

Lətafət Abbas qızı QARDAŞOVA

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, t.e.d., professor

E-mail: latsham@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0003-3227-2521

Günəl Yaşar qızı AĞACANOVA

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin doktorantı

E-mail: gunelagacanovaa@gmail.com

ORCID ID: 0009-0005-9542-714X

**İSTEHSAL PLANLAŞDIRMASINDA RİSK FAKTORLARININ MÜƏYYƏN EDİLMƏSİ
VƏ Z-ISM ƏSASINDA STRUKTUR TƏHLİLİ: MEBEL SƏNAYESİ NÜMUNƏSİNDƏ**

Xülasə

Mebel istehsalının planlaşdırılması prosesində yaranan risk faktorlarının müəyyən edilməsi, onların qarşılıqlı təsir mexanizmlərinin təhlili və qeyri-müəyyənlik şəraitində daha dəqiq qiymətləndirilməsi üçün Z-ISM yanaşmasının tətbiqidir. Tədqiqatda istehsal planlaşdırmasına təsir edən əsas risk faktorları ekspert qiymətləndirmələri və elmi ədəbiyyatlar əsasında müəyyən edilmiş, risklər arasındakı qarşılıqlı təsirlər Interpretativ Struktur Modelləşdirmə (ISM) metodu ilə təhlil edilmişdir. Qeyri-müəyyənlik və ekspert rəylərinin etibarlılıq dərəcəsini nəzərə almaq məqsədilə model Z-ədədlər əsasında genişləndirilmiş və Z-ISM yanaşması tətbiq olunmuşdur. Əldə olunan nəticələr əsasında MICMAC analizi aparılmışdır. Təklif olunan yanaşma istehsal müəssisələrində risklərin daha dəqiq qiymətləndirilməsinə, onların prioritetləşdirilməsinə və qərar qəbul etmə prosesinin təkmilləşdirilməsinə imkan yaradır. Bu model menecerlərə istehsal planlaşdırmasında kritik risk faktorlarını müəyyən edərək daha effektiv idarəetmə strategiyaları qurmağa kömək edir. Aparılmış təhlillər nəticəsində risk faktorlarının sistem daxilində qarşılıqlı təsir strukturu müəyyən edilmiş, onların təsir və asılılıq səviyyələri qiymətləndirilmişdir. MICMAC analizi nəticəsində enerji xərcləri riskinin avtonom faktor, keyfiyyət riskinin əlaqələndirici faktor, digər risklərin isə əsas sürücü faktorlar olduğu müəyyən edilmişdir. Tədqiqatda klassik ISM yanaşmasının məhdudiyyətləri aradan qaldırılaraq risk faktorlarının təhlilinə Z-ədədlər əsasında qeyri-səlis Z-ISM modeli tətbiq edilmişdir. Bu yanaşma risklər arasındakı əlaqələrin yalnız mövcudluğunu deyil, eyni zamanda onların təsir dərəcəsini və etibarlılıq səviyyəsini də nəzərə almağa imkan verir və istehsal planlaşdırması sahəsində qərar qəbul etmə prosesinin elmi əsaslandırılmasına töhfə verir.

Açar sözlər: Z-ISM, Z-ədədlər, istehsal planlaşdırması, risk faktorları, MICMAC analizi.

UOT: 658.5:005.52:519.86

JEL: D81, M11, L68, C44

DOI: <https://doi.org/10.54414/CXSX6065>

Giriş

İstehsal planlaşdırması müəssisə fəaliyyətinin gələcək dövrlər üçün səmərəli təşkilində mühüm rol oynayan əsas idarəetmə proseslərindən biridir. Bu proses çərçivəsində bazar tələbinin proqnozlaşdırılması, istehsal gücünün optimallaşdırılması, material itkilərinin azaldılması, enerji və insan resurslarından səmərəli istifadə kimi bir sıra vacib amillər nəzərə alınır. Bununla yanaşı, planlaşdırma

prosesində gözlənilən nəticələrdən kənara çıxmalara səbəb ola biləcək risk faktorlarının da əvvəlcədən müəyyən edilməsi və qiymətləndirilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. İqtisadi ədəbiyyatlarda risk anlayışı adətən qəbul edilən qərarların nəticələrinin gözlənilən göstəricilərdən kənara çıxması kimi izah olunur.

İqtisadi ədəbiyyatda risk anlayışı qəbul edilən qərarların nəticələrinin gözlənilən göstəricilərdən kənara çıxma ehtimalı kimi izah olunur [1,2]. İstehsal planlaşdırması isə müəssisə resurslarının optimal bölgüsü və gələcək fəaliyyətin səmərəli təşkili baxımından əsas idarəetmə funksiyalarından biri hesab olunur [3]. İstehsal müəssisələrində fəaliyyətin icrası zamanı həm daxili, həm də xarici mühitdən qaynaqlanan müxtəlif risk faktorları mövcuddur. Xüsusilə məhsul istehsalının planlaşdırılması zamanı xammal təminatında yaranan gecikmələr, texniki nasazlıqlar, enerji və digər resurs xərclərində baş verən dəyişikliklər istehsal proqramının icrasına mənfi təsir göstərərək ümumi fəaliyyətin səmərəliliyini azalda bilər. Bu baxımdan qərar vericilərin potensial riskləri əvvəlcədən müəyyən etməsi və onların təsirlərini minimuma endirəcək tədbirlər görməsi zəruri hesab olunur.

Mebel istehsalı isə müxtəlif resursların və texnoloji proseslərin qarşılıqlı əlaqəsi əsasında formalaşan çoxmərhləli istehsal sistemidir. Bu sistemdə yaranan hər hansı bir problem digər mərhələlərə də təsir edərək ümumi istehsal prosesində pozuntulara səbəb ola bilər. Xüsusilə yataq mebeli istehsalında istifadə olunan ağac yonqar lövhələrinin və yüksək sıxlıqlı lif materiallarının idxaldan asılı olması xammal təminatı riskini daha da

aktuallaşdırır. Xammalın tədarükü+ndə gecikmələr, qiymət dəyişiklikləri və logistika ilə bağlı problemlər istehsal prosesinin fasiləsizliyini risk altına sala bilər.

Bundan əlavə, bazar tələbinin qeyri-müəyyənliyi, sifariş həcmələrinin düzgün proqnozlaşdırılmaması, insan faktoru və məhsul keyfiyyəti ilə bağlı problemlər istehsal müəssisələrində risklərin çoxşaxəli xarakter daşdığını göstərir. Bu risklərin sistemli şəkildə müəyyən edilməsi, təhlili və qiymətləndirilməsi yalnız qərar qəbul etmə prosesinin təkmilləşdirilməsinə deyil, eyni zamanda müəssisənin ümumi fəaliyyətinin səmərəliliyinin artırılmasına və bazarda rəqabət qabiliyyətinin gücləndirilməsinə də mühüm töhfə verir.

Təhlil

Tətbiq olunan metodologiya və həll üsulu. İstehsal planlaşdırması prosesində risk faktorlarının sistemli şəkildə təhlili onların qarşılıqlı təsir mexanizmlərinin müəyyən edilməsini tələb edir. Bu məqsədlə tədqiqat çərçivəsində mebel istehsalında planlaşdırmaya təsir edən əsas risk faktorları müəyyən edilmişdir [4-6]. İlkin mərhələdə risk faktorları ekspert qiymətləndirmələri və elmi ədəbiyyatlara əsasən müəyyənləşdirilmiş və cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1. Yataq mebeli istehsalında əsas risk faktorları.

Risk kodu	Risk Faktorları	Risk faktorlarının qısa izahı
R₁	Xammal təminatı riski	Mebel istehsalında istifadə olunan əsas materialın təminatında yaranmış gecikmələr və ya çatışmazlıqlar
R₂	Xammal qiymətlərinin dəyişməsi riski	Bazarda material qiymətinin dəyişməsi
R₃	Tələbin qeyri-müəyyənliyi riski	Müştəri sifarişlərinin qeyri sabitliyi və bazarda tələb dinamikasının dəyişikliyi
R₄	Avadanlığın nasazlığı riski	İstehsal avadanlıqlarında yaranmış texniki nasazlıqlar
R₅	Enerji xərcləri riski	Elektrik enerjisinin qiymətinin dəyişməsi
R₆	Keyfiyyət riski	Material və ya istehsal prosesində yaranmış qüsurlar
R₇	İnsan faktoru riski	İşçi səhvləri, ixtisaslı kadr çatışmazlığı problemi

Cədvəl 1-də müəyyən edilmiş risk faktorları istehsal planlaşdırması prosesində qarşılıqlı əlaqədə olaraq bir-birinə təsir göstərir. Bu qarşılıqlı təsir mexanizmlərinin sistemli şəkildə qiymətləndirilməsi məqsədilə çoxmeyarlı qərar qəbul etmə üsullarından biri olan Interpretativ Struktur Modelləşdirmə (Interpretive Structural Modeling – ISM) metodundan istifadə edilmişdir [7].

ISM metodu sistem daxilində mövcud olan faktorlar arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin müəyyən edilməsi, strukturlaşdırılması və iyerarxik şəkildə təsnif edilməsi üçün tətbiq olunan effektiv analitik yanaşmadır. Bu metod müxtəlif sahələrdə, xüsusilə istehsal müəssisələrində risk faktorlarının struktur təhlili üçün geniş istifadə olunur.

Bununla belə, klassik ISM yanaşmasının əsas məhdudiyyətlərindən biri ekspert qiymətləndirmələrində mövcud olan qeyri-müəyyənliyin nəzərə alınmamasıdır. Risklər təbiət etibarilə qeyri-müəyyən və tam ölçülə bilməyən kateqoriyalar olduğundan onların riyazi modelləşdirilməsi üçün qiymətləndirilməsi zəruridir. Lakin bu qiymətləndirmələr əsasən subyektiv xarakter daşıyır və hər zaman yüksək etibarlılığa malik olmur.

Bu məhdudiyyəti aradan qaldırmaq məqsədilə tədqiqatda qeyri-səlis ədədlərin genişləndirilmiş forması olan Z-ədədlərdən istifadə edilmişdir. Z ədədlər anlayışı ilk dəfə Azərbaycanlı alim Lütfi Zadə tərəfindən elmə gətirilmiş və bu konsepsiya ilk dəfə 2011-ci ildə onun bir məqaləsində istifadə olunmuşdur [8]. Z-ədədlər qeyri-müəyyən və etibarlılığı dəyişkən olan məlumatların modelləşdirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur və iki komponentdən –

qeyri-səlis qiyməti ifadə edən A komponentindən və həmin qiymətin etibarlılıq dərəcəsini göstərən B komponentindən ibarətdir.

Tədqiqat çərçivəsində risk faktorları arasındakı qarşılıqlı təsirlərin qiymətləndirilməsi ekspert rəylərinə əsaslandığı üçün nəticələrin subyektivliyi və etibarlılığı məsələsi xüsusi diqqət tələb etmişdir. Bu səbəbdən risklərin daha dəqiq və etibarlı təhlilini təmin etmək məqsədilə modelləşdirmə Z-ədədlər əsasında həyata keçirilmiş, risk faktorları arasındakı əlaqələr isə linqvistik dəyişənlər vasitəsilə ifadə olunmuşdur. Müəyyən edilmiş yeddi əsas risk faktoru ilkin mərhələdə klassik ISM yanaşması əsasında təhlil edilmişdir [9]. ISM metodunun tətbiqi üçün ədəbiyyatda qəbul olunmuş ardıcıl mərhələlər nəzərə alınmış və istifadə olunan metodoloji yanaşma aşağıdakı diaqram vasitəsilə təqdim edilmişdir.

Şəkil 1. Risk analizinin mərhələli diaqramı.



Şəkil 1-də təqdim olunan mərhələlərə uyğun olaraq, ekspert rəyləri və elmi ədəbiyyatlara əsaslanan məlumatlar əsasında mebel istehsalının planlaşdırılmasında qarşılıqlı əlaqədə olan risk faktorları müəyyən edilmişdir.

Daha sonra bu faktorlar arasında təsir istiqamətlərini müəyyən etmək məqsədilə struktur qarşılıqlı təsir matrisi formalaşdırılmışdır.

Cədvəl 2. Struktur qarşılıqlı təsir matrisi.

Struktur qarşılıqlı təsir matrisi						
	R7	R6	R5	R4	R3	R2
R1	O	V	O	O	X	X
R2	O	V	A	O	X	
R3	V	A	V	V		
R4	A	V	V			
R5	A	V				
R6	A					

Cədvəl 2-də struktur qarşılıqlı təsir matrisinə əsasən risk faktorları adlar üzrə deyil, əvvəlcədən müəyyən edilmiş kodlar əsasında təqdim olunmuşdur. Risklər arasındakı təsir münasibətləri ilkin mərhələdə simvolik şəkildə ifadə edilmiş və istifadə olunan simvolların izahı aşağıda verilmişdir:

- **V (Vertical)** – sətirdə qeyd olunan risk faktoru sütündəki faktora təsir edir;
- **A (Antecedent)** – sütunda qeyd olunan risk faktoru sətirdəki risk faktoruna təsir edir;
- **X (Cross)** – hər iki risk faktoru qarşılıqlı olaraq bir-birinə təsir edir;
- **O (No relation)** – risk faktorları arasında heç bir təsir əlaqəsi yoxdur.

Struktur qarşılıqlı təsir matrisi simvollarla ifadə olunduğu üçün hesablamaların

aparılması üçün simvolların rəqəmlərlə ifadəsinə keçilməsi məqsədəuyğun hesab edilir və aşağıdakı qaydada çevrilmələr aparılır:

- Əgər struktur qarşılıqlı təsir matrisində **V** simvolu mövcuddursa onda $(i,j)=1$ və $(j,i)=0$ kimi qəbul edilir.
- Əgər **A** simvolu qeyd edilmişdirsə $(i,j)=0$ və $(j,i)=1$ yazılmalıdır;
- Əgər cədvəldə risk faktoru qarşısında **X** simvolu yazılmışdırsa $(i,j)=1$ və $(j,i)=1$;
- Əgər **O** simvolu varsa $(i,j)=0$ və $(j,i)=0$ kimi qeyd olunmalıdır.

Diagonal üzrə bütün elementlər $(i,i)=1$ kimi göstərilir və Cədvəl 3-də simvollar rəqəmlərlə əvəz olunur.

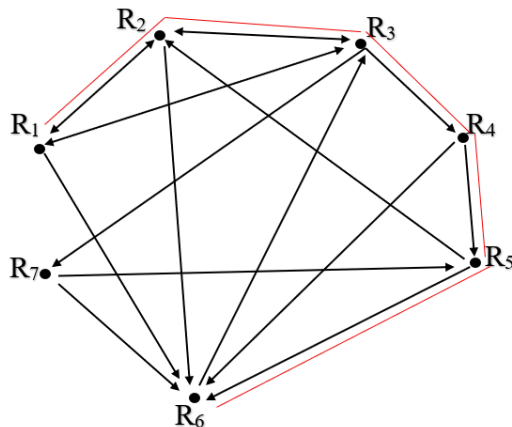
Cədvəl 3. İlkin əlçatanlıq matrisi.

İlkin əlçatanlıq matrisi							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
R1	1	1	1	0	0	1	0
R2	1	1	1	0	0	1	0
R3	1	1	1	1	1	0	1
R4	0	0	0	1	1	1	0
R5	0	1	0	0	1	1	0
R6	0	0	1	0	0	1	0
R7	0	0	0	1	1	1	1

Bu matrisdə simvollar rəqəmlərlə ifadə olunmuş və hər bir risk faktorunun digərinə təsiri “1”, təsirin olmaması isə “0” kimi qiymətləndirilmişdir. İlkin əlçatanlıq matrisinin əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, risklər

arasında əlaqənin mövcud olub-olmaması yalnız birbaşa şəkildə müəyyən edilir. Daha dəqiq desək, bu mərhələdə yalnız bir risklə digər risk arasındakı birbaşa təsirin mövcudluğu nəzərə alınır.

Şəkil 2. Risk faktorlarının birbaşa və dolaylı təsir əlaqələrinin sxematik təsviri





ISM metoduna əsasən isə faktorlar arasında təkcə birbaşa deyil, həm də dolayı əlaqələrin mövcudluğu mümkündür. Bu əlaqələrin daha aydın göstərilməsi məqsədilə onlar aşağıdakı şəkildə sxematik formada vizuallaşdırılmışdır.

Şəkil 2-də təqdim olunan sxem risk faktorları arasında birbaşa təsirləri tək və qarşılıqlı oxlar vasitəsilə əks etdirir. Bu təsir istiqamətləri ilkin əlçatanlıq matrisindəki məlumatlara əsaslanaraq formaləşdirilmişdir. Qara oxlar faktorlar arasında birbaşa təsiri göstərdiyi halda, qırmızı xətlər dolayı təsirləri ifadə edir. Məsələn, sxemə əsasən R_1 ilə R_2 , eləcə də R_2 ilə R_3 arasında qarşılıqlı təsir mövcuddur. Lakin R_3 ilə R_4 arasında əlaqə qarşılıqlı deyil, çünki ox yalnız bir istiqamətdə çəkilmiş və bu da R_3 -ün R_4 -ə təsir etdiyini göstərir. Digər tərəfdən, R_4 ilə R_6 arasında birbaşa əlaqə müşahidə olunmasa da, qırmızı kontur onların dolayı şəkildə əlaqəli olduğunu göstərir. Beləliklə, sxem risk faktorları arasında dolayı əlaqələrin mövcudluğunu və tranzitivlik prinsipinin tətbiq olunduğunu nümayiş etdirir və bu əlaqələr daha sonra cədvəl şəklində təqdim olunur.

Risk faktorları arasında aparılan təhlil göstərir ki, onlar arasında həm sıx qarşılıqlı əlaqələr, həm də kompleks təsir mexanizmləri mövcuddur. Bu əlaqələr yalnız birbaşa təsirlərlə məhdudlaşmır, eyni zamanda dolayı (tranzitiv) təsirləri də əhatə edir. Faktorlar arasında bu cür çoxşaxəli və qeyri-müəyyən əlaqə strukturu ənənəvi kəskin (crisp) qiymətləndirmə üsulları ilə tam şəkildə ifadə oluna bilmir.

Bu səbəbdən, mövcud qeyri-müəyyənliyi və ekspert qiymətləndirmələrindəki etibarlılıq səviyyəsini nəzərə almaq məqsədilə modeldə qeyri-səlis ədədlərdən istifadə edilmişdir. Daha dəqiq yanaşma kimi isə qeyri-səlis ədədlərin genişləndirilmiş forması hesab olunan Z-ədədlər tətbiq olunmuşdur. Z-ədədlər həm qeyri-müəyyənliyin dərəcəsini, həm də verilmiş məlumatın etibarlılıq səviyyəsini eyni vaxtda nəzərə almağa imkan verərək risk faktorları arasındakı əlaqələrin daha real və adekvat modelləşdirilməsini təmin edir.

Risk faktorları müəyyən dərəcədə qeyri-müəyyən xarakter daşdığından, ISM yanaşmasının bu qeyri-müəyyənliyi nəzərə alaraq yenidən modelləşdirilməsi məqsəduyğun hesab olunur. Eyni zamanda qeyd olunmalıdır ki, risklər arasındakı əlaqələr əsasən elmi ədəbiyyatın təhlili və ekspert rəylərinə əsaslandığı üçün subyektiv xarakter daşıyır. Bu isə öz növbəsində, subyektiv qiymətləndirmələrin etibarlılıq səviyyəsini də modelləşdirmədə nəzərə alınmasını zəruri edir.

Daha dəqiq nəticələrin əldə edilməsi məqsədilə, mebel istehsalının optimallaşdırılması prosesində yaranan risklərin təhlili qeyri-səlis ədədlərin genişləndirilmiş forması olan Z-ədədlər əsasında aparılmış və bu məqsədlə Z-ISM yanaşması tətbiq edilmişdir. İlk mərhələdə Z-ISM metodunun əsas mərhələlərinə keçməzdən əvvəl, istehsal planlaşdırması zamanı meydana çıxan risk faktorları qeyri-müəyyənlik və ekspert qiymətləndirmələrinin etibarlılığı nəzərə alınmaqla cüt-cüt müqayisə edilmişdir.

Cədvəl 4. Risk faktorlarının təhlilində linqvistik dəyişənlərin üçbucaqlı qeyri-səlis ədədlərlə ifadəsi.

A komponenti üçün		B komponenti üçün	
Linqvistik dəyişən	Üçbucaqlı qeyri-səlis ədəd	Linqvistik dəyişən	Üçbucaqlı qeyri-səlis ədəd
Çox aşağı	[0.0, 0.1, 0.3]	Aşağı	[0.5, 0.7, 0.8]
Aşağı	[0.1, 0.3, 0.5]		
Orta	[0.3, 0.5, 0.7]		
Yüksək	[0.5, 0.7, 0.9]	Orta	[0.7, 0.8, 0.9]
Çox yüksək	[0.7, 0.9, 1]	Yüksək	[0.85, 0.95, 0.99]

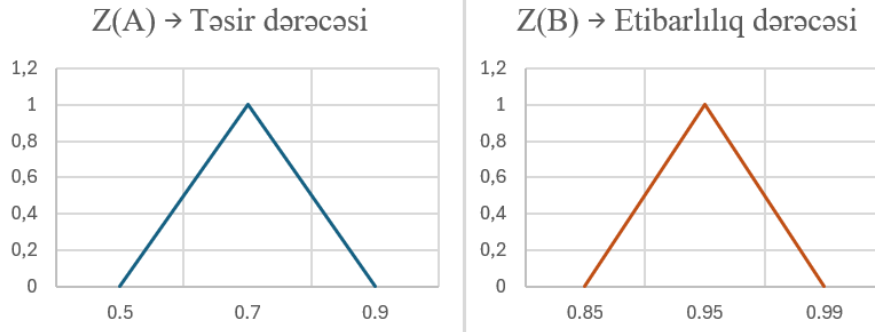
Bu yanaşmada risklər arasında əlaqə yalnız “mövcuddur” və ya “mövcud deyil” kimi ikili qiymətləndirmə ilə məhdudlaşdırılmamış, eyni zamanda onların qarşılıqlı təsir

səviyyəsi də nəzərə alınmışdır. Belə ki, Z-ədədinin (A) komponenti təsirin intensivliyini “çox aşağı”, “aşağı”, “orta”, “yüksək” və “çox

yüksək” kimi, (B) komponenti isə bu qiymətləndirmələrin etibarlılıq səviyyəsini “aşağı”, “orta” və “yüksək” kimi linqvistik dəyişənlərlə ifadə edir. Hesablama prosesinin həyata keçirilməsi üçün bu linqvistik dəyişənlər uyğun olaraq rəqəmsal qiymətlərlə ifadə edilərək aşağıdakı cədvəl 4-də təqdim olunmuşdur. Bu cədvəldə təqdim olunan linqvistik dəyişənlər

və onların qeyri-səlis ədədlərlə uyğunluğu Z-ISM metodunda risk faktorları arasındakı qarşılıqlı təsirin ifadə olunması üçün tətbiq edilmişdir. Qeyd edilməlidir ki, ISM metodologiyasına uyğun olaraq ilkin mərhələdə risklər cüt-cüt müqayisə edilmişdir. Həmin müqayisələrdən biri vizuallaşdırılaraq aşağıdakı qrafik vasitəsilə nümayiş etdirilmişdir (şəkil 3).

Şəkil 3. R₁ risk faktorunun R₂-yə təsirinin Z ədəd formasında üçbucaq şəkilli təsviri.



Şəkil 3-də R₁ (xammal təminatı riski) ilə R₂ (xammal qiymətlərinin dəyişməsi riski) arasındakı təsir üçbucaq qeyri-səlis funksiya ilə ifadə edilmişdir. Z-ədədinin A komponentinə əsasən, xammal qiymətlərinin dəyişməsi riski xammal təminatı riskinə “yüksək” səviyyədə təsir göstərir. Bu təsirin “çox yüksək” deyil, “yüksək” kimi qiymətləndirilməsi xammal qiymətlərinə yalnız təchizatın deyil, eyni zamanda valyuta məzənnəsi, logistika xərcləri və dünya bazarındakı qeyri-sabitlik kimi digər amillərin də təsir etməsi ilə izah olunur. B komponentinin “yüksək” etibarlılıq səviyyəsinə malik olması isə bu əlaqənin kifayət qədər əsaslandırılmış və etibarlı olduğunu göstərir.

Ümumilikdə, risk faktorları arasında çoxsaylı əlaqələrin mövcudluğu nəzərə alınaraq, yalnız bəzi birbaşa və dolay təsirlər

nümunəvi şəkildə təqdim edilmişdir. Məsələn, xammal təminatı riskinin keyfiyyət riskinə təsiri də yüksək və etibarlı hesab edilmişdir.

Aparılan təhlillər əsasında mebel sənayesində istehsal planlaşdırmasının optimallaşdırılması zamanı yaranan risk faktorları ayrı-ayrılıqda qiymətləndirilmiş və linqvistik dəyişənlər vasitəsilə ifadə edilmişdir. Daha sonra bu qiymətləndirmələr Z-ədədlərə çevrilərək aşağıdakı cədvəldə təqdim olunmuşdur.

Beləliklə, cədvəl 5-də risk faktorları arasında həm birbaşa, həm də dolay təsir əlaqələrini özündə əks etdirir. Bu matrisin əsas fərqləndirici xüsusiyyəti yalnız əlaqələrin mövcudluğunu deyil, eyni zamanda təsirin intensivliyini, etibarlılıq səviyyəsini və faktorlar arasındakı tranzitiv əlaqələri də nəzərə almasıdır.

Cədvəl 5. Z ədəd əsaslı yekun ölçətanlıq /tranzitivlik matrisi.

Z ədəd əsaslı yekun ölçətanlıq və tranzitivlik matrisi							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
R1	[0.7,0.9,0.9, 1],[0.85,0.9 5,0.95,0.99]	[0.5,0.7,0.7,0.9], [0.85,0.95,0.9 5,0.99]	[0.3,0.5,0.5,0.7], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.5, 0.7, 0.7, 0.8]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.5,0.7,0.7, 0.9],[0.85,0.95,0.99]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.5, 0.7, 0.7, 0.8]
R2	[0.3, 0.5, 0.5, 0.7], [0.7,0.8,0.8, 0.9]	[0.7,0.9,0.9,1] ,[0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.5,0.7,0.7,0.9], [0.85,0.95,0.9 5,0.99]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.5, 0.7, 0.7, 0.8]	[0.1, 0.3, 0.3, 0.5], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.5,0.7,0.7, 0.9], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.5, 0.7, 0.7, 0.8]

R3	[0.3, 0.5, 0.5, 0.7], [0.7,0.8,0.8, 0.9]	[0.3, 0.5, 0.5, 0.7], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.7,0.9,0.9,1], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.3, 0.5, 0.5, 0.7], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.1, 0.3, 0.3, 0.5], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.3, 0.5, 0.5, 0.7], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.3, 0.5, 0.5, 0.7], [0.7,0.8,0.8,0.9]
R4	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.7,0.8,0.8, 0.9]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.5, 0.7, 0.7, 0.8]	[0.3, 0.5, 0.5, 0.7], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.7,0.9,0.9,1], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.5,0.7,0.7,0.9], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.7,0.9,0.9,1], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.1, 0.3, 0.3, 0.5], [0.7,0.8,0.8,0.9]
R5	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.7,0.8,0.8, 0.9]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.5, 0.7, 0.7, 0.8]	[0.7,0.9,0.9,1], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.3, 0.5, 0.5, 0.7], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.5, 0.7, 0.7, 0.8]
R6	[0.1, 0.3, 0.3, 0.5], [0.7,0.8,0.8, 0.9]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.3,0.5,0.5,0.7], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.1, 0.3, 0.3, 0.5], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.1, 0.3, 0.3, 0.5], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.7,0.9,0.9,1], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.3, 0.5, 0.5, 0.7], [0.85, 0.95, 0.95, 0.99]
R7	[0.3,0.5,0.5, 0.7], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.0, 0.1, 0.1, 0.3], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.1, 0.3, 0.3, 0.5], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.5,0.7,0.7,0.9], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.1, 0.3, 0.3, 0.5], [0.7,0.8,0.8,0.9]	[0.5,0.7,0.7,0.9], [0.85,0.95,0.95,0.99]	[0.7,0.9,0.9,1], [0.85,0.95,0.95,0.99]

Bu cədvəl əsasında növbəti mərhələdə risk faktorlarının təsir gücü və asılılıq gücü göstəriciləri hesablanır, onların sistem daxilindəki mövqeyi və qarşılıqlı təsir strukturu təhlil edilir. Z-ədədlər əsasında bu göstəricilərin hesablanması aşağıdakı düsturlar vasitəsilə həyata keçirilmişdir [10].

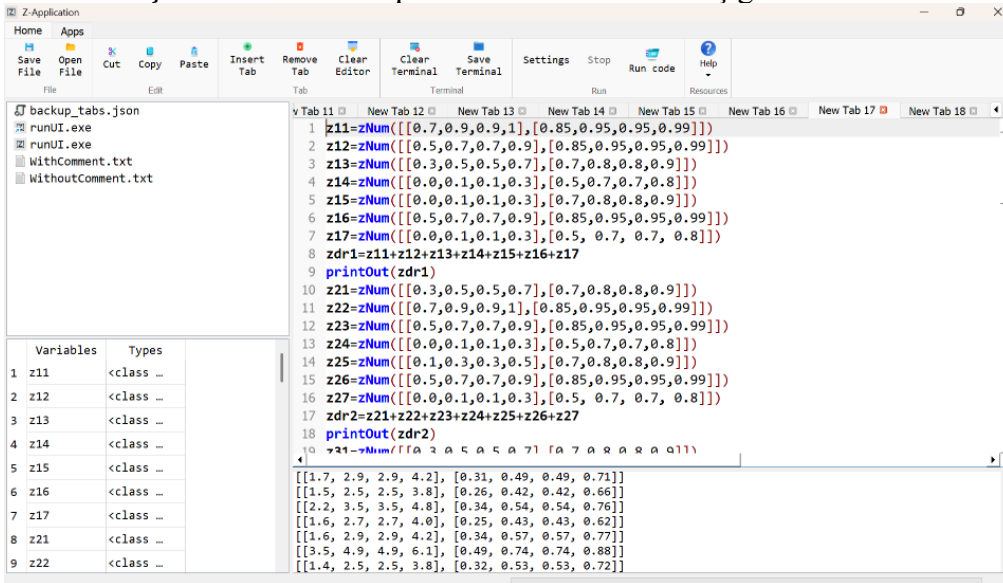
$$Z_{DE_i} = \sum_{j=1}^n Z_{ji}$$

$$Z_{DP_i} = \sum_{j=1}^n Z_{ij}$$

Bunu daha səlis və akademik formada belə parafrəz edə bilərsiniz:

Yuxarıda təqdim olunan düsturlara əsaslanaraq Z-ədədlər üzərində aparılan hesablamalar, yəni təsir gücü və asılılıq gücü göstəricilərinin müəyyən edilməsi Z-Lab proqram təminatı vasitəsilə həyata keçirilmişdir. Aparılan hesablamaların nəticələri aşağıdakı şəkil 4-də təqdim olunmuşdur.

Şəkil 4. Z-Lab Proqram təminatından alınmış görüntülər



Z-Lab proqramından çıxan nəticələr Z ədədlərlə ifadə olunmuş və Z ədədlərlə ifadə

olunmuş nəticələrin kordinat müstəvisinə bir-bəşə yerləşdirilməsi, təsviri və təhlili müəyyən çətinliklər yaratdığı üçün həmin qiymətlərin

vahid kəmiyyət formasına gətirilməsi məqsəddə uyğun hesab olunur. Proqram təminatından çıxan bütün kəmiyyətlər aşağıdakı düsturlara əsasən defazifikasiya olunmuşdur [11].

$$A = \frac{a+b+c+d}{4}$$

$$B = \frac{\alpha + \beta + \gamma + \delta}{4}$$

$$Z = A * B$$

Nəticələr cədvəl 6-da əks olunmuşdur.

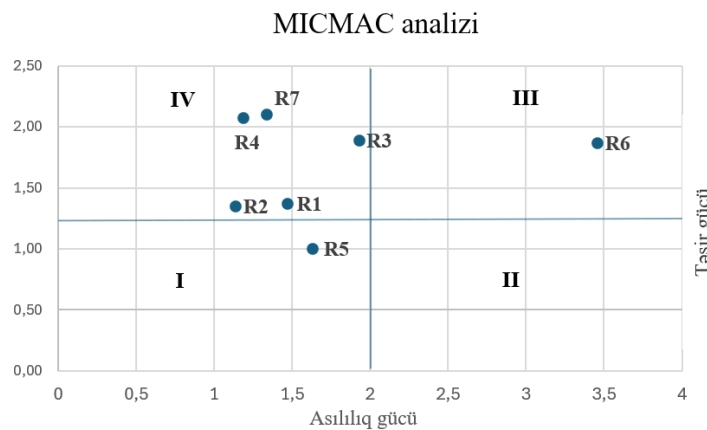
Cədvəl 6. Z ədəd əsaslı defazifikasiya olunmuş təsir gücü və asılılıq gücü cədvəli.

Defazifikasiya olunmuş Z ədəd əsaslı Təsir gücü	1.37	1.35	1,89	2,07	1	1.87	2.1
Defazifikasiya olunmuş Z ədəd əsaslı Asılılıq gücü	1.47	1.14	1.93	1.14	1.63	3.43	1.34

Defazifikasiya olunmuş Z-ədəd əsaslı təsir və asılılıq gücü göstəriciləri koordinat müstəvisində yerləşdirilmiş və ISM metodunun yekun mərhələsi kimi MICMAC (Matrice

d'Impacts Croisés Multiplication Appliquée à un Classement) təhlili həyata keçirilmişdir.

Şəkil 5. MICMAC analizi.



MICMAC analizinin nəticələrinə əsasən risk faktorları təsir və asılılıq gücünə görə dörd kvadrant üzrə qruplaşdırılmışdır (Şəkil 5). I kvadrantda yerləşən R5 (enerji xərcləri riski) aşağı təsir və aşağı asılılıq səviyyəsinə malik olub avtonom faktor kimi xarakterizə edilir və müəssisə üçün nisbətən zəif risk hesab olunur. II kvadrantda heç bir risk faktorunun müəyyən edilməməsi bu sistemdə yüksək asılılıq və aşağı təsir gücünə malik risklərin olmadığını göstərir. R6 (keyfiyyət riski) isə yüksək təsir və yüksək asılılıq gücünə malik olmaqla əlaqələndirici (linkage) faktor kimi çıxış edir. Bu faktor həm digər risklərdən asılıdır, həm də sistemə güclü təsir göstərir ki, bu da keyfiyyətin idarə olunmasının strateji əhəmiyyətini vurğulayır. IV kvadrantda yerləşən R1, R2,

R3, R4 və R7 riskləri aşağı asılılıq, lakin yüksək təsir gücünə malik olub sürücü faktorlar kimi qiymətləndirilir. Bu risklər digər faktorları formalaşdıran əsas istiqamətverici amillərdir. Ümumilikdə, Z-ədədlərə əsaslanan qeyri-səlis Z-ISM yanaşması və MICMAC analizi risk faktorlarının sistem daxilində rolunu və qarşılıqlı əlaqələrini aydın şəkildə müəyyən etməyə imkan verir, eyni zamanda qərar qəbul etmə prosesində istifadə oluna biləcək strukturlaşdırılmış informasiya bazası yaradır.

Nəticə

Bu tədqiqatda mebel sənayesində istehsal planlaşdırmasının optimallaşdırılması zamanı yaranan risk faktorları qeyri-səlis yanaşma əsasında təhlil edilmişdir. Risklər

arasındakı mürəkkəb, çoxşaxəli və qeyri-müəyyən əlaqələri daha adekvat şəkildə modelləşdirmək məqsədilə Z-ədədlərə əsaslanan Z-ISM yanaşması tətbiq olunmuşdur. Bu yanaşma yalnız təsir səviyyəsini deyil, eyni zamanda ekspert qiymətləndirmələrinin etibarlılıq dərəcəsini də nəzərə almağa imkan vermişdir.

Aparılan MICMAC analizi nəticəsində risk faktorlarının sistem daxilindəki rolu və qarşılıqlı təsir strukturu müəyyən edilmiş, onların təsir və asılılıq gücünə görə qruplaşdırılması həyata keçirilmişdir. Nəticələr göstərmişdir ki, bəzi risklər sürücü faktorlar kimi sistemə əsas istiqamət verici rol oynayır, digərləri isə daha çox asılı və ya avtonom xarakter daşıyır.

Beləliklə, tətbiq olunan qeyri-səlis Z-ISM və MICMAC yanaşmaları risklərin sistemli şəkildə təhlilinə, onların prioritetləşdirilməsinə və qərar qəbul etmə prosesinin daha əsaslandırılmış şəkildə həyata keçirilməsinə imkan yaradır. Bu yanaşma müəssisələr üçün daha effektiv risk idarəetməsi strategiyalarının formalaşdırılmasına və istehsal planlaşdırmasının optimallaşdırılmasına töhfə verir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Knight F.H. Risk, uncertainty and profit. Boston: Houghton Mifflin. 1921.
2. Tang C.S. Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 2006;103(2): 451–488.

3. Chopra S., Meindl P. Supply chain management: Strategy, planning, and operation (6th ed.). Pearson. 2016.
4. Tang C.S. Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 2006;103(2): 451–488.
5. Chopra S., Meindl P. Supply chain management: Strategy, planning, and operation (6th ed.). Pearson. 2016.
6. Ho W., Zheng T., Yildiz H., Talluri S. Supply chain risk management: A literature review. *International Journal of Production Research*, 2015;53(16): 5031–5069.
7. Thakkar J.J. Multi-criteria decision making. Springer. 2021.
8. Zadeh L.A. A note on Z-numbers. *Information Sciences*, 2011;181(14): 2923–2932.
9. Nuriyev A., Aghajanova G. Risk factor analysis for new product development by using a Z-number-based interpretive structural model. In C. Kahraman et al. (Eds.), *Intelligent and Fuzzy Systems (INFUS 2025)* (pp. 743–752). Springer. 2025.
10. Warfield J.N. Developing interconnection matrices in structural modeling. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1974;(1):81–87.
11. Zimmermann H.J. Fuzzy set theory—and its applications. Springer. 2001.

Latafat Abbas GARDASHOVA

Azerbaijan State Oil and Industry University, professor

Gunel Yashar AGHAJANOVA

PhD student at Azerbaijan State Oil and Industry University

IDENTIFICATION OF RISK FACTORS IN PRODUCTION PLANNING AND STRUCTURAL ANALYSIS BASED ON Z-ISM: A CASE STUDY OF THE FURNITURE INDUSTRY

Summary

The aim of the research is to identify the risk factors arising in the furniture production planning process, analyze their interaction mechanisms, and apply the Z-ISM approach for more accurate evaluation under conditions of uncertainty. In the research, the main risk factors affecting production planning were identified based on expert evaluations and scientific literature. The interactions among these risks were analyzed using the Interpretive Structural Modeling (ISM) method. In order to

consider uncertainty and the reliability level of expert judgments, the model was extended based on Z-numbers, and the Z-ISM approach was applied. Based on the results obtained, MICMAC analysis was conducted. The proposed approach enables more accurate evaluation and prioritization of risks in manufacturing enterprises and improves the decision-making process. This model helps managers identify critical risk factors in production planning and develop more effective management strategies. The analysis revealed the interaction structure of risk factors within the system, and their levels of influence and dependence were evaluated. The results of the MICMAC analysis showed that energy cost risk is an autonomous factor, quality risk is a linkage factor, and the remaining risks are identified as key driving factors. In this research, the limitations of the classical ISM approach were addressed by applying a fuzzy Z-ISM model based on Z-numbers for risk factor analysis. This approach allows not only identifying the existence of relationships among risks but also considering their degree of influence and reliability level, thereby contributing to the scientific justification of decision-making processes in production planning.

Keywords: Z-ISM, Z-numbers, production planning, risk factors, MICMAC analysis.

Лятафат Аббас ГАРДАШОВА

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, профессор

Гюнель Яшар АГАДЖАНОВА

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, докторант

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ РИСКА В ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ Z-ISM: ПРИМЕР МЕБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Резюме

Целью данного исследования является выявление факторов риска, возникающих в процессе планирования производства мебели, анализ механизмов их взаимного влияния и применение Z-ISM подхода для более точной оценки в условиях неопределённости. В рамках исследования основные факторы риска, влияющие на планирование производства, были определены на основе экспертных оценок и научной литературы. Взаимосвязи между этими рисками были проанализированы с использованием метода интерпретативного структурного моделирования (ISM). С целью учета неопределённости и уровня надёжности экспертных оценок модель была расширена на основе Z-чисел, и был применён подход Z-ISM. На основе полученных результатов был проведён MICMAC-анализ. Предложенный подход позволяет более точно оценивать и приоритизировать риски на производственных предприятиях, а также совершенствовать процесс принятия решений. Данная модель помогает менеджерам выявлять критические факторы риска в процессе планирования производства и разрабатывать более эффективные управленческие стратегии. В результате проведённого анализа была определена структура взаимного влияния факторов риска в системе, а также оценены уровни их влияния и зависимости. Результаты MICMAC-анализа показали, что риск затрат на энергию относится к автономным факторам, риск качества — к связующим факторам, а остальные риски являются ключевыми движущими факторами. В данном исследовании ограничения классического подхода ISM были преодолены за счёт применения нечеткой модели Z-ISM, основанной на Z-числах, для анализа факторов риска. Данный подход позволяет учитывать не только наличие взаимосвязей между рисками, но и степень их влияния и уровень надёжности, что способствует научному обоснованию процесса принятия решений в области планирования производства.

Ключевые слова: Z-ISM, Z-числа, планирование производства, факторы риска, анализ MICMAC.

Daxil olub: 16.04.2026