

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**MEMARLIQ-DİZAYN SAHƏLƏRİNDƏ KOMPÜTER
TEKNOLOGİYALARININ QEYRİ-SƏLİS MƏNTİQ
MODELLƏRİ ƏSASINDA TƏTBİQİ**

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

Elm sahəsi: Texnika

İddiaçı:  **Rahib Aydın oğlu İmamquluyev**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı - 2021

Dissertasiya işi Odlar Yurdu Universitetinin “İnformasiya texnologiyaları və mühəndislik” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

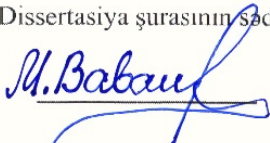
Texnika elmləri doktoru, professor
Tərlan Səməd oğlu Abdullayev

Rəsmi opponətlər:

1. Texnika elmləri doktoru, dosent
Lalə Mehdi qızı Zeynalova
2. Texnika elmləri doktoru, professor
Məhəmməd Nurməhəmməd oğlu Nuriyev
3. Texnika elmləri doktoru, professor
Cavanşir Firudin oğlu Məmmədov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.02 Dissertasiya şurası

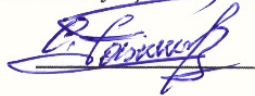
Dissertasiya şurasının sədri:



Texnika elmləri doktoru, professor

Mustafa Babayev Babanlı

Dissertasiya şurasının elmi katibi:



Texnika elmləri doktoru, dosent

Tahir Qafar oğlu Cabbarov

Elmi seminarın sədri:



Texnika elmləri doktoru, professor

**Səlahəddin İmaməli oğlu
Yusifov**



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Tədqiqat mövzusunun aktuallığı. Hazırda dünyada sürətlə inkişaf edən kompüter texnologiyaları bir çox fərqli sahələrlə yanaşı, memarlıq-dizayn sənətlərinə də əhəmiyyətli təsir göstərmişdir. Memarlıq-dizayn sahələrində kreativ axtarışlar dizaynerlərin yeni kompüter texnologiyaları və proqramları vasitəsilə qeyri-standart görünüş və yeni xüsusiyyətlərə malik layihələr yaradılmasına səbəb olmuşdur. Eyni zamanda, kompüter texnologiyaları sayəsində dizayn işlərində fərqli və geniş çeşidli rəng və rəng çalarlarından optimal, məqsədə uyğun və orijinal istifadə olunması işin getdikcə daha əhəmiyyətli hissəsinə çevrilmişdir.

Texniki vasitələrin inkişafının sürətlənməsi ilə yanaşı memarlıq-dizayn sahələrinin kompüter texnologiyaları ilə əlaqəsi getdikcə güclənmiş və memarlıq üsulları da bu proseslər nəticəsində dəyişikliklərə uğrayaraq keyfiyyətə yeni məhsullar meydana gətirmişdir. Dizaynerlərin CAD (computer aided design: kompüter dəsdəkli dizayn) proqramlarından istifadə etməklə ənənəvi üsullardan fərqli olaraq, müxtəlif üslublarda reallığa yaxın qeyri-simmetrik vizual görüntülər əldə etməsi mümkün olmuşdur.

Beləliklə, yeni kompüter texnologiyaları adi tikililərdən fərqli görünüşə və fərqli xüsusiyyətlərə malik olan, keçmişdə həyata keçirilməsi mümkün olmayan layihələrin icrasına imkan vermişdir.

Layihələndirmə prosesində sifarişçilərin arzu və istəklərindən, mütəxəssislərin (memar, dizayner, mühəndis) bilik və təcrübəsindən geniş şəkildə istifadə olunur. Bu məsələnin həllində təcrübə və intuisiya böyük rol oynayır. Bu səbəbdən əksər hallarda layihələndirmə məsələsini analitik metodlar ilə həll etmək mümkün olmur. Çünki analitik metodlar insanın bilik və təcrübəsindən istifadə etməyə imkan vermir. Digər tərəfdən layihələndirmə prosesində iştirak edən parametrlərin bəziləri verbal xarakter daşıyır. Ona görə də bu parametrlərdən riyazi metodlarda istifadə etmək mümkün deyildir. Digər tərəfdən layihələndirmə prosesinə elə faktorlar təsir göstərir ki, bu faktorları dəqiq ölçmək mümkün deyil. Bu baxımdan, bu tip məsələlərin həllində, yəni layihələndirmə prosesində mütəxəssislərin bilik və təcrübəsindən istifadə etməyə imkan verən qeyri-səlis

çoxluqlar nəzəriyyəsindən istifadə olunması məqsədə uyğundur.

Layihələndirmə prosesin gələcək inkişafı qeyri-səlis məntiq vasitələrinin kompüter dizaynına tətbiqi sayəsində həyata keçirilə bilər.

Bunları nəzərə alaraq demək olar ki, bugün üçün ən aktual məsələlərdən biri dizayn və layihələndirmə məsələlərinin həllində dizayner-layihələndiricilərin bilik, təcrübə və intusiyasından səmərəli istifadə olunmasıdır.

Dizayn işlərində iqtisadi, sosial, estetik və bu kimi tələblər qeyri-səlis məntiq üsullarının tətbiqi əsasında bu tip məsələlərin keyfiyyət parametrlərini nəzərə alaraq həllinə imkan verir.

Problemin öyrənilmə dərəcəsi. Memarlıq dizayn sahələrində kompüter texnologiyalarının tətbiqi aktual elmi-tədqiqat məsələsi olaraq müxtəlif aspektlərdə, ölkədəki və xaricdəki tədqiqatçıların çoxsaylı işlərində öz əksini tapmışdır. Memarlıq dizayn sahələri və onlarda kompüter texnologiyalarının tətbiqinə müasir elmi-texniki yanaşmalar kompleks şəkildə araşdırılmışdır:

1. Memarlıq dizayn sahələrində müasir kompüter texnologiyalarının tətbiqi yolları ölkə alimlərindən R.K.Şərifov, F.D.Dorsay, L.M.Sahand, S.F.Sadiqova, L.N.Məmmədova, F.V.Mustafayeva, S.H.Murat və digərlərinin elmi işlərində öz əksini tapmışdır.
2. Kompüter dəstəkli dizayn (Computer Aided Design) proqramlarının memarlıq dizayn sahələrində tətbiqi yolları Nicholas Senske, Dina S. Taha, Rizal Husin, Robert Patz, Matthias Rippmann, Henri Achten, Yasser Sakr, Dolores Ochoa, Sara Eloy, Luis Santos, Yuting Wu, Panagiotis Parthenios, Claudio Labarca, Sahika Ozdemir, Alfonso Ippolito, Mahmoud Heristchian, Samir Al Qeisi, Alberto Sdegno, Ariadi Susanto, Satakhun Kosavinta, Mikkel Austin-Bennett, Tami A. BELHADJ, Huda Salman, Richard Laing, Anna Conniff, Harri Haapasalo, Rabee M. Reffat və başqaları kimi xarici ölkə alimlərinin əsərlərində tədqiq edilmişdir.
3. Memarlıq dizayn sahələrində qeyri-səlis məntiq modelinin tətbiqi Mayarani Praharaj, Elixir Sustain, N. Zemmouri, M.E. Schiller, Asma Naz, Mihai Nadin, Burçin Cem Arabacıoğlu, Ö.Ciftcioglu, S. Durmisevic, Aslı Çekmiş, Serkan Palabıyık,

Birgül Çolakoğlu, Berfin Yıldız, Begum Aktaş, Saad Y. Yasin, Tuğçe Kazanasılmaz, Gökmen Tayfur, Brian J. Cuneo, Saad Y. Yasin və başqaları kimi xarici ölkə alimlərinin əsərlərində tədqiq edilmişdir.

Tədqiq olunan bir sıra problemlər dissertasiya işlərində əks olunmuşdur, bu dissertasiyanın ədəbiyyat mənbələrində onların siyahısı verilmişdir.

Digər tərəfdən, memarlıq dizayn sahələrində ən aktual və zəruri məsələlərdən olan işıqlandırma və məkan seçimi və analizi məsələlərinin həllində qeyri-səlis məntiq modelinin tətbiqi problemlərinə baxılmamışdır. Bu isə öz növbəsində baxılan məsələlərin fərqli elmi-texniki sahələrin kəsişməsində həll olunması zərurəti ilə bağlı olmuşdur.

Bütün bunlar seçilmiş tədqiqat mövzusunun, onun məqsəd və vəzifələrinin qarşıya qoyulmasını şərtləndirmişdir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işinin məqsədi memarlıq dizayn sahələrində kompüter texnologiyalarının, CAD proqramlarının tətbiqinin qeyri-səlis məntiq əsasında nəzəri, praktik və metodik əsaslarının işlənib hazırlanmasından ibarətdir.

Bu məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll olunmalıdır:

1. Memarlıqda məkan seçiminin qeyri-səlis məntiqə əsaslanan riyazi məkan təhlili modelinin hazırlanması və CAD proqramları vasitəsilə 3D görüntünün əldə olunması;
2. Qeyri-səlis məntiq əsasında CAD proqramları ilə hazırlanan memarlıq dizayn işlərində süni işıqlandırma problemləri.
3. CAD proqramları vasitəsi ilə hazırlanmış memarlıq dizayn işlərində təbii işıqlandırma problemlərinin həlli məqsədilə qeyri-səlis məntiq metodlarının tətbiqi məsələləri.

Tədqiqat obyektı Kürdəmir rayonu Karrar qəsəbəsi 36-hektar ərazidə layihələndirilmiş Kürdəmir logistika mərkəzi.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. İşıqlandırma və məkan seçimi məsələlərinin həllinə təsir edən kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinin kompleks işlənilməsi
2. Memarlıq-dizayn layihələndirmə prosesində məkan seçimi məsələsinin həlli üçün qeyri-səlis məntiq modeli
3. İşıqlandırma məsələləsinin həlli üçün qeyri-səlis məntiq

modeli

4. Məkan seçimi və işıqlandırma məsələlərinin həlli modellərinin CAD sistemləri ilə integrasiya proqram modulu

Tədqiqatın elmi yenilikləri. İlk dəfə olaraq:

- Işıqlandırma və məkan seçimi məsələlərinin həllinə təsir edən keyfiyyət göstəriciləri tədqiq olunmuş və memarlıq dizayn məsələlərinin həllində keyfiyyət göstəriciləri ilə kəmiyyət göstəricilərinin tətbiqi kompleks şəkildə işlənilmişdir;
- Müəyyən olunmuşdur ki, Memar-Dizaynerlər hər hansı bir layihənin icrasına başlamamışdan öncə məkan seçimini, tikililərin düzgün yerləşmə planını, süni işıqlandırmanın düzgün yerləşdirilməsini, seçilmiş rənglərin işığa təsirini, təbii işıqlandırmadan maksimum faydalanmaq yollarını qeyri-səlis məntiq əsasında təyin etdikdən sonra əldə olunmuş nəticələrə əsasən kompüter dəstəkli dizayn proqramları vasitəsilə layihəni icra etmələri məqsədə uyğundur.
- Memarlıq dizayn sahələrində məkan seçiminin təhlili üçün qeyri-səlis məntiqə əsaslanan müasir kompüter texnologiyalarının öyrənilməsinə dair kompleks tədqiqat işləri aparılmışdır;
- İnteryer dizayn sahələrində elektrik xərclərini azaltmaq üçün kompüter dəstəkli dizayn proqramlarından istifadə etməklə qeyri-səlis məntiq modelinə əsaslanan düzgün işıqlandırmanın təyini üçün modifikasiya olunmuş üsul işlənib hazırlanmışdır;
- Məkan seçimi və işıqlandırma məsələlərinin həlli modellərinin CAD sistemləri ilə integrasiyası proqram modulu işlənilmişdir.

Tədqiqatın nəticələrinin praktik əhəmiyyəti. Dissertasiya işinin tərkibində olan əsas metodik tövsiyələr və elmi praktik nəticələr memarlıq dizayn sahələrində müasir kompüter texnologiyalarından istifadə etməklə qeyri-səlis məntiq modelinə əsaslanan dizayn layihələrinin hazırlanmasında istifadə oluna bilər. Əldə olunmuş nəticələr müxtəlif layihələndirilən tikililər üçün regional memarlıq şöbələri və təşkilatları tərəfindən istifadə oluna bilər.

Aprobasiya. Dissertasiya işinin əsas nəticələri bir çox beynəlxalq, respublika və regional konfrans və simpoziumlarda, o cümlədən Budva-Montenegro şəhərində keçirilən «Applications of Fuzzy Systems, Soft Computing and Artificial Intelligence Tools» XIV

Beynəlxalq Konfransında (ICAFS 2020)», Türkiyədə keçirilən «Intelligent and Fuzzy Techniques: Smart and Innovative Solutions» Beynəlxalq Konfransında (INFUS 2020), Azərbaycanda keçirilən «Azərbaycan və Türkiyə Universitetləri: təhsil, elm, texnologiya» I Beynəlxalq elmi-praktiki konfransında (2019)», Azərbaycanda keçirilən «Rəqəmsal iqtisadiyyat: müasir çağırışlar və real imkanlar» Beynəlxalq konfransında (2020), Azərbaycanda keçirilən «International Conference on Eurasian Economies» Beynəlxalq konfransında (2020), eyni zamanda universitetdə keçirilən elmi seminarlarda müzakirə olunmuşdur.

İşin nəşri. Yerli və beynəlxalq jurnallarda dissertasiya işinin yekun nəticələrini özündə əks etdirən 13 elmi əsər nəşr olunmuşdur.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi “Odlar Yurdu Universitetində” yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiya işinin həcmi və strukturu. Dissertasiya işinin ümumi və struktur bölmələrinin işarə ilə həcmi təqribi olaraq aşağıdakı qaydada paylanmışdır:

- Ümumi – 186400 işarə
- Giriş – 8500 işarə
- Birinci fəsil – 96200 işarə
- İkinci fəsil – 45000 işarə
- Üçüncü fəsil – 29400 işarə
- Nəticə – 7300 işarə.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədləri, alınan nəticələrin elmi yeniliyi, nəzəri və praktiki əhəmiyyəti, aprobeasiya dərəcəsi və dissertasiyanın strukturu göstərilmişdir.

I fəsildə Analiz nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, memarlıq dizayn və layihələndirmə məsələlərinin həllinə AutoCAD, ArchiCAD, 3DsMAX, Revit, və s. kimi CAD proqram sistemləri geniş tətbiq olunmuşdur.

Bu CAD proqram sistemləri əsasında çoxlu sayda layihələr hazırlanmış və həyata keçirilmişdir.

Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, CAD sistemləri əsasında yaradılmış layihələrin bəzilərində ya tamamlandıqdan sonra ya da ki, istismar vaxtı çatışmamazlıqlar aşkar olunmuşdur. Bunlara nümunə olaraq, WeTown yaşayış kompleksi, “Hill Wind Hotel & Resort” kurort-mehmanxana kompleksi, Fengyuan” adlı çin restoranı, K11 Musea” ticarət mərkəzi, “Ranwu” kempinqi hoteli göstərmək olar. Bu layihələrin analizi nəticəsində aşkar olunmuşdur ki, layihələndirmə proseslərinin dayandırılmasına səbəb olan və ya onun istismar müddətində məkan seçimi, işıqlandırma, ekoloji vəziyyətin düzgün qiymətləndirilməməsi (pis qoxular, kəmərlərin keçilməsi və ya obyektin işıqlanma vasitələrinin vaxtından öncə çirklənməsi kimi) arzu olunmaz faktorlar aşkar olunmuşdur. Bu faktorların layihələndirmə prosesinə külli miqdarda xərc çəkilməsinə baxmayaraq, işin gedişatı zamanında dayandırılmış və ya istismardan sonrakı müddətdə gözlənilən səmərəliliyi əldə etməyə imkan verməmişdir. Bunlar işə özlüyündə həmin faktorların layihələndirmə prosesində analitik hesablamalar zamanı qeyri-müəyyənlik və çətin formaliza olunan xüsusiyyətləri nəzərə ala bilməməsi səbəbindən baş vermişdir.

Layihələndirmə prosesində məkan seçimi, ekoloji faktorlar və işıqlandırma faktorlarının çətin formalizə olunan və qeyri-müəyyənlik baxımından nəzərə alınması məsələləri mövcüd müasir ədəbiyyat mənbələrində araşdırılmış və bu məsələnin həllində qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiq olunması əsaslandırılmışdır. Lakin analiz göstərmişdir ki, məkan seçimi və işıqlandırma məsələlərinin həllinə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiqinə tam baxılmamışdır.

Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki:

- Müasir texniki layihələndirmə vasitələrinin sürətli inkişafı memarlıq dizayn sahələrinin kompüter texnologiyaları ilə əlaqəsini gücləndirmiş və bunun nəticəsində memarlıq üsulları ciddi dəyişiklərə uğrayaraq yeni məhsulların meydana gəlməsinə səbəb olmuşdur. Digər tərəfdən CAD proqramlarından istifadə etməklə ənənəvi üsullardan fərqli xüsusiyyətlərə malik olan keçmişdə həyata

keçirilməsi mümkün olmayan layihələrin icrası mümkün olmuşdur.

- Ədəbiyyat mənbələrinin araşdırılması nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, müasir dövrdə mövcud olan CAD sistemlərinin tətbiqi bəzi məsələlərin həllində gözlənilən nəticələrin alınmasına imkan vermir. Məsələn layihələndirmə obyektlərinin optimal işıqlandırılması məsələsinin həlli kirlənmə və işığın əks olunma faktorlarının öncədən verilmiş dəqiq interval qiymətləri əsasında həyata keçirilir. Lakin həmin intervallar arasında keçid məsələlərinə baxılmaz. Digər tərəfdən layihələndirmə obyektlərinin məkan seçimi məsələsinin həlli zamanı ətraf mühitin ekoloji faktorları, obyektin gün işığına zamana görə orientasiyası (süni işıqlandırma) faktoru və digər obyektlərə əlçatanlığı kimi faktorlar nəzərə alınmır.
- Layihələndirmə prosesində işıqlandırma və məkan seçimi məsələsinin həlli zamanı yuxarıda sadəlanmış təsir edici faktorların nəzərə alınmaması onların bilavasitə qeyri-müəyyən, çətin formalı olunan və əsasən verbal xarakter daşımasıdır.

Bu tip məsələlərin həlli üzrə mövcud ədəbiyyatların analizi göstərmişdir ki, onların ən səmərəli həlli bu sahədə olan təcrübə və intuisiyalardan istifadə etməyə imkan verən qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiqi əsasında həyata keçirilir.

Beləliklə, dissertasiya işi çox aktual məsələyə - Layihələndirmə obyektlərinin işıqlandırma və məkan seçimi məsələlərinin dizayner-layihələndiricilərin bilik, təcrübə və intuisiyasından səmərəli istifadəsinə imkan verən qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında həll olunmasına həsr olunmuşdur.

Qoyulan məqsədə çatmaq üçün dissertasiya işində aşağıdakıları həll etmək lazımdır:

- Memarlıq dizayn layihələndirmə məsələlərinin həllində müasir kompüter texnologiyalarının tətbiqi və layihələndirmə prosesində qarşıya çıxan problemlər və onların müasir həll üsulları analiz olunmalıdır.

- Dizayn layihələndirmə məsələləri içərisində ən vacib işıqlandırma və məkan seçimi məsələləri və ona təsir edən faktorlar analiz olunmalı və onların kəmiyyət və keyfiyyət göstəriciləri sistemli şəkildə işlənilməlidir.
- Işıqlandırma və məkan seçimi layihələndirmə məsələlərinin həllinə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiqi problemləri araşdırılmalıdır.
- Məkan seçimi layihələndirmə məsələsinin həlli üçün qeyri-səlis məntiq modeli işlənilməlidir.
- Işıqlandırma layihələndirmə məsələsinin həlli üçün qeyri-səlis məntiq modeli işlənilməlidir.
- Memarlıq dizayn layihələndirmə məsələlərinin həllində istifadə olunan CAD proqram sisteminə integrasiya olunan qeyri səlis məntiq proqram modulu və onun arxitekturası işlənilməlidir.

II fəsildə: Memarlıq dizayn layihələndirmə məsələləri müxtəlif nümunələr əsasında ətraflı izah edilmiş və bu məsələlərin həllinə təsir edən faktorlar kompleks şəkildə işlənmişdir.

Məkan seçimi və işıqlandırma məsələlərinə təsir edən əsas faktorlar:

Məkan seçimi məsələsi: Ətraf mühitin ekoloji vəziyyəti, Digər tikillər ilə məsafə, Digər tikillərə qarşı qonşuluq vəziyyəti, Müxtəlif tikililərin bir-birinə məntiqə uyğun yaxınlığı, Vacib tikililərə yaxınlıq və s. işlənilmişdir.

Işıqlandırma məsələsi: Rəngin işıq əks etdirmə, tavan, divar və döşəmənin kirlənməsi, Rəngin işıq göstərmə indeksi, Lampa istismar faktoru və s.

Bu faktorların qeyri-müəyyən və çətin formalizə olunan faktorlar olduqları əsaslandırılmışdır.

Məkan seçimi və işıqlandırma məsələlərinə təsir edən kompleks faktorların layihələndirmə prosesinə tətbiqi üçün onların ekspertlərin rəylərinə əsaslanaraq qeyri-səlis mənsubiyyət funksiyaları seçilmiş və linqvistik anlayışlar olaraq işlənilmişdir.

Göründüyü kimi ərazi planlaşdırma məsələsi bütün tikinti obyektlərinin məhdudiyyətləri şərtləri daxilində optimalaşdırılma məsələsi kimi həll olunmalıdır.

Digər tərəfdən bu optimalaşdırma məsələsinin həllinə təsir edən faktorlar müxtəlif xarakterli olurlar və özündə dövlət qurumlarının tələblərindən tutmuş, son istifadəçinin arzusunu ifadə edən tələbləri əhatə edirlər.

Ərazi planlaşdırmanı həyata keçirərkən memarlar özlərinin intusiya və təcrübəsinə əsaslanaraq lazım olan bütün dizayn komponentləri layihədə yerləşdirirlər lakin eyni zamanda onlar qoyulmuş məsələnin həllində ayrı-ayrı tikililərin keyfiyyət göstəricilərini nəzərdən qaçırlar. Bu araşdırma işinin hədəfi olan hesablama modeli memarlara çox kriteriyalı qərar qəbul etmə prosesində Kompüter Vəsiti ilə Memarlıq Dizaynının (CAD) istifadəsini təmin edir.

Memarlıq dizayn layihələndirmə məsələlərinin analizi aşağıdakıları əsaslandırmağa imkan verir:

1. Məkan seçimi məsələsinin həlli zamanı sifarişçi və ekspertlər öz tələb və təkliflərini adətən qeyri-səlis anlayışlardan istifadə edərək irəli sürürlər.

Məsələnin kürdəmir logistika mərkəzinin layihələndirilməsi prosesində sifarişçi və ekspertlərin təklifləri aşağıdakılardan ibarət olmuşdur:

- Məkanın ekoloji vəziyyəti (istilik, rütubət və s.) nəzərə alınmaqla məsələnin istirahət tipli tikililərdə pəncərələr çox böyük olmasın
- Yol üstü keçid girişlərə yaxın olsun
- Gecə işıqlandırması çox olsun
- Təsərrüfat obyektləri (heyvanat baxçası, kənd təsərrüfatı obyektləri) istirahət zonasına yaxın olsun, ancaq çoxda yaxın olmasın
- Ticarət obyektləri hotelə və şadlıq sarayına həmçinin anbarlara yaxın olsun
- Uşaq baxçası digər tikililərə çox yaxın olmasın
- Soyuducu anbarlar dəmir yolu xəttinə yaxın olsun
- Hotel magistral yola yaxın olmasın, həmçinin dəmir yolu xəttindən məsafəsi çox olsun
- Kənd təsərrüfatı malları üçün yarmarka magistral yola yaxın olsun, Lakin çoxda yaxın olmasın

- Kürdəmir rayonunun təbiəti nəzərə alınaraq yay aylarında çox isti olmasın deyər yaşıllıq çox olsun
 - Yanacaq doldurma məntəqələri digrə tikililərə çox yaxın olmasın
 - Market anbarlara və istirahət obyektlərinə eyni dərəcədə yaxın olsun
2. İşıqlandırma məsələsinin həlli zamanı sifarişçi və ekspertlər öz tələb və təkliflərini adətən qeyri-səlis anlayışlardan istifadə edərək irəli sürürlər:
- Yataq otaqlarının divarlarının rəngləri çox açıq olmasın
 - Yataq otaqlarının tavan rəngləri çox tünd olmasın
 - Gənc oğlan otağında tünd rənglərdən çox istifadə olunsun
 - Qonaq otağında işıqlandırma çox olsun
 - Yataq otaqlarında işıqlandırma biraz az olsun
 - Döşəmə rəngi çox tünd olmasın
 - Mebellərin rəngində açıq rənglərdən istifadə olunsun və s.

Göründüyü kimi layihələndirmə prosesinə təsir edən faktorlar qeyri-səlis linquistik dəyişənlər şəkilindədir:

1. döşəmə rəngi- tünd, çox tünd, biraz tünd, həqiqətən tünd
2. İşıqlandırma – biraz çox, biraz az, normal
3. Məsafə - yaxın, çox yaxın, biraz yaxın, çox uzaq, çox çox uzaq
4. Vacib tikililərin yaxınlığı – biraz yaxın, çox yaxın, çox çox yaxın
5. Pəncərələr- böyük, biraz böyük, çox böyük, çox kiçik
6. Otağın istismar faktoru – təmiz, çox təmiz, çox çirkli, həqiqətən çirkli
7. Lampanın istismar faktoru – çirkli, çox çox çirkli, biraz təmiz, çox təmiz

Növbəti bölmədə məkan seçimi və işıqlandırma məsələlərinin həllinə təsir edən keyfiyyət dəyişənlərinin qeyri-səlis linquistik dəyişənlər şəkilində təsviri məsələlərinə baxılmışdır.

Aşağıdakı misalda rəng çoxluğunu təsvir edilib. Formal olaraq belə yazmaq olar:

$$B = \{\text{tünd rəng çoxluğu}\}$$

Tünd rəngin 0-dan başlamasını nəzərə alaraq bu çoxluğun alt sərhədi 0 olmalıdır. Üst sərhədi təyin etmək bir qədər çətinidir. Əvvəlcə

üst sərhədi 18-ə bərabər götürək. Beləliklə, B sərhədləri səlis verilmiş $A=[0,18]$ intervaldır. Belə bir sual yaranır: 18-i 1-dəyər artırısaq yəni 19 etsək nə dərəcədə tünd rəng hesab olunar? Göründüyü kimi bu problem üst sərhəd nə qədər artsada qalmış olur.

B çoxluğunun yaradılmasının daha sadə yolu «tünd» və «tünd olmayanlar» ciddi sərhəd qiymətlərinin zəiflədilməsindədir. Səlis «Bəli, o tünd rənglər çoxluğuna daxildir» və ya «Xeyr, o tünd rənglər çoxluğuna daxil deyil» mülahizələrindən istifadə etməyərək «Bəli, o kifayət qədər tünd rəngdir» və ya «Xeyr, o çox da tünd rəng deyil» daha çevik mühakimələrindən istifadə edərək B çoxluğunu yaradaq.

Qeyri-səlis çoxluğun köməyi ilə «o qədər də tünd rəng deyil» ifadəsini təyin edək. Yuxarıda verilmiş misalda biz çoxluğun bütün elementlərini mənsubiyyətlik baxımından 0 və ya 1-lə qiymətləndirirdik. Bu fikri davam etdirmək üçün ən sadə yol mənsubiyyətliyin 0 və ya 1 arasında qiymətlərlə dəyərləndirilməsidir. Daha dəqiq desək $I = [0, 1]$ intervalda 0 və ya 1-in arasında sonsuz sayda qiymətlərdən istifadə etmək olar¹.

Bu üsulla çoxluğun bütün elementlərinin interpretasiyası daha mürəkkəb olur. Beləki, 1 qiyməti B çoxluğuna birmənalı şəkildə daxil olan elementə müvafiqdir, 0 isə onu bildirir ki, element çoxluğa daxil deyil. Digər qiymətlər B çoxluğuna mənsubiyyətlik dərəcələrini təyin edirlər².

III fəsildə: Memarlıq dizayn layihələndirmə məsələsinin həllində işıqlandırma və məkan seçilməsi məsələlərinin həllinə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi tətbiq olunmuşdur:

Müasir dövrdə memarlıq-dizayn layihələndirmə məsələlərinin həllində konkret bir layihənin işlənməsi zamanı bir neçə CAD

¹ Lotfi A Zadeh, Rafik Aliev, Fuzzy Logic Theory and Applications: Part I and Part II, <https://doi.org/10.1142/10936> | December 2018, Pages: 61

² Rafik Aliev, Alex Tserkovny, Fuzzy Logic for Incidence Geometry, In book: Beyond Traditional Probabilistic Data Processing Techniques: Interval, Fuzzy etc. Methods and Their Applications, February 2020, DOI: [10.1007/978-3-030-31041-7_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31041-7_4)

sistemlərindən, sifarişçilər və ekspertlərin istək, bilik və təcrübələrindən geniş istifadə olunur.

Məsələn, Kürdəmir Logistika mərkəzinin memarlıq planlaşdırma bölməsinin işlənməsi zamanı bizim tərəfimizdən CAD sistemlərindən, sifarişçi və ekspertlərin istək, bilik və təcrübələrindən istifadə ardıcılığı aşağıdakı mərhələlər üzrə həyata keçirilmişdir:

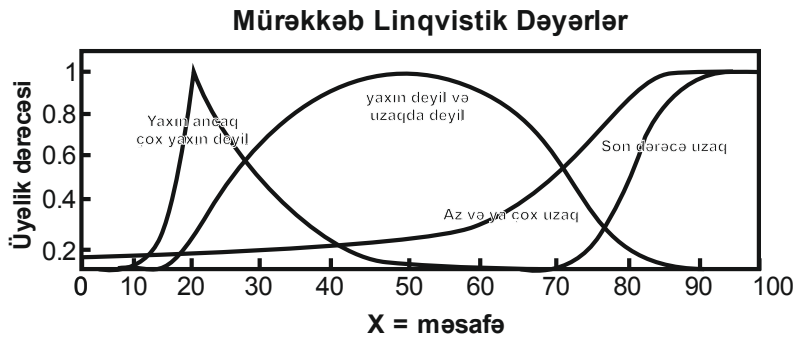
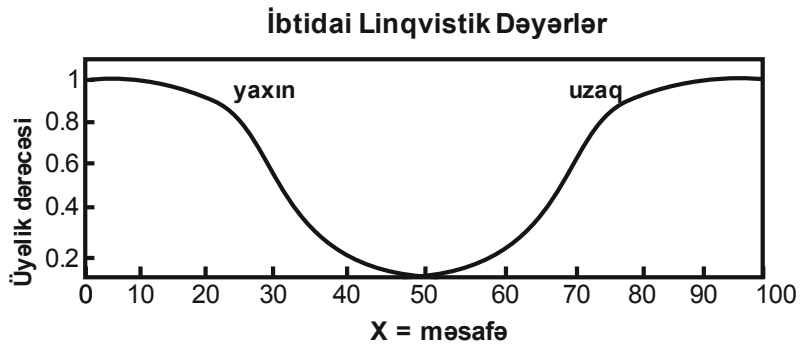
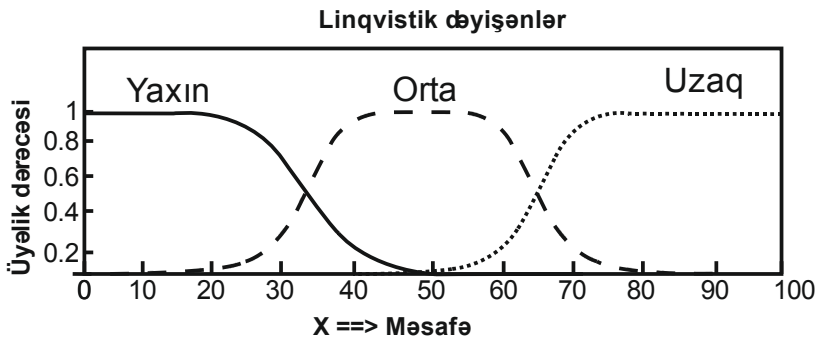
1. AutoCAD proqram sistemi əsasında sifarişçi və ekspertlərin istək və rəyləri əsasında layihələndirmə obyektlərinin məkan seçimi məsələsi həll olunmuşdur.
2. AutoCAD proqram sistemi əsasında baş plan işlənmişdir.
3. Baş plan layihəsinin əsasında 3DsMAX proqram sistemi vasitəsilə hər bir obyektin 3D görünüş (Pəncərə ölçülərinin böyük və ya kiçik olması, və s.) modeli hazırlanmışdır.
4. 3-cü mərhələnin nəticələri əsasında 3DsMAX+V-Ray proqram sistemləri vasitəsilə obyektlərin eksteryerləri (texturaları) sifarişçi və ekspertlərin istəkləri nəzərə alınaraq işlənmişdir.
5. 4-cü mərhələdə təyin olunmuş texturaların işıq əks etdirmə faktorları ekspertlərin rəyi nəzərə alınaraq 3DsMAX proqram sistemi vasitəsilə icra olunmuşdur.
6. Layihədə nəzərdə tutulmuş yaşıllaşdırma dizayn məsələlərinin həlli (landşaft dizayn) üçün 3DsMax+Forest Pack proqram sistemləri vasitəsilə işlənmişdir.
7. Layihədə eksteryer və landşaft işıqlandırma məsələsinin həlli (gündüz işıqlandırmada günəşin istiqaməti və zaman üzrə dəyişilməsi, gecə işıqlandırmada süni işıqlandırma və s.) 3DsMax proqram sistemi vasitəsilə işlənmişdir.
8. Ekspertlərin rəyləri nəticəsində işıqlandırma və kirlənmə faktorları (rənglərin tünd, çox tünd, açıq, biraz açıq, işıqlandırma çox, daha çox, az, biraz çox və s. təklifləri nəzərə alınmaqla) nəzərə alınmaqla hər bir obyektin interyer dizaynı 3DsMax+V-Ray proqram sistemləri vasitəsilə işlənmişdir.
9. Layihənin 3D animasiya video yazılarının həlli üçün Lumion proqram sistemindən istifadə olunmuşdur.

10. Layihə sənədləri ekspertlərlə razılaşdırılaraq sifarişçiye təqdim olunmuşdur.

Ekspertlərin-Dizayner və layihələndiricilərin bilik və təcrübələrinə əsaslanaraq məkan seçimi məsələsinin həlli üçün aşağıdakı produksiya qaydalar işlənib hazırlanmışdır:

Cədvəl 1. Məkan seçimi məsələsinin həlli üçün produksiya qaydaları

№	Produksiya qaydaları
1	Əgər məsafə uzaqdırsa və qonşuluq çox yaxındırsa və əlverişlilik yaxındırsa onda yerləşmə planı normaldır
2	Əgər məsafə çox uzaqdırsa və qonşuluq çox çox yaxındırsa və əlverişlilik ortadırsa onda yerləşmə planı mühasib deyil
3	Əgər məsafə yaxındırsa və qonşuluq yaxındırsa və əlverişlilik çox çox yaxındırsa onda yerləşmə planı çox yaxşıdır
4	Əgər məsafə uzaqdırsa və qonşuluq çox uzaqdırsa və əlverişlilik çox çox yaxındırsa onda yerləşmə planı məqsədə uyğundur
5	Əgər məsafə uzaqdırsa və qonşuluq çox çox uzaqdırsa və əlverişlilik uzaqdırsa onda yerləşmə planı məqsədə uyğun deyil
6	Əgər məsafə çox uzaqdırsa və qonşuluq uzaqdırsa və əlverişlilik ortadırsa onda yerləşmə planı normaldır
• • •	• • •
342	Əgər məsafə çox çox uzaqdırsa və qonşuluq çox uzaqdırsa və əlverişlilik yaxındırsa onda yerləşmə planı çox yaxşıdır



Qrafik 1. Məsafə linqvistik dəyişənləri

Linqvistik dəyişənlər üzərində əməliyyatlar (Operations on linguistic variables)

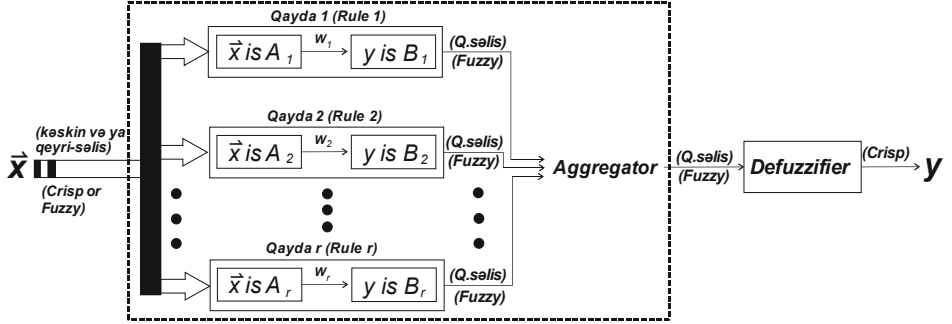
$$\text{Çox} \rightarrow \text{CON}(\mu(x)) = \mu(x)^2$$

$$\text{Çox Çox} \rightarrow \text{CON}(\text{CON}(\mu(x))) = \mu(x)^4$$

$$Biraz \rightarrow DIL (\mu(x)) = \sqrt{\mu(x)} \quad (1)$$

Həqiqətən → Kontrast artırıcı

$$\begin{cases} 2\mu(x)^2, & 0 \leq \mu(x) \leq 0.5 \\ 1 - 2[1 - \mu(x)]^2, & 0.5 < \mu(x) \leq 1 \end{cases}$$



Qrafik 2. Qeyri-səlis məntiqi çıxarış sistemi (Fuzzy Inference System - FIS)

İndi isə linqvistik dəyişənləri aşağıdakı şəkildə təyin edək. Yaxın, Uzaq, Çox yaxın, Çox çox yaxın, Orta, Biraz uzaq, Biraz yaxın, Çox uzaq deyil, Çox yaxın deyil, Həqiqətən yaxın, Həqiqətən uzaq. Düstur (1)-ə əsasən linqvistik dəyişənlərin riyazi hesablamaları aşağıdakı şəkildədir.

$$\mu_{Yaxın}(x) = \begin{cases} 1, & x < 25 \\ \frac{50-x}{25}, & x \in [25,50] \\ 0, & x > 50 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Uzaq}(x) = \begin{cases} 0, & x < 50 \\ \frac{x-50}{25}, & x \in [50,75] \\ 1, & x > 75 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{\zeta ox\ uzaq}(x) = \mu_{uzaq}(x)^2 = \begin{cases} 1, & x > 75 \\ 1 - \left[\frac{x-50}{25}\right]^2, & x \in [50, 75] \\ 0, & x < 50 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{\zeta ox\ yaxın}(x) = \mu_{yaxın}(x)^2 = \begin{cases} 1, & x < 25 \\ 1 - \left[\frac{50-x}{25}\right]^2, & x \in [25, 50] \\ 0, & x > 50 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{\zeta ox\ \zeta ox\ yaxın}(x) = \mu_{Yaxın}(x)^4 = \begin{cases} 1, & x < 25 \\ \left[\frac{50-x}{25}\right]^4, & x \in [25, 50] \\ 0, & x > 50 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Biraz\ yaxın}(x) = \mu_{Yaxın}\sqrt{x} = \begin{cases} 1, & x < 25 \\ \sqrt{\left[\frac{50-x}{25}\right]}, & x \in [25, 50] \\ 0, & x > 50 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{Biraz\ uzaq}(x) = \mu_{Uzaq}\sqrt{x} = \begin{cases} 1, & x > 75 \\ \sqrt{\left[\frac{x-50}{25}\right]}, & x \in [50, 75] \\ 0, & x < 50 \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \mu_{Həqiqətən\ yaxın}(x) = & \\ \begin{cases} 2\mu_{yaxın}\left(\frac{50-x}{25}\right)^2, & 0 \leq \mu_{yaxın}\left(\frac{50-x}{25}\right) \leq 0.5 \\ 1 - 2\left[1 - \mu_{yaxın}\left(\frac{50-x}{25}\right)\right]^2, & 0.5 < \mu_{yaxın}\left(\frac{50-x}{25}\right) \leq 1 \end{cases} & (8) \end{aligned}$$

$$\mu_{\text{Çox uzaq deyil}}(x) = 1 - \mu_{\text{uzaq}}(x)^2 = \begin{cases} 1, & x > 75 \\ 1 - \left[\frac{x-50}{25}\right]^2, & x \in [50, 75] \\ 0, & x < 50 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{\text{Çox yaxın deyil}}(x) = 1 - \mu_{\text{yaxın}}(x)^2 = \begin{cases} 1, & x < 25 \\ 1 - \left[\frac{50-x}{25}\right]^2, & x \in [25, 50] \\ 0, & x > 50 \end{cases} \quad (10)$$

Sugeno-tipli qeyri-səlis model üzrə məntiqi çıxarış (sugeno-type Fuzzy Inference System) mövcud ərazidə planda nəzərdə tutulan hər tikilinin ən uğurlu yerini təyin etmiş və nəticədə optimal yerləşmə planı əldə olunmuşdur. Tapşırıq həllinin icrası üçün MATLAB proqramında 3 giriş - 1 çıxış növündə olan, 342 produksiya qaydaları olan qeyri-səlis model üzrə məntiqi çıxarış hazırlanmışdır.

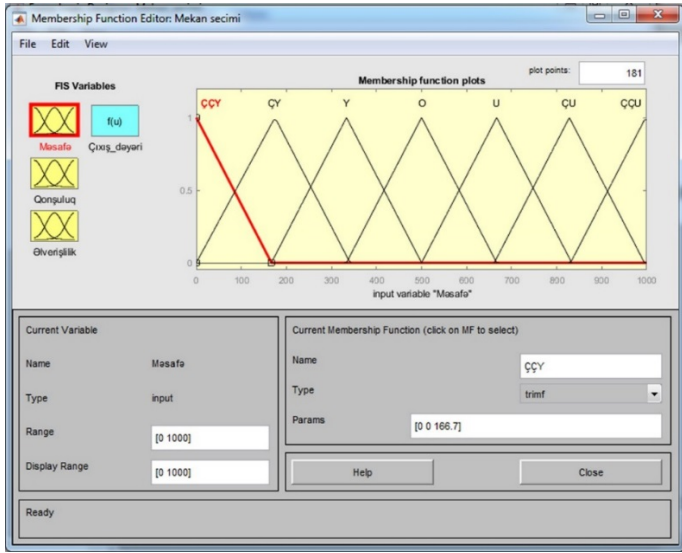
Giriş parametrləri bunlardır:

- 1) Məsafə: Yuxarıdakı faktorları nəzərə almaqla tikililərin optimal yerləşməsi
- 2) Qonşuluq: Müxtəlif tikililər bir-birinə məntiqə uyğun yaxın olmalı,
- 3) Əlverişlilik: Vacib tikililər başqa tikililərdən yaxın olmalı.

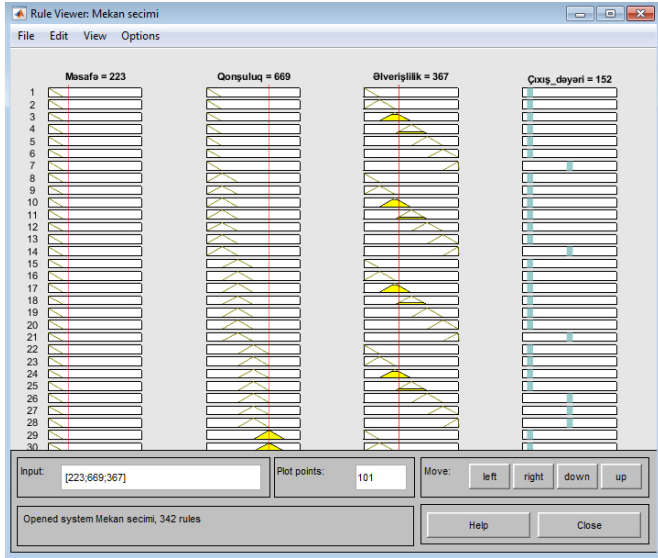
Çıxış parametri təkdir: Dəyər.

Hər linqvistik dəyişəninin üçbucaqlı üzvlüyü funksiyaları olan altı qeyri-səlis dəyəri aşağıdakı kimidir:

Giriş dəyişənləri –Çox Çox uzaq ; Çox uzaq, Uzaq; Orta; Yaxın; Çox yaxın, Çox Çox yaxın



Şəkil 1. Məsafə linqvistik dəyişəninin mənsubiyyət funksiyaları

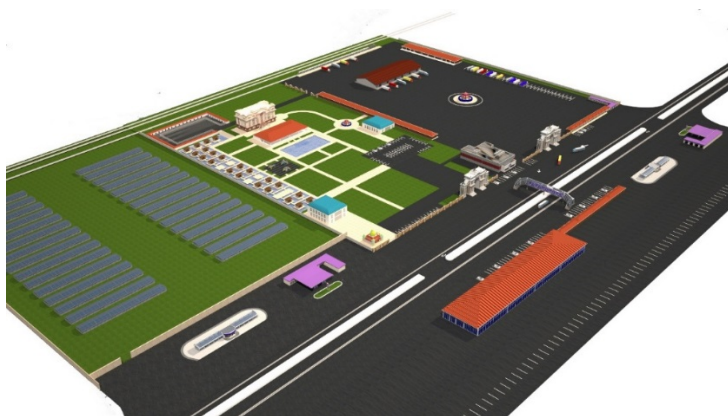


Şəkil 2. Məntiqi çıxarış qaydalarının təsviri

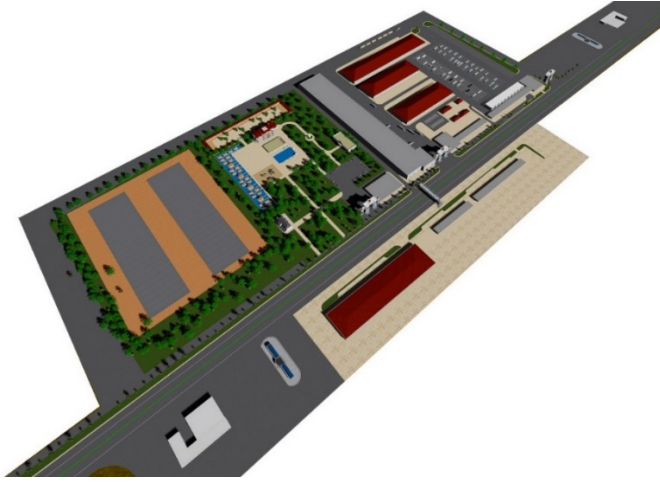
Məntiqi çıxarış qaydalarının bəzi dəyərlərinin nəticəsi cədvəl 2-də verilmişdir

Cədvəl 2. Məntiqi çıxarış modlunun tətbiqi üzrə alınan nəticələr

Məsafə (metr)	Qonşuluq (metr)	Əlverişlilik (metr)	Çıxış dəyəri (metr)
223	669	367	152
307	705	500	581
801	271	283	121
247	271	837	136
524	367	440	353
259	392	500	100
741	861	392	643
500	512	295	403

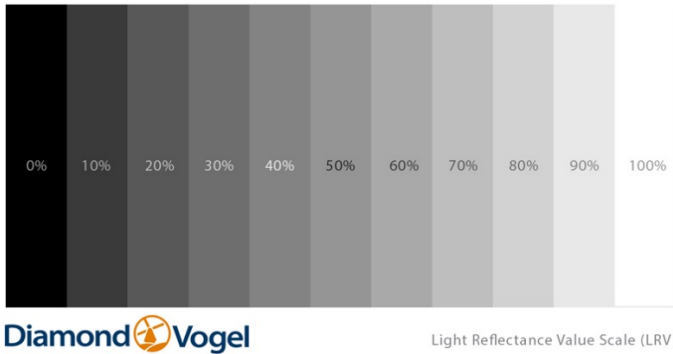


Şəkil 3. Kürdəmir loqistika mərkəzinin layihələndirilməsində ənənəvi metod ilə tikililərin yerləşmə planı



Şəkil 4. Kürdəmir loqistika mərkəzinin layihələndirilməsində Cədvəl 2-də əldə olunmuş məntiqi çıxarış dəyərləri əsasında tikililərin yerləşmə planı

Rənglərin işıq əks etdirmə faktorunun qeyri-səlis məntiq modelinin işlənməsi:

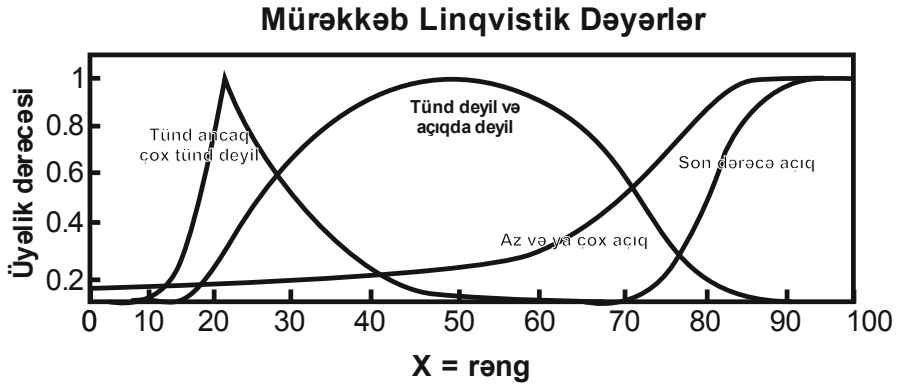
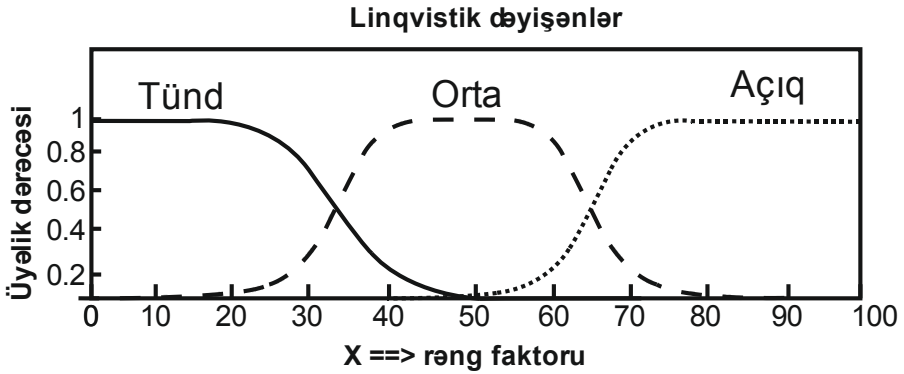


Şəkil 5. Rənglərin işıq əks etdirmə faktoru

(<https://www.diamondvogel.com/architectural/blog/what-is-lrv>)

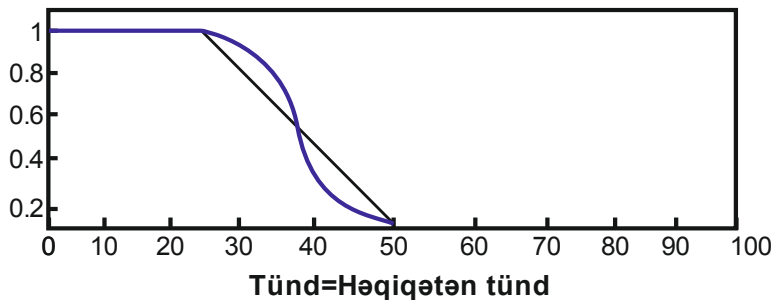
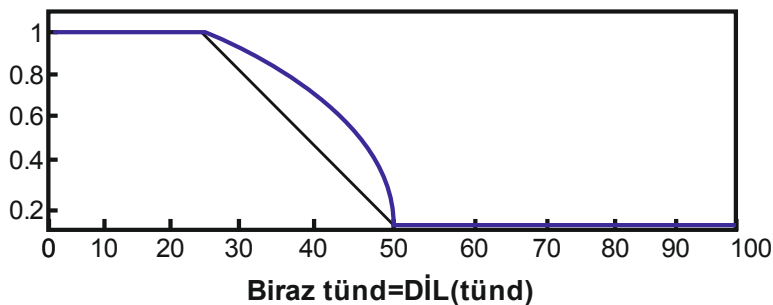
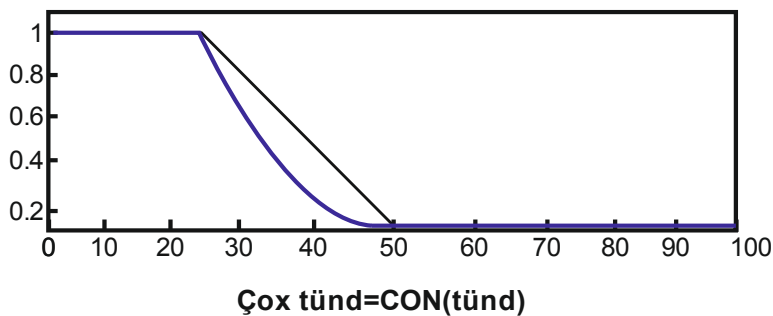
Şəkil 5-dən göründüyü kimi rənglərin işıq əks etdirmə əmsalı 0-100 arasında verilib. Burda 0-tam qara rəng 100-tam ağ rəng digər

rəng çalarları bu aralıqdan birinə uyğun gəlməlidir. Bir rəngin çoxlu sayda çalarları olduğuna görə işıqlandırma hesablarında şəkildə verilmiş dəyərlər ilə optimal nəticə əldə etmək mümkün deyildir. Göründüyü kimi ağ və qara rəngin cəmi 11-çaları verilib. Ancaq ağ və qara rəng arasında çoxlu sayda rəng çalarları var. Məsələn «çox-çox açıq», «çox açıq», «tünd» «çox tünd», «çox-çox tünd», «biraz açıq», «biraz tünd», «həqiqətən tünd», «həqiqətən açıq», «çoxda tünd olmayan», «çoxda açıq olmayan»

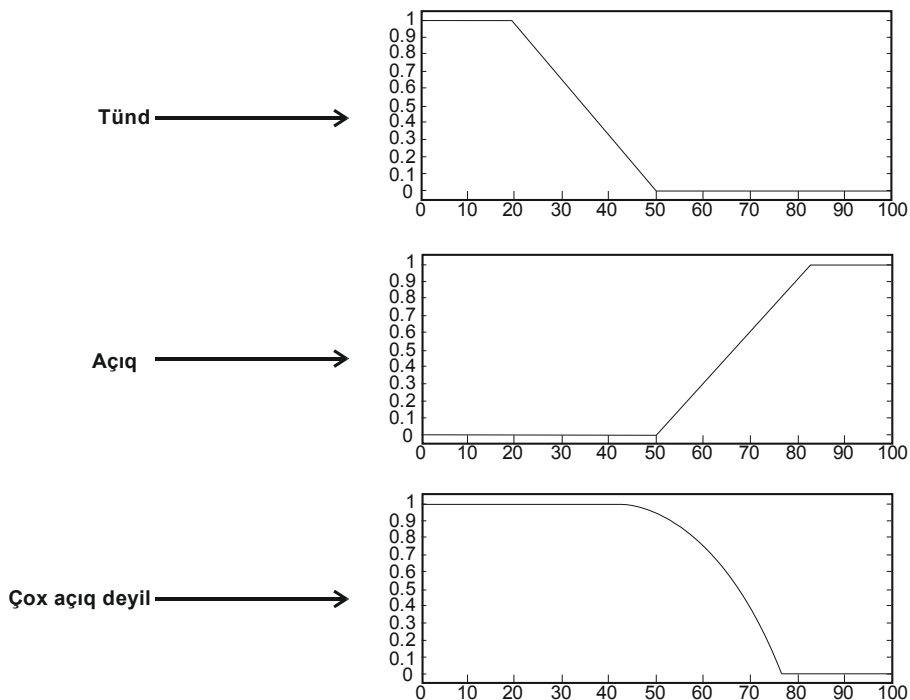


Qrafik 3. Rəng linqvistik dəyişənləri

Beləliklə nümunə olaraq Cədvəl 3-də verilmiş rənglərin işıq əks etdirmə dərəcələrinə əsasən «Çox tünd», «Biraz tünd» və «Həqiqətən tünd» lingvistik dəyişənlərin qrafikləri aşağıdakı şəkildədir (qrafik 4).



Qrafik 4. Rəng lingvistik dəyişənləri



Qrafik 5. Rəng linqvistik dəyişəni üzrə mümkün term çoxluqların mənsubiyyət funksiyalarının qrafik təsvirləri

İndi isə linqvistik dəyişənlərin aşağıdakı şəkildə qısaldılmış formada təyin edək

Tünd-T

Açıq-A

Çox Tünd-ÇT

Çox Çox Tünd-ÇÇT

Biraz Açıq-BA

Biraz Tünd-BT

Çox Açıq Deyil-ÇAD

Çox Yünd Deyil-ÇTD

Həqiqətən Tünd-HT

Həqiqətən Açıq-HA

Düstur (1)-ə əsasən rəng linqvistik dəyişənlərin riyazi hesablamaları aşağıdakı şəkildədir.

$$\mu_T(x) = \begin{cases} 1, & x < 25 \\ \frac{60-x}{35}, & x \in [25, 60] \\ 0, & x > 60 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 40 \\ \frac{x-40}{35}, & x \in [40, 75] \\ 1, & x > 75 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_{\zeta T}(x) = CON\mu_T(x)^2 = \begin{cases} 1, & x < 25 \\ \left[\frac{60-x}{35}\right]^2, & x \in [25, 60] \\ 0, & x > 60 \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{\zeta\zeta T}(x) = CON\mu_T(x)^4 = \begin{cases} 1, & x < 25 \\ \left[\frac{60-x}{35}\right]^4, & x \in [25, 60] \\ 0, & x > 60 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_{BT}(x) = DIL\mu_T\sqrt{x} = \begin{cases} 1, & x < 25 \\ \sqrt{\left[\frac{60-x}{35}\right]}, & x \in [25, 60] \\ 0, & x > 60 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu_{BA}(x) = DIL\mu_A\sqrt{x} = \begin{cases} 1, & x < 40 \\ \sqrt{\left[\frac{x-40}{35}\right]}, & x \in [40, 75] \\ 0, & x > 75 \end{cases} \quad (16)$$

$$\mu_{HT}(x) = \begin{cases} 2\mu_T\left(\frac{60-x}{35}\right)^2, & 0 \leq \mu_T\left(\frac{60-x}{35}\right) \leq 0.5 \\ 1 - 2\left[1 - \mu_T\left(\frac{60-x}{35}\right)\right]^2, & 0.5 < \mu_T\left(\frac{60-x}{35}\right) \leq 1 \end{cases} \quad (17)$$

$$\mu_{\zeta AD}(x) = 1 - \mu_A(x)^2 = \begin{cases} 1, & x < 40 \\ 1 - \left[\frac{x-40}{35}\right]^2, & x \in [40, 75] \\ 0, & x > 75 \end{cases} \quad (18)$$

$$\mu_{\zeta TD}(x) = 1 - \mu_T(x)^2 = \begin{cases} 0, & x < 25 \\ 1 - \left[\frac{60-x}{35}\right]^2, & x \in [25, 60] \\ 1, & x > 60 \end{cases} \quad (19)$$

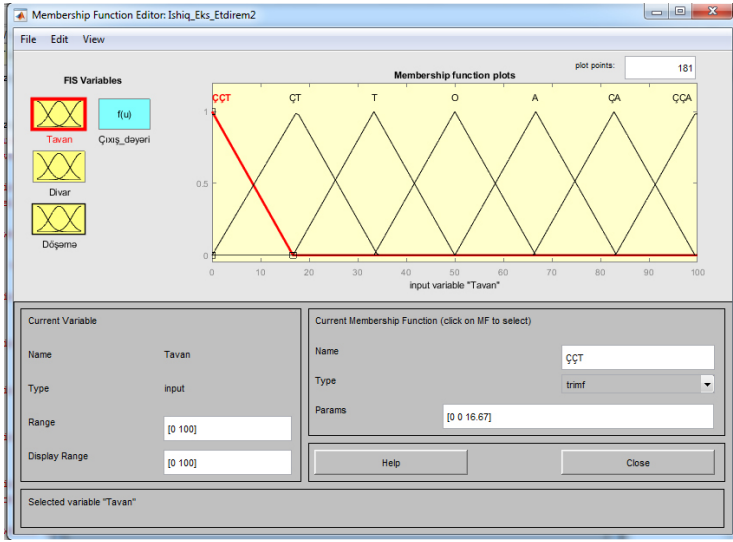
Ekspertlərin, dizayner və layihələndiricilərin bilik və təcrübələrinə əsaslanaraq rənglərin işıq əks etdirmə faktorlarının həlli üçün aşağıdakı produksiya qaydalar işlənib hazırlanmışdır:

Cədvəl 3. Rənglərin işıq əks etdirmə faktorlarının produksiya qaydaları

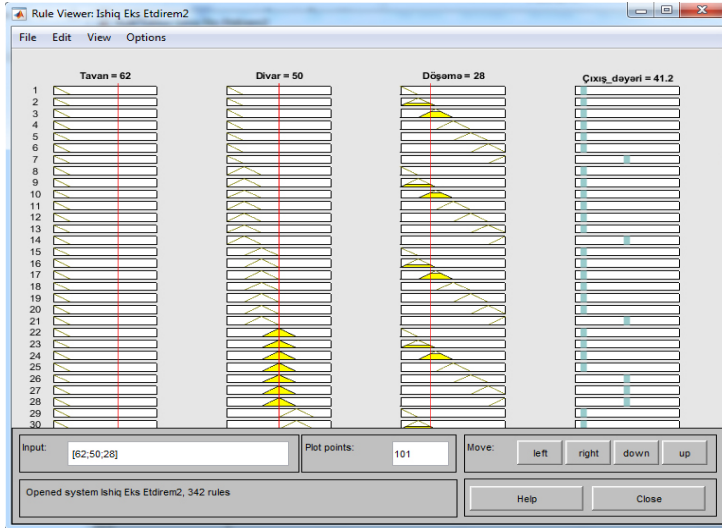
№	Produksiya qaydaları
1	Əgər tavan rəngi açıqdırsa və divar rəngi çox tünddürsə və döşəmə rəngi tünddürsə onda otaq rəngi tündür
2	Əgər tavan rəngi çox açıqdırsa və divar rəngi çox çox tünddürsə və döşəmə rəngi ortadırsa onda otaq rəngi ortadır
3	Əgər tavan rəngi tünddürsə və divar rəngi açıqdırsa və döşəmə rəngi çox çox tünddürsə onda otaq rəngi açıqdır

4	Əgər tavan rəngi açıqdırsa və divar rəngi çox açıqdırsa və döşəmə rəngi çox çox tündürsə onda otaq rəngi açıqdır
5	Əgər tavan rəngi açıqdırsa və divar rəngi çox çox açıqdırsa və döşəmə rəngi açıqdırsa onda otaq rəngi çox açıqdır
6	Əgər tavan rəngi çox açıqdırsa və divar rəngi açıqdırsa və döşəmə rəngi ortadırsa onda otaq rəngi açıqdır
• • •	• • •
342	Əgər tavan rəngi biraz açıqdırsa və divar rəngi tündürsə və döşəmə rəngi tündürsə onda otaq rəngi çox tündür

Tapşırıq həllinin icrası üçün MATLAB proqramında 3 giriş - 1 çıxış növündə olan 342 produksiya qaydaları hazırlanmışdır. Giriş parametri Rəng faktoru →»Çox Çox Tünd»-ÇÇT, «Çox Tünd»-ÇT, Tünd-T, «Orta»-O, «Açıq»-A, «Çox Açıq»-ÇA, Çox Çox Açıq-ÇÇA, Çıxış parametri təkdir: Dəyər.



Şəkil 6. Tavan lingvistik dəyişəninin mənsubiyyət funksiyaları



Şəkil 7. Məntiqi çıxarış qaydalarının təsviri

Cədvəl 4. Məntiqi çıxarış modlunun tətbiqi üzrə alınan nəticələr

Tavan (%)	Divar (%)	Döşəmə (%)	Çıxış dəyəri (%)
62	50	28	41.2
30.7	50	50	18.6
36.7	69.3	78.9	57.1
78.9	75.3	35.5	55.2
84.9	64.5	28.3	50
91	82.5	54.8	65.4
80.1	86.1	78.9	90
24.7	65.7	23.5	11
53.6	47.6	18.7	16.6
66.9	42.8	45.2	39

Kirlənmə faktorunun qeyri-səlis məntiq modelinin işlənməsi:

Standart cədvəllərdə qeyd olunan istismar faktoru dəyərləri linqvistik şəkildə verilsədə onların təsviri qeyri-səlis mənsubiyyət funksiyaları kimi deyil bir qiymətli dəyərlər şəkilində verilmişdir³. Başqa sözlə burada nəzərə alınmış «çox təmiz», «təmiz», «normal» və «çirkli» linqvistik dəyişənlərinin illərə görə hər birinə dəqiq dəyər verilmişdir. Ancaq belə bir sual çıxır ki, əgər deyilsəki otaq «çox çirkli» «çox çox çirkli» «biraz təmiz» «biraz çirkli» «çox təmiz deyil», «çox çirkli deyil», «həqiqətən çirkli» onda bu linqvistik dəyişənlərin hesablamada rolu necə olacaq? Bu problemi aradan qaldırmaq üçün qeyri-səlis məntiq əsasında yanaşmaq lazımdır.

İndi isə linqvistik dəyişənləri aşağıdakı şəkildə qısaldılmış formada təyin edək:

Təmiz-T

³ <https://www.trilux.com/en/lighting-practice/indoor-lighting/general-requirements/maintenance-factor/room-maintenance-factor/>

Çirkli-Ç
 Çox Çirkli-ÇÇ
 Çox Çox Çirkli-ÇÇÇ
 Biraz Təmiz-BT
 Biraz Çirkli-BÇ
 Çox Təmiz Deyil-ÇTD
 Çox Çirkli Deyil-ÇÇD
 Həqiqətən Çirkli-HÇ

Düstur (1)-ə əsasən nümunə olaraq kirlənmə faktoru dəyərlərini nəzərə almaqla linqvistik dəyişənlərin riyazi hesablamaları aşağıdakı şəkildədir.

$$\mu_{\zeta}(x) = \begin{cases} 1, & x < 0.53 \\ \frac{0.70-x}{0.17}, & x \in [0.53, 0.70] \\ 0, & x > 0.70 \end{cases} \quad (20)$$

$$\mu_T(x) = \begin{cases} 0, & x < 0.70 \\ \frac{x-0.70}{0.13}, & x \in [0.70, 0.83] \\ 1, & x > 0.83 \end{cases} \quad (21)$$

$$\mu_{\zeta\zeta}(x) = CON\mu_{\zeta}(x)^2 = \begin{cases} 1, & x < 0.53 \\ \left[\frac{0.70-x}{0.17}\right]^2, & x \in [0.53, 0.70] \\ 0, & x > 0.70 \end{cases} \quad (22)$$

$$\mu_{\zeta\zeta\zeta}(x) = CON\mu_{\zeta}(x)^4 = \begin{cases} 1, & x < 0.53 \\ \left[\frac{0.70-x}{0.17}\right]^4, & x \in [0.53, 0.70] \\ 0, & x > 0.70 \end{cases} \quad (23)$$

$$\mu_{B\zeta}(x) = DIL\mu_{\zeta}\sqrt{x} = \begin{cases} 1, & x < 0.53 \\ \sqrt{\left[\frac{0.70-x}{0.17}\right]}, & x \in [0.53, 0.70] \\ 0, & x > 0.70 \end{cases} \quad (24)$$

$$\mu_{BT}(x) = DIL\mu_T\sqrt{x} = \begin{cases} 1, & x < 0.70 \\ \sqrt{\left[\frac{x-0.70}{0.13}\right]}, & x \in [0.70, 0.83] \\ 0, & x > 0.83 \end{cases} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \mu_{H\zeta}(x) = & \\ \begin{cases} 2\mu_{\zeta}\left(\frac{0.70-x}{0.17}\right)^2, & 0 \leq \mu_{\zeta}\left(\frac{0.70-x}{0.17}\right) \leq 0.53 \\ 1 - 2\left[1 - \mu_{\zeta}\left(\frac{0.70-x}{0.17}\right)\right]^2, & 0.53 < \mu_{\zeta}\left(\frac{0.70-x}{0.17}\right) \leq 1 \end{cases} & (26) \end{aligned}$$

$$\mu_{\zeta TD}(x) = 1 - \mu_T(x)^2 = \begin{cases} 1, & x < 0.70 \\ 1 - \left[\frac{x-0.70}{0.13}\right]^2, & x \in [0.70, 0.83] \\ 0, & x > 0.83 \end{cases} \quad (27)$$

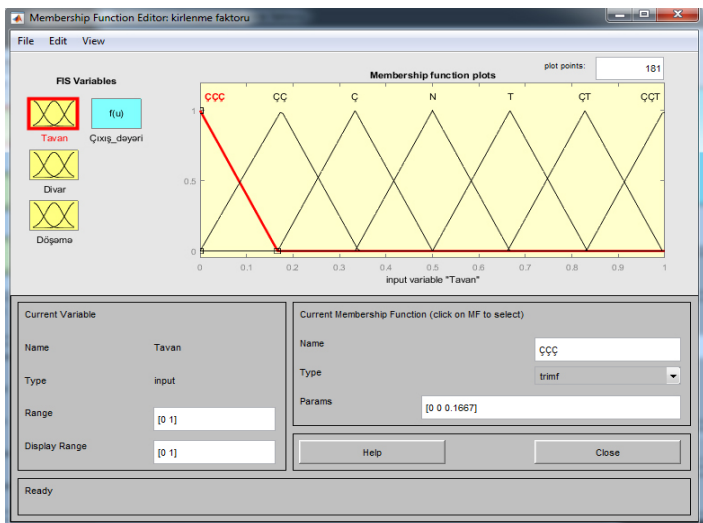
$$\mu_{\zeta\zeta D}(x) = 1 - \mu_{\zeta}(x)^2 = \begin{cases} 0, & x < 0.53 \\ 1 - \left[\frac{0.70-x}{0.17}\right]^2, & x \in [0.53, 0.70] \\ 1, & x > 0.70 \end{cases} \quad (28)$$

Ekspertlərin-Dizayner və layihələndiricilərin bilik və təcrübələrinə əsaslanaraq kirlənmə faktorlarının həlli üçün aşağıdakı produksiya qaydalar işlənib hazırlanmışdır:

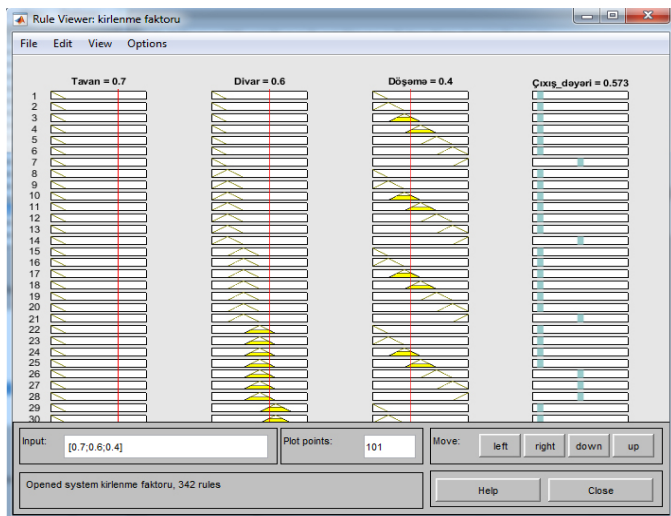
Cədvəl 5. Kirlənmə faktorlarının produksiya qaydaları

№	Produksiya qaydaları
1	Əgər tavan təmizdirsə və divar çox çirklidirsə və döşəmə çirklidirsə onda otaq çirklidir
2	Əgər tavan çox təmizdirsə və divar çox çox çirklidirsə və döşəmə normaldırsa onda otaq normaldır
3	Əgər tavan çirklidirsə və divar təmizdirsə və döşəmə çox çox çirklidirsə onda otaq çox çirklidir
4	Əgər tavan təmizdirsə və divar çox təmizdirsə və döşəmə çox çox çirklidirsə onda otaq normaldır
5	Əgər tavan təmizdirsə və divar çox çox təmizdirsə və döşəmə təmizdirsə onda otaq çox təmizdir
6	Əgər tavan rəngi çox təmizdirsə və divar təmizdirsə və döşəmə normaldırsa onda otaq təmizdir
• • •	• • •
342	Əgər tavan rəngi çox çirklidirsə və divar çirklidirsə döşəmə çirklidirsə onda otaq çox çox çirklidir

Tapşırıq həllinin icrası üçün MATLAB proqramında 3 giriş - 1 çıxış növündə olan 342 produksiya qaydaları hazırlanmışdır. Giriş parametri kirlənmə faktoru –»Çox Çox Çirkli»-ÇÇÇ, «Çox Çirkli»-ÇÇ, Çirkli, «Normal»-N, «Təmiz»-T, «Çox Təmiz»-ÇT. «Çox Çox Təmiz» ÇÇT. Çıxış parametri təkdir: Dəyər.



Şəkil 8. Tavan lingvistik dəyişəninə mənsubiyyət funksiyaları



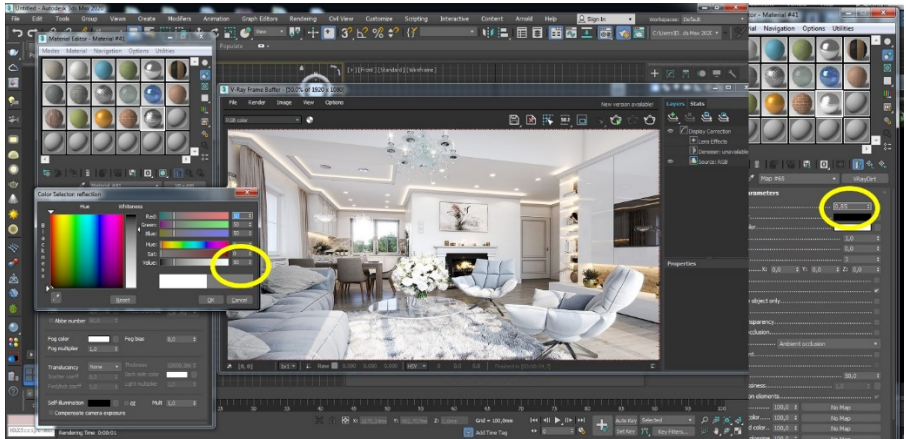
Şəkil 9. Məntiqi çıxarış qaydalarının təsviri

Cədvəl 6. Məntiqi çıxarış modlunun tətbiqi üzrə alınan nəticələr

Tavan	Divar	Döşəmə	Çıxış dəyəri
0.3	0.71	0.5	0.6
0.76	0.71	0.33	0.5
0.76	0.87	0.54	0.87
0.88	0.87	0.83	1
0.83	0.27	0.34	0.33
0.91	0.58	0.58	0.69
0.84	0.54	0.72	0.97
0.33	0.42	0.69	0.27
0.33	0.91	0.69	0.51
0.63	0.91	0.69	0.90



Şəkil 10. Ənənəvi metod ilə işıqlandırılmış daxili dizayn

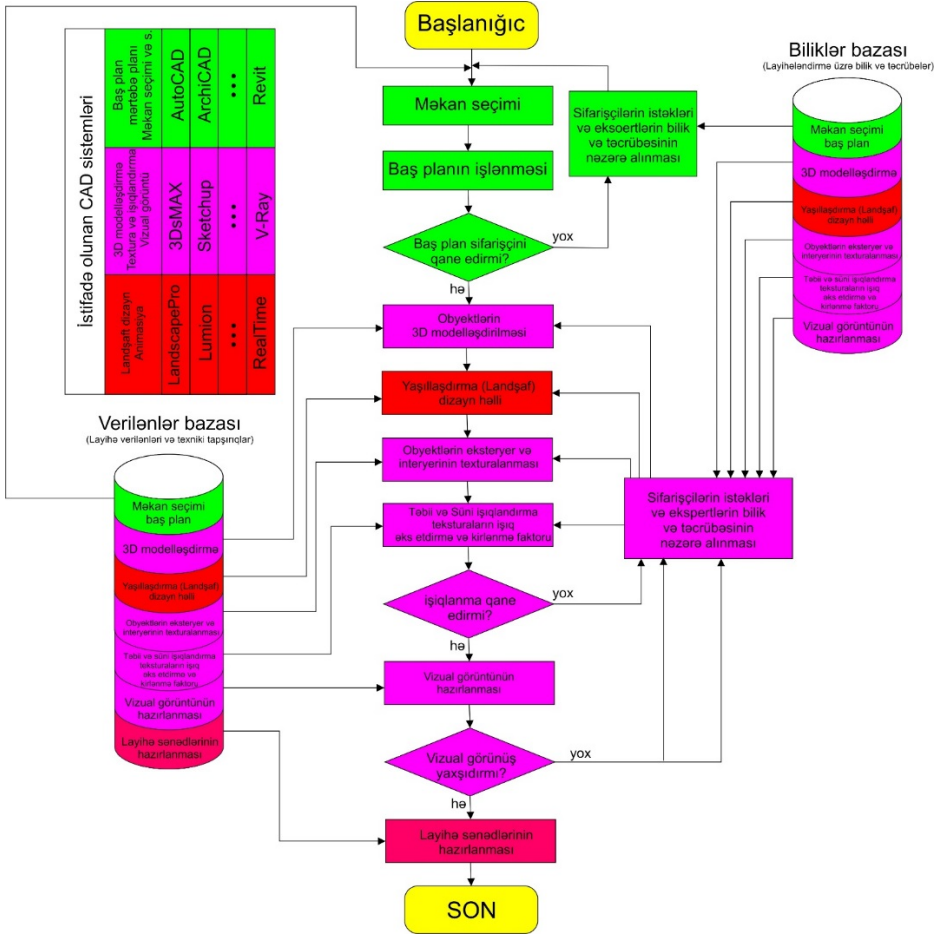


Şəkil 11. Cədvəl 5 və cədvəl 7-də əldə olunmuş məntiqi çıxarış dəyərlərinin CAD proqramına inteqrasiyası



Şəkil 12. Məntiqi çıxarış dəyərləri əsasında işıqlandırılmış daxili dizayn

Kürdəmir Logistika mərkəzinin layihələndirilməsi üzrə əldə olunan praktiki təcrübə layihələndirmə zamanı ekspertlərin bilik və təcrübəsindən istifadə olunması baxımından layihələndirmə prosesinin şəkil 12-də təsvir olunmuş algoritmi təklif olunmuşdur.



Şəkil 13. Layihələndirmə prosesinin ekspertlərin bilik və təcrübəsindən istifadəsinə əsaslanan algoritmi

Alqoritimdə istifadə olunmuş CAD sistemlərinin rəngləri uyğun olaraq alqoritmin bəndləri verilənlər və biliklər bazasında nəzərə alınmışdır.

Şəkildən görüldüyü kimi layihələndirmə prosesi aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilir.

Mərhələ 1. Verilənlər bazasına uyğun olaraq məkan seçimi məsələsi həll olunur

Mərhələ 2. Verilənlər bazasına uyğun olaraq baş plan hazırlanır

Mərhələ 3. İşlənilməmiş baş plan sifarişçi və ekspertlərə təqdim olunur. İşlənilməmiş baş plan sifarişçi və ekspertləri qane etmədiyi halda onların təklifləri və uyğun məsələnin həlli üçün biliklər bazasına müraciət olunur və mərhələ 1-ə qayıdılır.

Mərhələ 4. Baş plana əsasən obyektlərin 3D modelləşdirilməsi hazırlanır.

Mərhələ 5. Baş plana əsasən yaşıllaşdırma (landşaft) hazırlanır.

Mərhələ 6. Obyektlərin eksteryer və interyerləri texturalar ilə üzlənir.

Mərhələ 7. Təbii və süni işıqlandırma işləri hazırlanır (burada istifadə olunan texturaların işıq əks etdirmə və kirlənmə faktoru nəzərə alınır). Əldə edilmiş işıqlanma sifarişçi və ekspertləri qane etmədiyi halda onların təklifləri və uyğun məsələnin həlli üçün biliklər bazasına müraciət olunur və mərhələ 6-ya qayıdılır.

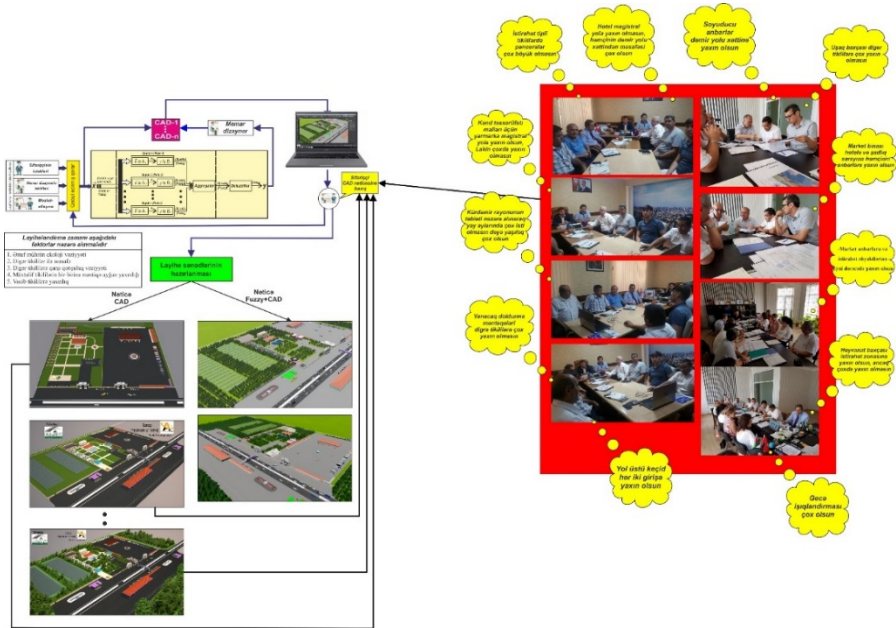
Mərhələ 8. Obyektlərin daxili və xarici vizual görüntüləri hazırlanır. Əldə edilmiş Vizual görüntü sifarişçi və ekspertləri qane etmədiyi halda onların təklifləri və uyğun məsələnin həlli üçün biliklər bazasına müraciət olunur və uyğun olaraq problemin həlli üçün mərhələ 4-7-yə qayıdılır.

Şəkil 13-dən və layihələndirmə prosesinin alqoritimindən görüldüyü kimi layihələndirmə prosesinin gedişatında ekspertlərin bilik və təcrübəsindən geniş istifadə olunur. Beləki, əksər mərhələlərin sonunda nəticələrin təsdiqlənməsi üçün sifarişçi və ekspertlərə müraciət olunur, əgər nəticələr sifarişçini qane etməzsə onların tələbləri və biliklər bazasından istifadə edilərək lazımı mərhələyə təkrarən qayıdılır. Bu proses sifarişçini və ekspertləri tam qane edəncə qədər təkrar olunur.

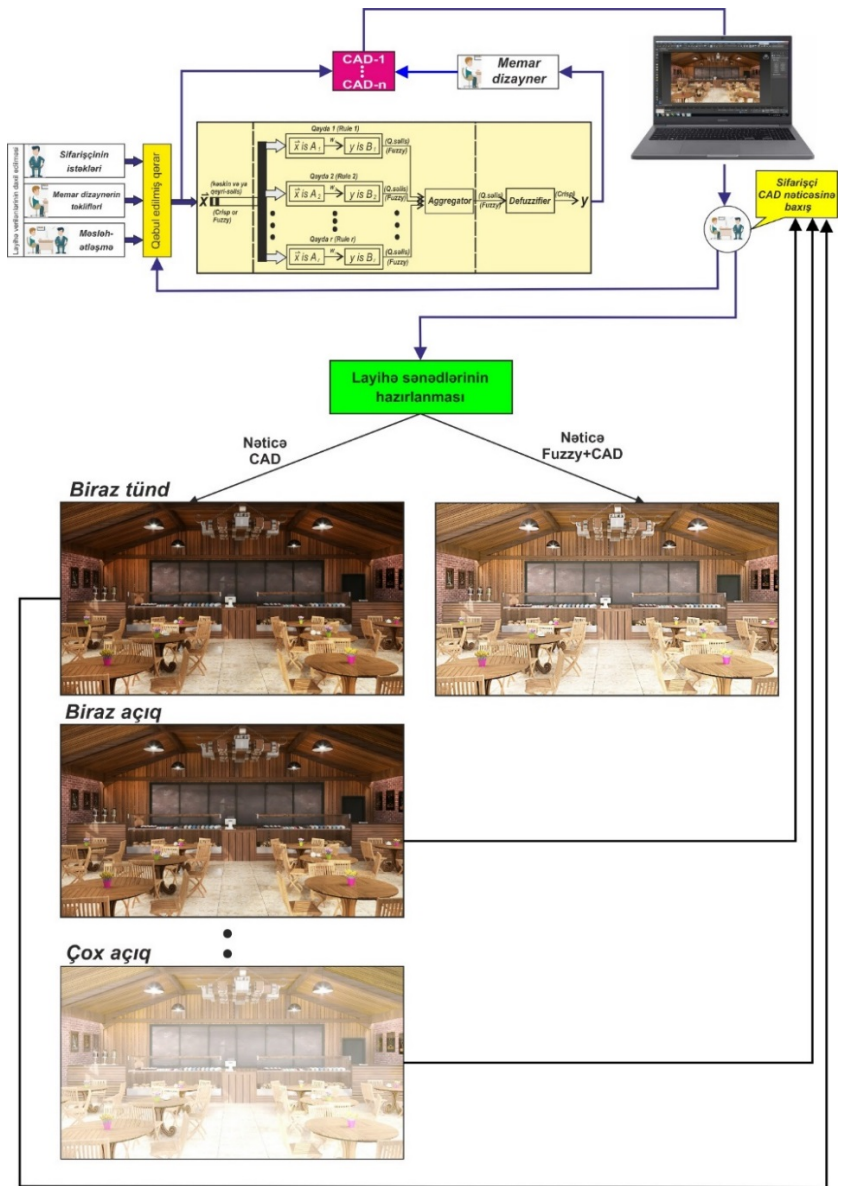
Mütəxəsislərin bilik və təcrübələrinin nəzərə alınması və layihələndirmə prosesinə tətbiqi üçün Matlab instrumental proqram vasitəsi əsasında xüsusi proqram modulu hazırlanmışdır. Bu modul özlüyündə istifadə olunan CAD sistemlərinə layihələndirmə zamanı kəmiyyət parametrləri ilə yanaşı keyfiyyət parametrlərinə də nəzərə almağa imkan verir. Beləki, sifarişçilərin və ekspertlərin təklifləri yaradılmış proqram modulunun girişinə daxil olunur və çıxışda layihələndirmə parametrlərinin onlara uyğun dəyərləri hesablanmış olur. Bunun üçün xüsusi qeyri-səlis çıxarış modellərindən istifadə olunur ki, həmin modellər 2-ci fəsilin bölmələrində ətraflı izah olunmuşdur.

Son dövrlərdə CAD sistemlərinin digər proqram sistemləri ilə inteqrasiyası çox aktual məsələlərdən biri hesab olunur. Şəkil 13-dən görüldüyü kimi layihələndirmə prosesində müxtəlif məqsədlər üçün çoxlu sayda CAD sistemləri istifadə olunur. Bu sistemlərin əksəriyyəti inteqrasiyaya xüsusi tələblər irəli sürür. Lakin bunların praktiki həlləri çox vəsait tələb etdiyi üçün ən sadə üsul olaraq inteqrasiya üçün aralıq fayllar üzrə mübadilə üsulu (scriptlərdən) bizim tərəfimizdən istifadə olunmuşdur.

Layihələndirmə prosesində CAD sistemləri ilə əlavə olaraq yaradılmış məntiqi çıxarış modullarının qarşılıqlı əlaqəsi şəkil 14-məkan seçimi məsləsinin həllində və şəkil 15- işıqlandırma məsələsinin həllində ətraflı əks olunmuşdur.



Şəkil 14. Layihələndirmə prosesində məkan seçimi məsələsinin həlli



Şəkil 15 . Layihələndirmə prosesində işıqlandırma məsləsinin həlli

Şəkillərdən görüldüyü kimi layihələndirmə prosesində sifarişçilərin və ekspertlərin təklifləri və rəyləri əsas götürülür və layihələndirmə prosesi onların müsbət rəyləri alınana qədər davam etdirilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, adi hallarda sifarişçi və ekspertlərin müsbət rəylərini alana qədər layihələndirmə prosesinin təkrarlanması 40-50 iterasyaya başa gəlirdisə qeyri-səlis məntiqi çıxarış modellərinin tətbiqi əsasında 2-3 iterasiya əsasında layihələndirmə məsələsi yerinə yetirilmiş olur.

Digər tərəfdən ilk öncə layihələndirmə verilənləri və texniki tapşırıqlar formalaşdırılaraq kəmiyyət dəyişənləri şəkilində CAD sistemlərinin girişinə daxil edilir. Alınan nəticələr-vizual görüntülər sifarişçi və ekspertlər tərəfindən analiz edilir. Nəticələrdə müsbət rəy olmadıqda onlar haqqında məlumatlar layihələndiricilərə bildirilir. Layihələndiricilər həmin məlumatları məntiqi çıxarış blokunun girişinə daxil edirlər və həmin blokun çıxışında alınan nəticələr əsasında CAD sistemlərində layihə verilənlərində kəmiyyət dəyişikliklər edilir və alınan nəticələr-vizual görüntülər təkrarən sifarişçi və ekspertlər ilə müzakirə olunur. Nəticələr tam olaraq sifarişçi və ekspertləri qane edənə qədər yuxarıdakı mərhələlər təkrar olunur. Şəkil 14-dən görüldüyü kimi sifarişçilər və ekspertlər öz irad və təkliflərini əsasən qeyri-səlis şəkildə bildirirlər. Bu baxımdanda bu məsələlərin səmərəli həlli üçün məhz qeyri-səlis məntiqi çıxarış proqram modullarından istifadə olunmuşdur.

Layihələndirmə nəticələri sifarişçini tam qane etdikdə layihələndirmə sənədləri və xüsusi video yazılar hazırlanaraq sifarişçiyə təqdim olunur.

Kürdəmir logistika mərkəzinin layihələndirməsi yuxarıda təklif olunmuş alqoritm əsasında həyata keçirilmişdir. Layihələndirmə zamanı AutoCAD, ArchiCAD, 3DsMax, V-RAY proqram sistemlərindən və Matlab instrumental proqram vasitəsi əsasında yaradılmış məntiqi çıxarış proqram modullarından istifadə olunmuşdur.

Dissertasiya işində təklif olunmuş modellərin aprobeşiyası:

1. Sifarişçi “Dalğa-94” MMC. Cəllilabad rayonunda yerləşən Ruslan ticarət mərkəzi

2. Sifarişçi “Dalğa-94” MMC. Kürdəmir rayonu Atakişi qəsəbəsində yerləşən Woodpecker ticarət mərkəzi
 3. Sifarişçi “Bayramoğlu İnşaat”. Biləsuvar rayonu 4-mərtəbəli xəstəxana binası
 4. Sifarişçi “Memar-1” MMC. Sumqayıt bazar və un məmulatları
 5. Fərdi sifarişçilər. Zaqatala 7-mərtəbədən ibarət yaşayış kompleksi
 6. Fərdi sifarişçilər. İsmayılıda istirahət mərkəzi
 7. Fərdi sifarişçilər. Qusarda istirahət mərkəzi
- obyektlərinin layihələndirmə prosesləri üzrə aparılmışdır.

Alınan nəticələr və aprobeasiyaların nəticələri dissertasiya işində alınmış nəticələrin səmərəliliyi və layihələndirmə prosesinə qeyri-səlis nəzəriyyənin tətbiqinin əhəmiyyətliyini sübut etmişdir.

Məkan seçimi və onun qeyri-səlis məntiq modeli qurulmuş (342-produksiya qayda işlənilmiş)

İşıqlandırma məsələsinin qeyri səlis məntiq modeli qurulmuş (İşıqlandırmada kirlənmə məsələsinin həlli üçün 342 produksiya-qayda və rəngin işıq əks etdirmə məsələsinin həlli üçün isə 342 produksiya-qayda işlənilmişdir)

Məkan seçimi, işıqlandırma məsələlərinin proqram icrası CAD sistemlərinə əlavə işlənilmiş proqram modulu olaraq realizə olunmuşdur. Proqram modulu MATLAB instrumental proqram sistemi imkanları vasitəsilə işlənilmişdir.

NƏTİCƏ

Dissertasiya işinin əsas elmi və praktik nəticələrini aşağıdakı kimi vermək olar.

1. Müasir texniki layihələndirmə vasitələrinin sürətli inkişafı memarlıq dizayn sahələrinin kompüter texnologiyaları ilə əlaqəsini gücləndirmiş və bunun nəticəsində memarlıq üsulları ciddi dəyişikliklərə uğrayaraq yeni məhsulların meydana gəlməsinə səbəb olmuşdur. Digər tərəfdən CAD proqramlarından istifadə etməklə ənənəvi üsullardan fərqli xüsusiyyətlərə malik olan keçmişdə həyata keçirilməsi mümkün olmayan layihələrin icrası mümkün olmuşdur.

Ədəbiyyat mənbələrinin araşdırılması nəticəsində müyyən olunmuşdur ki, müasir dövrdə mövcud olan CAD sistemlərinin tətbiqi bəzi məsələlərin həllində gözlənilən nəticələrin alınmasına imkan vermir. Məsələn layihələndirmə obyektlərinin optimal işıqlandırılması məsələsinin həlli kirlənmə və işığın əks olunma faktorlarının öncədən verilmiş dəqiq interval qiymətləri əsasında həyata keçirilir. Lakin həmin intervallar arasında keçid məsələlərinə baxılmaz. Digər tərəfdən layihələndirmə obyektlərinin məkan seçimi məsələsinin həlli zamanı ətraf mühitin ekoloji faktorları, obyektin gün işığına zamana görə orientasiyası (süni işıqlandırma) faktoru və digər obyektlərə əlçatanlığı kimi faktorlar nəzərə alınmır.

Layihələndirmə prosesində əksər hallarda mütəxəssislərin (memar, dizayner, mühəndis) bilik, təcrübə və intuisiyasından və eyni zamanda sifarişçilərin istək və arzularından geniş istifadə olunur. Bu isə özlüyündə əksər hallarda layihələndirmə məsələsinin həllində analitik metodların səmərəliliyini azaltmış olur. Çünki analitik metodlar insanın bilik və təcrübəsindən istifadə etməyə imkan vermir. Digər tərəfdən layihələndirmə prosesində iştirak edən parametrlərin bəziləri verbal xarakter daşıyır. Ona görə də bunlardan riyazi metodlarda istifadə etmək mümkün olmur və həmçinin layihələndirmə prosesinə elə faktorlar təsir göstərir ki, bu faktorları dəqiq ölçmək mümkün deyil.

Bu baxımdan, dissertasiya işində əsas məqsəd kimi layihələndiricilərin bilik və təcübəsini istifadə etməyə imkan verən qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin layihələndirmə və dizayn

məsələlərinin həllinə tətbiq olunması məsələsi alqoritmik və proqram cəhətdən realizə olunmuşdur.

Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin layihələndirmə problemlərinin həllinə tətbiqi:

Layihələndirmə prosesinə təsir edən qeyri-müəyyənlik və çətin formaliza olunan faktorların istifadə olunmasına

Layihələndirmə prosesində analitik metodlar ilə yanaşı mütəxəsislərin bilik və təcrübəsindən səmərəli şəkildə istifadə etməyə imkan verir.

Dissertasiya işi girişdən, 3-fəsildən, nəticədən, istifadə olunmuş ədəbiyyatların siyahısından və əlavələrdən ibarətdir.

Giriş hissəsində layihələndirmə və dizayn məsələlərinin həllində mütəxəsislərin bilik və təcrübəsindən istifadə etməyə imkan verən qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiq edilməsinin məqsədyönlülüyünə baxılmış və tədqiqat mövzusunun aktuallığı, problemin öyrənilmə dərəcəsi, tədqiqatın məqsəd və vəzifələri, dissertasiya işinin bütün bölmələrində bu problemin həlli ilə əlaqədar olaraq yerinə yetirilən bütün məsələlərin qısa izahı, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, tədqiqatın elmi yenilikləri, tədqiqatın nəticələrinin praktik əhəmiyyəti və dissertasiya işinin nəticələrinin aprobasiyası verilmişdir.

2. Analiz nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, memarlıq dizayn və layihələndirmə məsələlərinin həllinə AutoCAD, ArchiCAD, 3DsMAX, Revit, və s. kimi CAD proqram sistemləri geniş tətbiq olunur. Bu CAD proqram sistemləri əsasında çoxlu sayda layihələr hazırlanmış və həyata keçirilmişdir.

Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, CAD sistemləri əsasında yaradılmış layihələrin bəzilərinə ya tamamlandıqdan sonra ya da ki, istismar vaxtı çatışmamazlıqlar aşkar olunmuşdur. Bunlara nümunə olaraq, WeTown yaşayış kompleksi, “Hill Wind Hotel & Resort” kurort-mehmanxana kompleksi, Fengyuan” adlı çin restoranı, K11 Musea” ticarət mərkəzi, Ranwu” kempinqi hoteli göstərmək olar. Bu layihələrin analizi nəticəsində aşkar olunmuşdur ki, layihələndirmə proseslərinin dayandırılmasına səbəb olan və ya onun istismar müddətində məkan seçimi, işıqlandırma, ekoloji vəziyyətin düzgün qiymətləndirilməməsi (pis qoxular, kəmərlərin keçilməsi və ya

obyektin işıqlanma vasitələrinin vaxtından öncə çiriklənməsi kimi) arzu olunmaz faktorlar aşkar olunmuşdur. Bu faktorların layihələndirmə prosesinə külli miqdarda xərc çəkilməsinə baxmayaraq, işin gedişatı zamanında dayandırılmış və ya istismardan sonrakı müddətdə gözlənilən səmərəliliyi əldə etməyə imkan verməmişdir. Bunlar isə özlüyündə həmin faktorların layihələndirmə prosesində analitik hesablamalar zamanı qeyri-müəyyənlik və çətin formaliza olunan xüsusiyyətləri nəzərə ala bilməməsi səbəbindən baş vermişdir.

Layihələndirmə prosesində məkan seçimi, ekoloji faktorlar və işıqlandırma faktorlarının çətin formalizə olunan və qeyri-müəyyənlik baxımından nəzərə alınması məsələləri mövcüd müasir ədəbiyyat mənbələrində araşdırılmış və bu məsələnin həllində qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiq olunması əsaslandırılmışdır. Lakin analiz göstərmişdir ki, məkan seçimi və işıqlandırma məsələlərinin həllinə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiqinə tam baxılmamışdır.

Analiz nəticəsində məkan seçimi və işıqlandırma məsələsinin həllində mütəxəssislərin bilik və təcrübəsindən istifadə etməyə imkan verən qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiqinin aktuallığı əsaslandırılmış və dissertasiya işində onun həlli metod, alqoritm və proqram icrası ətraflı izah olunmuşdur.

3. Memarlıq dizayn layihələndirmə məsələləri müxtəlif nümunələr əsasında ətraflı izah edilmiş və bu məsələlərin həllinə təsir edən faktorlar kompleks şəkildə işlənmişdir.

Məkan seçimi və işıqlandırma məsələlərinə təsir edən əsas faktorlar:

İşıqlandırma məsələsi: Rəngin işıq əks etdirmə, tavan, divar və döşəmənin kirlənməsi, Rəngin işıq göstərmə indeksi, Lampa istismar faktoru və s.

Məkan seçimi məsələsi: Ətraf mühitin ekoloji vəziyyəti, Digər tikillər ilə məsafə, Digər tikillərə qarşı qonşuluq vəziyyəti, Müxtəlif tikililər bir-birinə məntiqə uyğun yaxınlığı, Vacib tikililərə yaxınlıq və s. işlənmişdir.

Bu faktorların qeyri-müəyyən və çətin formalizə olunan faktorlar olduqları əsaslandırılmışdır.

Məkan seçimi və işıqlandırma məsələlərinə təsir edən kompleks faktorların layihələndirmə prosesinə tətbiqi üçün onların ekspertlərin rəylərinə əsaslanaraq qeyri-səlis mənsubiyyət funksiyaları seçilmiş və linqvistik anlayışlar olaraq işlənilmişdir.

4. Memarlıq dizayn layihələndirmə məsələsinin həllində işıqlandırma və məkan seçilməsi məsələlərinin həllinə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi tətbiq olunmuşdur:

Məkan seçimi və onun qeyri-səlis məntiq modeli qurulmuş (18-produksiya qayda işlənilmiş) işıqlandırma məsələsinin qeyri səlis məntiq modeli qurulmuş (İşıqlandırmada kirlənmə məsələsinin həlli üçün 30 produksiya-qayda və rəngin işıq əks etdirmə məsələsinin həlli üçün isə 26 produksiya-qayda işlənilmişdir). Qeyri-səlis məntiqi çıxarış modellərindən istifadə etməklə layihələndirmə prosesinin alqoritmi işlənilmişdir. Adi hallarda sifarişçi və ekspertlərin müsbət rəylərini alana qədər layihələndirmə prosesinin təkrarlanması 40-50 iterasyaya başa gəlirdisə qeyri-səlis məntiqi çıxarış modellərinin tətbiqi əsasında 2-3 iterasiya əsasında layihələndirmə məsələsi tamamlanmış olur. Məkan seçimi, işıqlandırma məsələlərinin proqram icrası CAD sistemlərinə əlavə işlənilmiş proqram modulu olaraq realizə olunmuşdur. Proqram modulu MATLAB instrumental proqram sistemi imkanları vasitəsilə işlənilmişdir. İşıqlandırma və məkan seçimi məsələsinin həlli üçün yaradılmış qeyri-səlis məntiq modelinin proqram icrası modullarının mətnləri və onların tətbiqinin nəticələri xüsusi nümunələr əsasında verilmişdir.

Layihələndirmə prosesində çoxlu sayda müxtəlif təyinatlı proqram sistemlərinin istifadə olunması baxımından gələcəkdə işlənilməsi tələb olunan əsas məsələlərdən biri təklif olunan qeyri-səlis məntiq çıxarış modellərinin mövcud CAD sistemlərinə real zaman rejimində integrasiyasıdır. Bu problemin həlli üçün CAD sistemləri ilə qeyri-səlis məntiq çıxarış modellərinin integrasiyası üzrə təkliflər paketinin hazırlanması və onların CAD proqram sistemlərinin gələcəkdə inkişaf etdirilməsində nəzərə alınması təklif olunur.

Dissertasiyanın mövzusunə dair dərc olunmuş elmi işlərin siyahısı.

1. **R.A.İmamquluyev.** Memarlıq-dizayn layihələrində məkan seçimi məsələsinin həlli üçün qeyri-səlis məntiq aparatının tətbiqi yollari. Odlar Yurdu Universitetinin Elmi və Pedaqoji Xəbərləri, Bakı-2017, № 47, Səh. 30-34.
2. **R.A.İmamquluyev.** İnteryer Dizaynda Rənglərin Dürüst Alınması Üçün Qeyri-Səlis Məntiq Modelinin Tətbiqi. Odlar Yurdu Universitetinin Elmi və Pedaqoji Xəbərləri, Bakı-2019, № 52, Səh. 20-29.
3. **Rahib Aydın oğlu İmamquluyev.** Kompüter Dəstəkli Dizayn Proqramlarının Tədris Modelinin Qeyri Səlis Məntiq Əsasında Tətbiqi, “Azərbaycan və Türkiyə Universitetləri: təhsil, elm, texnologiya” I Beynəlxalq elmi-praktiki konfransı, Azərbaycan Texniki Universiteti, 18-20 dekabr 2019-cu il.
4. **R.A.Imamguluyev.** Application of computer aided design based on fuzzy logic models in architectural design areas, The Scientific and Pedagogical News of Odlar Yurdu University, Baku-2020, № 55, səh 5-13
5. **Rahib Imamguluyev.** Determination of Correct Lighting Based on Fuzzy Logic Model to Reduce Electricity in the Workplace, International Conference on Eurasian EconomiesAt: Baku, Azerbaijan, 2-4 September 2020
6. **Rahib Imamguluyev,** Application of Fuzzy Logic Model for Correct Lighting in Computer Aided Interior Design Areas, International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems, July 21-23, 2020, Istanbul Technical University, (Shpringer, Scopus).
7. **Ahmed Valiyev, Rahib Imamguluyev, Gahramanov Ilkin,** Application of Fuzzy Logic Model for Daylight Evaluation in Computer-Aided Interior Design Areas, 14th International conference on applications of fuzzy systems, soft computing and artificial intelligence tools , 27th - 28th August 2020, Budva – MONTENEGRO, (Shpringer, Web of Science).
8. **R.A.İmamquluyev,** İnteryer dizaynda otaqların düzgün işıqlandırılması və səmərəliliyi üçün qeyri səlis məntiq

modelinin tətbiqi, “Rəqəmsal iqtisadiyyat: müasir çağırışlar və real imkanlar” Beynəlxalq Konfransı, 13-14 fevral 2020, Baku-UNEC, Səh. 533-535.

9. **Rahib Imamguluyev**, Optimal solution based on fuzzy logic of light reflectance value in interior lighting, 12th International Scientific and Practical Internet Conference “Modern Movement of Science”, 02.04.2021, Dnipro, Ukraine.
10. **Rahib Imamguluyev**, Optimal solution of indoor lighting system based on fuzzy logic, 2. INTERNATIONAL BAKU SCIENTIFIC RESEARCHES CONFERENCE, 28- 30 April 2021 Baku, Azerbaijan, Odlar Yurdu University.
11. **Rahib Imamguluyev, N.Umarova**, Application of Fuzzy Logic Apparatus to Solve the Problem of Spatial Selection in Architectural-Design Projects, Lecture Notes in Networks and Systems, Springer, Switzerland 2021, Volume 307, p.842-848
12. **T. Abdullayev, R.Imamguluyev, N. Umarova**, Application of Fuzzy Logic Model for Optimal Solution of Light Reflection Value in Lighting Calculations, Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer, Switzerland 2021
13. **Rahib Imamguluyev**, Optimal solution of indoor lighting system based on fuzzy logic, International Baku Conference On Scientific Research 2021, p. 580-587.

Həmmüəlliflərlə birlikdə dərc olunmuş elmi məqalələrdə müəllifin şəxsi iştirakı:

[7, 11, 12] – Problemin təhlili, Alınan nəticələrin təhlili, Elmi araşdırmaların təhlili;

Dissertasiyanın müdafiəsi 28 yanvar 2022- ci il tarixində saat 13⁰⁰ Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəalliyət göstərən ED2.02 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1010, Bakı şəhəri, Azadlıq prospekti, 34.

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

Avtoreferat "12" dekabr 2021- ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 19.11.2021

Kağızın formatı: A5

Həcm: 43650

Tiraj: 100