

Araştırma Makalesi

Sağlık Tesislerinde Ambulans Trafiği Yönetimi ve Trafik Güvenliği için Sürdürülebilir Çözümler

¹Meltem SAPLIOĞLU, ²Ayşe ÜNAL

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye, meltemsaplioglu@sdu.edu.tr, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6590-8672>

²Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Siirt, Türkiye, ayseunal@siirt.edu.tr, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3262-135X>

Geliş: 27.02.2025;

Kabul: 29.04.2025

Öz

Travma ve acil vakalar, dünya genelinde önemli bir halk sağlığı sorunu olup, ambulansların hastaneye güvenli ve hızlı erişimi acil sağlık hizmetlerinde hayati bir faktördür. Ancak, birçok sağlık tesisinde ambulans giriş yolları ve mevcut trafik düzenlemeleri, hızlı ve güvenli erişimi zorlaştırmakta ve hastane içi trafik güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada, Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ) Araştırma ve Uygulama Hastanesi ile Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi (SEA) örneklerinde ambulans giriş yollarının güvenliği ve manevra kapasitesi değerlendirilmiştir. TS EN 1789+A1 (2024) standartları dikkate alınarak, AutoTURN yazılımı ile farklı hız ve manevra senaryoları test edilmiştir. Analizler, mevcut yollarda geometrik yetersizlikler, araç-arac, araç-yaya çakışmaları ve dar manevra alanları gibi önemli sorunları ortaya koymuştur. Önerilen tasarımlar kapsamında, SDÜ Hastanesi için Senaryo 3 ve SEA Hastanesi için Senaryo 6, 25 m dönüş çapına ve ambulanslara özel girişlere sahip düzenlemeleri ile 40 km/s'ye kadar güvenli manevra imkanı sağlamaktadır. Çalışma, hasta taşıma süresini azaltan ve trafik güvenliğini artıran uygulanabilir ve sürdürülebilir tasarım çözümleri sunmakta ve gelecekte akıllı trafik yönetimi ile yapay zeka destekli analizlerle geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Ambulans Yol Güvenliği, Manevra Analizi, AutoTurn Simülasyonu, Hastane Acil Girişi, Sürdürülebilir Yol Tasarımı

*Sorumlu Yazar

Bu makaleye atıf yapmak için

Saphioğlu, R., & Ünal, A. (2025). Su Kalitesi Parametreleri için Mann-Kendall ve Yenilikçi Trend Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Journal of Innovations in Civil Engineering and Technology (JICIVILTECH)*, 7(1), 71-91. <https://doi.org/10.60093/jiciviltech.1646872>

Sustainable Solutions for Ambulance Traffic Management and Traffic Safety in Healthcare Facilities

Abstract

Trauma and emergency cases are recognized as significant public health issues worldwide, where the safe and rapid access of ambulances to hospitals plays a vital role in the effectiveness of emergency medical services. However, inadequate ambulance entrance roads and inefficient traffic regulations in many healthcare facilities hinder prompt and safe access, compromising patient transport times and internal traffic safety. This study evaluates the safety and maneuverability of ambulance entrance roads at Süleyman Demirel University (SDU) Research and Application Hospital and Siirt Training and Research Hospital (SEA). The assessment was conducted based on TS EN 1789+A1 (2024) standards and scenario-based simulations using AutoTURN software. The analyses revealed geometric deficiencies, vehicle-pedestrian conflicts, and limited maneuvering space in the current layouts. As a solution, Scenario 3 for SDU and Scenario 6 for SEA, which feature 25-meter turning radii and dedicated ambulance-only access roads, were proposed. These designs allow ambulances to perform safe maneuvers at speeds up to 40 km/h without vehicle conflicts or geometrical restrictions. The study provides sustainable and practical design solutions that reduce patient transport times and improve traffic safety. Further studies are recommended to integrate smart traffic management and AI-based simulations to enhance the proposed models.

Keywords: Ambulance Route Safety, Maneuver Analysis, AutoTURN Simulation, Hospital Emergency Entrance, Sustainable Road Design

1. Giriş

Dünya genelinde travma kaynaklı ölümlerin önemli bir sağlık sorunu olduğu bilinmektedir (Wiwekananda vd., 2020). Ambulans gecikmeleri ve ambulans kazaları, travma geçiren hastaların hastaneye ulaşmasını zorlaştırarak ölüm riskini artırmaktadır (Pan vd., 2024). Gecikmeler sonucunda hastanın yaralanma durumu daha da kötüleşebilmektedir. Bu bağlamda, hastane giriş yollarının tasarımı, trafik mühendisliği ve sağlık tesisleri planlamasının kesişim noktasında yer almaktadır. Uygun bir giriş tasarımı, yalnızca zamandan tasarruf sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kazaları ve operasyonel aksaklıkları (Yoon ve Albert, 2020) da minimize eder.

Tayland'da yapılan bir araştırmada, acil tedaviye ihtiyaç duyan hastaların %20'den fazlasının, trafik sıkışıklıkları ve iş birliği yapmayan sürücüler nedeniyle hastaneye ulaşmadan hayatını kaybettiği rapor edilmiştir (The Nation, 2017). Bu durum, dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de benzer şekilde gözlemlenmektedir. Daha ayrıntılı incelendiğinde, acil sağlık hizmetlerinde ambulansların hızlı ve güvenli erişiminin hayati öneme sahip olduğu (Watanabe vd., 2019); ambulansların hastaneye giriş yolları ve bu yolların manevra güvenliğinin (Hossain vd., 2025), hasta sağlığı, personel güvenliği ve trafik akışı açısından kritik bir rol oynadığı belirlenmiştir (Lam vd., 2015). Yapılan kaynak incelemeleri, ambulans gecikmelerinin başlıca nedenlerinin trafik yoğunluğu ve yetersiz yol

geometrisi olduğunu göstermektedir (Noorani vd., 2014; Dimitriou vd., 2018). Ambulansların hızlı, güvenli ve engelsiz bir şekilde hastane acil servislerine ulaşması, acil müdahale sürecinin başarısını doğrudan etkilemektedir. Ancak, özellikle hasta nüfusunun artışıyla birlikte ambulansların karşılaştığı yol güvenliği problemleri de büyümektedir. Hasta transfer sürecinde yaşanan gecikmeler, hastane lojistiğinde ciddi aksamalara neden olabilmektedir.

Uygulamaya geçmeden önce, mevcut hastane giriş yollarının arazi üzerinde ve projelendirme aşamasında detaylı incelenmesi ve problemlerin tespiti için gerekli verilerin toplanması gerekmektedir. Ambulans giriş yolu güvenliği ile ilgili yapılan çalışmalarda, özellikle yol geometrisi ve manevra alanı uygunluğunun değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Ulaştırma mühendisliğinde yol planlaması ve güvenlik standartları, genellikle geleneksel ölçütler üzerinden şekillendirilmektedir. Örneğin, çalışmamızın konusu olan hastanelerin ambulans giriş yolları ve manevra alanları için mevcut standartlar bulunmaktadır (TSE 1789+A1, 2024). Ancak, ambulansın dinamik yeteneklerini detaylı şekilde dikkate alan, performansa dayalı, bölgesel farklılıkları gözeten ve araç hız değişimlerine duyarlı yeni geometrik yol standartları henüz geliştirilmemiştir. Bu eksikliklerin en büyük dezavantajı, ambulans gibi acil durum araçları için ayrılan yolların gereğinden fazla geniş tutulması veya tam tersine, dar alanların kullanılarak tehlikeli durumların oluşturulmasıdır.

Ambulans yolları için şerit genişliğinin 3,5-4,5 metre arasında olması önerilmektedir (Wolhuter, 2015). Türkiye’de, TSE EN 1789’da belirlenen ambulans boyutları esas alınarak yol genişlikleri belirlenmektedir. Genellikle ambulanslar 2,5 metre genişliğe ve 7-8 metre uzunluğa sahiptir. Bu nedenle, çift yönlü trafik akımı olan kesimlerde yol genişliğinin en az 7-8 metre olması gerekmektedir. Ancak, ambulans yollarının kenarında araç park edilmesi durumunda şerit genişliği yetersiz kalmakta ve trafik verimi düşmektedir. Ek olarak, hastanelere veya acil durum tesislerine giden yollar ambulanslar için özel şeritler içermeli ve diğer trafik akımıyla kesişmemeli ve yol kenarı park yapılmamalıdır (Lam vd., 2015).

Yol eğimi ve dönüş yarıçapları, ambulans giriş yolları için kritik parametrelerdir. Ambulans giriş yollarında eğimin %10’u geçmemesi gerekmektedir, çünkü daha dik eğimler, özellikle ıslak veya buzlu havalarda araç kontrolünü zorlaştırabilmektedir (TSE 1789+A1, 2024).

Kavşaklarda daha büyük karp yarıçapları, devrilme riski olmadan daha yumuşak ve daha hızlı dönüşler sağladıkları için önemlidir. Ek olarak, uygun görüş mesafesi iyileştirmeleri de gecikmeleri ve potansiyel kazaları azaltmaktadır. Dönel kavşaklar ambulans girişinin yakın olduğu kavşaklarda, acil durum araçlarında öncelik kuralını korurken, trafik akışını yönetmeye yardımcı olur. Modern dönel kavşakların sinyalizasyona kıyasla hızlı olması durumu mevcuttur, ayrıca ambulans güvenliği açısından hızın bir

miktar düştüğü kesim olduğu için tercih edilmektedir (Snyder vd., 2013).

Manevra alanı ve dönüş yarıçapları, ambulans giriş yollarında en önemli parametrelerden biridir. Çalışmalar göstermektedir ki, minimum dönüş yarıçapı ambulansın boyutlarına ve hızına bağlı olarak değişmekte ve tasarım sürecinde kritik bir değişken olarak ele alınmalıdır. Çalışmalar, ambulansların boyutlarına ve yüksek hızlarına uyum sağlamak için iç dönüşler için minimum 6-8 metre ve dış dönüşler için 10-12 metreye kadar genişlik ihtiyacı olduğunu ve tasarımlarda kullanılmasını önermektedir. Bununla birlikte acil girişlerindeki dönüş yarıçapları asgari gereksinimleri karşılayabilmesi için 9-12 metre arasında dönüş yarı çapı kullanılabilir. Bazı ambulans tiplerinde 15 metrelik dönüş yarıçapı kullanılmaktadır. Genel olarak iç ve dış dönüş yarı çapları için bahsedilen standartlar kullanılmakta fakat, hız değişimi dönüş çap değerlerini çok değiştireceği için bu durum ayrıca değerlendirilmelidir. Standartlar bu konuda eksik kalabilmektedir. Bu eksikliğin giderilmesi için iyi bir kaynak olarak bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada yurt dışındaki ambulans giriş yolu uygulamaları karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve iyi mühendislik yaklaşımları analiz edilmiştir. Bununla birlikte yurt içi fazla çalışmaya rastlanamamıştır.

Yapılan kaynak incelemeleri ve saha değerlendirmeleri sonucunda, geometrik standartlara uygun acil giriş tasarımlarından biri olarak Isparta Şehir Hastanesi Acil Ambulans Girişi belirlenmiştir. Bu hastanenin ambulans giriş yolu ve hasta indirme alanının, TS EN 1789+A1 (2024) gibi ulusal ve uluslararası standartlar doğrultusunda tasarlandığı ve güvenli geometrik düzenlemeleri sağladığı tespit edilmiştir (Atasever, 2018; Yılmaz ve Uslu, 2022). Bu nedenle, çalışmada literatür taramasına ek olarak mevcut iyi uygulamalardan biri olan Isparta Şehir Hastanesi örneği de dikkate alınarak, kritik güvenlik parametreleri belirlenmiştir.

Bu çalışma, ambulans giriş yollarının mevcut tasarım yeterliliğini incelemek ve simülasyon tabanlı analizler ile yeni tasarım önerileri sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde bu konuda yapılmış bilimsel çalışmaların eksikliği çalışmanın ilerleyiş motivasyonunu desteklemiştir. Özellikle Türkiye'deki hastane ambulans yollarında simülasyon tabanlı değerlendirme yapılmamış olması, bu çalışmanın bu konudaki eksikliği gidermeye destek olması açısından nemlidir. Ambulans giriş yollarının mühendislik uygunluğu ve trafik güvenliği açısından değerlendirilmesi amacıyla seçilen iki farklı şehirdeki devlet hastanesi örnekleri için, literatür taraması ve ideal ambulans girişleri üzerine yapılan incelemeler doğrultusunda, en kritik tasarım parametreleri belirlenmiştir.

AutoTURN simülasyonları ile farklı hız senaryolarında ambulans manevraları analiz edilerek, dönüş yarıçapı, şerit genişliği, eğim ve araç çakışmaları gibi faktörlerin hasta taşıma sürecine etkisi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, mevcut düzenlemelerin yetersizliklerini ortaya koyarken, standart yaklaşımların ötesine geçen, trafik ve operasyonel verimliliği artıran alternatif tasarımlar önerilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma Alanı Tanımlanması ve Problemin Tespiti

Çalışma alanı olarak iki farklı bölgede yer alan, Siirt ve Isparta şehirlerinde bulunan, Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi (SEA Hastanesi) ve Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi (SDU Tıp) Acil giriş yolları ve manevra alanları seçilmiştir.

2.1.1. Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ambulans Giriş Yolu

Siirt merkez ilçesinde yer alan Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi (SEA), 2014 yılında hizmete girmiş olup 51.306 m² kapalı alana sahiptir (Şekil 1). 300 yatak kapasiteli bu sağlık tesisi, Siirt ve çevre illerden gelen geniş bir hasta grubuna hizmet vermektedir.

Hastaneye araç girişleri iki farklı kapı üzerinden sağlanmaktadır. Ana giriş, genel ziyaretçi otoparkı ve poliklinik hizmetleri için kullanılırken, acil giriş hasta yakınları, yatış yapan hastaların refakatçileri, hastane personeli ve

ambulanslar tarafından kullanılmaktadır.

Acil giriş yolu, trafik akışını düzenlemek açısından çok işlevli bir erişim noktası olmasına rağmen, ambulansların hızlı ve kesintisiz bir şekilde hasta transferini gerçekleştirmesi için tasarım yeterliliği açısından değerlendirilmesi gereken çeşitli mühendislik parametrelerine sahiptir. Çalışmada, SEA Hastanesi ambulans giriş yolu, mevcut trafik düzenlemeleri ve yol geometrisi açısından analiz edilerek, olası iyileştirme senaryoları geliştirilmiştir.



Şekil 1. Siirt Eğitim Araştırma Hastanesi mevcut acil giriş ambulans yolu.

Yoğun yaya ve araç trafiği gözlemlenmiştir ve bu trafik, ambulans hareketi ile birçok noktada çakışmaktadır. Aynı bir ambulans giriş ve çıkış yolunun bulunmaması, hastane içi trafik yönetimini karmaşık hale getirmekte ve ambulansların hasta transfer sürecini olumsuz etkilemektedir. Özellikle, personel otoparkı-B'ye gitmek isteyen araç ve yayalar, ambulans giriş yolu ile

doğrudan kesişmekte ve bu durum, acil servis alanında operasyonel verimliliği düşürmektedir.

Yapılan saha gözlemleri, personel otoparkının yalnızca hastane çalışanları tarafından değil, yetkisi olmayan kişiler tarafından da yoğun olarak kullanıldığını göstermektedir. Bunun sonucu olarak, ambulansların hasta indirme bölgesinde aşırı araç trafiği, düzensiz park alanları ve yoğun yaya hareketliliği tespit edilmiştir. Bu durum, acil servise gelen ambulansların güvenli ve hızlı manevra yapmasını zorlaştırmaktadır.

Kaynak incelemeleri sonucunda, SEA Hastanesi ambulans giriş yolu şerit genişliğinin, mühendislik standartlarına uygun şekilde 9 metre olduğu belirlenmiştir. Ancak, yol kenarındaki düzensiz araç parkı nedeniyle farklı yönlerden gelen araçların geçişi büyük ölçüde kısıtlanmaktadır. Acil giriş kapısının önündeki yol bölünmemiş bir yol olup (Şekil 1-b), karşı cephesinde süregelen inşaat faaliyetleri nedeniyle araç giriş-çıkışlarının yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Bu alana giriş yapan beton mikserleri, kamyonlar ve ağır vasıta araçlar, ambulans hareketliliği açısından beklenmedik bir güvenlik riski oluşturmaktadır.

İnşaat tamamlandıktan sonra bile, bölgede araç giriş çıkışlarının yüksek yoğunlukta devam etmesi beklendiğinden, ambulans giriş güvenliği için ilave düzenlemelerin yapılması gereklidir. Acil servisin giriş

kapısı, personel otoparkına giden araçlar, acile gelen hasta yakınları ve yataklı hasta refakatçileri tarafından da kullanıldığından, ambulanslar sürekli olarak diğer araç ve yayalarla karşılaşmaktadır.

Şekil 1-a'da da görüldüğü üzere, acil giriş kapısında farklı yönlerden gelen 4 ila 5 araç aynı anda karşılaşabilmektedir. Hasta indirme alanı, düzensiz araç parkları nedeniyle sürekli olarak işgal edilmekte ve bu da ambulans operasyonlarını olumsuz etkilemektedir. Manevra alanlarını korumak amacıyla saksılar kullanılarak geçici bir fiziksel bariyer oluşturulmuş olsa da, bu önlem ambulansların dönüş ve giriş hareketlerini daha da zorlaştırmaktadır.

Literatür incelemeleri, ambulans giriş yollarında maksimum eğimin %10'u geçmemesi gerektiğini göstermektedir. Yapılan ölçümler doğrultusunda, Siirt SEA Hastanesi acil ambulans giriş yolu ve devamında ambulans hareketlerini kısıtlayıcı bir eğim tespit edilmemiştir (Şekil 1). Ancak, ambulans manevra alanlarının genişliği, yolun ayrılmamış oluşu, düzensiz araç parkı gibi faktörlerin operasyonel verimlilik açısından iyileştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

2.1.2. Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Ambulans Giriş Yolu

Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ) Araştırma ve Uygulama Hastanesi, Isparta'da SDÜ Doğu Kampüsü

içerisinde konumlanmış olup, 2 Ocak 2001 tarihinde hizmete girmiştir. 400 yatak kapasitesine sahip olan bu sağlık tesisi, Akdeniz Bölgesi'nde önemli bir hasta yoğunluğunu karşılamaktadır.

2019 yılına kadar trafik güvenliği ve ambulans erişimi açısından ciddi bir sorun teşkil etmeyen hastane giriş yolları, zamanla hasta nüfus yoğunluğunun artmasıyla birlikte ambulans hareketliliğini olumsuz etkileyen trafik problemleri ile karşılaşmaya başlamıştır. Bu doğrultuda, hastane yönetimi ambulans giriş ve çıkışlarının kesintisiz sağlanabilmesi amacıyla çeşitli önlemler almıştır. Bu önlemler arasında:

- Acil servis önündeki park alanlarının düzenlenmesi,
- Ambulans güzergâhlarının belirgin işaretlerle yönlendirilmesi,
- Personel ve ziyaretçilere yönelik bilgilendirme çalışmaları yer almaktadır.

Ancak, alınan bu önlemlere rağmen, acil giriş alanında araç çakışmaları ve düzensiz park alanı sorunu devam etmekte, hasta transfer süreçlerinde gecikmelere yol açmaktadır.

Kaynak incelemeleri doğrultusunda, acil durum araçları giriş yolları için belirlenen geometrik tasarım standartlarında, şerit genişliğinin tek yönlü trafik akımı için 3,5-4,5 metre; çift yönlü trafik için ise 7-8 metre olması gerektiği belirlenmiştir. Yapılan saha ölçümleri, SDÜ Hastanesi ambulans giriş yolunun şerit genişliği açısından mevcut standartlara uygun olduğunu göstermektedir. Ancak, Şekil 2-a'da

görüldüğü üzere, yol kenarındaki düzensiz araç parkları nedeniyle ambulans hareketliliğini kısıtlayan ve operasyonel güvenliği tehdit eden standart dışı durumlar gözlemlenmiştir. Ayrıca, acil durum tesislerine ulaşan yolların ambulanslar için özel şeritler içermesi gerektiği literatürde sıkça vurgulanmaktadır. Bu gereklilik, ambulansların hasta taşıma sürecinde gecikmelerin önlenmesi ve kesintisiz erişimin sağlanması açısından kritik bir unsur olarak değerlendirilmiştir.

Boyuna eğimi %10'u geçmemesi gereken ambulans giriş yolları, dik eğimlerle karşılaşıldığında, özellikle ıslak veya buzlu koşullarda araç kontrolünü engelleyebilir. Kademeli eğimler güvenliği artırır ve aracın frenlerindeki stresi azaltır. Mevcut ambulans giriş ana yolunda boyuna eğim değeri sınır değerler içindedir. Bununla birlikte giriş kavşağı yarı çapları ve görünürlük incelendiğinde mevcut anayol girişinde ardı ardına gelen ters yatay kurp durumu ambulansların özellikle yağışlı havalarda güvenliğini tehlikeye sokmaktadır.



Şekil 2. SDÜ Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi mevcut acil giriş ambulans yolu.

Tüm bu geometrik problemler ve hasta nüfus artışı durumu daha güvenli bir acil ve yoğun bakım giriş yolu inşasının gerekliliğini ortaya çıkarmış, bunun için üniversite hastanesinin arka tarafında acil ve yoğun bakım ünitesi inşaatına başlanmıştır. En önemlisi, yapılan yeni inşaatın acil girişi de arka taraftan ayrı bir ambulans giriş yolu olarak tasarlanmalıdır, diğer araçlar ve yayalarla etkileşim içinde olmamalıdır (Şekil 3).



Şekil 3. SDÜ TIP Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi yeni (çalışmada kullanılan) acil binası yeri ve ambulans giriş yolu.

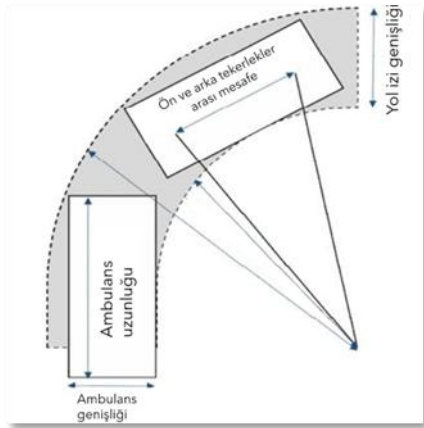
Çalışmanın yöntem kısmında, ambulans giriş-çıkış yollarını iyileştirmek amacıyla yol izleri analizini ve çok gövdeli dinamik simülasyonu birleştiren bir analiz gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

Teknolojinin gelişmesi ve bilgisayar destekli simülasyon yazılımlarının sağladığı kolaylıkla standartların içinde kalan değerleri de kullanarak farklı hızlarda yaklaşım sağlayabilen ambulanslar için en uygun yol genişlikleri, yol eğimleri veya manevra alanlarını tespit etmek mümkün hale gelmiştir. Bu çalışmada ambulans girişlerinde gerekli olabilecek güvenli

manevra alanının ve dönüş yarı çaplarının, şerit genişliklerinin en uygun hangi değerleri alabileceği ortaya konması için yol izleri analizini ve çok gövdeli dinamik simülasyonu birleştiren bir analiz gerçekleştirilmiştir.

2017 yılında, Hwang vd. çok gövdeli dinamik simülasyon yöntemi ile aracın dönüş yaparken ki stabilitesini inceleme imkânı elde etmiştir (Şekil 4). Hız, eğri açısı, genişlik ve eğim, bir aracın koridorda hareket ederken ki yol izini etkileyen faktörlerdir.



Şekil 4. Aracın yol izi (Swept path: Hwang vd., 2017).

Bu yöntem, özellikle dönel kavşak geometrisinin güvenli olarak geliştirilmesinde kullanılmış ve gerçek manevra dönüş ve hareket açılarını, kullandıkları alanları sadece 5 cm sapma ile tespit etmiştir (Džambas vd., 2021; Carrasco ve Pecanac, 2004; Saha, 2021). Bu nedenle hızlı ve ekonomik planlamada kolaylaştırıcı bir araç haline gelmiştir. Çalışmamızda materyal kısmında incelenen iki farklı şehirdeki hastanenin acil giriş yolu ve ambulans hasta indirme alanı manevra sahası,

AutoTURN yol izi simülasyon programı ile değerlendirilmiştir.

AutoTURN, AutoCAD için geliştirilen bir Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) yazılımıdır. Bu yazılım algoritması sayesinde araçların süpürülen yollarını takip edebilir ve farklı hızlardaki yaklaşımlar için geometrik manevra çizimleri oluşturulabilir.

Çalışmada, ambulans giriş yollarının geometrik uygunluğunu değerlendirmek amacıyla simülasyon tabanlı analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler, AutoCAD ortamında hazırlanan hastane yerleşim planları üzerine, AutoTURN yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Senaryoların oluşturulmasında, iki farklı ambulans tipi (7,5 m ve 8,5 m uzunluğunda, 2,5 m genişliğinde) kullanılmıştır. Simülasyonlarda ambulans hızları, saha gözlemleri ve ambulans şoförleriyle yapılan görüşmeler sonucu 10 km/s, 20 km/s, 30 km/s ve 40 km/s olarak belirlenmiştir. Şerit genişliği (3–3,5 m), dönüş çapı (minimum 25 m), yol eğimi (<%10), bordür kenar boşlukları ve manevra alanı boyutları analiz parametreleri olarak kullanılmıştır. Simülasyonlar sayesinde, ambulansların farklı hızlardaki dönüş manevraları, güzergâh üzerindeki çakışmalar ve bordür temasları incelenmiş, en uygun senaryolar belirlenmiştir.

Program için ilk olarak program kütüphanesinden en uygun ambulans boyutları seçilmiştir. Bu ambulans tiplerinin seçimi için acilde çalışan ambulans şoförleri ile görüşmeler gerçekleştirilip alınan bilgiler

doğrultusunda, hasta ambulansı ile obezite problemi yaşayan veya yeni doğan bebeklerin nakli için kullanılan bir ambulans türü (obez ambulans) boyutları seçilmiştir (Şekil 5). Seçilen ambulans tiplerinin ikisi için de giriş yolu ve manevra çalışması gerçekleştirilmiştir. Ambulans şoförlerinden alınan bilgiler ile ambulans yolunda kent içinde, yolun alıyman kısımlarında 70-80 km/st; yatay kurba kesimlerde 30-40 km/st, yavaşlama manevrası yaptığı kesimlerde 20 km/st hız kullandıkları öğrenilmiş ve her kesim için gerekli hız

parametresi simülasyona uygulanmıştır. Bu uygulama kullandığımız simülasyonun gerçeğe uygunluğu açısından en büyük avantajdır. Yüksek hız, direksiyon açısını azaltabilir ve daha geniş dönüşlere neden olabilir. Yazılımın desteği ile güzergahtaki belirli noktalarda farklı hızlar kullanılabilmiştir. Farklı güzergâh yörüngeleri izlenebilmiştir. Böylece bir yol tasarımının ön koşulu (Carrasco, 1995) olan araçların dönüş gereksinimlerini kontrol edebilmek mümkün olmuştur.



Select Current Vehicle
City Vehicle - Emergency - Medix Metro Express 150 (2018)
Unit: - meters

id	Source Publication	Name	Type	Length (m)	Width (m)	Height (m)
1	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76
2	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76
3	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76
4	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76
5	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76
6	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76
7	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76
8	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76
9	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76
10	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	6.06	1.62	3.76



Select Current Vehicle
City Vehicle - Emergency - Medix Metro Express 150 (2018)
Unit: - meters

id	Source Publication	Name	Type	Length (m)	Width (m)	Height (m)
1	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29
2	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29
3	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29
4	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29
5	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29
6	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29
7	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29
8	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29
9	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29
10	Vehicle Manufacturer	Medix Metro Express 150 (2018)	Emergency Vehicle	7.25	0.97	4.29

Şekil 5. Hastanelere gelen ambulans tipleri ve boyutlarının simülasyon programında seçimi.

Çalışmanın simülasyonlarını kategorize etmeye yardımcı olan altı ana senaryo Tablo 1’de verilmiştir. Deneme yapılan ve önerilen senaryolarda sağa dönüş, sola dönüş, ileri gidiş ve geri

manevralarının yol şerit genişliği ve mevcut köşe dönüşlerdeki kaldırım bordür yarıçapı ilişkisi ile manevra alanı genişliği değerleri etkileşimi incelenmiştir. Bu değerlendirmelere bulgular kısmında yer verilmiştir.

Tablo 1. Yıllık ve mevsimlik ortalama verilerin tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Senaryo No	İsmi	T Kav. Hareket Türü	Acil Hareket Türü	G. Hız (Km/st)	Ambulansa özel yol
1	Mevcut Durum SDÜ	SaD, SoD, DG	SaD, GM, SD	20, 25, 30, 35, 40	yok
2	Yeni Giriş1-SDÜ	SoD, SaD, DG	SoD, SaD, GM, DG	20, 25, 30, 35, 40	var
3	Yeni Giriş2-SDÜ (Önerilen)	SoD, SaD, DG	SoD, SaD, DG	20, 25, 30, 35, 40	var
4	Mevcut Durum SEA	SoD, SaD, DG	SoD, SaD, GM, DG	20, 25, 30, 35, 40	yok
5	Yeni Giriş1-SEA	SoD, SaD, DG	SoD, SaD, GM, DG	20, 25, 30, 35, 40	yok
6	Yeni Giriş2-SEA (Önerilen)	SoD, SaD, DG	SoD, SaD, DG	20, 25, 30, 35, 40	var

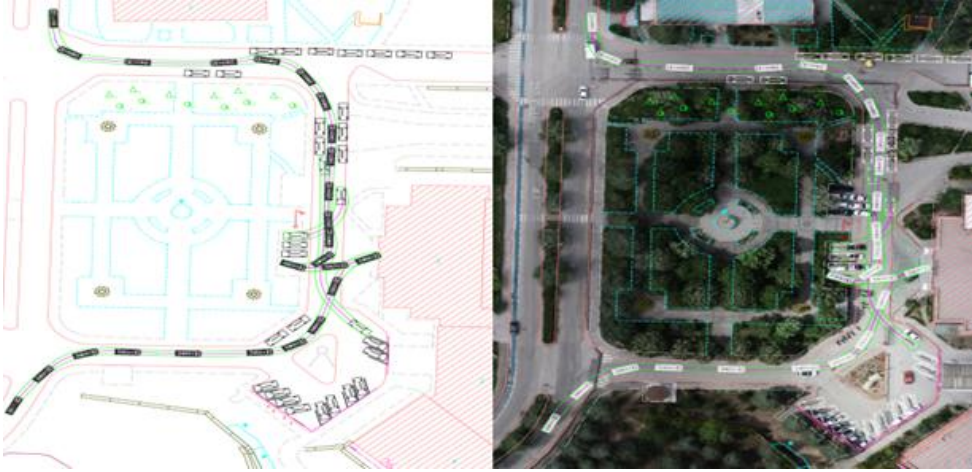
Not: 'SaD'= sağadönüş hareketi; 'SoD'= soladönüş hareketi; 'DG'= düz ilerleyiş; 'GM'= geri manevra

3. Yol İzi Analizi ve Bilgisayar Simülasyonu Bulguları

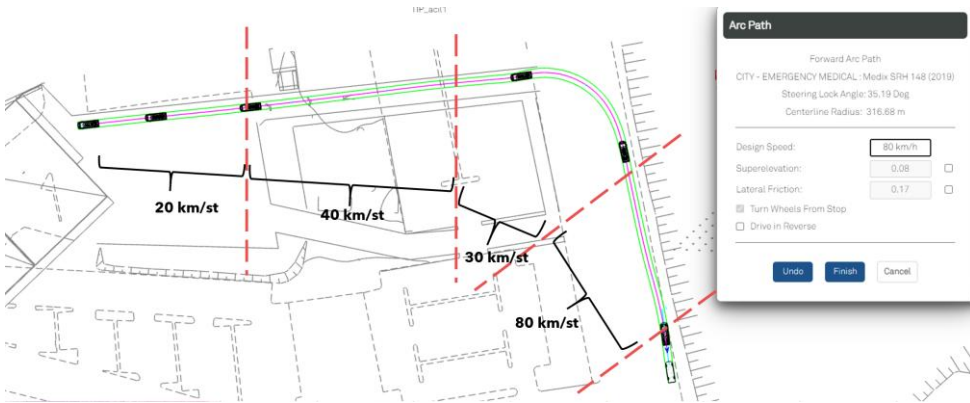
İlk olarak SDÜ Araştırma ve Uygulama hastanesi mevcut durumdaki acil girişi simülasyonu ve girişteki diğer araçlarla çakışma noktaları belirlenmiştir (Şekil 6). Mevcut durumdaki acil girişi baş hekimlik otopark girişi ile birliktedir. Ambulans park yerlerine hasta araçları park edilebilmektedir. Ek olarak, hasta araçları ve motosikletler acil girişi yol kenarlarına park edebilmektedirler ve sıklıkla tehlikeli durumlarla karşılaşılabilir. Simülasyon 1'de ambulans için kullanılan hız değerleri, diğer araçlarla çakışmalar ve girişte yol geometrisinde karşılaşılan ters yatay kurp nedeniyle 10 ve 20 km/st gibi düşük değerler tutulmuş artırıldığında ambulans ile diğer araçların hem çakıştığı hem de manevra sırasında park halindeki araçlara çarpma şeklinde olumsuz durumların olduğu görülmüştür. Sonuç olarak Üniversite

Yönetiminin ve Isparta Belediyesinin desteği ile Hastanenin arka cephesinde bir Acil ve Yoğun bakım binası inşa edilmeye başlanmış, bunun için de Senaryo 2 ve Senaryo 3 denemeleri gerçekleştirilmiştir.

SDÜ Araştırma ve Uygulama hastanesi yeni acil girişi için gerçekleştirilen simülasyon çalışmasında en uygun tasarım hızları ambulans şoförleri ile görüşme sonrası Şekil 7'deki gibi belirlenmiştir. Hızlar görüşülürken ambulans şoförlerinden de yaşadıkları en büyük problemlerden birinin giriş yolunda diğer araçların olması olduğu ve ambulans araç çakışmalarının olduğu belirlenmiştir. Bu durum literatürden öğrenileni de desteklemektedir. Simülasyonda önerilen senaryolar kısmının tümünde, sadece ambulans yolu olarak ayrılmış güzergahlar ve manevra alanları tasarlanmıştır..



Şekil 6. SDÜ Araştırma ve Uygulama hastanesi mevcut durumdaki acil girişi simülasyonu, Senaryo 1.



Şekil 7. SDÜ Araştırma Hastanesi yeni acil yolu ambulans giriş yolu ambulansın kullanabileceği genel hız değişimleri.

Uygulamadan seçilen Şekil 7'daki giriş hızına ek olarak 10 km/st, 20 km/st, 25 km/st, 30 km/st, 35 km/st ve 40 km/st acile yaklaşma hızları da kullanılmıştır.

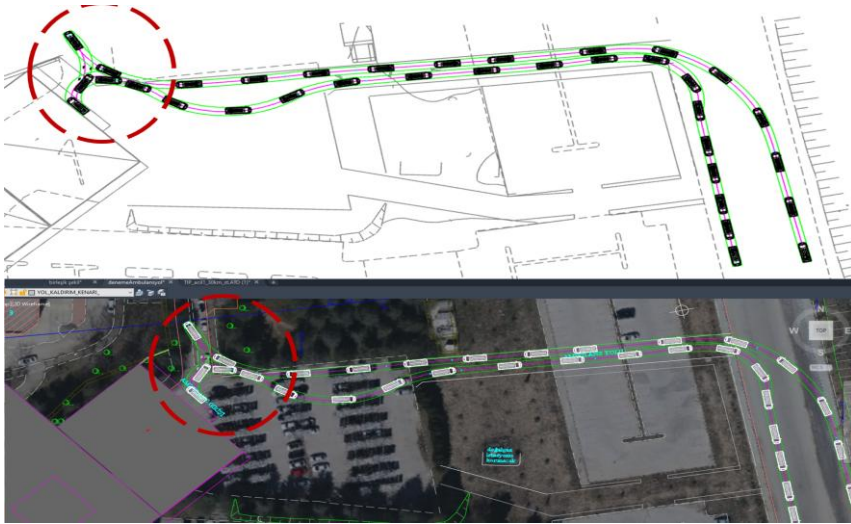
Özellikle dar dönüşlerin ve yüksek manevra gerektiren yolların, araçların güvenli geçişini sağlamak için özel tasarımlar gerektirdiği bilinmektedir. Burada tasarlanan girişte ambulansın hasta indirme bindirme yönü de dikkate alınmıştır. Hızdaki en kritik değer ile

oluşturulabilecek iki ambulans giriş yolu senaryosu (Senaryo 2 ve Senaryo 3) Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.

Senaryo 2'de (Şekil 8) elde edilen güzergâh çizimi ve ambulans manevralarına ulaşmak için 10 adet deneme çizim gerçekleştirilmiştir. Bunların her biri iki tür ambulans ve bunların farklı hızdaki versiyonları içindir. Buna rağmen, muhtemel en uygun çizimde görüldüğü gibi, binanın

acil girişinin arazideki konumu nedeniyle hasta indirme-bindirme girişine yapılan yaklaşma manevrası için çok dar bir alan mevcuttur. Bu durum ikinci bir ambulansın girişine müsaade etmeyip ambulans-ambulans çakışmalarını da arttırmaktadır. Ayrıca ambulansın çok dar bir alan içinde geri manevra yapmasına sebep olmaktadır. Hız arttıkça bu manevra olanaksız hale gelmekte, bordür taşları ve kaldırım üzerinden geçişe neden olabilmektedir. Giriş süresini de arttırmaktadır. Geri manevra alanında kaldırım ve bordür taşlarına ambulansın çarptığı görülmektedir. Senaryo 3 için elde edilen manevra çizimi için de 10 adet deneme çizimi gerçekleştirilmiştir.

Bunların her biri iki tür ambulans ve bunların farklı hızdaki versiyonları içindir. En uygun çizim Şekil 9'da verilmiştir. Bu çizimde de görüldüğü gibi Ambulans girişi, manevrası ve çıkışı Senaryo 2'den daha rahat gerçekleştirilmiş, geri manevra yapmaya gerek kalmamıştır. Ayrıca Ambulans giriş yolu standartlarında olması gerektiği gibi giriş ve çıkış yolu bölünmüş yol şeklinde dizayn edilebilecek alan mevcuttur. Sadece bir noktada çakışma gerçekleşmesi muhtemeldir, o da orta ada düzenlemeleri ile daha güvenli hale getirilebilecektir.



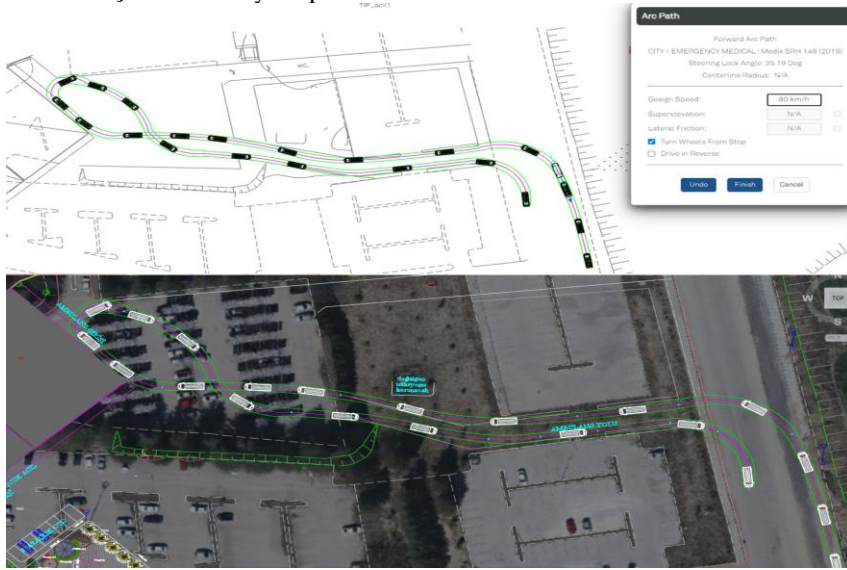
Şekil 8. SDÜ Araştırma Hastanesi yeni acil girişi (senaryo 2).

Şekil 9'da otopark alanı olarak görülen kısımda Ambulans giriş düzenlemesi için gerekli adımlar atılmaya başlanmıştır. Bu alan sadece Ambulans parkına ayrılacak ve başka bir aracın girmemesi sağlanacaktır. Bu konuda Süleyman Demirel Üniversitesi gerekli çalışmalara başlamıştır. Bu da ambulans

yolu güvenli geometrik dizaynı ve işletmesini desteklemektedir. Ayrıca boyuna eğim, şerit genişliği gibi parametreler de arazi için uygundur. Ambulansın ana yoldan girişlerinde ters kurp mevcut değildir. Kavşakta görüş kısıtlayıcı bir unsur yoktur.

İkinci çalışma alanı olarak Siirt Eğitim ve Araştırma (SEA) hastanesinde görev yapmakta olan ambulans şoförleri ile gerçekleştirilen görüşmede, şehir merkezi ve kavşaklarda büyük problem

yaşamadıklarını, şehirdeki sürücülerin kendilerine saygılı davrandıklarını ifade etmişlerdir.



Şekil 9. SDÜ Araştırma Hastanesi düzenlenecek acil girişi (Senaryo 3).

Fakat, yaşadıkları problemin en büyüğünün acil giriş kapısındaki çakışmalar olduğunu belirtmişlerdir.

SEA hastanesi mevcut durumdaki acil girişi simülasyonu gerçekleştirilmiştir (Şekil 10- Simülasyon 4). Hastanesinin acil giriş kapsının sağında ve solunda misafir ve personel otoparkları bulunmaktadır. Ek olarak hasta acil kapısı da bu bölgede olduğu için acile gelen hastalar ve yataklı hasta ve yakınları da bu kapıyı kullanmaktadır. Ambulans yol güzergahı üzerinde, park halinde bulunan araçlar ve yoğun yaya hareketliliği görülmektedir. Ayrıca acil giriş önünde ambulansın manevra yapacağı yerde de araç parkları söz konusu olmaktadır. Hastane yönetimi bu problemi kendi özelinde, ambulansın

manevra yapacağı bölgelere araç park yapılmaması amacıyla büyük çiçek saksıları koymuştur. Bu yöntem araç parklanmasını önlese de ambulansın manevra yapacağı alanı kısıtlamaktadır. Simülasyon 4'te (Şekil 10) ambulans dönüşleri için kullanılan en uygun hız değerleri, 10 ve 20km/st olmuştur.

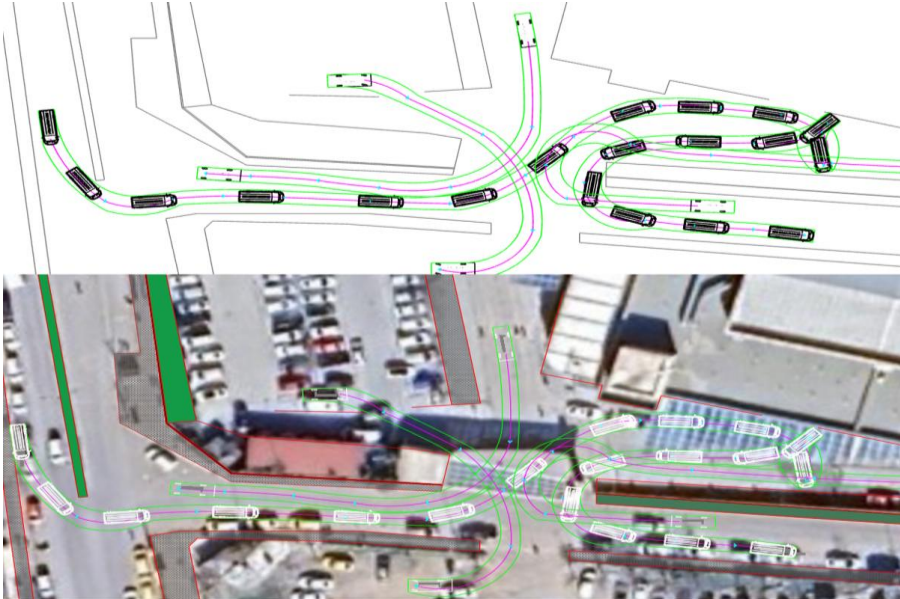
Daha yüksek hızlarda dönüşte bordür veya kaldırım üstü geçişler oluşmaktadır. Ayrıca ambulans mevcut hastane girişine geldiğinde, otoparktan çıkan, otoparka veya acile gitmeye çalışan hasta ve personel araçlarıyla dört farklı çakışma noktası oluşturmaktadır (Şekil 11). Bu nedenle girişteki ambulans hızı 10 ve 20 km/st gibi düşük değerler olmalıdır. Arazi incelemesinde de daha yüksek hızda giriş yapan ambulansların

diğer araçlarla hem çakıştığı hem de manevra sırasında park halindeki araçlara çarpma şeklinde olumsuz durumların gerçekleştiği görülmüştür.

Senaryo 5'te (Şekil 12) hızın 30 ve 40 km/st olması durumunda ambulansın hareketleri simüle edilmiştir.



Şekil 10. SEA Hastanesi mevcut acil girişi (senaryo 4).



Şekil 11. SEA Hastanesi mevcut acil girişi çakışmaları.

Ambulans bu hızlarda ana yoldan tali yola güvenli bir şekilde dönememektedir. Yol kenarında park halinde bulunan araçlara ve kaldırım bordürlerine çarparak dönüş

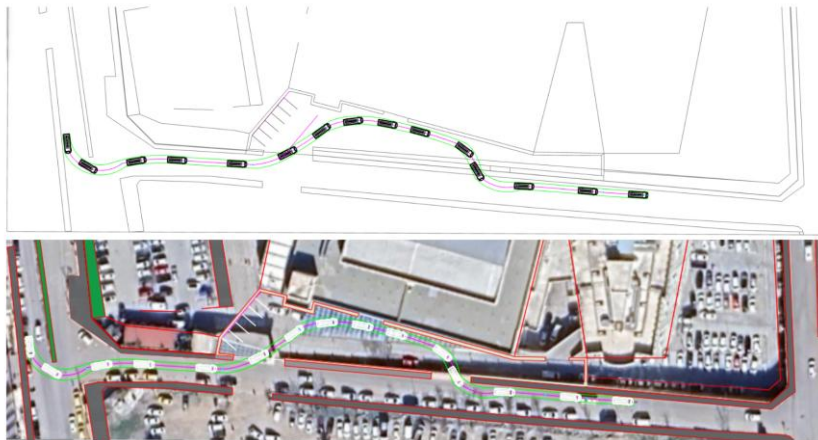
sağlayabilmektedir. Ek olarak, acil girişin önünden de güvenli manevra ile dönüş sağlanmamakta, hastane binasına çarpma durumu söz konusu olmaktadır.



Şekil 12. SEA Hastanesi mevcut acil girişi (senaryo 5).

Sonuç olarak mevcut giriş yolunun sadece ambulansa uygun olarak ayrılmamış olması istenmeyen durumlarla sıklıkla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Mevcut durum ve incelenen literatür dikkate alındığında acil girişinde sadece ambulansın

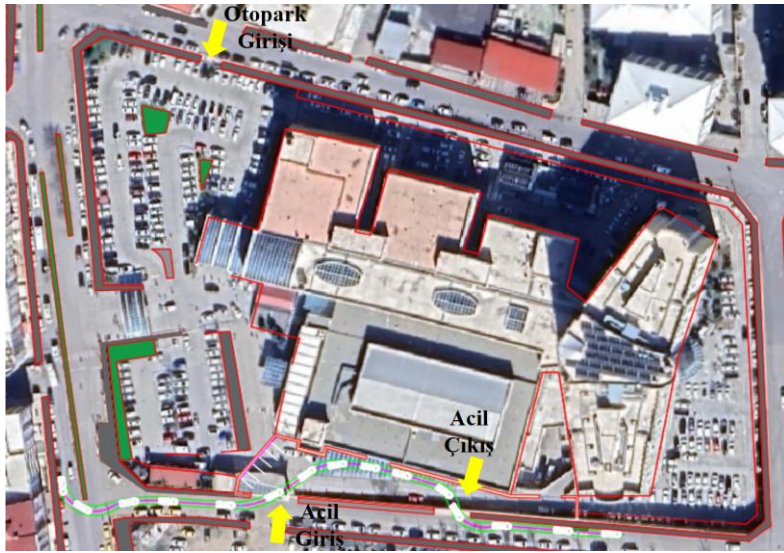
kullanabileceği diğer araçlarla çakışma yaşamayacağı, hastane girişi ve çıkışının farklı kapıdan sağlanabileceği bir ambulans yolu önerisi düşünüldüğü Senaryo 6 denemeleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 13)



Şekil 13. SEA Hastanesi önerilen acil girişi (senaryo 6).

Bu çizimde görüldüğü üzere ambulans yolu diğer araçlardan ayrılmış sadece ambulansın kullanabileceği bir yol düşünülmüştür (Şekil 13). Böylece araç çakışmalarının önüne geçilebilmiş; kısa sürede giriş yapılması ve manevra yapmadan çıkıştan geçilmesi sağlanmıştır. Senaryo 6 ya ek olarak hastane girişlerinin düzenlenmesi önerilebilir. Örneğin Şekil 14'teki gibi

poliklinik ve hastane ana giriş kapısına ek bir kapı açılması ambulans giriş çıkışının ayrılması, diğer otoparklara girişlerin hastanenin diğer yanından yapılması önerilmiştir. Bu sayede acil giriş yolunun bulunduğu yan yol trafiği hafifleyecek ambulans güvenli bir şekilde diğer araçlarla fazla çakışma yaşamadan acile ulaşabilecektir.



Şekil 14. SEA Hastanesi giriş ve çıkış kapıları düzenlemeleri örneği.

Tablo 2. Senaryoların sonucunda elde edilen bulgular.

Senaryo No	İsmi	Ort. Manevra Dönüş Kuru Çapı (m)	Ort. Şerit Genişliği (m)	Ort. Kavşak Kol Açısı (derece)	Bordüre Çarpma	Maks Hız	Min Hız
1	Mevcut Durum SDÜ	16	5	95	Yok	20	10
2	Yeni Giriş1-SDÜ	20	3+3	95	Var	20	10
3	Yeni Giriş2-SDÜ (Önerilen)	25	3+3	95	Yok	40	10
4	Mevcut Durum SEA	13	7,5	85	Var	20	10
5	Yeni Giriş1-SEA	12	5	85	Var	20	10
6	Yeni Giriş2-SEA (Önerilen)	25	5	88	Yok	40	10

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, ambulans giriş yollarının trafik akışı ve manevra kabiliyeti açısından tasarım kriterlerine uygunluğunu belirlemek amacıyla simülasyon tabanlı bir analiz sunmaktadır. Elde edilen bulgular, hastane içi trafik yoğunluğuna maruz kalmadan bağımsız hareket edebilen ambulans giriş yollarının planlanmasının kritik bir gereklilik olduğunu ortaya koymuştur.

Arazi incelemeleri, alınan ölçümler ve simülasyonlar sonucunda, ambulans giriş yollarında trafik akışını zorlaştıran çeşitli unsurların olduğu tespit edilmiştir. Özellikle SEA Hastanesi'nin mevcut düzeninde ambulans giriş ve çıkışlarının tek bir noktadan sağlanması, yaya hareketliliğinin yoğunluğu ve yol kenarına park eden araçların manevra alanını daraltması, güvenli dönüşü zorlaştırarak operasyonel verimliliği azaltmaktadır. Zamana karşı yarışılan acil vakalarda, diğer araçların veya birden fazla ambulansın eş zamanlı giriş-çıkış yapması gereken durumlarda çakışmalar kaçınılmaz hale gelmekte ve bu da acil müdahale sürecinde ciddi zaman kayıplarına yol açmaktadır.

Simülasyon sonuçları, mevcut tasarımın ambulans hareketlerini kısıtladığını ve hız düşürüldüğünde dahi yapısal eksikliklerin bu olumsuzlukları tam anlamıyla ortadan kaldırmadığını göstermiştir. Bu bağlamda, SEA Hastanesi için önerilen yeni ayrılmış ambulans giriş yolu düzenlemesi (Senaryo 6), ambulansların bağımsız bir yol üzerinden giriş-çıkış yapmasını sağlayarak operasyonel güvenliği ve hızı

artırma potansiyeline sahiptir. Benzer şekilde, SDÜ Araştırma ve Uygulama Hastanesi'nin mevcut ambulans giriş yolu da artan hasta yoğunluğu nedeniyle yetersiz hale gelmiştir. Dar giriş yolları, düzensiz park alanları ve ters yatay kurp gibi unsurlar ambulans manevralarını kısıtlamakta ve giriş-çıkış süreçlerinde gecikmelere neden olmaktadır. Önerilen Senaryo 3, geri manevra ihtiyacını ortadan kaldırarak hasta transfer sürecini hızlandırmakta ve güvenliği artırmaktadır.

Simülasyon çalışmaları kapsamında, ambulansların farklı hızlarda güvenli dönüş yapabilmeleri için gerekli olan minimum dönüş çapları ve manevra alanları belirlenmiştir. Özellikle yüksek hızlarda güvenli manevra imkânı sunan tasarımların, ambulans trafiği açısından önemli bir avantaj sağladığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda yapılan değerlendirmeler sonucunda, SDÜ Hastanesi için Senaryo 3 ve SEA Hastanesi için Senaryo 6 en uygun senaryolar olarak belirlenmiştir.

Senaryo 3 ve Senaryo 6'da, ambulansların 40 km/s hızla manevra yaparken dahi yol kenarı bordürlerine çarpmadan ve şerit dışına taşmadan dönüşlerini güvenli bir şekilde tamamladıkları görülmüştür (Tablo 2). Özellikle, önerilen bu senaryolarda ortalama dönüş çapının 25 metreye çıkarılması ve manevra alanlarının genişletilmesi sayesinde, daha akıcı ve güvenli bir ambulans hareketi sağlanmıştır. Buna karşılık, diğer senaryolarda ambulanslar 20 km/s gibi daha düşük hızlarda bile bordürlere

temas etmiş, bu da mevcut tasarımların yetersizliğini ortaya koymuştur.

Tablodan da görüldüğü üzere, mevcut düzenlemelerde (Senaryo 1 ve 4) maksimum güvenli ambulans hızı 20 km/s ile sınırlı iken, önerilen Senaryo 3 ve Senaryo 6'da bu hız 40 km/s'ye çıkarılmış ve bordür çarpması tamamen önlenmiştir. Ayrıca, önerilen senaryolar sayesinde ambulans yollarındaki diğer araçlarla yaşanan olası çakışmalar da ortadan kaldırılmış ve böylece operasyonel güvenlik ve trafik akıcılığı önemli ölçüde artırılmıştır. Bu bulgular, önerilen tasarımların yalnızca geometrik açıdan değil, aynı zamanda trafik güvenliği ve operasyonel etkinlik açısından da güçlü bir çözüm sunduğunu göstermektedir.

Simülasyon çalışmaları sonucunda aşağıdaki temel öneriler geliştirilmiştir:

- SEA Hastanesi için önerilen yeni ambulans giriş düzenlemesi (Senaryo 6), ambulans yollarını diğer araçlardan ayırarak güvenli giriş-çıkışları mümkün kılmaktadır.
- SDÜ Araştırma ve Uygulama Hastanesi için önerilen yeni acil giriş yolu tasarımı (Senaryo 3), ambulansların hızlı ve güvenli bir şekilde hastaneye erişimini sağlayacak şekilde oluşturulmuştur.
- SDÜ Tıp Fakültesi'nin yeni acil girişinin bulunduğu anayolun çift şeritli ve bölünmemiş yapıda olması, orta refüj ile ayrılarak bölünmüş yol haline getirilmesini gerektirmektedir.

Aynı tasarım prensibi, SEA Hastanesi yan yol girişi için de önerilmektedir.

- Ambulans yollarının belirgin hale getirilmesi amacıyla anayol boyunca ve giriş yollarında farklı renk boya uygulamaları yapılması önerilmektedir. Özellikle kavşak dönüşlerinde ambulans şeritlerinin bisiklet yollarında olduğu gibi net bir şekilde işaretlenmesi, trafik akışını düzenleyerek güvenliği artıracaktır.
- SDÜ Hastanesi'nin yeni acil girişinin yer aldığı ana yol üzerinde bulunan dört kollu kavşak düzenlemesinin yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Üniversite girişinin doğrudan bu kavşak içine verilmemesi için alternatif tasarımlar düşünülmelidir.

Gelecekte saha testleri ile simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması açısından giriş yolları oluşturulduktan sonra kısa süreli gözlemsel çalışmalar yapılabilir. Literatürde ambulans giriş yolları için kapsamlı tasarım standartlarının eksik olduğu görülmektedir ve bu boşluğun giderilmesi ancak simülasyon programları ile desteklenmiş saha testleri ile sağlanabilir. Hastanelerde ambulans yollarının planlanması sürecinde, hasta yoğunluğu, araç çakışmaları ve trafik akışına yönelik gerçek saha verilerinin simülasyon öncesi çalışmalara entegre edilmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada yalnızca ambulansların hastaneye giriş yolları analiz edilmiştir.

Ancak, SDÜ Hastanesi önündeki anayol kavşağının düzenlenmesi ve SEA Hastanesi'ndeki anayolun güvenlik açısından detaylı olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, gelecekte yapılacak çalışmalarda yalnızca hastane içi yol düzenlemeleri değil, çevresel yol bağlantıları ve trafik akışı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç olarak, ambulans giriş yollarının etkin bir şekilde planlanması, yalnızca trafik akışını düzenlemekle kalmaz, aynı zamanda hasta güvenliğini artırarak acil müdahalelerin başarısını doğrudan etkiler. Bu çalışmada önerilen düzenlemeler, yalnızca SDÜ Araştırma ve Uygulama Hastanesi ile SEA Hastanesi için değil, benzer trafik ve manevra problemleri yaşayan diğer sağlık tesisleri için de uygulanabilir niteliktedir. Gelecekte, mühendislik temelli tasarım çözümleri ile akıllı ulaşım teknolojilerinin birleştirilmesi, daha güvenli ve sürdürülebilir hastane ulaşım altyapılarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Etik Standartlar Bildirgesi

Bu çalışma kapsamında ambulans şoförleri ile mülakatta kullanılan olası hız değerleri alınmıştır, katılımcılar gönüllü olarak araştırmaya dahil edilmiştir. Mülakat sürecinde, katılımcıların kimlikleri gizli tutulmuş ve elde edilen veriler anonimleştirilerek değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, etik kurul onayı gerektiren bir durum bulunmamaktadır. Yazarlar, bu çalışma ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmektedir.

Yazarlık Katkı Beyanı

Yazar 1: Kavramsallaştırma, Metodoloji, Analiz ve Yorumlama, Yazma (Orijinal Taslak Oluşturma)

Yazar 2: Araştırma, Yazma (İnceleme ve Düzenleme) ve Görselleştirme

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların bu makalenin içeriğiyle ilgili olarak beyan edecekleri hiçbir çıkar çatışması yoktur.

Verilerin Kullanılabilirliği

Bu çalışma sırasında oluşturulan veya analiz edilen tüm veriler, yayınlanan bu makaleye dahil edilmiştir.

5. Kaynaklar

- Atasever, M. (Ed.). (2018). *Şehir hastaneleri araştırması*. Sasam.
- Carrasco, M., & Pecanac, M. (2004). Improved CAD application for low speed vehicle turn simulations. In *Applications of Advanced Technologies in Transportation Engineering* (pp. 350-354).
- Carrasco, M.S. (1995). Turning vehicle simulation: Interactive computer-aided design and drafting application. *Transportation research record*, 1500, 1-11.
- Dimitriou L, Efthymiou D, & Antoniou C. (2018). Saving lives through faster emergency unit response times: role of accessibility and environmental factors. *J Transp Eng*. 144(9):1-9.
- Džambas, T., Dragčević, V., Bezina, Š., & Grgić, M. (2021). Reliability of vehicle movement simulation results in roundabout design procedure based on the rules of design vehicle movement geometry. *Road and Rail Infrastructure VI*; Lakušić, S., Ed.; The University of Zagreb Faculty of Civil Engineering: Zagreb, Croatia, 507-515.
- Hossain, A., Barua, S., Das, S., & Starewich, M. (2025). Ambulance crash risk dynamics: a baseline (2017–2019) vs.

- pandemic-era (2020–2022) comparative study using a random parameter logit model. *Transportmetrica A: Transport Science*, 1-39.
- Hwang, H.T., Lee, S.H., Lee, J.W., Kim, H.C., Woo, M.H., Moon, K.W., ... & Suh, H.W. (2017). Development of a transportability evaluation system using swept path analysis and multi-body dynamic simulation. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 31, 5359-5365.
- Lam, S.S.W., Nguyen, F.N.H.L., Ng, Y.Y., Lee, V.P.X., Wong, T.H., Fook-Chong, S.M.C., & Ong, M.E.H. (2015). Factors affecting the ambulance response times of trauma incidents in Singapore. *Accident Analysis & Prevention*, 82, 27-35.
- Noorani, M.M., Khaliq, M.F., Shoaib, M., Sheikh, A., Moughal, U.E., Moazzum, W., & Ali, S.A. (2014). Time intervals and associated factors of emergency treatment: first insight into Pakistani system. *International archives of medicine*, 7(1), 1-9.
- Pan, S., Liu, Z., Yan, H., Chen, N., Zhao, X., Li, S., & Witlox, F. (2024). Automatic identification of bottlenecks for ambulance passage on urban streets: A deep learning-based approach. *Advanced Engineering Informatics*, 62, 102931.
- Saha, U. (2021). A swept path analysis of intersection designs for long combination vehicles.
- Snyder, R., Siegman, P., Huff, H., & McCormick, C. (2013). Best practices. Emergency access in healthy streets. Los Angeles, CA: Los Angeles County Department of Public Health.
- The Nation. 20 Percent of Emergency Patient Deaths Blamed on Traffic Jam Delays [Internet]. 2017 [cited 2020 Mar 7]. Available from: <https://www.nationthailand.com/nationa/30304268>
- Türk Standartları Enstitüsü. (2024). TS EN 1789+A1: Tıbbi araçlar ve donanımları - Kara yolu ambulansları. Ankara: TSE.
- Watanabe, B. L., G. S. Patterson, J. M. Kempema, O. Magallanes, and L. H. Brown. 2019. "Is Use of Warning Lights and Sirens Associated With Increased Risk of Ambulance Crashes? A Contemporary Analysis Using National EMS Information System (NEMSIS) Data." *Annals of Emergency Medicine* 74(1): 101–109
- Wiwekananda, K.S.S., Hamukti, R.P., Yogananda, K.S.S., Calisto, K.E., & Utomo, P.S. (2020). Understanding factors of ambulance delay and crash to enhance ambulance efficiency: An integrative literature review. *Journal of Community Empowerment for Health*, 3(3), 1-9.
- Wolhuter, K. (2015). Geometric design of roads handbook. CRC Press.
- Yılmaz, E., & Uslu, Y. (2022). Şehir Hastanelerinin Sağlık Yönetimi Açısından İyi Uygulama Örneklerinin Değerlendirilmesi: Nitel Bir Analiz. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(4), 1296-1319.
- Yoon, S., Albert, L.A., (2020). A dynamic ambulance routing model with multiple response, *Transport. Res. Part E: Logist. Transport. Rev.* 133, 101807.