | 45 | | NCT |
| 2 | YAMUK ÜYELİK F | 40 | 45 | 55 | 60 | NCT |

Öğretmen Adı: 2011-2012
Öğretmen No: 1901901127
Not: E2

Öğretmen Adı: Easem Not...
Öğretmen No: 2011780039
Not: E0

Öğretmen Adı: 2011780058
Öğretmen No: 2011780058
Not: E3

SEÇİM YAPILAN ÇALIŞTIRINIZ...
ÜYELİK DERECESİNİN HESAPLANMASI İÇİN
NCT TRAPEZOID ÜYELİK DERECESİ

YAKLASIK HESAPLA

ekil 6.7: Üyelik derecesi hesaplama modülü.

6.1.6 Bulanık sorgu modülü

Yazılımın Bulanık Sorgu Modülü'nde bulanık mantıktaki dilsel de i kenlerle, yapay zekâ yöntemlerinden bilgisayar destekli do al dil i leme ve bulanık mantık bir araya getirilmi tir. Bulanık Sorgu sonucunda olu acak bulanık küme verilerinin insert edilebilmesi için, ekil 6.8'de gösterilen ekrandan ba langıçta yeni bir sorgu sonuç kümesi tanımlanmalıdır. Bu tanımlamanın ardından küme seçilmeli ve bulanık sorgu (Fuzzy SQL) cümlesi yazılmalıdır.

Fuzzy sorguda (2.14), (2.15), (2.16), (2.17) formullerinde verilen; çok, oldukça, yakla ık, hemen hemen, de il gibi sözel de i kenler kullanılabilir. Sorgulama prosedürü fuzzy sorguyu do al dil i leme metotlarına göre algılayarak yeni üyelik derecelerini hesap eder ve sonuç kümesini olu turur. Yazılımın, Bulanık Sorgu Modülün de, **VE** i leminde alt sorgulardaki her bir kümenin üyelik derecelerinin hepsi göz önüne alınarak minimum (formül (2.2)), **VEYA** i leminde alt sorgulardaki her bir kümenin üyelik derecelerinin hepsi göz önüne alınarak maksimum i lemi

(formül (2.1)) uygulanmıştır. Tümleyen i leminde ise formül (2.3) kullanılmıştır. Bulanık sorguda tümleyen i lemi için, DEĞİL ifadesini kullanmak gerekmektedir. Sorgularda üyelik fonksiyonu başlangıçta belirtilmelidir.

Yazılımda geliştirilen Bulanık Sorgulara örnekler;

OLDUKÇA BAŞARILI ÖĞRENCİLER
YAMUK BAŞARILI ÖĞRENCİLER
BAŞARILI ÖĞRENCİLER
S ZAYIF ÖĞRENCİLER
ZAYIF ÖĞRENCİLER
HEMEN HEYEMEN ORTA ÖĞRENCİLER
YAKLAŞIK OLARAK BAŞARILI ÖĞRENCİLER
ÇOK BAŞARILI ÖĞRENCİLER
NOTU C VARI 68
Z NOTU BAŞARILI VE Z DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK
NOTU BAŞARILI VE DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK ÖĞRENCİLER
YAMUK NOTU ORTA VE ÜÇGENSEL DEVAMSIZLIĞI DÜŞÜK
ÖĞRENCİLER
NOTU ORTA VE DEVAMSIZLIĞI DÜŞÜK ÖĞRENCİLER

“Z NOTU BAŞARILI VE Z DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK” bulanık sorgusu için;

| Sıra No | Sorgu Kume Adı |
|---------|---|
| 0 | NOTU C VARI VE DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK |
| 1 | NOTU YİNE DEVAMSIZLIĞI DÜŞÜK ÖĞRENCİLER |
| 2 | NOTU BAŞARILI VE DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK |

OLUŞTURDUĞUNUZ KUME KRİTERLERİNE UYGUN BULANIK SORGUNU YAZINIZ...

Z NOTU BAŞARILI VE Z DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK

YAKLAŞIK İŞLEMİNİN DÖNEM VE SINIRI SEÇİNİZ

SORGULA

ekil 6.8: Bulanık sorgu modülü.

Çalışma kapsamında geliştirilen yazılım, kullanıcının başlangıçta tanımlayacağı küme ve üyelik fonksiyon tanımına başlı olarak istendiği kadar alternatifte Bulanık Sorgu tanımlamasına imkan vermektedir.

6.1.7 Alfa()-kesim kümesi modülü

Bulank kümede üyelik derecesi α derecesinden büyük veya e it olan elemanlardan oluşan kümeye α ()-kesim kümesi denir. Projede α -kesim de erinin giri i yapıldıktan sonra mantıksal operatör seçimi ile bu de erden büyük ve bu de ere e it üyelik derecesindeki kayıtlar ekrandan sorgulanabilmektedir.

“Seçilen her α düzeyi ile üyelik fonksiyonunun farklı bir dilimi belirlenir.” [22]

$$1 < \alpha \leq 1 \text{ için } A_{\alpha} = A \quad (6.1)$$

dir.

Örnek uygulamada önce not niteli i için olu turulmu sorgu kümesi seçilmi , $\alpha > 0,3$ olarak seçilmi . Daha sonra sorgulamanın alt sorgusu olan devamsızlık niteli i için tanımlı küme seçilmi ve aynı alfa de eri girilmi tir. (ekil 6.9)

The screenshot shows a software interface for the Alfa-cut set module. At the top, there are several tabs: 'DULANK_KUME_TANIM_LAMA', 'UYELIK_TON_K_TANIM_LAMA', 'UYELIK_DEGERLER_GIRILAMA', 'DULANK_KUCUTLU', and 'ALFA_KESIM_KUMECI'. The main window has a blue background and contains the following elements:

- KUME ADI SEÇİLEZ:** A dropdown menu with 'UYELIK FONKSİYONU YÜKSEK DÜZEY...' selected.
- ALFA_KESIM DEGERI_GIRINIZ:** A text input field containing '0,3'.
- ALFA_KESIM MANTIKSAL OPERATÖR SEÇ:** A dropdown menu with '=' selected.
- NITELIK SEÇİLEZ:** A dropdown menu with 'DEVAMSIZLIK' selected.

Below the form, there are two data tables:

| SIRA | Ders No | Adı | Soyadı | Bolum Adı | Ders Adı | İst. No | Üyelik Derecesi |
|------|------------|-----------|----------|-----------------------|----------------|---------|-----------------|
| 1 | 2011283016 | BURNEYSA | ÖZLEZ | Matematik (İngilizce) | Başarı İst. No | EE | 1 |
| 2 | 2011283017 | YAŞAR CAD | BERDİMAN | Matematik (İngilizce) | Başarı İst. No | CE | 1 |
| 3 | 2011283020 | TUĞBA | ERDEB | Matematik (İngilizce) | Başarı İst. No | 71 | 1 |
| 4 | 2011283017 | MELİKE | ERENK | Matematik (İngilizce) | Başarı İst. No | F7 | 1 |
| 5 | 2011283026 | RIŞVA | ÖZTEL | Matematik (İngilizce) | Başarı İst. No | 7E | 1 |

| SIRA | Üyelik Derecesi | Adı | Soyadı | Bolum Adı | Tanım Üyelik Derecesi | |
|------|-----------------|------------|------------|---|-----------------------|------|
| 130 | 0,3 | ŞİMRÜ ANIL | SARAC | Statistik (İngilizce) | 110 | 0,76 |
| 131 | 0,3 | FERİD | AŞAR | Statistik (İngilizce) | 142 | 1 |
| 132 | 0,3 | BERAY | İZDİDİÖZLÜ | Denizcilik İşletme ve Yönetim (İngilizce) | 113 | 1 |
| 133 | 0,3 | ÖZEL | ÖZEL | Denizcilik İşletme ve Yönetim (İngilizce) | 113 | 1 |

ekil 6.9: Alfa-kesim kümesi modülü.

6.1.8 Karar verme modülü

Karar vericinin esnek karar verebilmesini teminen, mevcut crisp e itim sisteminin gerektirdi i; ö rencilerin; sınav notları, ba arı durum ve nedenleri ile birlikte, bulanık sorgularla elde edilen bulanık kümeye ait üyelik derecelerini ve önerileri gösteren ekrandır.(ekil.6.10).

Burada yine karar verici, karar aralı nı olu tururken alfa-kesim'i kullanabilir. Bu modülde uzman sistem programlama mantı ı ile kural tabanları olu turulmu ve karar vericiye bulanık sorgu sonucunda olu turulan bulanık kümedeki, her ö renci için yazılım ö renci ba arısını de erlendirmek üzere önerilerde bulunmaktadır.

Ba arılı kabul edilebilir ö renci sayısı uzman sistem tarafından belirtilen bulanık sorgu kriterlerine ve alfa-kesim'e uygun olarak hesaplanmakta ve ekranda gösterilmektedir.

| SIRA_NO | ÖRENCİ_NO | NCT | CRISP DURUM | NEDEN | YENİ ÜYELİK DEREJESİ | FUZZY-ÖNERİLER |
|---------|------------|-----|-------------|---------------------------------------|----------------------|--|
| 62 | 2317431048 | 58 | Okuyor | Belirsiz | ,93 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 63 | 2317431049 | 50 | Ayıldı | Büyüklenme Sineviden Başarılı | ,91 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 67 | 2317431050 | 57 | Okuyor | Belirsiz | ,93 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 65 | 2317431052 | 60 | Ayıldı | Düğüne Sineviden Başarılı | ,91 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 66 | 2317431059 | 61 | Okuyor | Belirsiz | ,5 | öğrencinin notu oal seviyede, devamsızlık yüksek başarısızdır. |
| 67 | 2317431063 | 63 | Okuyor | Belirsiz | 1 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz "nerthin |
| 68 | 2317431066 | 60 | Ayıldı | Büyüklenme Sineviden Başarılı | ,8 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz "nerthin |
| 69 | 2317431067 | 60 | Okuyor | Belirsiz | ,91 | öğrencinin notu oal seviyede, devamsızlık yüksek başarısızdır. |
| 70 | 2317431069 | 61 | Ayıldı | Düğüne Sineviden Başarılı | ,95 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 71 | 2317431071 | 59 | Ayıldı | Yazınbul. Yeterlik Sineviden Başarılı | ,91 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |

BAŞARILI KABUL EDİLEBİRLERİN SAYISI
10

ekil 6.10: Karar verme modülü.

6.1.9 Raporlama modülü

Raporlamada tanımlanmış sorgular sonucu elde edilmiş bulanık kümelerle ait listeler ile bu kümelerin alfa e ik de erine göre kıyaslanmış sonucuna ait listeler döküm olarak alınabilmektedir.(ekil.6.11)

Çalıştırılabilir hazırlanan Raporlardan bir örnek ekil 6.12'dir.

ekil 6.11: Raporlama Modülü.

Alfa e ik de eri 0 girilmiş ve tüm sorgu kümesi listelenmiştir. Alfa'nın sıfır girilmesi e ik de eri olmadır anlamındadır.

| FUZZY QUERY İŞLEMİ SONUCU RAPORDUR... | | | | Sorgu Küme Adı: | NOTU BAŞARILI VE DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK | | |
|---------------------------------------|--------------|--------------|----|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | | Filtre Küme Adı: | BAŞARILI | | |
| | | | | İstedi Küme Adı: | YTKSFK | | |
| 2011218028 | MERKEZ | COĞKÖYÜ | 82 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218030 | ÇÖĞÜR | ÇEVRE | 64 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218036 | HRŞE | DOLU | 78 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218039 | SERKAT | SEKERATÇI | 80 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218114 | SEYHANMARMAR | ALTYENÜ | 91 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218115 | ALTEA | ALTEOVA | 87 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218116 | SEYER | AVCI | 63 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218120 | MAKINMARMAR | MURALINCAVA | 83 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218121 | ELİS | FIRAKI ANTIU | 79 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218122 | ALINTIARA | SEKALINCAVA | 74 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218191 | MURAN | KILIKÖLLER | 76 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218077 | İNGİLİZ ÇEŞİ | MEDETE | 76 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218075 | SEYİL | SARILISİE | 61 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218063 | ÇEŞİ | ARLIÇ | 76 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218013 | DOĞU | SEYİR | 40 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218010 | TÖRÖA | ERADLAN | 09 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218033 | İREŞİ | TULGAŞ | 31 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218038 | MEŞİH | MEŞEKİN | 43 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2011218041 | SEÇİ | KALAS | 54 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20112181007 | MELİK ÇÖĞÜR | ARŞİ | 78 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20112181008 | SEY | SEYİN | 71 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20112181022 | (SİRE) | (MEŞEKİN) | 57 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20112181024 | AYŞİM | MEŞEKİN | 78 | <input type="checkbox"/> | VE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ekil 6.12: Rapor Örneği.

6.2. Yazılımın yapay zekâ/ esnek hesaplama teknikleri ve uygulaması

Yazılım da yapay zekâ kapsamında, do al dil i leme yöntemi ile genetik algoritma bulanık mantık ve uzman sistem yazılımı yöntemleri kullanılmı tır. Do al dil i leme bulanık sorguların bilgisayarın anlayaca ı dile çevrilmesinde kullanılmı tır.Yapay zekâ uzman sistem yakla ımı karar verme modülünde karar vericiye fuzzy sorgu neticesinde ö renci durumları ve ba arılarının de erlendirilmesi için öneriler geli tirilip sunulmasında kullanılmı tır.

Esnek Hesaplama yöntemi olan Genetik algoritma ise not özniteli i için bulanık kümelerin tanımlanmasında ve üyelik fonksiyonunun belirlenmesinde kullanılmı tır. Yapay zekâ modülü üzerinden genetik algoritma yönteminin uygulanmasını teminen; popülasyonun çaprazlama, mutasyon ve elitizm oranları girilebilmektedir.

Çalı ma da bulanık kümelere ait üyelik derecelerini belirlemek için olu turulan trapezoid üyelik fonksiyonunun kernel açıklıkları genetik algoritma ile belirlenmektedir. Bir trapezoid üyelik fonksiyonunda belirlemesi gereken 4 de er vardır. ekil 6.13 de gösterilen bir trapezoid üyelik fonksiyonu için a,b,c,d parametreleri bir kromozomu olu turmu tur ve genetik algoritma ile optimumu bulunması hedeflenen de erlerdir. Bu de erlerin her biri için ikilik sayı sisteminde kodlama yapılmı tır. Çalı ma ö renci dataları üzerinde yapıldı ndan , çalı ma yapılan okulun de erlendirme sistemine göre ; not aralı ı 0-100 arasında de er almaktadır. En yüksek notun ikilik sayı sistemindeki kar ılı ı dikkate alınarak, bu kodlama 7 digit üzerinden yapılmı tır.



ekil 6.13: Yazılımda genetik algoritma ile belirlenen üyelik fonksiyonu parametreleri a,b,c,d.

Oracle veri tabanında onluk sistemde randomize üretilen ba langıç popülasyonunda ki trapezoid üyelik fonksiyonunun de erleri geli tirilen yazılımda hazırlanan prosedürlerle ikilik sayı sistemine dönü türülmektedir.

Bu çalı mada genetik programla ile tanımlanacak bulanık kümeler için sınırlar; kısıt olarak verilmi tir. Genetik algoritmanın tüm a amalarına riayet edilerek, program her a ama için prosedürler ekinde yazılımtır.

Bir trapezoid üyelik fonksiyonunda kanat açıklıklarını belirleyen parametreler 4 adet oldu undan bir kromozom toplamda 28 adet bit ile ifade edilecektir.

Goldberg'in 1985 'de önerdi i popülasyon büyüklü ü hesaplama yönteminde $L=28$ kromozom uzunlu u olmak üzere olmak üzere;

$$N=1,65*2^{0,21*1}$$
$$=1,65*58.892009639992004$$

ifadesinden sonuç de er ; 97,171 bulunmu ve popülasyon büyüklü ü 100 birey olarak alınmtır.Çalı mada 1101 bireyli toplam popülasyon ile optimal sonuçlara ula ılmı tir.

Ba langıç Popülasyonu bu durumda 100 adet bireyden olu turulmu tur. Randomize olarak belirlenen bu 100 birey için amacımıza uygun olarak belirlenecek fitness fonksiyonu bireylerin uygunluklarını de erlendirmede kullanılacaktır.

Bu tez çalı masındaki problemimizde amacımız ö rencilerin ait oldu u “zayıf ö renciler”, “orta ba arılı ö renciler” ile “ba arılı ö renciler” kümesini mümkün oldu unca geni letmektir. Bu durum da trapezoid bulanık sayıyı maksimize etmek bizim problemimizin amacı olarak seçilmi tir. Bu amaç do rultusunda; bulanık sayıların sıralanması için geli tirilen yöntemler bize yardımcı olacaktır. Bulanık sayıların sıralanması, bulanık karar verme problemlerinde önemli bir bulanık optimizasyon sorunudur. Bulanık sayıların sıralanması hususunda literatürde mevcut çalı malardan;

Liou ve Wang Yöntemi bu çalı mada fitnes fonksiyonuna esas te kil etmi tir.

$$I_T^\alpha(\tilde{A}) = \frac{1}{2} [\alpha \cdot (u + z) + (1 - \alpha) \cdot (m + n)] \quad (6.2)$$

eklinededir. [25]

Söz konusu sıralamada iki bulanık sayı için çıkan sonuçtan büyük olanın ait oldu u sayı, mukayesede di er sayıdan büyüktür. Liou ve Wang'ın yöntemi bu çalı mada fitness fonksiyonu olarak kullanılmı tır. Geli tirilen yazılım ve çalı mada; Trapezoid bulanık sayının her parametresi için üretilen randomize sayı ile olu turulan randomize kromozom; belirtilen fitness fonksiyonuna tabi tutulmu ; elde edilen fitness de erleri kıyaslanmak üzere ilgili tablolara i lenmi tir.

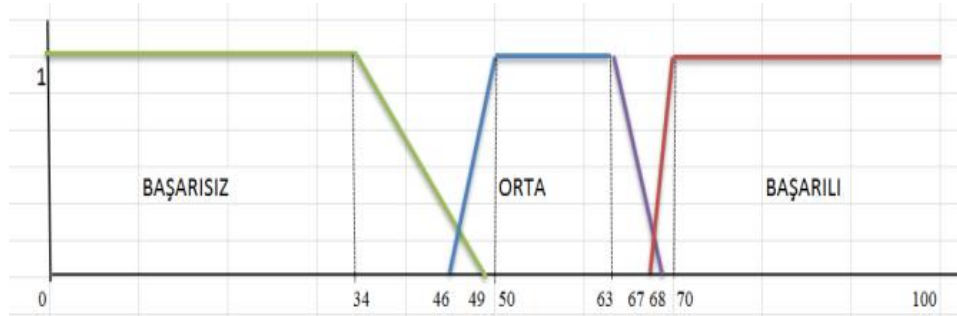
Tüm jenerasyonlarda seçilecek ebeveynlerin belirlenmesinde rulet tekerle i yöntemi kullanılmı tır. Ebeveynler rulet tekerle i yöntemine göre seçildikten sonra anne-baba çiftleri randomize olarak e le tirilmi tir. E le tirme havuzuna alınan çiftler kullanıcı tarafından belirlenen bir oranla çaprazlama için seçilmektedir. E er herhangi bir oran kullanıcı ara yüzünden girilmezse program %60 çaprazlama oranı ile çaprazlama için ebeveyn çiftlerini belirler. 28 bitden (genden) olu an kromozomlar üzerinde çaprazlama yapılabilmesini teminen , locus noktaları da randomize olarak tespit edilmi tir. Çaprazlama yöntemi olarak çift noktalı çaprazlama kullanılmı tır. Çaprazlama sonucunda olu an çocuk bireyleri olu turan genlerin problem kısıtlarına uyumlu olup olmadı ı gerekli döngülerle kontrol edilmektedir. Çaprazlama olasılı na dahil olmayan ebeveyn çiftleri kendilerinin kopyasını üretme ansına sahip olacaklardır.

Elde edilen çocuk bireyler ekrandan girilen oranla mutasyona u ramaktadır. Çalı mada Mutasyon oranı 0,01 olarak verilmi tir.Burada çocuk popülasyondaki her bir kromozomun gen sayısı ve popülasyon sayısı üzerinden, toplam gen sayısı bulunarak, mutasyona u rayacak gen sayısı bulunmaktadır.

Mutasyonlanacak kromozomlar yine randomize olarak bulunur. Mutasyonlanacak kromozomların tespitinden sonra ikilik sayı sisteminde mutasyon i lemi '1' olan genin '0' a dönü türülmesi ve tersi ile sa lanır ki yine burada, yeni çocuk bireyin kısıt kontrollerini sa layan döngüler sözkonusu olacaktır. Sonuç olarak elde elde edilen

çocuk kromozomlar yine fitness fonksiyonundan geçirilerek, elde edilen fitness değerleri yeni jenerasyon oluşumunda kıyaslanmak üzere ilgili tablolara işlenir. Anne, baba kromozomlardaki yüksek uygunluk değerine sahip bireylerin, kayıp olmaması için sonraki jenerasyona belli bir elitizm oranında aktarımını sağlayan elitizm işlemi yazılımda mevcuttur. Çalışmada elitizm oranı %10 olarak girilmiştir. Elitizm işlemi takiben her nesildeki popülasyon sayısı sabit olduğundan geriye kalan birey sayısı; ebeveyn bireylerin çocuk bireylerle kıyaslanarak; en iyilerin yeni jenerasyona aktarımı ve kötü kromozomların elenmesi ile tamamlanır. Böylece bir sonraki jenerasyon elde edilmiştir. İterasyon daha önceden belirlenen sayı kadar devam eder. Ancak stokastik bir yöntem olan genetik algoritmanın teoride sonsuza kadar devam edebileceği göz önüne alınırsa, pratik olarak genetik programda bir sonlandırma kriterine ihtiyaç vardır ki, bu yazılım çalışmasında sonlandırma kriteri çeşitliliğin azalması ve aynı kromozomların belli bir eklemden üstünde bulunması veya iterasyon sayısı olarak alınmıştır. En iyi fitness değerine sahip olan son jenerasyondaki çözüm ikilik sayı sisteminden onluk sayı sistemine yazılımın ilgili prosedürüne çevrilir. Yazılım sonuç kümesini Oracle veri tabanına insert yapar. Böylece program bulanık mantıkla önerici barısını değerlendirecek olan programın bulanık kümelerini genetik algoritma yöntemiyle otomatik olarak tanımlamaktadır.

Bu çalışmada genetik algoritma ile oluşturulan üyelik fonksiyonların kural grafikleri ekil 6.14 deki gibidir.



ekil 6.14: Not özniteliği için Genetik algoritma ile oluşturulan kural grafikleri. Genetik algoritma ile 3 Bulanık Küme (Başarısız, orta, başarılı), trapezoid ve Z üyelik fonksiyonları ile tanımlanmıştır.

YDL_FUZZY_MATING_POOL: Created: 16.09.2013 20:49:18 Last DDL: 17.09.2013 21:12:28

Columns Indexes Constraints Triggers Data Script Grants Synonyms Partitions Subpartitions Stats/Size Referential

Sort by Primary Key Desc
Read Only

| JENERASYON_NO | KROMOZOM... | KROMOZOM | BIREY_NO | KUME_NO | SECIM_FL |
|---------------|-------------|--|----------|---------|----------|
| 0 | 52 | 00000000000000000000000010010101101 | 4 | 1 | YES |
| 0 | 53 | 0000000000000000000000001000100101101 | 87 | 1 | YES |
| 0 | 53 | 0000000000000000000000001000100101101 | 25 | 1 | YES |
| 0 | 53 | 0000000000000000000000001000100101101 | 21 | 1 | YES |
| 0 | 54 | 0000000000000000000000001110001000001 | 40 | 1 | YES |
| 0 | 55 | 0000000000000000000000001110101010000 | 98 | 1 | YES |
| 0 | 55 | 0000000000000000000000001110101010000 | 84 | 1 | YES |
| 0 | 56 | 00000000000000000000000011111010101010 | 13 | 1 | YES |
| 0 | 58 | 00000000000000000000000010100100100100 | 34 | 1 | YES |
| 0 | 59 | 000000000000000000000000111000101110 | 73 | 1 | YES |
| 0 | 60 | 0000000000000000000000001011001000011 | 44 | 1 | YES |
| 0 | 61 | 0000000000000000000000001010101000110 | 2 | 1 | YES |
| 0 | 61 | 0000000000000000000000001010101000110 | 19 | 1 | YES |
| 0 | 63 | 00000000000000000000000011000011101 | 37 | 1 | YES |
| 0 | 63 | 00000000000000000000000011000011101 | 72 | 1 | YES |
| 0 | 63 | 00000000000000000000000011000011101 | 66 | 1 | YES |
| 0 | 64 | 000000000000000000000000111100101111 | 90 | 1 | YES |
| 0 | 66 | 0000000000000000000000001100011011 | 89 | 1 | YES |
| 0 | 67 | 0000000000000000000000001110101000010 | 53 | 1 | YES |
| 0 | 68 | 0000000000000000000000001000010101011 | 31 | 1 | YES |
| 0 | 70 | 0000000000000000000000001000010101011 | 56 | 1 | YES |
| 0 | 70 | 0000000000000000000000001000010101011 | 88 | 1 | YES |
| 0 | 73 | 000000000000000000000000100100011000 | 63 | 1 | YES |
| 0 | 73 | 000000000000000000000000100100011000 | 62 | 1 | YES |
| 0 | 74 | 000000000000000000000000100100101111 | 93 | 1 | YES |
| 0 | 74 | 000000000000000000000000100100101111 | 50 | 1 | YES |

ekil 6.16: Çiftle me havuzundaki kromozomlar .

ekil 6.17 de ise Randomize belirlenen locus noktari ile uygulanan çaprazlama operatörü neticesinde olu an çocuk kromozomların tutuldu u table görülmektedir.

| GENERASYON NO | KUME NO | CIFT NO | V LOCUS1 | V LOCUS2 | V PARCA1 COCUK1 | V PARCA2 COCUK1 | V PARCA3 COCUK1 | CUCUK1 | V PARCA1 COCUK2 |
|---------------|---------|---------|----------|----------|-------------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-------------------|
| 0 | 2 | 47 | | | | | | 01010101100100111001 | |
| 0 | 2 | 46 | 15 | 20 | 0101011001001 | 1011 | 11001010 | 01010101100100111001001 | 0101011001001 |
| 0 | 2 | 45 | | | | | | 010100011001001110100011 | |
| 0 | 2 | 50 | 15 | 26 | 0101011001001 | 110010000 | 01 | 01010101100100111001001 | 0101001001001 |
| 0 | 2 | 1 | 15 | 20 | 010111001001001 | 1110 | 01001001 | 01011101100100111001001 | 01011001001001 |
| 0 | 2 | 2 | | | | | | 010111011001001110011111 | |
| 1 | 2 | 1 | | | | | | 010111011001001111100100 | |
| 1 | 2 | 2 | | | | | | 01010001100100111001001 | |
| 1 | 2 | 3 | 19 | 27 | 01010011001001111 | 0010010 | 0 | 0101000110010011100100100 | 01010011001001111 |
| 1 | 2 | 4 | 17 | 27 | 0101001100100111 | 110010010 | 0 | 0101000110010011100100100 | 0101001100100111 |

ekil 6.17: Locus noktaları ve çaprazlama.

A a ıda gösterilen ekil 6.18 de genetik algoritma ile olu turulan bulanık kümeler izlenmektedir.

| SIRA... | KUME_AD1 | MAX | MIN |
|---------|---------------------------|-----|-----|
| 1 | DÜŞÜK | 0 | 70 |
| 2 | YÜKSEK | 65 | 113 |
| 3 | BASARISIZ(GENETİK) | 100 | 0 |
| 4 | ORTA_BASARILILAR(GENETİK) | 100 | 0 |
| 5 | BASARILILAR(GENETİK) | 100 | 0 |

ekil 6.18: Genetik algoritma tarafından açılan fuzzy kümeler(3-4-5 nolu kümeler).

ekil 6.19 da genetik algoritma ile bulunmu olan optimum üyelik fonksiyonu parametreleri görülmektedir.Sözkonusu parametre de erleri ,ö rencilerin notlarının bulanık kümeye üyeleik derecelerinin hesaplanmasında kullanılacaktır.

| SIRA... | A1 | A2 | A3 | A4 | KUME_SIRA_NO | UYELIK_KODU | NITELIK_AD1 |
|---------|-----|-----|-----|-----|--------------|-------------|-------------|
| 1 | 0 | 90 | 112 | | 1 | 1 | DEVAMSIZLIK |
| 2 | 100 | 113 | 210 | | 2 | 7 | DEVAMSIZLIK |
| 3 | 0 | 0 | 34 | 49 | 3 | 2 | NOT_GENETİK |
| 4 | 46 | 50 | 63 | 68 | 4 | 2 | NOT_GENETİK |
| 5 | 67 | 70 | 100 | 100 | 5 | 2 | NOT_GENETİK |

ekil 6.19: Genetik algoritma tarafından açılan fuzzy membership (3-4-5 nolu kümeler).

MEVCUT KÜME TABLOSUNDAN ÇALIŞILACAK KÜMEYİ SEÇİNİZ...

| SEC | Sıra No | Küme Adı |
|-------------------------------------|---------|----------|
| <input type="checkbox"/> | 1 | DÜŞÜK |
| <input type="checkbox"/> | 2 | YÜKSEK |
| <input type="checkbox"/> | 3 | ZAYIF |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4 | ORTA |

UYELİK FONK TIPI
TRAPEZİT FORM

| SEC | Sıra No | Küme Sıra No | UYELİK_ADI_TR | A1 | A2 | A3 | A4 | Nitelik Adı |
|-------------------------------------|---------|--------------|-------------------------|----|----|-----|-----|-------------|
| <input type="checkbox"/> | 3 | 3 | YAMUK ÜYELİK FONKSİYONU | 0 | 0 | 34 | 49 | NOT_GENETİK |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4 | 4 | YAMUK ÜYELİK FONKSİYONU | 46 | 50 | 63 | 68 | NOT_GENETİK |
| <input type="checkbox"/> | 5 | 5 | YAMUK ÜYELİK FONKSİYONU | 67 | 70 | 100 | 100 | NOT_GENETİK |

OGRETİM_DÖNEMİ SEÇİNİZ... 2011-2012

SINAV_SEÇİNİZ... Haziran Yeterlilik Sınavı(2011-2012)

Oğrenci No: 2010115005, Notu: 100

Oğrenci No: 2010115018, Notu: 100

Oğrenci No: 2010115039, Notu: 100

SEÇİM YAPARAK ÇALIŞTIRINIZ.
UYELİK DERECESİNİN HESAPLANMASI İÇİN
NOT TRAPEZİT ÜYELİK DER...

YAKLASIK HESAPLA

ekil 6.20: Orta-GenetikBulanık Küme için not özniteliğine ait üyelik derecesinin hesaplanması.

MEVCUT KÜME TABLOSUNDAN ÇALIŞILACAK KÜMEYİ SEÇİNİZ...

| SEC | Sıra No | Küme Adı |
|-------------------------------------|---------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | DÜŞÜK |
| <input type="checkbox"/> | 2 | YÜKSEK |
| <input type="checkbox"/> | 3 | ZAYIF |
| <input type="checkbox"/> | 4 | ORTA |

UYELİK FONK TIPI
TRIANGULAR FORM

| SEC | Sıra No | Küme Sıra No | UYELİK_ADI_TR | A1 | A2 | A3 | A4 | Nitelik Adı |
|-------------------------------------|---------|--------------|----------------------------|----|----|----|----|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | 1 | ÜÇGENSEL ÜYELİK FONKSİYONU | 0 | 0 | 0 | 0 | NOT_TRIANGULAR_UYELİK_DERECESİ_HESAPLA |
| <input type="checkbox"/> | | | | | | | | DEVAM_TRAPEZİT_UYELİK_DERECESİ_HESAPLA |
| <input type="checkbox"/> | | | | | | | | DEVAM_TRIANGULAR_UYELİK_DERECESİ_HESAPLA |
| <input type="checkbox"/> | | | | | | | | DEVAM_S_UYELİK_DERECESİ_HESAPLA |
| <input type="checkbox"/> | | | | | | | | NOT_S_UYELİK_DERECESİ_HESAPLA |
| <input type="checkbox"/> | | | | | | | | NOT_Z_UYELİK_DERECESİ_HESAPLA |
| <input type="checkbox"/> | | | | | | | | DEVAM_Z_UYELİK_DERECESİ_HESAPLA |

OGRETİM_DÖNEMİ SEÇİNİZ...
SINAV_SEÇİNİZ...

Oğrenci No: 2010115005, Notu: 100
Oğrenci No: 2010115018, Notu: 100
Oğrenci No: 2010115039, Notu: 100

YAKLASIK HESAPLA

ekil 6.21: Düşük-devamsızlık Kümesi için devamsızlık özniteliğine ait üyelik derecesi hesabı.

YDL_FUZZYDEVAMSIZLIK_DATA: Created: 09.12.2012 00:02:57 Last DDL: 17.01.2013 17:11:12

| UYELIK_KODU | OGRENCI_NO | BOLUM_ADI | TOP_DVM | UYELIK_FONK_DEGERI | KUME_SIRA_NO | MEMBERSHIP_SIRA_NO |
|-------------|------------|---|---------|--------------------|--------------|--------------------|
| 1 | 2011800038 | Para ve Banka Yüksek Lisans | 93 | 0,86 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800042 | Muhasebe Yüksek Lisans | 40 | 0,44 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800064 | Yönetim ve Organizasyon Yüksek Lisans | 12 | 0,13 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800069 | Yönetim ve Organizasyon Yüksek Lisans | 49 | 0,54 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800074 | Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Yüksek Lisans | 75 | 0,83 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800083 | Pazarlama Yüksek Lisans | 107 | 0,22 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800086 | Pazarlama Yüksek Lisans | 99 | 0,59 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800089 | Pazarlama Yüksek Lisans | 63 | 0,7 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800090 | Pazarlama Yüksek Lisans | 26 | 0,28 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800091 | Uluslararası İşletmecilik Yüksek Lisans | 49 | 0,54 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800126 | Maliye Yüksek Lisans | 93 | 0,86 | 1 | 1 |
| 1 | 2011800128 | Maliye Yüksek Lisans | 50 | 0,55 | 1 | 1 |

ekil 6.22: Düzük-devamsızlık Kümesi için devamsızlık özniteliğine ait üyelik dereceleri.

Action Edit Query Block Record Field Help Window

193.140.161.23\Havuz\REKABID\Yazılım\Ekin\Projeler\ncsis\MB\ydl\FUZZY_YAPAY_ZEKA_P_10C.fmx

BULANIK_KUME_TANIMLAMA YAPAY_ZEKA UYELIK_FONK_TANIMLAMA UYELIK_DERECESI_HESAPLAMA BULANIK...

SORGU SONUCU DÜŞÜN KÜMELER

| Sıra No | Sorgu Küme Adı |
|---------|--|
| 11 | BAŞARILI DEĞİL |
| 12 | GENETİK NOTU_ORTA VE DEVAMSIZLIĞI DÜŞÜK |
| 13 | GENETİK NOTU_BASARILIV DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK |

SORGU_KUME_KAYDET

OLUŞTURDUĞUNUZ KUME KRİTERLERİNE UYGUN BULANIK SORGUNUZU YAZINIZ...

YAMUK NOTU ORTA VE ÜÇGENSE_ DEVAMSIZLIĞI DÜŞÜK

YAKLAŞIK İŞLEMİ İÇİN DÖNEM VE SINAV SEÇİNİZ.

SORGULA

ekil 6.23: Düzük-devamsızlık ve orta başarı için bulanık sorgu.

| SIRA_NO | OGRENCI_NO | KUME_NO_1 | KUME_NO_2 | UYELIK_DERECESI_1 | ISLEM_ADI | UYELIK_DERECESI_2 | UYELIK_DERECESI_SON | YENI_KUME_NO |
|---------|------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|---------------------|--------------|
| 7 | 2011800574 | 4 | 1 | 1 VE | | 0,77 | 0,77 | 12 |
| 14 | 2011900037 | 4 | 1 | 0,8 VE | | 0,36 | 0,36 | 12 |
| 30 | 2011900433 | 4 | 1 | 0,75 VE | | 0,62 | 0,62 | 12 |
| 39 | 2011293021 | 4 | 1 | 1 VE | | 0,77 | 0,77 | 12 |
| 40 | 2011681088 | 4 | 1 | 0,5 VE | | 0,18 | 0,18 | 12 |
| 53 | 2011780032 | 4 | 1 | 0,5 VE | | 0,64 | 0,5 | 12 |
| 57 | 2011780058 | 4 | 1 | 1 VE | | 0,8 | 0,8 | 12 |
| 67 | 2011800034 | 4 | 1 | 1 VE | | 0,13 | 0,13 | 12 |
| 105 | 2011800403 | 4 | 1 | 1 VE | | 0,82 | 0,82 | 12 |
| 111 | 2011800472 | 4 | 1 | 0,5 VE | | 0,58 | 0,5 | 12 |
| 113 | 2011800509 | 4 | 1 | 1 VE | | 0,62 | 0,62 | 12 |
| 116 | 2011611047 | 4 | 1 | 1 VE | | 0,59 | 0,59 | 12 |
| 119 | 2011611052 | 4 | 1 | 1 VE | | 1 | 1 | 12 |

ekil 6.24: Düşük-devamsızlık ve orta başarı için bulanık sorgu neticesi yeni oluşan kümeye ait üyelik dereceleri.

| | | | | |
|------------------------|------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| BULANIK_KUME_TANIMLAMA | YAPAY_ZEKA | UYELIK_FONK_TANIMLAMA | UYELIK_DERECESI_HESAPLAMA | BULANIK_SORGU |
|------------------------|------------|-----------------------|---------------------------|---------------|

| SIRA_NO | OGRENCI_NO | NOT | CRISP DURUM | NEDEN | YENI_UYELIK_DERECESI | FUZZY ÖNERİLER |
|---------|------------|-----|-------------|--------------------------------------|----------------------|---|
| 127 | 2011431036 | 61 | Ayrıldı | Yazkoku Yeterlik Sınavından Başarılı | ,27 | öğrenci notu. ait seviyede,devamsızlık yüksek başarısızdır. |
| 128 | 2011431048 | 58 | Okuyor | Beirsiz | ,93 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 129 | 2011431049 | 53 | Ayrıldı | Bürünleme Sınavından Başarılı | ,91 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 130 | 2011431050 | 57 | Okuyor | Beirsiz | ,93 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 131 | 2011431052 | 60 | Ayrıldı | Bürünleme Sınavından Başarılı | ,91 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 132 | 2011431055 | 55 | Okuyor | Beirsiz | ,09 | öğrenci notu. ait seviyede,devamsızlık yüksek başarısızdır. |
| 133 | 2011431059 | 61 | Okuyor | Beirsiz | ,5 | öğrenci notu. ait seviyede,devamsızlık yüksek başarısızdır. |
| 134 | 2011431063 | 63 | Okuyor | Beirsiz | 1 | öğrenciyi başarılı kabul etmenizi öneririm |
| 135 | 2011431064 | 47 | Okuyor | Beirsiz | ,25 | öğrenciyi başarılı kabul etmeyiniz. |
| 136 | 2011431066 | 63 | Ayrıldı | Bürünleme Sınavından Başarılı | ,8 | öğrenciyi başarılı kabul etmenizi öneririm |

BASARILI KABUL EDILEBİRLERİN SAYISI
10

ekil 6.25: Bulanık sorgu kümesi üyelik dereceleri ile klasik mantıktaki başarı durumlarını karşılaştıran karar verme modülü.

Oracle Application Server Form... x

Dir Seviye Yukarı - Yaz Tipi Boyutu - Kodlama - İçerik Denetimi - Çövi

01.03.2014 15:24 Havuz HEKEM D Yazılım ve Teknik Projeler Nakış M B Y D I Y D L _ F U Z Z Y _ Y A P A Y _ Z E K A _ 3 1 J J m x

BULANIK_KUME_TANIMLAMA YAPAY_ZEKA UYELIK_FONK_TANIMLAMA UYELIK_DERECESL_HESAPLAMA BULANIK

SORGULARI OLUŞTURAN ÖRNEKLER

| Sıra No | Sorgu Kume Adı |
|---------|---|
| 11 | BAŞARILI DERSLER |
| 12 | GENETİK NOTU ORTA VE DEVAMSIZLIĞI DÜŞÜK |
| 13 | GENETİK NOTU BAŞARI İMF DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK |

SORGULARI KAYDET

OLUŞTURDUĞUNUZ KUME KRİTERLERİNE UYGUN BULANIK SORGUNUZU YAZINIZ...

YAMUK NOTU BAŞARILI VE Z DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK

YAKLAŞIK İŞLEMİ İÇİN DÖNEM VE SINAV SEÇİNİZ...

SORGULARI

ekil 6.26: Notu başarılı ve devamsızlığı yüksek öğrenciler için bulanık sorgu.

YD_FLRZY_SET_SLEM: Create: 06.01.2013 12:24:30 Last DDL: 07.01.2013 15:08:30

| SIRA_NO | OGRENCI_NO | KUME_NO_1 | KUME_NO_2 | UYELIK_DERECESL_1 | ISLEM_ADI | UYELIK_DERECESL_2 | UYELIK_DERECESL_... | YENI_KUME_NO |
|---------|------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|---------------------|--------------|
| 4953 | 2011421019 | 5 | 2 | 1 | VE | 1 | 1 | 13 |
| 5268 | 2011432059 | 5 | 2 | 0,66 | VE | 1 | 0,56 | 13 |
| 4849 | 2011291055 | 5 | 2 | 0,66 | VE | 1 | 0,56 | 13 |
| 4602 | 2011275022 | 5 | 2 | 1 | VE | 0,38 | 0,38 | 13 |
| 4366 | 2010421056 | 5 | 2 | 0 | VE | 1 | 0 | 13 |
| 4367 | 2010423022 | 5 | 2 | 1 | VE | 0 | 0 | 13 |
| 4368 | 2010423025 | 5 | 2 | 0 | VE | 0 | 0 | 13 |
| 4369 | 2010423011 | 5 | 2 | 0 | VE | 0 | 0 | 13 |
| 4390 | 2010423012 | 5 | 2 | 0 | VE | 0 | 0 | 13 |
| 4391 | 2010423013 | 5 | 2 | 0 | VE | 0 | 0 | 13 |
| 4392 | 2010423020 | 5 | 2 | 0 | VE | 0 | 0 | 13 |
| 4393 | 2010423022 | 5 | 2 | 0 | VE | 0 | 0 | 13 |
| 4394 | 2010423021 | 5 | 2 | 0 | VE | 0 | 0 | 13 |
| 4395 | 2010423025 | 5 | 2 | 0 | VE | 0 | 0 | 13 |

ekil 6.27: Genetik algoritma /Notu başarılı ve devamsızlığı yüksek öğrenciler için de erler.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1 Çalışmanın Değerlendirilmesi

Bu çalışmada Yapay Zeka bilimlerinden bulanık mantık, genetik algoritma, doğrudan dil işleme ve uzman sistem yazılımı kullanılarak oracle veri tabanında geliştirilen Fuzzy SQL ile, öğrencilerin başarılarını değerlendirmede klasik mantık yerine, esnek bir değerlendirme ekli alternatif olarak sunulmuştur. Çalışma İngilizce bölümü B ve C kurunda yeterlilik sınavına giren, 2517 öğrenci için not ve başarı devamsızlık datası üzerinde yapılmıştır. Çalışmada Bulanık not kümeleri ve üyelik fonksiyonları genetik algoritmayla açılmış olup, üyelik fonksiyon tipi trapezoidal üyelik fonksiyonu ile gösterilmiştir. Devamsızlıkların düşük kümesi ise triangular üyelik fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Çalışması yapılan okulun yönetmelik esaslarına göre, devamsızlıktan kalma artı, öğrencinin devamsızlığının 113 saat ve üzeri olmasıdır. Yeterlilik sınavında öğrencinin başarı olması ise, 70 ve üzeri not almaktır. Genetik algoritma bulanık orta başarılar kümesi için, trapezoidal üyelik fonksiyonu parametrelerini 46,50,63,68 olarak tespit etmiştir. Bu parametre sınırları içerisinde nota sahip öğrenciler kesin mantıkta değerlendirildiği takdirde, başarı kabul edilecektir. Ancak, bulanık mantık hesaplarına riayet edilerek oluşturulan orta başarı ve devamsızlık düşük öğrenciler bulanık sorgusunun neticesinde sözkonusu öğrenciler esnek değerlendirildiğinde, düşük devamsızlık kümesinin alt sınırı ile orta başarı bulanık kümesinin üst sınırındaki öğrenciler için geliştirilen uzman sistem, başarı kabul edilmelerini karar vericiye önermiştir. Bu öğrenci sayısı 515 adet olan orta başarı ve devamsızlık düşük öğrenciler kümesinden, $\mu=0$ değeri için, 10 adet olarak bulunmuştur. Bu değer yaklaşık olarak %2'dir. Bu öğrencilerin başarı kabul edilmesi toplamda ihmal edilsede, sözkonusu öğrenci için ihmal edilemeyecek bir değerdedir.

Oluşturulan bulanık kümeler ve bulanık sorgu kümeleri, bulanık sorgular çoğaltılabilir.

Ayrıca genetik algoritma olmaksızın manuel açılan bulanık küme ve üyelik fonksiyonlarıyla yapılan çalışmalarda notu başarılı ve devamsızlık yüksek

ö rencilerde ö rencilerin devamsızlık sınırında iken, ba arısız kabul edildikleri görülmü tür. Bu çalı mada ise; ngilizce C kuru yıl sonu ba arı kriteri 85 ve üzeri not almaktır. Devamsızlı ın ise 113 saatden küçük olmasıdır. Toplam 2808 C kuru ö renci mevcuttur. İgili tableda kullanıcı tarafından açılan; BA ARILI kümesi için Z üyelik fonksiyonu (65,70,100) olarak tanımlanmı tır.

Bu durumda ki ö rencileri üyelik kodları ile listelersek; 808 tane ö rencinin =0,4 için BA ARILI kümesinde yer aldı ı halde, ba arısız kabul edildi i bu ö rencilerin tekrar yapılan sınavlara girdi i yada sınıfı tekrar etti i görülmü tür.

NOTU BA ARILI VE DEVAMSIZLIĞI YÜKSEK Ö RENC LER kümesine bakıldı ında; 3 ö renci den birinin devamsızlık sınırında kaldı ı görülmektedir

Geli tirilen uzman sistem ile veri tabanlı muhakeme yapılmı , çıkarımda bulunulmu ve yargılara varılarak karar vericiye esnek çözümler ve öneriler sunulmu tur. Böylece e itim de erlendirmeleri konusundaki uzman karar verici tek tek ö rencileri de erlendirmesi yerine uzman sistemin de erlendirme ve önerileriyle zaman kazanacak ve i yükü azalacaktır.

7.2 Sonuç

Çalı mada Klasik Veri tabanı (Oracle) üzerinde bulanık kümeleri Esnek Hesaplama yöntemlerinden genetik algoritma ile açan, Bulanık Sorgulama Arayüzü ve Bulanık SQL ile sorgulama yapılmasını sa layan bir yapay zekâ uzman sistem yazılımı geli tirilmi tir.

E itim ve Ö retim de erlendirmelerine esas te kil eden yönetmeliklerin içinde yer alan ölçme, de erlendirme mekanizmalarının ve ö renci ba arısının, Yapay zekâ, esnek hesaplama yöntemlerinden Bulanık mantık ve uzman sistem önerisiyle de erlendirilmesi, ölçme kalitesini artıracak, do ru ve sıhhatli de erlendirmelere zemin sa layacaktır. Bu çıkarımdan hareketle, Bulanık Mantıkla ölçme ve de erlendirme prosedürleri gerek e itim faaliyetlerinde ve gerekse üretim faaliyetlerinde ba arı grafi ini yükseltecektir.

Bu tezde geli tirilen yazılımın mevcut algoritması ile e itim alanı dı nda, üretim ve tıp alanında mevcut problemlere optimal çözümler geli tiren yeni uzman sistemler geli tirmek mümkün olabilecektir.

Genetik Algoritmaların uygulama alanlarının ba nda üretim sistemleri gelir. Endüstrilerde montaj hattı ve montaj dengeleme problemlerinde, tesis yerle im problemlerinde optimum performans sa layan tesis yerle im tasarımlarında kullanıldı ı gibi, atama problemlerinde minumun maliyetli atamaların tercih edilmesinde, hücresel üretim problemlerinde hücreler arası ta ımanın en aza indirgenmesinde de uygulanabilmektedir. Bu uygulamaların yanında, sistem güvenilirli i problemlerinde sistemin belirli ko ullar altında belirli bir zaman aralı nda ba arılı olarak çalı ma olasılı ının belirlenmesinde, ta ıma problemlerinde tüm talebin kar ılanması ve maliyet minimizasyonu artıyla optimum çözüme ula ılmasında, çizelgeleme problemlerinde, gezgin satıcı problemlerinde katedilen mesafeyi minimize etmede, kapasite ve mesafe kısıtı olan araç rotalama problemlerinde, minumum yayılan a aç problemlerinde, optimal çözümün bulunmasında genetik algoritmalarından faydalanılmaktadır.

Geli tirdi imiz yazılım çizelgeleme problemleri, gezgin satıcı problemi, atama problemi gibi yukarıda bahis edilen problemlere uyarlanabilir. Örne in Gezgin satıcı probleminin uygulandı ı devre tasarımı, yada uçakların rotalarının bulunması gibi alanlarda, gerekli veri tabanları olu turularak optimal çözümelere ula ılabilir.

Bu tezde geli tirilen uzman sistem, tıp alanınada uyarlanabilir.

Günümüz geli en teknoloji ve bilgisayar sistemleri sayesinde hastanelerde hastalara ait veriler kayıtlanmaktadır. Ancak oldukça fazla miktardaki bu verilerin de erlendirilmesi ve bu verilerden anlamlı sonuçlara ula mak bireysel olarak oldukça zordur. Tıbbi tanılarda karma ıklık ve belirsizlik bulunmakta, Bulanık mantık ise belirsizli i modellemektedir. Günümüzde tıp alanında; bulanık ba ıntılar ile, belirti ve hastalıklar arasında ortak noktaları açıklayabilen, bulanık uzman sistemler ve bulanık karar destek sistemleri bulunmaktadır.

Bu sistemlere örnek olarak; CADIAG, CADIAG-2, ABVAB, CLINAID, DIABETO-III, CLINAID, SPHINX, FLORIDA, PROTIS, MMIDS, FUZZYARDS/MONITOR, RENOIR, PNEUMON-1A, TERAP-1A , NEFCLASS sayılabilir.

Tez çalı mamızın içinde geli tirilen yazılım, çe itli hastalıkların te hislerinde; hasta kayıtlarından olu turulan veri tabanı ve hastalı ı te his etmek için gerekli olan biyokimya testlerinin belirlenmesinde rahatlıkla kullanılabilir. Ayrıca, testlerin referans aralıkları ve izlenen tedavi yöntemlerini içeren veriler kullanılarak oracle veri tabanı üzerindeki olu turulacak tablolar, yine tezde izlenen çalı ma methodları ile bulanıkla tırılarak, genetik algoritma ve bulanık mantık yardımıyla, hekimlerin tanı ve tedavi sürecinde yardımcı olan bir uzman sistem yada karar destek sistemi olu turulmasında rahatlıkla kullanılabilir alt yapıdadır.

Sadece siyah ve beyazın olmadı ı dünyamızda, e itiminin oldu u kadar tüm sektörlerin ba arısını klasik mantıkla de erlendirmekten vazgeçilmeli ve bulanık mantıkla daha gerçekçi analizler geli tirmeliyiz. Gelecekte ö renci ba arısının de erlendirilmesinde daha çok yapay zekâ yazılımları ve uzman sistemlere yer verilmeli ve bu sistemlerin avantajlarından hem ö renciler hemde e itimciler faydalandırılmalıdır.

Gelece in en ba arılı veri tabanları ve sorgulamaları Bulanık Mantık tabanlı olmalı; kararları ise bulanık de il, kesin olmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Obalı M.** (2006) “Oracle 10 G” p. 21-321 stanbul
- [2] **José Galindo, Angélica Urrutia, Mario Piattini** (2005) “Fuzzy Databases Modeling Desing and implementation” p.181 Granada Spain
- [3] <http://tr.wikipedia.org>
- [4] <http://www.oxforddictionaries.com>
- [5] **Prof. Dr. NABIYEV V.** (2013) “Yapay Zekâ” p.25-26,611 Ankara
- [6] **Do an A.** (2002) “Yapay Zekâ” p.64 Kariyer yayıncılık ileti im e itim hizmetleri Ltd. ti. stanbul
- [7] **Anupam Shuka-Ritu Tiwari-Rahul** (2010) “Real Lifes Applications of Soft Computing” by Taylor and Francis Group, LLC 643S
- [8] <http://mycoordinates.org/an-alternative-low-cost-mems-imugps-integration-scheme>
- [9] **Prof. Dr. D.Aksan** (ubat 1994) “Anlam Bilim İgili Alanlar ve Türkçe” /A.Ü. TÖMER Dil Dergisi, Do an Aksan Özel Sayısı, p.16
- [10] **Amit Garg & Dr. Rahul Rishi** (March 2012) “Querying Capability Enhancement in Database Using Fuzzy Logic” / Global Journal of Computer Science and Technology Volume 12 Issue 6 Version 1.0
- [11] ba.kent.edu.tr/yapayzekâ.doc
- [12] <http://www.riskonomi.com/wp/?p=1156>
- [13] <http://www-bisc.cs.berkeley.edu/BISCPProgram/History.htm>
- [14] **L. Zadeh.** (1994) “Soft Computing and Fuzzy Logic”. IEEE Software. Vol. 11, Issue 6, p. 48-56 ISSN: 0740-7459.
- [15] **Karabo a D.** (2011) “Yapay Zekâ Optimizasyon Algoritmaları” p.1,79 Ankara
- [16] **Abdessemed Foudil and Benmahammed Khier** (2006) Industrial Robotics: Theory, Modelling and Control. Edited by Sam Cubero, ISBN 3-86611-285-8, 964 pages, Publisher: Pro Literatur Verlag, Germany / Chapter 17 (Soft Computing Based Mobile Manipulator Controller Design) (467-498)
- [17] **S.J. Ovaska** (June 2001) “Aplied Soft computing” Volume1, Issue1, p.73 X.Z.Goo. Finland
- [18] http://egitek.meb.gov.tr/aok/Aok_Kitaplar/AolKitaplar/Mantik_1_2/1.pdf
- [19] **Dr. Garcia, Silvia.** (2012). "A Cognitive Look at Geotechnical Earthquake Engineering: Understanding the Multidimensionality of the Phenomena." Chapter 3, p.71
- [20] **ahin Mehmet** (2010) “Yönetim Bilgi Sistemi” –Anadolu Üniversitesi. p. 223
- [21] **Dr.Mustafa M. ÖZKAN** (2003) “Bulanık Hedef Programlama” p.126,129,130 Ekin kitabevi 288 p.
- [22] **Zadeh, L. A.** (1987) “Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Process”, R.R. Yager, S.Ovchinnikov, R.M. Tong, H.T. Nguyen (Der.), Fuzzy Sets andApplications: Selected Papers by L.A. Zadeh, p.105-146.
- [23] **Baykal N. , Beyan T.** (2004) “Bulanık Mantık İke ve Temelleri” p.44,47 Bıçaklar Kitabevi Ankara

- [24] **Zakir Ali et al.** (2010) International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(4), p.358-361
- [25] **Dr. Göksu Ali, Prof Dr. Güngör brahim** (2008) “Bulanık Analitik Hiyerarik Proses Ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması” / SDU ktisadi ve dari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.13, S.3 p.1-26
- [26] **Goldberg D.E.** (1989) “Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning” , Addison-Wesley, USA. P.(1-7)
- [27] <http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/IleriAlgoritmaAnalizi/IleriAlgoritmaAnalizi-7.Hafta-genetikAlgoritma.pdf> Karabük üniversitesi Mühendislik Fakültesi
- [28] **Prof. Dr. Çetin Elmas** (2011) “Yapay Zekâ Uygulamaları” p.424 Seçkin yayıncılık Ankara
- [29] **Blay Whitby A** (2003) “Beginner’S Guide Artificial Intelligence” p.85
- [30] **Dr. Ça atan Ta kın Yar. Doç. Dr. Gül Gökay Emel** (2009) “Sayısal yöntemlerde Genetik Algoritmalar” p.49,80
- [31] **Sastry, Kumara, David Goldberg,** (2005) "Genetic algorithms." Search methodologies. Springer US,. 97-125.
- [32] **Nazife Baykal Timur Beyan** (2004) “Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler” p.273,289,450-457 Ankara
- [33] **Yar.Doç.Dr. Burma Alakoç Zehra** (2009) “Yönetim Sistemleri ve SQL/PL-SQL/T-SQL” Ankara,
- [34] **Musa Çiçek** (2010) “Veri Tabanı Yönetim sistemi ve Sorgulama dili” Nirvana - Ankara p.333
- [35] **Pankaj Gupta** (2011) “FUZZY QUERYING IN TRADITIONAL DATABASE” International Journal of Artificial Intelligence and Knowledge Discovery Vol.1, Issue 4, Oct,
- [36] **Nguyen, Hung T., and Berlin Wu.** (2006) Fundamentals of statistics with fuzzy data. New York: Springer
- [37] **Ilhan Sevinc and Nevcihan Duru.** (2005) “Fuzzy logic based intelligent tool for databases” Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems. Springer Berlin Heidelberg,
- [38] **Müh.Üt m.Aydın Ata/Yrd. Doç. Dr. Hv. Müh. Alb. Sefer KURNAZ** (Ocak 2011) “Bulanık Veri Tabanı Ve Bulanık Sorgular Kullanarak Aday Seçme Sistemi Modelinin Olu turulması ve Uygulanması”. Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi Cilt 5 Sayı 1 p.(41-52)
- [39] **Atilla BOSTAN** (2007) Doktora Tezi Gazi Üni./Kriter Esaslı Testlerde Bulanık Mantık ile Ölçüm Yönteminin Uyarlamalı Bilgisayar Testlerinde Kullanılması
- [40] **Mehmet KARAKÖSE Erhan Akın** (2005) “Elektrik Ve Bilgisayar Mühendisli i E itim Programlarıyla Yumu ak Hesaplamanın Bütünle tirilmesi ve Üniversitelerimizde Genel Durumun De erlendirilmesi” Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi 2. Ulusal Sempozyumu, Samsun www.emo.org.tr/ekler/c33e57e3dbd8a52_ek.doc
- [41] **James Reason** (1990). “Human Error” . Ashgate

- [42] **Ç TL N** , (2006) “Bulanık Çok Kriterli Karar Verme” Yıldız Teknik Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi
- [43] **Kurbano lu S.** Uzman Sistemler
<http://www.bby.hacettepe.edu.tr/yayinlar/dosyalar/1197-2393-1-PB.pdf>



ÖZGEÇM

Ad Soyad: Seyhun Tuzkan

Do um Yeri ve Tarihi:

Adres:

E-Posta:

Lisans:

Yüksek Lisans (Varsa):

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Yayın ve Patent Listesi:

1) Data Mining Application for University Student Data in Oracle Database By Using Weka”, Mustafa GUNES, Seyhun Tuzkan, 14th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics, May 24-28, 2013, International University of Sareyova, Bosnia.

2) Fuzzy Logic-Based Inquiry Approach on Oracle Database and The Application of Special Software (S.Tuzkan, M.Güne)

- The 3rd International Fuzzy Systems Symposium (FUZZYSS'13) /24-25 October 2013 Istanbul, Turkey

3) ILLUMINATION SIMULATION WITH DIALUX 4.11:AN APPLICATION OF SPECIAL OFFICE, Seyhun Tuzkan, Mustafa Güne , Third International Symposium on Computing in Science&Engineering, Proceedings Book, October 23-25, 2013, Ku adası, Aydın, Turkey

TEZDEN TÜRET LEN YAYINLAR / SUNUMLAR

1) Fuzzy Logic-Based Inquiry Approach on Oracle Database and The Application of Special Software (S.Tuzkan, M.Güne)
- The 3rd International Fuzzy Systems Symposium (FUZZYSS'13) /24-25 October 2013 Istanbul, Turkey.

2) Development and Application of Artificial Intelligence and Fuzzy Logic based Querying Software in Oracle Database and PL/SQL Language by Using Genetic Algorithm 15. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Ara tırması ve statistik Sempozyumu (EY 2014)