

DAİRƏVİ HƏRƏKƏTİN EFFEKTİVLİYİNİN SİMULYASIYA PROQRAMI VASİTƏSİLƏ YOXLANILMASI



Məmməd Məmmədov,

*Azərbaycan Texniki Universitetinin Nəqliyyat logistikası və hərəkətin təhlükəsizliyi
kafedrasının müəllimi, Logistika və Nəqliyyat İnstitutunun elmi işçisi*

e-mail: memmed.memmedov@aztu.edu.az

<https://doi.org/10.30546/2706-7858.2025.3.1021>

UOT: 62; 625

Xülasə. Məqalədə işıqforla nizamlanan yolayrıcında dairəvi hərəkət tətbiq etməklə yol hərəkətinin təşkilinin təkmilləşdirilməsi məsələləri araşdırılır. Müasir şəhər infrastrukturunda yolayrıcılarında tıxacların azaldılması və hərəkətin təhlükəsizliyinin artırılması üçün müxtəlif yanaşmalar tətbiq olunur. Tədqiqat çərçivəsində dairəvi hərəkətin üstünlükləri və çatışmazlıqları təhlil edilir. Simulyasiya tətbiqlərinin nəticələri göstərir ki, belə bir yanaşma nəqliyyat vasitələrinin ləngimələrini azaldır, hərəkətin təhlükəsizliyini artırır və yanacaq sərfiyyatını optimallaşdırır. Nəticə olaraq, dairəvi hərəkətin tətbiqinin yol infrastrukturunun təkmilləşdirilməsinə töhfə verə biləcəyi vurğulanır və bu yanaşmanın tətbiqinin səmərəliliyini artırmaq üçün tövsiyələr irəli sürülür.

Açar sözlər: yolayrıcı, işıqfor yol hərəkətinin təşkili, simulyasiya, PTV Vissim, nəqliyyat ləngimələri, yanacaq sərfiyyatı.

Key words: intersection, traffic signal, traffic management, simulation, PTV Vissim, traffic delays, transportation delays, fuel consumption.

Ключевые слова: перекрёсток, светофор, организация дорожного движения, моделирование, симуляция, PTV Vissim, задержки движения, задержки в транспорте, расход топлива.

Müasir dövrdə yol şəbəkələrinin ən mühüm aspektlərindən biri yol hərəkəti qaydalarına riayət etməkdir. Bu qaydalar hər bir yol iştirakçısının təyinat yerinə səyahət edərkən özünü təhlükəsiz hiss etməsini təmin etmək üçün tətbiq edilir. Ona görə də bu qaydalar xüsusilə piyadalar və velosipedçilər kimi ən həssas yol hərəkəti iştirakçılarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün son dərəcə vacibdir. Hazırda bir çox tədqiqatlar idarəetmə davranışının böyük problemini araşdırır. Ən çox tədqiq edilən aqressiv sürücülük, təhlükəsizlik kəməmindən istifadə et-

məmə və idarəetmə zamanı mobil telefonlardan istifadədir. Müşahidə olunub ki, müasir dövrdə sürücülərin dairəvi yollardan çıxarkən dönmə signallarından istifadə etməməsi mühüm məsələdir. Dairəvi yollar yol hərəkətində ən təhlükəsiz kəsişmə növlərindəndir, buna görə də digər amillər sürücülərin özlərinin hərəkətlərindən birbaşa asılıdır. Qəfil sürətlənmə və tormozlama yanacaq sərfiyyatının çoxalmasına, nəticədə isə ətraf mühitə atılan tullantıların artmasına səbəb olur. Yanacaq sərfiyyatına təsir edən əlavə amillər avtomobilin çəkisi, texniki vəziyyəti və mühərrik növü kimi avtomobilin özü ilə sıx bağlıdır.

Məlumdur ki, ağır yük daşıyan avtomobil kiçik minik avtomobilindən daha çox yanacaq sərf edəcək. Bu tədqiqatın əsas məqsədi dairəvi hərəkət tətbiq edilmiş yolayrıcında üstünlük nişanlarından istifadə etməklə avtomobillərin yol hərəkətində mikrosimulyasiya ölçmə nəticələrinin düzgünlüyünə necə təsir edə biləcəyini göstərməkdir [1].

Kəsişmələrdə dairəvi sistem düyünləri əsasən şəhər şəraitində tətbiq edilir. İngiltərədə isə əksinə, dairəvi kəsişmələr şəhəratrafi yollarda daha geniş surətdə tətbiq edilir. Dairəvi kəsişmənin üstünlükləri aşağıdakılardır:

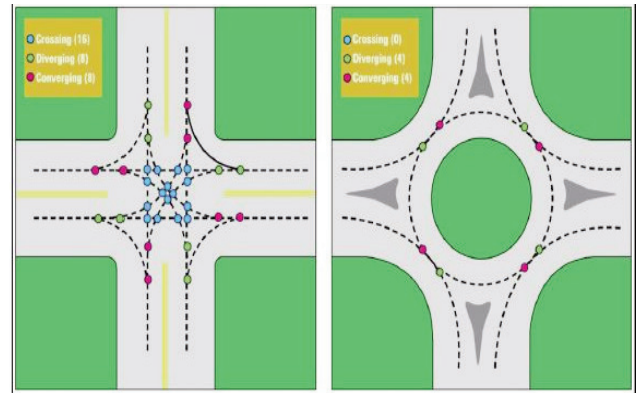
- *kəsişmə nöqtələrinin olmaması;*
- *dairə ətrafında hərəkətin asan təşkili;*
- *yüksək təhlükəsizlik səviyyəsi;*
- *nəqliyyat vasitələrinin hərəkətinin fasiləsizliyi;*
- *buraxma qabiliyyətinin yüksək olması.*

Kəsişən küçələrin sayı 5-dən çox olduqda dairəvi kəsişmənin tətbiqi səmərəli olur. Dairəvi hərəkət tətbiq edilmiş kəsişmələr öz-özünə nizamlanan kəsişmələr adlanır. Belə açılmalarda kəsişmə daxilində hərəkət birtərəfli və saat əqrəbinin əksi istiqamətində olur [2].

İnformasiya texnologiyalarının sürətli inkişafı bütün sahələrdə olduğu kimi, nəqliyyat məsələlərinin həllinə də əhəmiyyətli təsir göstərir. Müasir proqram təminatından istifadə etməklə nəqliyyatı simulyasiya etmək və hərəkətliliyi qiymətləndirmək mümkün olur. Nəqliyyat proseslərinin simulyasiyası üçün çoxlu proqram alətlərindən istifadə olunur (GPSS World, PTV, AnyLogic, FlexSim və s.) [3].

Mövzuya aid ədəbiyyatların analizi. Nəqliyyat şəbəkələrində, xüsusən də böyük şəhər kəsişmələrində artan tıxaclar nəqliyyat ləngimələri və aşağı xidmət səviyyəsi şəklində əhəmiyyətli narahatlıqlara səbəb olur. Yolayrıcılarının keyfiyyəti nəqliyyat şəbəkəsinin ümumi səmərəliliyinin müəyyən edilməsində mühüm rol oynayır və çox vaxt ləngimə və intensivliklə ölçülür [4]. Hərəkətin kanallaşdırılması minimum ləngimələr və münaqişə nöqtələri ilə optimal həll olsa da, yüksək ilkin xərclərə görə həmişə mümkün olmur. Beləliklə, dairəvi hərəkət kəsişmələrdə nəqliyyat vasitələrinin hərəkətini idarə etmək üçün yolayrıcılarına əlverişli alternativ variant kimi populyarlıq qazanmışdır. Dairəvi hərəkət müxtəlif regionlarda, o cümlədən ABŞ, Avstraliya və Avropada xüsusi effektivlik nümayiş etdirib [5].

Cunningham adlı müəllif öz tədqiqatında qeyd edir ki, kəsişən yolların dairəvi hərəkətə çevrilməsi ilə aparılan bir araşdırmada ümumi yol-nəqliyyat hadisələrinin nisbətinin 60% azaldığını, ölümə nəticələnən qəzaların aradan qaldırıldığını və yaralanmaların 82% azaldığını göstərdi [6]. Başqa bir tədqiqatda isə müəllif vurğulayır ki, bu cür dəyişikliklər, adətən yaralanma ilə nəticələnən hadisələrin sayında 30%-dən 50%-ədək, ölümə nəticələnən hadisələrin sayında isə 50%-dən 70%-ədək azalma ilə nəticələnir [7]. Lakin dairəvi kəsişmənin tikintisi ilə bağlı xərcləri və müvəqqəti olaraq nəqliyyatın hərəkətliliyinin pozulmasını nəzərə alaraq, onun uzunmüddətli həyat qabiliyyətini və effektivliyini qiymətləndirmək çox vacibdir.



Şəkil 1. Eyni səviyyədə kəsişən yollar və dairəvi hərəkət üçün mübahisəli nöqtələr

Yuxarıdakı şəkil göstərir ki, 32 mübahisəli nöqtə (16 kəsişmə, 8 ayrılma və 8 qovuşma) olan yolayrıcılarına nisbətən, dairəvi hərəkət tətbiq edilmiş yolayrıcılarında təxminən 8 mübahisəli nöqtə (0 kəsişmə, 4 ayrılma və 4 qovuşma) var. Dairəvi hərəkət münaqişəli nöqtələrin sayını aradan qaldırır, çünki bütün hərəkətlər yönləndirilir və prioritet qayda tətbiq olunur ki, bununla da yol-nəqliyyat hadisələrinin ən ağır formaları azalmış olur. Dairəvi hərəkət tətbiq edilmiş yolayrıcılarında baş verən qəzalar əsasən yüngül qəzalardır [8].

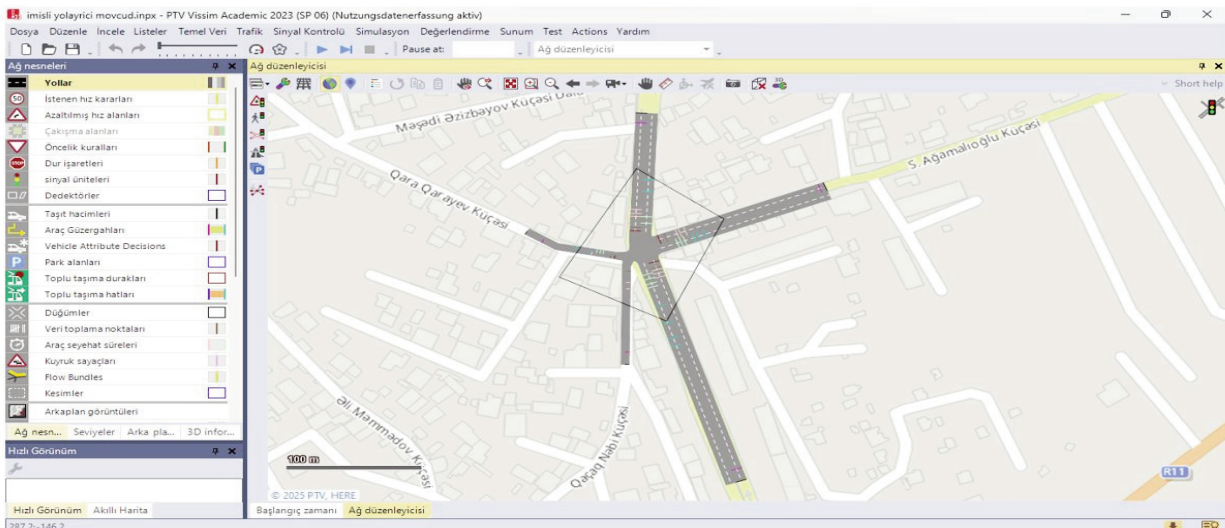
Tədqiqatın obyektı və metodikası. Tədqiqatın obyektı şəhər yolayrıcılarında dairəvi hərəkətin təşkilinin effektivliyidir. Tədqiqatın məqsədi yolayrıcılarında dairəvi hərəkətin təşkilinin nəqliyyat axınının effektivliyinə təsirini qiymətləndirmək və simulyasiya proqramı vasitəsilə müqayisəli analiz aparmaqdır. Bu məqsədlə İmişli şəhərinin ən çox yüklənmiş və nəqliyyat axını daha çox müşahidə olunan küçələrindən

birində yolayrıcında dairəvi hərəkət tətbiq etməklə onun effektivliyi qiymətləndirilmişdir. Dairəvi hərəkətin tətbiqinin effektivliyini qiymətləndirmək üçün simulyasiya proqramlarının birindən (PTV Vissim) istifadə edərək yolayrıcının modeli qurulmuş, mövcud və təklif olunan variantlar müqayisə olunaraq təhlillər aparılmışdır.

Simulyasiya tətbiqlərinin təhlili. Nəqliyyat problemlərinin həllində son dövrlərdə imitasiya modelləşdirilməsi, xüsusilə də kompüter simulyasiyası proqramları geniş tətbiq olunur. Müxtəlif nəqliyyat əməliyyatlarının yerinə yetirilməsinin vizual təsvir edilməsi üçün çoxsaylı proqram vasitələri mövcuddur. Məsələn, anbar əməliyyatlarının təsviri və planlaşdırılması üçün FlexSim, yük və sərnişin axınlarının, təchizat zəncirinin modelləşdirilməsi üçün AnyLogic, şəhərlərin nəqliyyat hərəkətiliyinin planlaşdırılması üçün PTV (Vissim, Visum, Vistro, Viswalk) və s. proqramlar uğurla tətbiq olunur. Şəhərlərdə əhalinin nəqliyyat hərəkətiliyinin tədqiqi, proqnozlaşdırılması və yaxşılaşdırılması üçün simulyasiya proqramlarından istifadə olunması hər hansı maliyyə tədbiri görmədən təklif olunan təkmilləşdirmə tədbirlərinin tətbiqi nəticəsində yaranacaq situasiyanı vizual olaraq müşahidə etmək imkanı verir, müxtəlif ssenariləri müqayisə etmək üçün şərait yaradır [9].

Son zamanlar real həyatı dəqiq təsvir etmək qabiliyyətinə görə nəqliyyat axınlarının simulyasiyası getdikcə yol problemlərinin təhlili üçün üstünlük verilən yanaşmaya çevrilir. Bu sahədə ən məşhur proqram təminatı son illərdə populyarlıq qazanmış PTV Vissim-dir. Çoxsaylı tədqiqatlar PTV Vissim-dən istifadə edən geniş sahələri əhatə etmişdir. Məsələn, magistral yollarda sürət hədlərinin modelləşdirilməsi [10], nəqliyyat ləngimələrinin tədqiqi [11], sürücünün davranış təsirlərinin araşdırılması [12], piyadaların hərəkətinin simulyasiyası [13] və gözlənilən nəqliyyat emissiyalarının qiymətləndirilməsi [14]. Bu proqramdan həmçinin kəsişmə və dairəvi əməliyyatların təhlilində, analitik və mikrosimulyasiya modelləri arasında müqayisə imkanının yaradılmasında istifadə edilmişdir. Proqramın məqsədi nəqliyyat mütəxəssislərinə ləngimə vaxtları, emissiyalar və yanacaq sərfiyyatı kontekstində kəsişmələrin və dairəvi hərəkət tətbiq olunmuş yolayrıcılarının funksional imkanları ilə bağlı fikirlər təqdim etməkdir.

Tədqiqatın nəticələrinin müzakirəsi və təhlili. İmişli şəhərində Nəcməddin Savalanov, Xan-hüseyn Bəylərov, Qara Qarayev və Qaçaq Nəbi küçələrinin kəsişməsi işıqforla nizamlanır. Həmin kəsişmədə monitoring və müşahidə aparılmış və hər bir istiqamətdən keçən nəqliyyat vasitələrinin sayı götürülmüşdür. Burada beş yolun birləşməsinə ikifazlı işıqfor tətbiqi nizamlayır. Bu üsul o qədər də effektiv olmadığından nəqliyyat ləngimələrinin və ətraf mühitə atılan zərərli qazların miqdarının çox olması simulyasiya tətbiqi (PTV Vissim) vasitəsilə müşahidə edilmişdir. Əvvəlcə yolayrıcının mövcud vəziyyətinin simulyasiya proqramında modeli qurulmuş (şəkil 2), sonra isə orada istiqamətlər üzrə ləngimə vaxtları, yanacaq sərfiyyatı və ətraf mühitə atılan zərərli qazların miqdarı təhlil edilmişdir (*cədvəl 1*).

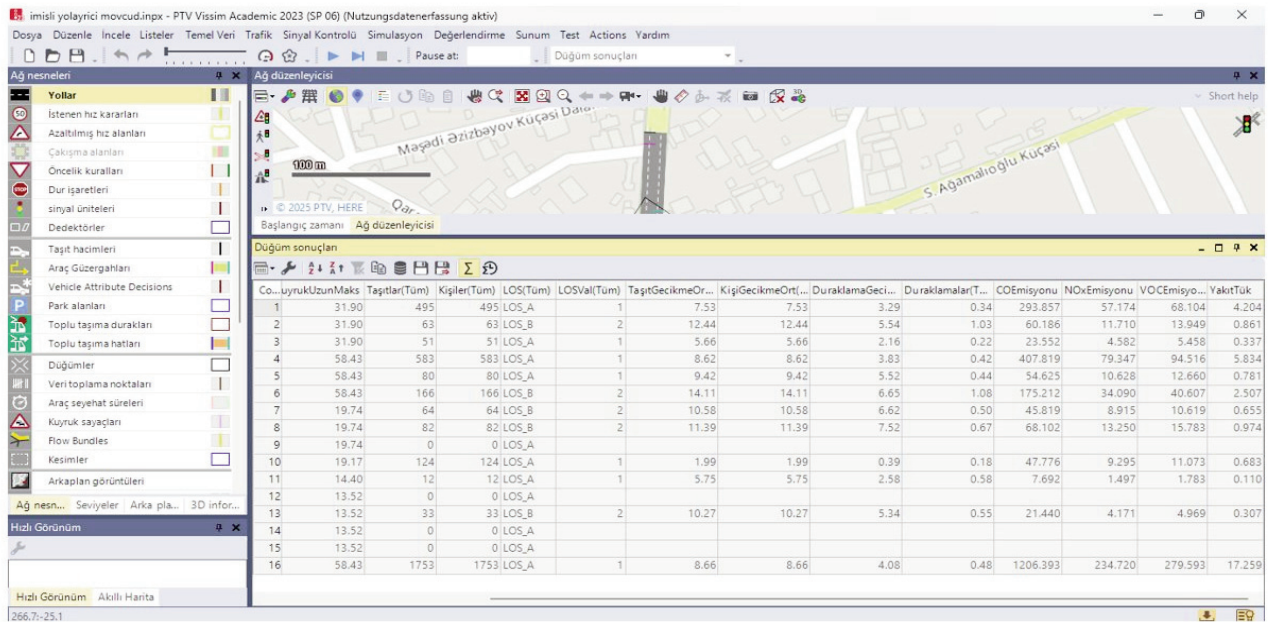


Şəkil 2. PTV Vissim proqramında yolayrıcının modeli

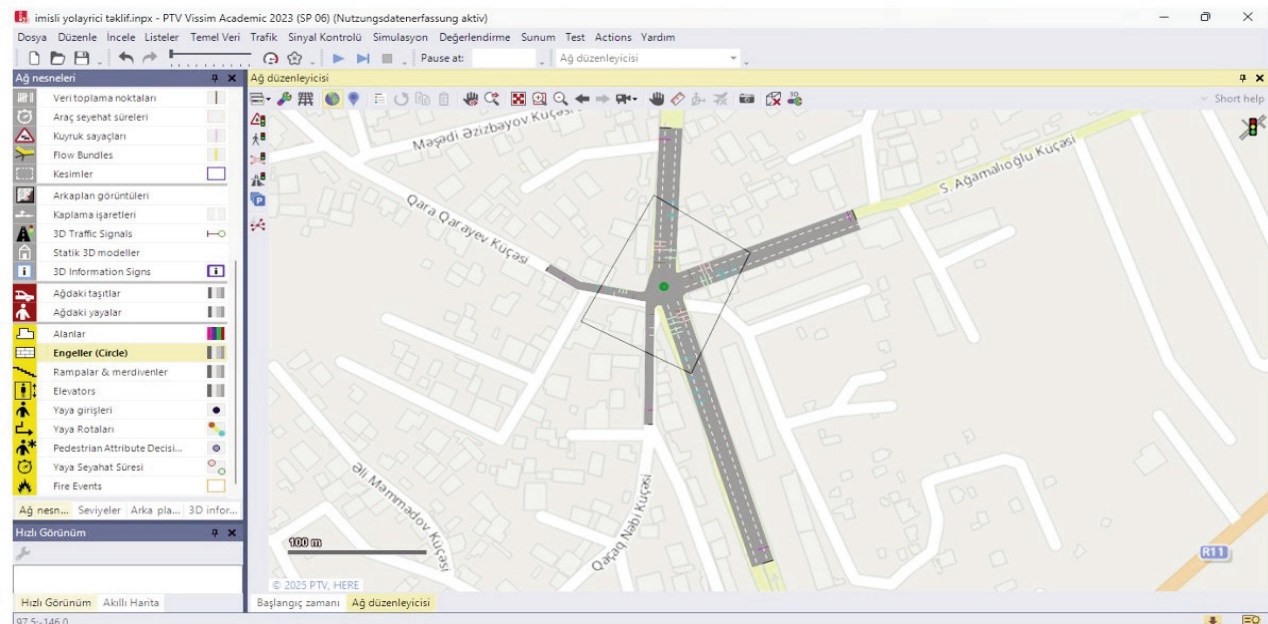
Yuxarıdakı şəkildə dörd küçənin birləşdiyi yolayrıcının mövcud variantının mikromodeli simulyasiya tərtibində qurulmuşdur. Burada bütün istiqamətlər üzrə nəqliyyat axınının intensivlikləri daxil edilmiş və mövcud vəziyyətin nəticələrini öyrənmək üçün ölçmələr aparılaraq həmin nəticələr aşağıdakı cədvələ əlavə olunmuşdur.

Cədvəl 1.
Yolayrıcının mövcud variantının nəticələri

İstiqamətlər	NV-nin sayı (avt/saat)	NV-nin orta lənqimə vaxtı (san)	CO (qram)	NO (qram)	Yanacaq sərfi (litr)
Düz	495	7.53	293.857	57.174	16
Əks	583	8.62	407.819	79.347	22



Şəkil 3. PTV Vissim proqramında yol hərəkətinin simulyasiyası və mövcud nəticələri



Şəkil 4. PTV Vissim proqramında yolayrıcının dairəvi hərəkət tətbiq edildikdən sonra modeli

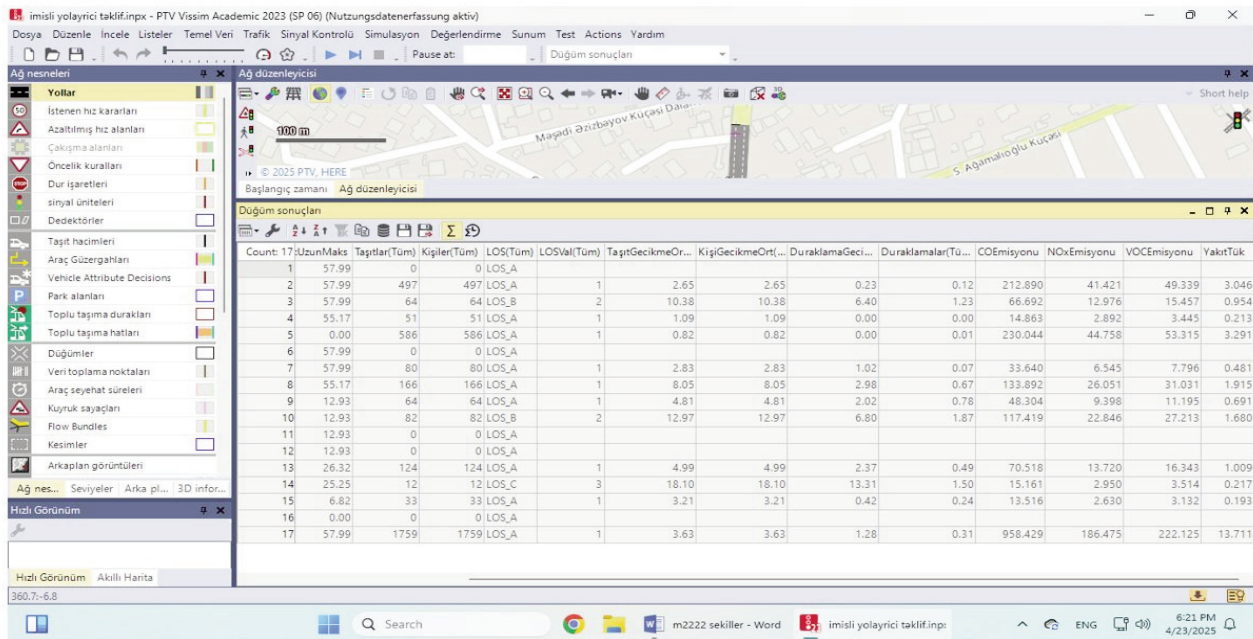
Şəkil 4-də isə sözügedən yolayrıcına dairəvi hərəkət tətbiq edərək təklif olunan variantın

mikromodeli göstərilmişdir. Həmçinin burada da dairəvi hərəkət tətbiq edildikdən sonra ölçmələr aparılmış və həmin ölçmələrdən alınan nəticələr cədvəl 2-yə əlavə olunmuşdur.

Cədvəl 2.

Yolayrıcının təklif olunan variantının nəticələri

İstiqamətlər	NV-nin sayı (avt/saat)	NV-nin ləngimə (san)	orta vaxtı	CO (qram)	NO (qram)	Yanacaq (litr)
Düz	497	2.65		212.89	41.421	11
Əks	586	0.82		230.044	44.758	12



Şəkil 5. PTV Vissim proqramında yol hərəkətinin simulyasiyası və təklif variantının nəticələri

Nəticə. Yuxarıdakı cədvəllərdən göründüyü kimi, mövcud variantda axın çox olan istiqamətdə ləngimələr, ətraf mühitə atılan zərərli qazların miqdarı və yanacaq sərfiyyatı çoxdur. Cədvəl 1 ilə 2-ni müqayisə etsək görürük ki, yolayrıcında baş yolda düz istiqamət üzrə nəqliyyat ləngimələri 7,53 saniyədən 2,65 saniyəyə, əks istiqamət üzrə isə 8,62 saniyədən 0,62 saniyəyə enmişdir. Həmçinin cədvəllərdən aydın görünür ki, yanacaq sərfiyyatı da baş yolda düz istiqamət üzrə 16 litrdən 11 litrə, əks istiqamət üzrə isə 22 litrdən 12 litrə qədər azalmışdır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Ziemska- Osuch M., Osuch D. Analysis of the Impact of Turn Signal Usage at Roundabouts on CO Emissions and Traffic Flows. *Energies*, 2024.
2. Tağızadə Ə., Bayramov R. Yol hərəkətinin təşkili və təhlükəsizliyi. Bakı, 2002.
3. Dashdamirov F., Allahverdiyev R., Verdiyev T., Javadli U. Simulation experiment of a control option to improve traffic safety at a intersection. *InterConf.* pp.327-336. 10.51582/interconf.19-20.07.2022.035. 2022.
4. Haiqing L., Laxmisha R., Jianchun W., Chuanxiang R. A New Approach for Real-Time Traffic Delay Estimation Based on Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems at the Signal Intersection. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 2018, 44, pp.1-13. 10.1007/s13369-018-3332-x.
5. FHWA. Roundabouts: An Informational Guide. Publication FHWA-RD-00-067. U.S. Department of Transportation, 2000.
6. Cunningham R. Maryland's Roundabouts: Accident Experience and Economic Evaluation.

Maryland State Highway Administration, Office of Traffic and Safety, 2007.

7. Runel E. Effects on Road Safety of Converting Intersections to Roundabouts: Review of Evidence from Non-U.S. Studies. Transportation Research Record, 2003, 1847, 10.3141/1847-01.

8. Ezenwa A. Spiral Lane Markings: A Review of Lane Discipline. IISTE Journal of civil and environmental research, 2016, 8, pp.106-116.

9. Dashdamirov F., Javadli U., Verdiyev T. Problems of transport mobility in cities and the methods used in their solution. 2022.

10. Yu R., Abdel-Aty M. An optimal variable speed limits system to ameliorate traffic safety risk. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2014, 46, pp.235-246. 10.1016/j.trc.-2014.05.016.

11. Chang H., Wang Y., Zhang J., Ioannou P. An integrated roadway controller and its evaluation by microscopic simulator vissim. 2007, 2436-2441. 10.23919/ECC.2007.7069066.

12. Filmon H., Santos P. L. Sensitivity analysis of vissim driver behavior parameters on safety of simulated vehicles and their interaction with operations of simulated traffic. 2013.

13. Fellendorf M., Vortisch P. Microscopic traffic flow simulator VISSIM. 2011, 10.1007/978-1-4419-6142-6_2.

14. Stevanovic A., Stevanovic J., Zhang K., Batterman S. Optimizing traffic control to reduce fuel consumption and vehicular emissions: Integrated approach with VISSIM, CMEM, and VISGAOST. Transportation Research Record, 2009, 2128, pp.105-113. 10.3141/2128-11.

M.Mammadov

Verification of the effectiveness of circular motion through a simulation program

Abstract

The article examines the issues of improving traffic management by introducing roundabouts at intersections regulated by traffic lights. In modern urban infrastructure, various approaches are used to reduce traffic congestion and increase traffic safety at intersections. The advantages and disadvantages of roundabouts are analyzed within the framework of the study. The results of simulation applications show that such an approach reduces vehicle delays, increases traffic safety, and optimizes fuel consumption. As a result, it is emphasized that the introduction of roundabouts can contribute to the improvement of road infrastructure, and recommendations are put forward to increase the efficiency of the application of this approach.

M.Мамедов

Проверка эффективности кругового движения с помощью программы-симуляции

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы совершенствования организации дорожного движения на перекрёстке, регулируемом светофором, путём внедрения кругового движения. В условиях современной городской инфраструктуры применяются различные подходы для снижения заторов на перекрёстках и повышения безопасности движения. В рамках исследования анализируются преимущества и недостатки кругового движения. Результаты моделирования показывают, что такой подход снижает задержки транспортных средств, повышает безопасность движения и оптимизирует расход топлива. В заключение подчёркивается, что внедрение кругового движения может способствовать улучшению дорожной инфраструктуры, и приводятся рекомендации по повышению эффективности применения данного подхода.