CTC BALANCE · KENTSEL HAREKETLİLİK ANALİZİ

500 m Arz-Talep Uyumsuzluğu V2

İstanbul'da potansiyel ulaşım ihtiyacının, erişilebilen tarifeli toplu taşıma arzıyla hangi 500 × 500 m hücrelerde örtüşmediğini gösteren göreli planlama analizi.

Temel soru	Analiz birimi	Çıktı
Talebin yüksek olduğu yerde, erişilebilen hizmet düzeyi yeterince güçlü mü?	EPSG:32635 koordinat sisteminde gerçek 500 × 500 m grid hücresi.	Uyumsuzluk sınıfı ve göreli yatırım önceliği.

Nasıl okunmalı?
Bu model gözlenen yolculuk sayısını veya mutlak hizmet yeterliliğini ölçmez. İstanbul içindeki hücreleri aynı veri ve yöntemle karşılaştırarak göreli yatırım önceliği üretir.

Bu dokümanın amacı

Haritada görülen renklerin, dashboard'daki 3 × 3 çapraz analizin ve grid tablosundaki puanların hangi verilerden geldiğini açıkça göstermek; kullanıcıya sonuçları doğru yorumlaması için sınırlarını da anlatmaktır.

01 · MODEL MANTIĞI

Analiz üç ayrı kavramı bir araya getirir

PTAL, hizmet arzı ve talep aynı şey değildir. Bu model, birbirinden bağımsız üretilen göstergeleri sırayla bağlar.

1. Talep	→	2. Arz	→	3. Uyumsuzluk
Yerleşik nüfus + modellenmiş işyeri baskısı		Erişilebilen tarifeli hizmet düzeyi		Talep − arz

Talep puanı

Her hücrede nüfus ve işyeri girdileri önce İstanbul içindeki yüksek uç değerleri baskılaması için P95 eşiğinde sınırlandırılır; ardından logaritmik olarak 0–100 ölçeğine dönüştürülür. Böylece çok büyük tek bir hücre tüm sıralamayı domine etmez.

Talep formülü

$$D = 0{,}60 \times P + 0{,}40 \times E$$

P: log-P95 normalize nüfus ihtiyacı · E: log-P95 normalize modellenmiş işyeri ihtiyacı · D: 0–100 talep puanı.

Hizmet arzı puanı

Arz, PTAL puanının kopyası değildir. Hizmet Arzı V2; OSM yaya ağı ile 15 dakikada erişilebilen hatların 07.00–19.00 arasındaki tarifeli hizmetini üç bileşenle ölçer.

Arz formülü

$$S = 0{,}50 \times F + 0{,}30 \times W + 0{,}20 \times Ç$$

F: saatlik tarifeli sefer yoğunluğu · W: ulaşım türü katsayısıyla ağırlıklandırılmış hizmet · Ç: erişilebilen standart ulaşım türü çeşitliliği. Yaya süresi yalnız erişilebilir hat kümesini seçer; puana eklenmez.

Uyumsuzluk ve öncelik

Uyumsuzluk, aynı hücredeki talep ile arzın farkıdır. Pozitif değer talebin arzı aştığını; negatif değer görece arz üstünlüğünü belirtir. Öncelik skoru ise yalnız pozitif açığı, talep baskısıyla çarpar: düşük ihtiyaçlı bir yerde düşük hizmet otomatik yatırım önceliği olmaz.

Çıktı formülleri

$$M = D - S$$

$$\text{Öncelik} = \max(M, 0) \times D / 100$$

M: uyumsuzluk puanı · S: Hizmet Arzı V2 puanı.

02 · VERİ TEMELİ

Her veri, modelde farklı bir rol üstlenir

Aşağıdaki kaynaklar birlikte kullanılır. Yıl ve kanıt sınıfı, sonuçların yanında saklanır; farklı güncellikteki veriler tek bir 'gözlem' gibi gösterilmez.

Yerleşik nüfus	Talebin %60'ı	2025 resmî ilçe nüfus toplamları; WorldPop 2021 mekânsal deseniyle 500 m hücrelere dağıtılır.
Modellenmiş işyeri	Talebin %40'ı	2026 OSM ekonomik faaliyet sinyalleri; İstanbul resmî çalışan toplamına kalibre edilmiş model. Gözlenen çalışan sayısı değildir.
Tarifeli toplu taşıma	Hizmet arzı	Aktif GTFS durak, hat, sefer ve takvim kayıtları; referans tarife ile tarihsel/varsayımsal kaynaklar kanıt sınıfında ayrılır.
OSM yaya ağı	Erişim filtresi	Grid örnekleri ile durak/hatlar arasındaki gerçek yaya-ağı bağlantısını kurar; yalnız <=15 dk erişilebilen hatlar arz hesabına girer.

Veri güncelliği hakkında
Tarifeli sefer, gerçekleşen sefer değildir. İptal, gecikme, doluluk, araç kapasitesi ve gözlenen başlangıç-varış talebi modelde henüz yoktur. Bu nedenle sonuçlar operasyonel performans değil, planlama amaçlı göreli öncelik olarak okunur.

Sınıflandırma

Kritik hizmet açığı	M >= 35 veya D >= 60 ve S < 20	Yüksek ihtiyaç ile çok sınırlı arzın çakıştığı güçlü aday.
Yüksek hizmet açığı	20 <= M < 35	Talep, arzın belirgin biçimde üstünde.
Kapasite baskısı	8 <= M < 20	İzlenmesi gereken göreli baskı.
Göreli denge	-8 < M < 8	Bu modelde talep ve arz yakın düzeyde.
Arz üstünlüğü	M <= -8	Arz, aynı hücredeki göreli talebin üzerinde.
Düşük ihtiyaç · düşük arz	D < 20 ve S < 20	Otomatik yatırım önceliği değildir.

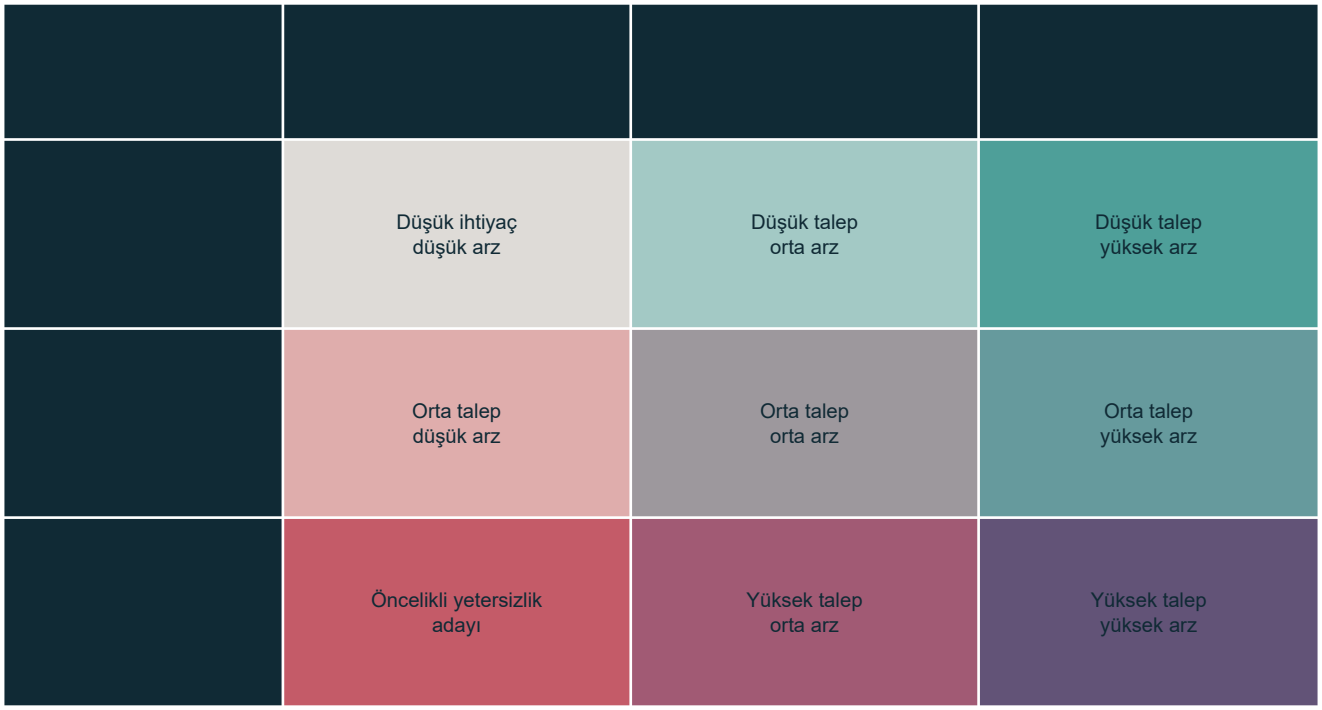
03 · DASHBOARD ÇAPRAZ ANALİZİ

3 × 3 harita, iki göstergenin birlikte okunmasını kolaylaştırır

Dashboard’daki 'Talep × hizmet arzı' haritası, her hücreyi üç talep ve üç arz bandına ayırır. Bu, sürekli uyumsuzluk skorunun yerine geçen yeni bir model değildir; haritadaki örüntüyü hızlı yorumlamaya yarayan açıklayıcı bir görseldir.



Yukarıdaki görsel, CTC Balance dashboard’unda üretilen gerçek Talep × hizmet arzı çapraz harita görünümüdür. Her renkli kare, ilgili 500 m grid hücresinin iki puanının birlikte sınıfını gösterir; sağ alttaki lejant sınıfların doğrudan anahtarıdır.



En kritik hücre

Yüksek talep + düşük arz hücresi, hizmet yetersizliği için güçlü bir başlangıç adaydır. Ancak burada da gerçek yolculuk talebi, araç doluluğu ve proje fizibilitesi ayrıca doğrulanmalıdır.

PTAL ile birlikte nasıl okunur?

PTAL yüksek, Hizmet Arzı V2 düşük çıkabilir; bu tek başına hata değildir. PTAL erişilebilirlik koşulunu, Hizmet Arzı V2 ise erişilebilen hizmetin sıklığı, tür ağırlığı ve çeşitliliğini ölçer. Arz–talep modeli de bu arzı nüfus ve istihdam baskısıyla karşılaştırır.

Örnek yorumlar

PTAL yüksek · Arz düşük · Talep yüksek	Durak/hata erişim var; fakat ulaşılabilen tarifeli hizmet düzeyi talep baskısına göre görece zayıf olabilir.
PTAL düşük · Arz düşük · Talep yüksek	Yürüyerek erişim de zayıf, hizmet de zayıf. Mekânsal doğrulama ve müdahale senaryosu için öncelikli adaydır.
PTAL yüksek · Arz yüksek · Talep yüksek	Erişim ve arz güçlü olsa bile mutlak talep çok yüksekse uyumsuzluk oluşabilir; kapasite ve doluluk verisiyle doğrulama gerekir.

04 · YAYIN, PERFORMANS VE SINIRLAR

Harita sonucu nasıl yayınlanır?

Analiz sonuçları PostGIS üzerinde üretilir; harita açılışını hızlandırmak için sonuçlar yayın önbelleğinde tutulur ve vector tile olarak servis edilir.

Çok ölçekli gösterim

500 m hücre, mahalle ölçeğinde korunur. Şehir görünümünde aynı anda on binlerce poligon çizmemek için harita uzak zoomlarda özet hücreler gösterir: z7'de 4 km, z8'de 2 km, z9'da 1 km, z10 ve üzerindeyse özgün 500 m hücreler. Bu bir ikinci analiz değildir; aynı sonuçların görsel yayın çözünürlüğüdür.

Yayın önbelleği

`transit_grid_supply_demand_mismatch_500m_v2_tile_cache` materialized view'ı, model sonucu güncellendiğinde yenilenir. Böylece kullanıcı haritayı her açtığında talep ve arz puanları baştan hesaplanmaz.

Yenileme kuralı
GTFS, yaya ağı, nüfus/istihdam girdisi veya model ağırlıkları değiştiğinde yayın önbelleği yenilenmelidir. Aksi durumda harita son hesaplama anındaki sonuçları gösterir.

Modelin kapsamadıkları

Gerçekleşen işletme	İptal, gecikme, araç doluluğu, gerçek araç kapasitesi ve anlık operasyon verisi yoktur.
Gerçek yolculuk talebi	Başlangıç-varış matrisi veya akıllı kart biniş verisi yoktur; nüfus ve işyeri potansiyel talep göstergeleridir.
İstihdam	2026 işyeri dağılımı model tahminidir. Güven sınıfı ve OSM sinyal sayısı sonuçla birlikte izlenmelidir.
Nedensellik	Yüksek açık, tek başına yeni hat kararının kanıtı değildir; saha, maliyet, kapasite ve fizibilite çalışması gerekir.

Sonuç
500 m Arz–Talep Uyumsuzluğu V2, İstanbul'da nerede potansiyel ihtiyaç yüksek, erişilebilen hizmet görece sınırlı sorusuna şeffaf bir ilk yanıt verir. Dashboard'daki çapraz analiz, bu ilişkiyi anlaşılır kılar; nihai planlama kararı ise ek operasyonel ve saha verisiyle desteklenmelidir.