

QEYRİ-SƏLİS MƏNTİQ ƏSASINDA RİSKİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Kifayət Məmmədova, Aygün Süleymanova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan

e-mail: ka.mamedova@yandex.ru

Xülasə. Məqalədə müasir avadanlıq və sistemlərin müəyyən texniki, təhlükəsizlik və ətraf mühitin qorunması tələblərinə uyğunluğu məsələləri araşdırılmışdır. Real dünya və insan düşüncəsinin qeyri-dəqiqliyi və qeyri-müəyyənliyini modelləşdirmək üçün yeni bir riyazi vasitə kimi qəbul edilən qeyri-səlis məntiq əsasında risklərin qiymətləndirilməsi mexanizmlərinin işlənilib hazırlanması məsələsinə baxılmışdır.

Açar sözlər: Qeyri-səlis məntiq, riskin təyini, qərarqəbuletmə, qeyri-səlis qiymətləndirmə, qeyri-müəyyənlik.

RISK ASSESSMENT IN THE BASIS OF FUZZY LOGIC

Kifayət Mammadova, Aygun Suleymanova

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan

Abstract. The paper examines the compliance of modern equipment and systems with certain technical, safety and environmental requirements. The issue of developing risk assessment mechanisms based on fuzzy logic, which is considered as a new mathematical tool for modeling the inaccuracy and uncertainty of the real world and human thinking, was considered.

Keywords: Fuzzy logic, risk determination, decision making, fuzzy assessment, uncertainty, affiliation function.

ОЦЕНКА РИСКА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Кифаят Мамедова, Айгюн Сулейманова

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан

Резюме. В статье рассматривается соответствие современного оборудования и систем определенным техническим требованиям, требованиям безопасности и охраны окружающей среды. Рассматривался вопрос о разработке механизмов оценки риска на основе нечеткой логики, которая рассматривается как новый математический инструмент для моделирования неточности и неопределенности реального мира и мышления человека

Ключевые слова: нечеткая логика, определение риска, принятие решения, нечеткая оценка, неопределенность.

1. Giriş

Risklərin qiymətləndirilməsi risklərin idarə edilməsinin mühüm elementidir. Adi risklə müqayisədə riskin qiymətləndirilməsi və ya xarakterizə olunmasının məqsədi riskin məzmununu və qərar qəbuletməni müəyyən etməkdir. Riskləri qiymətləndirmək üçün bir çox keyfiyyət və kəmiyyət metodları vardır. Risk son nəticədəəğirliq dərəcəsi və ehtimal ölçüsünün vurulması ilə müəyyən edilir. Əsasən sığorta şirkətləri və banklar bu üsullardan istifadə edirlər. Mümküntəhlükə insanlara zərər verə və ya ölümlə nəticələnə biləcəyinə görə, risklərin qiymətləndirilməsi zamanı kəmiyyət ilə yanaşı keyfiyyət də tətbiq edilməlidir. Bu üsullar bir çox subyektiv elementləri ehtiva edir.

Ekspertlərin subyektivliyi qeyri-səlis məntiqlə modelləşdirilə bilər. Qeyri-səlis məntiq, bəzi ekspert sistemlərində və digər süni intellekt tətbiqlərində istifadə olunan, 1 (doğru) və 0

(yanlış) arasında bir sıra qiymətlər ilə təmsil olunan doğruluq və ya yanlışlıq dərəcələrinə malik olan məntiq şəkliyədir. Qeyri-səlis məntiqlə, bir əməliyyatın nəticəsi müəyyən ehtimal kimi də ifadə edilə bilər. Məsələn, doğru və ya yanlış olmasından əlavə, nəticənin, ehtimal ki doğru, bəlkə doğru, ehtimal ki yanlış, yəqin ki yanlış və s. kimi mənaları ola bilər.

Məqalədə Qeyri-səlis məntiq əsasında riskin qiymətləndirilməsinin üsul və vasitələrinə baxılmış və riskin qiymətləndirmə metodlarının inkişafı təqdim edilmiş, ən əhəmiyyətli tapıntılar, nəticələr və gələcək işlər əhatə edilmişdir.

2. Risk anlayışı və risklərin idarə edilməsi

İnsan fəaliyyətinin bütün sahələrində risk özünü göstərir. İndiki dövrdə mütəxəssislər (MICHELBERGER "homo eticus" adlı) qərar qəbul edərkən mənəvi baza üzərində qərar verməlidirlər. İnsan fəaliyyəti ilə əlaqəli olan riskləri araşdırmaq və minimallaşdırmaq üçün risklərin idarə edilməsi metodlarından istifadə etmək çox vacibdir. Risk, ehtimalın və müəyyən bir təhlükənin reallaşmasının nəticəsidir.

Risklərin idarə edilməsi insan sağlamlığı və təhlükəsizliyi və ya ətraf mühitə təsir edən risklərin qiymətləndirilməsində və idarə olunmasında siyasət, təcrübə və resursların sisteməlik tətbiqidir. Burada təhlükəsizlik tənzimləyicisinin mühüm rolu əhəmiyyətli riskləri ehtiva edən fəaliyyətləri müəyyən etmək və risklərin məqbul səviyyəsini müəyyən etməkdir. Əksər hallarda, sıfıra yaxın risk əldə edilməməlidir, bu, çox baha başa gələ bilər [2, 3].

Risklərin qiymətləndirilməsinin məqsədi əsasən oxşar riskləri nisbətən müqayisə edərək, risk kontekstini və məqbulluğu müəyyən etməkdir. İstifadə olunan risk analizinin növü mövcud verilənlərin və potensial zərərin təsirinə, tezliyinə və ağırlığına uyğun olmalıdır. Risklərinkəmiyyət analizi tezliyin, ehtimalın və nəticənin ədədi hesablamalarını ifadə edir. Praktikada yüksək səviyyəli risk təhlilində etmək üçün bahalı olan və tez-tez istifadə edilməyən geniş məlumatlar tələb edilir. Xoşbəxtlikdən əksər qərarların qəbul edilməsizamanı həm tezliyin, həm də nəticənin mürəkkəbləşdirilmiş ölçüsü tələb edilmir. Nisbi risk analizi, riskin başqa bir risklə müqayisədə qiymətləndirildiyini bildirir.

Risklərin idarə edilməsinin əsas prinsipləri aşağıdakılardır:

- lazımsız riskləri qəbul etməmək;
- risklərin müvafiq səviyyədə qəbul edilməsi;
- Xərclər çoxaldıqda risklərin qəbul edilməsi;
- Riskin idarə edilməsinin bütün səviyyələrdə planlaşdırmaya inteqrasiya olunması.

Risklərin idarə edilməsi prosesi performansın yüksəldilməsi və imkanları maksimum dərəcədə artırmaq riskləri aşkarlamaq, qiymətləndirmək və nəzarət etmək üçün dövrü olaraq hazırlanmalıdır. Ümumi risk idarəetmə prosesinin hər bir mərhələsinə aid olan xüsusi tədbirlər aşağıda təsvir edilmişdir.

Təhlükələrin müəyyənləşdirilməsi

Təhlükə hər hansı bir real və ya potensial vəziyyət kimi, o cümlədən yaralanma, xəstəlik, işçi heyətinə dəyən zərər, avadanlıq və əmlak itkisi və ya sıradan çıxması kimi müəyyən edilə bilər. Bu addımın məqsədi mümkün təhlükənin müəyyənləşdirilməsidir.

Risqlərin qiymətləndirilməsi

Risk, təhlükəyə məruz qalma ehtimalı və zərərin ölçüsüdür. Qiymətləndirmə mərhələsi müəyyən bir təhlükə ilə əlaqəli risk səviyyəsinin müəyyən edilməsi üçün kəmiyyət və ya keyfiyyət tədbirlərinin tətbiqidir. Bu addım yuxarıda göstərilən təhlükələr nəticəsində yarana biləcək arzuolunmaz hadisə ehtimalını və ağırlığını müəyyənləşdirir.

Risk nəzarət tədbirlərinin analizi

Burada riskləri azaldan, minimuma endirən və ya aradan qaldıran xüsusi strategiya və vasitələr araşdırılır. Effektiv nəzarət tədbirləri ilə qiymətləndirilmiş riskin üç komponentindən birini (ehtimal, ağırlıq və ya təsir) azaltmaq və ya aradan qaldırmaq olar.

Qərarlara nəzarət

Təhlükələri aradan qaldırmaq və ya riskləri azaltmaq üçün seçilmiş tapşırıq, missiya və ya fəaliyyət istiqaməti üçün qalıq risk səviyyəsinin müəyyənləşdirilməlidir.

Müşahidə aparılmalı və yenidən nəzərdən keçirilməlidir

Risqlərin idarə edilməsi sistemin bütün fəaliyyəti zamanı davam edən bir prosesdir. Hər səviyyədə olan liderlər vaxt keçdikcə nəzarətin təmin edilməsi üçün öz rollarını yerinə yetirməlidirlər. Bir dəfə nəzarət edildikdən sonra, proseslərin effektivliyini təmin etmək üçün mütəmadi olaraq yenidən qiymətləndirilməlidir [11,12].

3. Risqlərin qiymətləndirilməsi

Risqlərin qiymətləndirilməsinin ilk addımı təhlükənin ağırlığının ölçülməsidir. İnsanlara, avadanlıqlara potensial təsir göstərə bilməsi baxımından təhlükənin ağırlığı müəyyən edilir. Ağırlığın qiymətləndirilməsi əsasən gözlənilən ən pis nəticəyə əsaslanmalıdır.

Risqlərin kəmiyyət qiymətləndirilməsi metodundan istifadə edərək, risk ehtimalını və araşdırılmış təhlükənin "cüzi" ağırlığını hesablayırlar. Bu metod yuxarıda göstərilən amillər birmənalı şəkildə müəyyən edildikdə istifadə edilə bilər. Məsələn, sığorta şirkətləri ondan istifadə edirlər.

Çox vaxt ehtimal və ağırlıq xarakteristikaları birmənalı olaraq müəyyən edilə bilməz. Bu amillər yalnız mütəxəssislərin bilikləri ilə müəyyən edilə bilər. Bu vəziyyətdə ağırlıq və ehtimal kateqoriyalarından istifadə etmək lazımdır. Bu zaman risk onların məntiqi birləşməsi olur. Qeyri-dəqiq və qeyri-müəyyən insan düşüncəsinin modelləşdirilməsi üçün qeyri-səlis məntiqdən istifadə etmək lazım gəlir [4,5].

Lakin bu halda mənsubiyyət funksiyasını müəyyənləşdirmək problemi yaranır. İstifadəçilərin, sistem administratorlarının və ya tapşırığı yerinə yetirən şəxslərin sorğusu ilə bu problem həll edilə bilər. Qeyd etmək vacibdir ki, təcrübəli bir insan böyük biliyə malik ola

bilər, ancaq rəqəmsal məlumatlara çevrilmə prosesi çox çətin bir işdir. Bu zaman proses məqsədə uyğun olaraq ekspert hesabları və onların məlumatlarının statistik nəticəsi ilə həyata keçirilə bilər. Bu məlumatlar əhəmiyyətli subyektivliyə malik olur, çünki bunlar fərdi təcrübələrin təsirindən irəli gəlir. Buna görə bu məlumatlar qeyri-səlis mənsubiyyət funksiyaları kimi istifadə edilməlidir [9,10].

Cədvəl 1-də ağırlıq kateqoriyaları üzrə müxtəlif xidmət və sistemlərə rəhbərlik edilməsi göstərilir. Növbətimərhələ ehtimalın qiymətləndirilməsidir. Burada məqsəd təhlükənin yuxarıdakı addımda qiymətləndirilən ağırlığın neqativ bir hala səbəb olma ehtimalını müəyyən etməkdir. Ümumiyyətlə qəbul edilən ehtimal üçün təsvirlər Cədvəl 2-də verilmişdir.

Riskin tam qiymətləndirilməsini formalaşdırmaq üçün, hər bir təhlükə üçün riskin qiymətləndirilməsi zamanı ayrı-ayrılıqda olan ağırlıq və ehtimal smetaları birləşdirilir. Ehtimal ağırlıq ilə birləşərək, bir matris yaradır. Kəsişən sətir və sütunlar Riskin Qiymətləndirilməsi Matrisini əmələ gətirir. Cədvəl 3-də bu matrisə nümunə göstərilmişdir [1-4].

Qeyri-səlis qiymətləndirmə sisteminin inkişafı. Təcrübələrə əsaslanaraq riskin qiymətləndirilməsi zamanı müəyyən olmayan kateqoriyalardan (cədvəl 1 və cədvəl 2) istifadə olunmalıdır ki, bu da yalnız qeyri-səlis vasitələr ilə tədqiq edilə bilər.

Birincisi, bütün giriş-çıxış parametrlərinin qeyri-səlis mənsubiyyət funksiyaları və məntiqi qaydalar müəyyən edilməlidir. Şəkil 1-də cədvəl 1-də göstərilən müxtəliflik kateqoriyalarının mənsubiyyət funksiyası təsvir edilir. Şəkil 2-də qeyri-müəyyənliyin əmələ gəlməsi (empirik ehtimal) müəyyən edilir (cədvəl 2). Şəkil 3 qeyri-səlis risklərin müəyyənləşdirilməsini təsvir edir [6,8].

Məntiqi qaydalar cədvəl 3 ilə təyin edilmişdir. Bütün hallarda "Və" məntiqi operatorundan istifadə edilmişdir.

Cədvəl 1. Ağırlıq kateqoriyaları (AK)

| | |
|-----------|--|
| Fəlakətli | Uğursuzluq, ölüm və ya sistemin çökməsi ilə nəticələnir. |
| Kritik | Əsas işin pozulması, ciddi xəsərlər, peşə xəstəlikləri və ya əsas sistemə dəyən ziyan ilə nəticələnir. |
| Orta | Əsas işin pozulması, orta dərəcədə xəsərlər, peşə xəstəlikləri və ya əsas sistemə dəyən ziyan ilə nəticələnir. |
| Cüzi | Nisbətən kiçik işlərin pozulması, yaralanma, peşə xəstəlikləri və ya əsas sistemə dəyən ziyan ilə nəticələnir. |

;

Cədvəl 2. Ehtimal kateqoriyaları (EK)

| | Fərdi təyinatlarda | Bütün təyinatlarda | Fərdi məntəqələrdə | Ərazi və ya kadastrlarda | Ehtimal sıxlığı |
|-------------------|--|-------------------------------|---|---|------------------------|
| Tez-tez baş verən | İş zamanı tez-tez baş verir | Davamlı müşahidə olunur | Sistemin fəaliyyəti zamanı tez-tez baş verir | Davamlı müşahidə olunur | 0.1-əyaxın |
| Mümkün ola bilən | İş zamanı bir neçə dəfə baş verə bilər | Müntəzəm olaraq baş verir | Sistemin fəaliyyətində bir neçə dəfə baş verir | Müntəzəm olaraq baş verir | 0.01–0.25 |
| Təsadüfi hallarda | Bəzi hallarda baş verir | Bəzi hallarda baş verir | Sistemin fəaliyyətində bəzi hallarda baş verir | Sistemin fəaliyyətində bir neçə dəfə baş verir | 0.001-0.01 |
| Az hallarda | Baş verə bilər | Nadir hallarda baş verə bilər | Sistemin fəaliyyətində baş vermə ehtimalı var | Sistemin fəaliyyətində baş vermə ehtimalı var | 0.0001-0.01 |
| Qeyri-mümkün | Baş verməsi mümkün deyil | Çox nadir hallarda baş verir | Sistemin fəaliyyəti zamanı baş verməsi mümkün deyil | Mümkün deyil amma sistemin fəaliyyətində baş verə bilər | 0.001-dən az |

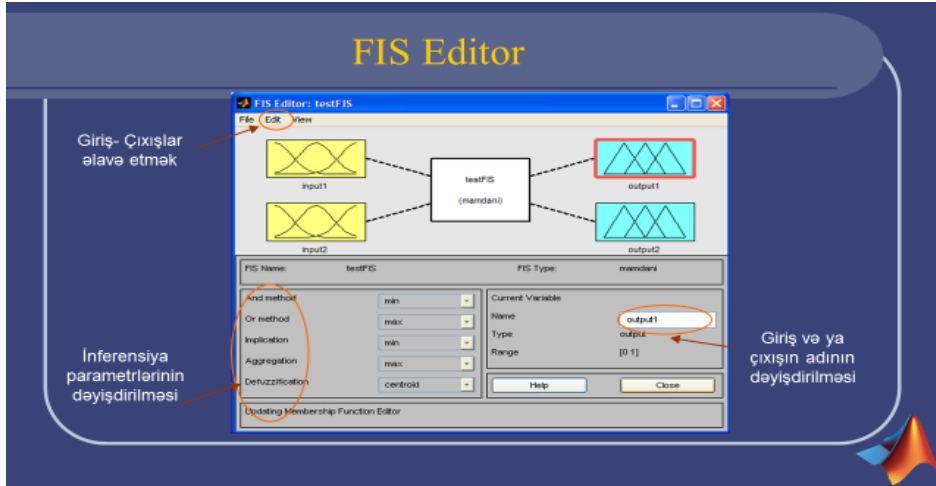
Cədvəl 3. Riskin Qiymətləndirmə Matrisi

| EK AK | Tez-tez baş verən | Mümkün ola bilən | Təsadüfi | Az hallarda baş verən | Qeyri-mümkün olan |
|------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------|
| Fəlakətli | ÇY | ÇY | Y | Y | O |
| Kritik | ÇY | Y | Y | O | A |
| Orta | Y | O | O | A | A |
| Cüzi | O | A | A | A | A |

ÇY – Çox Yüksək; Y – Yüksək; O – Orta; A –Aşağı

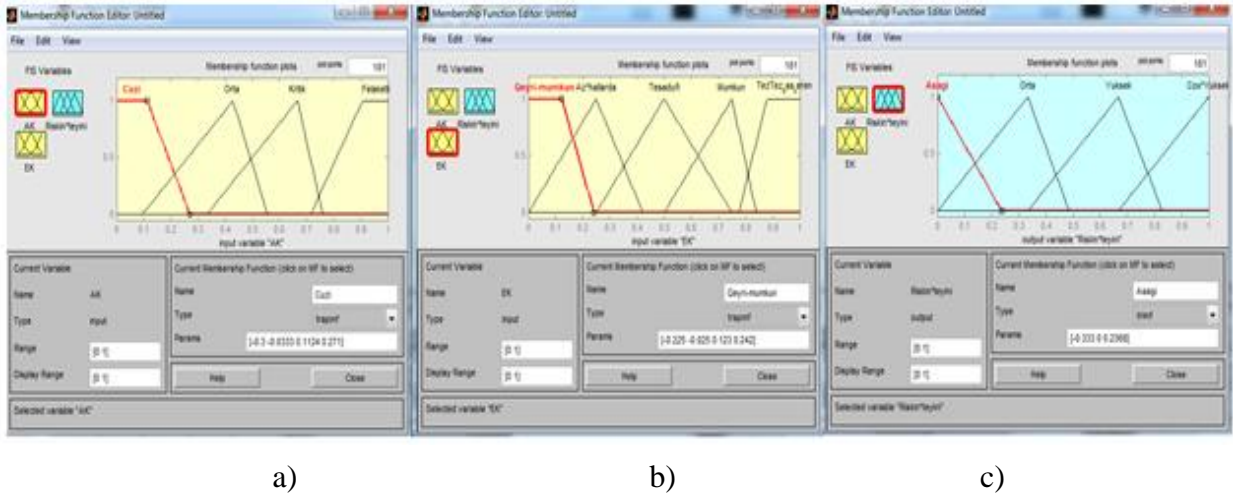
Bu cədvəllərə uyğun olaraq aşağıda Matlab proqram paketində yerinə yetirilmiş girişləri Ağırlıq və Ehtimal kateqoriyalarına, çıxışı isə Riskin qiymətləndirilməsinə uyğun qrafik və vizual nəticələr göstərilmişdir.

Proqramın pəncərəsində “fuzzy” açar sözünü yazaraq ekranda açılmış pəncərədə “Edit” bölməsindən işimizə uyğun olaraq iki giriş və bir çıxış əlavə edirik, girişləri və çıxışı AK (Ağırlıq Kateqoriyası), EK (Ehtimal kateqoriyası) və Riskin Təyini olaraq adlandırırıq (şəkil 1).



Şəkil 1. Giriş və çıxışların əlavə edilməsi

Girişlərin və çıxış mənsubiyyət funksiyalarının butonlarının üstündən basmaqla açılan pəncərədə aralıqlar təyin edilir, həmçinin parametrlər qeyd olunur (şəkil 2).



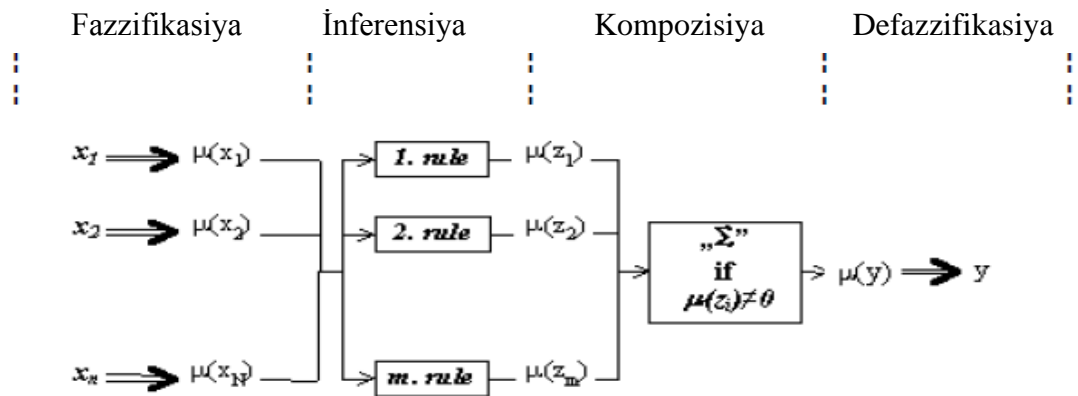
Şəkil 2. a) Ağırliq kateqoriyaları (AK) üzrə; b) Ehtimal kateqoriyaları (EK) üzrə; c) Riskin təyin edilməsi üzrə mənsubiyyət funksiyalarının qrafik təsviri

4. Qeyri-səlis qiymətləndirmə prosesinin tətbiqi

Qeyri-səlis məntiq əsaslanan qərar qəbuletmə alqoritmi aşağıdakı prosesi həyata keçirir. Bu proses eyni vaxtda bir neçə qaydadan istifadə edir. Yuxarıda göstərilən qaydaların xüsusiyyətləri, klassik məntiqlə həllin eyni zamanda fərqli və ya əks ola biləcəyini göstərir.

Praktiki olaraq, bu uyğunsuzluq qeyri-səlis məntiqlə həll oluna bilər. Bu proses 4 alt prosesin birləşməsidir: fəzafikasiya, inferensiya, kompozisiya və defəzafikasiya.

Qeyri-səlis məntiqin tətbiq diaqramı şəkil 3-də təsvir edilmişdir.



Şəkil 3. Qeyri-səlis məntiqin tətbiq diaqramı

Xüsusi helikopterin missiyasının həyata keçirmək üçün qeyri-səlis məntiq əsaslı riskin qiymətləndirmə metodundan istifadə edərək hava xətti üzrə riskin qiymətləndirilməsi mümkün olmuşdur. Mütəxəssisin (pilotların) hesabı ilə müəyyən edilmiş mümkün hava qəzalarının ağırlıq və ehtimal kateqoriyaları üzrə əldə etdiyi nəticə aşağıdakı kimidir [6, 7]:

- Rəqəmsal miqyas 0-dan 10-a qədər olan halda ağırlıq dərəcəsi 4.75-dir;
- Yaranma ehtimalı 0,005dir.

Fazzifikasiya. Fazzifikasiya alt prosesində hər bir qayda üçün prinsipə $\mu(x_i)$ doğruluq dərəcəsini müəyyən etmək üçün giriş dəyişənləri üzrə müəyyən mənsubiyyət funksiyaları onların faktiki dəyərlərinə tətbiq olunur.

Burada ağırlıqların doğruluq dərəcələri aşağıdakı kimidir:

$$\mu(\text{ağırlıq_kritikdir}) = 0.75;$$

$$\mu(\text{ağırlıq_ortadır}) = 0.25.$$

Yəni, tədqiq edilən hadisənin ağırlığı bir dərəcədə kritik və digərində orta səviyyədədir.

Ehtimalların həqiqət dərəcələri isə belədir :

$$\mu(\text{ehtimal_təsadüfidir}) = 0.7;$$

$$\mu(\text{ehtimal_aşağıdır}) = 0.3.$$

Yəni, yuxarıda göstərilən hadisənin baş verməsi ehtimalları təsadüfi və az dərəcədə ola bilər.

İferensiya. İferensiya alt prosesi zamanı, hər bir qaydanın doğruluq dərəcəsi hesablanır və hər qaydanın yekun hissəsinə tətbiq edilir. Bu, hər bir qayda üçün çıxış dəyişənlərinə görə təyin olunan qeyri-səlis alt qrupun nəticəsidir.

Bizim nümunədə praktik olaraq istifadə olunan yalnız dörd məntiqi qaydamövcuddür. Risklərin Qiymətləndirilməsi Matrisinin əsas hissəsini (Cədvəl 3) bunlar təşkil edir:

Qayda (A): **Əgər** Ağırliq kritik **Və** Ehtimal təsadüfidirsə, **Onda** risk yüksəkdir;

Qayda (B): **Əgər** Ağırliq orta **Və** Ehtimal təsadüfidirsə, **Onda** risk orta olur;

Qayda (C): **Əgər** Ağırliq kritik **Və** Ehtimal aşağıdırsa, **Onda** Risk orta olur;

Qayda (D): **Əgər** Ağırliq orta **Və** Ehtimal aşağıdırsa, **Onda** Risk aşağı olur.

Qayda (E): **Əgər** Ağırliq fəlakətli **Və** Ehtimal mümkün ola biləndirsə, **Onda** Risk çox yüksəkdir.

Çox maraqlıdır ki, verilmiş qaydaları istifadə edərək, risk - bir qayda nəticəsində - yüksək, orta və aşağı ola bilər. Yalnız qeyri-səlis məntiq vasitələri bu ziddiyyəti yüngülləşdirə bilər! Qeyri-səlis məntiqdə, klassik məntiqi “VƏ” əlaqəsi əvəzinə minimum operatorundan istifadə olunur. Nəticədə:

Qayda (A)– risk_yüksəkdir: $\mu(z_A) = \min(0.75; 0.7) = 0.7$;

Qayda (B)– risk_ortadır: $\mu(z_B) = \min(0.25; 0.7) = 0.25$;

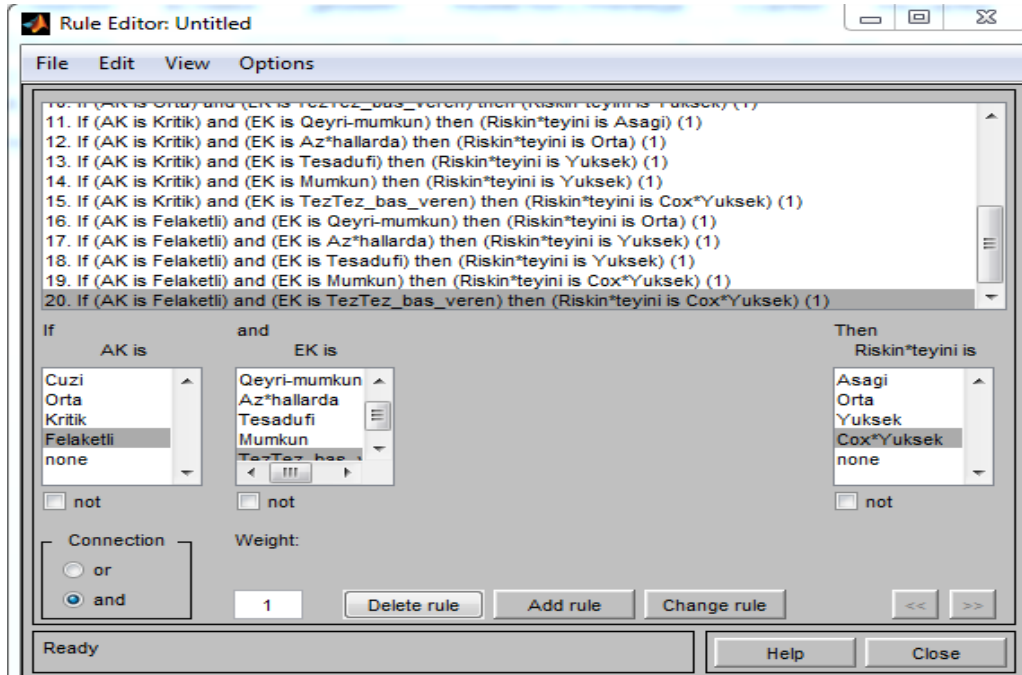
Qayda (C) –risk _ortadır: $\mu(z_C) = \min(0.75; 0.3) = 0.3$;

Qayda (D) –risk_aşağıdır: $\mu(z_D) = \min(0.25; 0.3) = 0.25$;

Qayda (E) – risk_çox yüksəkdir: $\mu(z_E) = \min(1; 0.8) = 0.8$;

Bütün digər qaydaların doğruluq dərəcələri sıfırdır, buna görə də kompozisiya altprosesi zamanı onları nəzərə almağa ehtiyac yoxdur.

Bunlara uyğun olaraq Matlab paketində növbəti mərhələdə “Rule editor” pəncərəsində Ağırliq və Ehtimal kateqoriyalarına uyğun Risk qrupları təyin olunur (şəkil 4).



Şəkil 4. Qaydaların redaktə olunması

Kompozisiya. Kompozisiyaaltprosesində, hər bir çıxış dəyişənlərinə təyin edilən bütün qeyri-səlis altqruplar birləşir, hər bir çıxış dəyişənləri üçün tək qeyri-səlis alt qrup yaradılır.

İki qaydanın nəticəsi eyni (yəni orta) olur, mənsubiyyət dərəcəsi isə belədir:

$$\mu(\text{risk_ortadır}) = \max(\mu(z_B); \mu(z_C)) = \max(0.25; 0.3) = 0.3$$

Yuxarıdakı nəticələrdən istifadə edərək aşağıdakılar əldə edilir:

$$\mu(\text{risk_çox yüksəkdir}) = 1,0$$

$$\mu(\text{risk_yüksəkdir}) = 0,7;$$

$$\mu(\text{risk_ortadır}) = 0.3;$$

$$\mu(\text{risk_aşağıdır}) = 0.25.$$

Defazzifikasiya. Defazzifikasiya altprosesi qeyri-səlis nəticə qrupundan cüzi bir sıralama meydana gətirir. Bir çox defazzifikasiya üsulları vardır.

Maksimum ağırlıq ortalaması (Weighted Mean of Maximum - WMoM) metodu ən çox istifadə edilən üsullardan biridir [7, 8]. Bu metod, tətbiq olunan bütün mənsubiyyət funksiyalarının maksimum dərəcəyə çatdığı əsl dəyərləri ilə doğruluq dərəcəsinin ortalamasını hesablayır. Trapezoidal mənsubiyyət funksiyası maksimum aralığın mərkəzi hesab olunur. Formal olaraq, Maksimum nəticənin ağırlıq ortalaması Z:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i x_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i}$$

Burada,

n - çıxış nəticələrinin sayı;

x_i - i -ci mənsubiyyət funksiyasının ağırlıq dərəcəsi;

μ_i - i -ci mənsubiyyət funksiyasının doğruluq dərəcəsi.

Bizim nümunədə

$$Z = \frac{0.25 * 0.85 + 0.3 * 3.5 + 0.7 * 7 + 1 * 0.8}{0.25 + 0.3 + 0.7 + 1} = 3.96$$

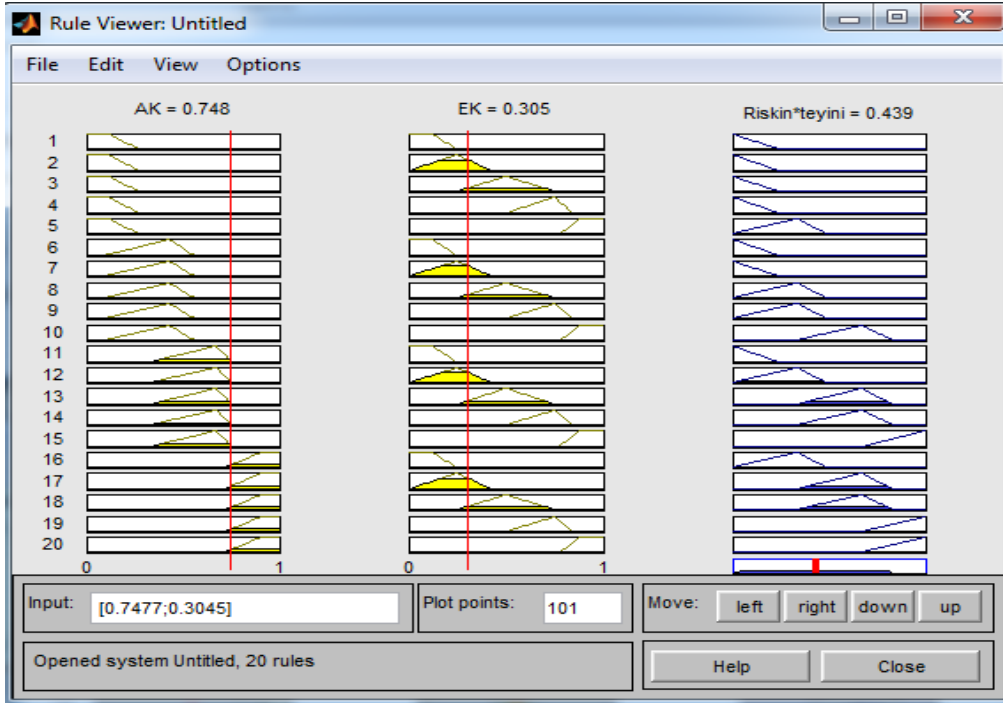
yəni, tədqiq edilmiş istənilməyən hadisənin risk dərəcəsi: 3.96

Nəticə. Risk qrupları anlayışı əsasında (şəkil 4), araşdırılan hadisə orta səviyyəli riskə malik idi.

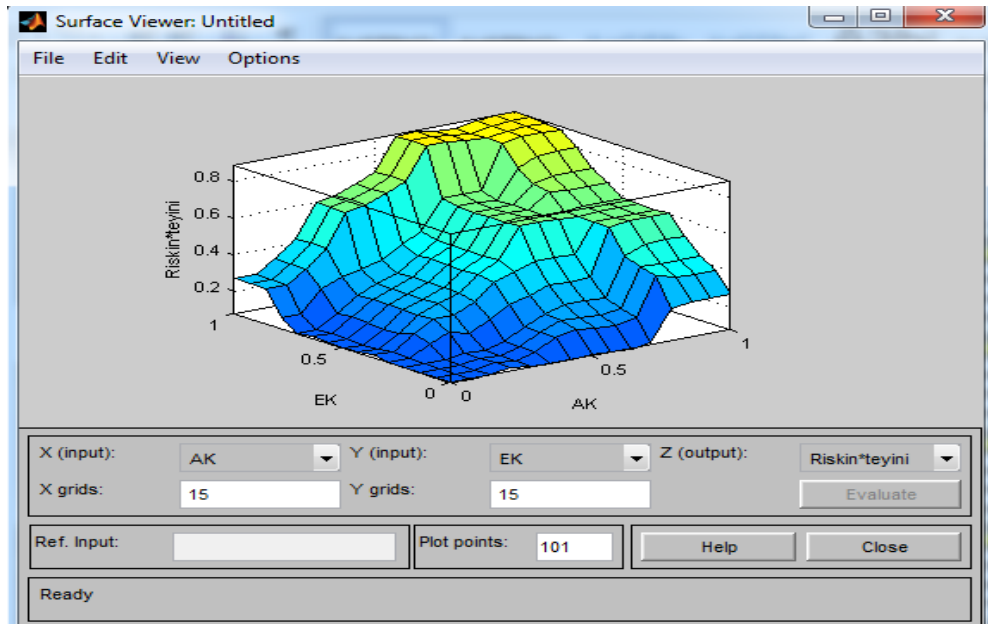
$$\mu(\text{risk_ortadır}) = 0.441$$

Hava qüvvələri komandiri bu nəticədən risklərin idarə edilməsi prosesinin növbəti mərhələsində risk qəbul etmək üçün istifadə edə bilər. Burada, riskin qiymətləndirilməsi və hadisənin ehtimal olunan balansının ləğv edilməsi missiyaya icazə verdi və hər hansı bir risk nəzarət vasitəsinin araşdırılması tələb olunmadı.

Nəticəni həm qrafik(şəkil 5), həm də vizual (şəkil 6) görünüş pəncərələrindən müşahidə etmək olar.



Şəkil 5. Qrafik görünüş pəncərəsi



Şəkil 6. Vizual görünüş pəncərəsi

Ədəbiyyat

1. Risk Management Lexicon, 1998 www.risksig.com/lexicon.htm
2. Operational Risk Management (ORM) Guidelines and Tools, Air Force Pamphlet 91–215 (1998).
3. Operational Risk Management (ORM) Implementation and Execution, Air Force Pamphlet 91–214, 1997, p. 21.
4. Stein J. (1999), Risk Management Implementation Guide, Riskdriver, Epsom UK, p. 19.
5. Leader's Safety Guide, US. Army, Safety Center, 1998, p. 75.
6. Pokorádi L. (2001), Fuzzy logic in the aircraft diagnostics, Proc. of 7th International Conference Airplanes and Helicopters Diagnostics, AIRDIAG' Ameliówka, Poland, 16-19.10.2001. pp. 191–197.
7. Bowles J.B., Peláez C.E. (1995), Fuzzy logic prioritization of failures in a system failure mode, effects and criticality analysis, Reliability Engineering and System Safety, 50, 203–213.
8. Xu K., Tang L. C., Xie M., Ho S. L., Zhu M. L. (2002), Fuzzy assessment of FMEA for engine systems, Reliability Engineering and System Safety, 75 (2002), 17–19.
9. Michelberger P. (1998), New expectations of the society of modern vehicle: Challenge to the engineers, Proceedings of VSDIA '98, pp. 13–16.
10. Pokorádi L. (1999), Új Honvédségi Szemle, Budapest, 1999(4), 130–136.
11. Borgulya I. (1998), Neurális hálók és fuzzy-rendszerek, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs.
12. Pokorádi L. (2000), Fuzzy technique in the aircraft engineering, Proceedings of VSDIA 2000, Budapest, pp. 443–448.