

Bursa Turu Optimizasyon Raporu: Minimum Mesafe Seyahat Satıcısı Problemi (TSP)

Elif Yılmaz - 25435004004

Bu rapor, Bursa'nın Osmangazi ilçesindeki dokuz önemli turistik yeri kapsayan bir araç turu için **Seyahat Satıcısı Problemi (TSP)** çözümünü detaylandırmaktadır. Gerçek cadde ağı **osmnx** ile indirilmiş ve rota optimizasyonu için **Açgözlü Ekleme (Greedy Insertion)** sezgiseli uygulanmıştır. Analizin amacı, tüm durakları ziyaret ederek başlangıç noktasına dönen **en kısa toplam sürüş mesafesini** bulmaktır. Toplam rota **12.99 km** olarak hesaplanmış ve sonuçlar etkileşimli bir haritada görselleştirilmiştir.

1 Giriş ve Metodoloji

Çalışma, **osmnx** ve **networkx** kütüphanelerini kullanarak gerçek dünya trafik koşullarını (tek yönlü yollar, kavşaklar) dikkate alan bir TSP problemi çözmektedir. Başlangıç ve bitiş noktası **Ulu Camii (#1)** olarak belirlenmiştir.

1.1 Optimizasyon Parametreleri

- Ağ Tipi:** Yönlendirilmiş Sürüş Ağı (**network_type="drive"**).
- Optimizasyon Kriteri:** Toplam Yol Uzunluğu (**DISTANCE_WEIGHT = "length"**).
- Tahmini Sürüş Hızı:** Sabit 30 km/saat.

2 Veri ve Rota Hesaplamaları

2.1 Duraklar ve Sıralama

Aşağıdaki tabloda, optimize edilmiş Greedy Insertion sezgiseli ile elde edilen durak sırası, numaralandırma, orijinal isimleri ve Google Maps'ten alınan gerçek coğrafi koordinatları listelenmiştir.

Table 1: Optimize Edilmiş Durak Sırası

Sıra	Landmark Adı	Konum (lat, lon)
1	Ulu Camii	40.184275, 29.061944
2	Muradiye Külliyesi	40.191217, 29.046223
3	Lunapark	40.198595, 29.045726
4	Tophane Saat Kulesi	40.187816, 29.057620
5	Koza Han	40.184849, 29.063531
6	Panorama 1326 Bursa Fetih Müzesi	40.186702, 29.075553
7	Irgandı Köprüsü	40.182660, 29.070813
8	Hünkâr Köşkü	40.174824, 29.065106
9	Saltanat Kapısı	40.186300, 29.058068

2.2 TSP Çözümünün Matematiksel Temeli

TSP, her bir nokta çifti arasındaki en kısa sürüş mesafelerini içeren bir **maliyet matrisi** D üzerinden çözülür. Bu matris, **networkx** kütüphanesinin **shortest_path_length** fonksiyonu ile **Dijkstra algoritması** kullanılarak, yol uzunlukları (**length**) ağırlık olarak hesaplanır.

Greedy Insertion sezgiseli, mevcut tur T 'ye yeni bir nokta k eklerken şu **maliyet artışı** minimize eder:

$$\Delta C(i, k, j) = d(i, k) + d(k, j) - d(i, j)$$

Burada i ve j , turdaki ardışık düğümlerdir. Her adımda ΔC en küçük olan k ve pozisyon seçilir.

2.3 Açgözlü Ekleme (Greedy Insertion) Sonuçları

Aşağıdaki segmentler, gerçek cadde ağı üzerinden hesaplanmış en kısa yolları temsil eder.

Table 2: Optimize Edilmiş Rota Segmentleri ve Mesafeleri

No	Başlangıç	Bitiş	Mesafe (km)
1	Ulu Camii	Muradiye Külliyesi	2.49
2	Muradiye Külliyesi	Lunapark	1.82
3	Lunapark	Tophane Saat Kulesi	1.86
4	Tophane Saat Kulesi	Koza Han	0.83
5	Koza Han	Panorama 1326 Bursa Fetih Müzesi	1.44
6	Panorama 1326 Bursa Fetih Müzesi	Irgandı Köprüsü	1.20
7	Irgandı Köprüsü	Hünkar Köşkü	1.32
8	Hünkar Köşkü	Saltanat Kapısı	1.54
9	Saltanat Kapısı	Ulu Camii	0.49
Toplam Mesafe:			12.99 km

3 Nihai Optimizasyon Sonuçları

- **Optimizasyon Metriği:** Minimum Toplam Sürüş Mesafesi.
- **Rota Sırası:** Ulu Camii → Muradiye Külliyesi → Lunapark → Tophane Saat Kulesi → Koza Han → Panorama 1326 Bursa Fetih Müzesi → Irgandı Köprüsü → Hünkar Köşkü → Saltanat Kapısı → Ulu Camii.
- **Toplam Tahmini Mesafe:** 12.99 km.
- **Tahmini Sürüş Süresi (30 km/saat):** 0:25:58 (25 dakika 58 saniye).

Turdaki en uzun segment **2.49 km** ile Ulu Camii'den Muradiye Külliyesi'ne, en kısa segment ise **0.49 km** ile Saltanat Kapısı'ndan Ulu Camii'ne dönüş yoludur.

4 Görselleştirme ve Analiz

4.1 Harita Görseli

Sonuçlar, folium kütüphanesi ile oluşturulan etkileşimli bir haritada görselleştirilmiştir. Rota kırmızı çizgiyle, duraklar numaralandırılmış mavi dairelerle işaretlenmiş ve sol alt köşede özet kutusu yer almaktadır (Bursa_tsp_min_distance_final_map.html).

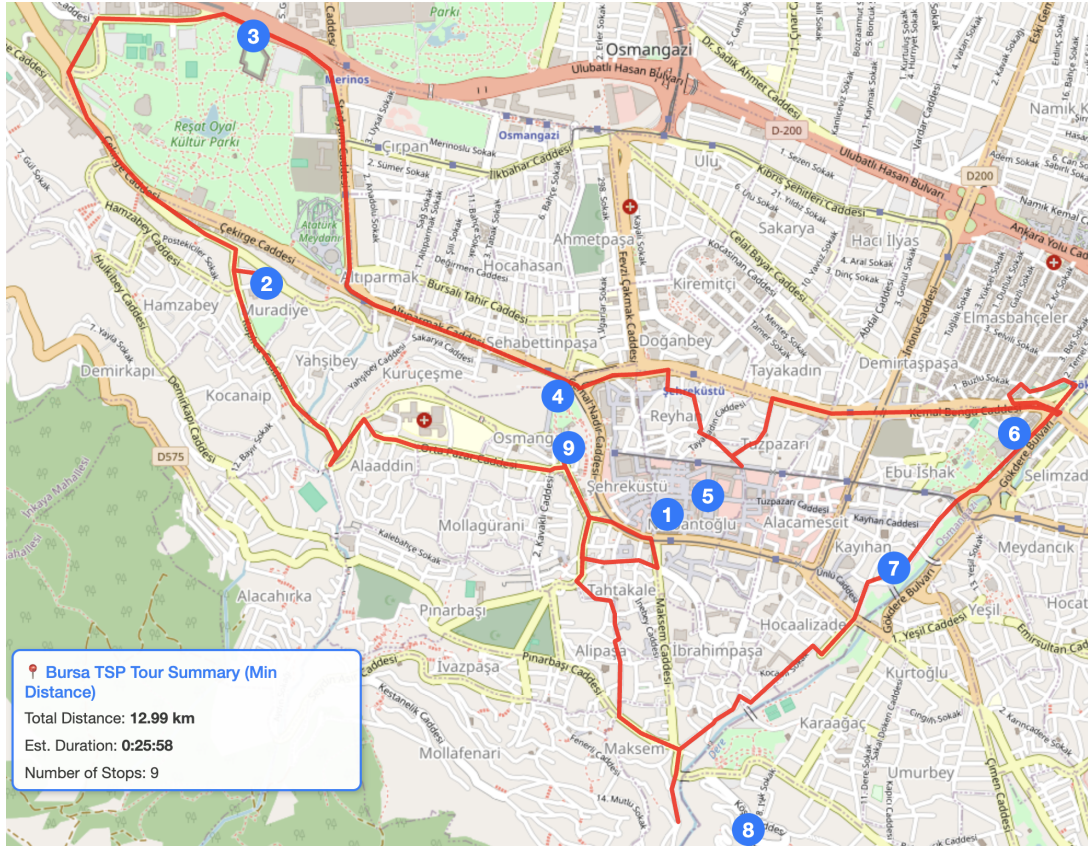


Figure 1: Bursa TSP Turu - Optimize Edilmiş Rota Görseli

4.2 Görsel Analiz

- Rota, başlangıçtan uzak olan Lunapark (#3) ve Muradiye Külliyesi (#2) ile genişler, ardından merkezi noktalara dönerek doğruya ilerler.
- osmnx grafiği, özellikle tarihi bölgelerdeki tek yönlü yolları doğru modelleyerek gerçekçi bir rota sağlar.
- Haritanın özet kutusu, toplam **12.99 km** ve **25:58** süresini anlık olarak doğrular.

5 Sonuç

Gerçek cadde ağı verileri ve Greedy Insertion sezgiseli ile Bursa'daki 9 turistik nokta için **12.99 km**'lik verimli bir tur tasarlanmıştır. Bu çözüm, hem pratik hem de gerçekçi olup, turistik geziler için doğrudan uygulanabilir bir rota sunmaktadır.

GitHub: github.com/elifylmaz