

Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemlerin Bibliyometrik Analizi

Bibliometric Analysis of Deterministic Methods Used In Route Planning Problems

Öz

Araç Rotalama problemi, merkezi bir depodan coğrafi olarak dağıtılmış müşterilere hizmet vermek için araçların en uygun şekilde nasıl dağıtılacağı ile ilgili bir optimizasyon problemidir. Çalışmada, Araç Rotalama Problemi bağlamında Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemlerin etkinliği araştırılmaktadır. Araç Rotalama Problemi, belirli bir merkezi depodan coğrafi olarak dağıtılmış müşterilere hizmet veren araçların en uygun rotalarını belirlemeyi amaçlayan lojistik yönetimi ve taşımacılıktaki en temel optimizasyon problemlerinden biridir. Bu çalışmanın amacı, Araç Rotalama problemlerini çözmek için deterministik yöntemlerin etkinliğini değerlendirmek ve mevcut eğilimleri ve gelecekteki araştırma yönlerini belirlemek için bibliyometrik analiz kullanarak bu alandaki literatürü gözden geçirmektir. Bibliyometrik analiz, literatürün kapsamlı bir şekilde taranmasını sağlayan, mevcut araştırma eğilimlerinin yanı sıra gelecekteki potansiyel araştırma yönlerini de belirleyen bir yöntem olarak literatürdeki boşluklar ve gelecekteki araştırma fırsatlarını net bir şekilde ortaya çıkarmaktadır. Analiz sonuçları, deterministik yöntemlerin karmaşık karar verme süreçlerinde en uygun çözümleri bulmak için güçlü bir araç olduğunu ve bu alandaki araştırmaların ivme kazandığını göstermektedir. Ayrıca, bu yöntemlerin farklı uygulama alanlarındaki etkinliğinin araştırılması ve diğer optimizasyon teknikleriyle kıyaslanması, gelecekteki araştırmalar için kilit alanlar olarak görünmektedir. Bu çalışmada sunulan kapsamlı bilgiler, araştırmacıların ve uygulayıcıların Araç Rotalama problemlerini anlamalarına ve bunları çözmek için etkili yollar bulmalarına yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Rotalama, dinamik programlama, deterministik yöntemler, bibliyometrik analiz

Abstract

The Vehicle Routing problem is an optimisation problem concerned with how to optimally distribute vehicles from a central depot to serve geographically distributed customers. In this study, the effectiveness of Deterministic Methods Used in Route Planning Problems in the context of Vehicle Routing Problem is investigated. The Vehicle Routing Problem is one of the most fundamental optimisation problems in logistics management and transportation, which aims to determine the optimal routes of vehicles serving geographically distributed customers from a given central warehouse. The aim of this study is to review the literature in this area using bibliometric analysis to evaluate the effectiveness of deterministic methods for solving Vehicle Routing problems and to identify current trends and future research directions. Bibliometric analysis clearly reveals gaps in the literature and future research opportunities as a method that provides a comprehensive review of the literature, identifying current research trends as well as potential future research directions. The results of the analysis show that deterministic methods are a powerful tool for finding optimal solutions in complex decision-making processes and that research in this field is gaining momentum. Furthermore, investigating the effectiveness of these methods in different application domains and comparing them with other optimisation techniques appear to be key areas for future research. The comprehensive information presented in this paper will help researchers and practitioners to understand Vehicle Routing problems and find effective ways to solve them.

Keywords: Routing, dynamics programming, deterministic methods, bibliometric analysis.

Şengül Coşkun 

Sakarya Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme
Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama
Bilim Dalı, Sakarya, Türkiye

Cite this article as: Coşkun, Ş. (2024). Rota planlama problemlerinde kullanılan deterministik yöntemlerin bibliyometrik analizi. *Journal of Business Administration and Social Studies*, 8(2), 144-159.

Corresponding author: Şengül Coşkun
E-mail: sengul.coskun1@ogr.sakarya.edu.tr

Received: August 22, 2024
Revision Requested: September 11, 2024
Last Revision Received: September 26, 2024
Accepted: October 18, 2024
Publication Date: November 15, 2024



Copyright@Author(s) - Available online at
www.j-ba-socstud.org
Content of this journal is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0
International License.

Giriş

Araç rotalama problemi (ARP), coğrafi olarak dağıtık müşterilere belirli bir merkezi depodan hizmet vermek için en uygun araç rotalarını belirlemeyi amaçlayan, lojistik yönetimi ve taşımacılıkta karşılaşılan en temel optimizasyon problemlerinden biridir. Minimum mesafeyi kat eden ve belirli kısıtlamaları karşılayan bir yol oluşturmak amacıyla (Şimşek, 2019). Tasarlanan ARP'nin klasik formülasyonu, rotanın başlangıç ve bitiş noktaları olarak merkezi bir depoyu, her aracın yalnızca bir istasyonda durması ve hizmet vermesi gibi temel kısıtları ve olumsuz olmayan karar değişkenlerini içermektedir (Dündar, 2020).

Büyük ölçekli problemlerde sezgisel ve metasezgisel yöntemler yaygın olarak tercih edilse de (Üçüncüoğlu, 2017), deterministik yöntemler de önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, k-en kısa yol algoritması her bir düğüm çifti arasındaki en kısa yolu belirlemek için kullanılır ve negatif maliyet döngülerini tespit edebilen (Hoshbaum, 2014) bir algoritmadır ve özellikle araç rotalama problemlerinde doğru çözümler sunan, büyük ölçekli problemler için etkili bir çözüm yöntemi olarak öne çıkmaktadır (Macit, 2022). Ayrıca Floyd-Warshall algoritması herhangi bir düğüm çifti arasındaki en kısa yolu belirlemek için kullanılan etkili bir yaklaşımdır ve negatif maliyet döngülerini tespit edebilir. Bu yaklaşım ARP çözümlerine önemli katkı sağlamaktadır. ARP, farklı türlerde ele alınabilmektedir. Örneğin, Kapasite Kısıtlı ARP (CKARP), araçların kapasitesini aşmadan her müşteriye yalnızca bir kez hizmet vermeyi hedeflerken, Zaman Pencereci ARP (ZPARP), ürünlerin belirli bir zaman dilimi içinde teslim edilmesini zorunlu kılar (Kısa, 2021; Macit, 2022). Ayrıca, ARP'nin çözüm yöntemleri iki ana kategoriye ayrılmaktadır: kesin çözüm yöntemleri ve sezgisel/meta-sezgisel yöntemler. Kesin çözüm yöntemleri, tüm olasılıkları değerlendirerek en iyi çözümü bulmayı amaçlarken (Macit, 2022). sezgisel ve metasezgisel yöntemler, özellikle büyük ölçekli problemler için daha hızlı ve pratik çözümler sunar. Bu çalışmanın amacı, araç rotalama problemlerinin çözümünde kullanılan deterministik yöntemleri inceleyerek bu alandaki güncel yaklaşımlar hakkında bir derleme sunmaktır.

Çalışmada, özellikle k-en kısa yol algoritması gibi yaygın olarak kullanılan yöntemlerin performansları ve uygulama alanları ele alınmıştır. Deterministik yöntemlerde önemli bir yere sahip olan K-en kısa yol algoritması ve Dijkstra algoritmasını temel alarak tüm düğümler arasındaki minimum maliyetli yolu belirlemeyi amaçlamaktadır (Mirahadi & McCabe, 2021). Wang ve diğerleri (2023) tedarikçi ulaşım rotalarını optimize etmek ve işbirlikçi ulaşım stratejileri geliştirmek için bu algoritmayı kullanarak bir model sunmuşlardır. Chabrier (2006) ve Lee ve diğerleri (2006), en kısa yol algoritmalarının geliştirilmesinin özellikle karmaşık araç rotalama problemlerinde daha iyi çözümlere yol açabileceğini bulmuşlardır. Zhang ve diğerlerinin (2021) tarihli çalışması, acil durum tahliye yolları için genişlik arama ve Dijkstra algoritmasını birleştirerek k-en kısa yol algoritmasının en kısa yolu belirlemedeki etkinliğini göstermiştir.

Ayrıca, literatürdeki boşlukları ve gelecekteki araştırma yönlerini belirlemek için bibliyometrik analiz yoluyla ARP alanındaki araştırma eğilimlerinin belirlenmesi hedeflendiği çalışmada, araç rotalama problemi (ARP) üzerine yapılan araştırmalar gözden geçirilmiştir. ARP, coğrafi olarak dağıtık müşterilere merkezi bir depodan hizmet vermek için araçların en uygun şekilde nasıl kullanılacağı sorunudur. Makalede ayrıca mevcut ARP modellerinin özellikleri, farklı ARP türleri (CKARP, TPARP, ZBARP, Açık ARP, Çok Depolu ARP, Eşzamanlı Toplama ve Teslimat ARP) ve bu sorunları çözmek için kullanılan yöntemler (kesin çözümler, buluşsal yöntemler) ele alınmaktadır. Sonuç olarak bu makale, araç rotalama problemlerinin kavramsal çerçevesi, problem türleri ve çözümleri hakkında kapsamlı bilgi sunmaktadır.

Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemlerin bibliyometrik analizi, Scopus veritabanındaki makalelerin incelenmesini amaçlamaktadır. Analizin amacı, en çok atıf alan makaleleri, alandaki toplam yayın sayısını ve yıllara göre yayın sayısındaki değişiklikleri belirlemektir. Ayrıca en çok alıntı yapılan araştırmacıları, araştırmalarının tarihsel gelişimini ve en verimli makaleleri inceliyoruz. Bu makalelerde en verimli ülke ve üniversitelerin yanı sıra en sık kullanılan kelimeler de analiz ediliyor. Son olarak, sorumlu yazarın üniversitesi ile ülkesi arasındaki ilişki de değerlendirilmektedir.

Kavramsal Çerçeve

Rotalama

Araç Rotalama Problemi (ARP), coğrafi olarak dağıtık müşterilere merkezi bir depodan hizmet vermek için araçların en uygun şekilde nasıl kullanılacağını ele alır. Bu problemlerde amaç, kısıtlamaları karşılayarak minimum mesafeli bir yol oluşturmaktır (Şimşek, 2019). Klasik ARP modelinde güzergahın başlangıç ve bitiş noktalarının merkezi bir istasyon olması, her aracın yalnızca bir istasyonda durup hizmet vermesi ve karar değişkenlerinin negatif olmaması gerekmektedir (Dündar, 2020). Özellikle büyük ölçeklerde artan işlem süreleri, problem çözme zorlaştırmakta ve tam bir çözüme ulaşmayı maliyetli hâle getirmektedir. Bu nedenle ARP çözümlerinde sezgisel ve metasezgisel yöntemler tercih edilmektedir (Üçüncüoğlu, 2017). Araç rotalama problemleri (ARP'ler) farklı türlerde incelenebilir. Kapasite Kısıtlı ARP (CKARP), aracın kapasitesini aşmadan her müşteriye yalnızca bir kez hizmet vererek minimum maliyet yolunu bulmayı amaçlamaktadır (Macit, 2022). Zaman Pencereci ARP (TPARP), ürünlerin belirli bir zaman dilimi içinde teslim edilmesini gerektirir. Bu süreçte katı veya esnek zaman penceresi kısıtlamaları dikkate alınır (Kısa, 2021). Zamana Bağlı ARP (ZBARP), belirli araçların belirli dağıtım noktalarına önceliklendirilmesini içerir (Üçüncüoğlu, 2017). Açık ARP, araçların son teslim noktasından sonra depoya dönmemesi durumlarını çözerek maliyet ve zamandan tasarruf sağlar (Üçüncüoğlu, 2017). Çoklu depo ARP, birden fazla depo ve bu depolardan ayrılan araçlar arasındaki envanter eşleştirme kısıtlamalarını içerir (Üçüncüoğlu, 2017). Eşzamanlı Toplama ve Teslimat ARP'de toplama ve teslimatın aynı güzergahta ve aynı araçta yapılması gerekmektedir (Kısa, 2021). Araç rotalama problemi iki ana çözüm yaklaşımıyla

çözülmemektedir: kesin çözüm ve sezgisel/meta-sezgisel yöntemler. Doğru çözümler tüm olasılıkları değerlendirerek en iyi çözümü bulmaya çalışır ancak büyük ölçekli problemler için bu zaman alıcı olabilir (Macit, 2022). Clarke ve Wright'ın tasarruf yöntemi, müşteri çiftleri arasındaki tasarrufları hesaplayarak araç rotalarını ve sayılarını belirlemektedir (Üçüncüoğlu, 2017). Buluşsal yöntemler genellikle büyük ölçekli problemler için daha hızlı çözümler sağlar. En Yakın Komşu algoritması şehirler arasındaki en kısa mesafeyi bulur (Macit, 2022).

Metasezgisel yöntemler, çözüm bulma sürecini geliştirmek için doğadaki süreçlerden ilham alır. Genetik algoritmalar biyolojik süreçlere dayalı çeşitli problemleri çözerken (Macit, 2022), kombinatoriyal minimizasyon problemlerinde tavlama benzetimi kullanılmaktadır (Öztaş, 2021). Tabu araması yerel optimal çözümlerden kaçınarak geçici hafızayı kullanırken (Alişan, 2021), karınca kolonisi yöntemi verimli yollar bulmak için feromonları kullanır (Yılmaz, 2019) ve sürü parçacık algoritması (Feneaker, 2019) bir kuş sürüsünün davranışını taklit eder yerel arama algoritmalarının küçük değişikliklerle iyileştirilmeler yapar (Go to Code, 2021). Bu yöntemler araç rotalama problemlerinin çözümüne önemli katkılar sağlamıştır (Üçüncüoğlu, 2017). Floyd-Warshall algoritması, Floyd ve Warshall tarafından bağımsız olarak geliştirilen ve her düğümden diğer düğüme giden tüm en kısa yolları hesaplamayı amaçlayan bir yöntemdir. Bu algoritma, herhangi bir düğüm çifti arasındaki en kısa yolu belirlemek için mesafeyi ve aşağıdaki düğüm matrisini kullanır (Charoenporn, 2018). Uzaklık matrisinde $Dist[i, j]$, i düğümünden j düğüme olan mesafeyi temsil eder ve aşağıdaki matris $next[i, j]$, i düğümünden j düğüme en kısa yol üzerindeki i düğümünün soyundan gelenleri temsil eder. Algoritma başlangıçta doğrudan kenar uzunluklarını kullanarak her düğüm çifti arasındaki mesafeyi başlatır ve ardından her düğüm çifti için en kısa yolu günceller. Ek olarak negatif maliyet yayları içeren grafikler işlenirken negatif maliyet döngüleri tespit edilebilir (Hoshbaum, 2014).

Deterministik Yöntemler

Lojistik yönetiminin merkezinde yer alan bir optimizasyon problemi olan ARP'de amaç hangi araç güzergahının müşteriye en düşük maliyetle hizmet vereceğini belirlemektir. Deterministik ARP için kesin çözüm yöntemleri ve buluşsal yöntemler geliştirilmiştir. Kesin çözümler optimal çözümleri sağlar, ancak büyük problemler uzun çözüm süreleri gerektirir. Sezgisel yöntemler daha hızlı çözümler üretir (Şehitoğlu ve İşleyen, 2021).

K-en kısa yol algoritması optimal ve optimal olmayan rotaları bulabilen bir yöntemdir. Dijkstra'nın algoritmasını temel alarak tüm düğümler arasındaki minimum maliyet yolunu bulmayı amaçlamaktadır. Öncelikle başlangıç düğümü etiketlenir ve bu düğüme bağlı diğer tüm düğümlere olan seyahat maliyetleri hesaplanır. Hesaplanan maliyetler arasında en düşük olan maliyet belirlenerek ilgili düğümler etiketlenir. Yeni etiketlenen bu düğüme bağlı başka bir düğüme geçmenin maliyeti daha sonra yeniden hesaplanır ve düğümün yeni maliyeti eski maliyetinden düşüğe bu maliyet güncellenir. Bu süreç tüm düğümler için minimum maliyet yolu bulunana kadar devam eder. Her bir düğümü başlangıç noktası olarak seçerek işlemi tekrarlanır

ve her bölge için minimum maliyet yolunu hesaplanır (Mirahadi & McCabe, 2021). Wang ve diğerleri (2023) deterministik bir araç yönlendirme modeli sunmuş, en uygun ve alternatif rotaları belirlemek için k-en kısa yol algoritmasını kullanmış ve geliştirilen Dijkstra algoritmasını metro ücret ayarlamasında değerlendirmiştir. Tedarikçi ulaşım rotalarını optimize etmek ve işbirlikçi ulaşım stratejileri geliştirmek için deterministik bir araç rotalama modeli sunulan çalışmada model, ulaşım maliyetlerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır ve en uygun ve alternatif rotaları belirlemek için k-en kısa yol algoritmasını kullanmaktadır. Üç senaryoda gerçekleştirilen işbirlikçi taşımacılık simülasyonları, stratejinin etkinliğini doğrulamıştır ve tedarikçiler arasındaki sinerjiyi, tedarik zinciri esnekliğini ve genel verimliliği arttırmıştır (Wang ve ark., 2023). Chabrier (2006), araç rotalama problemlerinde, algoritmaların karmaşıklığının yüksek olması nedeniyle sıklıkla varsayılan yol kısıtlarının gevşetilmesinin gerçekleştirildiğini ve varsayılan en kısa yol algoritmalarının geliştirilmesinin daha iyi çözümlerin elde edilmesinde etkili olduğunu vurgulamaktadır. Lee ve diğerleri (2006), bölünmüş yükleme durumlarını ele alan, optimaliteyle değişmeyen koşulları uygulayan ve kamyon filolarını ekonomik olarak yönlendirmek için en kısa yol algoritmasını kullanan bir model sunmuştur. Cao ve diğerleri (2014), seyahat süresi olasılık dağılımlarını dikkate alarak ve esnek zaman kısıtlamalarını destekleyerek stokastik en kısa yol problemini çözmek için bir yaklaşım önermiştir. Sunita ve Garg (2021), dinamik en kısa yol algoritmasının grafik topolojisine uygun güncellemeler gerçekleştirerek sorgulama görevlerini kolaylaştırdığını ve birçok çözüm sunduğunu belirtmişlerdir. İkili uyumsuzluk kısıtlamalarına sahip araç rotalama probleminde Dantzig-Wolfe yeniden yapılandırmasına dayanan, her bir sütunun bir satın alma planıyla ilişkili bir yolu temsil ettiği bir sütun kompozisyonu yaklaşımı önerilmiştir (Gendreau ve ark., 2016). Yeşil lojistikte yakıt ve işletme maliyetlerinin en aza indirilmesine yönelik kırılabilir yolu sorununu ele alınmış ve dallanma ve fiyatlandırma algoritmaları aracılığıyla doğru bir çözüm sağlanmıştır (Dellaert ve ark., 2019). Zhang ve diğerleri (2021), acil durum tahliye rotaları için genişlik aramasını ve Dijkstra algoritmasını birleştirerek en kısa yolu bulmak amacıyla yol planlamayı uygulamıştır. Yoldaki tehlikeleri hesaba katan, zamandan tasarruf sağlayan ve nakliye maliyetlerini azaltan simülasyonlar geliştirmek için ağ topolojisi ve kod analizi yöntemlerinin kullanılabileceğini gösterilmiştir (Sedeño-Noda & Colebrook, 2019). Zhang ve diğerleri (2019), tren hız profilleri ve yolcu talebi gibi bileşenleri birleştiren sağlam optimizasyon tekniklerinin önemini vurgulayarak demiryolu planlama sorunları için uzay-zamansal durum ağı modellemesini önermişlerdir.

Materyal Ve Yöntem

Bibliyometrik Analiz

Bibliyometri, yazılı iletişim ve yayınların niceliksel analizi olarak tanımlanan bir disiplindir. Temel olarak bilimsel iletişimi ölçmek ve analiz etmek amacıyla matematiksel ve istatistiksel yöntemler geliştirmeyi hedefler. Pritchard, bibliyometriyi bilimsel araştırmaların çıktısını ölçmek ve değerlendirmek için kullanılan önemli bir alan olarak tanımlamıştır (Webb ve ark., 2005). Bu yöntem, 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmış ve bilimsel

yayınların sayısını, dağılımını ve kullanımını ölçmeyi amaçlayan analitik bir yöntem olarak gelişmiştir (Ball, 2017). Andres (2009) bibliyometriyi, bilimsel araştırmanın yapısını ve gelişimini anlamak için kullanılan yazılı iletişimin niceliksel analizi olarak tanımlar. Bibliyometrik analiz, belirli bir alandaki genel araştırma eğilimlerini takip etmek için yararlı bir yöntemdir (Bao ve ark., 2023).

Bilimsel yayınların ve alıntılarının ölçülmesi fikri, bilimsel literatürün bibliyografik verilerini analiz etme çabalarına dayanmaktadır. Bilim insanlarının birbirlerinden alıntı yapmaları, bilimsel iletişimi ve bilgi akışını anlamak açısından önemli bir faktör olarak görülmüştür. Eugene Garfield'ın 20. yüzyılın başlarında Bilimsel Atıf Dizini'ni (Science Citation Index, SCI) ve benzer bibliyografik dizinleri geliştirmesi, bu alandaki araştırmaları büyük ölçüde ilerletmiştir. Bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte, büyük ölçekli bibliyografik verilerin analiz edilmesi ve bibliyometrik indekslerin geliştirilmesi mümkün hâle gelmiştir (Ball, 2017). Sonuç olarak, bilimsel literatürden bibliyografik verilerin sistematik olarak toplanması ve analizi, bibliyometri alanının temelini oluşturmuştur.

Bibliyometri terimi, "istatistiksel bibliyografi" teriminin yerine geçmiştir. İstatistiksel bibliyografi terimi ilk kez 1922'de E. Wyndham Hulme tarafından kullanılmış ve yazılı iletişim süreçlerini analiz etmeyi amaçlamıştır (Andres, 2009). Bu terim, yazılı iletişim süreçlerini analiz etmek amacıyla kullanılan matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin uygulandığı bir alanı ifade eder (Pritchard, 1969). Bibliyometri terimi ise daha sonradan bu terimin yerine önerilmiş ve bilimsel literatürün, özellikle de bilimsel atıf dizinlerinin geliştirilmesiyle yaygın olarak kabul görmüştür (Rousseau ve ark., 2018).

Yüzyılın başlarından itibaren Garfield'ın Bilimsel Atıf Dizini ve Lotka'nın Yayın Sıklığı Yasası gibi önemli katkılar, bibliyometrinin gelişimine öncülük etmiştir. Bilimsel performansın değerlendirilmesi, araştırma politikalarının formüle edilmesi ve bilimsel iletişimin analiz edilmesi gibi alanlarda bibliyometri giderek daha fazla kullanılmaktadır (Ball, 2017). Broadus (1987), bibliyometrinin, alıntı analizi, yayın sayısı ve etki faktörü analizini içeren bir alan olarak yazılı belgelerin niceliksel analizi olduğunu vurgulamaktadır. Bibliyometrik yöntemler, bilimsel araştırmanın etkisini ve yayılmasını anlamak için önemli araçlar sunmaktadır.

Bibliyometrik analizde kullanılan başlıca yöntemler arasında H-İndeksi ve G-İndeksi, trend analizi, bağımsız atıf analizi, eşleştirme analizi, yazarlık analizi, kelime eşleştirme ve atıf patlama analizi yer almaktadır (Rousseau ve ark., 2018). Bu yöntemler, bilim ve teknoloji alanındaki eğilimleri, yapıları ve işbirliklerini anlamada önemli araçlar sunmaktadır (Andres, 2009). Bibliyometrik analiz, bilimsel yayınlardaki sayısal verilerin ve alıntılarının sistematik olarak incelenmesini içerir. Bu analiz, akademik yayınların niceliksel özelliklerinin dikkatle incelenmesi ve değerlendirilmesi sürecidir (Ng ve ark., 2023).

Bibliyometrik analiz, genellikle şu adımlardan oluşur: araştırma dizaynı, bibliyometrik verilerin derlenmesi, analiz,

görselleştirme ve yorumlama (Zupic & Čater, 2015). Bu yöntemler, bilimsel araştırmanın kalitesini ve etkisini değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadır (Bota-Avram, 2023). Bibliyometri, bilimsel iletişimi ölçmek için giderek gelişen analitik bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Ball, 2017).

Bibliyometri, başlangıçta kütüphaneciler için bir araç olarak geliştirilmiştir (Ball, 2017). Ancak, günümüzde disiplinler arası bir alan olarak bilim tarihçileri, sosyologlar, bilgi bilimcileri ve yöneticiler tarafından da kullanılmaktadır (Manthorpe, 2007). İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra bilimsel yayın sayısındaki artış, bibliyometrik analizin önemini artırmıştır. Bibliyometrik göstergeler, araştırmacıların performansını ve kurumların bilimsel üretkenliğini ölçmek için kullanılmaktadır (Ball, 2017). Araştırma için temel konuları keşfetmek amacıyla en çok alıntı yapılan klasik literatürün analiz edilmesi büyük bir değere sahiptir (Bao ve ark., 2023).

Sonuç olarak, bibliyometri, bilimsel literatürü, iletişim süreçlerini ve bilgi akışlarını analiz ederek bilim ve teknolojinin yapısını ve gelişimini anlamaya çalışan bir disiplindir. Bu analiz, bilim politikası, yönetimi ve değerlendirmesi için önemli göstergeler sunar (Manthorpe, 2007). Bibliyometri, günümüzde bilimsel ve teknolojik araştırmaların çıktılarını sadece bilimsel literatürden değil, aynı zamanda patentlerden elde edilen verilerle de ölçmek için kullanılan bir dizi özel ölçüm ve gösterge için yaygın bir terimdir (Okubo, 1997).

Bibliyometri, bilimsel iletişimin niceliksel yönlerini ölçmek amacıyla matematiksel ve istatistiksel modeller kullanarak, büyük bir bilgi kümesine yapılandırılmış bir analiz sunar (Aria & Cuccurullo, 2017). Bu sayede, bilimsel performansı değerlendirmek, araştırma politikalarını formüle etmek ve bilimsel iletişimi analiz etmek gibi önemli alanlarda kullanılmaktadır (Pritchard, 1969).

Araştırma Modeli

Bu çalışmanın amacı, Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler üzerine 1988'den 2024'e kadar bibliyometrik analiz yöntemlerini kullanarak yapılan araştırmaları incelemektir. Veri toplamak için hakemli makalelerin en güvenilir veritabanlarından biri olan Scopus'tan aktarılan bir veri tabanı kullanılmıştır.

Öncelikle çalışma konularının evreni belirlenmiştir. Daha sonra bu evrendeki çeşitli kriterleri temel alan konular için veri tabanı araştırılmıştır. Analiz için alınan veriler programa yüklendi ve R veri çerçeveleri oluşturulmuştur. Oluşturulan çerçevede analizin ilk kısmı, veri yükleme ve dönüştürme ile bibliyometrik analizin ana sonuçlarının özetlenmesidir. İkinci bölüm, belge x nitelik matrisinin oluşturulmasını ve eşlenmesini içeren adımdır. Burada metin alanlarındaki terimler (özet, başlık, yazar anahtar kelimeleri vb.) filtrelenerek kapsam dışı bırakılır. Analiz, normalleştirme, veri azaltma, ağ matrisi oluşturma ve haritalama ile tamamlanır (Özbilek, 2024).

Araştırma modeli, Sistematik İncelemeler ve Meta-Analizler için Tercih Edilen Raporlama Öğeleri (PRISMA) bildirisi ve Page ve

diğerleri (2021) ile Aria ve Cuccurullo'nun (2017) bibliyometrik kılavuzları temel alınarak yapılandırılmıştır. Bu bağlamda, araştırma süreci belirli adımlardan oluşan ayrıntılı bir analitik çerçeveye dayandırılmıştır. Page ve diğerleri (2021) tarafından önerilen PRISMA bildirisi analitik süreci beş temel adıma ayırmıştır. Çalışmanın araştırma modeli bu yaklaşıma atıfta bulunarak benzer şekilde tasarlanmıştır. Çalışma adımları aşağıdaki gibidir;

1. **Araştırma Tasarımı:** İlk adım, çalışmanın genel çerçevesini çizmek ve soruları yanıtlamak için bir tasarım oluşturmaktır. Bu adım, araştırma hipotezini belirleyip ve çalışmanın kapsamını netleştirir.
2. **Veri Toplama:** Hangi veri kaynaklarının kullanılacağı belirlenir ve verilerin nasıl toplanacağı detaylandırılır.
3. **Veri Analizi:** Verilerin analiz edileceği yazılım ya da programlar seçilir ve toplanan veriler bu programlara yüklenir. Araştırmanın doğasına uygun araçlar seçilmelidir.
4. **Kodlama ve Analiz:** Toplanan verilerin çeşitli şekillerde işlenmesini ve belirlenen sorulara yanıtlar bulunmasını içeren analizdir.
5. **Yorumlama:** Son adım analiz sonuçlarının yorumlanmasıdır. Bu adımda verilerden elde edilen sonuçlar çalışmanın hipotezleri ile karşılaştırılır ve sonuçlar yorumlanır (Özbilek, 2024).

Aria ve Cuccurullo'nun (2017) bibliyometrik analiz kılavuzuna göre, bu adımların her biri titizlikle uygulanmalı ve analiz sonuçları objektif bir şekilde değerlendirilmelidir (Aria & Cuccurullo, 2017, s. 960; Page ve ark., 2021, s. 5). Modeli Şekil 1'de gösterilen araştırma, Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler alanında yürütülen teorilerin taranması için anahtar kelimelerin, zaman aralığı ve yayın dili ve çalışma alanının belirlenmesi ile başlamıştır. Belirlenen anahtar sözcükleri kullanan bir SCOPUS araması ile, 8479 sayıda dokümana ulaşılmıştır. Bu belgeler zamana, türe, dile ve çalışma alanına göre filtrelenerek bu sayı 1851 belgeye düşürülmüştür.

Son aşamada bibliometrix paketi kullanılarak bibliyometrik analiz yapılmıştır.

Evren ve Örneklem

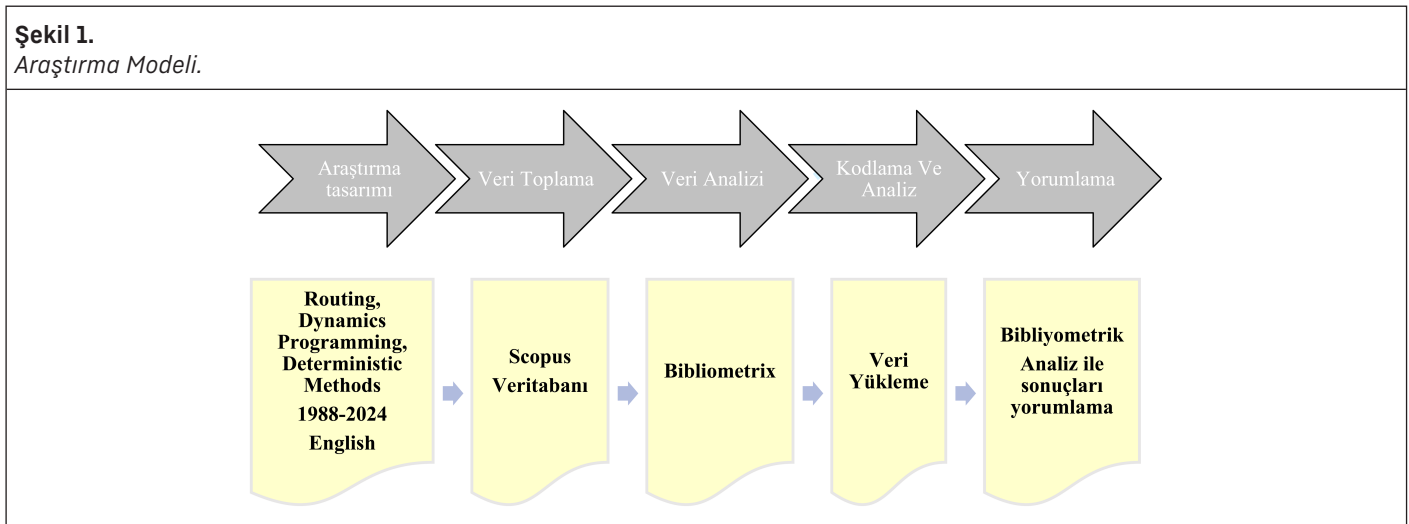
Bu çalışma ile Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler alanında 1988-2024 yılları aralığında yapılmış çalışmaların bibliyometrik analiz yöntemi ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırma için Scopus veritabanı kullanılmıştır. Araştırma evreni Dinamik programlama deterministik yöntemler alanındaki tüm dokümanlardan oluşmaktadır. Bu kapsamda Scopus veri tabanındaki dokümanlar örnek olarak kullanılmıştır. Scopus'un düzenli veri güncellemeleri ve kolay erişimi, verilerin güncel ve erişilebilir olmasını sağlamakta olup bu durum çalışmanın doğruluğu ve geçerliliği açısından önemlidir. Scopus tarafından sağlanan spesifik literatür ve yayınlar, çalışma odağı alanında daha fazla çeşitlilik ve derinlik sağlamaktadır. Bu, çalışmanın belirli alanlarda daha kapsamlı analizler yapması imkanını sunmaktadır. Arama için anahtar kelime olarak "routing", "dynamics programming", "deterministic methods" kullanılmıştır.

Araştırma sorusu ilk olarak şu şekilde oluşturulmuştur;

Sorgu= "routing OR dynamics AND programming OR deterministic AND methods"

Arama terimleri sorgu metninde de görüldüğü üzere "routing OR dynamics AND programming OR deterministic AND methods" kelimelerinden oluşmaktadır. Daha sonra çalışma kapsamını incelenebilir hâle getirmek için çeşitli kriterlere göre filtreleme yapılmıştır. Türü: "Article", Çalışma alanı="Engineering", "Computer Science", "Social Sciences", "Maths", "Business, Management And Accounting", "Physics and Astronomy" seçilmiştir. Anahtar kelimeler olarak "Vehicles", "Vehicle's Dynamics", "Vehicle Routing Problems", "Vehicle Routing Problem", "Vehicle Routing", "Structural Dynamics", "Routings", "Routing Algorithms", "Routing", "Optimization Problems", "Optimization",

Şekil 1.
Araştırma Modeli.



"Optimisations", "Dynamics", "Dynamic Programming" ve yayın dili="İngilizce" olarak seçilerek filtreleme yapılmıştır. 15 Temmuz 2024 tarihli sorgulama sonucunda 1851 yayına ulaşılmıştır.

Sorgunun Scopus programında kaydedilmiş son hâli aşağıdaki şekildedir;

Your query : (TITLE-ABS-KEY(routing OR dynamics AND programming OR deterministic AND methods) AND PUBYEAR > 1969 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,"English")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE,"j")) AND (LIMIT-TO (OA,"all")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA,"COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"MATH") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"SOCI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"BUSI")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Vehicles") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Vehicle's Dynamics") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Vehicle Routing Problems") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Vehicle Routing Problem") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Vehicle Routing") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Structural Dynamics") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Routings") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Routing Algorithms") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Routing") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Optimization Problems") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Optimization") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Optimisations") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Dynamics") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"Dynamic Programming")))

Veri Toplama ve Metodoloji

Veri analizi ve görselleştirilmesi R and R Studio programları kullanılarak, bibliyometrik analiz kodunun yazılması ve R/R Studio eklentisi Bibliometrix programı kullanılarak biblioshiny arayüzü yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Veri seti Scopus veri tabanından elde edilmiştir. Scopus, Elsevier tarafından üretilen tam metin bağlantılarına sahip özetler ve indekslerden oluşan bir veritabanıdır, yön bulma yetenekleriyle bilinen Hammerkop (Scopus umbretta) kuşundan esinlenilerek Scopus ismi verilmiştir. 2004 yılında geliştirilmeye başlanan veri tabanı, 21 araştırma enstitüsü ve 300'den fazla araştırmacı ve kütüphanecinin işbirliğiyle geliştirildi. Bu kütüphanecilerden ve araştırmacılardan gelen sözlü ve davranışsal geri bildirimler analiz edildi ve ürünü geliştirmek için kullanıldı (Burnham, 2006).

Scopus veri tabanındaki ana atıf indeksleri Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded), Emerging Sources Citation Index (ESCI), Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) ve Conference Proceedings Citation Index'tir (CPCI). Çalışma alanına göre Genişletilmiş Bilim Atıf Dizini (SCI-Genişletilmiş), Sosyal Bilimler Atıf Dizini (SSCI), Beşeri Bilimler ve Sanat Atıf Dizini, Yükselen Kaynaklar Atıf Dizini (ESCI) ve Konferans Bildirileri Atıf Dizini (CPCI) olarak kategorize edilmiştir. Bibliometrix, Biblioshiny, BibExcel, BiblioMaps, R programları, HistCite, Gephi, VOSviewer, CiteSpace, SciMat ve çeşitli programlar bibliyometrik analiz için kullanılabilir (Özbilek, 2024). Scopus içeriği; Özetler, çeşitli yüksek kaliteli web sayfaları ve

patent bilgileri dahil 49 milyon kayıt, 20.500'den fazla hakemli dergi ve 5.000 yayıncının bilimsel yayını, 5.3 milyon konferans bildirisi ve 340 kitap serisi içerir. ScienceDirect, Reaxys, Engineering Village, Embase, Quosa ve diğer tüm Elsevier kaynakları (Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi web sitesi) ile uyumlu ve entegre bir veritabanıdır.

Bibliometrix, R programlama dilinde yazılmış bilimsel yayınların bibliyometrik analizini gerçekleştirmek için kapsamlı bir pakettir. Bu araç, performans analizi, bilimsel haritalama, ağ analizi, kümeleme ve görselleştirme gibi çeşitli teknikleri kullanarak bilimsel literatürü incelemenize olanak tanır. Kullanıcılar, veri kaynaklarından veri indirebilir ve alıntı analizi, ortak alıntı analizi, bibliyografik bağlantılandırma, ortak kelime analizi, ortak yazarlık analizi gibi yöntemleri kullanarak ayrıntılı araştırmalar yapabilir. Bibliometrix, bilimsel yayınların kalitesini, alıntı etkisini, ülke analizini ve konu analizini değerlendirmek için temel ve ileri analiz teknikleri sağlar. Ayrıca Biblioshiny adı verilen kullanıcı dostu grafik arayüz sayesinde bu analiz kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Bu sayede araştırmacılar bilimsel literatürü sistematik ve tekrarlanabilir bir şekilde analiz edebilir ve bilimsel bilginin entelektüel yapısı ve kavramsal çerçevesi hakkında derinlemesine bilgi edinebilir. Hem performans analizi hem de bilimsel haritalama uygulamaları araştırmacıların bilimsel literatürü daha iyi anlamalarına yardımcı olurken, ağ analizi ve kümeleme gibi zenginleştirme teknikleri bilimsel algıdaki daha karmaşık ilişkileri ortaya çıkarmaktadır. Sonuç olarak Bibliometrix, R dilinde yazılmış bilimsel yayınları kapsamlı bir şekilde analiz etmek ve kapsamlı analiz sağlamak isteyenler için güçlü bir araçtır (Büyükkıdık, 2022).

Araştırma Soruları

Araştırma ile Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler ile ilgili yapılmış olan çalışmaların bibliyometrik analizinin yapılması amaçlanmıştır. Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler ile ilgili çalışmaların bibliyometrik yöntemle analiz edilmesi için cevapları aranılan sorular şu şekilde belirtilmiştir;

1. Scopus veri tabanındaki dergilerde 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler' ile ilgili makalelerden en fazla atıf alan makale hangisidir?
2. Scopus veri tabanındaki çalışmalarda 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler' alanında çalışmalarda yayın sayısı nedir?
3. Scopus veri tabanındaki dergilerde 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler' kavramı alanında yıllara göre yayın sayısındaki değişim nedir?
4. Scopus veri tabanındaki dergilerde 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler' kavramı alanında en fazla atıf alan araştırmacılar kimlerdir?
5. Scopus veri tabanındaki çalışmalarda 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler' kavramı alanında yapılan çalışmaların tarihsel olarak gelişimi nasıldır?
6. Scopus veri tabanındaki çalışmalarda 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler'

kavramı ile ilgili makalelerin yayınlandığı çalışmalarda üretkenliği en fazla olan hangisidir?

7. Scopus veri tabanındaki çalışmalarda 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler' kavramı ile ilgili en üretken ülkeler ve üniversiteler hangileridir?
8. Scopus veri tabanındaki yayınlanan 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler' ile ilgili makalelerde en sık geçen kelimeler hangileridir?
9. Scopus veri tabanındaki çalışmalarda 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler' kavramı ile ilgili yayınlanan makalelerde en çok kullanılan kelimeler nelerdir?
10. Scopus veri tabanındaki çalışmalarda 'Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler' kavramı ile ilgili yayınlanan makaleleri yazan sorumlu yazarlar en çok hangi üniversite ve ülkelerde bulunmaktadır ve bunların arasındaki ilişki nasıldır?

Analiz ve Bulgular

Çalışmaya Dair Genel Analiz

Scopus veritabanında rotalama problemleri için kullanılan dinamik programlama deterministik yöntemleri ile ilgili yazılmış İngilizce makalelerin listesi indirilmiştir. Elde edilen veri tabanı açık kaynak R programı 4.4 versiyonu üzerinde çalışan açık kaynak Bibliometrix 4.0 paket programıyla analiz edilmiştir. Programa yüklenen verilerin analiz sonuçlarına göre veri tabanında makalelerin yayınlanma tarihleri 1988- 2024 yılları arasındadır ve toplam 1851 adet deterministik yöntemler ile ilgili çalışma yapılmış olup, bu çalışmaların yaş ortalaması 5,94'dur. Tek yazarlı dokümanların yazarları 103 kişidir. Doküman başına ortalama atıf sayısı 25.67 olmuştur. Yine tek yazarlı dokümanların sayısı 103 iken, doküman başına iş birliği oranı %3,56 ve uluslararası yazar iş birliği oranı ise %35,44'dir.

Şekil 2'de yıllara göre yazılan makalelere bakıldığında 1988-2004 yılları aralığında sayılar birbirine yakınken 2005 yılından

itibaren her yıl bir önceki yıla göre bir artış olduğu görülmektedir. 2022 yılına kadar artış devam etmiş olup, buradan itibaren sonra yavaşlamaya başlamıştır.

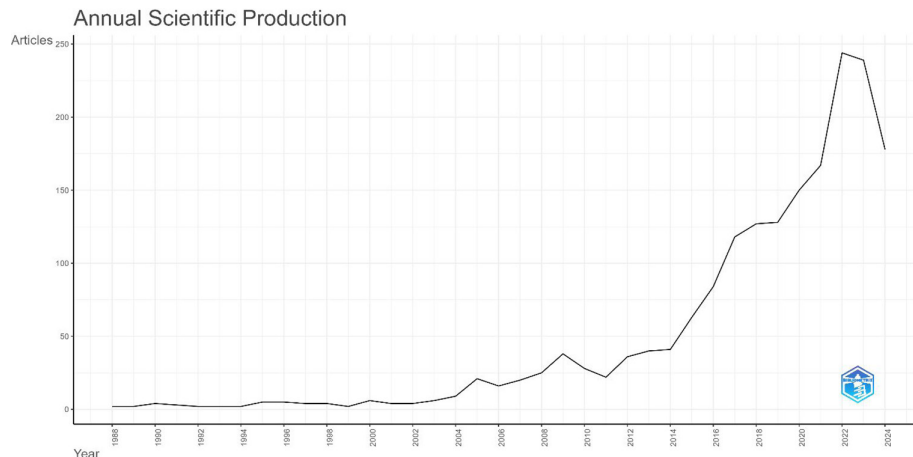
Yazarlara Dair Analiz

Şekil 3'te kullanılan veritabanındaki atıf sayısına bakıldığında ise en fazla atıf alan yazarlar Buckdahn, Li ve Peng 244 atıf alınma sayısı ile birinci olurken bu yazarları 202 atıf sayısı ile Zhong ve He takip etmektedir. Mevcut veritabanında 244 atıf sayısı ile en fazla atıf alan ilk çalışma "Mean-field backward stochastic differential equations and related partial differential equations" başlıklı The Leadership Stochastic Processes And Their Applications'de 2009 yılında yayınlanan makaleye IEEE Transactions On Cybernetics'te 2016 yılında Zhong ve He tarafından yayınlanan "An event-triggered ADP control approach for continuous-time system with unknown internal states" adlı makale 202 atıf sayısı ile ikinci olmuştur.

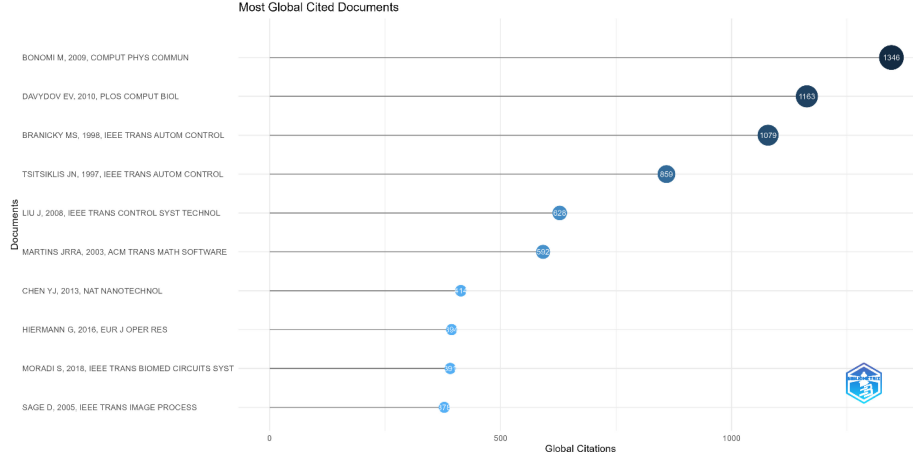
En fazla atıf alan yazarlara ait tablo ise R programında Bibliometrix programı yardımıyla Scopus veri tabanından "Rota Planlama Problemlerinde Kullanılan Deterministik Yöntemler" alanında en fazla atıf alan çalışmalar filtrelenerek Tablo 2 oluşturulmuştur. Buna göre 2009 yılında Stochastic Processes And Their Applications'de yayınlanan ve temel amacı ortalama alan BSDE'lerin (Backward Stochastic Differential Equations) genel bir çerçevede incelenmesi ve bu BSDE'lere karşılık gelen sonlu olmayan kısmi diferansiyel denklemlerin viskozite çözümlerinin karakterizasyonunu sağlamak olan "Mean-field backward stochastic differential equations and related partial differential equations" başlıklı çalışmalarına yapılan 244 atıf sayısı ile en fazla atıf alan yazarlar Buckdahn, Li ve Shi-Ge, olmuştur. Zhong ve He tarafından 2016 yılında IEEE Transactions On Cybernetics'te yayınlanan "An event-triggered ADP control approach for continuous-time system with unknown internal states" 202 atıf sayısı ile ikinci olurken, IEEE Transactions On Neural Networks And Learning Systems'de 2016 yılında Dong, Zhong, Sun ve He tarafından yayınlanan "Adaptive event-triggered control based

Şekil 2.

Yıllık Bilimsel Üretim.



Şekil 3.
Yazarların Kullanılan Veri tabanında Diğer Çalışmalardan Alıntılanma Sayısı.



on heuristic dynamic programming for nonlinear discrete-time systems” başlıklı çalışmaları 165 atıf sayısı ile listenin üçüncü sırasına yerleşmiştir.

En fazla atıf alan makale olan Buckdahn, Li ve Shi-Ge’in makalesi, “parçacıklar” olarak adlandırılan büyük sayılara karşılık gelen yüksek boyutlu ileri ve geri stokastik diferansiyel

denklemler (SDE) sistemleri için doğal bir sınır olarak ortalama alan geriye stokastik diferansiyel denklemleri (BSDE’ler) incelemektedir. Yazarlar, bu ortalama alan BSDE’lerini ortak katsayılar kullanarak daha geniş bir bağlamda ele almayı ve bunların çözümleri olasılıksal olarak yorumlanabilen kısmi diferansiyel denklemlerle (PDE’ler) ilişkilerini tartışmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmayı takip eden ikinci makale Zhong ve He tarafından 2016 yılında yazılan “An event-triggered ADP control approach for continuous-time system with unknown internal states” başlıklı makalede doğrusal olmayan sürekli zamanlı bir sistemde yalnızca giriş ve çıkış verilerini kullanan, olayla tetiklenen bir ADP kontrol yöntemi önerilmektedir. Sistemin iç durumunu yeniden oluşturmak için sinir ağı tabanlı bir gözlemci entegre edilmiştir. Kapalı çevrim sistemin kararlılığı Lyapunov yapısı kullanılarak analiz edilmiş ve yöntemin etkinliği simülasyon sonuçlarıyla doğrulanmıştır.

“Adaptive event-triggered control based on heuristic dynamic programming for nonlinear discrete-time systems” başlıklı üçüncü sıradaki makale, bilinmeyen sistem dinamiğine sahip doğrusal olmayan ayrık zamanlı sistemler için uyarlanabilir, olayla tetiklenen yeni bir kontrol yöntemi sunmaktadır. Önerilen yöntem, kontrol yasasını yalnızca olay tetikleme koşulları ihlal edildiğinde güncelleyerek hesaplama ve iletim maliyetlerini azaltabilir.

2017 yılında yayınlanan 146 atıf sayısı ile dördüncü sıradaki “Novel iterative neural dynamic programming for data-based approximate optimal control design” başlıklı makale, doğrusal olmayan sistemler için yeni bir veri odaklı yaklaşık optimal kontrol algoritması olan yinelemeli sinirsel dinamik programlamayı (INDP) tanıtmaktadır. INDP stratejisi, sistem dinamiklerini ve kontrol yasalarını yaklaşık olarak tahmin etmek için sinir ağlarını kullanır ve simülasyon sonuçları, yöntemin etkinliğini gösterir.

Tablo 1.
Ana Bilgiler

Verilere Dair Genel Bilgiler

Konu	Bulgular	Konu	Bulgular
Zaman Aralığı	1988:2024	Yazarlar	
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar)	585	Çok Yazarlı Doküman Sayısı	4890
Dokümanlar	1851	Tek Yazarlı Doküman Sayısı	103
Yıllık Büyüme Oranı %	13,28	Yazar İşbirlikleri	
Dokümanların Ortalama Yaşı	5,94	Tek Yazarlı Dokümanlar	103
Doküman Başına Ortalama Alıntı	25,67	Doküman Başına İşbirliği Oranı	3,56
		Uluslararası İşbirliği %	35,44
Doküman İçeriği		Doküman Tipi	
Anahtar Kelimeler (ID)	13306	Makale	1851
Yazarların Anahtar Kelimeleri (DE)	5577		

Kaynak: Scopus veri tabanı kullanılarak R Programı tabanlı Bibliometrix programında Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 2.
En fazla atıf alan yazarlar

Yazar(lar)	Başlık	Kaynak	Toplam Atıf	Yıl
Buckdahn ve ark	Mean-field backward stochastic differential equations and related partial differential equations	Stochastic processes and their applications	244	2009
Zhong & He	An event-triggered ADP control approach for continuous-time system with unknown internal states	IEEE transactions on cybernetics	202	2016
Dong ve ark	Adaptive event-triggered control based on heuristic dynamic programming for nonlinear discrete-time systems	IEEE transactions on neural networks and learning systems	165	2017
Mu ve ark	Novel iterative neural dynamic programming for data-based approximate optimal control design	Automatica	146	2017
Arif ve ark	Optimizing service restoration in distribution systems with uncertain repair time and demand	IEEE Transactions on Power Systems	145	2018
Gao ve ark	Leader-to-formation stability of multiagent systems: an adaptive optimal control approach	IEEE Transactions on Automatic Control	141	2018
Yang & He	Adaptive critic designs for event-triggered robust control of nonlinear systems with unknown dynamics	IEEE transactions on cybernetics	123	2018
Yanfeng ve ark	A multiple type bike repositioning problem	Transportation research part B: methodological	113	2016
Li ve ark	Off-policy interleaved q-learning: optimal control for affine nonlinear discrete-time systems	IEEE transactions on neural networks and learning systems	108	2019
Kaynak: Scopus veri tabanı kullanılarak R Programı tabanlı Bibliometrix programında yazar tarafından hazırlanmıştır.				

“Optimizing service restoration in distribution systems with uncertain repair time and demand” başlıklı 2018 yılında yayınlanan makale aşırı hava olaylarından sonra elektrik kesintisinin onarılması için iki adımlı bir yöntem önermektedir. İlk aşamada hasarlı bölgeye tamir personeli gönderilmekte, ikinci aşamada ise dağıtım sistemi onarılarak yeniden inşa edilmektedir. Bu yöntem IEEE Dağıtım Test Sistemi’nde doğrulanmıştır.

Anahtarlamalı ağ topolojilerinde lider-takipçi çoklu aracı sistemlerinin ortak uyarlanabilir optimal kontrolü için veriye dayalı bir çözüm sunan “Leader-to-formation stability of multiagent systems: an adaptive optimal control approach” başlıklı çalışma yaklaşık bir optimal denetleyici, gerçek zamanlı verilerden çevrimiçi olarak öğrenilir ve kararlılık analizi, kapalı döngü sisteminin kararlı olduğunu göstermektedir.

Yang ve He’nin 2018 yılında yayınlanan, bilinmeyen sürekli zamanlı doğrusal olmayan sistemler için yeni ve güçlü, olayla tetiklenen bir kontrol stratejisi sunan “Adaptive critic designs for event-triggered robust control of nonlinear systems with unknown Dynamics” başlıklı çalışmada üretilen optimal kontrol problemini çözmek için tekrarlayan sinir ağları ve uyarlanabilir kritiklik tasarımı kullanılmıştır. Lyapunov yöntemi kullanılarak türetilen kontrollerin, sistemdeki tüm sinyaller için tek tip nihai sınırlar sağladığı gösterilmiştir. Bu makale, statik bisiklet konumu problemi ele almakta ve iki yeni strateji önermektedir: ikame ve doluluk. Problem, yol seyahat maliyetini en aza indirmek için karma tamsayılı doğrusal programlama yöntemi olarak formüle edilmiştir. Bu yöntem yüksek kaliteli çözümler sağlar ve

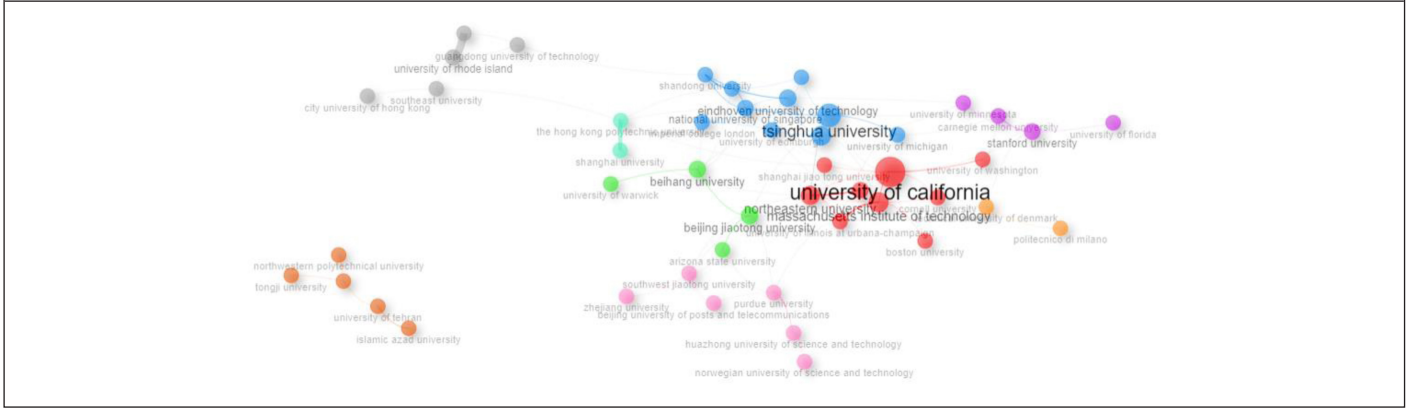
cezanın hesaplama süresi üzerindeki etkisinin ihmal edilebilir olduğunu göstermektedir.

“A multiple type bike repositioning problem” başlıklı Transportation Research Part B: Methodological’de 2016 yılında yayınlanan makale, benzer doğrusal olmayan ayrık zamanlı sistemlerin optimal kontrolünü sağlamak için politika dışı serpiştirilmiş bir Q-öğrenme algoritması sunmaktadır. Yeni algoritmanın sistemin doğrusal olmayan dinamiklerini ele alma yeteneği vurgulanmış ve simülasyon sonuçları yöntemin etkinliğini doğrulamıştır.

En fazla atıf alan yazarlar listesindeki son çalışma 108 atıf sayısı ile IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems’te yayınlanan “Off-policy interleaved q-learning: Optimal control for affine nonlinear discrete-time systems”, ayrık zamanlı doğrusal olmayan sıfır toplamı oyun problemleri için modelden bağımsız küreselleştirilmiş ikili buluşsal dinamik programlama (GDHP) yöntemini sunmaktadır. Optimum geri besleme kontrol yasasını, çarpıklık yasasını ve sayısal değerleri tahmin etmek için üç sinir ağı geliştirilmiştir ve yöntemlerin doğrusal olmayan sistem örneklerinde etkili olduğu kanıtlanmıştır.

Yazarlar arasındaki işbirliğini gösteren Şekil 4’te aynı üniversitede veya aynı ülkede çalışan yazarların bir makale içindeki yazarlar olarak daha çok bir arada kümelendiği görülmektedir. Çalışmalarda ABD’deki Rice University’den Haotian Wang, Carnegie Mellon University’den Yuyou Zhang ve Çin’deki Fudan University’den Yang Li işbirliği içindeki yazarlar olarak görülmektedir.

Şekil 6.
Üniversitelerin İş Birliği Ağı.



Çin olduğu görülmektedir. Çin, Asya ülkeleriyle yoğun işbirliği yaparken, ABD de Asya ve Avrupa ülkeleriyle eşit düzeyde işbirliği yapmaktadır ABD dışındaki Avrupa ülkelerinin çoğunlukla birbirleriyle işbirliği içinde oldukları görülmektedir.

Kullanılan Anahtar Kelimelere Dair Analiz

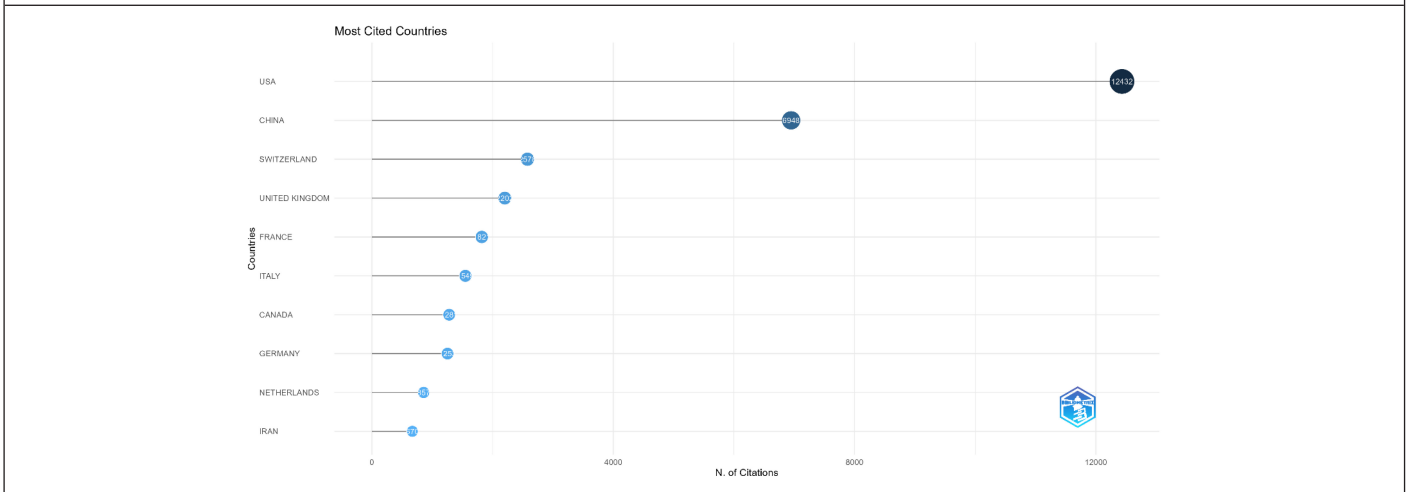
En fazla tekrar eden kelimeler başlıklara, anahtar kelimelere ve özetlere çeşitli parametrelere göre en sık kullanılan kelimeler göre Tablo 3'te gösterilmiştir. Buna göre en sol sütunda bulunan başlıklara göre kelime bulutlarına bakıldığında en fazla tekrar edilen kelimeler için anahtar kaynağı başlıklarda tek olarak geçen kelimeler seçilerek yapılan analizde en fazla "routing" 364 tekrar sayısı ile ilk sırada yer alırken bunu takiben 288 tekrar sayısı ile "control" gelmektedir. İki kelimedenden oluşan kelime grubuna göre yapılan analize göre 141 tekrar sayısı ile "vehicle routing", 97 tekrar sayısı ile "dynamic programming", 69 tekrar sayısı ile de "optimal control" gelmektedir. İki'den fazla kelimedenden oluşan kelime gruplarına bakıldığında ise ilk sırada 32 tekrar sayısı ile "adaptive dynamic programming," 22 tekrar sayısı

ile "deep reinforcement learning" ve 17 tekrar sayısı ile "model predictive control" gelmektedir.

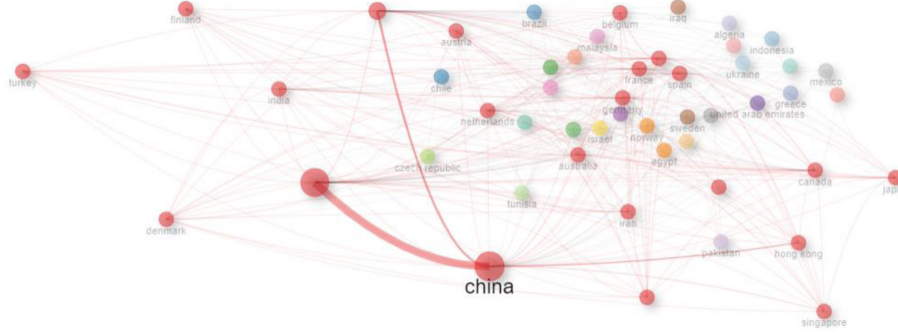
yıllara göre kelimelerin kullanım oranının gösterildiği Şekil 9'da kullanım oranı en fazla olan kelimelerin başında gelen "adaptive dynamic," "deep reinforcement" ve "dynamic programming" "2006-2016 aralığında artış göstermeye başlamış olup, 2016 yılından itibaren bu artış hızlı bir seyir izlemişlerdir.

Şekil 10'da ilk kelime bulutunda makalelerde en fazla kullanılan anahtar kelimeler ve kullanım sayıları görülmektedir. Buna göre "dynamic programming," "dynamics" ve "optimization" en fazla kullanılan kelime gruplarıdır. İkinci kelime bulutunda yazarların kullandıkları anahtar kelimeler görülmektedir. Burada "dynamic programming" ve "optimization" kelimeleri en çok kullanılan kelime grupları olmakla birlikte bunlara "routing" ve "vehicle routing" kelimeleri eklenmiştir. Başlıklara göre inceleme yapıldığında ise "dynamic programming" ve "vehicle routing" kelime grupları öne çıkmaktadır.

Şekil 7.
En Fazla Alıntılanan Ülkeler.



Şekil 8.
Ülkelerarası İş Birliği Haritası.



Not: Şekilde kullanılan parametreler şeklin altında belirtilmiştir.

Tematik gelişim haritası Density-yoğunluk ve Centrality-merkeziyetçilik olarak tanımlanan iki eğriden oluşmaktadır. Eğrinin yönü sağ üst köşeye ve yukarıya doğru artışı gösterirken, sol alt köşeye ve sola doğru azalışı göstermektedir. Grafik dört kısma ayrılmıştır; Sağ üst köşede Motor temalar, Sağ altta Basic-Temel Temalar, sol alt köşe Emerging or declining-Artan veya kaybolan/azalan temalar ve sol üst köşede ise Niş temalar bulunmaktadır. Motor temalar merkeziyetçiliği ve yoğunluğu yüksek olup, makalelerdeki “abstract”, “authors keyword” ve “keywords” parametrelerinden çıkan temalardır. Basic-Temel temalar merkeziyetçiliği yüksek ama yoğunluğu düşük olan motor temalar ile kullanılan ama onlara nazaran fazla yoğun kullanılmayan ilişkileri düşük temalardır. Artan veya kaybolan/azalan temalar hem merkeziyetçiliği hem de yoğunluğu düşük olan temalar iken niş temalar merkeziyetçiliği düşük yoğunluğu yüksek olan temalardır (Özbilek, 2024).

Şekil 11’de parametre olarak “Keywords” seçilerek yapılan tematik gelişim (thematic evolution) analizine göre sol üst kısımda bulunan niş temalar bölümünde “dynamics,” “motion planning” ve “path planning” temaları göze çarpmaktadır. Grafiğin sağ alt köşesinde yer alan temel temalar bölümünde ise “dynamic programming,” “optimal control” ve “reinforcement learning” temaları bulunmaktadır. Tematik gelişim haritasının merkezindeki “optimization,” “routing” ve “vehicle routing” temaları, merkeziyetçiliği ve yoğunluğu yüksek temalar olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç Ve Tartışma

Dinamik programlama, çeşitli alanlarda yaygın olarak uygulanabilen bir yöntemdir ve bu çalışmada, bu yöntemin etkinliği ve uygulanabilirliği çeşitli açılardan değerlendirilmektedir. Dinamik programlama ve deterministik yöntemlerin etkinliği derinlemesine araştırıldığı ve özellikle karmaşık karar verme

Tablo 3.
Başlıklara Göre En Fazla Tekrar Eden Kelimeler

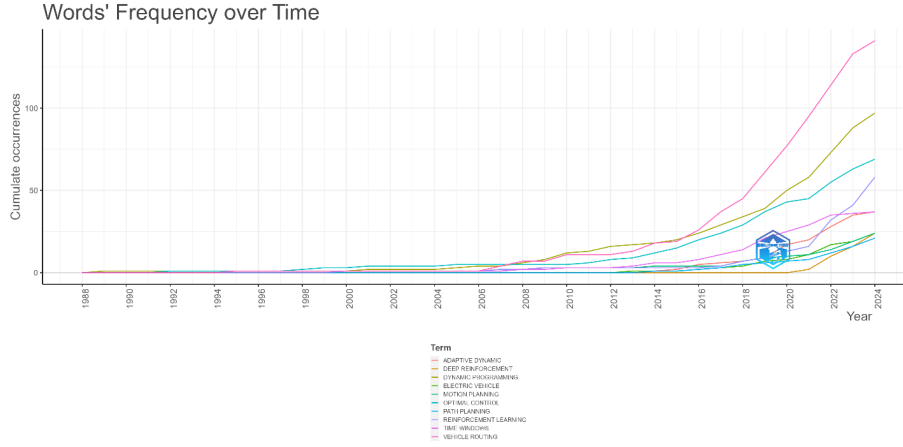
Kelimeler	Sıklık	Kelimeler	Sıklık	Kelimeler	Sıklık
Routing	364	Vehicle routing	141	Adaptive dynamic programming	32
Control	288	Dynamic programming	97	Deep reinforcement learning	22
Dynamic	286	Optimal control	69	Model predictive control	17
Optimization	224	Reinforcement learning	58	Adaptive optimal control	15
Systems	202	Adaptive dynamic	37	Wireless sensor networks	14
Vehicle	202	Time windows	37	Approximate dynamic programming	9
Dynamics	196	Deep reinforcement	24	Capacitated vehicle routing	9
Optimal	179	Electric vehicle	24	Electric vehicle routing	9
Programming	159	Motion planning	24	Green vehicle routing	7
Based	154	Path planning	21	Home health care	6
Titles-Unigrams		Titles-Bigrams		Titles-Trigrams	

Kaynak: Scopus veri tabanı kullanılarak R Programı tabanlı Bibliometrix programında Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Not: Tabloda kullanılan parametreler tablonun alt satırında belirtilmiştir.

Şekil 9.

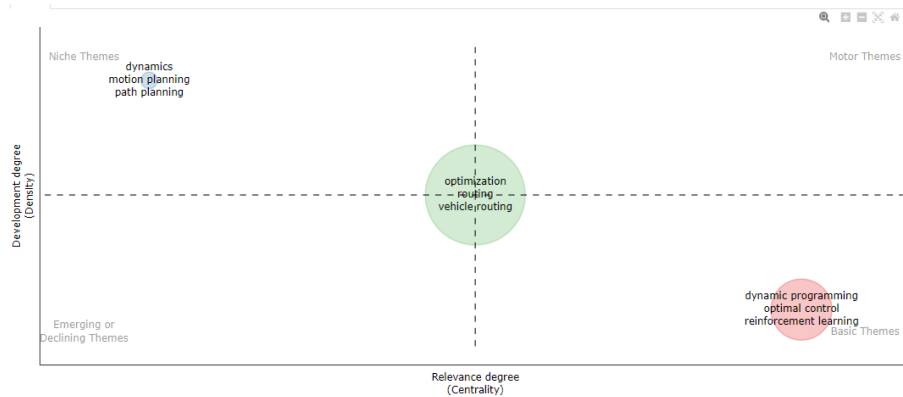
Son 15 Yılda En Sık Kullanılan Kelimeler (Parametre: Abstract).

**Şekil 10.**

Anahtar Kelimelere ve Başlıklara Göre Kelime Bulutu.

**Şekil 11.**

Tematik Gelişim Haritası (Parametre: Keywords).



süreçlerinde optimal çözümler sağlama yeteneklerini vurgulanan çalışmada 1988'den 2024'e kadar dinamik programlama üzerine yapılan toplam 1.851 çalışma bibliyometrik analiz kullanılarak değerlendirilmiştir. Analiz, dinamik programlama

alanına olan ilginin zaman içinde arttığını, özellikle 2005'ten bu yana önemli bir artış olduğunu göstermektedir. Yıllık büyüme oranının %13,28 olarak belirlenmesi bu alandaki araştırmaların hızla büyüdüğünü göstermektedir. Çalışma boyunca "routing,"

“dynamic programming” ve “deterministic methods” gibi anahtar kelimeler ortaya çıkmış ve bu terimler etrafında oluşan literatür, dinamik programlama yöntemlerinin entelektüel yapısının anlaşılmasına yardımcı olmaktadır.

Veritabanındaki atıf sayısına göre, en çok alıntı alan yazarlar Buckdahn, Li ve Shi-Ge olup, 244 atıf almışlardır. Onları 202 alıntıyla Zhong ve He izlemektedir. En fazla alıntı yapılan çalışma, 2009’da Stochastic Processes and Their Applications dergisinde yayımlanan ve 244 kez atıf alan “Mean-field backward stochastic differential equations and related partial differential equations” başlıklı makale olup, onu izleyen ikinci makale ise, Zhong ve He tarafından 2016’da IEEE Transactions on Cybernetics dergisinde yayımlanan ve 202 atıf alan “An event-triggered ADP control approach for continuous-time system with unknown internal states” başlıklı çalışmadır. Yazarlar arasındaki işbirliklerine bakıldığında aynı üniversite veya ülkede çalışan yazarların bir arada kümелendiğini ortaya konulmuştur. Örneğin, ABD’deki Rice University’den Haotian Wang, Carnegie Mellon University’den Yuyou Zhang ve Çin’deki Fudan University’den Yang Li, işbirliği içinde bulunan yazarlar arasında yer almaktadır.

Deterministik Yöntemler kavramıyla ilgili makalelerin sorumlu yazarlarının üniversite ve ülkelerdeki dağılımı incelendiğinde, en fazla alıntı yapılan makalelerin yazarlarının çoğunluğunun yazar ile University of California’da bulunduğu görülmektedir. İkinci sırada, 33 yazar ile Çin’deki Tsinghua University yer alırken, üçüncü sırayı 28 yazar ile Hollanda’daki Delft University of Technology almaktadır. Bu alanda en çok makale yayınlayan üniversite Beijing Jiaotong University olup, bu üniversiteyi Delft University of Technology ve Massachusetts Institute of Technology takip etmektedir. Üniversiteler arası işbirliklerinde ise ABD’deki University of California’nın diğer üniversitelerle en fazla işbirliği yapan kurum olduğu görülmektedir. Bu üniversiteyi, Tsinghua University ve Massachusetts Institute of Technology izlemektedir. Makaleleri en fazla atıf alan ülkeler sıralamasında ilk sırada yer alan ABD’yi ikinci sırada İngiltere, Çin, İsveç ve İngiltere takip etmektedir. Çalışma alanında en fazla işbirliği yapan ülkelerin başında ABD ve Çin gelmektedir. Çin, Asya ülkeleriyle yoğun bir işbirliği ağı kurarken, ABD hem Asya hem de Avrupa ülkeleriyle dengeli bir işbirliği sürdürmektedir. Avrupa ülkeleri ise ABD dışında, genellikle birbirleriyle işbirliği yapmaktadır.

Çalışma alanının ana konusunu ve odağını ortaya koyan en sık kullanılan kelime gruplarına göre tek kelime analizinde “routing” ve “control” gibi terimlerin sıklıkla geçmesi bu konuların çalışmada merkezi bir rol oynadığını göstermektedir. İkili gruplarda “vehicle routing” ve “dynamics programming” gibi ifadeler lojistik ve optimizasyon problemlerine olan yoğun ilgiyi yansıtırken, üç veya daha fazla kişiden oluşan gruplar ise “adaptive dynamics programming” ve “deep reinforcement learning” giderek daha önemli hale geliyor. Bu durum teknolojik gelişmelere paralel olarak araştırmaların daha karmaşık yöntemlere doğru ilerlediğini göstermektedir. Makalelerdeki kelimelerin kullanım oranının yıllara göre değişimine bakıldığında kullanım oranı en fazla olan kelimelerin başında gelen

“adaptive dynamic”, “deep reinforcement” ve “dynamic programming” kelime gruplarının 2006-2016 aralığında sıklıkla kullanılmaya başlandığı 2016 yılından itibaren bu kullanım sıklığının hızlı bir seyir izlediği görülmüştür. Kelime bulutlarında en sık kullanılan kelime grupları “dynamic programming”, “dynamics” ve “optimization” olarak öne çıkmaktadır. Yazarların kullandıkları anahtar kelimelerin yer aldığı kelime bulutunda ise “dynamic programming” ve “optimization” en çok tercih edilen kelime gruplarıdır. Ayrıca, bu gruplara “routing” ve “vehicle routing” de eklenmiştir. Başlıklar bazında yapılan incelemede ise “dynamic programming” ve “vehicle routing” kelime gruplarının ön plana çıktığı görülmektedir. Tematik gelişim analizine göre “dynamic programming”, “optimal control” ve “reinforcement learning” temaları temel olmak üzere bunların “optimization”, “routing” ve “vehicle routing” temalarına evrildiği görülmüştür. Güncel gelişmelerle birlikte bu temalara ek olarak gelecekte “dynamics”, “motion planning” ve “path planning” temalarının öne çıkacağı öngörülmektedir.

Bu çalışma, dinamik programlama yöntemlerinin hangi durumlarda daha etkili olduğunu analitik bir çerçevede değerlendirerek akademik literatüre önemli katkı sağlamaktadır. Ayrıca, deterministik yöntemlerin gerçek dünyadaki karmaşık sistemlerde uygulanabilirliği ve performans değerlendirmesi konusunda gelecekte yapılacak araştırmaların bu alandaki bilgi birikimine önemli katkı sağlayacağını düşünülmektedir.

Lojistik ve dağıtım sektöründe karşılaşılan en yaygın ve karmaşık optimizasyon problemlerinden biri olan Araç rotalama problemi (ARP) ilgili araştırmalar ve çeşitli sorun türleri ve çözüm yöntemlerini kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu inceleme geleneksel ARP modelleriyle başlamak ve kapasite kısıtlı ARP’ler, zaman kısıtlı ARP’ler, zamana bağlı ARP’ler, açık ARP’ler, çok depolu ARP’ler ve eşzamanlı toplama ve dağıtım ARP’leri gibi farklı sorun türlerini içermektedir. Bu problemleri çözmek için kullanılan yöntemler arasında kesin çözümler, buluşsal yöntemler ve metasezgisel yöntemler yer almaktadır. Kesin çözüm yöntemleri tüm olasılıkları değerlendirerek en iyi çözümü bulmayı amaçlarken, sezgisel ve metasezgisel yöntemler özellikle büyük ölçekli problemlere daha hızlı ve etkili çözümler sunmaktadır. Bu bağlamda ARP çözümünde deterministik yöntemler oldukça önemlidir. Örneğin K-en kısa yol algoritması gibi deterministik en kısa yol algoritmaları ARP’de önemli bir rol oynar. K-en kısa yol algoritması Dijkstra algoritmasını temel alarak tüm düğümler arasındaki minimum maliyetli yolu belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu algoritmanın kullanılması lojistik ve dağıtım alanında maliyetlerin azaltılmasına ve zaman tasarrufuna önemli ölçüde katkı sağlıyor. Bu nedenle deterministik yöntemler, ARP gibi karmaşık optimizasyon problemlerinin çözümünde vazgeçilmez bir araç olarak kabul edilmektedir. Ayrıca sezgisel ve meta-sezgisel yöntemler de ARP çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler Clarke ve Wright’ın Parsimony Yöntemi, En Yakın Komşu Algoritması, Genetik Algoritmalar, Tavlama Simülasyonu, Tabu Arama, Karınca Kolonisi Yöntemi ve Sürü Parçacık Algoritması gibi çeşitli teknikleri içerir. Bu yöntemler büyük ölçekli ARP problemlerinde hız ve verimlilik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Özellikle metasezgisel yöntemler, karmaşık ve büyük veri seti içeren problemlerde

çözümlere daha hızlı ulaşma olanağı sağlayarak ARP'nin çözüm sürecinde önemli bir rol oynamaktadır.

Scopus veritabanı, geniş bilimsel yayın yelpazesi ve yüksek kalitesi nedeniyle dinamik programlamada deterministik yöntem araştırmaları için olası temsili bir kaynak olarak seçilmiştir. Bu seçim özellikle mühendislik, teknoloji ve sosyal bilimler gibi alanlarda kapsamlı ve güncel veri sağlanmasında etkili olmuştur. Ancak çalışmanın sınırlamaları nedeniyle diğer önemli veritabanları (Web of Science ve Google Akademik) hariç tutulmuştur. Bu veritabanlarının analize dahil edilmesi, analizin kapsamını genişletebilir ve sonuçların daha genellenebilir olmasını sağlayabilir. Gelecekteki çalışmalar, daha kapsamlı bibliyometrik analizler gerçekleştirmek için bu veritabanlarını birleştirebilir.

Sonuç olarak bu çalışma, ARP'lerin çözümünde deterministik yöntemlerin önemini vurgulamakta ve bu alandaki araştırmaların optimizasyon süreçlerinin daha da geliştirilmesine önemli katkı sağlayacağını göstermektedir. Bu çalışma, ARP çözümleri hakkında kapsamlı bilgi sağlamakta olup, bu alanda çalışan araştırmacılar ve uygulayıcılar için önemli bir kaynaktır. Bu bilgiler, ARP anlayışını artırarak ve etkili çözüm yöntemlerini belirleyerek lojistik ve dağıtımda maliyetleri azaltma ve operasyonel verimliliği artırma hedeflere ulaşılmasına yardımcı olacaktır.

Veri ve Materyallerin Kullanılabilirliği: Bu çalışmanın bulgularını destekleyen veriler, talep üzerine sorumlu yazardan temin edilebilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmiştir.

Availability of Data and Materials: The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author has no conflict of interest to declare.

Funding: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Alişan, O. (2021). *A macrolevel tabu-search based approach to determine the major factors in built environment-traffic safety relationship*. The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University.
- Andres, A. (2009). Measuring academic research. How to undertake a bibliometric study. *Chandos*.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. [CrossRef]
- Arif, A., & Ma, S., & Wang, Z., & Wang, J., & Ryan, S., & Chen, C., (2018). Optimizing service restoration in distribution systems with uncertain repair time and demand. *IEEE Transactions on Power Systems*, 33(6), 6828–6838. [CrossRef]
- Ball, R. (2017). *An introduction to bibliometrics: New development and trends*. Chandos Publishing.
- Bao, T., Gao, J., Wang, J., Chen, Y., Xu, F., Qiao, G., & Li, F. (2023). A global bibliometric and visualized analysis of gait analysis and artificial intelligence research from 1992 to 2022. *Frontiers in Robotics and AI*, 10, 1265543.
- Bota-Avram, C. (2023). *Science mapping of digital transformation in business. A bibliometric analysis and research outlook*. Springer Nature.
- Broadus, R. N. (1987). Toward a definition of “bibliometrics”. *Scientometrics*, 12, 373–379.
- Buckdahn, R., & Li, J., & Shi-Ge, P. (2009). Mean-field backward stochastic differential equations and related partial differential equations. *Stochastic Processes and their Applications*, 119(10), 3133–3154. [CrossRef]
- Burnham, J., F. (2006) Scopus database: A review. *Biomedical Digital Libraries*, 3(1). [CrossRef]
- Büyükkıdık, S., & Bulut, O. (2022). Analyzing the effects of test, student, and school predictors on science achievement: An explanatory IRT modeling approach. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 13(1), 40–53. [CrossRef]
- Cao, Z., Guo, H., Zhang, J., Niyato, D. & Fastenrath, U. (2014). A data-driven method for stochastic shortest path problem. 2014 17th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, ITSC 2014. [CrossRef]
- Chabrier, A. (2006). Vehicle routing problem with elementary shortest path based column generation. *Computers and Operations Research*, 33(10), 2972–2990. [CrossRef]
- Charoenporn, P. (2018). *Comparison of algorithms for searching shortest path and implementations for the searching routing system via web services*. *Proceedings of the 2018 the 8th international workshop on computer science and engineering (WCSE 2018)*, [CrossRef]
- Dellaert, N., Dashty Saridarq, F., Van Woensel, T., & Crainic, T. G. (2019). Branch-and-price-based algorithms for the two-echelon vehicle routing problem with time windows. *Transportation Science*, 53(2), 463–479. [CrossRef]
- Dong, L., & Zhong, X., & Sun, C., & He, H. (2016). Adaptive event-triggered control based on heuristic dynamic programming for nonlinear discrete-time systems. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 28. 1–12. [CrossRef]
- Dündar, H. (2020). *Sürdürülebilir şehir içi dinamik araç rotalama problemi üzerine bir karar destek sistemi önerisi*. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi Bilim Dalı.
- Feneaker, S. O. (2019). *Bir mühendislik problemi için kaotik çoklu sürü parçacık sürü optimizasyonu: Kaynaklı giriş tasarımı*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Ana Bilim Dalı.
- Gao, W., & Jiang, Z., P., & Lewis, F., & Wang, Y. (2018). Leader-to-formation stability of multi-agent systems: An adaptive optimal control approach. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 63(10), 3581–3587. [CrossRef]
- Gendreau, M., Manerba, D., & Mansini, R. (2016). The multi-vehicle traveling purchaser problem with pairwise incompatibility constraints and unitary demands: A branch-and-price approach. *European Journal of Operational Research*, 248(1), 59–71. [CrossRef]
- Go to code (2021). *Bilgi paylaşımı, programlama öğreticileri ve teknoloji trendleri içeren BT blogu*. iGotocode.com. <https://igotocode.com/tr/local-search-algorithm-in-php-understanding-example-implementation adresinden alındı>
- Hoshbaum, D. (2014). “Section 8.9. Floyd-Warshall algorithm for all pairs shortest paths. In *Lecture notes for IEOR 266: Graph algorithms and network flows*. Department of Industrial Engineering and Operations Research.
- Kısa, E. (2021). *Araç rotalama problemi ile iki-aşamalı araç rotalama probleminin karşılaştırılması ve lokasyon seçimi için bir hibrit model*

- önerisi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı.
- Lee, C. G., Epelman, M. A., White III, C. C., & Bozer, Y. A. (2006). A shortest path approach to the multiple-vehicle routing problem with split pick-ups. *Transportation Research. Part B, Methodological*, 40(4), 265–284. [CrossRef]
- Li, J., & Chai, T., & Lewis, F., & Ding, Z., & Jiang, Y. (2019). Off-policy interleaved Q-learning: Optimal control for affine nonlinear discrete-time systems. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 30(5), 1308 – 1320. [CrossRef]
- Macit, N. (2022). *Zaman pencereli araç rotalama probleminin geliştirilmiş yapay arı kolonisi ve ateş böceği algoritmaları ile çözümü*. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı.
- Manthorpe, J. (2007). Bibliometrics in social work, Gary Holden, Gary Rosenberg and Kathleen Barker (eds), Binghampton, New York, Haworth Press, 2005, pp. 154, ISBN 07890 30713, \$17.95, The British Journal of Social Work, 37(5), 951–953. <https://doi.org/10.1093/bjsw/bcm078> [CrossRef]
- Mirahadi, F., & McCabe, B. Y. (2021). EvacuSafe: A real-time model for building evacuation based on Dijkstra's algorithm. *Journal of Building Engineering*, 34, 101687. [CrossRef]
- Mu, C., & Wang, D., & He, H. (2017). Novel iterative neural dynamic programming for data-based approximate optimal control design. *Automatica*. 81. 240-252. [CrossRef]
- Ng, J. Y., Liu, H., Shah, A. Q., Wieland, L. S., & Moher, D. (2023). *Characteristics of bibliometric analyses of the complementary, alternative, and integrative medicine literature: A scoping review protocol*. F1000Research, 12, 164. [CrossRef]
- Okubo, Y. (1997). Bibliometric indicators and analysis of research systems: Methods and examples. *OECD Sti. Working Papers, OECD Science, Technology And Industry Working Papers 1997/01*.
- Özbilek, Ö. (2024). Brand and negative emotions: A bibliometric analysis of WoS articles from 1993-2023. *Business & Management Studies: An International Journal*, 12(2), 356–383. 10.15295/bmij.v12i2.2372
- Öztaş, T. (2021). *Eş zamanlı topla dağıt araç rotalama probleminin çözümü için bir hibrit meta sezgisel algoritma önerisi*. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi. İşletme Anabilim Dalı, Genel İşletme Doktora Programı.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Espanola de Cardiologia*, 74(9), 790–799. English. [CrossRef]
- Pritchard, A., (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*. 25. 348-349.
- Rousseau, R., Egghe, L., Guns, R. (2018). *Becoming metric-wise: A bibliometric guide for researchers*. Chandos Publishing.
- Sedeño-Noda, A., & Colebrook, M. (2019). A biobjective Dijkstra algorithm. *European Journal of Operational Research*, 276(1), 106–118. [CrossRef]
- Şehitoğlu, A., & İşleyen, Ş. (2021). Deterministik ve stokastik araç rotalama problemleri: Matematiksel modeller ve çözüm yöntemleri. *Turkish Studies-Economics, Finance, Politics*, 16(1).
- Şimşek, A. B. (2019). *Evde sağlık hizmetleri atama ve rotalama problemi üzerine*. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı.
- Sunita, & Garg, D. (2021). Dynamizing Dijkstra: A solution to dynamic shortest path problem through retroactive priority queue. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 33(3), 364–373. [CrossRef]
- Üçüncüoğlu, A. (2017). *Paralel dağıtım sistemlerinde katlı rotalama*. İstanbul Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi Bilim Dalı.
- Wang, A., Han, X., Liao, W., Liu, P., Song, J., & Li, D. (2023). Optimisation of collaborative supply transportation based on traffic road network topology. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*, 5(2), e12076. [CrossRef]
- Webb, C., Dernis, H., Harhoff, D., & Hoisl, K. (2005). *Analyzing European and international patent citations: A set of EPO patent database building blocks*. OECD Publishing. [CrossRef]
- Yang, X., & He, H. (2018). Adaptive critic designs for event-triggered robust control of nonlinear systems with unknown dynamics. *IEEE Transactions on Cybernetics*. 49(6), 2255-2267. [CrossRef]
- Yanfeng, L., W. Y., S., Jiancheng, L. & C. S., S. (2016). A multiple type bike repositioning problem. *Transportation Research Part B: Methodological*, 90, 263-278. [CrossRef]
- Yılmaz, A. H. (2019). *Düzlem çelik kafes Sistemlerin karınca kolonisi yöntemi ile optimum tasarımı (Yüksek Lisans Tezi)*. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Zhang, H., Zhao, Q., Cheng, Z., Liu, L., & Su, Y. (2021). Dynamic path optimization with real-time information for emergency evacuation. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021(1), 1–9. [CrossRef]
- Zhang, Y., Peng, Q., Yao, Y., Zhang, X., & Zhou, X. (2019). Solving cyclic train timetabling problem through model reformulation: Extended time-space network construct and Alternating Direction Method of Multipliers methods. *Transportation Research. Part B, Methodological*, 128, 344–379. [CrossRef]
- Zhong, X., & He, H. (2016). An event-triggered ADP control approach for continuous-time system with unknown internal states. *IEEE Transactions on Cybernetics*. 47. 1-12. [CrossRef]
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472.