

Türkiye Karayollarında Yapısal Sorunlar ve Yapay Zekâ Destekli Ürün Tasarımı

Özet

Türkiye karayolu sistemi, bir yandan ağın büyümesi ve kullanımının artması, diğer yandan trafik güvenliği sonuçlarının hâlâ yüksek seviyede seyretmesi nedeniyle “kapasite–güvenlik–veri/kurumsal koordinasyon” üçgeninde baskı altında ilerlemektedir. 2024 itibarıyla devlet+il yolu ağının toplam uzunluğu 68.617 km’dir (3.796 km otoyol, 30.825 km devlet yolu, 33.996 km il yolu) ve yol ağının %96’sı kaplamalıdır. [1]

Trafik güvenliği çıktıları, problem ölçeğini net biçimde göstermektedir: 2024 yılında ülke genelinde 1.444.026 trafik kazası gerçekleşmiş; bunun 266.854’ü ölümlü/yaralanmalı kaza olarak kaydedilmiştir. Aynı yıl toplam 6.351 kişi hayatını kaybetmiş, 385.117 kişi yaralanmıştır. Ölümlü/yaralanmalı kazaların %85,5’i yerleşim yeri içinde gerçekleşmiştir. [2]

Kaza kusur dağılımlarında insan faktörü baskındır: 2024 için ölümlü/yaralanmalı kazalarda toplam kusur içinde insan faktörü %98,83; sürücü kusuru %90,06 olarak verilirken, “yol” kusuru %0,33 seviyesindedir. [3] Bu tür oranlar, “altyapı hiç önemli değil” anlamına gelmez; aksine, güvenli sistem yaklaşımında (yol tasarımı, hız yönetimi, denetim, veri ile hedefleme) birlikte ele alınması gereken bir dengeyi işaret eder. [4]

Kurumsal düzeyde en kritik kaldıraçlardan biri veri bütünlüğüdür: Strateji ve planlama belgeleri, kaza kayıtlarında polis–hastane verilerinin karşılıklı çakıştırılması, ortak veri tabanları ve uluslararası kabul gören (CARE benzeri) bir kaza veri bilgi sisteminin oluşturulması gibi ihtiyaçları açıkça vurgular. [5] Veri entegrasyonu olmadan hem kara nokta/tehlike kesimi yönetimi hem de bakım-onarım önceliklendirmesi (fayda–maliyet) sistematikleşmemektedir. [6]

Bu rapor, sorunları yedi ana kategoride kanıtlarıyla haritalandırıp (altyapı, bakım, trafik yönetimi, kaza/tehlike noktaları, veri eksikliği, mevzuat/kurumsal, finansman) etki–uygulanabilirlik temelinde önceliklendirmektedir. Ardından en az üç yazılım/AI ürün fikri sunup; **seçilen çözüm olarak “Ulusal Yol Güvenliği ve Bakım Karar Platformu”**nu (entegre veri + risk tahmini + müdahale orkestrasyonu + bakım optimizasyonu) detaylı ürün tasarımına dönüştürmektedir. Bu çözüm, mevcut kamu projeleri ve akıllı ulaşım sistemleri çerçevesiyle uyumlu olacak biçimde tasarlanmıştır. [7]

Sorunların Kategorileri ve Kanıtlı Görünüm

Türkiye’de karayolu ağının büyüklüğü ve kullanım yoğunluğu, yönetim ve güvenlik açısından ölçek ekonomisi kadar “ölçek riski” de yaratmaktadır. Otoyol ve köprülerden 2024 yılı boyunca toplam 1.080.384.814 araç geçişi bildirilmektedir. Bu hacim, trafik yönetimi (olay

tespiti, emniyet şeridi ihlali, hız/akım kontrolü, bakım sahası güvenliği, seyahat süresi duyuruları) için yüksek düzeyde operasyonel kapasite ve dijital altyapı gerektirir. [8]

Aşağıdaki tablo, sahadaki problemleri kategori bazında; **kanıt/istatistik**, **kamu kaynağı** ve **neden ipuçları** ile birlikte özetler. (Tabloda “belirsiz” görülen alanlar, resmi açık veri bulunabilirliğine ve kurum içi erişim düzeyine bağlıdır.)

Kategori	Somut sorun (problem ifadesi)	Kanıt / istatistik (örnek)	Kaynak(lar)	Not: Neden ipuçları
Altyapı	Ağ büyüklüğü ve geometrik çeşitlilik (şehir içi–şehirlerarası karışımı) + artan araç sahipliği	2024: 68.617 km yol ağı; %96 kaplamalı. [1]	Karayolları Genel Müdürlüğü[9]	Farklı standartlarda kesimler, farklı hız rejimleri ve karma kullanımlar (yaya/araç) risk üretir. Mevzuat, yol yapısı ve güvenlik durumunun korunmasını yükümlülük olarak tanımlar. [10]
Bakım	Bakım-onarımın “reaktif şikâyet” yerine “veriye dayalı önleyici” yönetilememesi	Üstyapı yönetim sistemleriyle kaynakların daha verimli kullanımı hedeflenir; envanter ve performans ölçüm verilerinin derlenerek veri tabanına kaydedildiği belirtilir. [11]	Strateji ve Bütçe Başkanlığı[12] raporları	Veri standardı + ölçüm sıklığı + bütçe kısıtları; fayda/maliyet temelli programlama ihtiyacı. [13]
Trafik yönetimi	Çok yüksek kullanım hacminde gerçek zamanlı olay yönetimi ve bilgilendirme eksikleri	2024’te otoyol/köprülerde n 1,08 milyar araç geçişi. [8]	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı[14]	Yüksek hacim; kaza, bakım sahası, hava olayları ve darboğazlarda erken uyarı ve yönlendirme ihtiyacı. AUS

Kategori	Somut sorun (problem ifadesi)	Kanıt / istatistik (örnek)	Kaynak(lar)	Not: Neden ipuçları
				çerçevesi bu hedefleri tanımlar. [15]
Kaza / tehlike noktaları	Ölümlü/yaralanmalı kaza yükü ve kara nokta yönetiminin ölçeklenmesi	2024: 1.444.026 toplam kaza; 6.351 ölüm; 385.117 yaralı. [2]	KGM kaza özet yayını (TÜİK verisine dayalı). [3]	Yerleşim yeri içi kaza oranı yüksek: %85,5. [3]
Veri eksikliği	Kaza, trafik, bakım ve sağlık verilerinin bütünleşik olmaması; “tek doğru kaynak” yokluğu	Polis–hastane kayıtlarının karşılaştırılması, ortak veri tabanı ve CARE benzeri sistem kurulması önerilir. [16]	SBB Karayolu Trafik Güvenliği Çalışma Grubu raporu	Bu öneriler, mevcut durumda veri entegrasyonunun yetersiz olduğuna işaret eder (kanıt: plan metninde ihtiyaç açıkça yazılı). [16]
Mevzuat / kurumsal	Çok paydaşlı yapıda görev/rol paylaşımı; standart ve denetim uyumu	2918 sayılı Kanun, karayolu yapım/bakım sorumlularının yol yapısını trafik güvenliğini sağlayacak durumda tutmasını yükümlülük kılar. [10]	Türkiye Büyük Millet Meclisi[17] kanun metni	Güvenli sistem yaklaşımına uyumlu mevzuat ve denetim mekanizmaları önerilir. [18]
Finansman	Yüksek sermaye ihtiyacı + uzun vadeli planlama; bütçe dalgalanmaları	KGM için 2023 başlangıç ödeneği 118,65 milyar TL; yıl sonu ödeneği 240,18 milyar TL; harcama 236,10 milyar TL (Sayıştay raporu). [19]	Sayıştay[20]	Finansman kaynakları (devlet, özel sektör, uluslararası kurumlar) ve yüksek maliyet vurgulanır. [21]

Ek kanıt: 2026 Ocak (aylık bülten) verileri, kaza yükünün devam ettiğini göstermektedir: 53.603 toplam kaza (tarafların anlaşarak tuttıkları “anlaşmalı maddi hasarlı” kazalar hariç), 17.203 yaralanmalı kaza ve kaza yerinde 141 ölüm bildirilmiştir. [22] Aynı bülten, ölümlü/yaralanmalı kazalarda kusur unsurlarının büyük bölümünün sürücü kaynaklı

olduğunu ve öne çıkan sürücü kusurlarının hızın şartlara uydurulmaması, geçiş önceliği ihlali ve şerit disiplinine uyulmaması gibi kalemlerde yoğunlaştığını gösterir. [23]

Kara nokta ölçeği: Haber derlemelerine göre, 2003’ten bu yana 1.737 kaza kara noktası veya kaza potansiyeli yüksek kesimde iyileştirme yapılmış; 2028 sonuna kadar 206 kara nokta daha planlanmıştır. [24] (Bu veri “güncel haber” kapsamındadır; kurum içi resmi liste/detay erişimi belirsizdir.)

Neden Analizi ve Önceliklendirme

Türkiye’de karayolu problemleri, tek bir “neden”e indirgenemeyecek sistemik bir yapıdadır. Aşağıdaki analiz, kanıtlardaki örüntülerden hareketle “kök neden kümeleri”ni çıkarır; ardından etki–uygulanabilirlik matrisiyle öncelik verir.

Öncelikle kaza ana akımı: 2024’te ölümlü/yaralanmalı kazalardaki kusur dağılımı, insan faktörünün %98,83; sürücünün %90,06 ile en büyük alt bileşen olduğunu söyler. [3] 2026 Ocak bülteninde de ölümlü/yaralanmalı kazalarda kusurların ~%90’ının sürücü kaynaklı olması ve “hızın şartlara uydurulmaması” gibi davranışsal ihlallerin öne çıkması aynı yönlü bir örüntüdür. [23] Bu tip ihlallerin köklerinde genellikle; hız yönetimi politikalarının tutarlılığı, denetim/uyarı teknolojilerinin kapsamı, sürücü eğitim/alışkanlıkları ve yol çevresi (kavşak tasarımı, görünürlük, hız uyumu) birlikte bulunur. [4]

İkinci ana kök: veri parçalanması. Trafik güvenliği çalışma raporu; ortak veri tabanı, kaza kayıtlarının doğrulanması için polis–hastane verilerinin çakıştırılması ve uluslararası kabul gören (CARE benzeri) bir sistemle düzenli raporlama yapılması gerektiğini net biçimde yazar. [16] Bu tespit, pratikte “ölçemediğini yönetememe” problemidir: kara nokta iyileştirmelerinin etkisini (öncesi-sonrası) güvenilir biçimde ölçmek, bakımın güvenlik etkisini göstermek ve kaynak tahsisini fayda/maliyet ile optimize etmek için veri entegrasyonu şarttır. [6]

Üçüncü ana kök: bakımın planlama biçimi. Üstyapı performansı (ör. düzgünsüzlük/IRI) tahmin edilerek CBS üzerinde bakım programlaması yapılabileceğini gösteren akademik çalışmalar; verinin olgunlaştıkça bütçe kısıtı altında optimizasyonu mümkün kıldığını vurgular. [25] Kamu plan dokümanları da üstyapı yönetim sistemleriyle kaynakların daha verimli kullanımını ve envanter/performance verilerinin veri tabanlarında tutulmasını hedefler. [11]

Bu kök nedenler, dijital/AI destekli ürünlerin neden “tek başına kamera takmak”tan daha fazla anlam taşıdığını açıklar: asıl değer, **çok kaynaklı veriyi güvenilir hale getirmek, risk/öncelik üretmek ve müdahale sonuçların**



ölçmektir.

Önceliklendirme yaklaşımı

Aşağıdaki skorlar, **etki** (can kaybı + yaralanma + ekonomik kayıp azaltma potansiyeli) ve **uygulanabilirlik** (veriye erişim, mevzuat uyumu, kurum içi sahiplenme, teknik karmaşıklık) üzerinden 1–5 arası analitik bir değerlendirmedir. Skorlar “uzman varsayımı”dır; kurumsal veri erişimi ve pilot alan seçimine göre değişebilir (**belirsiz**).

Müdahale alanı	Etki	Uygulanabilirlik	Gerekçe (kanıtla ilişki)
Entegre kaza–trafik–bakım veri tabanı + veri kalite süreçleri	5	4	Ortak veri tabanı, polis–hastane çakıştırma ve CARE-benzeri sistem ihtiyacı resmi raporda açıkça önerilir. [5]
Kara nokta/riskli kesim analitiği + müdahale portföyü (öncesi/sonrası etki ölçümü)	5	3	Kara nokta iyileştirme ölçeği büyük; 2003’ten beri 1.737 iyileştirme ve yeni planlar var. [26]
Sürücü davranışı odaklı hedefli denetim ve hız yönetimi analitiği (EDS/yer seçimi, saat dilimi optimizasyonu)	4	3	2024 kusur dağılımında sürücü ağırlığı çok yüksek; aylık bültende hız uyumsuzluğu öne çıkıyor. [27]
Gerçek zamanlı olay tespiti + dinamik bilgilendirme (VMS/app)	4	3	Otoyol kullanım hacmi çok yüksek; anlık olay yönetimi kapasite ve güvenlik etkisi üretir. [28]
Bakım-onarım optimizasyonu + yol yüzeyi bozulma tahmini / erken uyarı	3	4	Üstyapı yönetim sistemi ve CBS-temelli optimizasyon yaklaşımı literatürde uygulanabilir; kurum hedeflerinde de yer alır. [29]

Bu çerçevede, **en yüksek toplam değer** “entegre veri + risk/öncelik + sonuç ölçümü” birleşiminde görünür. Bu nedenle seçilen ürün, bu üç bileşeni tek platformda toplayan bir karar-sistemidir; bakım ve trafik yönetimi modülleri ise platformun “uç uygulamaları” olarak kurgulanır.

Ürün Fikirleri: Yazılım ve Yapay Zekâ ile Çözüm Yaklaşımları

Bu bölümde üç ürün fikri geliştirilmiştir. Ürünler, farklı kurum kullanıcılarına hitap eder; her biri için veri bağımlılığı, mimari yaklaşım ve pilot çıkarımı ayrıntılandırılmıştır.

Ürün fikri A: Kaza Risk Haritalama ve Müdahale Orkestrasyonu

Bu ürün, kaza kayıtlarını (EGM/JGK), trafik hacmi/hız verilerini ve yol envanterini birleştirip **risk puanları** üretir; kara nokta ve “potansiyel kara nokta”ları istatistiksel yöntemlerle

belirleyerek müdahale portföyü (geometrik iyileştirme, işaretleme, hız yönetimi, denetim yer seçimi) önerir.

- Hedef kullanıcılar: Trafik güvenliği birimleri (KGM, il/ilçe trafik komisyonları, EGM'nin ilgili birimleri), yatırım/planlama ekipleri. [30]
- Temel işlevler: Kara nokta tespiti (Empirik Bayes gibi), riskli zaman dilimi analizi, “öncesi–sonrası” etki ölçümü, müdahale backlog yönetimi. [31]
- Teknik mimari: Veri gölü (lakehouse) + GIS katmanı + model servisleri + karar panoları.
- Veri gereksinimleri: Kaza tutanakları, yol sınıfı/segment, AADT ve hız, hava/aydınlık, kavşak envanteri; sağlık (ölüm/yaralanma doğrulama) entegrasyonu **belirsiz**. [32]
- ML / algoritmalar: Empirik Bayes kara nokta; gradient boosting ile kaza şiddeti sınıflama; uzamsal-zamansal modeller; veri dengesizliği teknikleri. [33]
- Entegrasyon noktaları: EGM aylık/yıllık kaza veri süreçleri ve KGM kaza özetleri; UKOME/il trafik komisyonu karar süreçleri. [34]
- Gizlilik/etik risk: Kişisel veri ve özel nitelikli veri işleme koşulları; anonimleştirme ve “amaçla sınırlılık” ilkeleri zorunlu. [35]
- Maliyet tahmini (kabaca): Pilot 6–9 ay: 15–40 milyon TL (**belirsiz**; ekip büyüklüğü, veri entegrasyonu ve mevcut lisanslara bağlı).
- Pilot planı: 1 il + 1 ana koridor + 20–40 riskli segment; 3 müdahale türüyle öncesi/sonrası tasarım. (Hangi il/koridor **belirsiz**; veri erişimi belirleyici.)

Ürün fikri B: Yol Sağlığı İzleme ve Bakım Optimizasyon Platformu

Bu ürün, üstyapı performansını (düzgünsüzlük/IRI, çatlak, çukur, yama) izler; bozulma tahminiyle bakım için **en yüksek fayda/maliyet** programını üretir ve saha ekiplerine iş emri döker.

- Hedef kullanıcılar: KGM bölge müdürlükleri, belediye bakım birimleri, yüklenici yönetimi.
- Temel işlevler: Performans tahmini (IRI), CBS tabanlı bakım programlama, saha denetimi mobil uygulaması, iş emri ve kalite kontrol. [36]
- Teknik mimari: CBS + varlık yönetimi + IoT/veri toplama + optimizasyon motoru.
- Veri gereksinimleri: Envanter (segment bazlı), trafik hacmi/iklim, geçmiş bakım kayıtları, ölçüm araçları; veri standardı ve sürekliliği **belirsiz**. [37]
- ML / algoritmalar: Zaman serisi bozulma tahmini; görüntüden hasar tespiti (derin öğrenme); bütçe kısıtlı optimizasyon (karma tamsayılı). [38]
- Entegrasyon noktaları: Kurum içi üstyapı yönetim sistemi (ÜYS/benzeri) ve envanter veritabanı; ihale/iş programı süreçleri. [39]
- Gizlilik/etik risk: Saha video/görüntüleri plaka/yüz içerebilir → anonimleştirme/blur; veri minimizasyonu. [40]
- Maliyet tahmini (kabaca): Pilot 6 ay: 10–30 milyon TL (**belirsiz**; ölçüm cihazı, görüntü toplama yöntemi, lisans).

- Pilot planı: 1 bölge müdürlüğünde 500–1.500 km örnek ağ; IRI + görsel denetim kombinasyonu; bakım kararlarının servis seviyesi metrikleriyle doğrulanması. [38]

Ürün fikri C: Gerçek Zamanlı Trafik Olay Tespiti ve Dinamik Yönetim

Bu ürün; kamera/sensör verilerinden **kaza, dur-kalk, ters yön, şerit kapanması, bakım sahası tehlikesi** gibi olayları erken tespit eder; dinamik mesaj işaretleri ve mobil kanallarda yönlendirme üretir. Kısa vadeli trafik yoğunluğu tahminiyle alternatif rota önerisi verir.

- Hedef kullanıcılar: Karayolu işletme ve trafik yönetim merkezleri, otoyol işletmecileri, saha müdahale ekipleri.
- Temel işlevler: Olay algılama (CV), kuyruk tespiti, dinamik hız/şerit önerisi, yol kullanıcılarına uyarı. AUS hedefleriyle uyumlu. [41]
- Teknik mimari: Uçtan işleme (edge) + merkezde olay yönetim platformu + tahmin servisleri + VMS/app entegrasyonu.
- Veri gereksinimleri: CCTV/IoT, hız/akım, hava; veri erişimi ve standartlar **belirsiz**.
- ML / algoritmalar: Trafik yoğunluğu tahmini için LSTM tabanlı modellerin yüksek doğrulukla kullanılabildiği gösterilmiştir. [42]
- Entegrasyon noktaları: AUS test koridorları ve ulusal AUS mimarisi/standart çalışmaları; uydu destekli AUS otomasyon girişimleri. [43]
- Gizlilik/etik risk: Video analitiği KVKK kapsamında; amaçla sınırlılık, ölçülülük ve güvenlik tedbirleri gerekir. [35]
- Maliyet tahmini (kabaca): Kamera/sensör altyapısı hazırsa pilot 6–9 ay: 20–60 milyon TL; yeni saha donanımı gerekiyorsa daha yüksek (**belirsiz**).
- Pilot planı: Hasdal–İstanbul Havalimanı test koridoru gibi bir alanda, olay tespit + sürücü uyarı senaryoları ile 3–6 aylık operasyon deneyi. [43]

Ürün karşılaştırma tablosu

Kriter	Ürün A: Risk & müdahale	Ürün B: Bakım optimizasyonu	Ürün C: Gerçek zamanlı yönetim
Birincil hedef	Ölüm/yaralanma azaltımı (hedefli müdahale)	Yol hizmet seviyesi + maliyet optimizasyonu	Olay tespiti + akım stabilizasyonu
Veri bağımlılığı	Yüksek (kaza + trafik + sağlık doğrulama) [16]	Orta-yüksek (envanter + performans ölçümü) [29]	Yüksek (sensör/kamera + AUS entegrasyonu) [44]
ML/analitik yoğunluğu	Orta-yüksek (uzamsal risk) [33]	Orta (bozulma + optimizasyon) [38]	Yüksek (CV + tahmin) [42]
Hızlı kazanım potansiyeli	Yüksek (kara nokta hedefleme) [24]	Orta (bakım döngüsü) [38]	Orta-yüksek (olay süresi azaltımı) [8]
KVKK riski	Orta (kişisel veri + sağlık doğrulama) [45]	Düşük-orta (görüntü varsa artar) [40]	Yüksek (video analitiği) [40]

Kriter	Ürün A: Risk & müdahale	Ürün B: Bakım optimizasyonu	Ürün C: Gerçek zamanlı yönetim
Pilot önerisi	1 il + 20–40 segment	1 bölge + 500–1.500 km	1 koridor + olay senaryoları

Bu raporun seçimi: **Ürün A** (risk & müdahale) çekirdeğini alıp, **Ürün B**’nin bakım önceliklendirmesini ve **Ürün C**’nin “olay/tehlike” sinyallerini aynı veri omurgasında birleştiren tek platform yaklaşımıdır; çünkü resmi raporlar veri entegrasyonu ve KPI temelli izleme ihtiyacını “ön koşul” olarak belirtmektedir. [5]

Seçilen Çözüm: Ulusal Yol Güvenliği ve Bakım Karar Platformu

Bu platform, **çok paydaşlı karayolu güvenliği yönetimini** tek bir “ölç–tahmin et–önceliklendir–müdahale et–ölç” döngüsüne oturtmayı hedefler. İki ana çıktısı vardır:

- 1) **Güvenlik çıktıları:** Kara nokta ve riskli kesimlerde ölümlü/yaralanmalı kaza şiddetini ve sıklığını düşürmek. [46]
- 2) **Kaynak verimliliği:** Bakım-onarım ve güvenlik müdahalelerini fayda/maliyet temelli planlamak; sosyo-ekonomik kaybı azaltmak. [47]

Özellik seti

Platform, tek bir ürün gibi görünse de üç katmanlıdır:

Veri omurgası (Data Spine) - Ortak veri sözlüğü (segment ID, kavşak ID, olay ID, bakım iş emri ID) - Veri kalite kuralları: eksik alan, tutarsız koordinat, duplikasyon, zaman damgası standartları - Polis–hastane doğrulama köprüsü (ölüm/yaralanma doğrulama) **belirsiz:** erişim protokolü gerektirir. [16]

Analitik & AI katmanı - Kara nokta tespiti: Empirik Bayes + AADT gibi trafik yükü değişkenleriyle riskli segmentleri belirleme. [48]

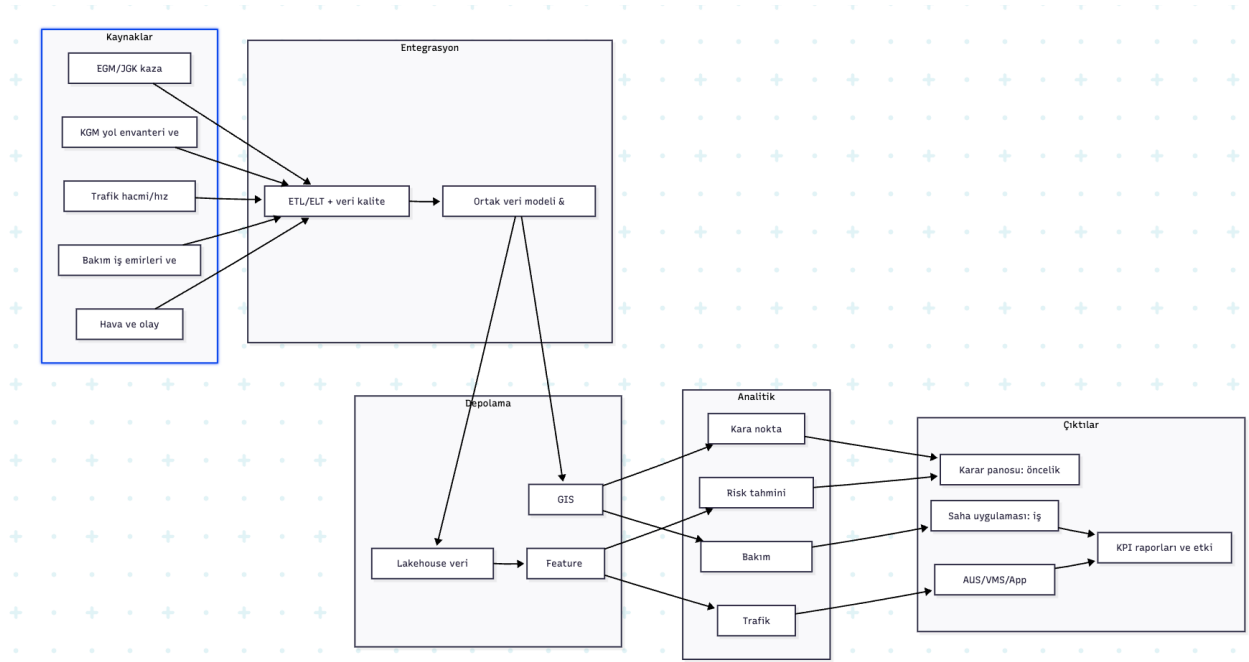
- Kaza şiddeti/olasılık tahmini: sınıflandırma modelleri; literatürde benzer sınıflama yaklaşımlarının yüksek doğruluklara erişebildiği gösterilir. [49]

- Trafik yoğunluğu/ortalama hız tahmini: LSTM tabanlı tahminin yüksek R^2 değerleriyle uygulanabildiği gösterilmiştir; olay sonrası kuyruk riski ve zaman penceresi tahmininde kullanılabilir. [42]

- Bakım önceliklendirme: IRI/bozulma tahmini + bütçe kısıtı altında CBS tabanlı programlama yaklaşımı. [13]

Karar & operasyon katmanı - Müdahale kütüphanesi: kavşak düzenleme, işaretleme, hız yönetimi, sarsma bandı, aydınlatma, şerit düzeni, bakım sahası güvenliği (kurum standardına göre) - İş akışı: öneri → teknik onay → bütçe/ihale → sahada uygulama → etki ölçümü - KPI paneli: hedef bazlı izleme (ölüm/yaralanma, olay süresi, bakım servis seviyesi)

Veri akış diyagramı



Teknik mimari ve entegrasyon noktaları

Platformun kamu ekosistemiyle uyumu için iki “stratejik entegrasyon aksı” önerilir:

1) **AUS/K-AUS eksen:** Kurum raporlarında, Hasdal–İstanbul Havalimanı arasında 30 km’lik K-AUS test koridoru ve “Uydu Destekli Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Otomasyon Projesi” gibi girişimler tanımlıdır; veri alışverişi, V2V/V2I ve araç–merkez haberleşmesi hedeflenir. [43] Bu platform, bu eksene “standart veri/olay API’leri” ile bağlanmalıdır.

2) **Ulusal politika / genelge eksen:** 2020/9 sayılı Cumhurbaşkanlığı genelgesi, AUS’un seyahat sürelerini azaltma, trafik güvenliğini artırma ve yol kapasitesini verimli kullanma hedeflerini; kullanıcı–araç–altyapı–merkez arasında veri alışverişiyle izleme/analiz/kontrol çerçevesini tanımlar. [15] Platform bu çerçevede “karar destek” rolünü üstlenir.

Gizlilik, etik ve uygulama riskleri

Bu tür bir platformda en kritik uyum alanları şunlardır:

- **Kişisel veri işleme ilkeleri:** KVKK 6698; amaçla sınırlılık, ölçülülük, güvenlik tedbirleri ve özel nitelikli veriler için ek önlemler gibi çerçeveler getirir. [35]
- **Kaza/sağlık verisi:** Ölüm/yaralanma doğrulaması için hastane verisi gerekiyorsa; “özel nitelikli veri” kapsamına girme ihtimali yüksektir ve daha sıkı tedbir gerekir (pilot veri kapsamı belirsiz). [50]
- **Video analitiği:** Eğer Ürün C bileşeni (kamera ile olay tespiti) pilotta kullanılacaksa; yüz/plaka gibi tanımlayıcı unsurların sistemde gereksiz tutulmaması, mümkünse uçta anonimleştirme uygulanması gerekir. [51]

- **Kamu alımı / sözleşme riski:** Kamu BT projelerinde ihale mevzuatı (4734/4735) ve çok yıllık bütçe dinamiği tasarımın kapsamını etkiler; teknik gereksinimler sözleşme diline doğru çevrilmezse proje “teslim edilebilirlik” riski taşır. [52]
- **Model risk (etik/operasyon):** Risk skorları “denetim” ve “yatırım” kararını etkiler. Önyargı ve veri hatası, kaynakların yanlış yerde yoğunlaşmasına yol açabilir. Bu nedenle şeffaf açıklanabilirlik (hangi değişkenler etkiledi), model izleme ve insan-onayı (human-in-the-loop) zorunlu tasarım prensibi olmalıdır. [5]

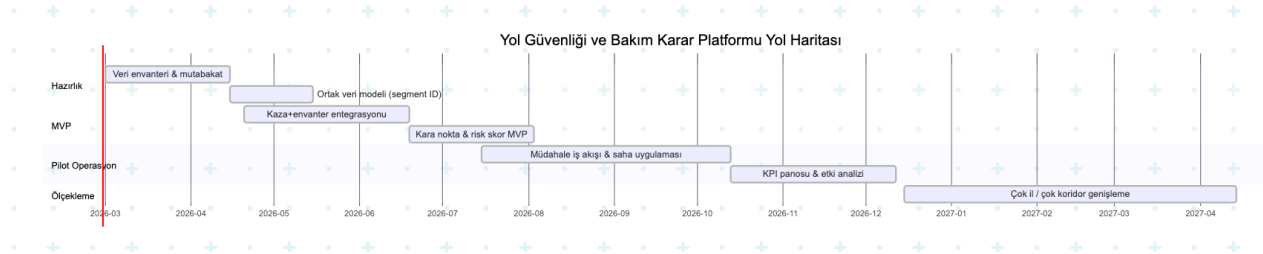
Pilot uygulama planı

Pilot için en uygulanabilir saha, mevcut test/standardizasyon girişimleriyle uyumlu olduğu için **Hasdal–İstanbul Havalimanı K-AUS test koridoru** çevresi veya ona benzer bir “yüksek hacimli koridor + kara nokta kümeleri” olarak önerilir. Bu koridorda veri alışverişi ve haberleşme altyapısının planlandığı belirtilir. [43]

Pilot fazları (öneri):

- Faz 0 (1–2 ay): Veri envanteri ve protokol; segment ID standardı; kurumlar arası veri paylaşım mutabakatı (**belirsiz: protokol onay süresi**). [53]
- Faz 1 (3 ay): Kaza + yol envanteri ile kara nokta ve risk skor MVP; “öncesi” baz çizgisi. [54]
- Faz 2 (3–6 ay): Müdahale seçimi ve uygulama (işaretleme/hız yönetimi/kavşak düzeni).
- Faz 3 (6–12 ay): “Sonrası” etki ölçümü; KPI raporu; ölçekleme kararı. [18]

Geliştirme yol haritası



Başarı metrikleri (KPI)

KPI'lar hem “sonuç” hem “süreç” göstergeleri olmalıdır; resmi raporlar trafik güvenliğinin somut veri setleriyle ölçülmesi ve KPI temelli izleme ihtiyacını vurgular. [5]

Önerilen KPI seti:

- Sonuç KPI'ları:

- Pilot segmentlerde ölümlü/yaralanmalı kaza sayısı (ve şiddet indeksleri) değişimi. [55]
- Kara nokta müdahalesi yapılan segmentlerde “öncesi/sonrası” karşılaştırmalı risk düşüşü (Empirik Bayes temelli). [31]
- Süreç KPI’ları:
- Kaza kaydı veri kalitesi skoru (eksik alan oranı, koordinat doğruluğu, gecikme). [16]
- Olay tespit–müdahale süresi (varsa gerçek zamanlı bileşenle).
- Bakım iş emri kapanma süresi ve servis seviyesi metriği (IRI hedefi vb.). [13]
- Model KPI’ları:
- Risk tahmin doğruluğu (AUC/F1), zaman dilimi bazında drift ölçümü; trafik tahmini için R^2 /MAE. [56]

Ölçeklenme ve sürdürülebilirlik stratejileri

- **Yatay ölçek:** Segment ID ve ortak veri modeli standardize edilirse, iller arası ölçekleme “veri onboarding” süresiyle sınırlanır. [5]
- **Sürdürülebilir finansman:** Karayolu güvenliği kayıplarının GSYH’nin %2,2’sine tekabül edebildiği değerlendirilir; bu nedenle, düşük yüzdeli iyileşmeler bile büyük ekonomik fayda potansiyeli taşır (fayda/maliyet gerekçesi). [57]
- **Kurum kapasitesi:** AUS raporları; standartlar, mimari ve platform çalışmalarını; ayrıca ulusal AUS platformu hazırlıklarını hedefleyen bir çerçeve tarif eder. [58] Platform bu kapasiteyi “ortak veri + karar destek” ile somutlaştırır.
- **Operasyonel sahiplik:** Veri sahibi kurumların (kaza, bakım, trafik yönetimi) rol tanımı netleşmezse ürün “raporlama aracı”na dönüşür. Bu nedenle yönetim (veri sorumlusu/veri işleyen, erişim yetkisi) KVKK ilkeleriyle uyumlu şekilde tasarlanmalıdır. [35]

Maliyet–fayda tablosu

Aşağıdaki tablo, **kabaca** bir pilot bütçesi ve beklenen fayda türlerini gösterir. Rakamlar; veri entegrasyonu kapsamı, mevcut altyapı ve tedarik modeline göre değişir (**belirsiz**). Kaza maliyetinin makro düzeyde büyük olduğu değerlendirilmesi ise resmi raporda yer alır. [59]

Kalem	Pilot maliyeti (kabaca)	Fayda tipi	Ölçüm yolu
Veri entegrasyonu + lakehouse + GIS	6–15 M TL (belirsiz)	Kurumlar arası “tek doğru kaynak”	Veri kalite KPI’ları, rapor süreleri [16]
ML altyapısı + model geliştirme	5–12 M TL (belirsiz)	Risk/sıralama doğruluğu, hedefli müdahale	AUC/F1, öncesi/sonrası risk düşüşü [33]
Uygulama katmanı (dashboard + saha)	4–10 M TL (belirsiz)	Müdahale döngüsü hızlanması	İş emri kapanma süresi, kullanım metrikleri [29]

Kalem	Pilot maliyeti (kabaca)	Fayda tipi	Ölçüm yolu
Değerlendirme (etki analizi)	1–3 M TL (belirsiz)	Ölçülebilir güvenlik kazanımı	Kaza/yaralanma trendleri; sosyo-ekonomik etki [60]

Regülasyon uyumu

- **2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu:** Kanunun amacı trafik düzeni ve güvenliğini sağlamak; kapsamı karayollarında uygulanmaktadır. [61] Ayrıca yol yapım/bakım sorumlularının yol yapısını trafik güvenliğini sağlayacak durumda bulundurması yükümlülük olarak yer alır. [10]
- **AUS politika çerçevesi:** 2020/9 genelgesi, AUS’un veri temelli izleme/analiz/kontrol yaklaşımını ve koordinasyon ihtiyacını çerçeveler. [62]
- **KVKK 6698:** Amaç–kapsam, genel ilkeler, işleme şartları ve özel nitelikli kişisel verilerde ek tedbirler düzenlenmiştir; projede veri minimizasyonu ve güvenlik tedbirleri tasarımın parçası olmalıdır. [35]
- **Kamu tedariki:** Kamu ihale mevzuatı, 4734/4735 temelinde yürür; BT teslimatlarının kabul kriterleri ve veri güvenliği yükümlülükleri sözleşmede açıklanmalıdır. [52]

Kaynak Önceliği ve Belirsizler

Bu raporda öncelik sırası şöyle kurgulanmıştır: (i) resmi istatistik/kurum yayınları ve kanun metinleri, (ii) Strateji ve plan raporları, (iii) hakemli akademik literatür, (iv) güncel haberler (resmi veriye dayalı derlemeler). Örneğin **kaza istatistikleri** için KGM özet yayını (TÜİK kaynaklı) kullanılmıştır. [3] **Aylık güncellik** için EGM Trafik Başkanlığı bülteni referans alınmıştır. [22] **Veri entegrasyonu gereksinimi** için SBB çalışma grubu raporu temel alınmıştır. [16]

Belirsiz olarak işaretlenen kritik noktalar (projenin kapsamını doğrudan etkiler):

- **Pilot bölge seçimi:** Hasdal–İstanbul Havalimanı test koridoru güçlü adaydır; ancak pilotun nihai seçimi, kurumlar arası veri erişimi ve sahada uygulanabilir müdahale bütçesine bağlıdır (belirsiz). [43]
- **Sağlık verisi entegrasyonu:** Polis–hastane verisi çakıştırması önerilse de pilotta hangi düzeyde erişileceği belirsiz; KVKK kapsamında işlem şartları ve özel nitelikli veri tedbirleri gerektirebilir. [45]
- **Kurum içi operasyon verileri:** Trafik hacmi sensörleri, bakım envanteri ayrıntısı ve saha iş emri sistemlerine erişim düzeyi belirsiz; ürün mimarisi “asgarî veri ile başlayıp” veri olgunluğuyla genişleyecek şekilde tasarlanmalıdır. [29]
- **Bütçe ve tedarik modeli:** 2023 bütçe büyüklüğü yüksek olsa da (Sayıştay raporu), BT ve veri altyapısı için ayrılacak pay, ihale takvimi ve lisans tercihleri belirsiz. [63]

[1]

<https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Yayinlar/YayinPdf/KarayoluUlasimIstatistikleri2024.pdf>

<https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Yayinlar/YayinPdf/KarayoluUlasimIstatistikleri2024.pdf>

[2] [3] [9] [12] [27] [46] [55]

<https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/Trafik-kaza-ozetbilgi.pdf>

<https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/Trafik-kaza-ozetbilgi.pdf>

[4] [5] [6] [14] [16] [18] [30] [32] [45] [47] [53] [57] [59] [60] https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/08/Karayolu-Trafik-Guvenligi-Calisma-Grubu-Raporu_01082025.pdf

https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/08/Karayolu-Trafik-Guvenligi-Calisma-Grubu-Raporu_01082025.pdf

[7] [15] [62] <https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/genelgeler/resmi-gazete-genelge.pdf>

<https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/genelgeler/resmi-gazete-genelge.pdf>

[8] [28] <https://www.uab.gov.tr/haberler/2024-otoyollarda-geci>

<https://www.uab.gov.tr/haberler/2024-otoyollarda-geci>

[10] [61]

https://www5.tbmm.gov.tr/tutanaklar/KANUNLAR_KARARLAR/kanuntbmmc066/kanunmgkc066/kanunmgkc06602918.pdf

https://www5.tbmm.gov.tr/tutanaklar/KANUNLAR_KARARLAR/kanuntbmmc066/kanunmgkc066/kanunmgkc06602918.pdf

[11] [21] [29] [39] [sbb.gov.tr](https://www.sbb.gov.tr)

https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/08/Karayolu-Ulastirmasi-Ozel-Ihtisas-Komisyonu-Raporu_01082025.pdf

[13] [25] [36] [37] [38] dergipark.org.tr

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/727541>

[17] [24] [26] <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/206-kaza-kara-noktasinda-2028-sonuna-kadar-iyilestirme-yapilacak/3212255>

<https://www.aa.com.tr/tr/gundem/206-kaza-kara-noktasinda-2028-sonuna-kadar-iyilestirme-yapilacak/3212255>

[19] [63] <https://www.sayistay.gov.tr/reports/download/xkQd8r6QLA-karayollari-genel-mudurlugu>

<https://www.sayistay.gov.tr/reports/download/xkQd8r6QLA-karayollari-genel-mudurlugu>

[20] [43] [44] [58] <https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/akilli-ulasim-sistemleri-aus/k-aus-turkiye-mevcut-durum-analizi.pdf>

<https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/akilli-ulasim-sistemleri-aus/k-aus-turkiye-mevcut-durum-analizi.pdf>

[22] [23] <https://www.trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/04-Istatistik/Aylik/202601/Ocak-2026%281%29.pdf>

<https://www.trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/04-Istatistik/Aylik/202601/Ocak-2026%281%29.pdf>

[31] [33] [48] [54] dergipark.org.tr

<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/84975>

[34] <https://www.trafik.gov.tr/istatistikler37>

<https://www.trafik.gov.tr/istatistikler37>

[35] [40] [50] [51] mgm.adalet.gov.tr

<https://mgm.adalet.gov.tr/Resimler/SayfaDokuman/211020191355056698%20KVKK.pdf>

[41] <https://hgm.uab.gov.tr/akilli-ulasim-sistemleri-aus>

<https://hgm.uab.gov.tr/akilli-ulasim-sistemleri-aus>

[42] [56] dergipark.org.tr

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2521442>

[49] dergipark.org.tr

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2600712>

[52] Kamu İhale Mevzuatı - Kamu İhale Kurumu

<https://www.ihale.gov.tr/Mevzuat.aspx>