

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

Z-İNFORMASIYA MÜHİTİNDƏ KADR SEÇİMİNDƏ QƏRAR QƏBULETMƏ

İxtisas: 3338.01 – “Sistemli analiz, idarəetmə və informasiyanın
işlənməsi (sahələr üzrə)”

Elm sahəsi: Texnika

İddiaçı: **Salman Yaşar oğlu Salmanov**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

Baku – 2024

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin “Sənayedə və iqtisadiyyatda intellektual idarəetmə və qərar qəbuletmə sistemləri” elmi tədqiqat laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

Texnika elmləri doktoru, professor
Lətafət Abbas qızı Qardaşova

Rəsmi opponetlər:

1. Texnika elmləri doktoru, professor
Məhəmməd Aydın oğlu Əhmədov
2. Texnika elmləri doktoru, professor
Kəmalə Rafiq qızı Əliyeva
3. Texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Babək Qalib oğlu Qirimov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.48 Dissertasiya şurası

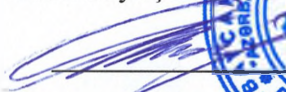
Dissertasiya şurasının sədri:

Texnika elmləri doktoru, professor


Rafiq Əziz oğlu Əliyev

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

Texnika elmlər namizədi, dosent


Akif Vəli oğlu Əlizadə

Elmi seminarın sədri:

Texnika elmləri doktoru, professor


Tərlan Səməd oğlu Abdullayev



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Kadr seçimində mövcud elmi ədəbiyyatda olan üsullar əsasən qeyri-müəyyənliyi nəzərə almayan modellər əsasında həyata keçirilir. Geniş tətbiq olunan AHP, TOPSIS, ELECTRE, VIKOR və digər qərar qəbuletmə üsulları klassik variantda tam dəqiq məlum olan informasiya şəraiti üçün yaradılmışdır. Onların qeyri-səlis versiyaları təklif olunsada, həll klassik varianta gətirilir. Digər tərəfdən bu üsullarda informasiyanın etibarlılığı nəzərə alınmır. Təklif olunan dissertasiya işində informasiyanın qeyri-müəyyənliyini və etibarlılığını nəzərə alan və professor L. Zadənin təklif etdiyi Z-ədədlər nəzəriyyəsinə əsaslanan yanaşma kadr seçimi məsələsinə tətbiq olunur.

Tədqiqat obyektı və predmeti. Tədqiqat obyektı insan resurslarıdır, tədqiqat predmeti isə insan resurslarının tədqiqində çoxmeyarlı qərar qəbuletmədən ibarətdir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işinin məqsədi mürəkkəb qeyri-müəyyənlik şəraitində Z-ədədlər nəzəriyyəsinə əsaslanan prosedur əsasında müxtəlif sahələrdə kadr seçimi məsələsinin həlli üçün sistemli qərar qəbuletmə üsulunun təklif olunmasıdır.

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işində tədqiqat metodları olaraq Z-ədədlər nəzəriyyəsi, eləcə də Z-ədədlər üzərində hesaba əsaslanan üsullardan istifadə olunmuşdur.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar. Dissertasiya işində aşağıdakı müddəalar müdafiəyə təqdim olunur:

- Qismən etibarlı informasiya şəraitində kadr seçimi problem üçün meyarların seçimi və təhlili;
- Qismən etibarlı informasiya şəraitində kadr seçimi probleminin həlli üçün 10-meyarlı qərar qəbuletmə məsələsinin qoyulması, məxsusi-həllər əsasında hər bir meyarın çəkisinin müəyyənləşdirilməsi, uyarlılıq meyarını ödəyən üstünlük matrisinin qurulması;
- Təklif olunan nəzəri üsulların işləkliyinin və effektivliyinin kompüter simulyasiyası vasitəsilə tədqiqi.

Kadr seçimində baxılan yanaşmanın əsas fərqi ondadır ki, alternativlər çoxluğuna yeni alternativin əlavə olunması və ya bu çoxluqdan alternativlərin ixtisar olunması qərar qəbuletmə nəticələrində ranqlaşdırmanı pozmur, yəni “geriyə ranqlaşdırma – rang-reversal” prinsipindən azaddır. Aparılmış çoxsaylı kompüter eksperimentləri Z-informasiya şəraitində baxılan çoxmeyarlı qərar qəbuletmə yanaşmasının dürüstlüyünü və adekvatlığını təsdiq edir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Kadr seçimi probleminin Z-ədədlər nəzəriyyəsinə əsaslanan həll üsulu aşağıdakıları əhatə edir:

1. İlk dəfə olaraq kadr seçimi problemini hərtərəfli əhatə edən 10-meyarlı (iş keyfiyyəti, icra qabiliyyəti, işdə bilik dərəcəsi, problemin effektiv həllində qərar qəbuletmə, dürüstlük, punktuallıq, komanda işi, inkişaf, dəyişikliyə uyğunlaşma qabiliyyəti, dayanıqlılıq) qərar qəbuletmə məsələsinin qoyulması və həll edilməsi;
2. Z-ədədlər nəzəriyyəsinə əsaslanan, mövcud informasiyanın və seçim nəticələrinin etibarlılığını nəzərə alan çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsinin həlli;
3. Kadr seçimi probleminə qərar qəbuledən şəxsin üstünlük dərəcəsinin uyarlılığının tədqiq edilməsi;
4. Z-ədədlər əsasında meyarların Sadə Çəkili Ortalama (Simple Average Weighting - SAW) metoduna əsasən alternativlərin seçimi məsələsinin həlli.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Tədqiqatın nəzəri əhəmiyyəti kadr seçimi üzrə Z-ədədlər nəzəriyyəsinə əsaslanan nəzəri müddəaların təklif edilməsi, praktiki əhəmiyyəti isə müxtəlif real praktiki sistemlərdə tətbiq oluna bilməsidir.

Aprobasiya və tətbiqi. Dissertasiyanın nəzəri və praktiki nəticələri aşağıdakı beynəlxalq konfranslarda müzakirə edilmişdir: ICSCCW-2021 – 11th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perceptions, Prague, Czech Republic; ICAFS-2023 - 16th International Conference on Theory and Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, Budva, Montenegro;

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, “Sənayedə və iqtisadiyyatda intellektual idarəetmə və qərar qəbuletmə sistemləri” elmi-tədqiqat laboratoriyası.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə tədqiqat sahəsində mövzunun aktuallığı, qarşıya qoyulan məqsədlər, tədqiqat metodları, tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti əks olunmuşdur.

Birinci fəsildə mövcud elmi işlərin təhlili və problemin vəziyyəti qeyd olunmuşdur.

Kadr seçimi problemi insan resurslarının idarə edilməsində həlledici rol oynayır. İndiyə qədər bu problem müxtəlif ədəbiyyatlarda geniş şəkildə təhlil və tədqiq edilmişdir. Mahiyyət etibarilə kadr seçimi problemi mövcud kadr alternativləri arasından ən yaxşı kadrların seçilməsi üçün çox meyarlı qərar qəbuletmə (MCDM – Multi-criterial Decision Making) problemidir. Real dünya problemlərinin həllində, qeyri-müəyyənlik müşahidə olunan şəraitində qərar qəbuletmədə müxtəlif metodologiya və nəzəriyyələrin təkli olmasına rast gələ bilərik. Qeyri-səlis qərar qəbuletmə üsulları kadr seçimi ilə bağlı qərarların qəbulunda getdikcə daha da aktuallaşır. Lakin qeyd olunan problemə bu zamana qədər ənənəvi yanaşma tətbiq edilmişdir. Bu məqsədlə müxtəlif qərar qəbuletmə yanaşmaları təkli edilmişdir. Məsələn, indiyə qədər bu tədqiqat sahəsi üzrə analitik iyerarxiya prosesi (Analytic Hierarchy Process - AHP), analitik şəbəkə prosesi (Analytic Network Process - ANP), İdeal həllə əsaslanan qərar qəbuletmə üsulu (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions - TOPSIS), ekspert sistemləri (Expert Systems - ES) və onların kombinasiyası tətbiq edilmişdir. Hətta sadalanan metodların səlis, qeyri-səlis, eləcə də Z-ədədlərlə ifadə edilən informasiya əsasında tətbiqinin müxtəlif yanaşmaları elmi ədəbiyyatlarda yer almışdır. Təqdim edilən işdə əsas məqsəd kadr seçimi sahəsində aparılan tədqiqat işlərini nəzərdən keçirmək, ən çox

istifadə olunan yanaşmaları təhlil etmək və məhdudiyyətlərini müəyyənləşdirməkdən ibarətdir.

Qısaca qeyd edək ki, mövcud tədqiqatlarda kadr seçimində metodologiya olaraq ekspert sistemləri, qeyri-səlis linqvistik dəyişənlər, neyron şəbəkələr və çoxmeyarlı qərar qəbulətmə üsullarından istifadə olunmuşdur. Lakin informasiyanın etibarlılığını və bütün mümkün meyarları nəzərə alan həllərə çox az yer verilmişdir. Başlıca olaraq, məlumatların natamamlığı, subyektivliyi və qeyri-müəyyənliyi və əsasən də etibarlılığının az nəzərə alınması aparılan tədqiqatlardakı əsas çatışmazlıqlardır. Bu çatışmazlığı aradan qaldırmaq üçün kadr seçimi üçün qərar qəbulətmə məsələlərinə yeni və hərtərəfli yanaşmanın təklif edilməsi zəruridir.

İkinci fəsildə qeyri-səlis və Z-ədədlər haqqında məlumat öz əksini tapmışdır.

Üçüncü fəsildə kadr seçimi üçün əsas meyarlar seçilmiş və təhlil edilmişdir.

İşçilərin necə qiymətləndiriləcəyini müəyyən etmək çətindir, xüsusən də onlar müxtəlif vəzifə və funksiyaları yerinə yetirəcəkləri halda daha çətindir. Alternativlər arasından kadr seçimi zamanı müxtəlif qiymətləndirmə meyarları istifadə oluna bilər¹. Dissertasiyada aşağıdakı meyarlar istifadə olunmuşdur:

İş keyfiyyəti (İK).

İş keyfiyyəti daim artırılmalı, yeni düşüncəli insanları cəlb etmək və yüksək öhdəliklərə təkan vermək təşkilatın ən vacib məqsədi olmalıdır. Köhnə sosial müqavilə yeniləri ilə əvəz edilməli, insanlarla xoş və düzgün rəftar edilməlidir. İşçilər sürətli dəyişkənlik dövründə bütün yeniliklərə açıq olmalı, vaxt, stressə və münasibətlərin idarə olunmasına əsaslanan təlimlər keçməli, uzunmüddətli məqsədlər barədə düşünülməlidir.

İcra qabiliyyəti (İQ)

Biznes menecerləri həm də hər bir işçinin işinin keyfiyyət və kəmiyyət baxımından öz işi ilə necə davrandığını yaxşı bilmək

¹ Kew J., Stredwick J.: Human resource management in a business context. CIPD - Kogan Page; 3rd edition, 608 p. (2023).

istəyirlər. Həm işçilər, həm də menecerlər gözləntilərə əsasən iş performansını təyin etmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə edə bilirlər. İşçilər əvvəlcədən performans qiymətləndirməsi standartları ilə tanış olmalıdır.

Fəaliyyətin qiymətləndirilməsi işçinin öz iş vəzifələrini nə dərəcədə yaxşı yerinə yetirdiyini yoxlamaq üçün yerinə yetirilir. Bu qiymətləndirmənin məqsədi karyera inkişafını idarə etmək və işçinin güclü tərəflərini və imkanlarını müəyyən etməkdir. İcra qabiliyyətinin qiymətləndirilməsi işəgötürənə təlim və inkişaf imkanlarını müəyyən etməyə, eləcə də ən yaxşı işçiləri mükafatlandırmağa kömək edir.

İşdə bilik dərəcəsi (BD)

Təhsil və təcrübə istənilən sahədə uğuru müəyyən edən vacib amillərdir. İşəgötürənlər həm təhsili, həm də iş təcrübəsi olan namizədləri axtarırlar. İş yerlərində işçilərin müxtəlif sahələrdə biliklərinin artırılmasına daim diqqət yetirilir.

Problemin effektiv həllində qərar qəbul etmə (QQ)

Problemin səmərəli həllində düzgün qərarların qəbul edilməsi fərdlərə müəyyən edilmiş məqsədlərə çatmağa imkan verən geniş bacarıq tələb edir. Təşkilat tərəfindən bu problemi həll etmək üçün onu düzgün müəyyənləşdirmək, yaradıcılıq və analitik düşüncədən istifadə edərək yanaşmalar (testlər) hazırlamaq və icra etmək bacarıqları mühümdür. Testlərlə namizədlərin problemləri müəyyənləşdirmək və düzgün qərarlar qəbul etmək üçün məlumatları təhlil etmək bacarığını qiymətləndirir. Bu test mürəkkəb vəziyyətləri qiymətləndirmək və onlara cavab vermək üçün analitik bacarıqlardan istifadə edən namizədləri müəyyən etməyə kömək edir. Qabiliyyətli namizədi düzgün müəyyən etmək üçün məlumatlara əsaslanaraq nəticələr çıxarmaq kimi tipik problem həlli üçün aşağıda göstərilənləri əhatə edir:

- Müəyyən zaman dövründə müəyyən məlumata uyğun, məntiq əsasında qərar qəbul etmək;
- Müəyyən edilmiş situasiyalara əsaslanaraq, prioritetlərin müəyyən edilməsi və tətbiqi
- Nəticə çıxarmaq üçün məlumatların təhlili

Dürüstlük (Dü)

İşdə dürüstlük etik və müəyyən edilmiş əxlaqi prinsiplərə riayət etmək deməkdir. Əgər təşkilatın düzgün əxlaqi mədəniyyəti varsa, bu o deməkdir ki, işçilər öhdəliklərinə ciddi yanaşırlar, məsuliyyətlərini dərk etməkdə fəaldırlar və nəticədə hərəkətlərinə görə cavabdehdirlər. Dürüst işçi, etik davranır və aşağıdakı məqsədlərə xidmət edir:

- düzgün əməllərə dəyər vermək,
- hərəkətlərinə görə məsuliyyət daşımaq,
- özünə və ətrafındakı insanlara hörmət etmək, ehtiyacı olanlara kömək etmək,
- etibarlılıq nümayiş etdirmək,
- gözlənilməz çətinliklər yarandıqda səbir və çeviklik nümayiş etdirmək

Punktuallıq (P)

Dəqiqlik və davamiyyətin əsaslarını başa düşmək məhsuldar iş mühiti yaratmaq üçün iş yerində hörmətli, peşəkar vərdişləri inkişaf etdirməyə kömək edir. Dəqiqlik və operativ olmaq, görüşlərdə vaxtında iştirak etmək və tapşırıqları son tarixə qədər təqdim etmək xüsusilə tələb olunur. Peşəkar bir mühitdə punktual olmaq qabaqcadan planlaşdırmağı və öhdəliklərinizi ciddi cədvəl üzrə yerinə yetirilməsini təmin etmək üçün tədbirlər görməyi əhatə edir. Dəqiq davranış səmərəliliyi artırır. Punktuallıq daha çox iş görməyə, insanlarla ardıcıl ünsiyyət qurmağa, müştərilərlə münasibətləri yaxşılaşdırmağa, keyfiyyətli, etibarlı iş üçün reputasiya qazanmağa imkan verir.

Komanda işi (KI)

Komanda işi ümumi məqsədə doğru birlikdə işləməkdən ibarətdir. Lakin, komandanın uğuru, komandanı əməkdaşlığa həvəsləndirmək, paylaşılan baxışları dəstəkləməkdən asılıdır. Sağlam komandalarda komanda üzvləri bir-birlərinin töhfələrini qiymətləndirirlər. Onlar öz çatışmazlıqlarını görür və komanda məqsədinə çatmaq üçün birlikdə işləyərkən ətrafdakı insanlara dəstək olurlar. Çətin tapşırıqların öhdəsindən təkbaşına gəlmək əvəzinə, bir-birlərinin güclü tərəflərini

nəzərə alaraq işi hamı üçün mənalı olan şəkildə təşkil edirlər, komanda işi məhsuldarlığı daha da artırır.

İnkişaf (İ)

Hədəflər təyin etdikdən sonra məqsədyönlü şəkildə onu yerinə yetirmək mühümdür. İnkişaf orijinal olmalı, dürüstlük və mehribanlıqla davranılmalıdır. Dəyərli və ən yaxşı bacarıqlar inkişaf etdirilməli, yerinə yetirilən hər bir işdə keyfiyyət ön planda olmalıdır. Bundan əlavə hər bir şəxs işini sevərək icra etməlidir. Karyera ilə əlaqəli ciddi cəhd etmək və bu işdə mütəxəssis olmağa çalışmaq lazımdır.

Dəyişikliyə uyğunlaşma qabiliyyəti (DUQ)

Dəyişikliyə uyğunlaşma, hər hansı bir şəraitdə dəyişikliyi tez və uğurla qəbul etmək və cavab olaraq effektiv uyğunlaşma qabiliyyətinə aiddir. Dəyişiklikləri qəbul etmək təkcə iş yerində deyil, həyatın hər sahəsində vacibdir. Lakin, dəyişikliyə uyğunlaşma hər kəs üçün təbii olaraq eyni bir bacarıq deyil. Dəyişikliklərlə üzləşərkən mübarizə aparmaq, düşüncə tərzinizi dəyişdirmək və konstruktiv şəkildə uyğunlaşmaq, öyrənilə bilən bir bacarığa malik olmaq lazımdır. Dəyişikliyə yaxşı uyğunlaşma bacarığı uzunmüddətli karyera üçün vacibdir, çünki bu, işəgötürənlərin işçilərdə axtardıqları əsas bacarıqlardandır.

Dayanıqlılıq (Da)

İnsan resurslarının idarə edilməsi sistemində davamlılıq vacib elementdir. Təşkilatda davamlılıq təşkilatın qarşıya qoyduğu məqsədlərə çatmasına və yüksək fəaliyyətə kömək edir. Təşkilatda dayanıqlılıq əsasən işçilərin öz işlərinə münasibətlərindən asılıdır, adətən iş məmnuniyyətini qiymətləndirilməsi nəticəsində iş haqqında müsbət hisslərlə təsvir edilə bilər. İşdən məmnunluq səviyyəsi müəssisədə dayanıqlılığı artırır.

Davamlılıq insan resurslarının dəyərini bildirir və işçilərin məşğul olmasının, təşkilatın mövcudluğu və gələcək fəaliyyəti üçün ixtisaslı işçi qüvvəsinin təmin edilməsinin vacibliyini ifadə edir. İnsan resurslarının davamlı idarə edilməsi prosesi aşağıdakıları əhatə edir:

- İşçilərin inkişafı və qiymətləndirilməsi;
- İşçilərin sağlamlığı və təhlükəsizliyi;

- Xarici amillər və tərəfdaşlar;
- İşçilər və uzunmüddətli strategiya;
- Ətraf mühitin davamlılığı;
- Etik davranışlar, əməyin idarə edilməsi münasibətləri;
- Rifah və faydalar;
- Qeyri-diskriminasiya və bərabərlik.

Dördüncü fəsildə kadr seçimi məsələsi elmi problem şəklində qoyulmuş və onun həlli üçün üsul təklif edilmişdir.

Bu fəsildə meyarların qiymətləri Z -ədədlər və meyarların çəki əmsalları qismən etibarlı olan çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsinə baxılır². Təklif olunan üsul bütün alternativlər üzrə sadə çəkiləndirilmiş orta qiymətə əsaslanır. Yekun qərar alternativin ədalətli qiymət (fair price) üstünlük dərəcəsi əsasında seçilir.

Fərz edək ki, $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ alternativlər çoxluğu və $M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}$ isə meyarlar çoxluğudur. Hər bir M_j meyarının, məxsusi ədəd və məxsusi vektorunun hesablanması əsasında təyin edilən W_j çəkisi ilə xarakterizə edilir. Z -informasiya ilə qiymətləndirilmiş mühitdə $A_i, i = 1, \dots, n$ alternativinin $M_j (j = 1, m)$ meyarı üzrə qiymətləndirilməsi

$A_{ij} = \{Z(A_{i1}, B_{i1}), Z(A_{i2}, B_{i2}), \dots, Z(A_{ij}, B_{ij}), Z(A_{im}, B_{im})\}$ şəklində ifadə edilir, burada A_i alternativinin M_j meyarı üzrə qiymətləndirilməsi $Z(A_{ij}, B_{ij})$ -dir. Meyarların və çəkilərin qiyməti adətən, qeyri-müəyyən və qismən etibarlılıqla xarakterizə olunur. Bu halda çəkilər

$$W_j = \{Z(A_j^w, B_j^w)\}, j = 1, \dots, n$$

kimi təsvir olunur, burada A_j^w j -ci meyarın çəkisinin qiyməti, B_j^w isə bu qiymətin etibarlılığını ifadə edir. Beləliklə D_{nm} qərar matrisi Cədvəl-dəki kimi təsvir edilə bilər³:

² Aliyev R.R.: A new comprehensive decision making method under bimodal information. Information Sciences, 657, 119989 (2024).

³ Salmanov S., Gardashova L.A.: Using Z-Number-Based Information in Personnel Selection Problem. Lecture notes in network and systems, 362, 302-307 (2022).

Cədvəl 1.

Z-Qərar qəbuletmə matrisi

	M_1	M_2	$\cdots$	M_m	
$D_{n \times m} =$	A_1	$[Z(A_{11}, B_{11})]$	$[Z(A_{12}, B_{12})]$	$\cdots$	$[Z(A_{1m}, B_{1m})]$
	A_2	$[Z(A_{21}, B_{21})]$	$[Z(A_{22}, B_{22})]$	$\cdots$	$[Z(A_{2m}, B_{2m})]$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	A_n	$[Z(A_{n1}, B_{n1})]$	$[Z(A_{n2}, B_{n2})]$	$\cdots$	$[Z(A_{nm}, B_{nm})]$

Meyarların vacibliyinin cüt-cüt müqayisə matrisinin qurulması

Z tutarlılıq təhlili qurulan qərar matrisinin nə qədər tutarlı olub olmadığını müəyyən edir. Bu üsulun əsas məqsədi müxtəlif meyarların cüt-cüt müqayisəsi nəticəsində qurulan üstünlük matrisində meyarların üstünlük qiymətlərinin nə qədər uyğun olub-olmadığını müəyyən etməkdir. Bu zaman meyarların üstünlük dərəcələrinin qarşılıqlığı ($Z_{ij}=1/Z_{ji}$) və tranzitivliyi qorunmalıdır. Tutarlılıq analizi fərqli və ziddiyyətli meyarları əhatə etdiyindən meyarların müqayisə matrisinin tutarlılığının yoxlanmasını çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsi olan işçi seçimi məsələsinə tətbiq edirik.

Meyarların cüt-cüt müqayisə matrisi, obyekt və ya xüsusiyyətlərin bir-biri ilə müqayisəsinin ifadə edildiyi matrisdir. Bu matris, obyekt və ya xüsusiyyətlər arasındakı oxşarlıq və ya fərqlilik dərəcələrini göstərmək üçün istifadə olunur. Çoxmeyarlı qərar vermə və sıralama problemləri kimi bir çox sahədə tətbiq olunur.

Meyarları cüt-cüt müqayisə matrisini yaratmaq üçün aşağıdakı addımları yerinə yetirmək lazımdır:

Müqayisə siyahısı hazırlamaq: Müqayisə etmək istədiyiniz obyektləri və ya xüsusiyyətləri bir siyahı şəklində hazırlamaq.

Müqayisələri etmək: Siyahıda olan hər bir elementlə digər elementləri müqayisə edərək, hər bir cüt üçün oxşarlıq və ya fərqlilik dərəcəsini təyin etmək. Məsələn, xüsusiyyətlər siyahısında, hər iki

xüsusiyyət arasındakı oxşarlıq dərəcəsini 0 ilə 1 arasında bir qiymətlə ifadə edə bilərik.

Matrisi qurmaq: Müqayisələr nəticəsində əldə edilən oxşarlıq və ya fərqlilik dərəcələri istifadə edərək matris yaradılır. Matrisin sətirləri və sütunları, siyahıdakı obyektləri və ya xüsusiyyətləri göstərir. Matrisin hər bir elementi, müqayisə edilən iki elementin oxşarlıq dərəcəsini göstərir. Cüt-cüt müqayisə matrisi aşağıdakı kimi təsvir edilə bilər (Cədvəl 2):

Cədvəl 2.

Meyarların cüt-cüt müqayisə matrisi

	M_1	...	M_n
M_1	Z_{11}	...	Z_{1n}
...	...	...	...
M_n	Z_{n1}	...	Z_{nn}

Bu matris, M_1 , M_2 , M_3 və M_n meyarların bir-biri ilə müqayisə edildiyi bir nümunə cüt-cüt müqayisə matrisini göstərir. Hər bir element, iki meyarın oxşarlıq dərəcəsini ifadə edir. Bu cür matrislər çoxmeyarlı qərar qəbul etmə üsullarına, sıralama və müqayisə məsələlərinə tətbiq oluna bilər.

Üstünlük biliklərinin qeyri-dəqiqliyini və qismən etibarlılığını əks etdirmək üçün üstünlük dərəcəsi Z -ədəd ilə təsvir olunur.

Qərar qəbul etmə, alternativlər və seçim meyarları üzərində üstünlüklərə əsaslanır. Qərar qəbul edən şəxsin seçimi cüt-cüt müqayisə matrisi $[z_{ij}]$ ilə təsvir oluna bilər, burada z_{ij} i -ci meyarın j -ci meyara nəzərən üstünlük verildiyini göstərir.

z_{ij} üçün istifadə olunan təbii şərtlər $z_{ii} = 1$ və $z_{ji} = 1/a_{ij}$ (qarşılıqlı əlaqə), $\forall i, j = 1, \dots, n$ -dir. Ənənəvi olaraq, $[z_{ij}]$ tutarlılığı tranzitivlik şərtinə əsaslanır⁴:

$$z_{ij}z_{jk} = z_{ik}, \forall i, j, k$$

⁴ Aliev R.A., Huseynov O.H., Aliyev R.R., Guirimov B.G.: A consistency-driven approach to construction of Z-number-valued pairwise comparison matrices. Iranian Journal of Fuzzy systems, 18(4), 37-49 (2021).

Bu, z_{ij} -üstünlük dərəcəsi, j üzərindən i -dən k -ya qədər bütün mümkün yollarda qalma üstünlük dərəcələrinin hasilinə bərabər olduğunu nəzərdə tutur. Bu şərtin yerinə yetirilməsi insan beyninin hesablama qabiliyyətinə görə çox vaxt problemlidir. Tutarsızlıq meyarı belə multiplikativ tranzitiv vəziyyətin pozulması ilə əlaqədardır. Bunu nəzərə alaraq tutarsızlığı birbaşa və ya dolaylı yolla a_{ij}, a_{jk}, a_{ik} üçlüyünə görə təyin etmək üçün müxtəlif indekslər təklif edilmişdir. Tutarsızlıq indeksi, M cüt-cüt müqayisə matrisini, $\mathcal{R}$ həqiqi ədədlər çoxluğuna çevirən $I: M \rightarrow \mathcal{R}$ funksiyadır.

Cüt-cüt müqayisə matrisi uyuşan olmadıqda onun uyuşan matrisə gətirilməsi⁴

Bu problemləri həll etmək çətin olsa da, doğru verilənlərə və doğru təhlilə nail olmaq, cüt-cüt müqayisə matrisini uyuşan və etibarlı hala gətirmək üçün ən yaxşı yoldur. Uyuşan cüt-cüt müqayisə matrisinin məxsusi qiymətini və məxsusi vektorunu təyin edirik

Z-matrisin məxsusi ədədinin və məxsusi vektorunun təyini

Məqsəd, cüt-cüt müqayisə matrisindəki obyektlər və ya xüsusiyyətlər arasındakı əlaqələri ölçməkdir. Alternativləri sıralamaq, prioritet təyin etmək və ya optimal seçimlər etmək kimi bir çox sahələrdə bu qiymətlərə ehtiyac olur. Müqayisə matrisi verildə, hər bir məqsədə uyğun müvafiq qiyməti təyin etmək üçün aşağıdakı üsulları izləyə bilərsiniz:

- Dərəcəni linqvistik (sözlərlə) təyin etmək: Müqayisə edilən obyektləri və ya xüsusiyyətləri "çox yaxşı", "yaxşı", "orta", "pis", "çox pis" və s. kimi termlərlə qiymətləndirilir. Bu termlər, obyekt və ya xüsusiyyətin əlaqəsini təsvir edir.

- Ədədi qiymətləri təyin etmək: Müqayisə matrisindəki elementləri ədədlərlə ifadə edə bilərik. Əsasən, 1-dən (ən aşağı) 5-ə (ən yüksək) kimi bir şkala istifadə edilir.

- Linqvistik şkalanı təyin etmək: Müqayisə matrisindəki elementləri təyin edərkən, obyektləri və ya xüsusiyyətləri "çox tərəddüd edirəm", "nə qədər tərəddüd edirəm", "tərəddüd etmirəm" kimi linqvistik şkalası ilə qiymətləndirə bilərik.

Cüt-cüt Z-üstünlük matrisində məxsusi həllərin təhlili

Z-ədəd (A, B) nizamlı cütü olaraq, təsadüfi dəyişənin qeyri-səlis qiyməti A , bu qiymətin etibarlılığını ifadə edən qeyri-səlis B məhdudiyyəti ilə xarakterizə olunur. Bu halda

$$[Z_{ij}] = \begin{bmatrix} Z_{11} & \dots & Z_{1n} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ Z_{n1} & \dots & Z_{nn} \end{bmatrix}$$

kimə ifadə olunur.

(Z_{ij}) matrisinin məxsusi ədədi

$$\det(Z_{ij} - Z_{\lambda}I) = Z_0$$

şəklində ifadə olunur⁵. Burada, I - adi vahid matris, Z_0 isə sıfır Z ədəddir. Beləliklə, Z -qiymətli $Z_{\lambda} = (A_{\lambda}, B_{\lambda})$ məxsusi ədədi

$$Z_0 Z_{\lambda}^n + Z_1 Z_{\lambda}^{n-1} + Z_2 Z_{\lambda}^{n-2} \dots + Z_{n-1} Z_{\lambda} + Z_n = Z(0)$$

tənliyinin kökü ilə ifadə edilir. Z -ədədlərin $(Z_Y) = (Z_{Y1}, \dots, Z_{Yn})$ məxsusi vektoru

$$(Z_{ij})(Z_Y) = Z_{\lambda}(Z_Y)$$

tənliyindən tapılır.

Z -ədədli $Z_{\lambda s} = (A_{\lambda s}, B_{\lambda s})$, $s = 1, \dots, n$ məxsusi qiymətlərin hesablanmasına baxaq. B_{ij} qeyri-səlis ədədi $P(A_{ij}) = \int_{\mathcal{R}} \mu_{A_{ij}}(x) p_{ij}(x) dx$ üzərində məhdudiyyətdir. Verilmiş $Z_{ij} = (A_{ij}, B_{ij})$ üçün $A_{\lambda s}$ hesablanır və $B_{\lambda s}$ üçün $P(A_{\lambda s}) = \int_{\mathcal{R}} \mu_{A_{\lambda s}}(x) p_{\lambda s}(x) dx$ məhdudiyyət funksiyası qurulur. p_{ij} ehtimal paylanmalarının qeyri-səlis çoxluğu $p_{\lambda s}$ paylanmalarının qeyri-səlis çoxluğu ilə məhdudlaşdırılır. Verilmiş A_{ij} qeyri-səlis ədədi üçün elə

⁵ Aliyev R.A., Pedrycz W. Huseynov O.H., Aliyev R.R.: Eigensolutions of Partially Reliable Decision Preferences Described by Matrices of Z -Numbers. International Journal of Information technology & Decision Making, 19(06), 1429-1450 (2020).

bir A_{λ_s} tapılır ki, $\det(A_{ij} - A_{\lambda}I) = 0$ şərti ödənsin⁵. X_{ij} təsadüfi ədədinin ehtimal paylanmaları $\det(X_{ij} - X_{\lambda}I) = 0$ vasitəsilə tapılır. Növbəti addımda, Z-ədədli sistemin həlli kimi Z-ədədli (Z_{Y_s}) məxsusi vektorunu tapırıq. (Z_{Y_s}) məxsusi vektoru $(Z_{Y_s}^+) = ((A_{Y_s}, p_{Y_s}))$ həlli kimi tapılır.

Verilmiş A_{λ_s} üçün elə bir A_{Y_s} tapırıq ki,

$$(A_{ij})(A_{Y_s}) = A_{\lambda_s}(A_{Y_s})$$

şərti ödənilsin. Verilmiş təsadüfi X_{λ_s} ədədi üçün təsadüfi $(Y_s), s = 1, \dots, n$ vektorunu

$$(X_{ij})(Y_s) = X_{\lambda_s}(Y_s)$$

sistemi həll edərək müəyyənləşdirilir. Sonra, verilmiş $Z_{\lambda_s}^+ = (A_{\lambda_s}, p_{\lambda_s})$ məxsusi ədədi vasitəsilə müvafiq, $(Z_{Y_s}^+) = ((A_{Y_s}, p_{Y_s}))$, $s = 1, \dots, n$ məxsusi vektoru hesablanır.

Misal 1. Tutaq ki, elementləri z-ədədlərlə ifadə edilmiş, üstünlük matrisi

$$\begin{aligned} \text{pref_mat} = \text{ZMatrice}([&[Z11, Z12, Z13], \\ &[Z21, Z22, Z23], \\ &[Z31, Z32, Z33]]) \end{aligned}$$

şəklində verilib, belə ki,

$$Z11 = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.6, 0.7, 0.7, 0.8]);$$

$$Z12 = \text{zNum}([0.22,0.25,0.25,0.285], [0.5, 0.6, 0.6, 0.7]);$$

.....

$$Z22 = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.6, 0.7, 0.7, 0.8]);$$

.....

$$Z32 = \text{zNum}([0.18, 0.2, 0.2, 0.22], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9]);$$

$$Z33 = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.6, 0.7, 0.7, 0.8]).$$

Hesablanmış məxsusi z-ədəd aşağıdakı kimi olar:

$$\text{eigen_value} = [[2.727, 3.0247, 3.0247, 3.3774], [0.243, 0.2909, 0.2909, 0.3109]].$$

Z-matrisin məxsusi vektorunun təyini

Məqsəd, cüt-cüt müqayisə matrisini əsas alaraq obyektlərin və ya xüsusiyyətlərin bir-biri ilə müqayisə edilməsi və sıralanmasıdır. Məxsusi vektor, obyektlərin prioritet və tərəqqi sırasını təmsil edir. Cüt-cüt müqayisə matrisini məxsusi vektora çevirmək üçün aşağıdakı üsullar istifadə edilir⁵:

Çəki əmsallı ortalama: Cüt-cüt müqayisə matrisindəki hər sütunun ortalama qiymətini hesablamaq və hər bir obyekt üçün bu ortalama qiymətləri çəki əmsallarının vasitəsilə məxsusi vektor yaratmaq. Bu, obyektləri ortalama əlaqəyə əsaslanan bir sıra ilə sıralamağa kömək edir.

Tutarsızlığı aradan qaldırmaq: Tutarsızlıq nisbətini hesablamaq və aşağı tutarsızlığa sahib obyektləri daha yüksək prioritetə sahib obyektlər ilə müqayisə etmək. Tutarsızlıq, müqayisə matrisindəki verilənlər arasındakı uyğunsuzluğu ölçmək üçün istifadə olunur.

Eyni sıralama ilə bütün obyektləri sıralamaq: Cüt-cüt müqayisə matrisindəki obyektləri eyni sıralama ilə sıralamaq üçün ekspert rəylərindən və prioritetlərdən istifadə etmək.

Cüt-cüt müqayisə matrisinin məxsusi qiymətləri və məxsusi vektoru, məqsəd və təlimatlara bağlı olaraq fərqli üsullarla təyin edilə bilər. Konkret problemin tələblərinə və məlumatların növünə əsaslanaraq uyğun bir metod seçilməlidir.

Matrisin elementlərinin tutarlı olub-olmadığını müəyyənləşdirmək üçün tutarlılıq təhlilinə görə məxsusi ədədlər və məxsusi vektorlar tapılmalıdır.

Misal 2. Misal 1-dəki matrisin məxsusi vektoru isə aşağıdakı kimi olar:

```
eigen_vector =  
ZColVector([  
[[0.0323 0.1252 0.1252 0.1521] [0.2839 0.4021 0.4021 0.4618]],  
[[0.1175 0.4282 0.4282 0.4924] [0.3134 0.5121 0.5121 0.6453]],  
[[0.02 0.0732 0.0732 0.0884] [0.5299 0.6441 0.6441 0.6498]]]).
```

Z -matrisin tutarlılıq meyarının qiymətləndirilməsi.

Elementləri Z-ədədlər olan, Z-matrisi aşağıdakı kimi verilmişdir ³⁶ :

$$(Z) = \begin{bmatrix} Z_{11} & & \dots & Z_{1n} \\ & & & \dots \\ & & \square_{ij} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z_{n1} & & \dots & Z_{nn} \end{bmatrix}$$

Bu matrisin tutarlılığı əsas iki şərtlə müəyyənləşdirilir. Birinci, matrisin elementləri arasındakı $Z_{12} = 1/Z_{21}$ və tranzitivlik şərtidir. Tutaq ki, Z -matrisi üçün bu şərtlər ödənmir. Onda yenilənmiş elə bir Z' matrisi müəyyən etmək lazımdır ki, bu şərtlər müəyyən dəqiqliklə ödənilsin:

$$(Z') = \begin{bmatrix} Z'_{11} & \dots & Z'_{1n} \\ & & \dots \\ Z'_{n1} & \dots & Z'_{nn} \end{bmatrix}$$

Z-ədədlər arasındakı məsafəyə əsaslanan ölçü ilə Z və Z' matrisləri arasındakı fərq ölçülə bilər. Bu problemi həll etmək üçün optimallaşdırma məsələsindən istifadə edilir.

Həll üsulu bir neçə mərhələdən ibarətdir. Birinci mərhələdə verilən (Z_{ij}) yaxın olan cüt-cüt müqayisə matrisi (Z'_{ij}) matrisini məlum üsulla qurmaq olar⁵. Məsələ aşağıdakı kimi formalaşdırılır. Cüt-cüt müqayisə matrisi Z'_{ij} elementlərinə Z-ədəd qiymətli qərar dəyişənləri kimi baxılır. İlkin qurulan uyğun olmayan (Z_{ij}) matrisi ilə münasib (Z'_{ij}) matrisinin elementləri arasındakı məsafəni minimallaşdırmaq lazımdır.

Z-ədədi ilə qiymətləndirilən cüt-cüt müqayisə matrisi üçün tutarsızlıq indeksi. Z-ədədli $[Z_{ij}]$ cüt-cüt müqayisə matrisi üçün tutarsızlıq indeksi τ aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

⁶ Aliev, R. A.: Uncertain computation-based decision theory. Singapore: World Scientific, 521 p. (2017).

$$\tau((Z_{ij})) = \max_{i < j < k} \min \left\{ D \left((1,1), \left(\frac{Z_{ik}}{Z_{ij} Z_{jk}} \right) \right) D \left((1,1), \left(\frac{Z_{ij} Z_{jk}}{Z_{ik}} \right) \right) \right\}$$

Z-qiymətli qərar matrisinin normallaşdırma üsulu

Alternativlərin müxtəlif meyarlarının qiymətləri adətən, müxtəlif vahidlərlə ifadə olunur, ona görə də, qərar matrisi normallaşdırılmalıdır. Məlumdur ki, qərar matrisinin müxtəlif üsullarla normallaşdırılması alternativlərin sıralanmasının müxtəlif hallarına gətirib çıxarır.

Yeni alternativ daxil edildikdə, dərəcələrin dəyişdirilmədən asılı olmayan qərar qəbul etməyə imkan verən normallaşdırma yanaşmasını tətbiq edirik ^{7 8}.

Hər bir M_j , $j = 1, \dots, n$ meyar üçün qərar qəbul edən şəxs bu meyarın r , $r \in N$ sayda əhəmiyyətli hesab etdiyi Z -qiymətini təyin edir. $[Ze(i, j)]$ normallaşdırılmış matris aşağıdakı kimi təyin edilir:

Əgər $Zq(k + 1, j) < Z(i, j) < Zq(k, j)$, onda

$$Ze(i, j) = Zlq(k - 1, j) + \frac{(Z(i, j) - Zq(k - 1, j)) \cdot (Zlq(k, j) - Zlq(k - 1, j))}{Zq(k, j) - Zq(k - 1, j)},$$

$i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, r$.

Əgər $Z(i, j) > Zq(1, j)$, onda $Ze(i, j) = \frac{Zq(1, j)}{Zq(1, j)}$.

Əgər $Z(i, j) < Zq(r, j)$, onda $Ze(i, j) = Zq(1, j) - Zq(r, j)$.

Beşinci fəsildə çoxmeyarlı qərar qəbul etmədə meyarların üstünlüyü təhlil edilmişdir. Bu bölmədə qismən etibarlı informasiya şəraitində işçi seçimi üçün çox meyarlı qərar qəbul etmə məsələsinə baxılır. Bu məsələdə, meyarlar üzrə informasiya vacibdir və

⁷ Alizadeh A.V., Aliyev R.R.: Rank Reversal Free Approach to Decision Making Under Z-information. Lecture notes in networks and systems, vol. 1, 335-346 (2024).

⁸ Boza M., Zizovic M., Petojevic A., Damljanovic N.: New weighted sum model. Filomat, 31(10), 2991-2998 (2017).

alternativlərin qiymətləndirilməsi meyarları Z-ədədlərlə təsvir olunur. Həll üsulunda, Z-ədədlər ilə hesablamanın bir neçə üsulundan istifadə edilir. Əvvəlcə meyarların ekspert tərəfindən verilən Z-qiymətli əhəmiyyətlik dərəcəsi qərar üstünlüyünün tutarlılığının zəruri səviyyəsinə nail olmaq üçün korrektə edilir. Sonra meyarların vaciblik çəkiliəri Z-qiymətli uyğunluq matrisinin məxsusi vektorlarının hesablanması ilə əldə edilir. Nəhayət, meyarların verilən çəkiliəri və alternativlərin qiymətləndirilməsi meyarları nəzərə alınaraq ən yaxşı alternativ tapılır.

Fərz edək ki, işçi seçimində çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsi 10 meyarı – *İK*-İş keyfiyyəti, *İQ*-İcra qabiliyyəti, *BD*-İşdə bilik dərəcəsi, *QQ*-problemin effektiv həllində Qərar Qəbuletmə, *Dü*-Dürüstlük, *P*- Punctuallıq, *Kİ*-Komanda işi, *İ*-İnkışaf, *DUQ*-Dəyişikliyə Uyğunlaşma Qabiliyyəti, *Da*-Dayanıqlığı əhatə edir^{3,9}.

İşçi seçimi məsələsində meyarlar üstünlüklərini təsvir etmək üçün tutarlı Z-qiymətli matrisin qurulmasını nəzərdən keçirək.

Cədvəl 3.

Meyarların Z-ədədlərlə ifadə edilən müqayisə matrisi

		<i>İK</i>	<i>İQ</i>	<i>BD</i>	<i>QQ</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>Kİ</i>	<i>İ</i>	<i>DUQ</i>	<i>Da</i>
D=	<i>İK</i>	$p-r_{1,1}$	$p-r_{1,2}$	$p-r_{1,3}$	$p-r_{1,4}$	$p-r_{1,5}$	$p-r_{1,6}$	$p-r_{1,7}$	$p-r_{1,8}$	$p-r_{1,9}$	$p-r_{1,10}$
	<i>İQ</i>	$p-r_{2,1}$	$p-r_{2,2}$	$p-r_{2,3}$	$p-r_{2,4}$	$p-r_{2,5}$	$p-r_{2,6}$	$p-r_{2,7}$	$p-r_{2,8}$	$p-r_{2,9}$	$p-r_{2,10}$
	<i>BD</i>	$p-r_{3,1}$	$p-r_{3,2}$	$p-r_{3,3}$	$p-r_{3,4}$	$p-r_{3,5}$	$p-r_{3,6}$	$p-r_{3,7}$	$p-r_{3,8}$	$p-r_{3,9}$	$p-r_{3,10}$
	<i>QQ</i>	$p-r_{4,1}$	$p-r_{4,2}$	$p-r_{4,3}$	$p-r_{4,4}$	$p-r_{4,5}$	$p-r_{4,6}$	$p-r_{4,7}$	$p-r_{4,8}$	$p-r_{4,9}$	$p-r_{4,10}$
	<i>Dü</i>	$p-r_{5,1}$	$p-r_{5,2}$	$p-r_{5,3}$	$p-r_{5,4}$	$p-r_{5,5}$	$p-r_{5,6}$	$p-r_{5,7}$	$p-r_{5,8}$	$p-r_{5,9}$	$p-r_{5,10}$
	<i>P</i>	$p-r_{6,1}$	$p-r_{6,2}$	$p-r_{6,3}$	$p-r_{6,4}$	$p-r_{6,5}$	$p-r_{6,6}$	$p-r_{6,7}$	$p-r_{6,8}$	$p-r_{6,9}$	$p-r_{6,10}$
	<i>Kİ</i>	$p-r_{7,1}$	$p-r_{7,2}$	$p-r_{7,3}$	$p-r_{7,4}$	$p-r_{7,5}$	$p-r_{7,6}$	$p-r_{7,7}$	$p-r_{7,8}$	$p-r_{7,9}$	$p-r_{7,10}$
	<i>İ</i>	$p-r_{8,1}$	$p-r_{8,2}$	$p-r_{8,3}$	$p-r_{8,4}$	$p-r_{8,5}$	$p-r_{8,6}$	$p-r_{8,7}$	$p-r_{8,8}$	$p-r_{8,9}$	$p-r_{8,10}$
	<i>DUQ</i>	$p-r_{9,1}$	$p-r_{9,2}$	$p-r_{9,3}$	$p-r_{9,4}$	$p-r_{9,5}$	$p-r_{9,6}$	$p-r_{9,7}$	$p-r_{9,8}$	$p-r_{9,9}$	$p-r_{9,10}$
	<i>Da</i>	$p-r_{10,1}$	$p-r_{10,2}$	$p-r_{10,3}$	$p-r_{10,4}$	$p-r_{10,5}$	$p-r_{10,6}$	$p-r_{10,7}$	$p-r_{10,8}$	$p-r_{10,9}$	$p-r_{10,10}$

Bu matrisin $p-r_{i,j}=Z_{i,j}$ $i,j=1,...,10$ elementləri trapesşəkilli Z-ədədlərlə ifadə edilib:

$$Z_{1,1} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

$$Z_{1,2} = \text{zNum}([1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

⁹ Salmanov S.: Decision making on employee selection under uncertain environment. Lecture notes in network and systems (2024).

.....

$$Z_{1,5} = \text{zNum}([1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

$$Z_{1,6} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

.....

$$Z_{1,9} = \text{zNum}([5.0, 6.0, 6.0, 7.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

$$Z_{1,10} = \text{zNum}([3.0, 4.0, 4.0, 5.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

$$Z_{2,1} = \text{zNum}([1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

$$Z_{2,2} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

.....

$$Z_{2,5} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

$$Z_{2,6} = \text{zNum}([1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

.....

$$Z_{2,9} = \text{zNum}([3.0, 4.0, 4.0, 5.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

$$Z_{2,10} = \text{zNum}([4.0, 5.0, 5.0, 6.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

$$Z_{3,1} = \text{zNum}([1/5.0, 1/4.0, 1/4.0, 1/3.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

$$Z_{3,2} = \text{zNum}([1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

.....

$$Z_{3,5} = \text{zNum}([1/5.0, 1/4.0, 1/4.0, 1/3.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

$$Z_{3,6} = \text{zNum}([1/7.0, 1/6.0, 1/6.0, 1/5.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

.....

$$Z_{3,9} = \text{zNum}([1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

$$Z_{3,10} = \text{zNum}([1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

$$Z_{4,1} = \text{zNum}([1/4.0, 1/3.0, 1/3.0, 1/2.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

$$Z_{4,2} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

.....

$$Z_{4,5} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$$

$$Z_{4,6} = \text{zNum}([1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

.....

$$Z_{4,9} = \text{zNum}([1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

$$Z_{4,10} = \text{zNum}([2.0, 3.0, 3.0, 4.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

$$Z_{5,1} = \text{zNum}([1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$$

$Z_{5,2} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$

 $Z_{5,5} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$
 $Z_{5,6} = \text{zNum}([1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$

 $Z_{5,9} = \text{zNum}([1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$
 $Z_{5,10} = \text{zNum}([2.0, 3.0, 3.0, 4.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$

 $Z_{6,1} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$
 $Z_{6,2} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$

 $Z_{6,5} = \text{zNum}([1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$
 $Z_{6,6} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$

 $Z_{6,9} = \text{zNum}([2.0, 3.0, 3.0, 4.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$
 $Z_{6,10} = \text{zNum}([4.0, 5.0, 5.0, 6.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$

 $Z_{71} = \text{zNum}([1/6.0, 1/5.0, 1/5.0, 1/4.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$
 $Z_{72} = \text{zNum}([1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$

 $Z_{7,5} = \text{zNum}([1/4.0, 1/3.0, 1/3.0, 1/2.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$
 $Z_{7,6} = \text{zNum}([1/4.0, 1/3.0, 1/3.0, 1/2.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$

 $Z_{7,9} = \text{zNum}([1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$
 $Z_{7,10} = \text{zNum}([2.0, 3.0, 3.0, 4.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$

 $Z_{8,1} = \text{zNum}([1/5.0, 1/4.0, 1/4.0, 1/3.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$
 $Z_{8,2} = \text{zNum}([3.0, 4.0, 4.0, 5.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$

 $Z_{8,5} = \text{zNum}([1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$
 $Z_{8,6} = \text{zNum}([1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$

 $Z_{8,9} = \text{zNum}([1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9])$
 $Z_{8,10} = \text{zNum}([3.0, 4.0, 4.0, 5.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0])$

```

Z9,1 = zNum([[1/7.0, 1/6.0, 1/6.0, 1/5.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0]])
Z9,2 = zNum([[1.0, 2.0, 2.0, 3.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9]])
.....
Z9,5 = zNum([[1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0]])
Z9,6 = zNum([[1/4.0, 1/3.0, 1/3.0, 1/2.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0]])
.....
Z9,9 = zNum([[1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0]])
Z9,10 =zNum([[2.0, 3.0, 3.0, 4.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9]])

Z10,1 = zNum([[1/5.0, 1/4.0, 1/4.0, 1/3.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0]])
Z10,2 = zNum([[1/3.0, 1/2.0, 1/2.0, 1/1.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0]])
.....
Z10,5 = zNum([[1/4.0, 1/3.0, 1/3.0, 1/2.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0]])
Z10,6 = zNum([[1/6.0, 1/5.0, 1/5.0, 1/4.0], [0.7, 0.8, 0.8, 0.9]])
.....
Z10,9 = zNum([[1/4.0, 1/3.0, 1/3.0, 1/2.0], [0.8, 0.9, 0.9, 1.0]])
Z10,10 =zNum([[1,1,1,1],[0.8, 0.9, 0.9, 1.0]])

```

Verilmiş D qərar matrisinin tutarsızlıq indeksi Zlab paketi vasitəsilə hesablanıb. Proqramdan istifadə zamanı aşağıdakı proqram fragmenti daxil edilib:

```

consistency = Consistency(pref_mat)
new_consistent_matrix = consistency.consistent_matrix
inconsistency_index = consistency.inconsistency_index
printOut('inconsistency index : ', inconsistency_index)
printOut('consistent matrix : ',new_consistent_matrix)

```

```

eig = Eigen(new_consistent_matrix)
printOut('Eigen vector')
printOut(eig.eigen_vector)
printOut("Weights vector")
printOut(eig.weights)

```

Fragmentin icrası nəticəsində aşağıdakı həll alınmışdır:

- tutarsızlıq indeksinin qiyməti:

inconsistency index : 0.7146114290473391

Yenidən hesablama nəticəsində əldə edilən tutarlı matris aşağıdakı kimi olar:

consistent matrix :

[[[0.95, 1.0, 1.0, 1.05], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.274, 1.341, 1.341, 1.408], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[4.113, 4.33, 4.33, 4.546], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.396, 1.47, 1.47, 1.543], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.288, 1.355, 1.355, 1.423], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.798, 0.84, 0.84, 0.882], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[2.254, 2.373, 2.373, 2.491], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.134, 1.194, 1.194, 1.254], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[2.204, 2.32, 2.32, 2.436], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[4.75, 5.0, 5.0, 5.25], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.71, 0.746, 0.746, 0.785], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.95, 1.0, 1.0, 1.05], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[2.033, 2.14, 2.14, 2.246], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.69, 0.726, 0.726, 0.763], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]

.....

[[1.311, 1.377, 1.377, 1.449], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[4.233, 4.444, 4.444, 4.678], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.95, 1.0, 1.0, 1.05], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.581, 0.611, 0.611, 0.642], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.36, 0.379, 0.379, 0.398], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.016, 1.07, 1.07, 1.123], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.511, 0.538, 0.538, 0.565], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.994, 1.046, 1.046, 1.098], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[2.142, 2.254, 2.254, 2.367], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.703, 0.738, 0.738, 0.777], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.422, 1.493, 1.493, 1.572], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[4.59, 4.82, 4.82, 5.074], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.558, 1.636, 1.636, 1.722], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.95, 1.0, 1.0, 1.05], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.39, 0.411, 0.411, 0.431], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.102, 1.16, 1.16, 1.218], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.555, 0.584, 0.584, 0.613], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]

[[1.078, 1.135, 1.135, 1.191], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[2.323, 2.445, 2.445, 2.567], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]]

.....

[[1.631, 1.713, 1.713, 1.803], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.011, 1.061, 1.061, 1.117], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[2.856, 2.998, 2.998, 3.156], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.95, 1.0, 1.0, 1.05], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.224, 1.288, 1.288, 1.352], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[2.637, 2.775, 2.775, 2.914], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]]

.....

[[0.385, 0.405, 0.405, 0.426], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[1.244, 1.307, 1.307, 1.375], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.422, 0.444, 0.444, 0.467], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.39, 0.409, 0.409, 0.431], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.241, 0.253, 0.253, 0.267], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.682, 0.716, 0.716, 0.754], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.343, 0.36, 0.36, 0.379], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.667, 0.7, 0.7, 0.737], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]
[[0.95, 1.0, 1.0, 1.05], [0.97, 0.98, 0.98, 1.0]]]

Hesablanmış məxsusi vektor (Eigen vector) aşağıdakı kimidir:

Eigen vector=

[[[0.134, 0.4368, 0.4368, 0.5889], [0.1812, 0.2974, 0.2974, 0.4092]]
[[0.0719, 0.2348, 0.2348, 0.3179], [0.3256, 0.8027, 0.8027, 0.8027]]
[[0.0241, 0.0648, 0.0648, 0.0809], [0.489, 0.8117, 0.8117, 0.9232]]
[[0.0774, 0.2496, 0.2496, 0.339], [0.0596, 0.2909, 0.2909, 0.385]]
[[0.0912, 0.2945, 0.2945, 0.4016], [0.1835, 0.7839, 0.7839, 0.879]]
[[0.1598, 0.5168, 0.5168, 0.7082], [0.1113, 0.4033, 0.4033, 0.4033]]
[[0.0614, 0.199, 0.199, 0.2311], [0.2558, 0.3423, 0.3423, 0.3904]]
[[0.1326, 0.43, 0.43, 0.5867], [0.1772, 0.3605, 0.3605, 0.4477]]
[[0.0741, 0.2406, 0.2406, 0.3299], [0.5078, 0.8989, 0.8989, 0.9315]]
[[0.0373, 0.1183, 0.1183, 0.1183], [0.3693, 0.6354, 0.6354, 0.7804]]]

Hesablanmış məxsusi vektorun normallaşdırılması vasitəsilə
tapılan çəki əmsalları vektoru (Weights vector) aşağıda verilib:

Weights vector=

[[[0.1292, 0.1568, 0.1568, 0.2673], [0.1812, 0.2974, 0.2974, 0.4092]]
 [[0.0693, 0.0843, 0.0843, 0.1443], [0.3256, 0.8027, 0.8027, 0.8027]]
 [[0.0233, 0.0233, 0.0233, 0.0367], [0.489, 0.8117, 0.8117, 0.9232]]
 [[0.0746, 0.0896, 0.0896, 0.1538], [0.0596, 0.2909, 0.2909, 0.385]]
 [[0.0879, 0.1057, 0.1057, 0.1823], [0.1835, 0.7839, 0.7839, 0.879]]
 [[0.154, 0.1856, 0.1856, 0.3214], [0.1113, 0.4033, 0.4033, 0.4033]]
 [[0.0592, 0.0714, 0.0714, 0.1049], [0.2558, 0.3423, 0.3423, 0.3904]]
 [[0.1278, 0.1544, 0.1544, 0.2663], [0.1772, 0.3605, 0.3605, 0.4477]]
 [[0.0714, 0.0864, 0.0864, 0.1497], [0.5078, 0.8989, 0.8989, 0.9315]]
 [[0.036, 0.0425, 0.0425, 0.0537], [0.3693, 0.6354, 0.6354,
 0.7804]]]

Z-qiymətli meyarlar üzrə qiymətləndirmə

Baxılan meyarlar üç alternativini (işçini) qiymətləndirmək üçün istifadə olunur: a_1 , a_2 , a_3 . Bu məsələdə qeyri-müəyyənliyin mövcudluğu, alternativlərin qiymətləndirilməsi meyarları üzrə qərara müvafiq informasiya və meyarlar üzrə üstünlüklər qeyri-səlislik və qismən etibarlıqla xarakterizə olunur.

Qərar matrisi aşağıdakı kimi verilib:

$D = \{$
 $\{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \{[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \dots$
 $\{[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[6, 7, 8], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[8, 9, 10], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\};$

 $\{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \dots$
 $\{[8, 9, 10], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[3, 4, 5], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\};$

 $\{[3, 4, 5], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \dots$
 $\{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$

$\{[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[3, 4, 5], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \{[8, 9, 10], [0.8, 0.9, 1.0]\};$
 $\};$

Burada, Z_{ij} i-ci meyarın j-ci meyardan üstünlüyünü ifadə edən Z-ədəd qiymətli dərəcədir.

Birinci mərhələdə hər bir alternativə uyğun Z-Sadə Aditiv Çəki yanaşmasını tətbiq edirik, ikinci mərhələdə alternativləri müqayisə etmək üçün, hər bir A_i alternativinin ədalətli qiymətləndirməsindən (fair price) istifadə edirik.

Alternativlərin Z-qiymətli uğur qiyməti aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$\begin{aligned}
 FP(Z(A, B)) = & \int_0^1 K^-(\alpha) A^-(\alpha) d\alpha + \int_0^1 K^+(\alpha) A^+(\alpha) d\alpha + \\
 & + \int_0^1 L^-(\alpha) \ln(B^-(\alpha)) d\alpha + \int_0^1 L^+(\alpha) \ln(B^+(\alpha)) d\alpha,
 \end{aligned}$$

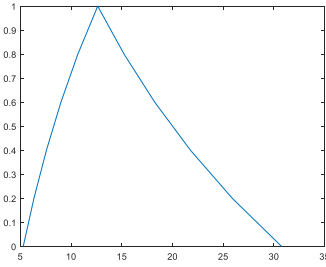
burada $K^\pm(\alpha)$ və $L^\pm(\alpha)$ münasib qeyri-səlis funksiyalardır.

Normallaşdırma üçün ekspert tərəfindən verilən qərar qəbulətmə üçün hər j meyara uyğun əhəmiyyətli Z-nöqtələr (Q_j, L_j) cütü kimi verilib. Burada uyğun olaraq

$Q_j = \{$
 $\{ [8.5, 9, 9.5], [0.8, 0.9, 1.0] \};$
 $\{ [7.5, 8, 8.4], [0.8, 0.9, 1.0] \};$
 $\{ [5.6, 6, 6.5], [0.8, 0.9, 1.0] \};$
 $\{ [4.5, 5, 5.5], [0.8, 0.9, 1.0] \};$
 $\{ [1.5, 2, 2.5], [0.8, 0.9, 1.0] \}$
 $\};$

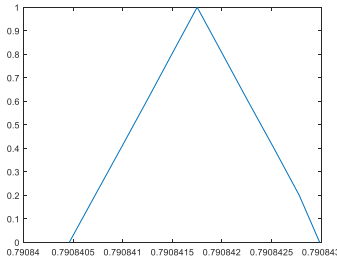
$L_j = \{$
 $\{ [0.8, 0.9, 1.0], [0.9, 1.0, 1.0] \};$
 $\{ [0.6, 0.8, 0.9], [0.9, 1.0, 1.0] \};$
 $\{ [0.4, 0.6, 0.8], [0.9, 1.0, 1.0] \};$
 $\{ [0.1, 0.2, 0.3], [0.9, 1.0, 1.0] \};$
 $\{ [0.0, 0.1, 0.2], [0.9, 1.0, 1.0] \};$
 $\};$

kimi Z-ədədlərlə ifadə edilib. Ən böyük məxsusi $Z_{\max}$ ədədinin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



Şəkil 1. $\text{plot}(Zl_{\max}.As, Zl_{\max}.A)$

Ən böyük məxsusi $Zl_{\max}$ ədədinin B hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



Şəkil 2. $\text{plot}(Zl_{\max}.Bs, Zl_{\max}.B)$:

Ən böyük məxsusi $Zl_{\max}$ ədədinin deZifikasiya çevirməsindən alınan $l_{\max}$ səlissə qiyməti

$$l_{\max} = 14.647468861420402$$

olur. Bu qiymətə uyğun tutarlılıq indeksi

$$CI = (l_{\max} - n) / (n - 1);$$

Düsturu ilə hesablanır. $n = 10$ üçün

$$CI = 0.516385429046711$$

olar. Təsadüfi tutarlılıq nisbəti isə $n = 10$ üçün

$$RI = 1.49$$

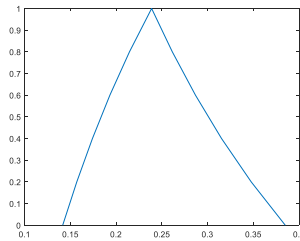
olduğundan, tutarlılıq nisbəti

$$CR = CI / RI$$

düsturu ilə hesablanır və

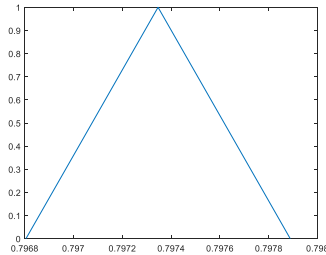
$$CR = 0.346567402044773 \text{ alınır.}$$

Ən böyük məxsusi Z_{Imax} ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV1 komponentinin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



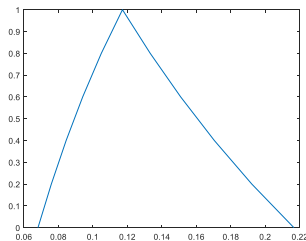
Şəkil 3. `plot(ZeigV1.As,ZeigV1.A)`

Ən böyük məxsusi Z_{Imax} ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV1 komponentinin B hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



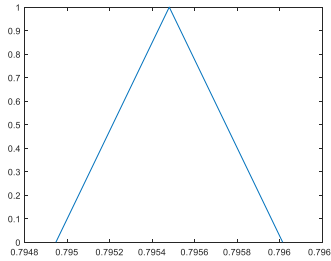
Şəkil 4. `plot(ZeigV1.Bs,ZeigV1.B)`

Ən böyük məxsusi Z_{Imax} ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV2 komponentinin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib (şəkil 3-12):



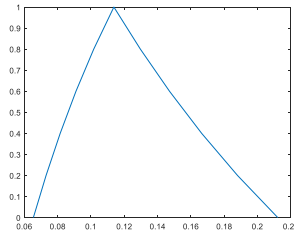
Şəkil 5. `plot(ZeigV2.As,ZeigV2.A)`

Ən böyük məxsusi Z_{lmax} ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV2 komponentinin B hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



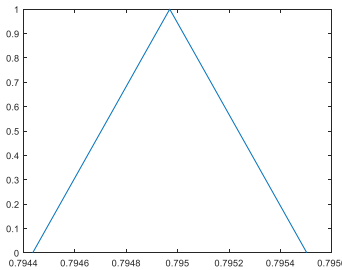
Şəkil 6. `plot(ZeigV2.Bs,ZeigV2.B)`

Ən böyük məxsusi Z_{lmax} ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV5 komponentinin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



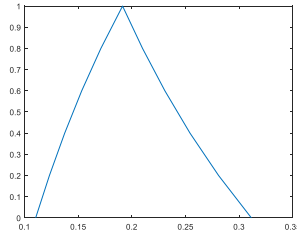
Şəkil 7. `plot(ZeigV5.As,ZeigV5.A)`

Ən böyük məxsusi Z_{lmax} ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV5 komponentinin B hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



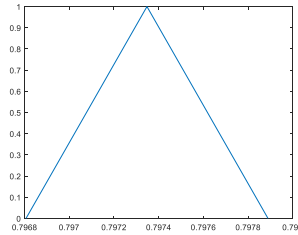
Şəkil 8. `plot(ZeigV5.Bs,ZeigV5.B)`

Ən böyük məxsusi Z_{imax} ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV6 komponentinin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



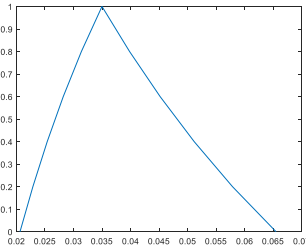
Şəkil 9. Plot(ZeigV6.As,ZeigV6.A)

Ən böyük məxsusi Z_{imax} ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV6 komponentinin B hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



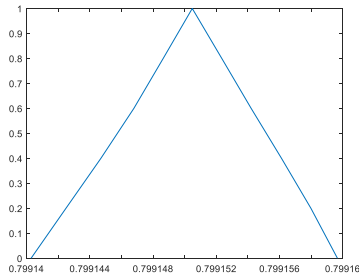
Şəkil 10. plot(ZeigV6.Bs,ZeigV6.B)

Ən böyük məxsusi Z_{imax} ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV10 komponentinin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:



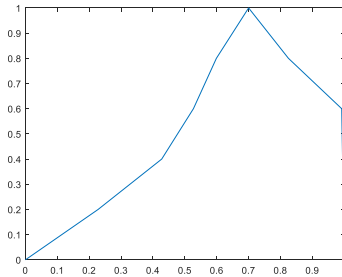
Şəkil 11. plot(ZeigV10.As,ZeigV10.A)

Ən böyük məxsusi $Z_{\max}$ ədədinə uyğun ZeigV məxsusi vektorunun ZeigV10 komponentinin B hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib:

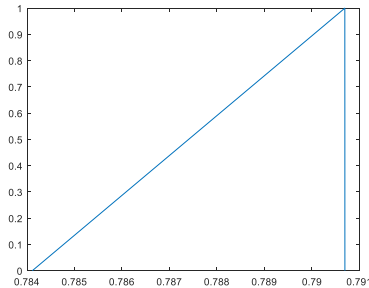


Şəkil 12. $\text{plot}(\text{ZeigV10.Bs}, \text{ZeigV10.B})$

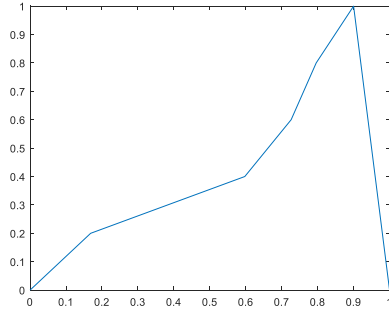
Normallaşdırılmış qərar matrisi aşağıdakı kimi müəyyən edilir:



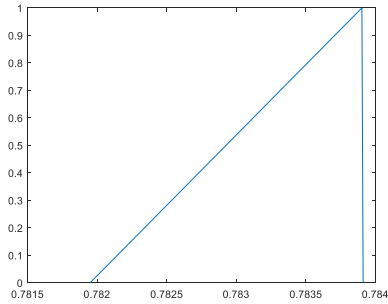
Şəkil 13. $\text{plot}(e(1, 1).As, e(1, 1).A)$



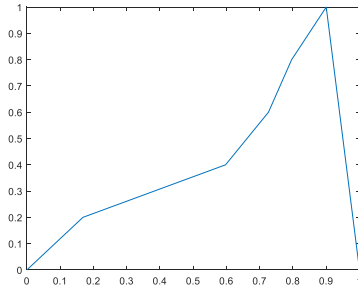
Şəkil 14. $\text{plot}(e(1, 1).Bs, e(1, 1).B)$



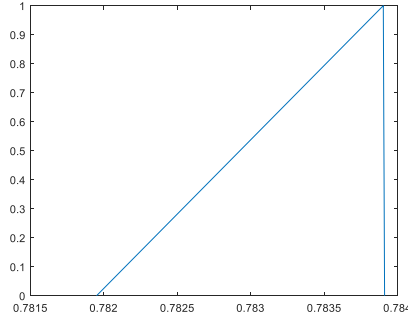
Şəkil 15. $\text{plot}(e(2, 5).As, e(2, 5).A)$



Şəkil 16. $\text{plot}(e(2, 5).Bs, e(2, 5).B)$



Şəkil 17. $\text{plot}(e(3, 10).As, e(3, 10).A)$



Şəkil 18. $\text{plot}(e(3, 10).Bs, e(3, 10).B)$

Alternativlərin çəkili cəmi $Z_{wsi} = Z_{mulRM}(e, W_m)$ aşağıdakı kimi hesablanıb (Matlabda):

1-ci alternativin $Z_{wsi}(1)$ çəkili cəmi aşağıdakı kimidir (cədvəl 4, A və B hissələrinin təməl çoxluqları uyğun olaraq Z_{wsiAs} , Z_{wsiBs} , mənsubiyyət dərəcələri isə müvafiq olaraq Z_{wsiA} , Z_{wsiB} kimi işarə edilib):

Cədvəl 4. 1-ci alternativin çəkiləndirilmiş cəmi

Z_{wsiAs}	Z_{wsiA}	Z_{wsiBs}	Z_{wsiB}
0	0	0.783108	0
0.069493	0.2	0.78312	0.2
0.137335	0.4	0.783132	0.4
0.296791	0.6	0.783144	0.6
0.463367	0.8	0.783156	0.8
0.684659	1	0.783168	1
0.997633	0.8	0.783168	0.8
1.364851	0.6	0.783168	0.6
1.738511	0.4	0.783168	0.4
2.226036	0.2	0.783168	0.2
3.058149	0	0.783168	0

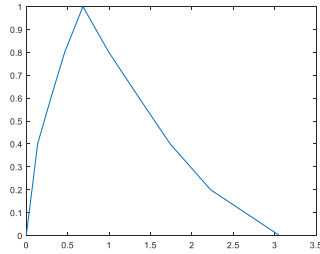
$Z_{wsi}(1)$ -ə uyğun $Z_{wsi}(1).p$ ehtimal paylanması aşağıdakı kimi təyin edilib (cədvəl 5):

Cədvəl 5.

Zwsi(1)-ə uyğun Zwsi(1).p ehtimal paylanmaları

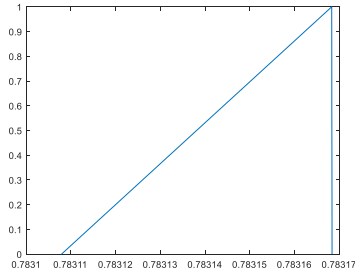
0.0000003	0.0000003	0.0000003	0.0000003	0.0000003	0.0000003
0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004
0.0000007	0.0000007	0.0000007	0.0000007	0.0000007	0.0000007
0.0000138	0.0000138	0.0000138	0.0000138	0.0000138	0.0000138
0.1956530	0.1956510	0.1956460	0.1956460	0.1956460	0.1956460
0.4100430	0.4100440	0.4100510	0.4100510	0.4100510	0.4100510
0.2657310	0.2657320	0.2657330	0.2657330	0.2657330	0.2657330
0.1285360	0.1285350	0.1285320	0.1285320	0.1285320	0.1285320
0.0000204	0.0000204	0.0000204	0.0000204	0.0000204	0.0000204
0.0000012	0.0000012	0.0000012	0.0000012	0.0000012	0.0000012
0.0000008	0.0000008	0.0000008	0.0000008	0.0000008	0.0000008

1-ci alternativlərin çəkili cəminin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib (şəkil 19, Matlabda hesablanan):



Şəkil 19. Plot(Zws1.As,Zws1.A)

1-ci alternativlərin çəkili cəminin B hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib (şəkil 20):



Şəkil 20. plot(Zws1.Bs,Zws1.B)

2-ci alternativin $Z_{wsi}(2)$ çəkili cəmi aşağıdakı kimidir (Table 6):

Cədvəl 6.

2-ci alternativin $Z_{wsi}(2)$ çəkili cəmi

$Z_{wsi}A_s$	$Z_{wsi}A$	$Z_{wsi}B_s$	$Z_{wsi}B$
0	0	0.757205	0
0.05647	0.2	0.757208	0.2
0.125074	0.4	0.757212	0.4
0.242388	0.6	0.757215	0.6
0.376744	0.8	0.757218	0.8
0.576612	1	0.757222	1
0.867996	0.8	0.757222	0.8
1.210546	0.6	0.757222	0.6
1.586637	0.4	0.757222	0.4
2.103864	0.2	0.757222	0.2
2.951975	0	0.757222	0

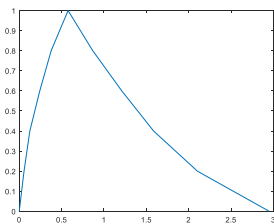
$Z_{wsi}(2)$ -ə uyğun $Z_{wsi}(2).p$ ehtimal paylanması aşağıdakı kimi təyin edilib (cədvəl 7):

Cədvəl 7.

Ehtimal paylanması

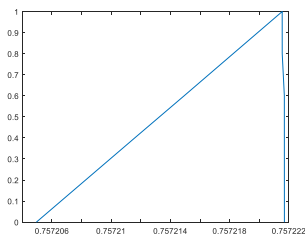
0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001
0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001
0.0000002	0.0000002	0.0000002	0.0000002	0.0000002	0.0000002	0.0000002
0.0000030	0.0000030	0.0000030	0.0000030	0.0000030	0.0000030	0.0000030
0.1889950	0.1889950	0.1889940	0.1889930	0.1889930	0.1889930	0.1889950
0.4012160	0.4012160	0.4012170	0.4012180	0.4012180	0.4012180	0.4012160
0.2641370	0.2641370	0.2641370	0.2641370	0.2641370	0.2641370	0.2641370
0.1348840	0.1348840	0.1348840	0.1348840	0.1348840	0.1348840	0.1348840
0.0108000	0.0108000	0.0108000	0.0108000	0.0108000	0.0108000	0.0108000
0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004
0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001

2-ci alternativlərin çəkili cəminin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib (şəkil 21):



Şəkil 21. plot(Zwsi2.As,Zwsi2.A)

2-ci alternativlərin çəkili cəminin B hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib (Şəkil 22):



Şəkil 22. plot(Zwsi2.Bs,Zwsi2.B)

3-cü alternativin Zwsi(3) çəkili cəmi aşağıdakı kimidir (cədvəl 8):

Cədvəl 8.

3-cü alternativin Zwsi(3) çəkili cəmi

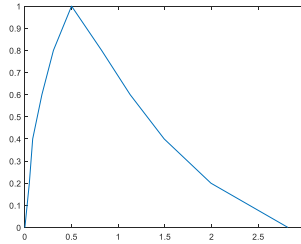
Zwsi(3).As	Zwsi(3).A	Zwsi(3).Bs	Zwsi(3).B
0	0	0.764281	0
0.047483	0.2	0.764285	0.2
0.083384	0.4	0.764288	0.4
0.182084	0.6	0.764292	0.6
0.305501	0.8	0.764296	0.8
0.499526	1	0.7643	1
0.82125	0.8	0.7643	0.8
1.126889	0.6	0.7643	0.6
1.491204	0.4	0.7643	0.4
1.992121	0.2	0.7643	0.2
2.81664	0	0.7643	0

Zwsi(3)-ə uyğun Zwsi(3).p ehtimal paylanması aşağıdakı kimi təyin edilib (cədvəl 9):

Cədvəl 9.
Ehtimal paylanması

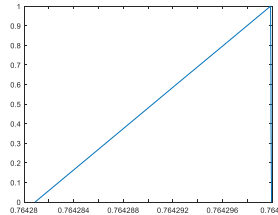
0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001
0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001
0.0000002	0.0000002	0.0000002	0.0000002	0.0000002	0.0000002	0.0000002
0.0000024	0.0000024	0.0000024	0.0000024	0.0000024	0.0000024	0.0000024
0.1858640	0.1858640	0.1858630	0.1858620	0.1858620	0.1858620	0.1858640
0.4001340	0.4001340	0.4001350	0.4001360	0.4001360	0.4001360	0.4001340
0.2687870	0.2687870	0.2687870	0.2687880	0.2687880	0.2687880	0.2687870
0.1348540	0.1348540	0.1348540	0.1348540	0.1348540	0.1348540	0.1348540
0.0104000	0.0104000	0.0104000	0.0104000	0.0104000	0.0104000	0.0104000
0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004	0.0000004
0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001

3-ci alternativlərin çəkili cəminin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib (şəkil 23):



Şəkil 23. plot(Zwsi3.As,Zwsi3.A)

3-ci alternativlərin çəkili cəminin A hissəsi aşağıdakı kimi təyin edilib (şəkil 24):



Şəkil 24. plot(Zwsi3.Bs,Zwsi3.B)

Alternativlərin meyarların çəki əmsallarına nəzərən sadə çəkiləndirilmiş orta qiymətləri hesablanaraq, onların rəqləşdirılması 3 üsulla yoxlanılmışdır. Alternativlərin müvafiq çəkiləndirilmiş orta qiymətləri DeZifikasiya edilərək səliss ədədlərə gətirilməklə, alternativlərin müvafiq FairPrice qiymətləri ilə və müsbət ideal həllə yaxınlığına görə, alınmış nəticələr uyğun olaraq aşağıda göstərilib.

DeZifikasiya edilən çəkiləndirilmiş orta qiymətlər:

ZwsiC=[0.972474948733158; 0.887033256377744;
0.819605508730566];

Aydınır ki, alternativlərin üstünlük sıralaması aşağıdakı kimi olur:

Alternativ1 > Alternativ2 > Alternativ3.

Ədalətli qiymətləndirmə (FairPrice) üsulunu tətbiq etdikdə:

FairPrice= [1.871709079128489; 1.696285496568227;
1.567863001910343];

Alternativ1 > Alternativ2 > Alternativ3.

Müsbət və mənfi ideal həllə yaxınlıq dərəcəsinə görə alternativlərin göstəriciləri aşağıdakı vektorla verilib:

r= [0.999547452656621; 0.120521362430677;
0.0373944862139085].

Yəni, yenə də

Alternativ1 > Alternativ2 > Alternativ3.

Yeni dördüncü alternativ daxil edəndən sonra qərar matrisi aşağıdakı kimi olur:

D={

{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]}, {[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]},...

{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]}, {[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]},...

{[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]}, {[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]},...

{[6, 7, 8], [0.8, 0.9, 1.0]}, {[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]},...

{[8, 9, 10],[0.8, 0.9, 1.0]}, {[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]};

{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]}, {[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]},...

{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]}, {[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]},...

{[8, 9, 10],[0.8, 0.9, 1.0]}, {[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]},...

{[3, 4, 5], [0.8, 0.9, 1.0]}, {[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]},...

$\{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\};$

$\{[3, 4, 5], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \dots$
 $\{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[7, 8, 9], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[3, 4, 5], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \{[8, 9, 10], [0.8, 0.9, 1.0]\};$

$\{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[4, 5, 6], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \dots$
 $\{[8, 9, 10], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[6, 7, 8], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\}, \dots$
 $\{[6, 7, 8], [0.7, 0.8, 0.9]\}, \{[5, 6, 7], [0.8, 0.9, 1.0]\};$
 };

Normallaşdırma və sadə çəkili orta qiymətləndirmə nəticəsində 4-cü alternativin $Z_{wsi}(4)$ çəkili cəmi aşağıdakı kimi olur (cədvəl 10):

Cədvəl 10.

4-cü alternativin $Z_{wsi}(4)$ çəkili cəmi

$Z_{wsi}(4).As$	$Z_{wsi}(4).A$	$Z_{wsi}(4).Bs$	$Z_{wsi}(4).B$
0	0	0.779006	0
0.067325	0.2	0.779018	0.2
0.150661	0.4	0.77903	0.4
0.248068	0.6	0.779042	0.6
0.383238	0.8	0.779054	0.8
0.617266	1	0.779066	1
0.998371	0.8	0.779066	0.8
1.38559	0.6	0.779066	0.6
1.770664	0.4	0.779066	0.4
2.276702	0.2	0.779066	0.2
3.047841	0	0.779066	0

$Z_{wsi}(4)$ -ə uyğun $Z_{wsi}(4).p$ ehtimal paylanması aşağıdakı kimi təyin edilib (cədvəl 11):

Cədvəl 11.

Zwsi(4)-ə uyğun Zwsi(4).p ehtimal paylanması

0.00000001	0.00000001	0.00000001	0.00000001	0.00000001	0.00000001	0.00000001
0.00000002	0.00000002	0.00000002	0.00000002	0.00000002	0.00000002	0.00000002
0.00000004	0.00000004	0.00000004	0.00000004	0.00000004	0.00000004	0.00000004
0.00000042	0.00000042	0.00000042	0.00000042	0.00000042	0.00000042	0.00000042
0.18505700	0.18505500	0.18505300	0.18504800	0.18504800	0.18504800	0.18505700
0.40285000	0.40285200	0.40285300	0.40285800	0.40285800	0.40285800	0.40285000
0.26973500	0.26973600	0.26973700	0.26973900	0.26973900	0.26973900	0.26973500
0.13746200	0.13746200	0.13746200	0.13746300	0.13746300	0.13746300	0.13746200
0.00490000	0.00489000	0.00489000	0.00489000	0.00489000	0.00489000	0.00490000
0.00000007	0.00000007	0.00000007	0.00000007	0.00000007	0.00000007	0.00000007
0.00000001	0.00000001	0.00000001	0.00000001	0.00000001	0.00000001	0.00000001

Dörd alternativin rəqləşdırılması müvafiq olaraq aşağıdakı kimi olur:

ZwsiC=[0.972474948585615; 0.887033231158182;

0.819605492305809; 0.962337134274546],

yəni

Alternativ1 > Alternativ4 > Alternativ2 > Alternativ3.

FairPrice=

[1.87170907910337; 1.69628549365423; 1.56786300217767;

1.85694253454992];

Alternativ1 > Alternativ4 > Alternativ2 > Alternativ3.

r= [0.938701764998138; 0.198583368499463;

0.0622415322007566; 0.482506849293076].

Alternativ1 > Alternativ4 > Alternativ2 > Alternativ3.

Əvvəlki alternativlərin rəqləşdırılmış nizamı pozulmur.

NƏTİCƏ

1. Kadr seçimi qərar qəbuletmə problemində mövcud ədəbiyyatın hərtərəfli icmalı göstərdi ki, bu problemə sistemli yanaşma, lazım olan bütün meyarların nəzərə alınmasına baxılmamışdır. İlk dəfə olaraq kadr seçimi problemini hərtərəfli əhatə edən 10-meyarlı (iş keyfiyyəti, icra qabiliyyəti, işdə bilik dərəcəsi, problemin effektiv həllində qərar qəbuletmə, dürüstlük, punktuallıq, komanda işi, inkişaf, dəyişikliyə uyğunlaşma qabiliyyəti, dayanıqlılıq) qərar qəbuletmə məsələsi qoyulmuş və həll edilmişdir.
2. Qeyri-səlis məntiqin Z-ədədlər nəzəriyyəsinə əsaslanan, mövcud informasiyanın və seçim nəticələrinin etibarlılığını nəzərə alan çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsi həll edilmişdir.
3. Elmi ədəbiyyatda mövcud olan kadr seçimi problemində qərar qəbuledən şəxsin preferensinin (üstünlük dərəcəsinin) uyarlılığı tədqiq edilmiş, uyarlılıq meyarını təmin edən cüt-cüt müqayisə matrisi qurulmuşdur. Bu tədqiqatın sayəsində meyarların çəki əmsalları adekvat hesablanmışdır.
4. Z-ədədlər əsasında Sadə Aditiv Çəkiləndirmə (SAW) metoduna görə alternativlərin seçimi məsələsi həll olunmuşdur.
5. Baxılan sahədə bütün mövcud tədqiqatlardan fərqli olaraq kadr seçimi məsələsində təklif olunan qərar qəbuletmə proseduru rank-reversal (geri rəqləşdirmə) şərtini ödəyir.

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı işlərdə çap olunmuşdur:

1. Salmanov S. Çoxmeyarlı yanaşma əsasında kadr seçimi // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının xəbərləri, -2017, - Cild 9, №4, - s. 113-118
2. Salmanov S. Cognitive technologies // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, -2018, - Volume 20, Issue 3(113), - pp. 69-72
3. Salmanov S. Decision-supporting systems and their structure stages // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, -2021, - Volume 23, Issue 2(130), - pp. 56-61
4. Salmanov S. The development history of decision making and creation of this system // International conference: process management and scientific development (UK), -2021, - ISBN 978-5-905695-64-4 UDC 330, - pp. 130-133
5. Salmanov S. Kadr Seçimində Qərar Qəbuletmə üsullarına baxış // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, -2023, - Volume 34(04) Issue 11, - pp.294-301
6. Salmanov S. İnsan Resurslarının İdarə Edilməsi // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, -2023, - 35(04) 12, - s. 429-437
7. Salmanov S. Decision making on employee selection under uncertain environment // Lecture notes in network and systems, - 2024
8. Salmanov S., L. A. Gardashova. Using Z-Number-Based Information in Personnel Selection Problem // Lecture notes in network and systems, - 2022, - Volume 362, - pp.302-307
9. Salmanov S. Kadr seçimində qeyri səlis məntiqdən istifadə // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 100 illik yubileyinə həsr olunmuş gənc tədqiqatçı və doktorantların Respublika Elmi Konfransının materialları, -2023, - s. 411-416

Müştərək çap olunmuş işlərdə müəllifin şəxsi rolu:

[8]-İdeya müəllifi, hesablamaların aparılması və nəticələrin təhlili;

Dissertasiyanın müdafiəsi 10 sentyabr 2024-cü il tarixində saat 16⁰⁰da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.48 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 07 avqust 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.



Çapa imzalanıb: 28.06.2024

Kağızın format: A5

Həcm: 47 897

Tiraj: 70 nüsxə