



Kent Merkezindeki Taksilerin Oluşturduğu Trafik Yoğunluğunun Azaltılması İçin Bir Çalışma

Furkan ÖZTEMİZ¹, Mesut DURAN², Ali KARCI³

¹ İ.Ü., Mühendislik Fakültesi, Yazılım Müh. Bölümü, Malatya, TURKEY, ORCID ID 0000-0001-5425-3474

² M.B.B., Malatya B.Ş.B, Ulaşım Hizmetleri Dairesi, Malatya, TURKEY, ORCID ID 0000-0003-3736-6244

³ İ.Ü., Mühendislik Fakültesi, Yazılım Müh. Bölümü, Malatya, TURKEY, ORCID ID 0000-0002-8489-8617

Corresponding Author: Furkan ÖZTEMİZ, furkan.oztemiz@inonu.edu.tr,

Özet

Birçok şehrin en önemli ortak sorunlarından birisi kent merkezlerindeki trafik yoğunluğudur. Yoğun trafiğin nedenleri arasında mevcut yolların yetersizliği, araç sayısının fazlalığı, toplu taşıma araçlarının tercih edilmemesi, kentin merkezinde yapılan düzensiz park işlemi vb. birçok sebep sayılabilir. Bu çalışmada kent merkezi çekim noktalarındaki trafik yoğunluğunun azaltılması için Malatya kentine özel bir analiz çalışması yapılmıştır. Çekim alanındaki taksiler ve bu taksilere ait durak noktaları kaldırılarak bu alanların kamu'ya kazandırılması hedeflenmiştir. Çalışmada ilk olarak CBS bina katman verileri kullanılarak kentin çekim noktaları tespit edilmiştir. Belirlenen çekim alanında yaklaşık 31 taksi durağı ve kayıtlı 285 taksi bulunmaktadır. Kent merkezindeki taksi ve durak noktalarının işgal ettikleri alanların azaltılması için taksi durak noktaları kaldırılarak bütün taksilerin merkezi bir otopark üzerinden hizmet vermesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda eski durak konumlarını kaybeden taksiciler için duraklarının buldukları noktalar baz alınarak Voronoi diyagramları ile duraklara ait etki alanları tespit edilmiştir. Her taksinin bağlı olduğu durak noktasının etki alanı içerisinde taksi çağrı zili ve reklam panosu kullanılabilir. Müşteri talebi olmadığında taksiler kent merkezinde trafik yoğunluğu oluşturmayacaktır. Bu sayede taksiler, durak konumlarının avantajlarını kullanabilecekler ve kent merkezinde ise 285 adet taksinin oluşturacağı trafik yükü azalacaktır. Bu sayede kent merkezinde meydana gelebilecek araç yoğunluğundan kaynaklı trafik sorunlarının önüne belirli ölçüde geçilmesi amaçlanmıştır.

Article Info

Research Article

Received: 09/05/2022

Accepted: 29/09/2022

Anahtar Kelimeler

Voronoi Diyagramı,
Trafik Yoğunluğu,
Ulaşım Sistemleri

Öne Çıkanlar

Taksi yoğunluklarının yönetilebilirliği,
Voronoi diyagramlarının etki alanlarının belirlenmedeki rolü,
Kent merkezindeki trafik yükünün azaltılması.

A Study on Reducing the Traffic Density Caused by Taxis in the City Center

Abstract

One of the most important common problems of many cities is the traffic density in the city centers. The reasons for the heavy traffic include the inadequacy of the existing roads, the excess number of vehicles, the lack of preference for public transportation vehicles, the irregular parking process in the city center, etc. many reasons can be counted. In this study, a special analysis study was carried out for the city of Malatya in order to reduce the traffic density in the city center attraction points. It is aimed to bring these areas to the public by removing the taxis in the attraction area and the these taxi stand points. In the study, firstly, the attraction points of the city were determined by using GIS building layer data. There are approximately 31 taxi stands and 285 registered taxis in the designated attraction area. In order to reduce the areas occupied by taxi and taxi stands in the city center, taxi stands were removed, and all taxis were aimed to serve over a central parking lot. In this direction, the impact areas of the taxi stand were determined with Voronoi diagrams, based on the points where their taxi stands were located for the taxi drivers who lost their old taxi stand positions. Taxi call bells and billboards can be used within the impact area of the taxi stand to which each taxi is connected. In the absence of customer demand, taxis will not create traffic density in the city center. In this way, taxis will be able to use the advantages of their station locations, and the traffic load created by 285 taxis in the city center will be reduced. In this way, it is aimed to prevent traffic problems caused by vehicle density that may occur in the city center to a certain extent.

Keywords

Voronoi Diagram, Traffic Density, Transportation Systems

Highlights

Manageability of taxi densities, The role of Voronoi diagrams in determining effective areas, Reducing the traffic load in the center of attraction of the city.

1. Giriş

Trafik yoğunluğundan kaynaklanan ulaşım sistemimdeki aksaklıklar birçok kentin mücadele etmesi gereken ortak sorunlardan birisidir. Özellikle kent merkezinde yanlış lokasyonlarda yapılan araç parkları, yaya ve araçların yoğun olması, araç yollarının yeterli fiziki altyapıya sahip olmaması, sinyalizasyonun iyi kurgulanamamış olması, bireysel araç kullanıcıları ve toplu taşıma araçlarının akan trafikte göstermiş olduğu reaksiyonlar vb.. birçok nedenden dolayı trafikte anlık veya uzun süreli aksaklıklar görülebilmektedir. Bu tür problemlerin önceden tahmin edilmesi veya çözülmesi için ilgili kurumlar tarafından birçok simülasyon ve analiz işlemi gerçekleştirilmektedir. [1,2] Son dönemde bunlar arasındaki en kapsamlı olan çalışma birçok kent tarafından hayata geçirilen ulaşım ana planlarıdır. Bu çalışmalarda şehirlerin şimdiki ve

gelecekteki durumları simüle edilerek ulaşım yollarının yaya ve araç trafiğine uygunluğuna yönelik farklı analiz çalışmaları yapılmaktadır.

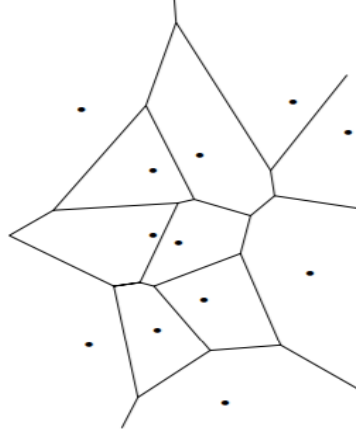
Bu çalışmada Malatya kent merkezinde faaliyet gösteren taksilerin kent merkezindeki yoğunluklarını azaltarak farklı bir konuma taşınması senaryosu üzerine özgün bir analiz çalışması yapılmıştır. Malatya Büyükşehir Belediyesinden alınan güncel imar planları ve CBS bina katmanı verileri üzerinde kente ait üretim ve çekim noktaları tespit edilmiştir. Kent merkezi içerisindeki araç ve yaya yoğunluğunun en çok olduğu çekim alanı sınırlarında kalan taksi durak noktalarının kent merkezi dışını çıkarılması hedeflenmiştir. Hedeflenen çalışmaya göre çekim alanı içerisinde faaliyet gösteren yaklaşık olarak 31 adet taksi durağı ve bu duraklara bağlı olarak çalışan taksiler merkez dışında oluşturulan tek merkezli taksi garajı üzerinden hizmet vereceklerdir. Bu noktada karşılaşılan en önemli sıkıntı taksicilerin bağlı oldukları taksi durak konumlarına ait avantajları kullanmak istemesidir. Bu sorunun giderilmesi için her taksi durak noktasına ait etki alanı tespit edilerek, taksi çağrı zillerinin sadece ilgili durak etki alanı sınırları içerisinde yerleştirilmesi sağlanacaktır. Bu sayede bütün taksiler tek noktadan hizmet verecek olsa da çağrı zili eskiden oldukları durak konumunun avantajını sunmaya devam edecektir. Her taksi durağı için hazırlanan etki alanı sayesinde taksiciler kendi taksi zillerinden gelen taleplere hizmet vereceklerdir ve taksi durakları kendi sorumluluk alanları dışında herhangi bir yere taksi çağrı zili bulduramayacaktır. Bu çalışmada taksi kabin noktalarının etki alanları Voronoi diyagramları oluşturularak belirlenmiştir. Voronoi diyagramları kısaca düzlemde yer alan bir noktaya, kümedeki diğer noktalardan daha yakın konumda bulunan düzlem noktalarının geometrik şekline denir [3,4].

Voronoi diyagramları biyoloji, tarım, kimya, coğrafya gibi çeşitli bilimsel alanlarda ve algoritmik geometri malzeme gibi diğer bilimsel disiplinlerde kullanılmaktadır [5-7]. Literatürde Voronoi diyagramları ile alakalı birçok akademik çalışma ve proje yapılmıştır. V. Yuvaraj ve S. Rajasekaran 2018 senesinde Tsunami dalgalarının kıyı boyunca yayılımını bulmak için Voronoi diyagramlarını kullanmışlardır. Bu çalışmada ayrıca sonlu farklar yöntemi modellenerek dalgalar modellenerek tahmin işlemi gerçekleştirilmiştir [8]. D.Deritei ve arkadaşları 2014 yılında Voronoi diyagramlarını kullanarak graf yapıları üzerinde topluluk tespiti üzerine bir çalışma yapmışlardır. Topluluk tespitinde graf yoğunluklarına göre Voronoi hücreleri oluşturulmuş [9]. P. Bhattacharya ve M.L.Gavrilova yaptıkları çalışmada basit ayrık poligonal engellerin varlığında kaynak ve hedef noktalar arasındaki en uygun yolu hesaplamak için Voronoi diyagramlarını kullanmışlardır [10]. H. Niu ve arkadaşları tarafından insansız yüzey aracı yol planlama problemi çözümü için görünürlük grafi ve Voronoi diyagramlarının özelliklerini birleştiren yeni bir Voronoi görünürlük yol planlama algoritması geliştirilmiştir. Bu çalışmada Voronoi en kısa yol ve ara nokta sayısını en aza indirmek için kullanılmıştır [11].

Yapılan çalışmada Malatya şehir merkezi çekim alanı bölgesindeki 31 adet taksi durağının kaldırılması ve bunun bir sonucu olarak duraklarda tanımlı yaklaşık 285 adet taksinin kent merkezindeki park halinde işgal ettikleri alanların yayalara veya diğer araçların kullanımına açılması hedeflenmiştir. Ayrıca taksilerin yolcu aramak için trafikte gezinmelerinin önüne geçerek, müşteri talepleri doğrultusunda kent merkezi trafiğine girmesi sağlanacaktır. Çalışmadaki görsel ve analiz işlemleri için QGIS yazılımı kullanılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

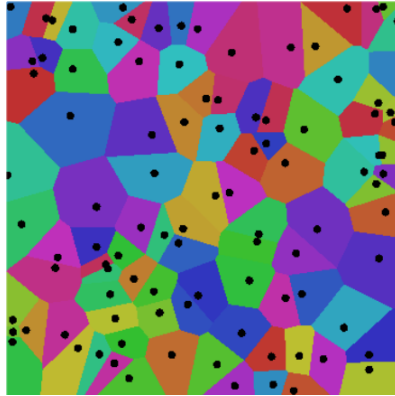
Voronoi diyagramları ilk kez Descartes tarafından 1644 senesinde önerilmiştir. Rus matematikçi Voronoi ise, 1908 senesinde diyagramı kullandığı bir algoritma geliştirmiştir [12]. Voronoi çokgenleri herhangi bir noktayı, kendisine en yakın komşu noktalardan ayırmaktadır. Voronoi diyagramı en yakın nokta problem için kullanılan kesin çözüm yapılarından birisidir [12]. Şekil 1’de 12 noktaya ait Voronoi diyagramı verilmiştir.



Şekil 1. Voronoi diyagramı

Voronoi diyagramları hesaplanırken kuş uçuşu mesafenin belirlenmesi gerekmektedir. Bu mesafe değerlerinin tespit edilmesinde Öklid ve Manhattan mesafe yöntemleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Denklem-1’de a ve b noktaları arasındaki mesafenin çözümü için Öklid mesafe yöntemine ait formül verilmiştir [13]. Öklid mesafe formülüne göre oluşturulmuş örnek bir Voronoi diyagramı Şekil 2 de verilmiştir.

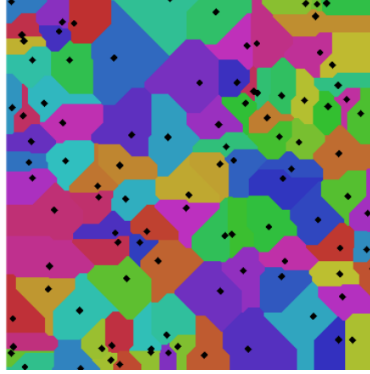
$$d(a,b) = \sqrt{(x_b-x_a)^2 + (y_b-y_a)^2} \quad (1)$$



Şekil 2. Öklid mesafe formülüne göre Voronoi diyagramı

Bu çalışmada Öklid mesafe yöntemi kullanılmıştır. Denklem-2’de ise a ve b noktaları arasındaki mesafe değerinin Manhattan yöntemi ile gerçekleştirilmesine dair formül verilmiştir [13]. Manhattan mesafe formülüne göre oluşturulmuş örnek bir Voronoi diyagramı Şekil 3’de verilmiştir.

$$d(a, b) = |x_b - x_a| + |y_b - y_a| \quad (2)$$



Şekil 3. Manhattan mesafe formülüne göre Voronoi diyagramı

Öklid mesafe yöntemi ile hesaplanan Voronoi diyagramına ait formül Denklem-3’de verilmiştir.

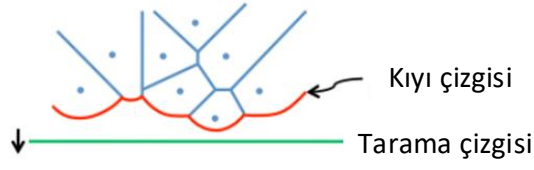
$$V(p_i) = \{x \in R^d : \|x - p_i\| \leq \|x - p_j\|, \forall j \leq n\} \quad (3)$$

$P=\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ dizisi R^d uzayına ait noktalar kümesidir. Her p_i için $V(p_i)$ Voronoi bölgesi ile ilişkilendirilir. $V(p_i)$ bölgesi n-1 adet yarım alanın kesişimidir [14].

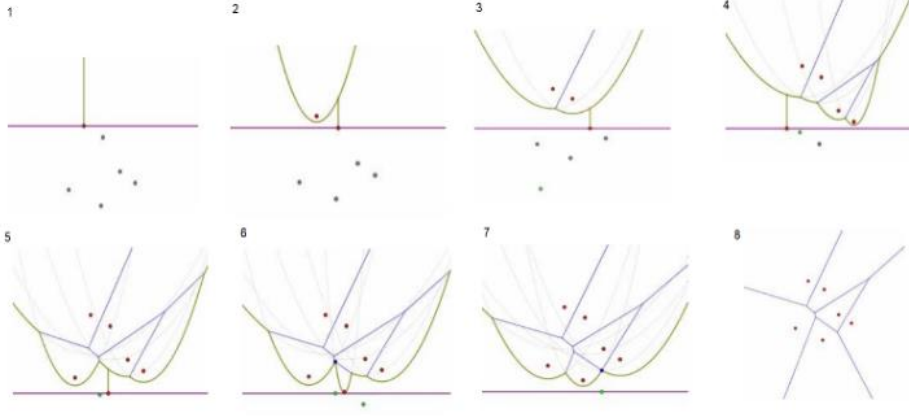
Voronoi diyagramları oluşturmak için birçok algoritma geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları; Fortune algoritması, Böl ve Fethet algoritması, Brute Force Algoritması, Bowyer-Watson algoritması ve Lloyd’s Algoritması olarak sayılabilir. Bu algoritmaların çalışma mantıklarına ait kısa bilgiler aşağıdaki bölümde verilmiştir.

2.1.Fortune Algoritması

Fortune algoritması düzlemdeki bir nokta kümesinden Voronoi diyagramının oluşturulmasını sağlayan düzlem tarama algoritmasıdır. Algoritma Steven Fortune tarafından 1987 yılında bir makalede yayınlanmıştır [15]. Algoritma bir tarama çizgisi (sweep line) ve bir kıyı çizgisinden (beach line) oluşmaktadır. Çizgiler algoritmanın işlemesi süresince düzlem boyunca hareket eder. Tarama çizgisi düz bir çizgidir ve düzlem üzerinde yukarıdan aşağıya veya soldan sağa doğru hareket ettiği düşünülebilir. Tarama çizgisinin üstündeki alanlar Voronoi diyagramına entegre edilmiştir, alt kısmında kalan alanlar ise henüz işlenmemiştir. Kıyı çizgisi, tarama çizgisinin üstünde, birçok parabolden oluşan karmaşık bir eğridir. Bu eğri tarama çizgisinin üst kısmında bulunan çizgileri göz önüne alarak hesaplanan Voronoi diyagramının bir parçasıdır. Tarama çizgisinin üstünde kalan düzlemdeki her bir nokta için, o noktadan ve tarama çizgisinden eşit uzaklıkta bulunan noktalardan oluşan bir parabol tanımlanabilir. Kıyı çizgisi bu parabollerin birleşiminden oluşmaktadır. Voronoi diyagramlarının öğeleri oluşturulurken nokta olayı ve çember olayı olmak üzere iki tip olay vardır. Nokta olayı bir Voronoi kenarının oluşmasını sağlarken, çember olayı ise Voronoi kenarının yanında Voronoi köşesinin de oluşmasını sağlamaktadır [15]. Şekil 4’de ve Şekil 5’de Voronoi diyagramının üretilme aşamalarına ait figürler sırası ile verilmiştir.



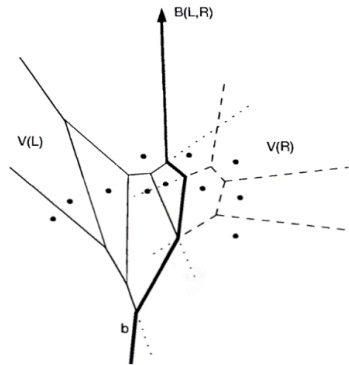
Şekil 4. Tarama ve Kıyı çizgileri



Şekil 5. Fortune algoritması çalışma süreci

2.2. Divide and Conquer (Böl ve Fethet) Algoritması

Böl ve Fethet algoritması Voronoi diyagramlarını hesaplanması için 1975 yılında Shamos ve Hoey tarafından ortaya konulmuştur. Böl ve Fethet algoritmasında P nokta konum kümesine benzer boyutlarda olan L ve R isimli iki alt kümeye bölme çizgisi vasıtasıyla bölünür ve öz yinelemeli olarak $Vor(L)$ ve $Vor(R)$ hesaplanmaktadır. Burada önemli olan nokta $Vor(P)$ 'yi oluşturulmak üzere $Vor(L)$ ve $Vor(R)$ 'nin birleştirilmesidir. Bu işlemin $O(n)$ sürede yapılması durumunda toplam çalışma süresi $O(n \log n)$ olarak ifade edilebilir.[15,16] P kümesindeki nokta konumları önceden x ve y koordinatlarına göre sıralanması, yatay ve dikey çizgilerin bulunmasını kolaylaştırır. Ayırma süreci L 'nin Voronoi hücreleri ile R 'nin Voronoi hücrelerini birbirinden ayıran $B(L,R)$ 'nin hesaplanması ile gerçekleştirilir. Şekil 6'da Voronoi hücrelerinin tespit edilmesi için uygulanan $B(L,R)$ ayırıcı gösterilmiştir [15].

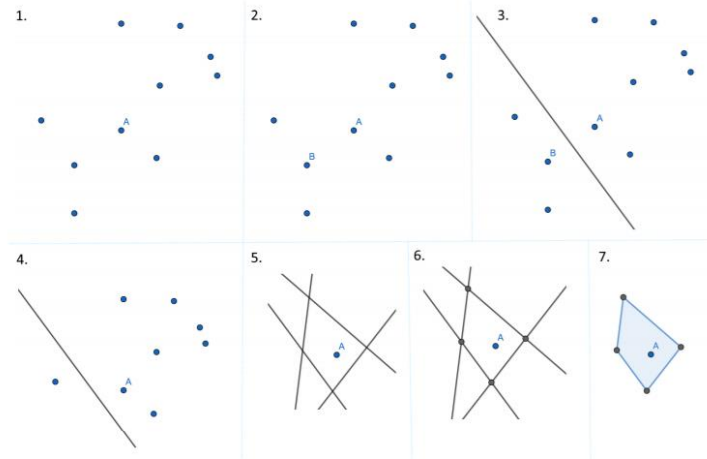
Şekil 6. $B(L,R)$ Ayraç yapısı

2.3. Brute Force (Kaba Kuvvet) Algoritması

Brute Force algoritması uygulanması en kolay yöntemdir. Genellikle performansın asıl amaç olmadığı durumlarda işlemlerin gerçekleştirilmesi için kullanılmaktadır. Algoritma $O(n^3)$ zaman karmaşıklığına sahiptir. Brute Force algoritmasının gerçekleştirme adımları aşağıda verilmiştir;[17]

- Tohum noktasının seçilmesi, A noktasının seçildiğini farzedilirse
- A noktasından diğer noktalara olan uzaklıkların hesaplanması
- A noktasına en yakın noktanın hesaplanması, Bu noktayı B noktası olarak adlandırılır
- A ve B noktaları arasındaki dik açıortayın bulunması
- Açıortayın diğer tarafında açıortaya B'den daha uzakta olan bütün noktaları çıkarılır.
- B noktası çıkarılır.
- Başka nokta kalmayana kadar 3-6 adımları tekrar edilir.
- Açıortayların kesişme noktaları bulunur.
- Çokgen oluşturmak için kesişme noktaları saat yönü veya tersi yönde birbirlerine bağlanır.

Şekil 7'de Brute Force algoritması ile Voronoi hücresinin nasıl oluşturulduğuna ait görsel verilmiştir.



Şekil 7. Brute Force algoritması ile Voronoi hücre oluşma süreci

2.4. Bowyer-Watson Algoritması

Bowyer-Watson Algoritması Adrian Bowyer ve David Watson tarafından 1981 yılında tasarlanmıştır. Fortune algoritması Bowyer-Watson algoritmasından daha hızlı olmasına karşın gerçek zamanlı yeni köşe ekleme işlemleri konusunda zayıf performans göstermektedir. Bowyer-Watson algoritması ise gerçek zamanlı işlemler için daha iyi sonuçlar sunmaktadır. Algoritma daha çok Voronoi diyagramlarının hesaplanması ile elde edilen Delaunay üçgenlemesinin tespiti için kullanılmaktadır [17]. Algoritmanın temel çalışma aşamaları aşağıdaki gibidir;

- Geometrik yapının oluşturulacağı bir tohum noktasının seçimi
- Noktaya bağlı bütün dört yüzlü şekillerin tespit edilmesi
- Bu dört yüzlü şekillerin çevrel merkezlerin alınması
- Noktaya bağlı her kenar için dik bir ikiye ayırma düzleminin hesaplanması
- Her düzlem için, düzlemdeki çevrel merkezlerin kümesinin bulunması

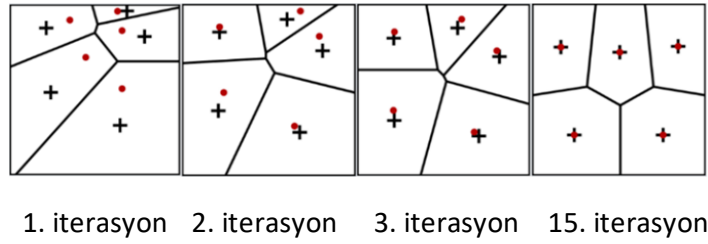
- 2D Bowyer-Watson algoritması kullanılarak düzlemdeki çevrel merkezler üçgenleştirilebilir.
- Üçgenleştirme neticesinde yüzey ağı dönüşecektir.
- Ağ 3D nesneyi oluşturmak için kullanılır.
- Her düzlem için 5-8 inci adımlar tekrarlanır.

2.5. Lloyd's Algoritması

Stuart P. Lloyd olarak isimlendirilen Lloyd's Algoritması Öklid uzaylarının alt kümelerinde eşit aralıklı kümelerinin tespit edilebilmesi için geliştirilen Voronoi algoritmasıdır. Algoritma doğrudan Öklid(İbn-i Sina) metrik sisteminde uygulansa da Öklid dışı metrik sistemlere de uygulanabilmektedir [18]. Kısaca algoritmanın çalışma mantığını 3 maddede ifade edecek olursak;

- K alanlarını Voronoi diyagramları hesaplanır
- Voronoi diyagramının her hücresi birleştirilir ve ağırlık merkezleri hesaplanır.
- Her alan daha sonra Voronoi hücresinin merkezine taşınır.

Şekil 8'de algoritmanın çalışma sırasında farklı iterasyonlardaki durumları belirtilmiştir. Son görüntüde(15.iterasyon) görüldüğü üzere noktalar Voronoi hücrelerinin ağırlık merkezine çok yakın durumdadır.



Şekil 8. Lloyd algoritması iterasyon aşamaları

Lloyd algoritmasının matematiksel formülü denklem 4 de ve denklem 5 de verilmiştir. Bir alanda birikmiş ve n tane yalın üçgen şeklinde 2 boyutlu hücre için

$$A_c = \sum_{i=0}^n a_i \quad (4)$$

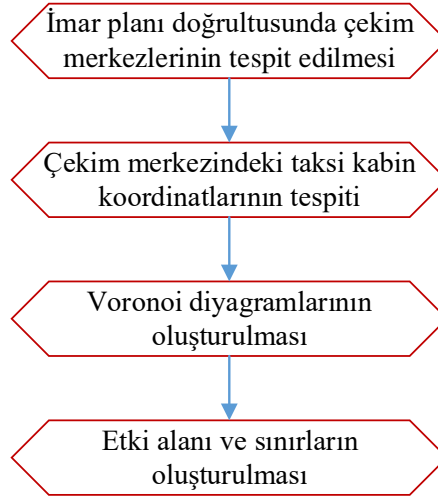
(a_i basit bir üçgen alanı) yeni hücrenin ağırlık merkezi hesabı

$$C = \frac{1}{A_c} \sum_{i=0}^n c_i a_i \quad (5)$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada ilk olarak güncel imar planları çerçevesinde Malatya ilinin üretim ve çekim merkezleri tespit edilmiştir. Bu doğrultuda konut nitelikli numarataj verilerine göre oluşturulan CBS bina katmanı ve imar verileri incelenmiştir. Şekil 9'da uygulamanın temel aşamalarını bildiren akış diyagramı verilmiştir.



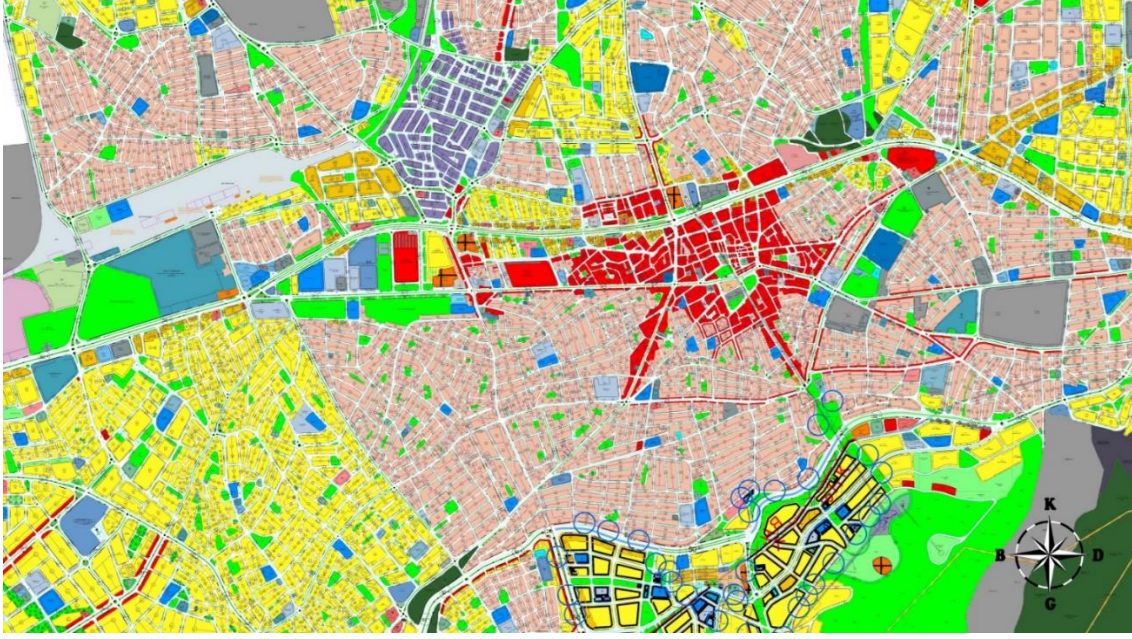
Şekil 9. Uygulama modeli

Şekil 10’da kent merkezine ait CBS bina katmanı verileri belirtilirken, Şekil 11’de ise kent merkezi imar planına ait bir kesit verilmiştir. Şekil 11’de verilen kırmızı yoğunluk yüksek yoğunluklu ticaret alanını ifade etmektedir. Şekil 10’da kent merkezinde ve kentin belirli noktalarında konut nitelikli bina sayısının azaldığı görülmektedir. Bunun nedenleri arasında bu alanların ticari alanlar, askeri alanlar, hastane alanları, park vb.. meydana gelmesi gösterilebilir.

Şekil 11’de kent merkezinin bulunduğu imar planından bir kesit verilmiştir. İmar planı incelendiğinde kırmızı renkli alanlar ticaret alanlarını ifade ederken, sarı, pembe alanlar konut alanı imarını ve yeşil renkler ise parkları ifade etmektedir. Ticari alanlar kent merkezindeki çekim alanlarını ifade etmektedir. Konut alanları ise üretim alanlarını ifade etmektedir.



Şekil 10. Kent bina katmanı



Şekil 11. Kent merkezi imar planı

Bu çalışmanın ana teması çalışmanın Şekil 11’de kırmızı alanlar ile ifade edilen çekim alanını taksi yoğunluğundan arındırarak kent içi trafiğin rahatlamasını sağlamaktır.

Çalışmada 2021 yılı itibari ile aktif olarak faaliyet gösteren taksi durak verileri kullanılmıştır. Veri setinde 122 taksi durağı ve 914 adet taksi bilgileri bulunmaktadır. Taksi durak noktalarının koordinatlarını içeren veri setinin bir bölümü Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Taksi durak koordinatları

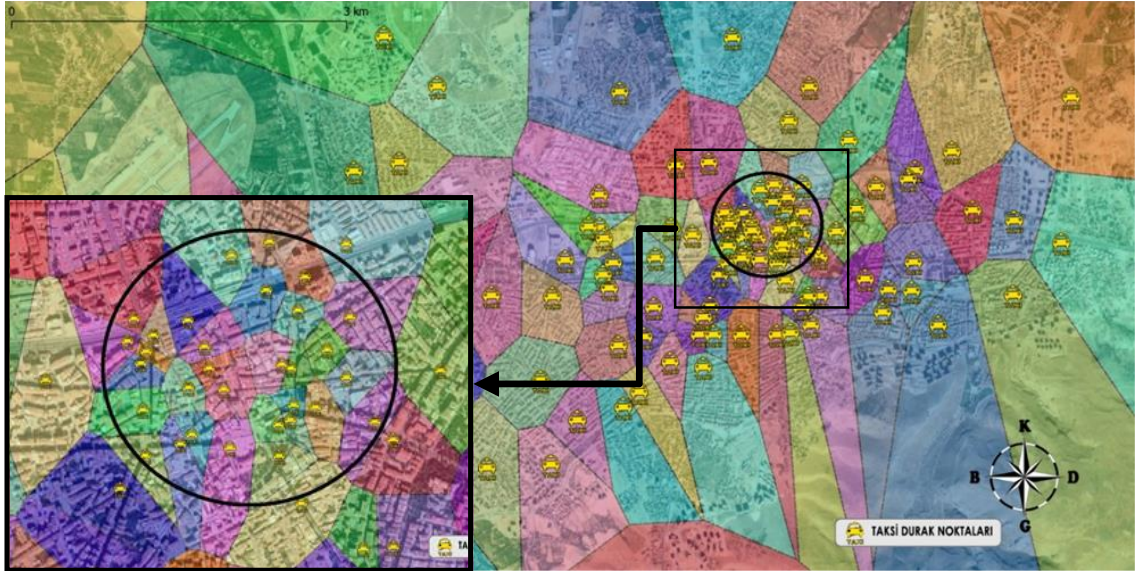
Sıra	Taksi Durak Adı	Araç Sayısı	Enlem	Boylam
1	A. ZAFER	10	38.32793	38.35238
2	AÇIL İŞ	6	38.31398	38.35132
3	ADA	6	38.27438	38.33641
4	ADLİYE	10	38.31790	38.35390
5	AKASYA	5	38.29636	38.33124
6	AKÇADAĞ	7	37.97090	38.34408
7	AKPINAR	11	38.32018	38.35054
8	ALTINTAÇ	4	38.34432	38.35151
9	ANEMON	4	38.21695	38.33477
10	ARGUVAN	22	38.26297	38.78188

Şekil 12’deki görselde kent geneli taksi durak konumları verilmiştir. Görsel incelendiğinde taksi yoğunluğunun kent merkezinde fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 12. Kent içi taksi durak noktaları

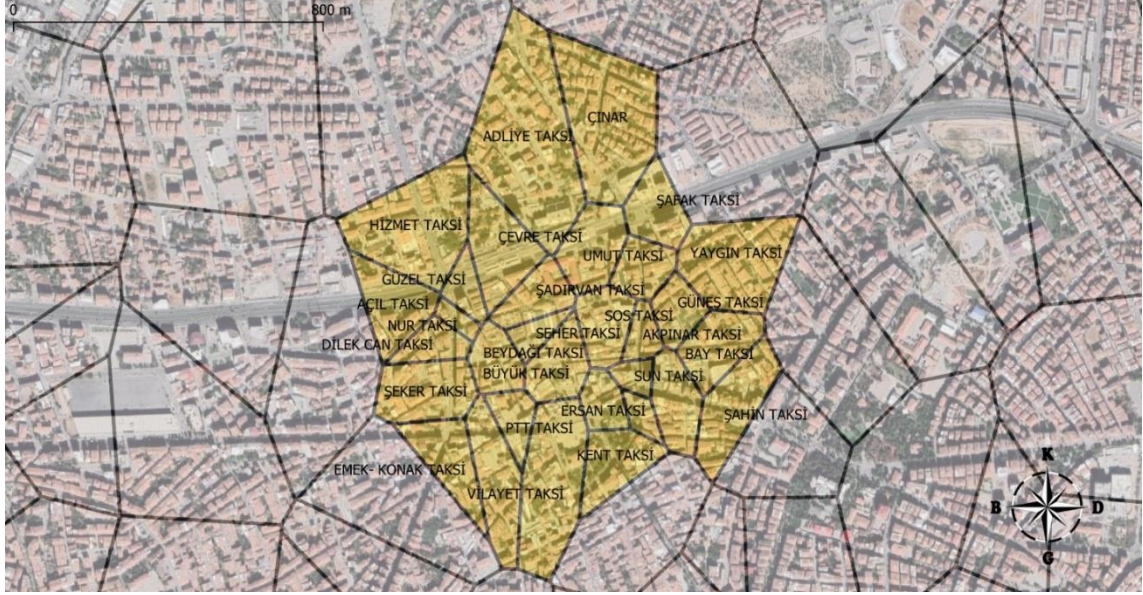
Şekil 13’de taksi durak konumlarına göre oluşturulan Voronoi diyagramları verilmiştir. Her taksi durak noktasının etki alanı farklı renkteki çokgenler ile ifade edilmektedir. Her durak kendi çokgeni içerisinde herhangi bir konuma en yakın mesafede bulunmaktadır. Ayrıca çalışma özelinde odaklanılan çekim alanındaki taksi durak noktaları siyah daire ile belirtilmiştir. Bu alanda 31 taksi durak noktası bulunmaktadır.



Şekil 13. Taksi durak noktalarına ait Voronoi diyagramları

Şekil 13’de çekim alanı kare çerçeve ile belirtilmiştir. Aynı zamanda şekil üzerinde, çalışmada odaklanılan Voronoi sınırlarının yakınlaştırılmış haline yer verilmiştir.

Şekil 14’de, Şekil’13’de kare çerçeve ile belirtilen çekim alanı içerisinde kalan durakların Voronoi etki alanları sarı renk ile belirtilmiştir. Bu sarı alanlar ismi verilen taksi duraklarının etki alanlarını ifade etmektedir.



Şekil 14. Çekim alanında bulunan taksi duraklarının etki alanları

Tablo 2’de çekim alanı içerisinde kalan taksi duraklarının etki alanının boyutu ve ilgili durağa bağlı çalışan taksi sayıları verilmiştir. Tablo 2. incelendiğinde Nur taksi 6367 metrekare etki alan ve 4 araca sahip iken, Melita taksi 8161 metrekare alan ve 9 araca sahiptir. Tabloda belirtilen alanlar ilgili taksi duraklarının çağrı zili ve reklam tabelası bulundurabileceği kendilerine özel alanları ifade etmektedir.

Tablo 2. Çekim alanı içerisindeki taksi durakları etki alanları

Taksi Durak Adı	Etki Alanı (m2)	Araç Sayısı
Nur Taksi	6.367	4
Melita Taksi	8.161	9
Sun Taksi	8.294	16
Seher Taksi	10.350	8
Akpınar Taksi	11.153	11
Güzel Taksi	12.836	9
Ptt Taksi	15.206	22
Ersan Taksi	15.550	11
Dilek Can Taksi	15.627	11
Güneş Taksi	17.977	5
Beydağı Taksi	19.999	2
Petek Taksi	20.004	9
Şadırvan Taksi	22.052	9
Sos Taksi	24.444	7
Şafak Taksi	25.474	9
Büyük Taksi	25.799	9
Arı Taksi	26.796	12
Kent Taksi	29.169	15

Bay Taksi	29.361	7
Emek- Konak Taksi	30.270	20
Umut Taksi	30.494	7
Açıl Taksi	32.958	6
Şeker Taksi	37.374	7
Varol Taksi	37.803	10
Şahin Taksi	38.968	8
Çevre Taksi	39.375	6
Yaygın Taksi	57.746	6
Vilayet Taksi	63.510	11
Hizmet Taksi	71.607	5
Çınar	83.611	4
Adliye Taksi	116.061	10
Genel Toplam	984.396	285

984.396 metrekare çekim alanında faaliyet gösteren 285 taksi bulunmaktadır. Çalışma sayesinde kent merkezinde aktif olarak çalışan 285 taksinin çekim alanı dışından hizmet verecek olması kent trafiği önemli ölçüde rahatlatacaktır. Bu sayede hem 285 taksinin kent merkezinde yolcu olmadan gezinmesinin önüne geçilecektir hem de park halinde 285 adet park alanını işgal etmesi engellenecektir.

4. Sonuç

Bu çalışmada Malatya kent merkezindeki taksi durakları ve bu duraklara bağlı araçların oluşturduğu trafik yoğunluğunun azaltılması üzerine bir analiz çalışması yapılmıştır. İlk aşamada kente ait güncel imar planları ve bina katman verileri kullanılarak kentin üretim ve çekim alanları belirlenmiştir. Kent merkezindeki çekim alanı sınırlarında kalan taksi durak noktalarının ve duraklara bağlı araçların çekim alanı dışında bir merkeze çıkarılarak merkezdeki trafiğin rahatlatılması senaryosu üzerine çalışılmıştır. Bu çalışma neticesinde kent merkezinde taksilerin kapladıkları alanın kamuya kazandırılması ve trafikte yolcusu olmadan turlayan taksilerin trafikte geçirdikleri sürelerin azaltılması düşünülmektedir. Çalışma gerçekleştirilirken çekim alanı içerisindeki 31 taksi durak noktasında faaliyet gösteren 285 taksinin bağlı oldukları durak konumunun avantajlarını kullanması ve diğer taksi durak noktalarının alanlarını işgal etmemeleri için durak etki alanları tespit edilmiştir. Her taksi bağlı bulunduğu taksi durak etki alanı sınırları içerisinde fiili olarak bulunmadan çağrı zili veya reklam tabelası bulundurma imkânına sahip olacaktır. Etki alanı hesaplamaları için Öklid metriği ile Voronoi diyagramları kullanılmıştır.

Finansal Destek

Finansal destek yoktur.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde ilgili CBS ve Taksilere ait veriler ile katkı sağlayan Malatya Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Hizmetleri Dairesi Başkanlığına teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Yazar Katkısı

Furkan ÖZTEMİZ ve Ali KARCI makalenin yazım ve analizinde, Mesut DURAN ise CBS verilerinin işlenmesinde katkı sağlamıştır.

5. Kaynaklar / References

- [1]. Güner, S . (2017). Operational Efficiency and Service Quality Analysis in Public Transportation Systems . Journal of Transportation and Logistics , 2 (2) , 33-48 . DOI: 10.22532/jtl.358727
- [2]. Çinicioğlu E., Atalay M. , Yorulmaz H., “Trafik Kazaları Analizi için Bayes Ağları Modeli”, Bilişim Teknolojileri Dergisi. 2013; Cilt :6 sayı:2
- [3]. Ü. Avcı, “İki Yüzey Arasında Hacim Hesabı Yapan Program ve Algoritma Geliştirme”, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2010
- [4]. İ.Ö. Bildirici, Z.H. Selvi, “Model Genelleştirmesinde Geometri Değişimlerinden Alan-Çizgi Dönüşüm Yöntemleri”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Mart 2005, Ankara
- [5]. M.Z. Öztürk, G. Çetinkaya, S. Aydın, “Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye’nin İklim Tipleri”, Coğrafya Dergisi 35(2017), DOI: 10.26650/JGEOG295515
- [6]. S. Bilgi, “Haritanın Mekansal Bilgisinin Nicel Ölçme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi”, AKÜ FEMÜBİD 17 (2017) 015502 (154-164), DOI: 10.5578/fmbd.53817
- [7]. D. Karayel, “Sıraya Ekimde Yatay Düzlemdeki Tohum Dağılımı ve Bitki Yaşam Alanının Voronoi Poligonlarıyla Değerlendirilmesi”, Tarım Bilimleri Dergisi, 16 (2010) 97-103
- [8]. V. Yuvaraj, S. Rajasekaran, D. Nagarajan, “Tsunami wave propagation by Voronoi diagram”, International Journal of Engineering & Technology, 7 (3) (2018) 1233-1235, doi: 10.14419/ijet.v7i3.12486
- [9]. D. Deritei, Z. Lazar, I.Papp, J. Szabo, R. Sumi, L. Varga, E.R. Regan, M.E. Ravasz, “Community detection by graph Voronoi diagrams”, New Journal of Physics 16 (2014) 063007, doi:10.1088/1367-2630/16/6/063007
- [10]. P. Bhattacharya and M. L. Gavrilova, "Voronoi diagram in optimal path planning," 4th International Symposium on Voronoi Diagrams in Science and Engineering (ISVD 2007), Glamorgan, 2007, pp. 38-47, doi: 10.1109/ISVD.2007.43.
- [11]. H. Niu, A. Savvaris, A. Tsoordos, “Efficient Path Planning Algorithms for Unmanned Surface Vehicle”, IFAC-PapersOnLine Volume 49, Issue 23, 2016 p:121-126, doi: 10.1016/j.ifacol.2016.10.331
- [12]. M.N. Terzi, “Mimarlıkta Hesaplamalı Teknolojiler ve Geometri”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans, İstanbul 2009
- [13]. A. Singh, A. Yadav, A. Rana, “K-means with Three different Distance Metrics”, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 67– No.10, April 2013
- [14]. F. Nielsen, R. Nock, “The dual Voronoi diagrams with respect to representational Bregman divergences”, 2009 Sixth International Symposium on Voronoi Diagrams, Copenhagen, 2009, pp. 71-78, doi: 10.1109/ISVD.2009.15
- [15]. B. Özbek, “İki ve Üç Boyutlu Cisimlerin Voronoi Diyagramlarının Çıkarılması ve Delaunay Mozaiklemeinin Gerçekleştirilmesi”, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2010
- [16]. F. Aurenhammer, and R. Klein, “Voronoi Diagrams, in: Handbook of Computational Geometry”. Sack, J.R., Urrutia, J., Elsevier Science B.V., 201-290, Amsterdam, 2000.
- [17]. M.Taht, “Real-time Cave Destruction Using 3D Voronoi”, University of Tartu Institute of Computer Science, Master’s Thesis, 2018
- [18]. Wiki URL: https://tr.qwe.wiki/wiki/Lloyd%27s_algorithm , Erişim : 17.08.2020