

ŞEHİR İÇİ OTOBÜS DURAK NUMARALARININ HİYERARŞİK KÜMELEME YÖNTEMİYLE YENİDEN NUMARALANDIRILMASI: KAHRAMANMARAŞ İLİ ÖRNEĞİ

RENUMBERING IN CITY WITH HIERARCHICAL CLUSTERING METHOD OF BUS STATION NUMBERS: THE CASE OF KAHRAMANMARAŞ PROVINCE

Sonay ŞENGÜL 

Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi, Kahramanmaraş, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Murat TAŞYÜREK 

Kayseri Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,
Kayseri, Türkiye

Doç. Dr. Bahatdin DAŞBAŞI 

Kayseri Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü,
Kayseri, Türkiye

Geliş Tarihi / Received: 22.10.2021
Kabul Tarihi / Accepted: 22.11.2021

Araştırma Makalesi/Research Article
DOI: 10.38065/euroasiaorg.824

ÖZET

Otobüs durakları toplu ulaşım sisteminde vatandaşlar tarafından en yaygın kullanılan bileşenlerinden bir tanesidir. Duraktan geçen otobüs hatlarının listesi, otobüs hatlarının durak bazlı sefer çizelgesi ve ulaşım sefer sisteminde çalışan aracın duraktan ne zaman geçeceği gibi birçok kritik bilgi durak numarasına göre hesaplanmaktadır ve yayınlanmaktadır. Bu nedenle durak numarasının vatandaşlar tarafından akılda kalıcı olması ve mekânsal olarak birbirine yakın olan durakların durak numaralının da rakamsal olarak birbirine çok yakın değerler olması durak numarasının kolay öğrenilebilmesi açısından çok büyük önem arz etmektedir. Otobüs durak numaraları genellikle hat güzergâhlarının duraklardan geçiş sırasına göre numaralandırılmaktadır. Ancak, bu durumda hat güzergâhı değişince veya aynı duraktan geçen farklı hat için durak numaraları ve duraklardan geçiş sıraları farklı olduğunda durak numaralarında tutarsızlık ve birbirine mekânsal olarak yakın durakların durak numaraları arasında çok büyük fark oluşmaktadır. Bu çalışmada durak numarasında oluşan sorunları ortadan kaldırmak ve mekânsal olarak birbirine yakın olan otobüs durak numaralarının birbirine yakın numara alması için hiyerarşik kümeleme tabanlı yeni yaklaşım önerilmiştir. Önerilen yaklaşım Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'ne ait gerçek otobüs hat güzergâh ve otobüs durak verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneysel değerlendirmelerde, klasik yöntem ile oluşturulan ve mekânsal olarak birbirine yakın otobüs durak numaralarının farkı ile hiyerarşik kümeleme yöntemi ile oluşturulan ve mekânsal olarak birbirine yakın otobüs durak numaralarının farkı karşılaştırılmıştır. Deneysel sonuçlar, önerilen hiyerarşik tabanlı kümeleme yönteminin klasik yöntemle göre mekânsal olarak birbirine yakın olan durakların durak numaralını daha yakın oluşturduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Durak Numaralandırma, Şehir İçi Otobüs Ağı, Hiyerarşik Kümeleme

ABSTRACT

Bus stations are one of the most widely used components of the public transportation system by citizens. Many critical information, such as the list of bus lines passing through the station, the station-based schedule of the bus lines and when the vehicle operating in the transportation system will pass through the station, are calculated and published according to the station number. For this reason, the station number is being memorable by the citizens and the station numbers of the bus stations, which are spatially close to each other, are numerically very close to each other, are very important in terms of easy learning of the station number. Bus station numbers are usually numbered according to the order in which the line routes pass through the stations. However, considering this case, there is a huge difference between the inconsistency in the station numbers and the station numbers of the

stations that are spatially close to each other, when the line route is changed or when the station numbers and the order of passing from the stations are different for different lines passing through the same station. In this study, a hierarchical clustering-based new approach has been proposed to eliminate the problems in bus station numbers and to set bus station numbers that are spatially close to each other. The proposed approach was carried out using the real bus line route and bus station data of Kahramanmaraş Metropolitan Municipality. In the experimental evaluations, the difference between the bus station numbers created by the classical method and the difference of the bus station numbers created by the hierarchical clustering method that spatially close to each other were compared. Experimental results show that the proposed hierarchical-based clustering method creates a closer number of station that are spatially close to each other when compared to the classical method.

Keywords: Station Numbers, Bus Route Line, Hierarchical Clustering

GİRİŞ

Toplu taşımacılık özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu şehirlerde günlük yaşamda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Toplu ulaşım sisteminin vatandaşlar tarafından en yaygın kullanılan ve en önemli bileşenlerinden bir tanesi otobüs duraklarıdır. Otobüs durak numarası genellikle duraktan geçen otobüslerin listesini almak, durak bazlı otobüs sefer çizelgelerini görüntülemek ve duraktan geçecek otobüslerin kaç dakika sonra otobüs durağına geleceğini öğrenmek için vatandaşlar tarafından kullanılmaktadır. Bu nedenle durak numarasının vatandaşlar tarafından akılda kalıcı olması ve mekânsal olarak birbirine yakın olan durakların durak numaralarının da rakamsal olarak birbirine çok yakın değerler olması durak numarasının kolay öğrenilebilmesi açısından çok büyük önem arz etmektedir (Altan vd., 2018). Otobüs durakları genellikle büyükşehir belediyeleri veya il belediyelerinin sorumluluğundadır (Eryılmaz, 2015). Otobüs durakları otobüs seferlerinin geliş ve gidişi için ayrı ayrı çift yönlü yolların her iki tarafına yerleştirilmektedir. Ancak tali yol veya benzeri özellikte olan yollarda tekbir durak monte edilip gidiş ve dönüş için aynı otobüs durağı kullanılmaktadır. Yerleştirilen otobüs duraklarının durak numaraları genellikle hat güzergâhlarının duraklardan geçiş sırasına göre numaralandırılmaktadır. Ancak, bu durumda hat güzergâhı değişince veya aynı duraktan geçen farklı hat için durak numaraları ve duraklardan geçiş sıraları farklı olduğundan durak numaralarında tutarsızlık ve birbirine mekânsal olarak yakın durakların durak numaraları arasında çok büyük fark oluşmaktadır. Bu çalışmada durak numarasında oluşan sorunları ortadan kaldırmak ve mekânsal olarak birbirine yakın olan otobüs durak numaralarının birbirine yakın numara alması için hiyerarşik kümeleme tabanlı yeni yaklaşım önerilmiştir. Çalışmada, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'ne ait 310 adet otobüs hat güzergâhı verisi ve 65000 adet otobüs durak verisi kullanılmıştır. Şehir merkezinde bulunan bir durak ana durak kabul edilerek diğer otobüs duraklarının hiyerarşik kümeleme yöntemi ile durak numarasını yeniden oluşturulması sağlanmıştır. Önerilen yöntem ile elde edilen ve mekânsal olarak birbirine yakın olan durak numaralarının farkı ile klasik yöntem ile elde edilen ve mekânsal olarak birbirine yakın olan otobüs durak numaralarının farkları karşılaştırılmıştır.

Otobüs hat güzergâhları vatandaşların mevsimsel kullanım ihtiyaçlarına göre değişmekte ve ihtiyacı karşılamak için yetkili birimler tarafından sürekli yeniden planlanmaktadır (İncirci vd., 2021). Bununla birlikte bazı otobüs durakları kullanılmadığından sökülme veya yolcu taleplerini karşılamak için yeni durak montajı yapılmaktadır (Özen vd., 2021). Bu nedenlerden dolayı mekânsal olarak birbirine yakın olan otobüs durak numaralarının birbirine yakın değerler olması çok zor bir problemdir ve bunun sağlanması ancak özel numaralandırma stratejileri ile sağlanabilir. Durak numaralarının birbirine yakın olması için yakın olması gereken durakların birbirine bağımlı olması ve bu ilişki kurallarının zamansal değişime karşıda tutarlı olması gerekmektedir. Mekânsal olarak birbirine yakın olan (yolun karşı taraflarında olan) aslında aynı hattına gidiş ve dönüş duraklarıdır ve aynı küme içerisindedir. Bu nedenle otobüs durak numaralandırma problemi bir kümeleme problemidir ve mekânsal veri madenciliği kümeleme yöntemleri ile çözümlenebilir (Lemenkova, 2019). Veri madenciliği yönteminde veri kümesinde bulunan verilerin benzer özelliklerine göre

belirli gruplara ayrılması kümeleme olarak adlandırılmaktadır (Sarıman, 2014). Hiyerarşik kümeleme yöntemi tümünden gelim veya tüme varım yöntemi ile verileri kümelere ayıran ve yaygın olarak kullanılan veri madenciliği yöntemlerinden bir tanesidir (Ecer vd., 2019).

Bu çalışmada, mekânsal olarak birbirine komşu olan otobüs durak numaralarının birbirine yakın değerler alması için hiyerarşik kümeleme tabanlı yeni bir durak numaralandırma yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen yaklaşımın numaralandırma performansı gerçek veriler kullanarak klasik yöntemin numaralandırma performansı ile karşılaştırılmıştır. Bu makalenin bundan sonraki bölümlerinde hiyerarşik kümeleme yaklaşımı tanıtılmış, otobüs durak numaralarının hiyerarşik kümeleme yöntemi ile belirlenmesi tartışılmış ve sonuçlar bölümünde ise yapılan deney sonuçları sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada şehir içi otobüs duraklarında yeniden numaralandırma işlemi yapılırken Hiyerarşik Kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Bu nedenle öncelikle hiyerarşik kümeleme yöntemi tanıtılıp, daha sonra otobüs durak numaralarının hiyerarşik kümeleme yöntem ile hesaplanması tartışılacaktır.

2.1 Hiyerarşik Kümeleme

Kümeleme, homojen varlık veya nesne grupları oluşturmak için kullanılan popüler veri madenciliği tekniklerinden biridir (Rokach vd, 2005). Analitik projelerin çoğunda, veri temizleme ve hazırlamadan sonra, kümeleme teknikleri genellikle tahmine dayalı veya diğer analitik modellemelerden önce gerçekleştirilmektedir (Omran vd., 2007). Kümeleme, denetimsiz öğrenme kategorisine girmektedir. Yani, belirli bir veri kümesi için etiketlenmiş bir sınıf veya hedef değişken yoktur. Yalnızca benzer kayıtları veya nesnelere bir kümede gruplamakla ilgilenir. K-means gibi yaygın kullanılan kümeleme algoritmalarında küme sayısının önceden bilinmesine ihtiyaç vardır (Kaya vd., 2019). Hiyerarşik kümeleme algoritması da yaygın kullanılan kümeleme yöntemlerinden bir tanesidir. Hiyerarşik kümeleme metodu küme sayısını önceden belirlemenin gerekmediği, temel mantığın benzer özniteliklerin bir araya gelmesine veya tam tersine bölünmesine dayanmaktadır (Murtagh vd., 2012). Bu çalışma mantığına göre birleştirici (agglomerative) ve bölücü (divisive) olmak üzere iki temel yaklaşım mevcuttur (Nielsen, 2016). Tüme varım (bottom up) olarak da bilinen birleştirici yaklaşımda, başlangıçta tüm nesnelere birbirlerinden ayrıdır. Yani eldeki verinin her biri ayrı bir küme olarak kabul edilerek işe başlanır. Ardından benzer özniteliklere sahip kümeler bir araya gelerek tek bir küme elde edilmeye çalışılır. Tümünden gelim (top bottom) yaklaşımda ise tüme varım metodunun aksine ayrıştırıcı bir strateji hakimdir. Bu yaklaşımda başlangıçta tek bir küme vardır. Her aşamada uzaklık/benzerlik matrisine göre nesnelere ana kümeden ayrılarak, farklı alt kümeler oluşur. Süreç sonucunda her veri bir küme olur.

Hiyerarşik kümeleme analizinde, veriler arasındaki benzerlik ve uzaklık hesaplamaları her adımda güncellenmektedir. Hesaplanan uzaklık/ benzerlik değerlerinden oluşan matris, seçilen bağlantı yönteminin kullanılmasına temel teşkil etmektedir.

Kümeleme işlemi yapılacak N adet veri için hiyerarşik kümeleme algoritmasının çalışma adımları (Reynolds vd., 2006):

1. Her bir öğe tek bir nokta kümesi olarak atamaya başlanır. Böylece N öğenin olduğu bir veri kümesinde her biri yalnızca bir gözlem içeren N küme oluşur.
2. En yakın (en benzer) küme çiftini bulunur ve bunları bir küme haline getirilir böylece artık N-1 küme oluşur.
3. En yakın iki kümeyi bulunur ve bunları bir küme haline getirilir. Böylece N-2 küme oluşur.
4. Tüm gözlemler N boyutunda tek bir kümede kümelenene kadar 2. ve 3. adımları tekrarlanır.

Küme yakınlığının ölçümleri için farklı yöntemler bulunmaktadır ve en yaygın kullanılan yöntemler tek bağlantı, komple bağlantı, ortalama bağlantı ve merkez bağlantı olarak sıralanabilir (Bien vd., 2011).

Tek bağlantı: tek bağlantı (en yakın komşu), iki kümedeki bir çift düğüm arasındaki en kısa mesafedir.

Komple bağlantı: Tam bağlantı (en uzak komşu), iki kümedeki en uzak gözlem çifti arasındaki mesafenin ölçüldüğü yöntemdir. Bu yöntem genellikle tek bağlantıdan daha sıkı kümeler üretir, ancak bu sıkı kümeler birbirine çok yakın olabilir.

Ortalama bağlantı: Ortalama bağlantı, her kümedeki her bir düğüm çifti arasındaki mesafenin toplandığı ve ortalama kümeler arası mesafeyi elde etmek için çift düğüm sayısına bölüldüğü yöntemdir.

Merkez bağlantı: Merkez bağlantı (centroid-linkage) iki kümenin ağırlık merkezleri arasındaki mesafenin ölçüldüğü yöntemdir.

3. PROBLEMLER VE ÇÖZÜMLER

Problem, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi otobüs durak montajı sırasında ortaya çıkmıştır. Şehir içi otobüs durak ihtiyacı gidermek için bir okul önüne talep üzerine yeni bir durak eklendiğinde, bu durağa verilen numara çoğu zaman rastgele yapılmakta olup bu durum bazı karmaşıklıklara sebebiyet verebilmektedir. Mekânsal olarak birbirine yakın olan otobüs duraklarının durak numaraları arasında çok büyük farklar oluşmakta ve bu nedenle durak numaralarının vatandaşlar tarafından öğrenilmesi ve akılda kalıcı olması zorlaşmaktadır. Bu karmaşıklığın önüne geçebilmek ve mekânsal olarak birbirine yakın olan durakların durak numaralarının da yakın olması için hiyerarşik kümeleme yöntemi ile numaralandırılması önerilmektedir.

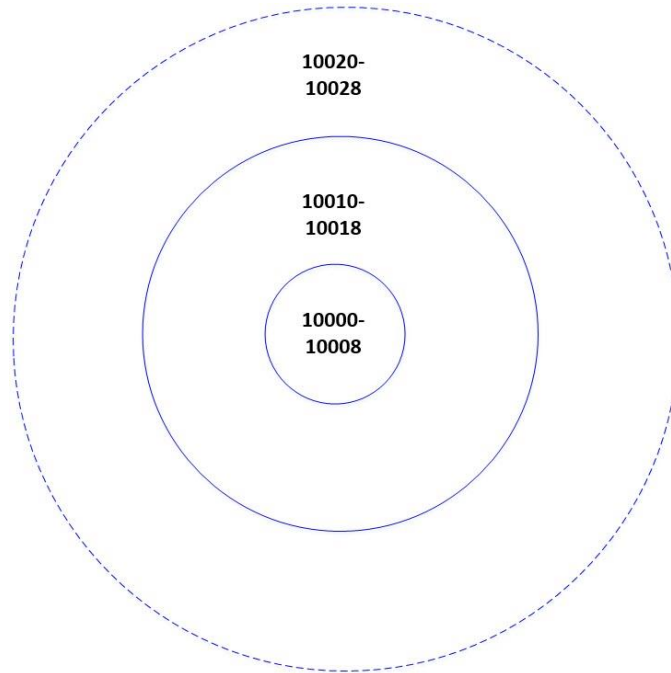
3.1 Klasik Numaralandırma

Klasik numaralandırmada otobüs duraklarının numaralandırma işlemi herhangi bir sistem içerisine oturtulmadan genellikle rastgele yapılmaktadır. Otobüs duraklarının durak numaraları genellikle hat güzergâhlarının duraklardan geçiş sırasına göre numaralandırılmaktadır. Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi tarafından otobüs durak numaraları 10.000 durak numarasından başlanarak hatların gidiş ve dönüş güzergâhları kullanılarak numaralandırılmıştır. Ancak bu durumda bir hattın gidiş durağı başka bir hattın gidiş durağından farklı olduğundan dolayı ve aynı zamanda sisteme yeni bir durak eklendiğinde durak numaraları arasında çok büyük farklılıklar oluşmaktadır. Bu sorunun üstesinden gelmek ve durak numaraları arasında bir standart oluşturmak için hiyerarşik kümeleme yöntemi ile yeni durak numaralandırma stratejisi önerilmiştir.

3.2 Hiyerarşik Kümeleme ile Otobüs Duraklarının Yeniden Numaralandırılması

Hiyerarşik kümeleme algoritmasının temel mantığı, benzer özniteliklerin bir araya gelmesine veya tam tersine bölünmesine dayanmaktadır. Birbirine mekânsal olarak yakın olan otobüs durakları aynı kümede olmadıkça mesafe açıldıkça ise kümelerin ayrışması sayesinde hiyerarşik kümeleme işlemi oluşturulabilir. Hiyerarşik kümeleme algoritmasında yakınlık için farklı ölçüm yöntemleri mevcuttur. Mekânsal olarak birbirine yakın olan otobüs duraklarının durak numaralarının birbirine yakın olması ve akılda kalıcı olması için ancak durak numaralarının belirli bir düzende artması veya azalması gerekmektedir. Bu işlem durakların merkeze yakınlıklarına göre numaralandırma işlemi sayesinde olabilir. Öncelikle bir noktanın merkez kabul edilip bütün otobüs durakların bu merkeze olan uzaklıklarının hesaplanması gerekmektedir. Bu işlem adımından sonra otobüs durakları hiyerarşik kümeleme yöntemi ile kümelere ayrıştırılabilir ancak belirlenmesi gereken önemli parametreler bulunmaktadır. Bu parametrelerden birincisi hiyerarşik kümeleme yönteminde yakınlık ölçümünün ne olacağıdır. Durak numaraların belirli bir sırada gitmesi için çember biçiminde uzaklaşması ve buna göre numaralandırılması gerekmektedir. Kümelerin çember şeklinde ayrılması için çember içerisinde bulunan düğümlerin ağırlık merkezinin diğer ağırlık merkezlerine olan uzaklığı en uygun merkez

bağlantı (centroid-linkage) yöntemi ile yapılabilir. Bu durumda merkez olarak kabul edilen durağın durak numarası 10.000 ile başlamalı (klasik numaralandırma yönteminde 10.000 ile başladığından eşit değerlendirme için) ve merkezden uzaklaştıkça artmalıdır. Ancak bu noktada hem bu işlem kümeleme işlemi olmamakta ve aynı zamanda yeni bir durak montajı yapıldığında durak numarasını centroid-linkage yöntemi ile mekânsal yakınlığa göre belirleneceğinden dolayı durak numaralarında yeni sorunlar oluşacaktır. Bu sorunun üstesinden gelmek için hiyerarşik kümeleme işlemi ile küme oluşturulmalı ve her bir kümede boş rakamlar bırakılmalıdır. Bu durumda yeni bir durak montajı yapılsa bile durak numarası mekânsal mesafe kullanıldığından dolayı etrafındaki duraklara yakın bir durak numarası alacaktır. Önerilen hiyerarşik kümeleme yöntemi ile otobüs durak numaralarının numaralandırılması Şekil 1’de sunulmuştur. Şekil 1’de görüldüğü üzere hiyerarşik kümeleme yöntemi ile oluşturulan ilk kümede 10.000-10.008 durak numarasına sahip duraklar olacak ve 10.009 numaralı ilerde yapılacak olan yeni otobüs durağı için rezerve edilmiş durumdadır. Otobüs durak numaraları merkezden başlayıp uzaklaştıkça arttığından dolayı mekânsal olarak birbirine yakın olan otobüs durakların merkeze olan uzaklıkları yakın olduğundan durak numaraları da yakın oluşmuş olacaktır.



Şekil 1. Durak Kümeleri

4. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesine ait gerçek şehir içi otobüs ağı hatları ve duraklarının oluşturduğu mekânsal veriler kullanılmıştır. Şekil 2’de Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesine ait otobüs hatların güzergâh rotası, Şekil 3’te ise otobüs durak konumları ve klasik numaralandırma yöntemi ile numaralandırılan durak numaraları sunulmuştur. Veri kümesinde XX adet otobüs hat güzergâh bilgisi ve YY adet otobüs durak bilgisi bulunmaktadır.

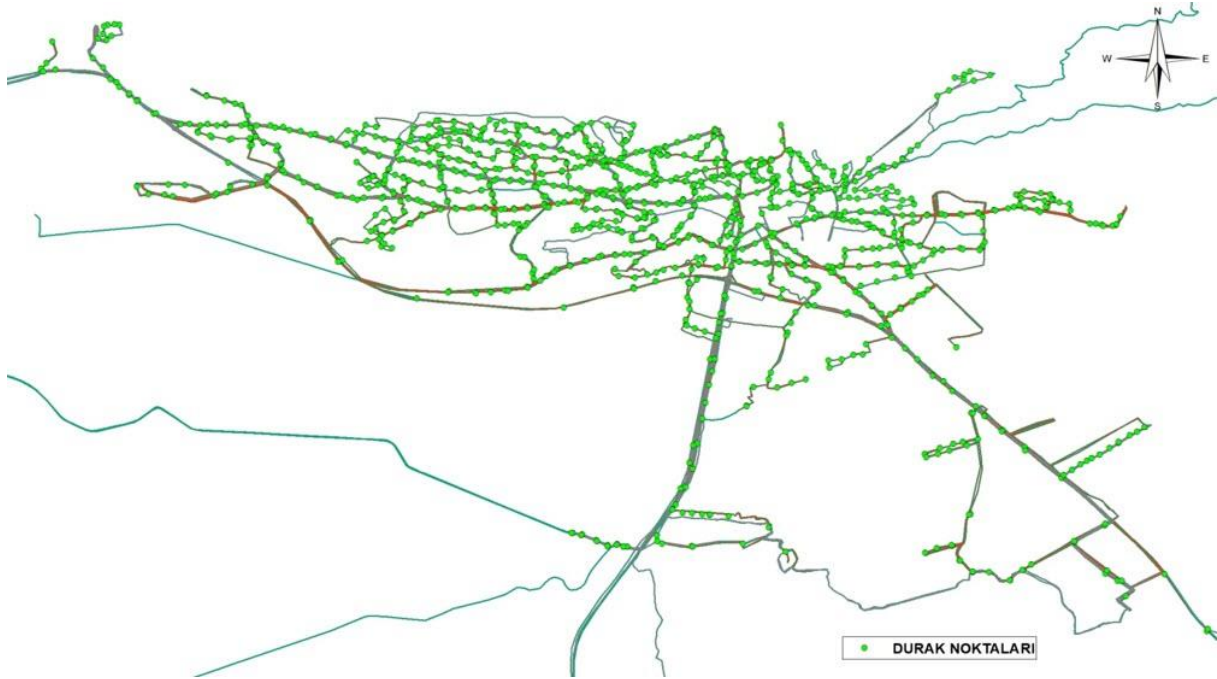
Kümeleme işlemi için verinin ön işleminden geçirilmesi ve otobüs duraklarının mekânsal uzaklıklarının hesaplanması gerekmektedir. Bu nedenle veri ön işleminde veri kümesi Oracle Express Edition veritabanı sistemine aktarılmıştır. Bu sistemde veriler incelenirken bazı durakların numaralarının olmadığı ve bundan ötürü durak numaralarının rakam olarak tanımlı olmadığı tespit edilmiştir. Deneysel değerlendirme işleminde bu durakların durak numaraları dikkate alınmamıştır.

Veriler incelendiğinde ise en küçük durak numarasının 10.000 numaralı duraktan başladığı tespit edilmiş ve hiyerarşik kümeleme yönteminde başlangıç durak numarası 10.000 olarak seçilmiştir. Durak numarası 10135 olan ve ismi Merkez Otobüs Durağı olan durak kümeleme işlemlerinde merkez durak olarak referans alınmıştır. Oracle veritabanı sisteminde

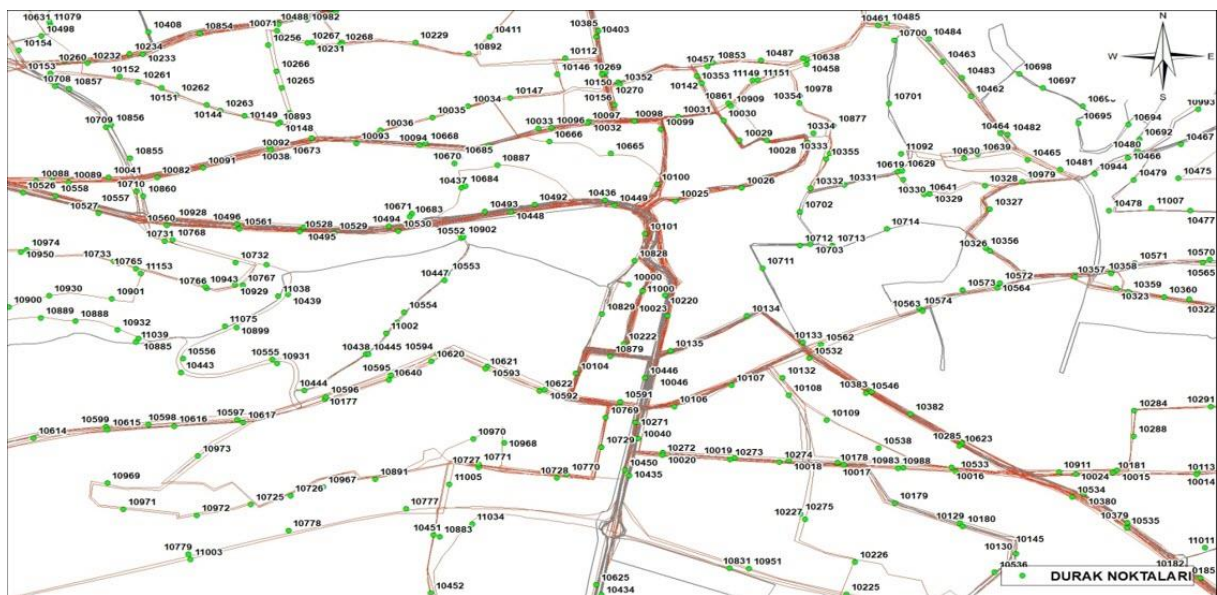
SDO_GEOM.SDO_DISTANCE fonksiyonunun kullanılabilmesi için mekânsal verilere indeks oluşturulmaması gerekmektedir. Bu nedenle konum (geometry) sütununa mekânsal indeks oluşturulmuştur. SDO_GEOM.SDO_DISTANCE fonksiyonu ile bütün durakların merkez durağa olan mesafesi hesaplanmıştır.

Bu çalışmada gerçekleştirilen deneyler Intel i7 9750H 2.60 GHz 16 GB Ram 240 GB SSD özelliklerine sahip ve Windows 10 pro işletim sistemi kurulu olan bir bilgisayar ortamında çalıştırılmıştır.

Deneyel değerlendirilmelerde klasik yöntem ile oluşturulan durak numaralarının mekânsal olarak kendisine en yakın olan durak numarası farkı ile hiyerarşik kümeleme yöntemi ile oluşturulan durak numaralarının mekânsal olarak kendisine en yakın olan durak numarasına farkı karşılaştırılmıştır.



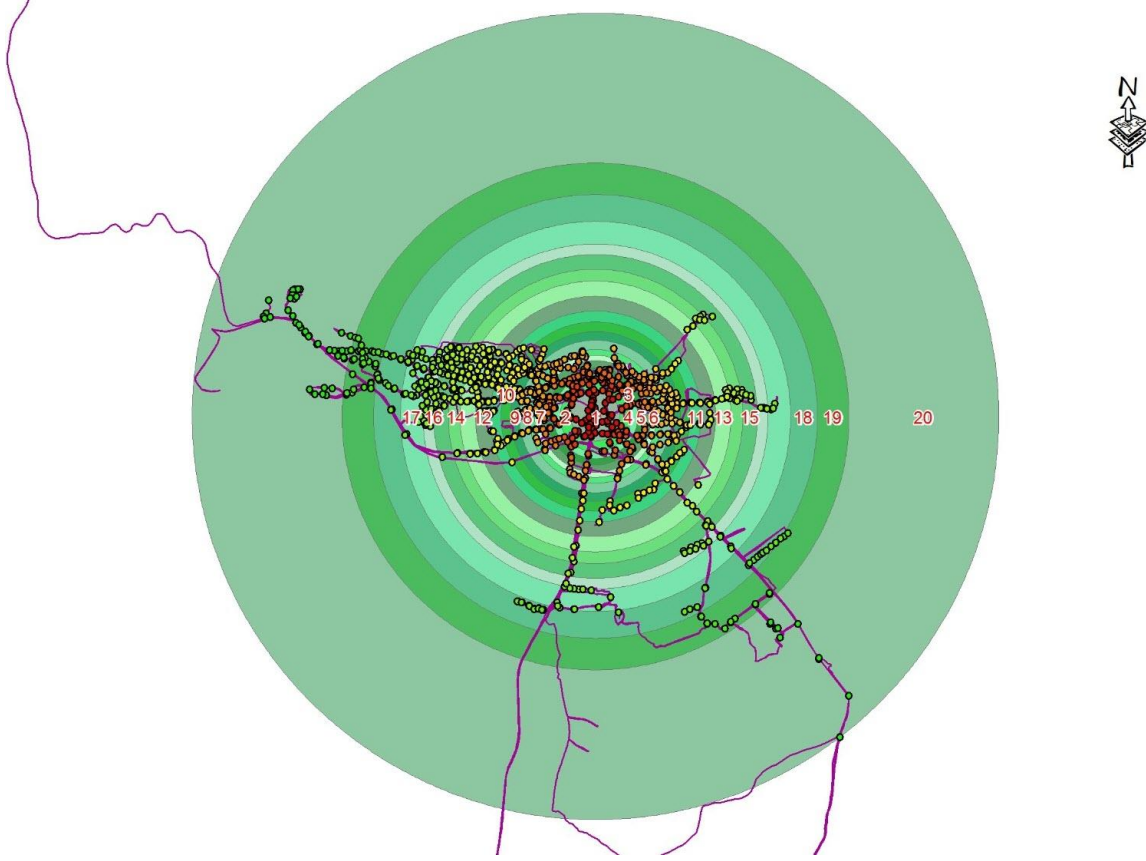
Şekil 2. Otobüs Hatları



Şekil 3. Otobüs Durakları

4.1 Deneysel Değerlendirmeler

Klasik yöntem ve hiyerarşik kümeleme tabanlı yöntemin performansı irdelemek için 20 farklı veri kümesi üzerinde yöntemlerin performansı değerlendirilmiştir. Her bir veri kümesinde 60 adet otobüs durağı bulunmaktadır. Bu veri kümeleri Şekil 3'te sunulan otobüs durak konumları dikkate alınarak 20 parçaya bölünerek ayarlanmıştır. Oluşturulan veri kümesi Şekil 4'te sunulmuştur.

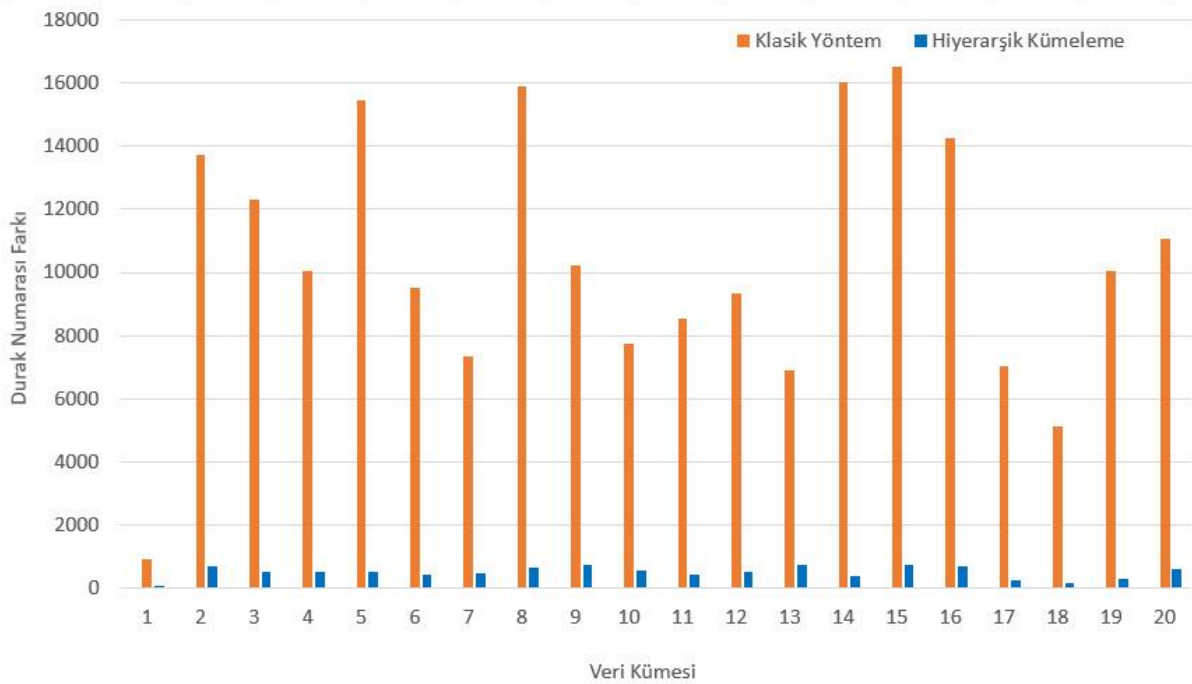


Şekil 4. Veri Kümesi

Her bir veri kümesi içindeki durak numaralarının farkları hesaplanmıştır. Tablo 1 ve Şekil 5'te yöntemlerin oluşturduğu durak numaralarının farkları sunulmuştur.

Tablo 1. Yöntemlerin Sonuçları

Veri Kümesi	Klasik Yöntem	Hiyerarşik Kümeleme
1	920	90
2	13705	713
3	12306	538
4	10053	530
5	15434	516
6	9511	445
7	7359	460
8	15885	652
9	10237	761
10	7759	567
11	8530	427
12	9345	515
13	6897	748
14	16016	407
15	16524	742
16	14260	681
17	7028	258
18	5140	180
19	10047	292
20	11043	614



Şekil 5. Durak Numaralarının Farkları

Hiyerarşik kümeleme yöntemi ile önerilen otobüs durağı numaralandırma yaklaşımında 9 karamda 1 rakam boş bırakılmasına rağmen klasik yöntemi ile oluşturulan otobüs durak numarasına göre çok düşük farklar oluşturduğundan dolayı üstün performans göstermiştir. Hiyerarşik kümeleme yöntemi ile oluşturulan durak numaralarında mekânsal olarak duraklar birbirine yakın ise durak numaraları da birbirine yakındır. Bu nedenle otobüs durak numarası vatandaş tarafından kolayca

öğrenilebilir ve akılda kalıcı olabilir. Ayrıca, önerilen yöntemde yeni bir durak montaj edilse dahi boş durak numarası olduğundan dolayı sistemde herhangi bir sorun oluşturmamaktadır.

5. SONUÇLAR

Toplu taşıma araçlarını kullanan birçok yolcuya ve ayrıca bu durak numaralarını veri tabanlarına işleyen çalışanlara kolaylık sağlaması açısından durak numaralarının birbirine yakın, tutarlı ve daha anlaşılır bir şekilde üretilmesi son derece önemlidir. Şehir içi toplu taşıma güzergâhlarına ve duraklara ulaşımın daha kolay olabilmesi, zaman kaybının önüne geçilebilmesi, karmaşıklıkların giderilebilmesi ve önlenmesi amacıyla bu çalışmada durak numaralarının hiyerarşik kümeleme yöntemi ile yeniden numaralandırılması önerilmiştir. Deneysel değerlendirmelerde, klasik numaralandırma yöntemi ile hiyerarşik kümeleme yöntemi kıyaslanmış olup önerilen hiyerarşik kümeleme yöntemi ile oluşturulan otobüs durak numaraların klasik yöntem ile oluşturulan durak numaralarına göre çok bariz şekilde durak numaraların mesafe duyarlı olduğunu göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılması amacıyla gerekli verileri sağlamasından ötürü Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Altan, M. F., Kiziltaş, M. Ç., & Divrik, S. C. (2018). Toplu Taşımada Çok lı Karar Verme ve Metropoliten Bir Alanda Servis Araçlarının Modellemesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1), 99–105.
- Eryılmaz, H. (2015). MOBİL ULAŞIM HİZMETLERİ BİLGİLENDİRME SİSTEMİNDE ARAYÜZ TASARIMI İNCELEMESİ. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 475–479.
- Özen, M. , Akbulut Özen, S. & Çevik, U. (2021). Vehicular and industrial sources of PGEs, Au and Ce in surface soil and roadside soils and dusts from two cities of Turkey . *Sakarya University Journal of Science* , 25 (2) , 484-497 . DOI: 10.16984/saufenbilder.765677
- İncirci, N. & Ekmekçi, İ. (2021). Determining the Location of The Urban Transport Interchanges Based on the Geographic Information System: the Case Study for Istanbul . *Politeknik Dergisi*, 24 (3) , 1121-1128 . DOI: 10.2339/politeknik.780055
- Lemenkova, P. (2019). An Empirical Study of R Applications for Data Analysis in Marine Geology . *Marine Science and Technology Bulletin* , 8 (1) , 1-9 . DOI: 10.33714/masteb.48667
- Sarıman, G. (2014). Veri Madenciliğinde Kümeleme Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: K-Means ve K-Medoids Kümeleme Algoritmalarının Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 15 (3) , 192-202 .
- Ecer, B. & Aktaş, A. (2019). Clustering of European Countries in terms of Healthcare Indicators . *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering* , 5 (1) , 23-26 . DOI: 10.22399/ijcesen.416611
- Kaya, Y. , Avcı, D. & Gedikpınar, M. (2019). Comparing of K-Means, K-Medoids and Fuzzy C Means Cluster Method for Analog Modulation Recognition . *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering* , 7 (3) , 294-299 . DOI: 10.17694/bajece.564960
- Rokach L., Maimon O. (2005) Clustering Methods. In: Maimon O., Rokach L. (eds) *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/0-387-25465-X_15

- Omran, M. G., Engelbrecht, A. P., & Salman, A. (2007). An overview of clustering methods. *Intelligent Data Analysis*, 11(6), 583-605.
- Murtagh, F., & Contreras, P. (2012). Algorithms for hierarchical clustering: an overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(1), 86-97.
- Nielsen, F. (2016). Hierarchical clustering. In *Introduction to HPC with MPI for Data Science* (pp. 195-211). Springer, Cham.
- Reynolds, A. P., Richards, G., de la Iglesia, B., & Rayward-Smith, V. J. (2006). Clustering rules: a comparison of partitioning and hierarchical clustering algorithms. *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms*, 5(4), 475-504.
- Bien, J., & Tibshirani, R. (2011). Hierarchical clustering with prototypes via minimax linkage. *Journal of the American Statistical Association*, 106(495), 1075-1084.