

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

İxtisasın şifri və adı: 060509 Kompüter elmləri

İxtisaslaşmanın adı: İntellektual sistemlər

MÜHƏNDİS RİYAZİYYATI VƏ SÜNİ İNTELLEKT

kafedrasının magistrantı

Bəşirzadə Tural Vidadi oğlunun

**“TİKİNTİ MATERIALLARINA TƏLƏBATIN İNTELLEKTUAL
ANALİZİ METODUNUN İŞLƏNMƏSİ”**

mövzusunda

MAGİSTR DİSSERTASIYA İŞİ

Elmi rəhbər:

t.f.d., baş müəllim Q.M.Əliyev

BAKİ – 2023

MÜNDƏRİCAT	
GİRİŞ.....	3
I FƏSİL. TİKİNTİ SEKTORU. SÜNİ İNTELLEKTİN VƏ ANALİZ METODLARININ BU SEKTORDA ROLU.....	5
1.1 Tikinti sektoru və bu sektorda istifadə olunan texnologiyalar	5
1.2 Tikinti materialları və material seçiminin tikinti praktikasına təsiri.....	6
1.3 Süni intellekt və analiz metodlarının tikinti sektoruna təsiri.	12
II FƏSİL. TİKİNTİ MATERIALLARINA TƏLƏBATIN STATİSTİK VƏ QRAFİK ANALİZİ.....	15
2.1 Analiz metodunun işlənməsi layihəsi.	15
2.2 Tikinti materiallarına tələbatın intellektual analizi metodunun işlənməsi üçün istifadə olunan texnologiyalar və proqramın xarakteristikası	15
2.3 Verilənlər bazası ilə tanışlıq, verilənlər üzərində ilkin və statistik əməliyyatlar.	18
2.4 Verilənlərin qrafik analizi.....	21
III FƏSİL. MAŞIN ÖYRƏNMƏSİ MODELİNİN QURULMASI VƏ ANALİZİN VEB-PROQRAM ŞƏKLİNDƏ YAZILMASI	25
3.1 İntellektual analizin maşın öyrənməsi modelinin qurulması.....	25
3.2 Proqramın təsviri və vebdə qaldırılması.	28
NƏTİCƏ	38
İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT	39

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və əhəmiyyəti:

Qlobal infrastrukturun inkişafının təməli daşı olan tikinti sektoru transformativ dəyişikliyin astanasındadır. Bu transformasiya qabaqcıl texnologiyaların, xüsusilə də maşın öyrənməsi və süni intellektin ənənəvi tikinti proseslərinə inteqrasiyası ilə həyata keçirilir. Bu inteqrasiyanın böyük potensiala malik olduğu bir sahə tikinti xərclərinin proqnozlaşdırılmasıdır.

Tikinti materiallarına tələbatın intellektual təhlili üsulu tikinti materialları bazarının və ümumi tikintinin gedişatının təhlili üçün mühüm vasitədir. Bu üsul iqtisadi tendensiyalar, demoqrafik dəyişikliklər, tikinti məcəllələri və qaydalarındakı dəyişikliklər kimi tikinti materiallarına və tikinti şəraitinə təsir edən müxtəlif amillər haqqında məlumatların toplanmasını və təhlilini əhatə edir.

İntellektual təhlil metodu həm də bazardakı boşluqları, məsələn, müəyyən növ tikinti materiallarına ödənilməmiş tələbi və ya tədarük çatışmazlığı olan əraziləri müəyyən etməyə kömək edə bilər. Bu məlumat tədqiqat və inkişaf səylərini istiqamətləndirmək, həmçinin investisiya qərarlarını yönləndirmək üçün istifadə edilə bilər.

Tikinti materiallarına olan tələbatın intellektual təhlili metodu tikinti sənayesi ilə məşğul olan şirkət və təşkilatlar üçün dəyərli vasitədir. Bu üsul qiymət, mövcudluq və istehlakçı seçimləri kimi amillər də daxil olmaqla tikinti materiallarına tələbat haqqında məlumatları təhlil etmək üçün qabaqcıl analitika və süni intellekt üsullarından istifadə etməyi nəzərdə tutur.

Tikinti xərclərini dəqiq proqnozlaşdırmaq bacarığı layihənin planlaşdırılması və büdcəsi üçün çox vacibdir. Maşın öyrənmə modellərini tətbiq etməklə biz bu proqnozların dəqiqliyini təkmilləşdirə, daha yaxşı maliyyə planlaşdırmasına və potensial olaraq əhəmiyyətli xərclərə qənaət edə bilərik.

Tikinti materiallarına tələbatın intellektual təhlili metodunun inkişafı tikinti sahəsində bazarı başa düşmək və istehsal, paylama və investisiya haqqında əsaslandırılmış qərarlar qəbul etmək üçün dəyərli bir vasitə təqdim edir.

Dissertasiya işinin məqsədi tikinti layihəsinin idarə edilməsinin kritik aspekti olan tikinti xərclərinin və tikinti materiallarına olan tələbatın proqnozlaşdırılmasında maşın öyrənməsinin və analiz metodlarının tətbiqini araşdırmaq və nümayiş etdirməkdir. Bu məqsəd tikinti sektorunun mürəkkəbliyini və məsrəflərin çoxalmasının əhəmiyyətli təsirlərini nəzərə alaraq, tikinti sektorunda xərclərin daha dəqiq və səmərəli qiymətləndirilməsi metodlarına artan ehtiyacdən irəli gəlir.

I FƏSİL. TİKİNTİ SEKTORU. SÜNİ İNTELLEKTİN VƏ ANALİZ

METODLARININ BU SEKTORDA ROLU

1.1. Tikinti sektoru və bu sektorda istifadə olunan texnologiyalar

Tikinti sektoru binalar, yollar, körpülər, tunellər və digər infrastruktur layihələrin tikintisi, qorunması, saxlanılması və restovrasiyasını əhatə edən qlobal iqtisadiyyatın mühüm bir hissəsidir.

Tikinti layihələrini üç əsas növə bölmək olar: yaşayış, ticarət və sənaye. Yaşayış tikintisi evlərin, mənzillərin və digər yaşayış evlərinin tikintisinə aiddir, kommersiya tikintisi isə ofis binalarının, pərakəndə satış mağazalarının və digər kommersiya strukturlarının tikintisini əhatə edir. Sənaye tikintisi istehsal müəssisələrinin, neft emalı zavodlarının və digər sənaye obyektlərinin tikintisini nəzərdə tutur. Tikinti sektorunda memarlar, mühəndislər, tikinti menecerləri, dülgərlər, elektrikçilər, santexniklər və digər ixtisaslı iş adamları da daxil olmaqla geniş işçi heyəti çalışır. Sektor həmçinin polad, beton və taxta-şalban kimi tikinti materialları tədarükçülərinə etibar edir.

Tikinti sənayesi bu illər ərzində tikinti layihələrinin keyfiyyətini, səmərəliliyini və davamlılığını yaxşılaşdırmağa kömək edən materiallar və texnologiyalarda əhəmiyyətli irəliləyişlər əldə etdi. Tikintidə istifadə olunan ən ümumi texnologiya və materiallardan bəziləri bunlardır:

Bina Məlumat Modelləşdirməsi (BIM): BIM binaların dizaynı, planlaşdırılması və tikintisində istifadə olunan rəqəmsal modelləşdirmə vasitəsidir. O, memarlara və mühəndislərə layihəni inşa edilməzdən əvvəl vizuallaşdırmağa və təhlil etməyə kömək edir, səhvləri azaldır və səmərəliliyi artırır.

Prefabrikasiya: Prefabrikasiya bina komponentlərinin idarə olunan mühitdə yerindən kənar qurulmasını və sonra onların yerində yığılmasını nəzərdə tutur. O, keyfiyyət və təhlükəsizliyi artırarkən tikinti vaxtını və tullantıları azalda bilər.

Yaşıl materiallar: Yaşıl materiallar ekoloji cəhətdən təmiz və davamlı olanlardır. Nümunələrə təkrar emal edilmiş polad, bambuk və çətənə beton daxildir.

3D Çap: 3D çap ənənəvi tikinti üsullarından daha tez və effektiv şəkildə beton divarlar kimi bina komponentlərini yaratmaq üçün istifadə edilə bilər.

Günəş panelləri: Günəş panelləri binalar üçün bərpa olunan enerji yaratmaq üçün istifadə oluna bilər ki, bu da onların ənənəvi enerji mənbələrindən asılılığını azaldır.

Ağıllı Bina Sistemləri: Ağıllı bina sistemləri işıqlandırma, isitmə və soyutma kimi müxtəlif bina funksiyalarını izləmək və idarə etmək, enerji səmərəliliyini və sakinlərin rahatlığını artırmaq üçün sensorlar və digər texnologiyalardan istifadə edir.

Yüksək performanslı izolyasiya: Sprey köpük və sərt köpük kimi yüksək performanslı izolyasiya materialları enerji istehlakını əhəmiyyətli dərəcədə azalda və bina performansını yaxşılaşdırma bilər.

Ümumilikdə, bu və digər texnologiyalar və materiallar tikinti sənayesini dəyişdirməyə kömək edir, binaları daha səmərəli, dayanıqlı və qənaətcil edir.

1.2. Tikinti materialları və material seçiminin tikinti praktikasına təsiri.

Tikinti materialları bir binanın və ya quruluşun müvəffəqiyyətində və davamlılığında mühüm rol oynayır. Bu materiallar istənilən tikinti layihəsi üçün təməl, sabitlik və funksionallıq təmin edir. Tikinti materiallarının müxtəlif təsnifatlarını başa düşmək mühəndislər, memarlar və podratçılar üçün düzgün materialların müvafiq tətbiqlər üçün istifadə olunmasını təmin etmək üçün çox vacibdir. Bu yazıda biz tikinti materiallarının müxtəlif təsnifatlarını, onların xüsusiyyətlərini və tikinti layihələrində tətbiqlərini müzakirə edəcəyik. Tikinti materiallarının təsnifatı Tikinti materialları üç kateqoriyaya bölünə bilər: təbii, sintetik və kompozit materiallar.

Təbii materiallar.

Adından da görüldüyü kimi, minimal emal ilə birbaşa təbiətdən alınır. Onlar min illərdir tikintidə istifadə olunur və davamlı xüsusiyyətləri və estetik cəlbediciliyi səbəbindən populyar olmağa davam edir. İnşaatda ən çox istifadə edilən təbii materiallardan bəzilərini araşdıraraq.

Daş

Daş qədim zamanlardan tikinti materialı kimi istifadə edilmişdir. Güclü, davamlı və hava şəraitinə davamlıdır, bu da onu həm struktur, həm də dekorativ məqsədlər üçün uyğun edir. Tikintidə istifadə olunan bəzi ümumi daş növləri bunlardır:

- a. Qranit: Sərt, sıx magmatik qaya, qranit davamlılığı və hava şəraitinə qarşı müqaviməti ilə tanınır. Tez-tez tezgahlar, döşəmələr və xarici örtüklər üçün istifadə olunur.
- b. Əhəngdaşı: Əsasən kalsium karbonatdan ibarət olan çöküntü qaya, əhəngdaşı nisbətən yumşaqdır və kəsmək asandır, bu da onu oyma detallar, kaplamalar və divar örtüyü üçün məşhur seçim edir.
- c. Mərmər: Əhəng daşından əldə edilən metamorfik qaya, mərmər fərqli damarları və zərif görünüşü ilə qiymətləndirilir. Çox vaxt yüksək səviyyəli binalarda döşəmə, tezgahlar və dekorativ elementlər üçün istifadə olunur.
- d. Qumdaşı: Qum ölçülü mineral hissəciklərdən ibarət olan çöküntü qaya, qumdaşı ilə işləmək asandır və isti, təbii görünüşə malikdir. Xarici üzlük, səki və abadlıq üçün adətən istifadə olunur.

Taxta (taxta)

Taxta ağaclardan əldə edilən bərpa olunan və çox yönlü tikinti materialıdır. Fərqli ağac növləri müxtəlif xüsusiyyətlərə malikdir, bu da onları müxtəlif tətbiqlər üçün uyğun edir. Tikintidə taxtadan bəzi ümumi istifadələrə aşağıdakılar daxildir:

- a. Struktur çərçivə: Taxta gücü, elastikliyi və istifadəsi asanlıqı səbəbindən bina çərçivələrinin tikintisi üçün geniş istifadə olunur.
- b. Döşəmə: Palıd, ağcaqayın və qoz kimi sərt ağac döşəmələri təbii gözəlliyi və davamlılıqı ilə məşhurdur.
- c. Dam örtüyü: Hava şəraitinə davamlı xüsusiyyətləri və estetik cəlbediciliyi üçün sidr və ya digər çürüməyə davamlı ağaclardan hazırlanmış taxta şinlər və sarsıntılar istifadə olunur.

Gil və Palçıq

Gil və palçıq qədim sivilizasiyalara gedib çıxan ən qədim tikinti materiallarından ikisidir. Onlardan ilk növbədə kərpic, çiy və daş istehsalında istifadə olunur.

Kərpic: Gil və su qarışığından düzəldilmiş kərpiclər formalaşdırılır, qurudulur və sonra sobada yandırılır. Gücü, davamlılığı və istilik kütləsi ilə tanınırlar, bu da onları həm struktur, həm də qeyri-struktur tətbiqlər üçün uyğun edir.

Sintetik materiallar.

Sintetik materiallar neft, təbii qaz və minerallar kimi xammaldan istifadə etməklə sənaye prosesləri vasitəsilə istehsal olunur. Onlar davamlılığı, çox yönlüliyi və iqtisadi səmərəliliyi səbəbindən tikintidə getdikcə populyarlaşdılar. Tikinti sənayesində istifadə olunan bəzi ümumi sintetik materiallar bunlardır:

Sement

Sement beton və məhlulun əsas komponentidir, qarışığı sərtləşdirən və möhkəmləndirən bağlayıcı kimi xidmət edir. Ən çox yayılmış sement növü əhəngdaşı və gilin yüksək temperaturda qızdırılması və sonra əldə edilən klinkerin incə toz halına salınması ilə əldə edilən Portland sementidir. Sement müxtəlif tikinti tətbiqlərində möhkəmliyi, davamlılığı və çox yönlü olması ilə qiymətləndirilir.

Polad

Polad, müstəsna gücü, davamlılığı və korroziyaya qarşı müqaviməti ilə tanınan dəmir və karbon bir ərintidir. Müxtəlif formaları və istifadələri ilə müasir tikintidə mühüm rol oynayır:

a. Möhkəmləndirici çubuqlar (armaturlar): Bunlar beton konstruksiyaları gücləndirmək üçün istifadə olunur, gücləndirilmiş dartılma gücü və çatlamağa qarşı müqavimət təmin edir.

b. Struktur polad: şüalar, sütunlar və digər struktur elementlər şəklində istifadə edilən polad, göydələnlər və körpülər kimi bir çox irimiqyaslı tikinti layihələrinin əsasını təşkil edir.

c. Polad örtük: Oluklu polad təbəqələr döşəmələrdə və damlarda beton plitələri dəstəkləmək üçün döşəmə forması kimi istifadə olunur.

d. Polad çərçivə: Polad çərçivə sistemləri daha çox güc, yanğına davamlılıq və termit müqaviməti təklif edərək ənənəvi taxta çərçivəyə alternativ olaraq istifadə olunur.

Plastik

Plastiklər davamlılıq, korroziyaya davamlılıq və aşağı çəki kimi tikintidə bir sıra üstünlüklər təklif edən sintetik polimerlərdir. Tikintidə istifadə olunan bəzi ümumi plastik materiallar bunlardır:

a. Polivinilxlorid (PVC): PVC kimyəvi maddələrə və korroziyaya davamlılığına görə borular, santexnika qurğuları və elektrik boruları üçün geniş istifadə olunur.

b. Polistirol: Genişlənmiş polistirol (EPS) və ekstrüde polistirol (XPS) əla istilik performansına və nəmə davamlılıq təklif edən izolyasiya materialları kimi istifadə olunur.

c. Polietilen: Yüksək sıxlıqlı polietilen (HDPE) borular və geomembranlar üçün, aşağı sıxlıqlı polietilen (LDPE) isə buxar maneələri və çevik örtüklər üçün istifadə olunur.

d. Polikarbonat: Bu şəffaf plastik material yüksək təsir müqaviməti və işıq ötürmə xüsusiyyətlərinə görə dam örtükləri, pəncərə şüşələri və qoruyucu maneələr üçün istifadə olunur.

Şüşə

Şüşə qum, soda külü və əhəng daşının yüksək temperaturda əridilməsi nəticəsində əldə edilən kristal olmayan materialdır. Pəncərələr, qapılar və arakəsmə divarları üçün tikintidə geniş istifadə olunur, şəffaflıq, izolyasiya və estetik cəlbedicilik təklif edir. Temperli şüşə, laminat şüşə və izolyasiya edilmiş şüşə bölmələri (IGU) kimi müxtəlif xüsusiyyətlərə malik müxtəlif şüşə növləri var.

Gips

Gips, gips kartonunda (həmçinin alçıpan və ya alçıpan kimi tanınır) əsas komponent kimi istifadə olunan yumşaq sulfat mineralıdır. Gips plitəsi yüngül, yanğına davamlıdır və quraşdırmaq asandır, bu da onu daxili divarlar və tavanlar üçün məşhur seçim edir.

Gips tozunun su ilə qarışdırılması ilə hazırlanan gips, divar və tavanlar üçün bitirmə materialı kimi də istifadə olunur.

Qarışıq tərkibli (kompozit) materiallar.

Kompozit materiallar iki və ya daha çox müxtəlif materialı birləşdirərək təkmilləşdirilmiş xüsusiyyətlərə malik yeni bir material yaratmaqla yaradılır. Onlar zəif tərəflərini kompensasiya edərkən, tərkib materiallarının güclü tərəflərindən istifadə etmək üçün hazırlanmışdır. Tikintidə, kompozit materiallar təkmilləşdirilmiş güc, davamlılıq və yüngül xüsusiyyətlər kimi bir sıra üstünlüklər təklif edir. Tikinti sənayesində istifadə olunan bəzi ümumi kompozit materiallar bunlardır:

Beton

Beton sement, aqreqlər (qum və çınqıl və ya çınqıl) və suyun birləşməsindən hazırlanmış kompozit materialdır. Çox yönlüliyinə, möhkəmliyinə və davamlılığına görə ən çox istifadə edilən tikinti materiallarından biridir. Betonun bəzi əsas xüsusiyyətləri və tətbiqləri bunlardır:

- a. Dəmir-beton: Dəmir-beton beton matrisinə polad möhkəmləndirici çubuqları (armaturları) yerləşdirməklə, betonun yüksək sıxılma müqavimətini poladın dartılma müqaviməti ilə birləşdirərək onu tirlər, sütunlar və plitələr kimi struktur tətbiqləri üçün uyğun edir.
- b. Prefabrik beton: Divarlar, döşəmələr və pilləkənlər kimi beton komponentlər idarə olunan mühitdə yığıla və tikinti sahəsinə daşına bilər ki, bu da təkmilləşdirilmiş keyfiyyətə nəzarət və iş yerini azaldıb.
- c. Yüksək performanslı beton: Qabaqcıl əlavələr və qarışıq dizaynları təkmilləşdirilmiş möhkəmliyə, dayanıqlığa və digər xüsusi xüsusiyyətlərə malik yüksək məhsuldar beton yaratmaq üçün istifadə edilə bilər, məsələn, özünü birləşdirən və ya çox yüksək möhkəmliyə malik beton.

Tikintidə istifadə olunan materialların keyfiyyəti bir neçə səbəbə görə vacibdir: Təhlükəsizlik: Yüksək keyfiyyətli tikinti materiallarından istifadə etməyin ən vacib səbəbi təhlükəsizlikdir. Tikintidə istifadə olunan materialların keyfiyyəti binanın

struktur bütövlüyünə təsir göstərə bilər. Qeyri-standart materiallardan istifadə binanın çökməsi kimi nasazlıqlara səbəb ola bilər ki, bu da yaralanma və ya insan itkisi ilə nəticələnə bilər.

Davamlılıq: Yüksək keyfiyyətli materiallar adətən daha davamlıdır və zamanla istifadənin sərtliyinə tab gətirə bilər. Bu o deməkdir ki, bina aşınmaya, aşınmaya və digər ətraf mühit amillərinə daha davamlı olacaq. Yüksək keyfiyyətli materiallardan istifadə etməklə tikilmiş binanın daha uzun ömür sürməsi ehtimal olunur və ömrü boyu daha az təmir və texniki xidmət tələb olunur. **Estetik:** Yüksək keyfiyyətli materiallar binanın vizual cəlbediciliyini artırmağa bilər. Bu, yaşayış və ya kommersiya obyektləri kimi estetik baxımdan xoş görünməsi nəzərdə tutulan binalar üçün xüsusilə vacibdir. Yüksək keyfiyyətli materiallardan istifadə daha cəlbedici və təsirli bir görünüş yaratmağa kömək edə bilər.

Dəyər: Yüksək keyfiyyətli materiallardan istifadə edilən bina, keyfiyyətsiz materiallardan istifadə edilən binadan daha yüksək dəyərə malik ola bilər. Bunun səbəbi yüksək keyfiyyətli materialların adətən daha baha olması və artan dəyərin əmlakın dəyərində əks olunmasıdır.

Etibarlılıq: Tikinti materiallarının keyfiyyəti binanın ətraf mühitə təsirinə təsir göstərə bilər. Yüksək keyfiyyətli materiallar adətən daha davamlıdır, çünki onlar tez-tez təkrar emal edilmiş və ya bərpa olunan mənbələrdən hazırlanır və daha uzun müddət xidmət etmək üçün nəzərdə tutulub.

Tikinti materiallarının seçilməsi tikinti layihələrində istifadə olunan metod və texnikalara birbaşa və əhəmiyyətli təsir göstərir. Fərqli materiallar müxtəlif emal, quraşdırma və texniki xidmət prosedurlarını tələb edir və bununla da ümumi tikinti prosesinə təsir göstərir. Məsələn, prefabrik betonun istifadəsi ənənəvi tökmə betonla müqayisədə tikintiyə tamamilə fərqli yanaşma tələb edəcəkdir. Bundan əlavə, material seçimi tikinti işçilərindən tələb olunan təcrübə səviyyəsinə də təsir edərək, əmək xərclərinə və təlim ehtiyaclarına təsir göstərir.

Tikinti materialları layihənin ümumi dəyərinin əsas hissəsini təşkil edir, material qiymətlərindəki dəyişikliklər potensial olaraq layihənin büdcəsində əhəmiyyətli dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Bundan əlavə, materialların seçimi də layihənin müddətinə təsir göstərə bilər. Məsələn, prefabrik elementlərdən istifadə tikinti vaxtını azalda bilər, lakin daha mürəkkəb logistik planlaşdırma tələb edə bilər. Əlavə olaraq, materialların seçimi tikilmiş aktivin istismar müddəti ərzində texniki xidmət, təmir və ya dəyişdirmə ilə bağlı xərclər kimi digər xərclərə təsir göstərə bilər. Buna görə də, tikinti materiallarının dərinədən başa düşülməsi layihənin effektiv hesablanması və planlaşdırılması üçün çox vacibdir.

1.3. Süni intellekt və analiz metodlarının tikinti sektoruna təsiri.

Son illərdə ənənəvi olaraq rəqəmsal innovasiyaları qəbul etməkdə geridə qalmış hesab edilən tikinti sektoru süni intellekt (AI) və mürəkkəb data təhlili metodları kimi texnologiyaların sürətli inkişafı nəticəsində əhəmiyyətli bir transformasiya yaşayır. Bu texnologiyalar binaları dizayn, planlaşdırma və tikinti üsulumuzu yenidən formalaşdıraraq, səmərəliliyin, təhlükəsizliyin və davamlılığın yeni dövrünü açır.

Süni intellekt (AI) və maşın öyrənməsi (ML), AI-nin alt qrupları tikinti sektorunda oyunu dəyişdirən elementlər kimi ortaya çıxdı. Onlar binaların layihələndirilməsi, layihələrin idarə edilməsi, strukturların saxlanması və hətta şəhərlərin planlaşdırılması kimi mürəkkəb vəzifələrə yanaşma tərzimizi kökündən dəyişdirirlər.

İnşaatda süni intellektin ən əhəmiyyətli üstünlüklərindən biri səmərəliliyin artırılmasıdır. Süni intellektlə işləyən proqram material sifarişi, planlaşdırma və keyfiyyətə nəzarət kimi gündəlik işləri avtomatlaşdırma bilər ki, bu da insan işçilərinin diqqətini daha mürəkkəb və yaradıcı işlərə yönəltməsinə imkan verir. Məsələn, maşın öyrənmə alqoritmləri optimal tikinti cədvəllərini proqnozlaşdırmaq, gecikmələri azaltmaq və layihənin çatdırılma müddətlərini yaxşılaşdırmaq üçün keçmiş layihə məlumatlarını təhlil edə bilər.

Süni intellekt həmçinin proqnozlaşdırıcı analitika vasitəsilə qərar qəbuletmə proseslərini təkmilləşdirə bilər. Layihənin vaxt qrafikləri, xərc məlumatları və hava şəraiti kimi xarici amillər də daxil olmaqla geniş çeşidli məlumatları təhlil edərək, AI potensial layihə risklərini proqnozlaşdırma və təsirin azaldılması strategiyalarını təklif edə bilər. Bu qabiliyyət daha dəqiq tenderə, daha az israfə və daha az xərclərə səbəb ola bilər.

Tikinti sektorunda süni intellekt və təhlil metodlarından istifadə təhlükəsizlik sahəsində də əhəmiyyətli təkmilləşdirmələrə səbəb ola bilər. Süni intellektə əsaslanan kompüter görmə qabiliyyətindən istifadə edərək, indi tikinti sahələri potensial təhlükələr üçün real vaxt rejimində izlənilə bilər. Süni intellektlə təchiz edilmiş dronlar saytları skan edə və təhlil edə, lazımi təhlükəsizlik avadanlığı taxmayan işçilər və ya təhlükəli avadanlıqların istismarı kimi təhlükəsizlik məsələlərini müəyyən edə və bununla da qəza nisbətələrini azalda bilər.

Süni intellektlə işləyən geyilən qurğular həyati əlamətlər və yorğunluq səviyyələri haqqında real vaxt məlumatları təqdim edərək işçilərin sağlamlığına nəzarət edə bilər. Bu, işçilərin sağlam və məhsuldar qalmasını təmin edərək, həddindən artıq iş və təhlükəli sağlamlıq şəraiti səbəbindən qəzaların qarşısını almağa kömək edə bilər.

Süni intellekt və məlumat təhlilinin tikintiyə başqa bir dərin təsiri davamlılığı təşviq etməkdir. Süni intellekt resurslardan istifadəni optimallaşdırma, tullantıları azalda və tikintini daha ekoloji cəhətdən təmiz edə bilər. O, daha dayanıqlı strukturlar yaratmaq üçün enerji istifadəsi və materialın səmərəliliyi kimi bina dizaynının müxtəlif aspektlərini təhlil edə bilər. Bu, daha yaşıl gələcəyə töhfə verməklə tikinti sənayesinin ətraf mühitə təsirini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq potensialına malikdir.

Bundan əlavə, süni intellekt qabaqcıl materialların və tikinti üsullarının istifadəsini asanlaşdırma bilər. O, bərpa olunan mənbələrdən istifadə edən, günəş panelləri kimi yaşıl texnologiyalardan istifadə edən və 3D çap kimi qabaqcıl tikinti texnikalarından istifadə edən binaların layihələndirilməsində kömək edə bilər, daha davamlı və səmərəli binaların yaradılmasına töhfə verə bilər.

Süni intellektin və məlumatların təhlilinin tikinti sənayesinə təsiri transformativdir. Səmərəliliyi artırmaq, təhlükəsizliyi artırmaq və davamlılığını təşviq etməklə bu texnologiyalar sektoru yenidən müəyyənləşdirir. Yeni texnologiyaların tətbiqi ilə bağlı çətinliklərə baxmayaraq, onların təklif etdiyi potensial faydalar onları tikinti sənayesinin gələcəyinin əvəzsiz hissəsinə çevirir. Süni intellekt inkişaf etməyə davam etdikcə, tikinti sənayesi rəqabətə davamlı qalmaq və daha təhlükəsiz, daha səmərəli və daha dayanıqlı binalara artan tələbi ödəmək üçün addım atmalıdır.

II FƏSİL. TİKİNTİ MATERIALLARINA TƏLƏBATIN STATİSTİK VƏ QRAFİK ANALİZİ

2.1. Analiz metodunun işlənməsi layihəsi.

Layihənin planı: əlimizdə olan dörd əsas tikinti materialına görə (sement, armatur, kərpic, qum) ümumi tikintinin məbləğini təxmin edən və ümumi tikintinin məbləğinə görə dörd tikinti materialının həmin tikintidə nə qədər əhəmiyyətli olduğunu göstərməkdir. Təbii ki, tikinti materiallarının sayı artırıla bilər.

Verilənlər bazasında bundan əlavə tikinti layihələri (tikintinin hansı zonada aparılmasını bilmək üçün) və tikintinin hansı növdə (yaşayış massivi, körpü-yol, ağıllı kənd) sütunu da olacaq ki, hansı materialın tələbatının hansı regionda və hansı tikinti proyektinə görə dəyişdiyini analiz etmək mümkün olsun.

Verilənlər bazasında bundan əlavə hər 10 günə görə hansı bölgədə neçə ədəd tikinti proyektini başladığı qeyd olunacaq ki, analizdə hansı bölgənin daha çox tikinti materialına ehtiyacı olduğu və daha zəngin infrastruktura malik bölgə olduğu müəyyənləşdirilə bilsin.

2.2. Tikinti materiallarına tələbatın intellektual analizi metodunun işlənməsi üçün istifadə olunan texnologiyalar və proqramın xarakteristikası

Bu bölmədə veb-səhifənin yaradılması üçün istifadə olunan texnologiyalar və kitabxanalardan danışacağıq.

SQL:

SQL-in əsas məqsədi verilənləri sorğulamaq, daxil etmək, yeniləmək və silmək, həmçinin verilənlər bazası strukturlarını idarə etməkdir. O, əlaqə cəbri konsepsiyası ətrafında qurulmuşdur və istifadəçilərə onların əldə edilməsi üçün xüsusi proseduru təfərrüatlandırmaq əvəzinə, istədikləri məlumatları təsvir etməyə imkan verir.

İllər ərzində çoxsaylı proqramlaşdırma dillərinin və verilənlər bazası idarəetmə sistemlərinin yaranmasına baxmayaraq, SQL məlumat analitikləri, məlumat alimləri və tez-tez verilənlər bazası ilə işləyən hər kəs üçün həyati bacarıq olaraq qalır. Güclü

sorğu imkanları ilə birlikdə böyük həcmdə məlumatı səmərəli şəkildə idarə etmək qabiliyyəti müasir dataya əsaslanan dünyada onun aktuallığını təmin edir.

Python:

Python sadəliyi və sürətli olması sayəsində bütün dünyada proqramçılar arasında populyarlıq qazanmış yüksək səviyyəli proqramlaşdırma dilidir. Dil Guido van Rossum tərəfindən yaradılıb və ilk dəfə 1991-ci ildə buraxılıb. Hal-hazırda Python ən populyar proqramlaşdırma dillərindən biridir və data elmində, maşın öyrənməsində, veb-proqramlaşdırmada, avtomatlaşdırmada və s. geniş istifadə olunur. Diplom işində də onun pandas, numpy, sklearn, streamlit və s. kitabxanalarından istifadə olunub.

Data elmi və maşın öyrənməsi sahələrində Python tez-tez seçilən dildir. Bu, “Python”un verilənlərin manipulyasiyası üçün NumPy, pandas və SciPy və maşın öyrənməsi üçün TensorFlow, PyTorch və scikit-learn kimi təklif etdiyi elmi kitabxanaların və çərçivələrin bolluğu ilə bağlıdır.

Nəticə olaraq, Python oxunaqlılığı və səmərəliliyi vurğulayan çox yönlü, yüksək səviyyəli proqramlaşdırma dilidir. O, veb və proqram təminatının hazırlanmasından süni intellektə qədər bir çox sahədə istifadə olunur və “Python” kodlaşdırma ilə maraqlanan hər kəs üçün öyrənmək üçün səmərəli dil edir.

Pandas:

Pandas Python proqramlaşdırma dili üçün güclü açıq mənbəli verilənlərin manipulyasiyası və təhlili kitabxanasıdır. O, 2008-ci ildə Wes McKinney tərəfindən Python-da məlumatları manipulyasiya edə və təhlil edə bilən çevik alət təmin etmək məqsədi ilə yaradılmışdır.

Pandas kitabxanasının mərkəzində iki əsas məlumat strukturu var - Seriya və DataFrame. Seriya istənilən məlumat növünü saxlaya bilən birölçülü etiketli massivdir, DataFrame isə elektron cədvəl, SQL cədvəlinə və ya Seriya obyektlərinin lüğətinə bənzər, potensial olaraq fərqli sütun növləri olan ikiölçülü etiketli məlumat strukturudur.

Pandas verilənlərin manipulyasiyası üçün geniş çeşidli funksiyalar təqdim edir. Buraya çatışmayan məlumatların idarə edilməsi, məlumat dəstlərinin birləşdirilməsi və qoşulması, məlumat çərçivələrinin yenidən formalaşdırılması və fırlanması, məlumatların asan axtarışı üçün indeksləşdirmə daxildir.

NumPy:

Python-da elmi hesablamalar üçün fundamental paketdir. İlk dəfə 2006-cı ildə Travis Oliphant tərəfindən buraxıldı və o vaxtdan elmi və məlumatların təhlili icmalarında geniş istifadə olunan açıq mənbəli layihədir.

NumPy-nin əsas funksionallığı onun “ndarray” obyektini və ya n-ölçülü massivdir ki, bu da homogen məlumatların çevik, səmərəli çoxölçülü konteyneridir. Python listlərindən fərqli olaraq, NumPy massivindəki bütün elementlər eyni tiptədir, adətən ədədlərdir, bu da daha səmərəli saxlama və icraya səbəb olur.

NumPy ədədi hesablamalar üçün Python-da vacib bir paketdir. Onun güclü məlumat strukturları, səmərəli riyazi əməliyyatları yerinə yetirmək qabiliyyəti ilə yanaşı, onu elmi hesablamalar üçün kritik alətə və məlumat alimləri, tədqiqatçılar, mühəndislər və Python-da ədədi məlumatlarla məşğul olan hər kəs üçün əvəzolunmaz kitabxanaya çevirir.

Streamlit:

Streamlit, tərtibatçılara tez və asanlıqla interaktiv veb proqramlar yaratmağa imkan verən açıq mənbəli Python kitabxanasıdır. O, 2018-ci ildə Adrien Treuille, Thiago Teixeira və Amanda Kelly tərəfindən maşın öyrənmə vasitələrinin və məlumatların vizuallaşdırılması tətbiqlərinin qurulması prosesini sadələşdirmək məqsədi ilə təqdim edilmişdir.

Streamlit-in fəlsəfəsi onun ətrafında işləməkdənsə, Python skriptini qəbul etməkdir. Bu, tətbiqin tərtibatı və interaktivliyinin tez-tez ayrıca domenə xas dildə müəyyən edildiyi digər veb proqram çərçivələrindən fərqlidir. Streamlit ilə tərtibatçılar JavaScript, HTML və ya CSS-ə ehtiyac olmadan tamamilə Python-da interaktiv veb proqramlar qura bilirlər.

Streamlit proqramlarının yerləşdirilməsi sadədir, Streamlit-in öz hosting platforması, Streamlit Paylaşımı, eləcə də Heroku kimi digər məşhur platformalar da daxil olmaqla bir neçə variant mövcuddur.

Nəticə olaraq, Streamlit Python tərtibatçılarına minimal səylə interaktiv, məlumat mərkəzli veb proqramlar qurmağa və yerləşdirməyə imkan verən güclü bir vasitədir. Onun sadəliyi və effektivliyi onu işlərini bölüşmək, fikirlər toplamaq və ya verilənlərə əsaslanan alətlər yaratmaq istəyən məlumat alimləri və maşın öyrənmə mühəndisləri arasında populyar seçimə çevirdi.

2.3. Verilənlər bazası ilə tanışlıq, verilənlər üzərində ilkin və statistik əməliyyatlar.

```
import pandas as pd
import numpy as np

data=pd.read_csv("construction_data.csv")
df=data.copy()
df.head()
```

✓ 0.0s Python

	Date	Region	Construction_Project_Type	Number_of_Projects	Total_Project_Cost	Sement	Armatür	Kərpiç	Qum
0	2021-01-01	Füzuli	Körpü-yol	5	260645	19571	34905	45034	12163
1	2021-01-11	Zəngilan	Yaşayış massivi	4	301732	41412	26762	10063	44264
2	2021-01-21	Zəngilan	Körpü-yol	2	164626	38449	38111	43833	28878
3	2021-01-31	Ağdam	Körpü-yol	2	162322	41201	36063	22493	12609
4	2021-02-10	Kəlbəcər	Körpü-yol	7	579656	40272	35999	24225	47532

Şəkil 1. Datasetin yüklənməsi və verilənlər bazasına ilkin baxış

İlkin olaraq pandas və numpy kitabxanaları daxil edilir. Pandasın read.csv metodu ilə dataset yüklənir. df.head() metodu ilə datasetin düzgün formada yüklənməsi yoxlanılır və datasetə ilkin baxış olunur.

```
df.info()
```

✓ 0.1s Python

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 500 entries, 0 to 499
Data columns (total 9 columns):
#   Column                                Non-Null Count  Dtype
---  ---                                ---
0   Date                                  500 non-null    object
1   Region                                500 non-null    object
2   Construction_Project_Type            500 non-null    object
3   Number_of_Projects                  500 non-null    int64
4   Total_Project_Cost                  500 non-null    int64
5   Sement                               500 non-null    int64
6   Armatür                              500 non-null    int64
7   Kərpiç                               500 non-null    int64
8   Qum                                  500 non-null    int64
dtypes: int64(6), object(3)
```

Şəkil 2. Verilənlər bazası haqqında ümumi informasiya

Datasetdə 6 ədəd rəqəmsal və 3 ədəd obyekt tipli sütun var. Sütunlar aşağıdakı kimi təsnifatlaşdırılıb:

“Date” – tarixlər qeyd olunub.

“Region” – bu sütunda tikintilərin olduğu bölgələr qeyd olunub. Bu sütunda 5 ədəd fərqli bölgələr var: Füzuli, Ağdam,

“Construction_Project_Type” – Tikinti layihələrinin növləri qeyd olunub. Bu sütunda 3 ədəd fərqli layihə növü var: yaşayış massivi, körpü-yol, ağıllı kənd.

“Number_of_Projects” – Başlayan layihələrin sayı.

“Total_Project_Cost” – Layihənin ümumi məbləği.

“Sement” – Sement üçün xərclənən məbləğ.

“Armatür” – Armatür üçün xərclənən məbləğ.

“Kərpic” – Kərpic üçün xərclənən məbləğ.

“Qum” – Qum üçün xərclənən məbləğ.

```
# Count of Null values
df.isnull().sum()
✓ 0.1s Python

Date      0
Region    0
Construction_Project_Type  0
Number_of_Projects  0
Total_Project_Cost  0
Sement    0
Armatür   0
Kərpic    0
Qum       0
dtype: int64

# Count of Duplicates
df.duplicated().sum()
✓ 0.1s Python Python

0
```

Şəkil 3. İtirilmiş və duplikat məlumatlar

Şəkil 3-də itirilmiş məlumatların olub olmaması və duplikatların olub-olmaması araşdırılır.

```

df.nunique()
✓ 0.0s Python
Date          500
Region         5
Construction_Project_Type 3
Number_of_Projects 7
Total_Project_Cost 500
Sement        494
Armatür       497
Kərpiç        499
Qum           497
dtype: int64

print(df["Region"].unique())
print(df["Construction_Project_Type"].unique())
✓ 0.0s Python
['Füzuli' 'Zəngilan' 'Ağdam' 'Kəlbəcər' 'Laçın']
['Körpü-yol' 'Yaşayış massivi' 'Ağıllı kənd']

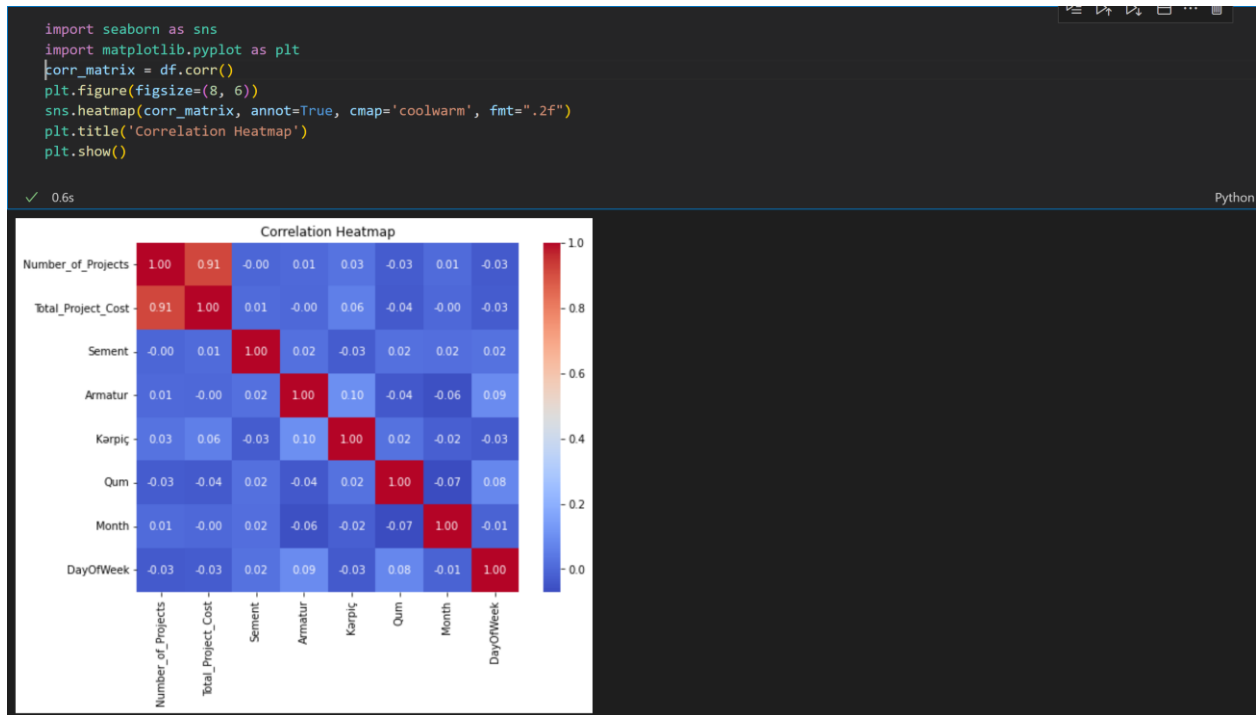
```

Şəkil 4. Unikal verilənlər

Hər bir sütunda neçə ədəd unikal məlumatın olması araşdırılır (Şəkil 4). Göründüyü kimi 500 verilən 5 fərqli bölgəyə və 3 fərqli tikinti proyektinə görə bölünüb.

Bölgələr: Füzuli, Zəngilan, Ağdam, Kəlbəcər və Laçındır.

Tikinti projekləri: Körpü-yol, yaşayış massivi və ağıllı kənd layihələridir.

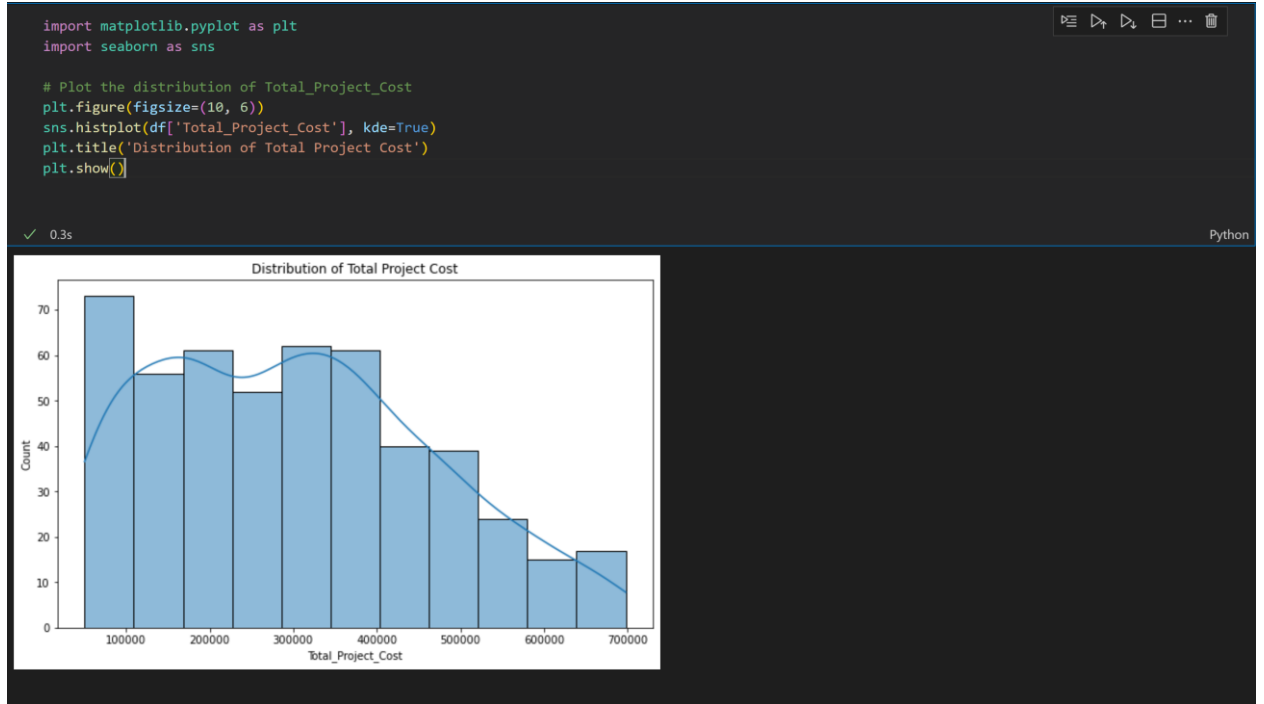


Şəkil 5. Verilənlər arasındakı korrelyasiya əmsalları.

Şəkildən göründüyü kimi sadəcə proyektin sayı ilə onun ümumi dəyəri arasında müsbət istiqamətli (0.91) korrelyasiya var. Bu da o deməkdir ki, bölgədə proyektin sayı nə qədər çox olarsa təbii ki, proyektin ümumi dəyəri də bir o qədər artar.

2.4. Verilənlərin qrafik analizi

“Python”un “matplotlib” və “seaborn” kimi kitabxanaları imkan verir ki, verilənlər, xüsusilə tikinti materiallarının qrafiki analizi üçün bir neçə diaqram qura bilək.



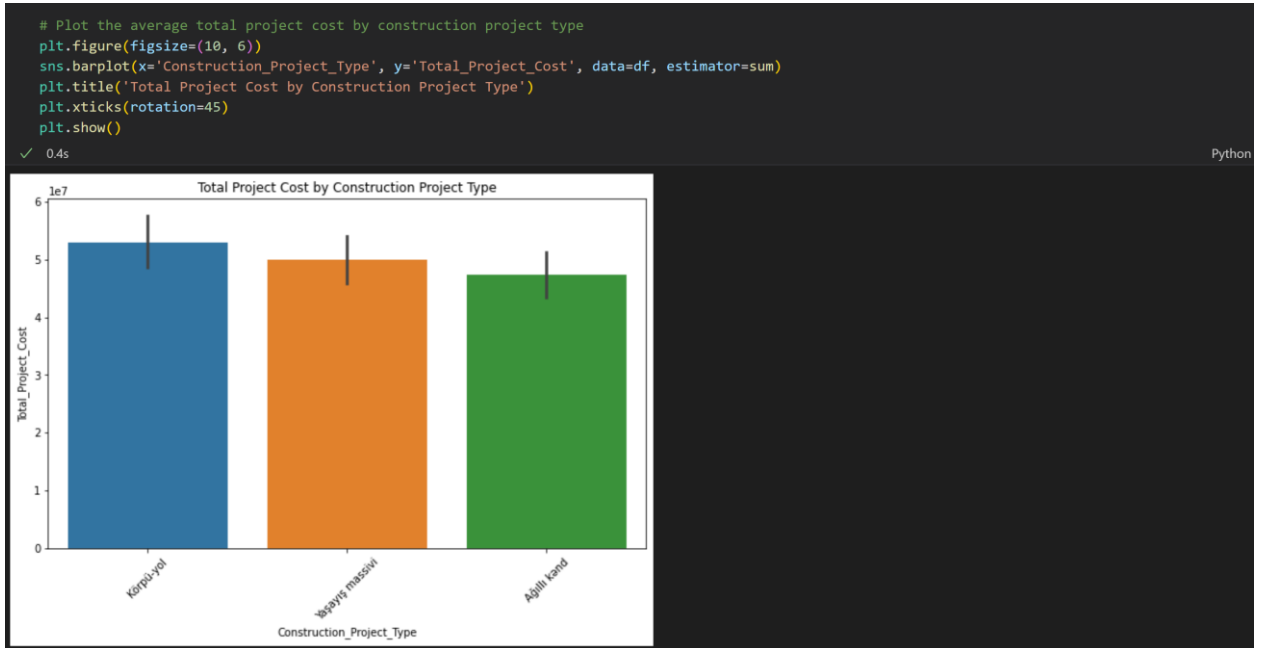
Şəkil 6. Projətlərin sayına görə projətin ümumi qiymətinin paylanması

Bu histoqram datasetdəki ümumi layihə xərclərinin paylanmasını göstərir. X oxu ümumi layihə dəyərini, y oxu isə hər bir xərcin tezliyini əks etdirir. Histoqramdakı hər bir çubuq müəyyən xərclər diapazonuna daxil olan məlumat nöqtələrinin sayını təmsil edir. Müşahidə edirik ki, layihənin məbləği artdıqca sayı azalır. Daha çox layihə 100000-400000 AZN arasında baş tutur (şəkil 6).



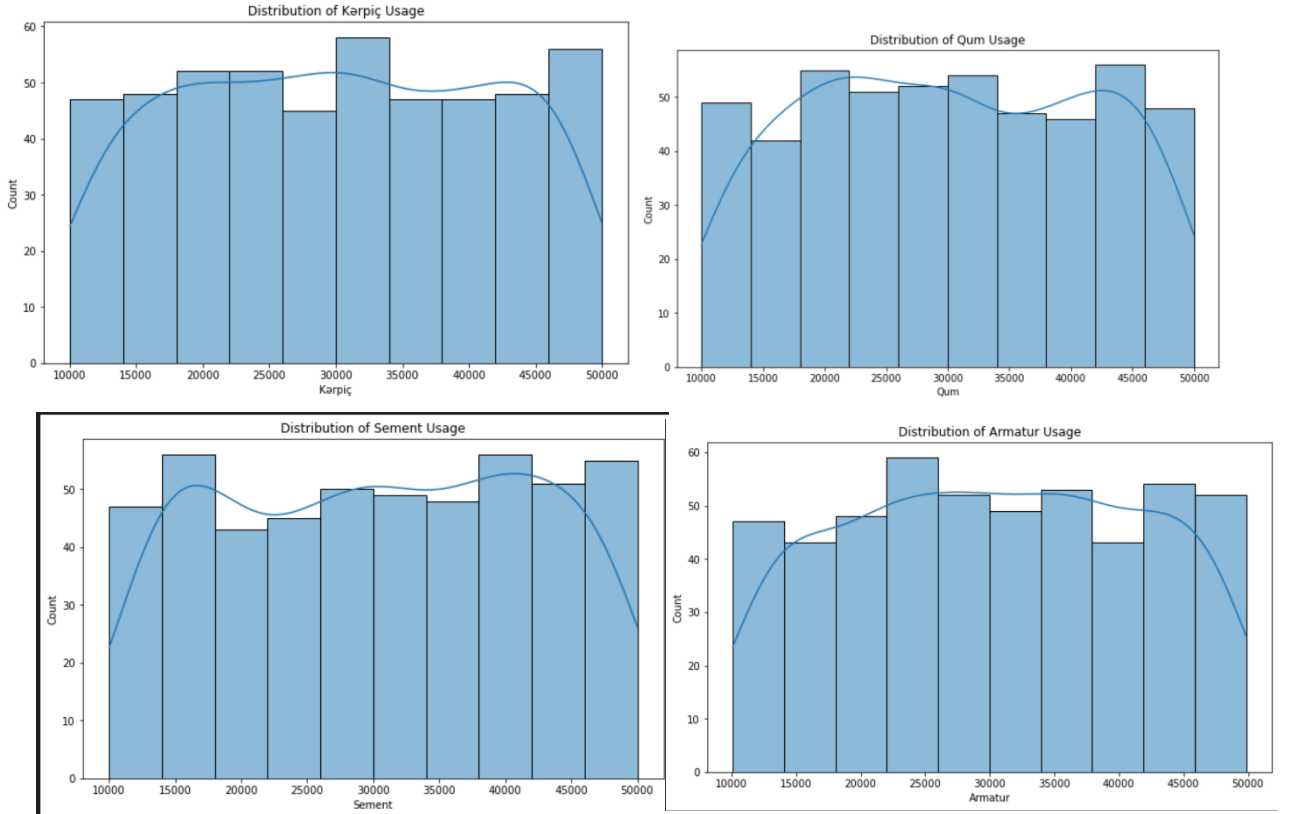
Şəkil 7. Bölgələrə görə layihələrin sayı

Müşahidə edirik ki, layihələrin sayı hər bir bölgə üçün yaxındır. Ən az Zəngilan rayonunda, ən çox isə Ağdam rayonunda layihə həyata keçirilmişdir (şəkil 7).



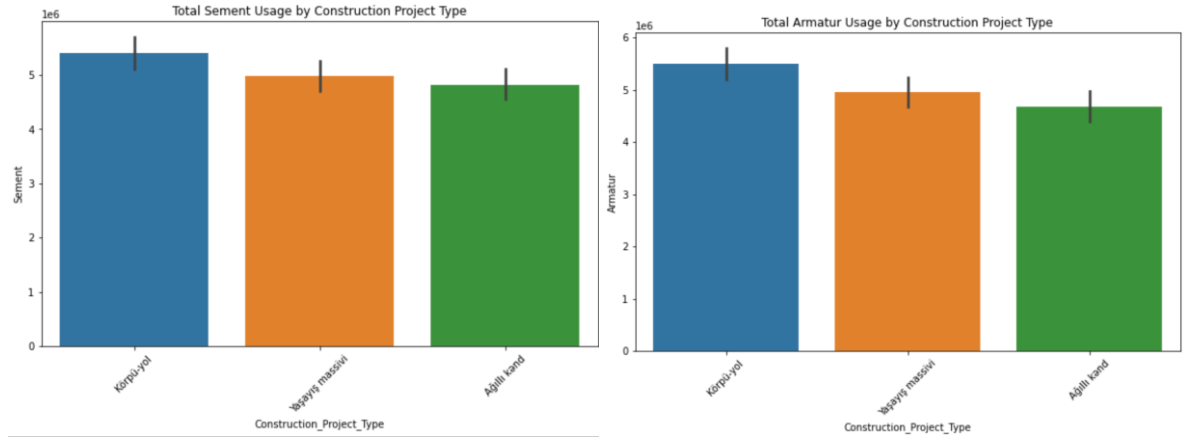
Şəkil 8. Proyeğin tipinə görə ümumi qiyməti.

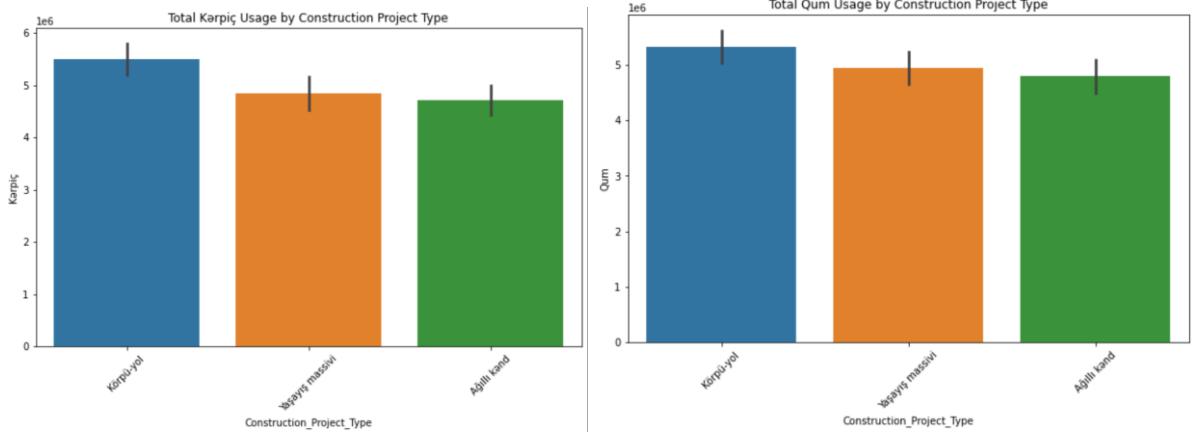
Körpü-yol layihələri daha bahalı, “ağillı kənd” layihələri isə daha ucuz layihədir (şəkil 8).



Şəkil 9. Tikinti materiallarının paylanması

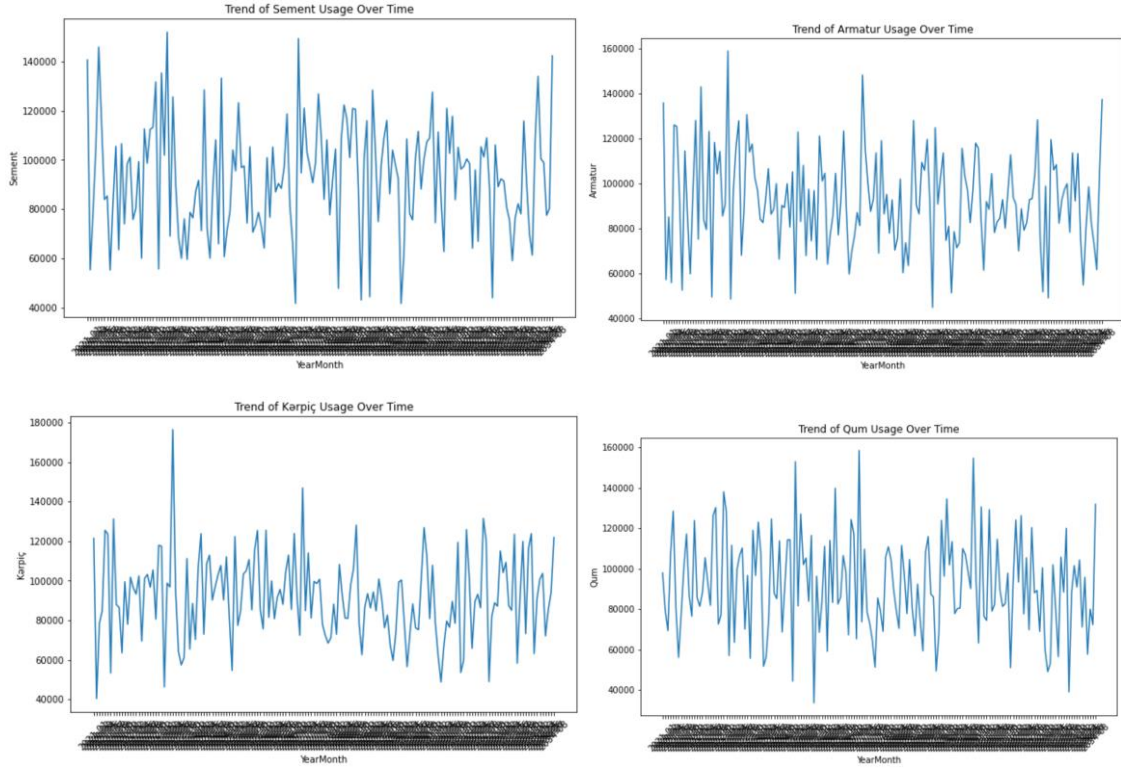
Şəkil 9-da hər bir tikinti materialının işlənməsinin ümumi paylanması göstərilmişdir. Diaqramlardan görünür ki, bütün materiallar təxmini eyni sabit paylanmaya malikdir.





Şəkil 10. Hər bir tikinti materialının proyektin tipinə görə istifadəsi

Diqramda tikinti layihəsinin tipinə görə nə qədər materialın sərf olunduğu qeyd olunub (şəkil 10). Diqramlardan görünür ki, hər bir material körpü-yol layihələrində daha çox istifadə edilib.



Şəkil 11. Hər bir tikinti materiallarının trend analizi

Bu süjet müəyyən bir tikinti materialının istifadəsinin zamanla necə dəyişdiyini vizual şəkildə təqdim edir, bu da məlumatlarda meylləri və ya nümunələri müəyyən etmək üçün faydalı ola bilər (şəkil 11).

III FƏSİL. MAŞIN ÖYRƏNMƏSİ MODELİNİN QURULMASI VƏ ANALİZİN VEB-PROQRAM ŞƏKLİNDƏ YAZILMASI

Veb-proqramın məqsədi: tikinti materiallarının hər biri üçün ümumi dəyəri (sement, armatur, kərpic, qum), bölgəni və tikinti layihəsinin növünü istifadəçi daxil etdikdən sonra model tikintinin ümumi dəyərinin təxminən nə qədər olacağını təxmin edir. İkinci məsələ kimi isə, tikinti materiallarının hər birinə görə analiz məqsədilə interaktiv diaqramlar daxil edilir.

3.1. İntellektual analizin maşın öyrənməsi modelinin qurulması.

Verilənlər anlaşıldıqdan və üzərində ilkin əməliyyatlar aparıldıqdan sonra dataset üzərində model qurula bilər.

```

from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder, OneHotEncoder
from sklearn.compose import ColumnTransformer

# Convert 'Date' to datetime and extract month and day of week as new features
df['Date'] = pd.to_datetime(df['Date'])
df['Month'] = df['Date'].dt.month
df['DayOfWeek'] = df['Date'].dt.dayofweek

# Split the data into features (X) and target (y)
X = df.drop(columns=['Date', 'Total_Project_Cost'])
y = df['Total_Project_Cost']

# Split the data into a training set and a test set
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Define categorical features for one-hot encoding
categorical_features = ['Region', 'Construction_Project_Type']

# Create a preprocessor for handling categorical features
preprocessor = ColumnTransformer(
    transformers=[
        ('cat', OneHotEncoder(), categorical_features),
        ('passthrough', 'passthrough')
    ])

# Apply the preprocessor to the training and test data
X_train = preprocessor.fit_transform(X_train)
X_test = preprocessor.transform(X_test)

```

Şəkil 12. Datanın modelə hazırlanması

“Scikit-learn” maşın öyrənməsi üçün pythonun ən mühüm kitabxanalarından biridir. Bu kitabxananın lazımi modulları import olunur.

Tarix sütunundan həftənin ayı və gününü çıxarıyıq ki, bu da datada mövsümi tendensiyaları əldə etmək üçün faydalı ola bilər.

Maşın öyrənməsi modeli üçün y hədəf dəyişəni proyektin ümumi xərcləri seçilir və bununla da tikinti materialları kimi asılı dəyişənlərin ümumi proyektə necə təsir etdiyini analiz edə bilərik.

Bunun ardından verilənlər məşq və test dəstinə bölünür. X_{train} , X_{test} , y_{train} , $y_{test} = \text{train_test_split}(X, y, \text{test_size}=0.2, \text{random_state}=42)$ – burada X , y sınaq və test dəstlərinə bölünmə həyata keçirilir. “test_size=0.2” olması ilə verilənlərin 80%-nin sınaq dəstində və 20%-nin test dəstində olması qərarlaşdırılır. Bölünmüş dəstin hər zaman eyni qisminin paylaşdırılması üçün “random_state” funksiyasından istifadə olunur.

Biz kateqorik verilənləri idarə etmək üçün one-hot kodlaşdırmadan istifadə edirik. Bu, xüsusiyyətdəki hər bir kateqoriya üçün yeni ikili sütun yaradır. Təlim və sınaq məlumatlarına preprocessoru tətbiq edirik. Fit_transform metodu təlim məlumatlarından transformasiyaları öyrənir və tətbiq edir, transformasiya metodu isə eyni transformasiyaları test məlumatlarına tətbiq edir. Bu skripti işə saldıqdan sonra X_{train} və X_{test} maşın öyrənmə modelini öyrətmək və qiymətləndirmək üçün istifadə edə biləcəyimiz çox sayda massivlər olacaq. Hədəf dəyişənləri y_{train} və y_{test} pandas seriyası olaraq qalır.

```
# Create a preprocessor for handling categorical features
preprocessor = ColumnTransformer(
    transformers=[
        ('cat', OneHotEncoder(), categorical_features),
        remainder='passthrough')

# Create a pipeline that preprocesses the data and trains the model
model = Pipeline(steps=[
    ('preprocessor', preprocessor),
    ('regressor', GradientBoostingRegressor(random_state=42))
])

# Define a grid of hyperparameters for tuning the model
param_grid = {
    'regressor__n_estimators': [50, 100, 200],
    'regressor__learning_rate': [0.01, 0.1, 1],
    'regressor__max_depth': [3, 5, 7]
}

# Use GridSearchCV to tune the model's hyperparameters
grid_search = GridSearchCV(model, param_grid, cv=5, scoring='neg_mean_squared_error')
grid_search.fit(X_train, y_train)

# Print the best parameters
print(f"Best parameters: {grid_search.best_params}")

# Evaluate the model on the test data
y_pred = grid_search.predict(X_test)
rmse = np.sqrt(mean_squared_error(y_test, y_pred))
print(f"RMSE: {rmse}")
```

Şəkil 13. Modelin inkişafı

Bir neçə model yoxladıqdan sonra “GradientBoosting”in ən ideal model olduğu qənaətinə gəldim. Reqressiya məsələsi olduğu olduğu üçün

“GradientBoostingRegressor” modelindən istifadə etdim. “GBR” zəif proqnozlaşdırıcı modellərin (qərar ağacları) güclü model yaratmaq üçün çəkili cəm şəklində birləşdirildiyi gücləndirmə konsepsiyasından istifadə edir. Davamlı nəticələri proqnozlaşdırmaq üçün reqressiya tapşırıqlarında istifadə olunur. Mürəkkəb nümunələri və asılılıqları modelləşdirmək qabiliyyətinə görə qeyri-xətti və mürəkkəb verilənlər üçün xüsusilə faydalıdır.

Daha sonra GridSearch ilə modelin hiper-parametrlər yoxlanılır, model tuning edilir.

Hiperparametrlər maşın öyrənmə modellərində vacibdir, çünki onlar bütün öyrənmə prosesini idarə edir, modelin performansına və dəqiqliyinə birbaşa təsir göstərir. Hipertuning isə hiperparametrlərin optimallaşdırılması prosesidir, məqsədi modelin proqnozlaşdırma qabiliyyətini maksimuma çatdıran, səhvləri azaldan və görünməyən məlumatların ümumiləşdirilməsini təkmilləşdirən ideal kombinasiyanı tapmaqdır.

“GradientBoostingRegressor” modelinin hiperparametrlərini tənzimləmək üçün “GridSearchCV”dən istifadə edirik. Ən yaxşı performans göstərən kombinasiyanı tapmaq üçün müxtəlif hiperparametr kombinasiyaları ilə modeli öyrətmək və qiymətləndirməkdən ibarətdir.

Modelin performansını daha etibarlı qiymətləndirmək üçün çarpaz doğrulamadan (cross validation) (cv=5) istifadə edirik.

```
Best parameters: {'regressor__learning_rate': 0.1, 'regressor__max_depth': 3, 'regressor__n_estimators': 50}
RMSE: 72200.25179312547
```

Şəkil 14. Modelin tuning nəticələri

“regressor_learning_rate”: Bu hiperparametr hər ağacın son nəticəyə təsirini müəyyən edir. Daha aşağı öyrənmə nisbəti əlaqəni modelləşdirmək üçün daha çox ağac tələb edər, lakin adətən modelin performansını həddindən artıq uyğunlaşdırmanın qarşısını alaraq yaxşılaşdırır. Əksinə, daha yüksək öyrənmə

dərəcəsi modeli daha sürətli öyrənməyə vadar edir, lakin o, mühüm nümunələri əldən verə bilər. Bizim nümunəmizdə ən əlverişli öyrənmə nisbəti 0.1-ə bərabərdir.

“regressor_max_depth”: Bu hiperparametr ansambladakı fərdi qərar ağaclarının maksimum dərinliyini məhdudlaşdırır. Daha böyük bir dərinlik ağaclara daha mürəkkəb nümunələri modelləşdirməyə imkan verir, lakin “əzbərçiliyə” səbəb ola bilər. Daha kiçik bir dərinlik modeli sadələşdirir və bu modelin verilənləri başa düşməməsinə səbəb ola bilər. Nümunəmiz üçün dərinlik 3-ə bərabərdir.

“regressor_n_estimators”: Bu hiperparametr modelləşdiriləcək ardıcıl ağacların sayını təmsil edir. Ağacların daha çox olması modelin mürəkkəbliyini və verilənlərə uyğunlaşma qabiliyyətini artırır, lakin bu, uyğun öyrənmə sürəti ilə balanslaşdırılmasa, yenidən həddindən artıq “əzbərçiliyə” səbəb ola bilər.

Modelin optimal işləməsi üçün bu hiperparametrlər verilənlərin xüsusiyyətlərinə və tapşırığa əsasən dəqiq tənzimlənməlidir. Biz bu dəyəri 50 olaraq qəbul edirik.

RMSE (Root Mean Square Error)” Bu, reqressiya modelinin performansını qiymətləndirmək üçün istifadə edilən, qalıqların (və ya proqnoz xətlərinin) standart yayınmasını təmsil edən ümumi metrikdir. RMSE proqnozlaşdırılan dəyərlərdə səhvin orta böyüklüyünü ölçür, daha aşağı RMSE isə modelin verilənlərə daha uyğun olduğunu göstərir. Bizim halda model layihənin ümumi məbləğini təxminən 70000 manat xəta payı ilə göstərir. Yəni, 650000 AZN real dəyəri olan layihəni minimum 580000, maksimum 720000 AZN dəyərində təxmin edir.

3.2. Proqramın təsviri və vebdə qaldırılması.

Sürətlə inkişaf edən tikinti sənayesində layihə xərclərini dəqiq proqnozlaşdırmaq bacarığı çox vacibdir.

Proqramı vebdə qaldırmaq üçün “Python” dilinin “Streamlit” kitabxanasında istifadə edəcəyik. “Streamlit”, tərtibatçılara asanlıqla interaktiv veb proqramlar yaratmağa imkan verən açıq mənbəli Python kitabxanasıdır.



Şəkil 15. Veb-səhifənin ilkin görüntüsü

Hazırladığımız veb proqram region, tikinti layihəsinin növü, layihələrin sayı və Sement, Armatur, Kərpiç və Qum kimi müxtəlif tikinti materiallarından istifadə kimi müxtəlif amillər əsasında tikinti materiallarına olan tələbatı və tikinti xərclərini proqnozlaşdırmağa yönəlib.

Tətbiq müxtəlif tikinti layihələri haqqında məlumatları ehtiva edən verilənlər bazasından istifadə edir. Bu verilənlər bazası “pandas DataFrame” şəklində yüklənir, daha sonra faydalı xüsusiyyətləri çıxarmaq üçün əvvəlcədən emal olunur. “Tarix” sütunu “datetime” obyektinə çevrilir və həftənin ayı və günü kimi yeni xüsusiyyətlər ortaya çıxarılır.

Veb-proqram istifadəçilərin müxtəlif funksiyalar üçün dəyərləri daxil edə biləcəyi interaktiv istifadəçi interfeysi təqdim edir. 'Region' və 'Construction_Project_Type' kimi kateqoriyalı xüsusiyyətlər üçün istifadəçilər açılan siyahıdan seçim edə bilirlər. Rəqəmsal xüsusiyyətlər üçün istifadəçilər ya “slider” istifadə edə və ya mətn qutusunda əl ilə dəyər daxil edə bilirlər.

İstifadəçi bütün lazımi məlumatları daxil etdikdən sonra proqnozlaşdırılan tikinti dəyərini əldə etmək üçün "Predict" düyməsini klikləyə bilər. Bu proqnoz istifadəçinin daxiletmələrini öyrədilmiş maşın öyrənmə modelindən ötürməklə edilir.

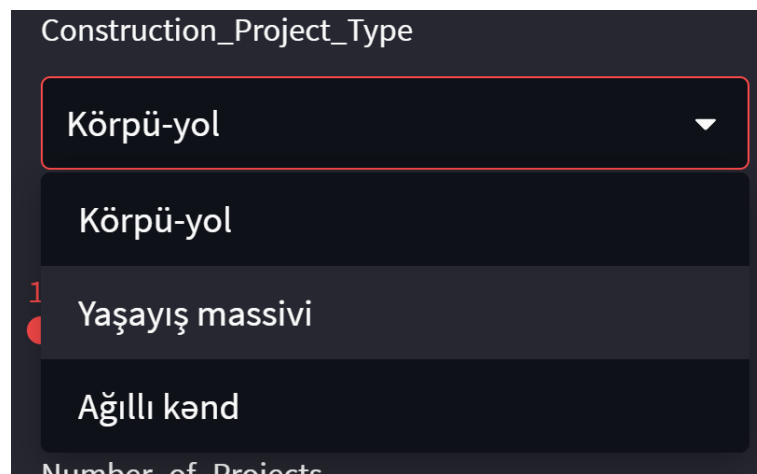
Proqnozlaşdırma funksionallığına əlavə olaraq, veb tətbiqi bölgələr üzrə material istifadəsinin vizuallaşdırılmasını da təmin edir. Bu süjetlər interaktiv, nəşr keyfiyyətli qrafiklər yaradan Python qrafik kitabxanası olan Plotly ilə yaradılmışdır.

Sol paneldə modelin təxmin etməsi üçün tənzimləmələrə ətraflı nəzər salmaq: Bölgə: İlkin olaraq bizim bazamızda olan beş ədəd bölgədən birini seçmək lazımdır.



Şəkil 16. Bölgələrin siyahısı

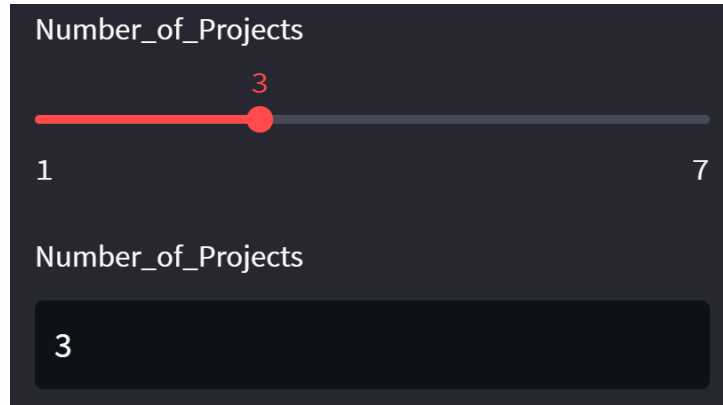
Verilənlər bazasında bölgələr artdıqca avtomatik yeni bölgə də siyahıya əlavə olunur.



Şəkil 17. Tikinti layihəsinin növü

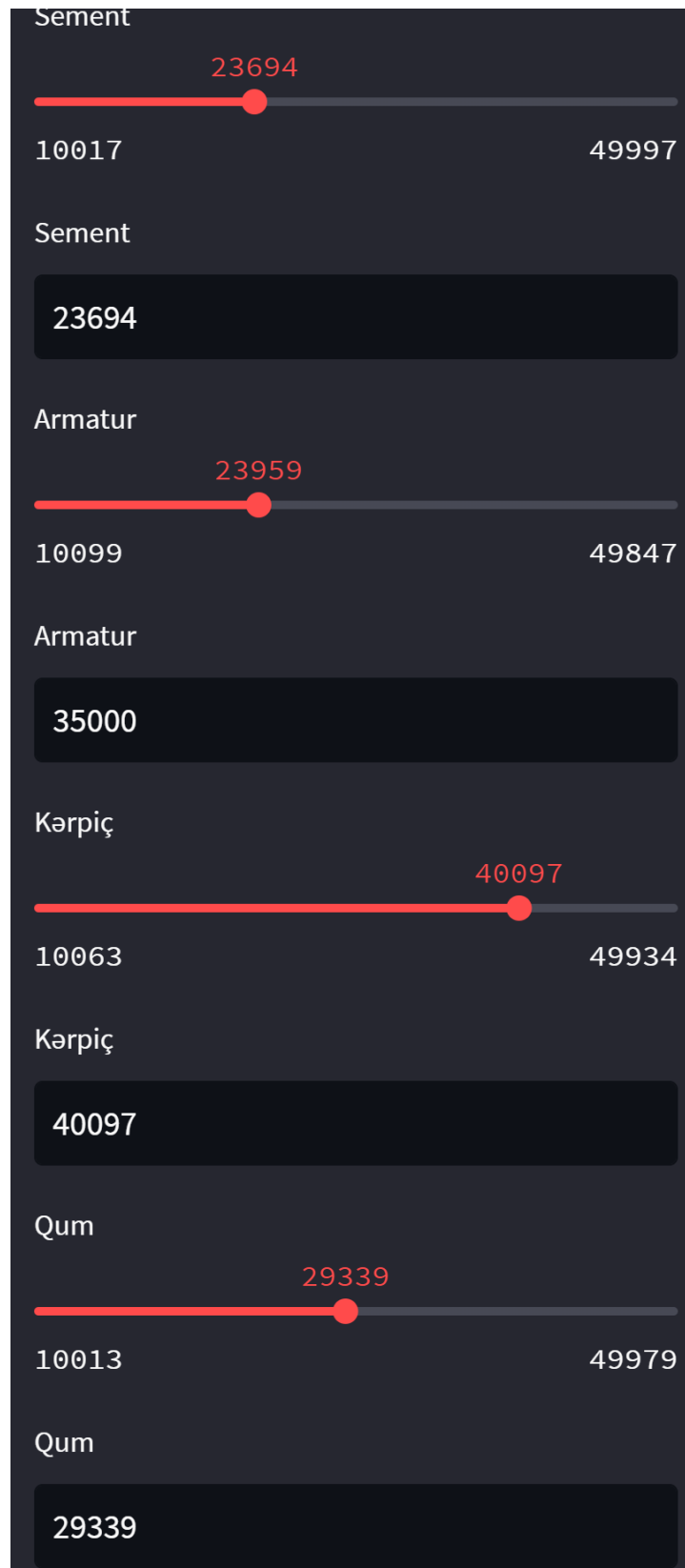
Növbəti seçim tikinti layihəsinin hansı növdə olduğundan ibarətdir. Körpü-yol, yaşayış massivi, ağıllı kənd (şəkil 17). İkinci fəsildə verilənləri analiz etdiyimiz

zaman görmüşdük ki, Köprü-yol layihələri daha baha başa gəlir. Seçimimiz körpü-yol olarsa model tikintinin ümumi məbləği üçün daha yüksək qiymət təxmin edəcək.



Şəkil 18. Layihələrin sayı

Növbəti seçim olaraq tikinti layihələrinin sayı müəyyənləşdirilməlidir. Hər 10 günlük periodda analiz apardığımız üçün 10 gün ərzində həmin ərazidə başlayan layihələrin sayı nəzərə alınır (şəkil 18).



Şəkil 19. Tikinti materialları üçün çəkilən xərclərin daxil edilməsi.

Sement, armatur, kərpic, qum üçün çəkilən xərclər daxil edilir. Bu bölmədə xərclər həm əllə, həm də “slider” vasitəsilə daxil edilə bilər (şəkil 19).

The image shows a dark-themed mobile application interface. It features two identical sections for selecting a month and a day of the week. Each section consists of a slider and an input field. The sliders are labeled 'Month' and 'DayOfWeek' and have a red dot at the start (value 1). The input fields also contain the number '1'. The sliders have numerical labels '1' and '12' for the month section, and '1' and '7' for the day of week section.

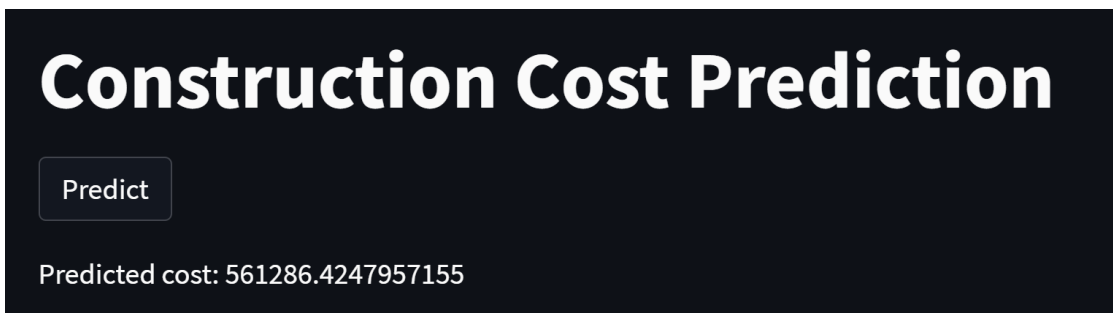
Şəkil 20. Ay və həftə gününün seçilməsi

Tikintinin baş verdiyi ay və layihənin günü seçilir. Burada da yenə həm əllə manual şəkildə, həm də “slider” vasitəsilə məlumat daxil edilə bilər (şəkil 20). Bizim halda çox fərq etməsə də, başqa hallar üçün bu detallar ciddi fərq göstərə bilər. Məsələn, qış aylarında bəzi bölgələrdə materialların daşınması, texnikanın işləməsi daha bahalı ola bilər.



Şəkil 21. Təxmin et düyməsi

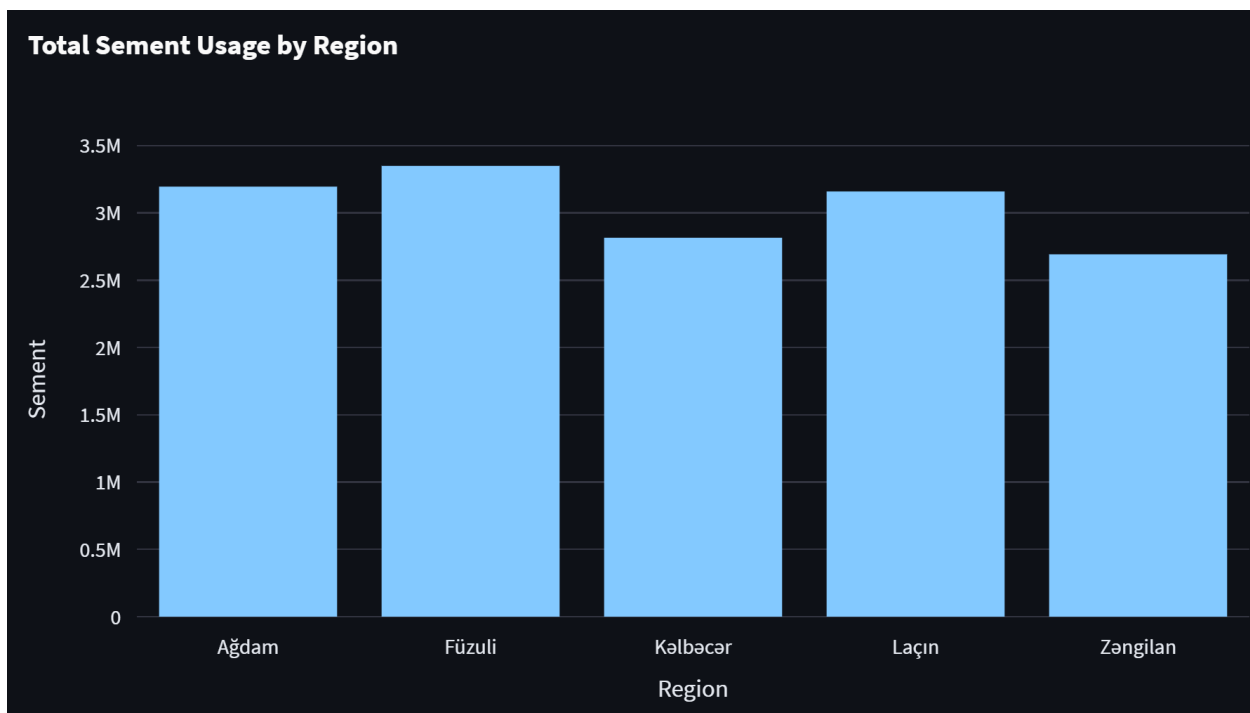
Bütün seçimlər edildikdən sonra “predict” yəni “təxmin et” düyməsi sıxılır.



Şəkil 22. Təxmin edilən qiymət

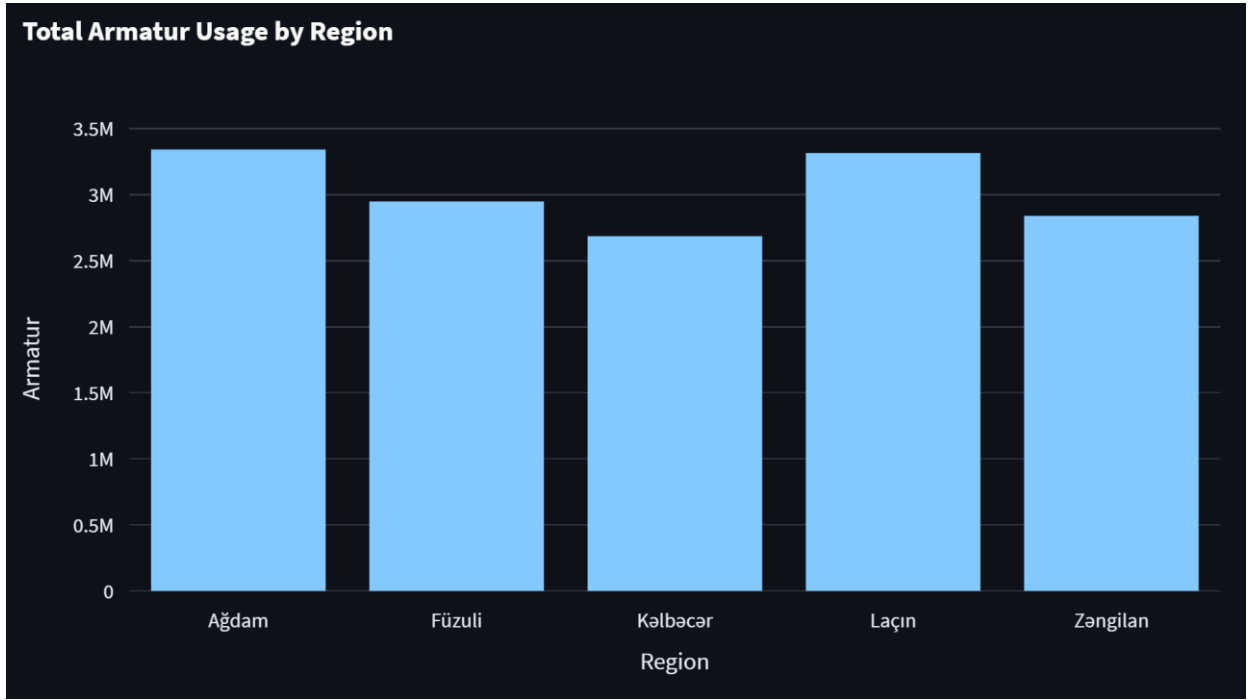
Düymə sıxıldıqdan sonra model əldəki məlumatlara əsasən ümumi tikintinin qiymətinin nə qədər olacağını təxmin edir (şəkil 22). Hal-hazırda edilən seçimlərə görə layihənin ümumi dəyərini 561286 AZN dəyərində qiymətləndirir.

Veb-proqramda son olaraq interaktiv diaqramlar öz əksini tapır. İnteraktiv diaqramları qurmaq üçün “Python” dilinin “Plotly” kitabxanasından istifadə edilib.



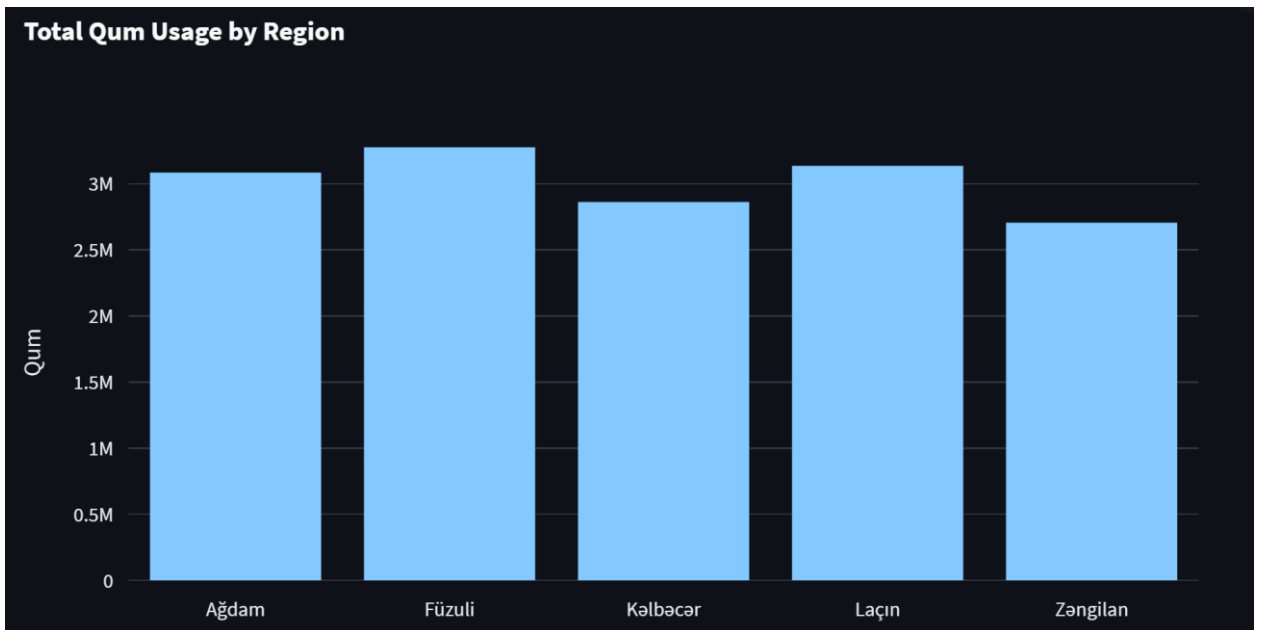
Şəkil 23. Bölgələr üzrə sementin ümumi istifadəsi

Diaqramdan görünür ki, ən çox sement Füzuli rayonunda (təxminən 3.4 milyon AZN dəyərində) istifadə olunub. Ən az sement isə Kəlbəcər rayonundakı layihələrdə (təxminən 2.8 milyon AZN dəyərində) istifadə olunub (şəkil 23).



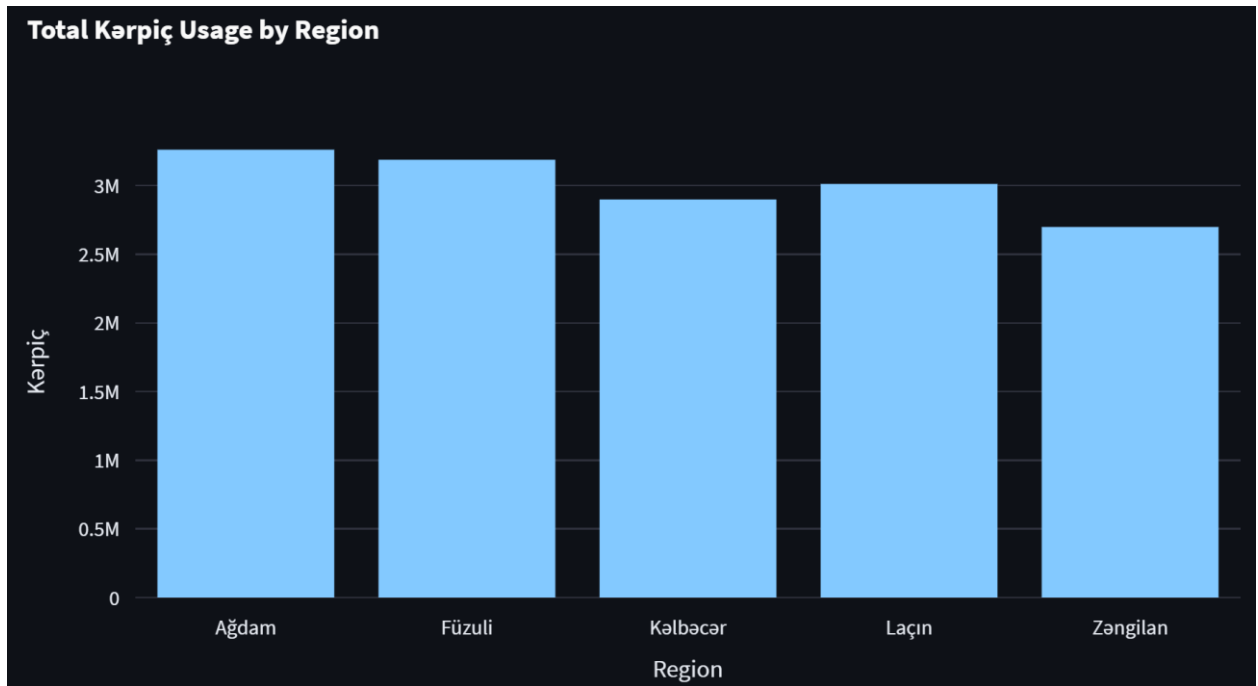
Şəkil 24. Bölgələr üzrə armaturun ümumi istifadəsi.

Armaturun ümumi istifadəsinə nəzər yetirdiyimiz zaman görürük ki, ən çox armatur Laçın və Ağdam rayonunda (təxminən 3.3 milyon AZN dəyərində) istifadə olunub. Ən az armatur isə yenə Kəlbəcər rayonundakı layihələrdə (təxminən 2.7 milyon AZN dəyərində) istifadə olunub (şəkil 24).



Şəkil 25. Bölgələr üzrə qumun ümumi istifadəsi

Qumun ümumi istifadəsinə nəzər yetirdiyimiz zaman görürük ki, ən çox qum Füzuli rayonunda (təxminən 3.2 milyon AZN dəyərində) istifadə olunub. Ən az qumun isə Zəngilan rayonundakı layihələrdə (təxminən 2.7 milyon AZN dəyərində) istifadə olunub (şəkil 25).



Şəkil 26. Bölgələr üzrə kərpicin ümumi istifadəsi

Diaqramdan vasitəsilə analiz edə bilirik ki, ən çox kərpic Ağdam rayonundakə layihələrdə (təxminən 3.2 milyon AZN dəyərində) istifadə olunub. Ən az kərpic isə Zəngilan rayonundakı layihələrdə (təxminən 2.7 milyon AZN dəyərində) istifadə olunub (şəkil 26).

Bu diaqramların vebdə olması və “Plotly” kitabxanası ilə qurulması diaqramlara əlavə xüsusiyyətlər qatır.



Şəkil 27. Diaqramın interaktiv xüsusiyyətləri

Siçanı diaqramlardan hər hansı birinin üzərinə gətirdikdə diaqramın sağ yuxarı küncündə sırası ilə diaqramı şəkil formatında yükləmək üçün, seçilən hissəni yaxınlaşdırmaq üçün, diaqrama ətraflı nəzər salmaq üçün, müəyyən bir hissəsini seçmək üçün, Lasso seçimi (diaqramın üzərində sərbəst kontur çəkmək üçün istifadə olunur), ümumi diaqramı yaxınlaşdırmaq üçün, ümumi diaqramı uzaqlaşdırmaq üçün, avtoşkala, diaqramın ölçüsünü avtomatik əvvəlki halına qaytarmaq üçün, diaqramın qurulduğu kitabın dokumentasiya sənədlərinə baxmaq üçün və ən sonda diaqrama bütün ekranı tutacaq şəkildə baxmaq üçün düymələr yerləşir. Siçanı şkalalardan hər hansı birinin üzərinə gətirdikdə isə, x və y sütunlarının dəqiq dəyərini göstərir (şəkil 27).

NƏTİCƏ

Maşın öyrənmə modelləri tikinti layihələrinin mürəkkəbliyini idarə edə və ənənəvi qiymətləndirmə üsulları ilə gözdən qaça bilən nümunələri və əlaqələri tapa bilər. Bu, xərclərin daha dəqiq proqnozlaşdırılmasına, daha yaxşı resurs bölgüsünə və nəticədə daha uğurlu tikinti layihələrinə səbəb ola bilər.

Layihə məlumatlarının qrafik təhlilinə və tikinti xərclərinin proqnozlaşdırılması üçün qurulmuş maşın öyrənmə modelinə diqqət yetirmişdir. Vizuallaşdırmalar regionlar üzrə material istifadəsi və müxtəlif xüsusiyyətlər arasındakı əlaqələr haqqında fikirlər təqdim edir. “Gradient Boosting Regressor” modeli mürəkkəb qeyri-xətti əlaqələri və xüsusiyyətlər arasında qarşılıqlı əlaqəni ələ keçirməkdə maşın öyrənməsinin gücünü nümayiş etdirir.

Layihə üçün hazırlanmış “Streamlit” veb tətbiqini maşın öyrənmə modeli üçün interaktiv, istifadəçi dostu interfeys yaratmaq üçün güclü bir vasitə olduğunu sübut edir. İstifadəçilər müxtəlif funksiyalar üçün dəyərlər daxil edə və tikinti dəyəri üçün proqnoz əldə edə bilərlər. Bu, modeli texniki olmayan istifadəçilər üçün əlçatan edir və real həyatda tikinti layihələrində qərarların qəbul edilməsini dəstəkləyə bilər. Bununla belə, veb tətbiqinin inkişafı məlumatların əvvəlcədən işlənməsinin vacibliyini və dəqiq proqnozları təmin etmək üçün istifadəçi daxiletmələrini düzgün idarə etmək ehtiyacını da vurğulayır.

Bu kimi layihələr süni intellekt və maşın öyrənməsi ilə birlikdə tikinti sənayesi üçün dəyərli anlayışlar və alətlər təmin edə bilər. Tikinti sənayesi məlumatlara əsaslanan qərar qəbul etməyə davam etdikcə, bu kimi layihələr gələcək innovasiyalara yol açmaqda mühüm rol oynayacaq.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

1. Halpin, D. W., & Senior, B. A. (2018). Construction Management. John Wiley & Sons.
2. Kibert, C. J. (2016). Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. John Wiley & Sons.
3. Yang, E., & Kim, Y. W. (2018). Data-Driven Construction Project Management. Springer.
4. Murphy, K. P. (2012). Machine Learning: A Probabilistic Perspective. The MIT Press.
5. Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer.
6. O'Brien, J. J., & Plotnick, F. L. (2010). CPM in Construction Management, Eighth Edition. McGraw-Hill Education.
7. Sears, S. K., Sears, G. A., & Clough, R. H. (2015). Construction Project Management: A Practical Guide to Field Construction Management. Wiley.
8. Russell, S., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson. (This book gives a general overview of artificial intelligence, including machine learning techniques that can be applied to the construction sector)
9. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. The MIT Press. (While not specific to the construction industry, it has a comprehensive coverage of machine learning techniques)
10. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R. Springer.
11. Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer. (This book covers a broad range of machine learning techniques, including gradient boosting)
12. Investopedia. (2022). Understanding the Construction Industry. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/c/construction-sector.asp>

13. Guo, R. (2019). Construction Industry Overview. The Balance SMB. Retrieved from <https://www.thebalancesmb.com/construction-industry-overview-844723>
14. Stevens, A. (2019). AI and Machine Learning in Construction: Examples and Use Cases. Towards Data Science. Retrieved from <https://towardsdatascience.com/ai-and-machine-learning-in-construction-715ff2c1840f>
15. Construction Dive. (2019). 5 ways AI and machine learning are changing construction. Retrieved from <https://www.constructiondive.com/news/5-ways-ai-and-machine-learning-are-changing-construction/557632/>
16. Neema, S. (2019). Understanding Gradient Boosting Machines. Towards Data Science. Retrieved from <https://towardsdatascience.com/understanding-gradient-boosting-machines-9be756fe76ab>
17. Aravanshad, A. (2018). Gradient Boosting versus Random Forest. Medium. Retrieved from <https://medium.com/@aravanshad/gradient-boosting-versus-random-forest-cfa3fa8f0d80>
18. Streamlit. (2023). Official Documentation. Retrieved from <https://docs.streamlit.io/en/stable/>
19. Chan, J. (2019). Build your first Data Science Web App with Streamlit. Towards Data Science. Retrieved from <https://towardsdatascience.com/build-your-first-data-science-web-app-with-streamlit-37f4d5a2887a>