

# 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 sürüs mesafesini** bulmaktadır. 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 Sürüs Ağrı (`network_type="drive"`).
- Optimizasyon Kriteri:** Toplam Yol Uzunluğu (`DISTANCE_WEIGHT = "length"`).
- Tahmini Sürüs Hızı:** Sabit 30 km/saat.

## 2 Veri ve Rota Hesaplamları

### 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	Irgandi Köprüsü	40.182660, 29.070813
8	Hünkar 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 sürüs 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 artışını** 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  $\Delta C$  en küçük olan  $k$  ve pozisyon seçilir.

### 2.3 Açıgözlü 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	Irgandi Köprüsü	1.20
7	Irgandi Köprüsü	Hünkar Köşkü	1.32
8	Hünkar Köşkü	Saltanat Kapısı	1.54
9	Saltanat Kapısı	Ulu Camii	0.49
<b>Toplam Mesafe:</b>			<b>12.99 km</b>

## 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 → Irgandi 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`).

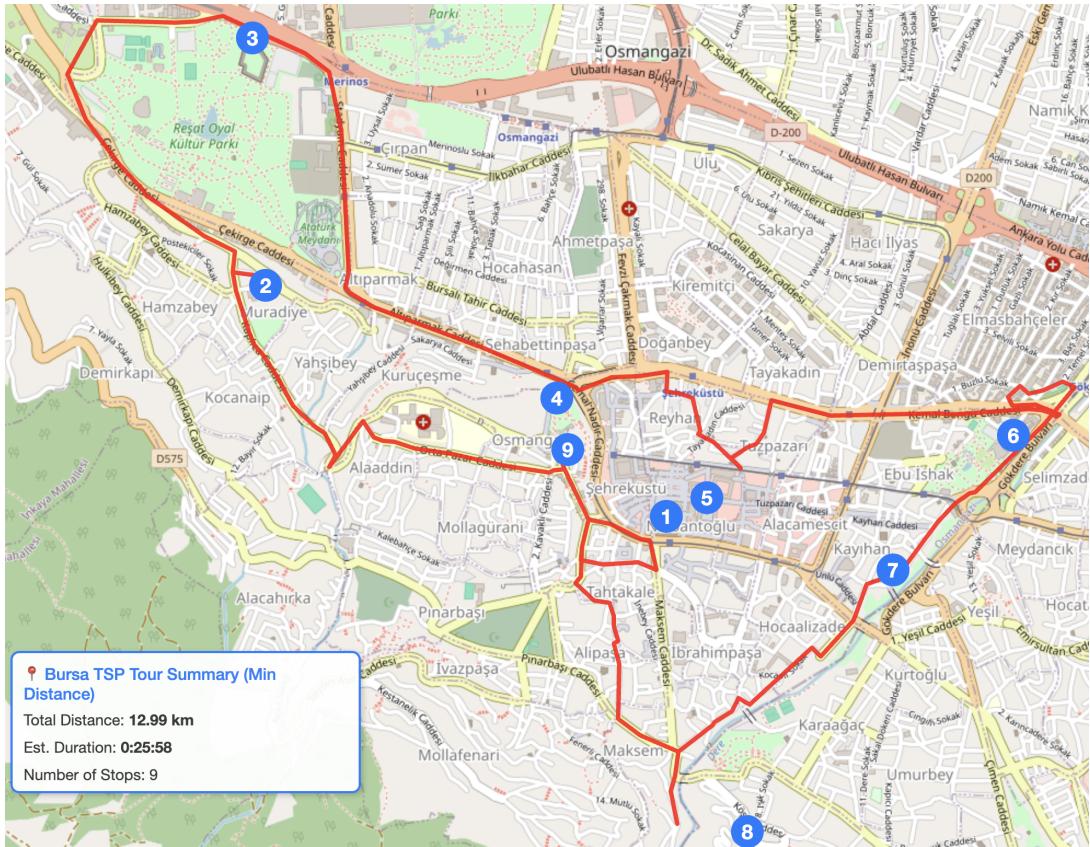


Figure 1: Bursa TSP Turu - Optimize Edilmiş Rota Görseli

## 4.2 GörSEL ANALİZ

- Rota, başlangıçtan uzak olan Lunapark (#3) ve Muradiye Külliyesi (#2) ile genişler, ardından merkezi noktalara dönerek doğuya 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](https://github.com/elifylmaz)