



# Otobüs Yollarında Trafik Güvenliği

Yaya ve trafik güvenliğini metrobüs, otobüs yolları ve otobüs şeritlerinin planlanması, tasarımı ve operasyonuna entegre etmek için kılavuz

## Pilot Sürüm – Yol Testi

Nicolae Duduta, Claudia Adriazola, Carsten Wass, Dario Hidalgo, Luis Antonio Lindau

Raporu Hazırlayanlar:

**NICOALE DUDUTA**

Ulaşım Plancısı

EMBARQ, WRI Sürdürülebilir Ulaşım Merkezi

nduduta@wri.org

**CLAUDIA ADRIAZOLA**

Direktör, Sağlık ve Yol Güvenliği Programı, EMBARQ

cadriazola@wri.org

**CARSTEN WASS**

Teknik Direktör, Consia Consultants

wass@consia.com

**DARIO HIDALGO**

Araştırma ve Uygulama Direktörü, EMBARQ

dhidalgo@wri.org

**LUIS ANTONIO LINDAU**

Başkan, EMBARQ Brezilya

tlindau@embarqbrasil.org

# İÇİNDEKİLER

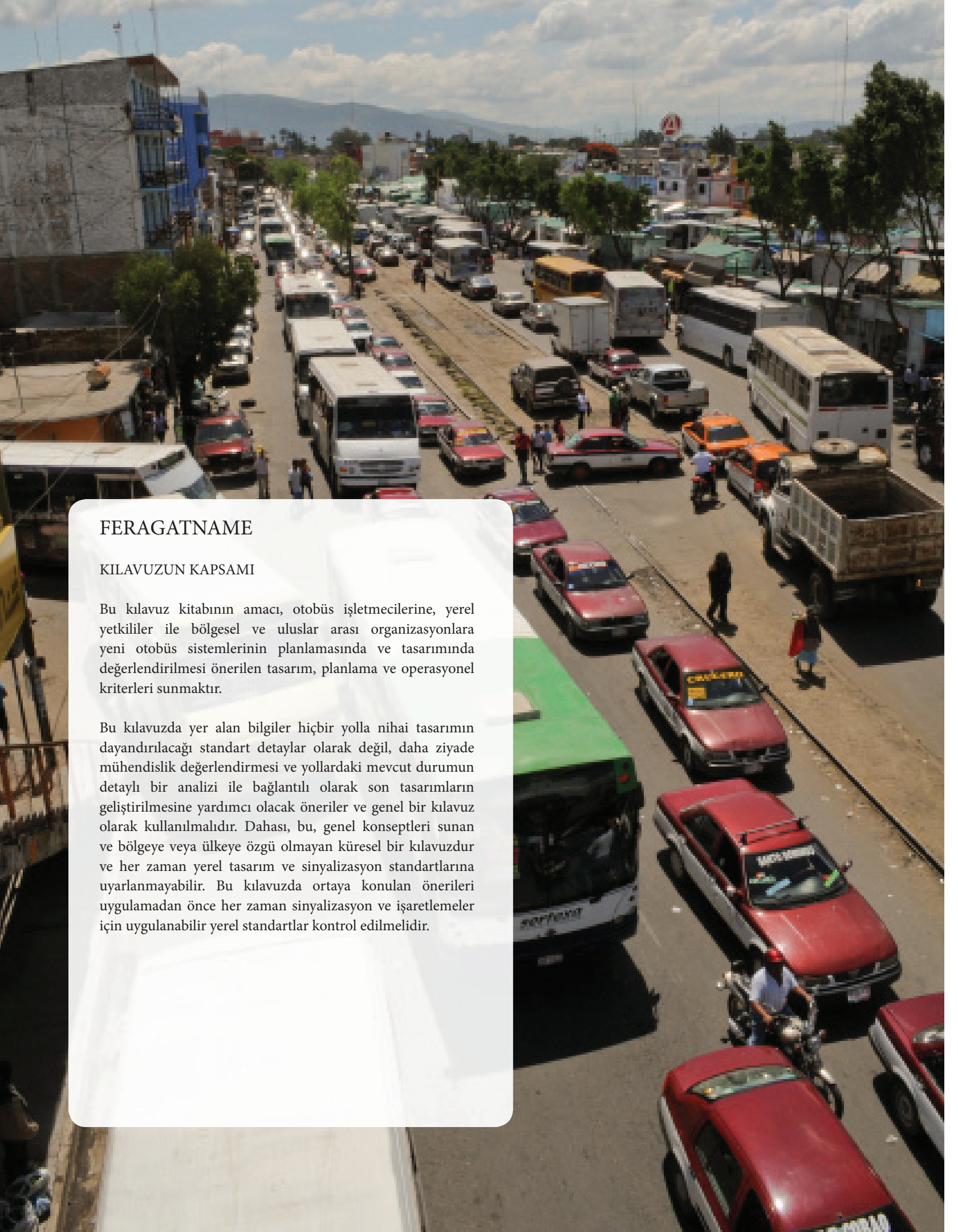
- 05 YÖNETİCİ ÖZETİ
- 06 ARAŞTIRMAYA GENEL BAKIŞ
- 07 METODOLOJİ
- 08 TEMEL BULGULAR
- 14 OTOBÜS SİSTEMLERİ İÇİN GÜVENLİK KILAVUZU
- 15 GENEL BAKIŞ
- 16 SOKAK KESİTLERİ
- 30 KAVŞAKLAR
- 50 DURAKLAR
- 62 TRANSFERLER VE TERMİNALLER
- 78 EK A: KAZA VERİ ANALİZİ

## FERAGATNAME

### KILAVUZUN KAPSAMI

Bu kılavuz kitabının amacı, otobüs işletmecilerine, yerel yetkililer ile bölgesel ve uluslar arası organizasyonlara yeni otobüs sistemlerinin planlamasında ve tasarımında değerlendirilmesi önerilen tasarım, planlama ve operasyonel kriterleri sunmaktır.

Bu kılavuzda yer alan bilgiler hiçbir yolla nihai tasarımın dayandırılacağı standart detaylar olarak değil, daha ziyade mühendislik değerlendirmesi ve yollardaki mevcut durumun detaylı bir analizi ile bağlantılı olarak son tasarımların geliştirilmesine yardımcı olacak öneriler ve genel bir kılavuz olarak kullanılmalıdır. Dahası, bu, genel konseptleri sunan ve bölgeye veya ülkeye özgü olmayan küresel bir kılavuzdur ve her zaman yerel tasarım ve sinyalizasyon standartlarına uyarlanmayabilir. Bu kılavuzda ortaya konulan önerileri uygulamadan önce her zaman sinyalizasyon ve işaretlemeler için uygulanabilir yerel standartlar kontrol edilmelidir.



# YÖNETİCİ ÖZETİ

Trafik güvenliği, metrobüs ve otobüs yolu koridorları ile ilgili yayınlarda ve planlama rehberlerinde sürekli eksik olan bir husustur.

Bu önemli bir eksikti. Trafik ölüm oranlarının; HIV/AIDS'in, şiddetin, tüberkülozun veya herhangi bir kanser türünün önünde yer alarak, 2030 yılında dünya genelinde erken ölümlerin beşinci önde gelen sebebi olacağı tahmin edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütüne göre bu büyümenin çoğunluğunun gelişmekte olan dünya şehirlerinde meydana gelmesi beklenmektedir.

Otobüs sistemlerinin yol güvenliği üzerindeki etkisi, özellikle önemlidir, çünkü bu sistemler büyük şehirsel arterler boyunca konumlandırılma eğilimindedirler. New York şehrindeki bir çalışma, arterlerin şehirdeki yol ağının yaklaşık %15'ine karşılık geldiğine, fakat ciddi yaya kazalarının da %65'ten fazlasını oluşturduğunu belirlemiştir (Viola et al. 2010). Mexico City'deki bir çalışma tüm kaza türlerinin yoğun şekilde önemli otobüs koridorlarının konumlandığı arterlerde yoğunlaştığını belirtmektedir (Chias Becerril et al. 2008).

Herhangi bir kent arterindeki yüksek kapasiteli toplu taşıma sisteminin uygulanması, risklerin halihazırda yüksek olduğu sokaklara yüksek oranlarda yaya çekecektir. New York'ta, otobüs koridorları olan yollar, sürekli olarak herhangi diğer yollardan daha yüksek yaya kaza oranlarına sahip olmuştur (Viola et al. 2010). Porto Alegre, Brezilya'da, otobüs yolu koridorlarının ve otobüs duraklarının varlığı daha yüksek orta-blok yaya kaza oranları ile ilişkiliydi (Diogenes ve Lindau 2009). Diğer tarafta, Guadalajara'daki Macrobus ve Bogotá'daki TransMilenio gibi bazı METROBÜS sistemlerinin uygulanması; ilgili koridorlardaki kazalarda ve ölüm oranlarında anlamlı bir azalma ile sonuçlanmıştır. Otobüs sistemlerinin uygulanmasından geniş aralıkta potansiyel güvenlik etkileri olduğu ortaya çıkmaktadır.

EMBARQ, otobüs sistemi planlaması, tasarımı ve operasyonlarının trafik güvenliği durumları hakkında araştırmalar yapmaktadır. Gelişmekte olan dünya şehirlerindeki 30'un üzerinde otobüs koridorundan veri toplamış ve analiz etmiştir. METROBÜS ve Otobüs yolları üzerinde yol güvenlik incelemeleri ve denetimleri yapmıştır. Otobüs koridorlarındaki kazalardan deneyimlerini öğrenmek için yol güvenlik uzmanları ve otobüs işletmelerinin çalışanları ile görüşmektedir.

Biz, böylece otobüs koridorlarında temel riskleri ve yaygın kaza türlerini ve aynı zamanda farklı metrobüs ve Otobüs yolu tasarım özelliklerinin güvenlik etkisini belirleyebildik.

Diğerleri kazaların riskini arttırabilirken (örneğin ters akışlı şeritler) otobüs sistemlerinin bazı kilit tasarım unsurlarının anlamlı düzeyde güvenliği (örneğin yüksek platformlu kapalı istasyonlar, sol dönüş kısıtlamaları olan orta şerit) geliştirebileceğini bulduk. Aynı zamanda yolun genel geometrisinin ve özellikle kavşakların boyutu ve kompleksliğinin, otobüs koridorlarındaki kaza oranlarının önemli öngörücüleri olduğunu bulduk. Bu bulgulara dayalı olarak otobüs koridorlarında rol güvenliğini geliştirmek için bir set tasarım önerisi formüle edebildik.

Bu kılavuz kitabı, otobüs sistemlerinin planlamasından ve tasarımında yer alan ulaşım planları, mühendisleri ve şehir tasarımcıları için pratik bir kılavuz olarak tasarlanmıştır. Kaldırım kenarı otobüs öncelikli şeritlerden yüksek kapasite, çok-şeritli metrobüslere kadar değişiklik gösteren geniş spektrumlu sistem ve koridor türlerini kapsamaktadır.

Kılavuzların temel amacı güvenliğin otobüs sistem tasarımında nasıl geliştirilebileceğini göstermek iken biz aynı zamanda erişilebilirliğin yanı sıra bizim her bir tasarım konseptimizin otobüs operasyonlarını nasıl etkilediğini de değerlendirdik (otobüs sisteminin yolcu kapasitesi, filo boyutu gereklilikleri ve duraklar çevresindeki alanların yaya kapasitesi bakımlarından).

Bu kılavuz kitabında gösterilen tasarımlar, yüksek yolcu kapasitesi sağlama ve aynı zamanda erişilebilir, yaşanabilir kentsel yerler sağlama ihtiyacı ile tüm yol kullanıcılarının güvenliğini dengeleyen en iyi uygulamaları temsil eder.

## YOL TESTİ

Bu, kılavuzların ilk versiyonudur ve devam eden bir iş olarak değerlendirilmelidir. 2012 yılında dışsal ortakların yanı sıra merkezlerimiz tarafından test edilecek olan bir pilot versiyon olarak EMBARQ tarafından yayınlanmaktadır. Bu yol testinden öğrenilen dersler 2013 yılında yayınlanacak olan son versiyona aktarılacak ve tüm yol test araçları son baskıda bildirilecektir.

Yol testi ve gözden geçirme süreci herkese açıktır. Herhangi yerel veya ulusal hükümet ajansı, kalkınma bankası, STK, danışmanlık veya yeni veya mevcut otobüs sistemlerinde bizim kılavuzlarımızın test etmeye ilgili olan herhangi diğer kişi [embarq@wri.org](mailto:embarq@wri.org) adresinden EMBARQ ile irtibat kurmaya davet edilmektedir. Bu belgenin kopyalarını ve aynı zamanda anketleri geri bildirimde bulunmak için paylaşabiliriz.

# PROJEDE YER ALAN ŞEHİRLER VE OTOBÜS SİSTEMLERİ



## YOL GÜVENLİĞİ İNCELEMELERİ

- Rede Integrada de Transporte, Curitiba
- TransMilenio, Bogota
- METROBÜSS, Delhi
- Janmarg, Ahmedabad

## ŞEHİR GENELİNDE KAZA FREKANSI MODELLERİ

- Mexico City
- Guadalajara
- Porto Alegre
- Bogota

## İLAVE VERİ TOPLAMA VE ANALİZ

- Metrobüs Hat 2, Mexico City
- Macrobus, Guadalajara
- TransMilenio, Bogota
- Megabus, Pereira,
- METROBÜS, Santiago de Cali
- SIT, Arequipa
- Otobüs yolları, Belo Horizonte
- Boqueirao and South Line, Curitiba
- Güney doğu otobüs yolu, Brisbane
- Rota 99 ve Burrard Sokağı, Vancouver
- METROBÜSS, Delhi
- Otobüs yolları, Sao Paulo

## OTOBÜS YOLLARI ÜZERİNDE YOL GÜVENLİĞİ DENETİMLERİ

- Metrobüs Hatları 3, 4, ve 5, Mexico City
- SIT, Arequipa, Peru
- C. Machado ve Dom Pedro II Otobüs yolları, Belo Horizonte
- Antonio Carlos Otobüs yolu, Belo Horizonte
- Transcarioca METROBÜS, Rio de Janeiro
- Transoeste METROBÜS, Rio de Janeiro
- METROBÜS, İzmit, Türkiye
- METROBÜS, Indore, Hindistan

## VERİ KAYNAKLARI

- Ministerio de Transporte, Colombia, 2011
- TRANSMILENIO S.A. 2011
- Gobierno de la Ciudad de México 2011
- Secretaría de Vialidad y Transporte de Jalisco, 2011
- Estudios, Proyectos y Señalización Vial S.A. de C.V. 2011
- Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Porto Alegre, 2011
- Matricial Engenharia Consultiva Ltda., 2011
- Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S.A. (BHTrans), 2011
- Urbanização de Curitiba S.A. (URBS), 2011
- Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, 2011
- Delhi Polisi, 2010
- Yol Güvenliği ve Sistemler Yönetimi Bölümü, Brisbane, Queensland, Avustralya, 2009
- British Colombia Sigorta Kuruluşu(ICBC), 2011
- Instituto Metropolitano Protransporte de Lima, 2012

# METODOLOJİ

Dünya genelindeki otobüs sistemlerinin güvenlik performansını değerlendirmek için biz, kaza veri analizi, yol güvenliği incelemeleri ve otobüs işletmesi güvenlik uzmanları ile görüşmelerin bir sentezini kullandık.

## VERİ TOPLAMA

Bizim çalışmamızda kullanmış olduğumuz herhangi şehirde otobüs yolları üzerindeki kazaların hiçbir kamusal olarak mevcut veri setleri yoktu. Bu sebeple, biz, çalışmamız için gerekli olan bilgiyi toplamak için Meksika, Brezilya, And Bölgesi, Türkiye ve Hindistan'da EMBARQ Merkezleri ile yakın bir şekilde çalıştık. Lokal olarak mevcut olan farklı veri kaynaklarını kullanarak kaza veri setlerini derledik (bakınız karşı sayfa). Verinin pek çoğu, yol güvenliği veri tabanlarını korumak ile görevli olan yerel, bölgesel veya ulusal kurumlardan sağlandı. Bogota'da TransMilenio sistemi için, biz, METROBÜS operasyon acentesinden ilave bilgi aldık.

## KAZA FREKANS MODELLERİ

Veri setimizdeki dört şehir bakımından (Mexico City, Guadalajara, Porto Alegre ve Bogota), toplanan verinin kalitesi ve miktarı istatistiksel modeller için yeterli idi. Biz, verinin karakteristiklerine bağlı olarak, negatif binom veya Poisson regresyonları kullanarak, araç çarpışmaları ve yaya kazaları için ayrı kaza frekans modelleri geliştirdik (Ladron de Guevara et al. 2004).

Bu modeller, bizim, yol ve kavşak geometrisi, otobüs sistem tasarımı ve alan kullanımı gibi faktörleri kullanarak farklı lokasyonlarda kaza oranlarındaki farklılıkları açıklamamıza olanak vermiştir. Otobüs sistem konfigürasyonu için dört değişken oluşturduk: orta şerit metrobüs, orta-şerit otobüs yolu, kaldırım kenarı otobüs şeridi ve ters akışlı otobüs şeridi, modelleri geliştirdiğimiz şehirlerde mevcut olan otobüs koridorlarının türlerine bağlı olarak.

Kaza frekans modelleri, - kavşakların boyutu ve kompleksliği veya ters akışlı şeritlerin varlığı gibi - otobüs koridorları üzerindeki kaza oranlarının kilit öngörücülerini belirlemeye yardımcı olmuştur ve önerilerimizi bilgilendirmek için bu bulguları kullandık. Metodoloji ve modellerden temel bulgular Ek A'da detaylıca açıklanır.

## İLAVE VERİ ANALİZİ

Veri setimizdeki pek çok otobüs koridoru için (Macrobus, Guadalajara; Avenida Caracas, TransMilenio, Bogota; ve METROBÜSS, Delhi), otobüs sistemlerinin uygulanmasının öncesinden ve sonrasında kaza verisi aldık. Böylece her

bir otobüs sisteminin uygulamasının genel güvenlik etkisini değerlendirebildik.

Veri setimizdeki pek çok diğer koridorlar için, sağlam bir istatistiksel analiz yapmak için yeterli bilgiye sahip değildik. Buna rağmen, sık kaza türlerini ve onların katkı sağlayan faktörlerini analiz ederek veya farklı koridorlardaki veya koridor bölümlerindeki kaza oranlarını kıyaslayarak faydalı bilgi elde edebildik.

## YOL GÜVENLİĞİ İNCELEMELERİ

EMBARQ, Curitiba'da RIT, Bogota'da TransMilenio, Ahmedabad'da Janmarg ve Delhi'de METROBÜSS koridoru dahil olmak üzere pek çok mevcut otobüs sistemlerinin incelemelerini yapmak için dışsal sertifikalı yol güvenlik denetçileri ile ortaklık yaptı. İncelemeler, kaza verisinde her zaman ortaya çıkmayan bu koridorlar üzerinde güvenlik problemlerini belirlemede faydalı idi (örneğin, kaldırım işaretlemeleri ve trafik işaretlerinin bakımı, tehlikeli yol kullanıcı davranışı, vb.).

## OTOBÜS İŞLETMESİ ÇALIŞANLARI İLE GÖRÜŞMELER

Yol güvenlik denetimlerinin ve incelemelerinin parçası olarak, biz, otobüs sistemleri üzerindeki güvenlik ile ilgilenerek edindikleri deneyimleri öğrenmek için her bir otobüs işletmesinden çalışanlar ile buluştuk. Polis verisinden yer almayan (istasyonlarda düzgün olmayan şekilde duran otobüslerden kaynaklanan küçük kazalar gibi) diğer güvenlik konuları ve aynı zamanda her bir otobüs yolunda uygulanmış olan çeşitli güvenlik girişimlerini de öğrendik. Bazı durumlarda, bu aynı zamanda verilerde yer almayan güvenlik konularını - Mexico City'de Metrobüs çalışanları arasında metrobüs araçları ve otobüs yollarını kullanan bisikletliler arasında kaza riski hakkında büyüyen endişe gibi - belirlemeye de yardımcı olmuştur.

## YOL GÜVENLİĞİ DENETİMLERİ

Denetimlerin temel rolü, mevcut durumda tasarlanmakta olan otobüs koridorlarında güvenliği geliştirmek için otobüs acentelerine derhal girdi sağlamak iken, denetimler aynı zamanda kamusal ulaşım için bizim yol güvenliği kılavuzlarımıza değerli bir girdi de sağlamıştır. Özellikle, bizim, otobüs koridorlarının tasarımında yaygın güvenlik problemlerini gözlemlememize ve buna göre önerilerimizi şekillendirmemize olanak sağlamışlardır.

## BULGULAR

### BİR METROBÜS SİSTEMİNİN GÜVENLİK ETKİLERİ

Bir koridor üzerinde bir otobüs sistemi uygulamanın genel güvenlik etkisi, sistemin karakteristiklerine ve sokaktaki mevcut duruma bağlı olarak değişmektedir.

Gelişmekte olan dünya şehirlerinde, METROBÜS sistemleri uygulamanın güvenlik üzerine genellikle pozitif bir etkisinin olduğu kanıtlanmıştır.

Otobüs yolları veya otobüs öncelikli şeritler gibi diğer koridor türleri her zaman aynı pozitif etkiye sahip olmamıştır.

Bir METROBÜS, genellikle bir sokaktaki pek çok karma trafik şeritlerinin devre dışı bırakılmasını, otobüs trafiğini diğer modlardan ayırmayı ve yaya geçitlerinin uzunluğunu azaltan bir refüj (orta şerit METROBÜS'ler durumunda) eklemeyi veya uzatmayı içerir. Otobüs operasyonları daha iyi organize edilir, bu durum genellikle sürücü eğitimi, araç bakımı vb. için yaygın standartlar ile tekli operasyon acentesi ile çeşitli servisleri değiştirmektedir.

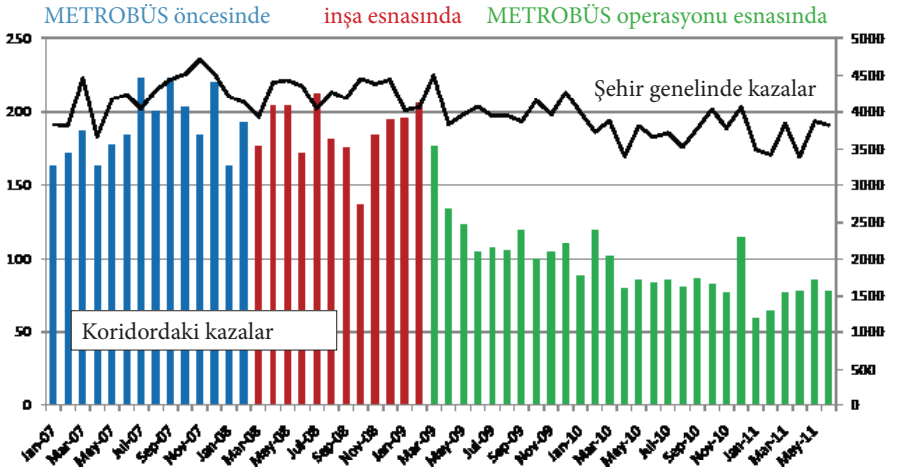
Guadalajara'da Macrobus (yoğun trafikli bir sokakta mevcut otobüs öncelikli şeridin yerini almıştır) ve Bogota'da TransMilenio'nun (mevcut merkezi bir Otobüs yolunun yerini almıştır) her ikisi de ilgili koridorlarında kazalarda ve ölüm oranlarında önemli azalmalara katkı sağlamıştır. Kazalar, Calz'da %46 oranında azalmıştır. Macrobus'ten sonra Guadalajara'da Independencia operasyonlara başlamış iken ölüm oranları ilk TransMilenio koridorunun uygulanmasından sonra Bogota'da Av. Caracas üzerinde %60 azalmıştır.

Tüm otobüs sistemleri güvenlik üzerinde aynı pozitif etkiye sahip değildir. Belo Horizonte (Brezilya)'da Cristiano Machado Otobüs yolu, merkezi bir otobüs yolu bulunmasına rağmen şehir genelinde en yüksek kaza frekansına sahip sokak olarak kalmaktadır. Delhi'de, METROBÜS sisteminin uygulanmasından sonra, trafik ölüm oranları ilk olarak koridor üzerinde artmıştır ve otobüsler ve yayalar arasındaki kazalar sorun haline gelmiştir.

Bazı sistemler diğerlerinden daha pozitif bir etkiye sahip iken, her zaman, durakların, kavşakların ve yol kesitlerinin tasarımı yoluyla güvenlik performansını geliştirmek için bir olanak vardır.

#### MACROBUS, GUADALAJARA

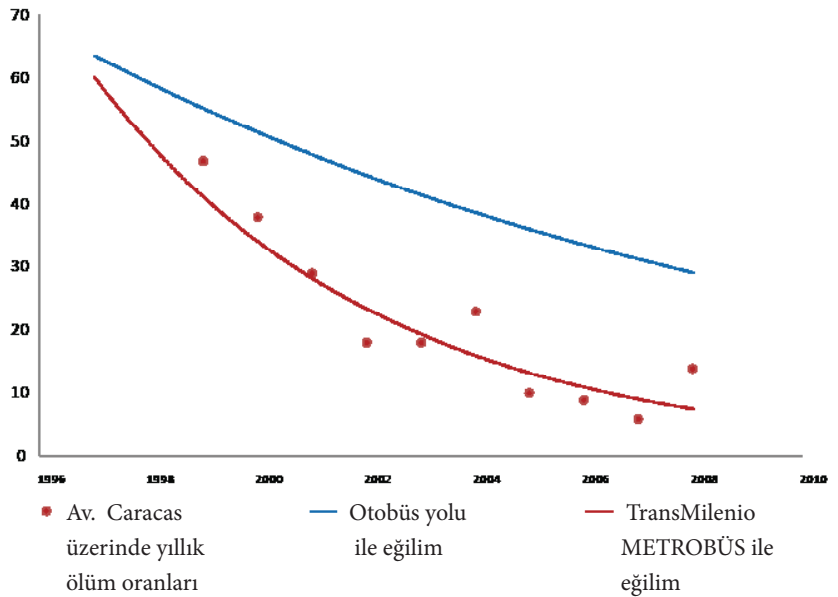
Macrobus METROBÜS'in uygulanmasından önce ve sonra kazalar



Kaynak: Secretaria de Vialidad y Transporte de Jalisco tarafından sağlanan istatistiklerden hesaplanmıştır, 2011

#### AV. CARACAS, TRANSMILENIO, BOGOTA

TransMilenio METROBÜS'nin uygulanmasından önce ve sonra ölümcül kazalar



Kaynak: TRANSMILENIO S.A. 2011, Ministerio de Transporte de Colombia 2011, ve WHO 2009 tarafından sağlanan istatistiklerden hesaplanmıştır.



## KORİDOR ÖTESİNDEKİ GÜVENLİK ETKİLERİ

Guadalajara'da Macrobus koridoru üzerindeki kazaların ortalama %46 azaldığını öğrendikten sonra, biz, koridor üzerindeki güvenlik geliştirmesinin koridor etrafındaki alanda kazalarda bir artış ile dengelenmiş olduğunu kontrol ettik. Bu, kazalardaki azalmanın sadece trafik hacimlerinde bir azalmayı yansıttığı ve trafiğin sadece yeniden rotalandırılmış olduğunu ve riski Macrobus koridorundan diğer sokaklara kaydırmış olduğu hipotezine dayalıydı.

Guadalajara'daki kaza verileri durumun bu olmadığını göstermektedir. Koridorun her iki tarafından 3-kilometrelik bir tampon zonu seçtik. Bu genişliği, del Ejercito, Av. Alcalde ve Av. 16 de Septiembre dahil olmak üzere metrobüs koridoruna paralel devam edenlerden daha fazla pek çok majör arteri dahil etmek için seçtik. Tampon bölgedeki kazalar (metrobüs koridoru hariç olmak üzere), aynı zaman periyodu üzerinde %8 oranında – şehir geri kalanının ile tutarlı bir trend ile – azalmıştır.

Fakat daha küçük ölçekte metrobüs uygulamasının kaza riskini yakındaki sokaklara kaydıracağı pek çok örnek vardı. Sola dönüşler, pek çok kavşakta yasaktı – orta şerit metrobüs sistemleri üzerinde ortak bir özellik olarak. Sola dönüşlerin yerini trafiği komşu bölgeler yoluyla yeniden yönlendiren döngüler almıştı.

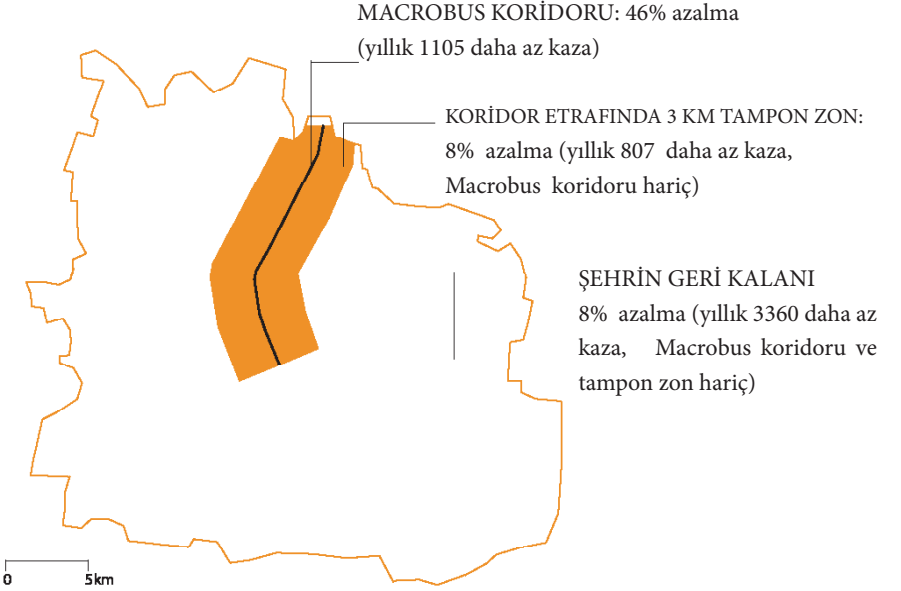
Bazı daha iyi tasarlanmış döngüler metrobüs koridoru etrafında komşu bölgede kazalar üzerinde herhangi etkiye sahip değildi. Fakat en az bir durumda (Calz. Independencia ve Circunvalacion arasındaki kavşakta), döngü oluşturmak, o yol boyunca kavşaklardaki kazaların artması ile sonuçlanmıştır. Bu özel döngü, kavşaktan önce başlar ve Av. Circunvalacion'a erişmeye çalışan araçlar için bir sağa dönüş ve iki sola dönüş içerir.

Macrobus koridorundaki kavşakta sola dönüş yasağı ile yıllık kazalar, metrobüs öncesinde 93 iken metrobüs sonrasında 43 olmuştur.

Fakat Circunvalacion ve Siete Colinas üzerinde (araçların şu an Circunvalacion üzerinde sola dönebildikleri yer) kazalar 17'den 42'ye çıkmıştır. İki kavşak beraber değerlendirildiği zaman, kazalarda 110'dan 85'e bir azalma olmuştur. Fakat Macrobus koridoru üzerindeki geliştirmeler, yakındaki sokaklarda artan risk ile kısmen dengelenmiştir.

### MACROBUS, GUADALAJARA

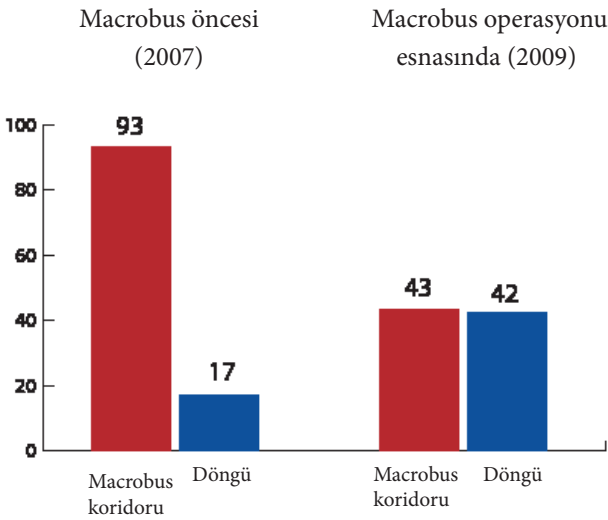
Sistemin uygulanmasından önce ve sonra yıllık kazalar: şehir genelinde



Kaynak: Secretaria de Vialidad y Transporte de Jalisco tarafından sağlanan istatistiklerden hesaplanmıştır, 2011.

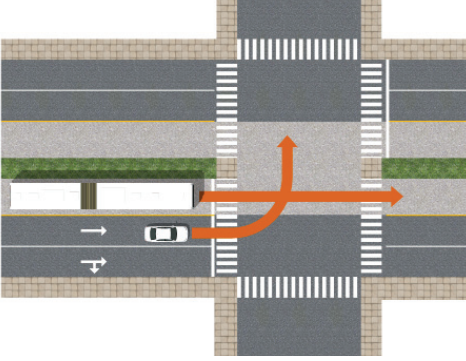
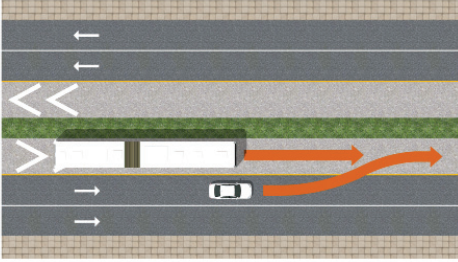
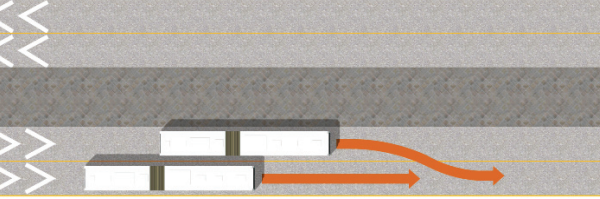
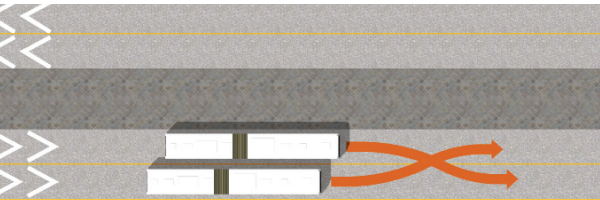
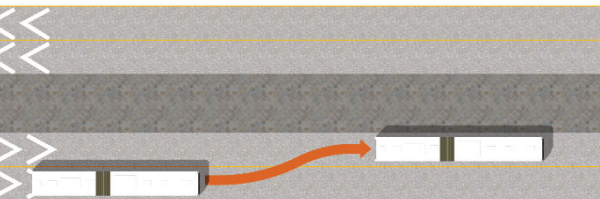
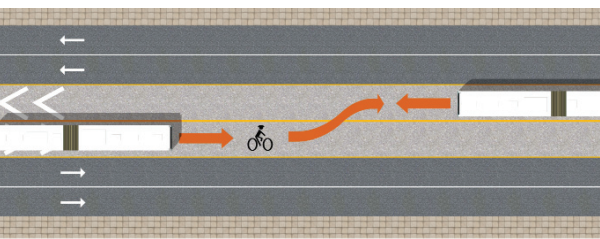
### MACROBUS, GUADALAJARA

Biri koridor (kırmızı) üzerindeki ve biri koridorun sola dönüş trafiğinin yeniden yönlendirildiği döngü üzerinde olan iki kavşakta Macrobus uygulanmasından önce ve sonra yıllık kazalar



Kaynak: Secretaria de Vialidad y Transporte de Jalisco, 2011 tarafından sağlanan istatistiklerden hesaplanmıştır

## YAYGIN KAZA TÜRLERİ

Kaza diyagramı	Açıklama
	<p><b>OTOBÜS ŞERİTLERİ ARASINDA SOLA DÖNÜŞLER</b> Bu, orta şerit otobüs koridorları üzerinde otobüsler ve genel trafik arasındaki en yaygın çarpışma türüdür.</p>
	<p><b>OTOBÜS ŞERİTLERİNDE YETKİSİZ ARAÇLAR</b> Otobüs şeritleri ve diğer şeritler arasında güçlü bir fiziksel ayrımın olmadığı tahsisli otobüs şeritleri olan tüm koridorlarda yaygın bir kaza durumu. Yetkisiz araçlar, otobüs şeritlerine girerler ve otobüslerle çarpışırlar.</p>
	<p><b>LOKAL VE EKSPRES OTOBÜSLER ARASINDAKİ KAZALAR</b> Çok şeritli metrobüs sistemleri üzerinde ekspres hatlar ile potansiyel olarak ciddi kaza türü. Duraktan ayrılan ve ekspres şeritlere eklenen lokal otobüsler, yüksek hızla durak boyunca seyahat eden ekspres otobüslerle çarpışırlar.</p>
	<p><b>BİR DURAKTA OTOBÜSLER ARASINDA YANDAN ÇARPMA</b> Bir otobüs duraktan ayrılmaya çalışırken ve diğer bir otobüs ekspres şeritten durağa erişmeye çalışırken meydana gelebilecek olan daha az ciddi bir kaza türü.</p>
	<p><b>BİR DURAK PLATFORMUNDA ARKADAN KAZA</b> Bu, bir otobüs durak platformunda durmak için bir diğerinin arkasına dizilmek için (çok hızlı) gelirken ona çarptığı zaman meydana gelir.</p>
	<p><b>METROBÜS VE BİSİKLETLİLER ARASINDAKİ KAZALAR</b> Otobüs şeritlerini kullanan bisikletliler, çoğunlukla otobüsler yaklaştığı zaman kaçma amaçlı manevralar yaparlar ve diğer bir otobüs tarafından çarpılabilirler veya kontrolü kaybedebilirler ve şerit ayırma araçlarına çarpabilirler ve bazen bu durum ciddi yaralanmalar ile sonuçlanabilir.</p>

Yukarıdaki tüm diyagramlar, aşağıdaki otobüs sistemlerinden biri veya pek çoğundan teyitli kaza türlerini temsil ederler: Mexico City Metrobüs, Guadalajara Macrobus, TransMilenio, Lima'da Metropolitano.

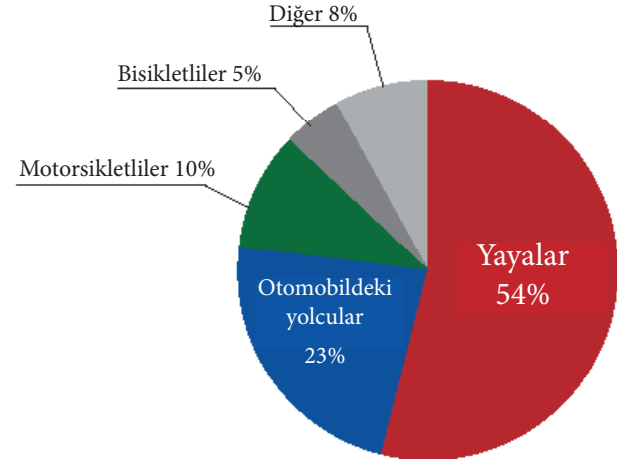
### ÖLÜMCÜL KAZALAR

Yayalar otobüs koridorlarındaki raporlu kazaların sadece %7'sini oluştururken bizim veri tabanımızda yer alan tüm otobüs sistemleri boyunca ölüm oranlarının yarısından fazlasını temsil ederler.

Otobüs koridorlarında güvenliği geliştirmek, bu yüzden, yaya kazalarını önlemede öncelikli konudur. Genellikle, yayalar, orta-bloktaki koridoru geçerken, belirlenmiş geçitlerden uzakta risk altındadırlar. Risk, yayalar genellikle ücret ödemekten kaçınmak için veya sadece kısa yolu tercih etmek için durağa giren ve çıkan otobüs şeritlerini kesme girişiminde buldukları zaman transit istasyonların yakınlarında özellikle yüksektir.

Bu, durak erişim tasarımının, yaya orta-blok geçitleri için daha iyi provizyonlar ile beraber otobüs koridorlarında güvenliğin geliştirilmesinde kilit bir rol oynayabileceğini önermektedir.

### OTOBÜS KORIDORLARINDA ÖLÜM ORANLARI YOL KULLANICISI TÜRÜNE GÖRE

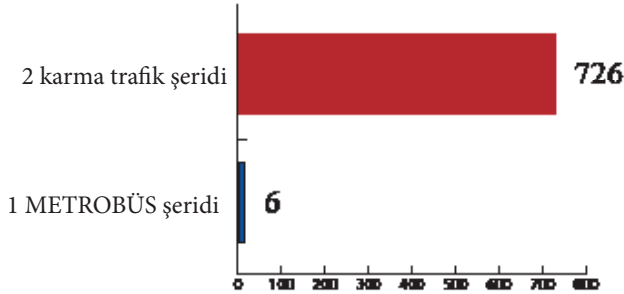


Metrobüs (Mexico City), TransMilenio, Macrobus (Guadalajara), Metrobüs (Delhi), Janmarg (Ahmedabad), RIT (Curitiba) ve aynı zamanda Porto Alegre ve Belo Horizontedeki Otobüs yollarından veri içerir.

### KAZALARIN KONUMU

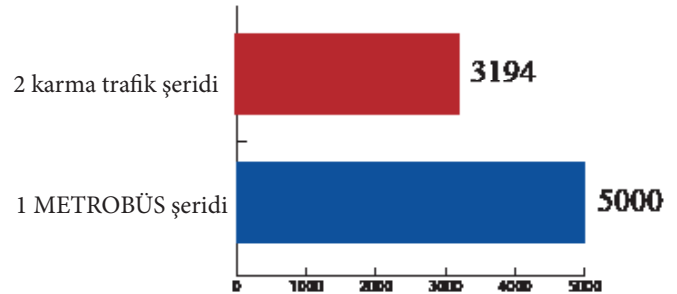
#### KAZALAR

Guadalajara'da Macrobus koridoru üzerinde 2009 ve 2011 arasında ortalama aylık kazalar, şerit türüne göre



#### YOLCU ORANI

Guadalajara'da Macrobus koridoru üzerinde zirve saat yolcu oranı, şerit türüne göre (2009 verisi)



Kaynak: Secretaria de Vialidad y Transporte de Jalisco tarafından sağlanan kaza verisinden hesaplanmıştır, 2011, trafik sayımı Estudios,

Proyectos y Señalización Vial S.A. de C.V. tarafından sağlanmıştır 2011; METROBÜS yolcu verisi Hidalgo ve Carrigan'dandır, 2010.

Tahsisli otobüs şeritleri otobüsleri içeren kazaların oluşumunu önemli ölçüde azaltabilir. Sonuç olarak, bölünmüş yüksek kapasiteli otobüs koridorları, karma trafik şeritlerinden çok daha güvenli bir şekilde daha fazla yolcu taşıyabilir. Bu veriyi bir metrobüs şeridi ve yön başına iki karma trafik şeridi özelliği gösteren Guadalajara'daki Macrobus'dan veri ile bunu göstermekteyiz. Metrobüs hattı, karma trafik hatlardan %90'dan fazla oranda daha az kazaya sebep olurken %30'dan fazla oranda daha fazla yolcu taşımıştır.

Bu sayfada sunulan istatistiklerde iki önemli hazır bilgi vardır. İlki, bir otobüsün içinde olmak otobüs koridorunda en güvenli

yer iken durağa doğru ve duraktan yürümek yolcuların en yüksek risk altında olduğu zamandır.

(yol kullanıcı türüne göre ölüm oranları dair yukarıdaki tabloya bakınız). Güvenli durak erişimini sağlamak bu yüzden otobüs yolcularının güvenliğini geliştirmekte kilit rol oynar. İkincisi, bir otobüs koridorunda, kazaların %90'dan fazlasının genellikle otobüs tesislerinin dışında meydana gelmiştir (yani şeritler ve istasyonlar) ve otobüsleri içermediğidir. Bu, TransMilenio'dan benzer bulgular ile teyit edilmiştir ve bir otobüs koridorunun güvenliğinin otobüs sisteminin kendi konfigürasyonundan çok karşı trafik şeritlerinin düzenine dayanacağı anlamına gelmektedir.

# GÜVENLİĞİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

## SOKAK VE KAVŞAK TASARIMI

Bizim kaza frekans modelimiz, kavşakların boyutu ve kompleksliğinin yanı sıra yol genişliğinin de otobüs koridorlarında kaza frekanslarının en önemli öngörücüleri olduğunu belirtmektedir. Bu anlamlıdır, çünkü bizim örneklemimizdeki otobüs koridorlarının pek çoğunda tüm kazaların sadece yaklaşık %9'u otobüs koridorlarında meydana gelirken büyük çoğunluk genel trafik şeritlerinde meydana gelmekte ve otobüsleri içermemektedir.

Kavşak başına yaklaşım sayısı, yaklaşım başına şerit sayısı ve maksimum yaya geçidi uzaklığı ile beraber kilit konulardan biridir. Çapraz şeritlerdeki trafiğin otobüs koridorunu geçmesine izin verildiği kavşaklar, sadece sağa dönüşlerin izinli olduğu kavşaklardan daha tehlikelidir. Sonuçlarının yanı sıra kaza frekans modelleri de Ek A'da daha detaylı bir şekilde tartışılmaktadır.

## OTOBÜS ŞERİTLERİNİN LOKASYONU

Mexico City ve Porto Alegre'deki test akışlı otobüs hatlarının, hem araçlar hem de yayalar için daha yüksek kaza oranları ile anlamlı şekilde ilişkili oldukları bulunmuştur. Farklı modeller arasında sonuçların tutarlılığı, ters akışlı şeritlerin, bizim çalışmamıza dahil edilmiş olan tüm seçenekler arasında en tehlikeli konfigürasyon olduğunu önermektedir (ters akış hakkında detaylı tartışma için karşı sayfaya bakınız).

Aynı zamanda Guadalajara'daki kaldırım kenarı otobüs şeridinin hem araç hem de yaya kaza oranlarını arttırdığı ve Mexico City'de kaza frekansları üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkilerinin olmadığını bulduk. Sonuçlar her zaman anlamlı değilken genellikle kaldırım kenarı şeritlerin problemlili olabileceğini ama ters akışlı şeritler kadar problemlili olmadığını göstermek eğilimindedirler.

Orta şerit sistemlerinin güvenlik etkisini değerlendirmek biraz daha komplekstir, çünkü orta şerit bir metrobüs sistemi tarafından sokak üzerinde başlatılan değişiklikler, pek çok değişken tarafından ölçülür. Genellikle bir trafik (yada park) şeridini otobüs şeridi ile değiştiren kaldırım kenarı otobüs koridorlarından farklı olarak, orta-şerit sistemleri, sokağın daha anlamlı bir yeniden konfigürasyonunu ima eder. Tipik olarak,



Mexico City'de Metrobüs Hattı 1 boyunca Daha bir dört-kol kavşak. Google Earth görüntüsü.



Mexico City'de Metrobüs Hattı 1 boyunca geniş ve kompleks bir kavşak. Bu tür tasarım, yukarıdaki görüntüdeki basit, dar kavşaktan daha fazla güvenlik unsuruna sahiptir. Google Earth görüntüsü.

bu, trafik şeridinin yerine bir merkezi refüj yapmayı, sokağın ortasında bir yaya refüjü oluşturarak yaya geçidi uzaklığını kısaltmayı ve koridor boyunca daha fazla T kavşağı ve daha az 4-yol kavşağı oluşturmayı içerir.

Mexico City'de ortak-şerit METROBÜS'nin varlığı için geçerli değişken anlamlı değil iken şeritlerin sayısı, merkezi refüj, karşıdan karşıya geçme uzaklığı ve kol sayısı için geçerli olan değişkenlerin hepsi daha düşük kaza oranları ile ilişkiliydi ve farklı modeller arasında anlamlıydı. Kaza veri analizi hakkında daha detaylı bilgi için lütfen Ek A'ya bakınız.

## TERS AKIŞ

Ters akışlı şeritler, herhangi bir otobüs sistemi için en tehlikeli konfigürasyondur ve genel olarak kaçınılmalıdır.

### 1. TEK YÖNLÜ SOKAKTA İKİ YÖNLÜ OTOBÜS SİSTEMİ

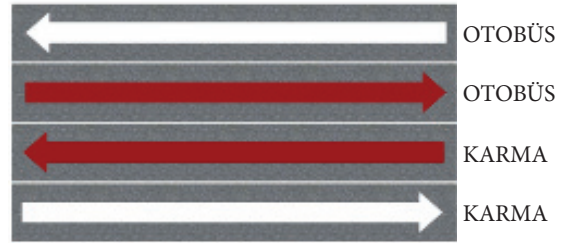
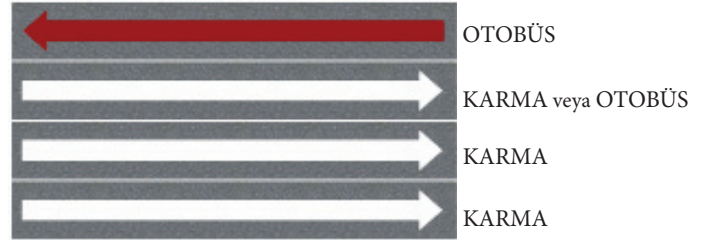
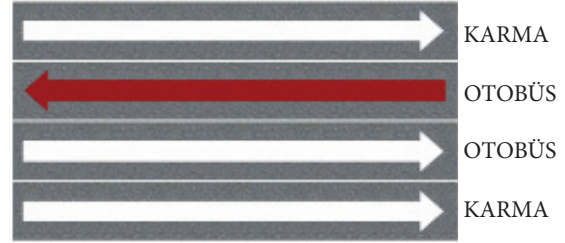
Bu sokak konfigürasyonu tipi Mexico City'de Metrobüs Hattı 2'de mevcuttur ve Metrobüs Hattı 3'ün bazı bölümlerinde hafif değişik bir formdadır. Sokağı geçen yayalar için olağan dışı bir durum oluşturur, çünkü görüntünün en üstündeki karma trafik şeridi üzerindeki trafik beklenmeyen bir yönden gelir.

### 2. KALDIRIM KENARI TERS AKIŞLI ŞERİT

Bu, bizim kaza frekans modellerimizde yer alan ters akışlı hat türüdür. Mexico City'de, bu tür ters akış şeridinin varlığı, araç çarpışmalarında %55 artış ile ve yaya kazalarından %39 artış ile ilişkili idi ( $p < 0.001$ ). Porto Alegre'de, araç çarpışmalarında %74 artış ile korele idi ( $p < 0.05$ ) ve bir yaya modeli geliştirmek için yeterli veri yoktu. Bu değişken, tüm modeller boyunca yüksek derecede anlamlı idi ve her iki şehirdeki kaza frekanslarının en güçlü öngörücülerinden biri idi. Curitiba'daki metrobüs sistemindeki Güney Hattın bir kısmı benzer bir konfigürasyon gösterir ve şerit kilometresi başına standart bir orta-şerit konfigürasyonuna sahip olan Güney Hattının geri kalanından dört kat daha fazla kazaya sahiptir. Uyarı, kaza oranlarındaki bazı farklılıklara sebep olabilecek olan şekilde ters akışın şehir merkezinde olduğudur.

### 3. AKIŞ YÖNÜNÜN AYARLANMASI

Brisbane, Avustralya'da Güneydoğu Otobüs yolunun bir bölümü, akış yönünün ayarlanması özelliği gösterir. Bu bölümdeki en sık yaya kaza türü – ve bizim aldığımız veride yer alan tek ölümcül kaza – ters akışlı şeritte çalışan otobüsler ve karşıdan karşıya geçen yayalar arasındaki çarpışmaları içermiştir.



*bizim veri analizimizde ve yol güvenliği incelemelerimizde karşılaştığımız farklı ters akış konfigürasyonlarını gösteren diyagramlar.*

*Ters akışlı şeritler kırmızı ile gösterilmektedir.*



Mexico City'de Eje 2 Oriente üzerinde bir kaldırım kenarı ters akış şeridi (sokak bir güneye giden otobüs şeridine ve beş kuzeye giden şeride sahiptir, fakat sadece iki tanesi bu görüntüde görünebilmektedir). Küçük kamyon, yasal dışı bir şekilde otobüs şeridinde güneye doğru gitmiştir ve daha sonra durakta durduğu için otobüsü geçmeye çalışmıştır. Kuzeye giden arabalar, yoldan çekilmeye çalışmaktadırlar. Aynı zamanda otobüs şeridinde malzeme taşıyan yayayı da not ediniz. Fotoğrafi Wass.

Güvenlik değerlendirmeleri bir otobüs sisteminin planlaması, tasarımı ve operasyonu esnasında herhangi aşamada dahil edilebilirken planlama aşamalarında onları erkenden eklemek her zaman daha maliyet etkindir.

### YOL GÜVENLİĞİ DENETİMLERİ

Bir yol güvenliği denetimi, önerilen bir yolun veya ulaşım projesinin sistematik olarak temel güvenlik risklerinin belirlenmesi ve onları ortadan kaldırmak için çözümler sunulması amacıyla incelenmesidir. Denetimler, planlama ve tasarım süreci esnasında herhangi aşamada yapılabilir.

Bir denetim, tarafsızlığı sağlamak ve çıkar çatışmalarını önlemek için tasarım takımından bağımsız olması gereken sertifikalı bir yol güvenlik denetçisi tarafından yürütülmelidir. Denetimler her zaman tasarım çözümlerinin bir değerlendirilmesini içerir ve yerinde durumların daha iyi anlaşılması için bir alan ziyareti ile desteklenmelidir.

Denetçi, denetçinin önerilerinin uygulanmasından görevli olan tasarım takımı veya proje sahibine bir rapor sunar.

### YOL GÜVENLİĞİ İNCELEMELERİ

Bir inceleme, mevcut bir yolun veya ulaşım projesinin sistematik bir değerlendirmesidir. Amaç, denetiminkine benzerdir ve güvenlik risklerini belirlemek ve çözümler sunmaktır.

Denetimler, incelemelere nazaran güvenliği geliştirmek için daha maliyet etkin bir araç olma eğilimindedirler. Bir çizimi değiştirmek her zaman mevcut bir altyapı parçasını modifiye etmekten daha kolaydır.

Diğer taraftan, bir inceleme, daha fazla güvenlik hususunu belirleyebilir, çünkü bir denetçi kullanımda olan yolu gözlemleyebilir ve aynı zamanda yolun tasarımını değerlendirmeye ilaveten kaza verilerini de çalışabilir. İncelemeler aynı zamanda işaretlerin ve kaldırım işaretlemelerinin bakımı gibi hususlarla da ilgilenebilir.

Eğer tasarım geliştirmeleri haricindeki büyük bakım işleri koridor üzerinde programlanmadan önce yapılırlarsa incelemeler daha etkindir. Bu yolla, incelemeden gelen öneriler planlı bir çalışmaya dahil edilebilir.

### TASARIM KILAVUZLARI

Trafik güvenlik kılavuzları, incelemelerin veya denetimlerin yerine geçmez. Daha ziyade, tamamlayıcı bir araç olarak görülmelidirler. Kılavuzlara yeni bir otobüs koridorunun planlama sürecinin başlamasından önce danışılmalıdır. Kılavuzlar tasarım süreci boyunca bir referans olarak kullanılmalıdır.

Güvenliği geliştirmekte çok etkin olabilirler, çünkü planlılara, mühendislere ve tasarımcılara bir koridorun planlaması ve tasarımı esnasında güvenlik değerlendirmelerini entegre etme konusunda yardımcı olacaklardır.

Buna rağmen, denetimlerin ve incelemelerin aksine, kılavuzlar alan odaklı olamazlar, bu yüzden içerdikleri öneriler belirli bir koridor veya kavşak için direkt olarak uygulanabilir değildir. Uygulanabilir tasarım ve sinyalizasyon standartlarını göz önünde bulundurarak kılavuzlardaki genel önerileri belirli alan durumlarına uyarlamak koridorun tasarımı ile görevli olanların sorumluluğundadır.

# TASARIM KILAVUZU

Tasarım kılavuzu, aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır:

- SOKAK TASARIMI
- KAVŞAKLAR
- DURAKLAR VE DURAKLARA ERİŞİM
- TRANSFERLER VE TERMİNALLER

Her bölüm, spesifik altyapı parçasını tasarlarken değerlendirilmesi gereken temel güvenlik konularına bir genel bakış ile başlar. Daha sonra, yaygın sokak, kavşak veya durak konfigürasyonları için tasarım konseptlerini açıklar.

## YER ALAN OTOBÜS SİSTEMİ TÜRLERİ

Orta-şerit metrobüs sistemlerine odaklanırken bu kılavuz kitabı, aşağıdaki otobüs koridor türlerini içerir:

- yüksek-zemin otobüsler ve kapalı refüj istasyonları ile orta-şerit metrobüs (tekli şerit veya çoklu-şerit)
- düşük-zemin, sağ kapalı otobüsler ve açık istasyonlar ile orta-şerit otobüs yolları
- kaldırım kenarı metrobüs veya otobüs yolu koridorları
- kaldırım kenarı otobüs öncelikli şeritler
- karma trafikte klasik otobüs servisi

## TASARIM KONSEPTLERİ

Her konsept, geometri, sinyalizasyon ve işaretlemeler, yol mobilyası, ışıklandırma ve kaldırım türleri ilgili hususları içeren bir 3D tasarım illüstrasyonu yoluyla gösterilmektedir. Biz, her bir tasarımın farklı taraflarını tartışmak, alternatifler tasarlamak veya uygun olan yerlerde spesifik boyutlar önermek için ek açıklamalar kullandık.

En iyi tasarım uygulamalarını göstermeye ek olarak, trafik güvenliği ve otobüs operasyonları bakımından her bir tasarım seçeneğinin etkileri hakkında bir analiz yapmaktayız.

## GÜVENLİK ANALİZİ

Güvenlik analizi, belirli bir tasarım için yaygın risklere ve kaza türlerine odaklanır. Güvenlik hususlarını göstermek için veri analizimizden pasajlar veya yol güvenliği incelemelerinden gözlemler kullanılmaktadır.

## OTOBÜS OPERASYONLARI

Her bir tasarım konsepti için, aynı zamanda, önerilen güvenlik özelliklerinin otobüs operasyonlarını nasıl etkileyebileceği hakkında özet bir tartışma da sağlamaktayız. Özellikle, sistem performansının kilit göstergeleri olan iki operasyon durumuna odaklanılmaktadır: çalışma hızları ve yolcu kapasitesi.

Bir otobüs sisteminin yolcu kapasitesi, genellikle, kavşaklardan veya orta-blok kesitlerinden ziyade istasyon konfigürasyonu tarafından kısıtlanır (Hidalgo, Lleras, ve Hernandez 2011, Lindau et al. 2011). Bizim hiçbir önerimiz, durak başına durak peronlarının sayısı, sollama yapılan şeritlerin varlığı ve ekspres hizmetler vb. gibi kapasiteyi etkileyebilen durak tasarım unsurları üzerinde etkiye sahip değildir. Önerilerimizden bazıları (sinyalize orta-blok yaya geçitlerinin kurulması gibi) koridorların orta-blok bölümlerinde kapasiteyi azaltabilir. Buna rağmen, bu azaltılmış kapasite bile genellikle istasyon kapasitesinden oldukça fazla olacaktır. Bir örnek olarak, orta-blok geçidinde 90 saniye sinyal döngüsünde 50 saniye yeşil faza sahip olan yön başına tekli şerit metrobüs sistemi, o konumda yön başına saatte (pphpd) 55,000'den daha fazla yolculuk kapasitesine sahip olacaktır (Hidalgo, Lleras, ve Hernandez, 2011'den derlenmiştir). Bu, bu tür bir sistem için maksimum istasyon kapasitesi olan 15,000 pphpd'nin üç katından daha fazladır (Lindau et al. 2011).

Diğer taraftan, önerilerimizden bazıları, otobüs hızları üzerinde belirli bir etkiye sahip olacaktır. Bazı durumlarda, spesifik bir kaza türünü belirtmek için direkt olarak spesifik lokasyonlarda otobüs hızlarını düşürmeyi önermekteyiz (örneğin duraklara yaklaşmakta olan ekspres otobüsler). Diğer durumlarda, ilave orta-blok geçitlerini yerleştirmek veya koridoru geçen yayalar için sinyal fazını uzatmak için önerilerimiz de aynı zamanda otobüs hızlarının azaltılmasına katkı sağlayabilir. Durum bu olduğu zaman, biz, çizim ile ilişkili metinde, güvenlik, hız ve kapasite arasındaki potansiyel denge ile uğraşırken güvenliğin ilk öncelik olması gerektiği anlayışı ile onu belirtmekteyiz.

# SOKAK KESİTLERİ

## KİLİT GÜVENLİK KONULARI

### BLOK ORTASI GEÇİTLER

Herhangi bir yoğun kentsel merkezde, özellikle geliştirmekte olan ülkelerde, otobüs şeritlerini kesen çok sayıda yayanın karşıdan karşıya geçmesi, beklemesi veya yürümesi olağan bir tablodur. Dahası, yayalar çoğunlukla, daha düşük trafik hacmi nedeniyle otobüs şeritlerini genel trafik şeritlerinden daha güvenli bulurlar. Mexico City’de, orta bloktaki metrobüste karşıdan karşıya geçen yayalar, yolun yarısını geçmiş ve daha sonra geçişi tamamlamadan önce metrobüs şeritlerinde ters yöndeki trafikte bir boşluk oluşmasını beklerken görülmektedirler.

Bu husus, özellikle kentsel çevrede problem teşkil etmektedir. Çoğunlukla, çevredeki temel yollar, şehir genişlemiş olduğu için etraflarındaki arazi kullanımındaki değişiklikleri yansıtmak için yeniden uyarlanmamış eski karayollarıdır. Sonuç olarak, otobüsler burada, yayalar için az geçiş fırsatı ile çoğunlukla yüksek hız yollarında çalışırlar ve bloklar, bazen 1 kilometrenin üzerinde olacak şekilde şehir merkezinde oldukça uzundurlar.

Ticari hız, metrobüs ve otobüs yolları için kilit bir performans göstergesidir, fakat otobüsler için hız limitini yükseltmek yayalar için kazaların ciddiyetinin artmasına katkıda bulunabilir. Bariyerler ve korkuluklar yerleştirilerek yaya geçişleri için fırsatları kısıtlamak, her iki riski de hafifletecektir, fakat bu yayalar için erişilebilirliği azaltacak ve otobüs koridorunu büyük bir kentsel bariyere dönüştürecektir. Bu tür bir müdahalenin riski ise, yayaların basitçe korkuluklar üzerinde atlayacak veya korkulukları kaldıracak veya onlara zarar verecek ve orta-bloktan geçmeye devam edecek olmalarıdır.

Bu problemi belirtmek için, orta-blok yaya geçitleri için yüksek talepli lokasyonları belirlemek adına yeni otobüs koridoru için bir erişilebilirlik çalışması yürütmeyi önermekteyiz. Yol güvenliği incelemelerinden bizim gözlemlerimiz, büyük pazarların yakınındaki alanların yüksek yaya hacimlerine ve özellikle yüksek orta-blok geçişleri vukusuna sahip olacağını önermektedir. Değerlendirilmesi gereken diğer arazi kullanımları, eğitim tesisleri (özellikle büyük kampuslar), dini binalar ve aktivite alanlarıdır. Bu lokasyonların yayalar için yeterli karşıdan karşıya geçiş imkanlarına sahip olduklarından ve geçitler sağlanmadığı zaman kırmızıda geçmeyi önlemek için korkulukların ve diğer bariyerlerin olduğundan emin olmak önemlidir.



Delhi METROBÜS koridorunun blok ortasında karşıdan karşıya geçen yayalar. EMBARQ fotoğrafı.



TransMilenio koridorunun blok ortasında karşıdan karşıya geçen yaya. EMBARQ fotoğrafı.



Müteakip sayfalarda, önceki sayfada tartışılmış olan kilit güvenlik hususlarını belirten sokak kesitleri için pek çok tasarım konsepti sunmaktayız.

Seçilen sokak türleri, genişlikleri ve belirtilen otobüs sistemleri türleri, bizim veri setimizde yer alan otobüs koridorlarında bulunan yaygın sokak konfigürasyonlarına dayalıdır.

Bir orta-şerit METROBÜS koridoru özelliği ile başlamaktayız ve orta-blok geçitlerinin yönetilebildiği farklı yolları sokak türüne göre göstermekteyiz: kentsel arter, daha dar sokak ve ekspres yol.

Orta şerit METROBÜS koridorları için bizim sunduğumuz tüm tasarım prensipleri ve güvenlik özellikleri, aynı zamanda tüm diğer otobüs sistemleri türleri için de uygulanabilir. Bunlar, karma trafik şeritleri için trafiği yavaşlatma tedbirlerini, orta-blok geçitlerinin konfigürasyonunu, yaya köprülerini, bisiklet altyapısını, korkulukları ve koridor boyunca bitkilendirmenin uygun yerleştirilmesini içerir.

Aynı zamanda, özellikle korkulukların önerilen lokasyonu olmak üzere kaldırım kenarı otobüs koridorlarına spesifik olan bazı kilit hususlar da vardır. Bu sebeple, kaldırım boyunca korkulukların veya ekili refüjlerin önemini göstererek yaya trafiğini otobüs şeritlerine taşmaktan korumak için kaldırım kenarı şeritler için ayrı bir tasarım konseptini de dahil etmekteyiz.

## İLLÜSTRASYONLARIN LİSTESİ

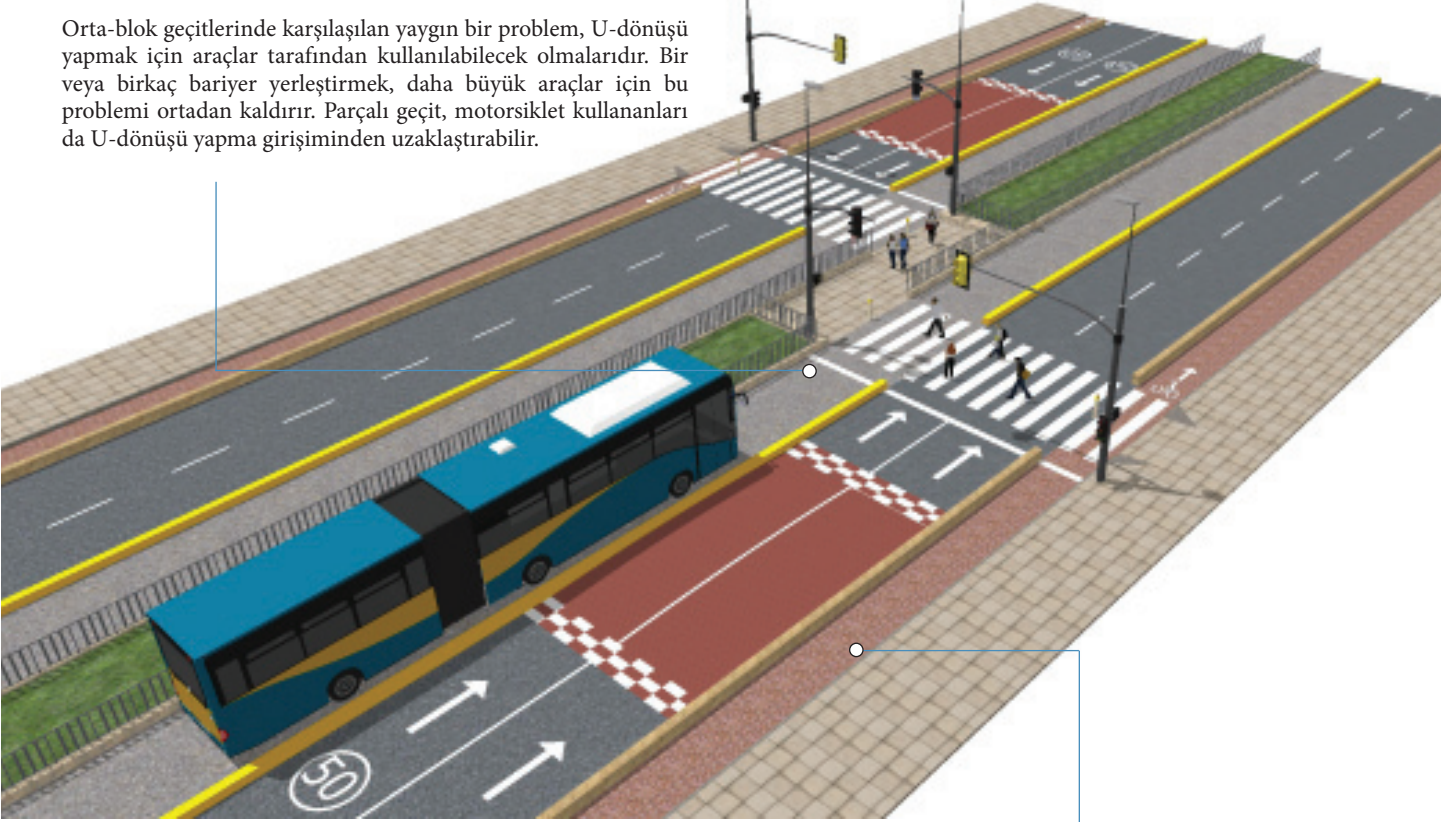
Bir kentsel arterde blok ortası geçiti.....	18
Dar bir sokakta blok ortası geçiti.....	20
Yaya köprüleri.....	22
Korkuluklar.....	24
Bisiklet altyapısı ve bitkilendirme.....	26
Kaldırım kenarı şeritler için sokak tasarımı.....	28

## SOKAK KESİTLERİ – ORTA ŞERİT METROBÜS / OTOBÜS YOLU BİR KENTSEL ARTERDE BLOK ORTASI GEÇİTİ

Kentsel arterde yerleşik olan otobüs sistemlerindeki tüm yaya geçitleri sinyalize olmalıdır.

Biz parçalı blok ortası geçitlerinin kullanımını önermekteyiz. Bu görüntüde olduğu gibi konfigüre edilirse, refüjdeki yayaların yüzleri, her zaman geçmek üzere oldukları sokak kısmı için trafik yönüne dönük olacaktır. Bir parçalı geçit aynı zamanda, bir aşamada yolu geçemeyen yayalar için bekleyebilecekleri alanı arttırır.

Orta-blok geçitlerinde karşılaşılan yaygın bir problem, U-dönüşü yapmak için araçlar tarafından kullanılacak olmalarıdır. Bir veya birkaç bariyer yerleştirmek, daha büyük araçlar için bu problemi ortadan kaldırır. Parçalı geçit, motosiklet kullananları da U-dönüşü yapma girişiminden uzaklaştırabilir.



Araçlar, her zaman bir blok ortası yaya geçidinde durmayabilirler. Geçitten önce hız tümsekleri veya diğer trafik yavaşlatma cihazları yerleştirerek en azından araçların geçide daha düşük bir hızla gelmesini temin etmek için bu riski hafifletmeyi önermekteyiz. Otobüs hatları için bu, sürücü eğitimi ve yaptırım yoluyla belirtilebilir .

## GÜVENLİK

Kentsel arterler üzerindeki blok ortası yaya geçitleri her zaman sinyalizasyon olmalıdır. Bu, yayalar için en önemli güvenlik özelliğidir, çünkü bu geçitler genellikle, trafik hızlarının daha yüksek olabileceği daha uzun bloklu koridor bölümlerinde yerleşiklerdir.

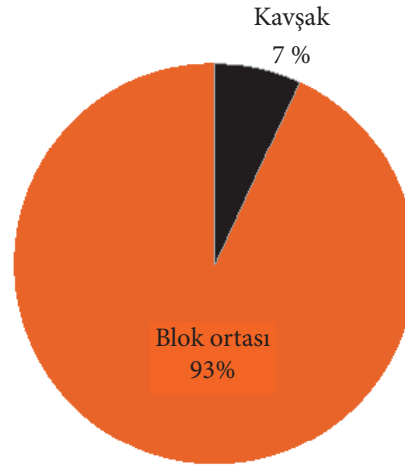
İdeal olarak, yaya yeşil fazının uzunluğu, yayaların bir aşamada yolun tamamını geçmesi için yeterli zamanı sağlamalıdır. Yaya yeşil fazının uzunluğunu belirlemek için pek çok durumda yürüme hızının 1.2 metre / saniye (m/s) olarak ve yayaların %20'den fazlasının yaşlı olduğu yerlerde 1 m/s olarak ele almayı önermekteyiz (HCM 2010).

Aynı zamanda, orta refüj kullanılmasını ve geçidin ortasında bir yaya refüj adası oluşturulmasını da önermektedir. Araştırmamız, refüj adalarının büyük ölçüde yaya güvenliğini geliştirebildiğini göstermiştir.



Bogotáda TransMilenio METROBÜS'de otobüs şeritleri boyunca kırmızı ışıkta geçen yayalar. EMBARQ fotoğrafı.

### PORTO ALEGRE, BREZİLYA'DA YAYA KAZALARININ LOKASYONU



Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), Porto Alegre tarafından sağlanan kaza veri tabanından derlenmiştir, 2011.

## OPERASYONLAR

Duraklarda sollama olmadan tek-şeritli bir metrobüs koridoru için maksimum kapasite genellikle 9,000 ve 10,000 pphpd arasındadır (Hidalgo ve Carrigan 2010, Wright ve Hook 2007). Lokal ve ekspres servisin bir kombinasyonu ve duraklarda çoklu platformlar ile beraber yön başına iki şerit kullanan bir koridor için, kapasite en fazla 43,000 pphpd olabilir (Hidalgo, ve Carrigan 2011).

Bu blok ortası geçitinde otobüs koridorunun yolcu kapasitesi, sinyal döngüsünün uzunluğuna ve konfigürasyonuna bağlı olarak şerit başına 40,000 ila 52,000 saat/yön arasında değişir. Bu, sistemin gerçek kapasitesinden oldukça yüksektir. Yüksek hacimlerde yayanın karşıdan karşıya geçmesinin beklendiği lokasyonlarda blok ortası geçitleri sağlamak, bu yüzden yolcu kapasitesi üzerinde negatif bir etkiye sahip olmamalıdır.

Kavşak içermeyen koridor uzatmaları boyunca blok ortası geçitleri yerleştirmek, otobüs sistemi için ortalama çalışma hızlarını azaltabilir. Hız, otobüs sistemleri ve özellikle metrobüs için kilit bir performans göstergesi iken yaya güvenliği her zaman öncelikli olmalıdır.

## SOKAK KESİTLERİ – ORTA ŞERİT METROBÜS / OTOBÜS YOLU DAR BİR SOKAKTA BLOK ORTASI GEÇİTİ

Şehir merkezi bölgesindeki dar sokaklar tipik olarak daha yüksek yaya hacimlerine sahiptirler. Bu durumlarda, yayalarla olan kesişmelere reaksiyon göstermek için sürücülere daha fazla zaman tanımak ve otobüslerin daha kısa mesafede durabilmesini temin etmek için otobüs hızlarını azaltmak önemlidir.

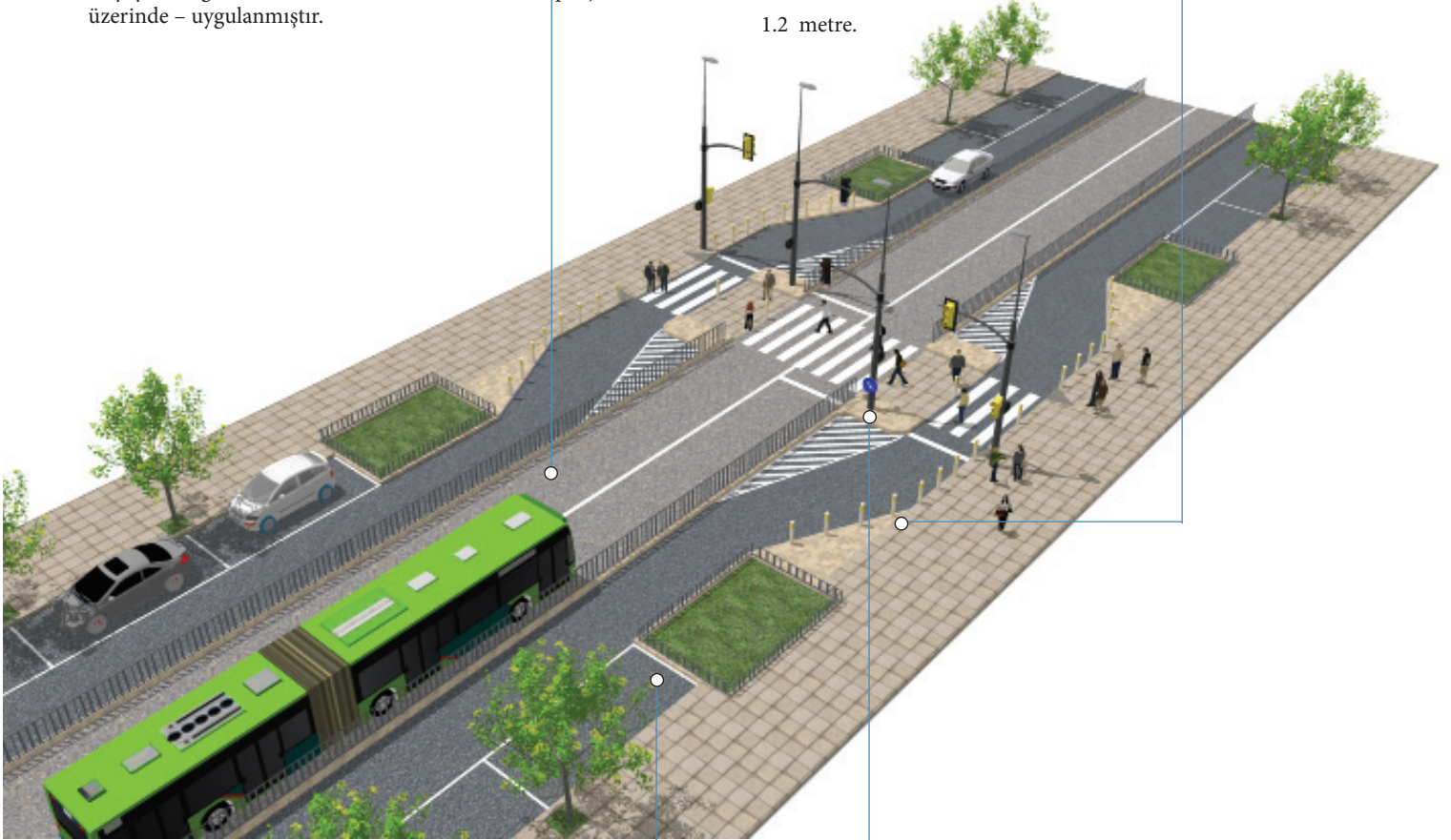
Bu çözüm türü, sistemin geri kalanında 60kmh iken TransMilenio otobüsleri için maksimum hızların 20kmh olduğu Bogotá'da Eje Ambiental üzerinde – sadece otobüs ve yaya trafiği olan METROBÜS koridorunun bir parçası üzerinde – uygulanmıştır.

Trafik külahları arabaların kaldırım üzerinde yasa dışı park etmesini önlemektedir. Aynı zamanda biz, blok ortası geçitlerde arabaların U-dönüşü girişiminde bulunmasını önlemek için yaya refüj adalarının ortasında en az bir trafik külahı yerleştirilmesini de önermekteyiz.

Trafik külahları, bir yaya geçidi veya refüj adası boyunca yerleştirildiği zaman aralarından bebek arabaları ve tekerlekli sandalyelerin geçmesine olanak sağlamak için doğru bir şekilde boşluklandırıldıklarını temin etmek önemlidir.

Trafik külahları arasında önerilen maksimum uzaklık:

1.2 metre.



Bu sokak konfigürasyonu, yön başına sadece bir karma trafik şeridi ve onunla kaldırım arasında bir tampon bölge özelliği gösterir. Tampon, blok ortası yaya geçitlerinde trafiği yavaşlatmak için bir park şeridi, ekili alan, bisiklet yolu olarak veya engel yerleştirmek için kullanılabilir.



Bu işaret, sürücülere engelin varlığını belirtmelidir.

## GÜVENLİK

Yaya gecikmesi, blok ortası geçitlerini tasarlarken dikkate alınması gereken kilit bir konudur. Yayaların geçmek için yeşil ışığı daha uzun süre beklemeleri, onların kırmızıda geçme şanslarını arttırmaktadır

Otoban Kapasite Manüeli (HCM 2010), yaya gecikmesini 30 saniyenin altında tutmayı ve ideal olarak eğer mümkünse onu 10 saniyenin getirmeyi önermektedir.

Yaya gecikmesini düşük tutmanın anahtarı, yayalar için uzun bir kırmızı sinyal fazına sahip olmaktan kaçınmaktır. Aşağıdaki örnekler, iki sinyal zamanlama konfigürasyonunu ve onların yaya gecikmesi üzerindeki etkilerini göstermektedir.

Örnek 1, yayalar için gecikmeyi minimize etmeye çalışmaktadır ve bu, sinyal döngüsünü ve otobüs yeşil fazını kısaltarak sağlanmaktadır. Gecikme, HCM tarafından önerildiği gibi 10 saniyenin altındadır ve 36,300 pphpd'da olan tek şerit otobüs koridorunun kapasitesi, halen bir durağın tipik olarak ele alabileceğinden daha yüksektir.

Örnek 2, otobüs koridoru için yolcu kapasitesini maksimize etmeye çalışmaktadır. Sinyal döngüsü daha uzundur, 90 saniyededir ve otobüs yeşil fazı daha uzundur. Bu şartlar altında, yaya gecikmesi, 30 saniyenin altında olmasına rağmen hala oldukça yüksektir..

## OPERASYONLAR

Bu sokak, önceki örnekten daha dar olduğu için yayaların yolu bir fazda geçmesi için gerekli olan yeşil zaman miktarı daha düşüktür. Sonuç olarak, ortalama yaya gecikmelerini düşük tutarak bu blok ortası geçidinde daha yüksek bir yolcu kapasitesine erişmek olasıdır.

Her iki durumda da bu geçitteki kapasitenin duraklar tarafından sınırlandırılan sistemin gerçek kapasitesinden çok daha yüksek olacağını not etmek önemlidir. Bu yüzden, daha kısa bir döngü kullanılmasını ve yaya yeşil fazının maksimize edilmesini ve yayaların kırmızı ışıkta geçmemelerinin sağlanmasını önermekteyiz.

Karşı sayfada, eğer yaya hacimleri özellikle koridor boyunca yüksek ise bu sokak türünde otobüs hızlarının azaltılmasının değerlendirilmesini önermekteyiz. Operasyonlar bakımından, bu, otobüs filosunun boyutu kadar kapasiteyi etkilemeyecektir. Daha düşük hız limiti ile, otobüs acentesi aynı sayıda yolcu taşıma için daha fazla otobüse ihtiyaç duyabilir.

### YAYA GECİKMESİNİN HESAPLANMASI:

$$d_p = \frac{(C - g_{walk,mi})^2}{2C}$$

*Kaynak: HCM 2010'den Denklem 18-71 ,  $d_p$  yaya gecikmesidir,  $C$  sinyal döngüsünün uzunluğudur, ve  $g_{walk,mi}$ , otobüs koridorunu geçen yayalar için etkin yürüme zamanıdır. Tüm ölçümler saniye olarak yapılır.  $g_{walk,mi}$ , yaya yeşil fazı artı dört saniye uzunluğuna eşit olarak tahmin edilebilir (denklem 18-49, HCM 2010).*

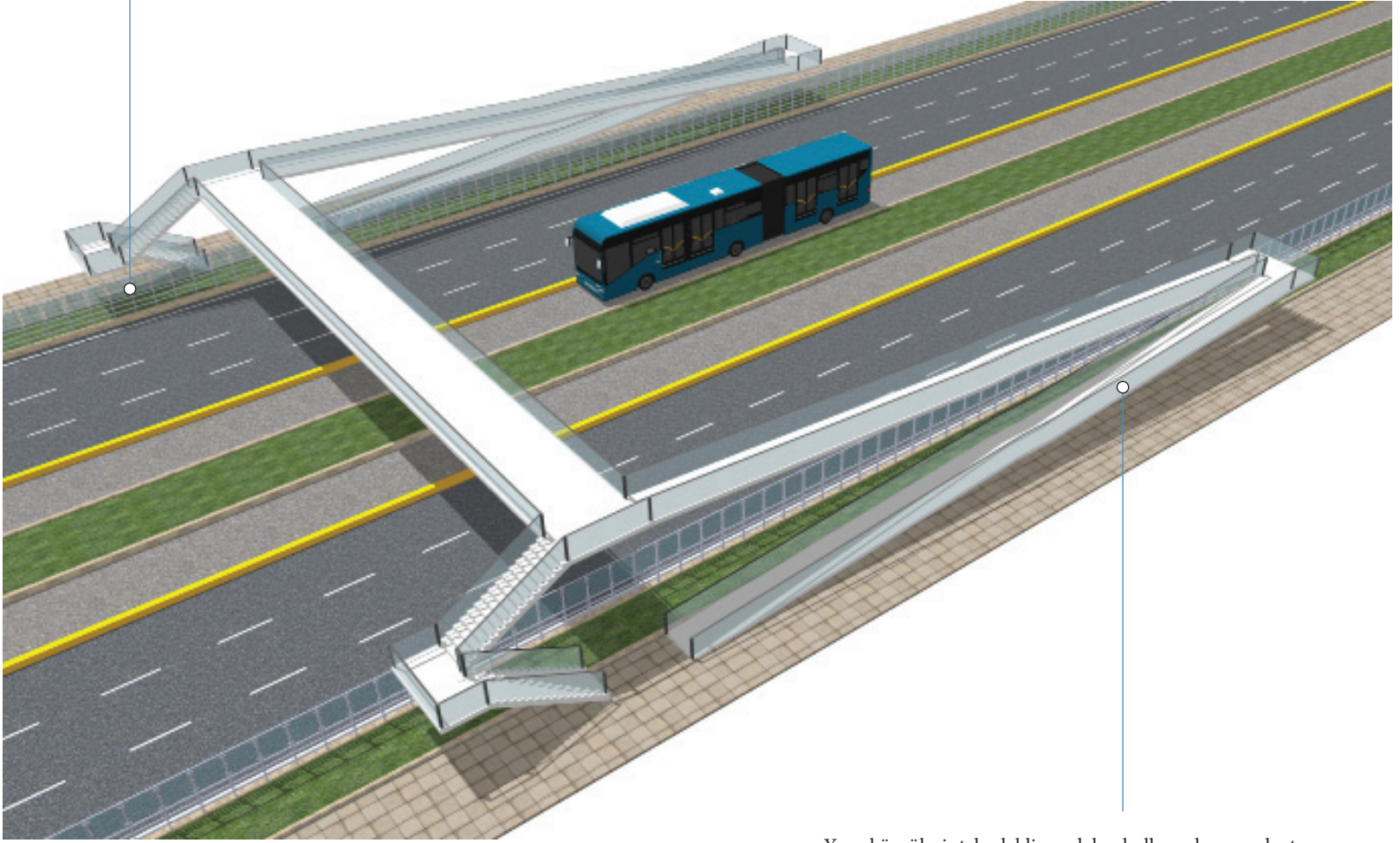
### ÖRNEKLER:

	g otobüs	C(s)	Ca (pphd)	dp (s)
Örnek 1	30	70	36,300	9.3
Örnek 2	50	90	47,000	19.3

*Ca (pphd), otobüs koridorunun şeridi başına yolcu kapasitesidir (yön başına saatlik yolcular olarak) ve tüm diğer değişkenler önceden tanımlandıkları gibidir.*

## SOKAK KESİTLERİ – ORTA ŞERİT METROBÜS / OTOBÜS YOLU YAYA KÖPRÜLERİ

Yaya köprülerine, kaldırım kenarı boyunca korkuluklar eşlik etmelidir. Yayalar çoğunlukla korkuluklar üzerinden atlamaya çalışacaklar veya onların etrafından yürüyeceklerdir ve servis yolu içerse bile köprüyü kullanmaktan kaçınmaya çalışacaklardır. Korkuluklar, eşdüzey yaya geçitlerine izin verilmeyen koridor bölümünün tamamı boyunca uzatılmalıdır.



Yaya köprüleri, tekerlekli sandalye kullanıcılarına adapte edilen altyapı gerektirir. Bu, normal olarak %10'dan daha fazla eğimi olmayan ve tercihen %5'e yakın eğimli ve aynı zamanda dinlenme alanları bulunan bir rampadır (bakınız Rickert 2007). Köprü büyük araçların geçmesine olanak sağlamak için yeterince büyük olmakla beraber rampalar oldukça uzun olabilmektedirler. Engellilere erişim sağlamak için asansörler de kullanılabilir.

## GÜVENLİK

Pek çok yaya köprüsü, yayalar için güvenliği geliştirmek adına çok az şey yapar. Mexico City'deki istatistiksel analizimiz, yaya köprüleri ve yaya kazaları arasındaki hiçbir ilişki bulamamıştır. Yol güvenliği incelemelerinden gözlemlerimiz, yayaların, kırmızı ışıkta geçmeyi tercih ettiklerini ve onları nadiren kullandıklarını önermektedir.

Genel bir kural olarak, biz, METROBÜS koridorlarında eş düzey sinyalize yaya geçitlerini kullanmayı ve yaya köprülerinden kaçınmayı önermekteyiz. Köprüler sadece ekspres yollar gibi sinyalize bir yay geçidi yerleştirmenin pratik olmadığı yüksek hızlı yollarda kullanılmalıdır. Sokak, METROBÜS şeritlerine ilaveten yön başına minimum üç karma trafik şeridine sahip olmalıdır. Bir ekspres yolda METROBÜS üzerinde yaya köprülerinin kullanımının iyi bir örneği, Bogotá'da TransMilenio üzerindeki Autopista Norte koridorudur. Eğer sokak daha dar ise, yayaların korkuluklar üzerinden atlamaları ve yaya köprüsü altında eş düzey geçiş yapmaları daha yüksek ihtimaldir.

Yaya köprüleri her zaman yayaların kırmızı ışıkta geçmesini önlemek için korkuluklar ile donanımlı olmalıdır. Korkuluklar, insanların üzerlerinden atlamasını önlemek için yeterince yüksek olmalıdır. Aynı zamanda sıklıkla incelenmeli ve hasar gördükleri veya yok edildikleri zaman değiştirilmelidirler..



*Arequipa, Peru'da bir yaya köprüsü altında kırmızı ışıkta geçen yaya. Fotoğraf Carsten Wass.*



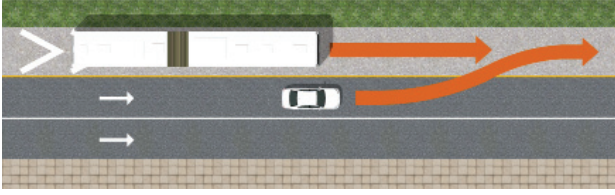
*Delhi'de, bir yaya köprüsünün yanında otobüs yolu boyunca kırmızı ışıkta geçen ve bir korkuluk üzerinden atlayan yayalar. EMBARQ fotoğrafı*

## OPERASYONLAR

Yaya üst geçitleri, otobüs ve yaya trafiği arasında tam bir ayrım sağlar. Sonuç olarak, bir otobüs şeridinin kapasitesi, çalışma hızlarından da yaya geçitlerinden de etkilenmez.

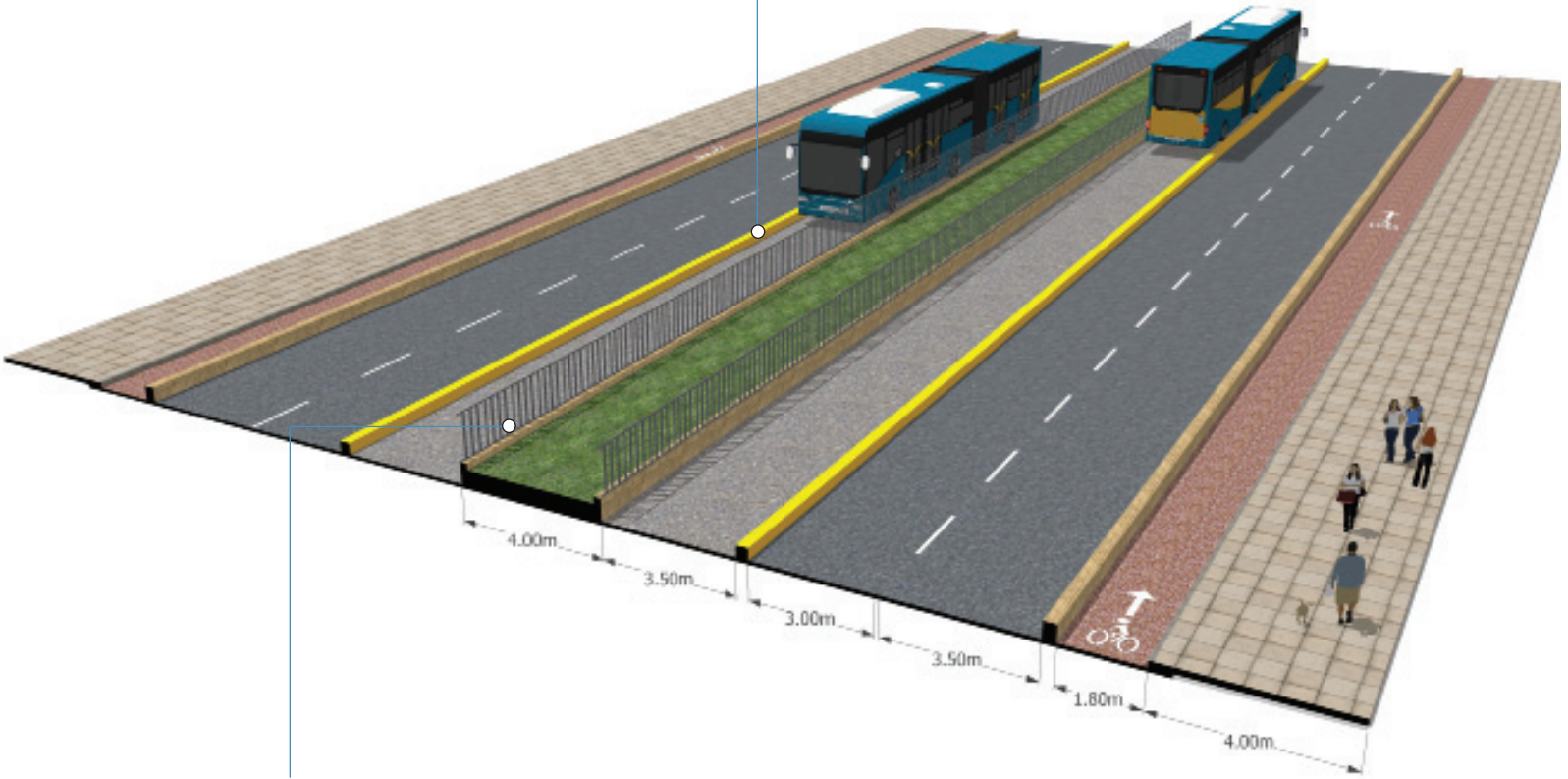
Buna rağmen, eğer yaya köprüsü, uygunsuz bir kapsamda kullanılırsa (örneğin dar kentsel arter), yayaların otobüs şeritlerini yürüyerek geçmeleri veya trafikte bir boşluk için otobüs şeritlerinden beklemeleri muhtemeldir ve tüm bunlar hem yayalar hem de yolcular için güvenlik hususlarını ortaya çıkarır.

# SOKAK KESİTLERİ – ORTA ŞERİT METROBÜS/OTOBÜS YOLU KORKULUKLAR



*Kaza diyagramı: tahsisli otobüs şeritleri olan otobüs koridorlarında yaygın bir kaza türü – arabalar otobüs şeritlerine girmekte ve otobüslerle çarpışmaktadırlar*

Otobüs şeritleri ve karma trafik şeritleri arasında fiziksel ayırım, otobüs şeritlerine giren ve otobüslerle çarpışan araç riskini ortadan kaldırmak için gereklidir. Şerit işaretlemeleri ve yükseltilmiş kaldırım işaretlemeleri, bu çatışmaları ortadan kaldırmak için etkin tedbirler değildirler. Yükseltilmiş bir bordür veya refüj kullanılmasını öneriyoruz.



Korkuluklar, yayaların kırmızı ışıkta geçmesini önlemek için yaya geçitleri arasındaki koridorun uzunluğu boyunca kullanılmalıdır. Dirençli korkuluklar kullanmayı ve hasar görebilecekleri veya yok edilebilecekleri için sıklıkla kontrol edilmelerini önermekteyiz.

Korkuluklar aynı zamanda yayaların üzerlerinden atlamalarını önlemek için yeterince yüksek olmalıdır. Korkuluklar arasında ekili bir refüj kullanmak da insanları karşıdan karşıya geçme girişiminde bulunmaktan vazgeçirmeye yardımcı olabilir.



Belo Horizonte, Brezilya'da bir otobüs yolu boyunca hasar gördüğü için orta blokta geçişe olanak sağlayan bir korkuluk. Fotoğraf Carsten Wass.



Delhi'de bir otobüs yolu koridoru üzerindeki korkulukların üzerinden atlayan yayalar. EMBARQ Hindistan fotoğrafı.



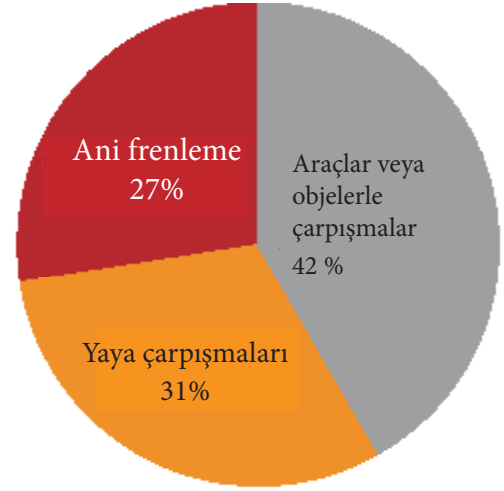
## GÜVENLİK

Yaya geçitleri arasındaki koridorun bu bölümleri için – ve özellikle eğer otobüs hızları yüksek ise – kırmızı ışıkta geçmeyi önlemek ve yayaları otobüs yollarının dışında tutmak önemlidir. Bu, yaya güvenliği için kilit bir husustur, fakat aynı zamanda otobüs yolcularında olan yaralanma sayısının azaltılmasına da yardımcı olabilir. METROBÜS yolcularında olan yaygın yaralanma sebebi, otobüs şeritlerindeki yayalardan kaçmak için sürücülerin aniden frene basmalarıdır.

Otobüsler, göreceli olarak yüksek bir maksimum frenleme hızına sahiptirler. Bu bir otobüs şoförünün zamanında yayalara çarpmaktan kaçınmasına yardımcı olabilirken otobüs içindeki yolcular için bir güvenlik riski ortaya çıkarmaktadır.

Bogota'daki TransMilenio'dan elde edilen kaza verileri, ani frenleme nedeniyle sistemdeki yaralanma kazalarının sayısının diğer araçlar veya yaya kazaları ile çarpışmalar nedeniyle olanlarla kıyaslanabilir olduğunu göstermektedir. TransMilenio güvenlik çalışanları ile görüşmelerin yanı sıra kaza açıklamalarından sürücülerin yayaları ezmek için aniden frene basarak otobüs şeritlerindeki yayalara reaksiyon göstermek için eğitilmiş oldukları öğrendik. Bu tedbiri uygulamanın bir sonucu olarak, TransMilenio çalışanları, sistemdeki yaya kazalarının azaldığını, fakat otobüsler aniden frenlediği için insanlar otobüs içinde düştükleri ve yaralandıkları için otobüs yolcularındaki yaralanmaların arttığını rapor etmişlerdir. Yaya kazalarını önlemek için ani frenleme, aynı zamanda konvoy halinde seyahat eden METROBÜS otobüsleri arasında pek çok arkadan çarpışmaya yol açmıştır.

### BOGOTA'DA TRANSMILENIO ARAÇLARINI İÇEREN YARALANMA KAZALARI, TÜRÜNE GÖRE



TransMilenio S.A. tarafından sağlanan verilerden hesaplanmıştır. 2005 ve 2011 yılları arasında TransMilenio çalışanları tarafından raporlanan METROBÜS araçlarını içeren kazaları içerir.

## OPERASYONLAR

Yaya güvenliği perspektifinden, kırmızı ışıkta geçmeyi önlemek için etkin bir bariyer özelliği gösterdikçe korkulukların kesin lokasyonu önemlidir. Korkuluklar, refüjde, kaldırım boyunca veya karma trafik şeritleri ve otobüs şeritleri arasında yerleşik olabilir.

Otobüs operasyonları için, otobüs şeritleri ve karma trafik şeritleri arasında korkulukları yerleştirmek daha avantajlı olabilir. Bu, otobüs hatlarında kırmızı ışıkta geçmenin önlenmesine yardımcı olacaktır ve karma trafikten daha güçlü bir ayırım oluşturacaktır.

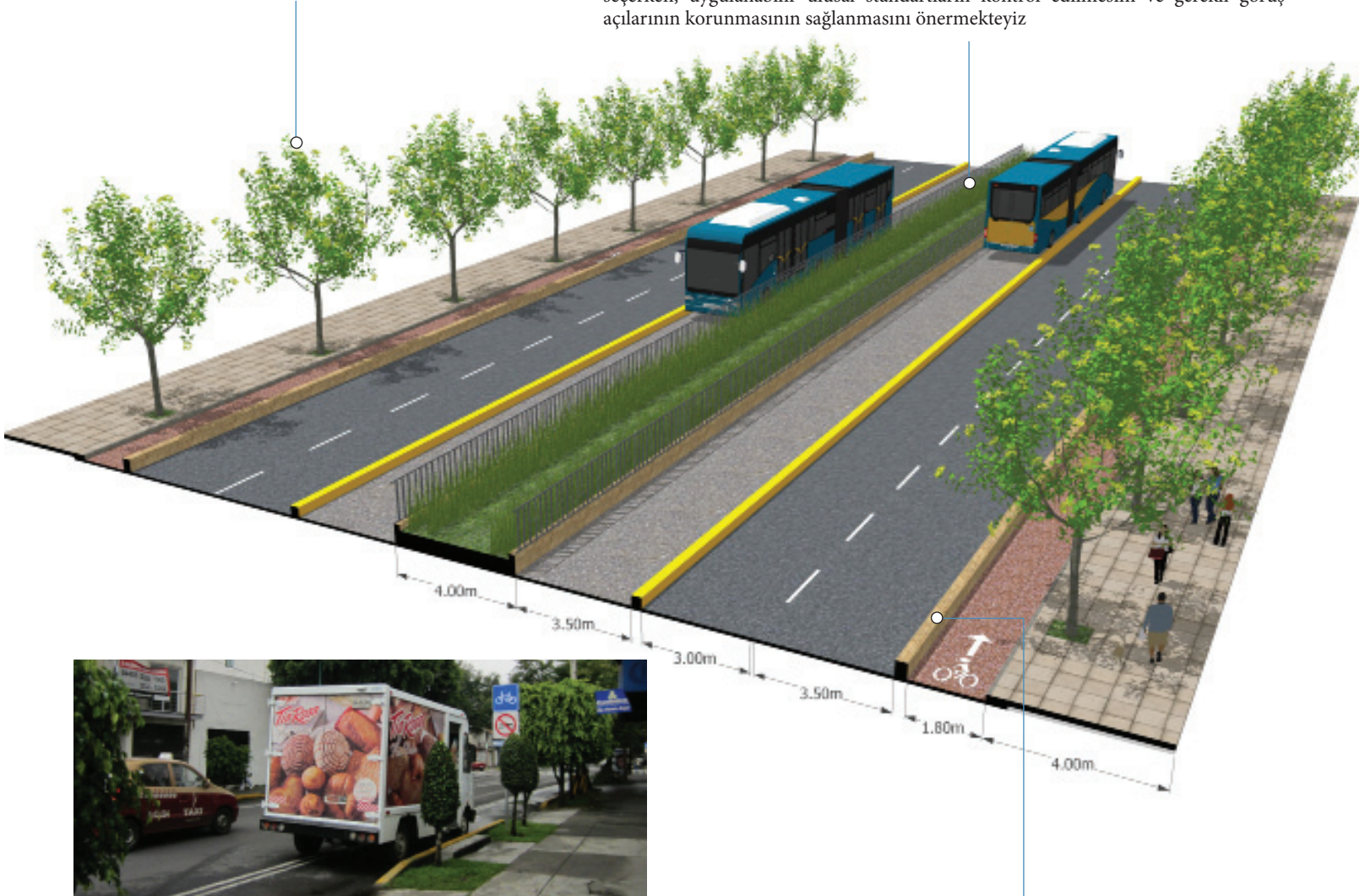


Ahmedabad'da Janmarg METROBÜS koridoru üzerinde otobüs şeridi ve karma trafik şeritleri arasında korkuluklar. EMBARQ fotoğrafı.

## SOKAK KESİTLERİ – ORTA ŞERİT METROBÜS/OTOBÜS YOLU BİSİKLET ALTYAPISI VE BİTKİLENDİRME

Kavşaklara veya blok ortası geçitlere yaklaşımlarda görüş açısını engellemek koşuluyla kaldırımlar ve bisiklet şeritleri boyunca sokak ağaçlarının kullanılmasını önermekteyiz. Sıcak iklimlerde, ağaçların arasının boşluklandırılmasını önermekteyiz, böylece sürekli bir örtü oluşturarak yaya ve bisikletlilere gölge sunabilir.

Yeşillikleri otobüs şeritleri içinde de büyüyebildiği için ve bu durum potansiyel olarak sürücülerin tehlikeli kaçamak manevralar yapmasına sebep olduğu için orta refüjde büyük ağaçlar dikilmesini önermiyoruz. Bu, yeterli bakım ve bitkilendirmeyi kesmek ile yönetilebilir, fakat pek çok durumda, bu, otobüs koridoru işletmecisinin sorumluluğu olmayacaktır, daha ziyade diğer bir yerel hükümet departmanının sorumluluğunda olacaktır. Büyük ağaçlardan, aynı zamanda kavşaklara veya blok ortası geçitlere yaklaşımlarda da kaçınılmalıdır. Hangi ağacın kullanılacağını seçerken, uygulanabilir ulusal standartların kontrol edilmesini ve gerekli görüş açılarının korunmasının sağlanmasını önermekteyiz



Mexico City'de bisiklet şeridine park etmiş teslimat kamyonu. EMBARQ fotoğrafı.



Ahmedabad'da Janmarg METROBÜS'de motosikletler için park yeri olarak kullanılan bisiklet yolu. EMBARQ fotoğrafı.

Bisiklet yolları için fiziksel ayırım, araçların onlara girmemesini temin etmek için gereklidir. Yükseltilmiş bir bordür, ayırım oluşturmak için basit bir cihazdır. Aynı zamanda bakımı kolaydır ve az yer tutar (20 - 30 cm).

Aynı zamanda bisiklet yolunun sokak satıcıları tarafından işgal edilmemesini ve Ahmedabad'da Janmarg METROBÜS 'in bazı bölümlerinde olduğu gibi motosiklet park yeri olarak kullanılmamasını temin etmek de önemlidir. Kısmen, bu, sokak boyunca tüm aktiviteler için yeterli boşluk sağlayarak - iki tekerlekli park etmesi için provizyonlar dahil olmak üzere- da ele alınabilir. Fakat, aynı zamanda yaptırım ve eğitim yoluyla da ele alınması gereklidir.

## GÜVENLİK

Sokakta bisiklet tesisleri olmadığı zaman bisikletliler çoğunlukla tahsisli otobüs şeritlerinde bisiklet sürmeyi seçeceklerdir, çünkü onları karma trafik şeritlerinden daha güvenli olarak algırlar. Fakat, otobüs şeritleri, hem otobüslere hem de bisikletlere hizmet edecek şekilde tasarlanmamışlardır ve şeritleri paylaşmak çoğunlukla ciddi ve hatta ölümcül kazalar ile sonuçlanabilir.

Bisikletler ve otobüsler için aynı şeridi paylaşmak olasıdır, fakat bu genellikle otobüsler için hızların azaltılmasını ve otobüslerin bisikletlileri sollamalarına olanak sağlamak için ilave genişlik sağlanmasını içerir. Bu, genellikle, 3 ila 3.5 metrelik şerit genişliği ve yüksek hızlarda seyahat eden büyük körüklü yada iki-körüklü otobüs özelliği gösteren METROBÜS veya Otobüs yolu koridorlarında ve pratik değildir.

Koridoru kullanması beklenen anlamlı hacimde bisikletliler olduğu zaman, biz bisikletliler için tahsisli altyapının kullanılmasını öneririz. İdeal olarak, kısa bloklu yoğun bir sokak ağında bisiklet altyapısı, bisikletliler ve otobüs koridorunu kullanan tüm diğer trafik modları arasında tartışmalarından kaçınmak için METROBÜS koridoruna paralel bir sokakta sağlanmalıdır. Eğer bu mümkün değilse, bisiklet altyapısı otobüs koridorunda sunulmalıdır.

Fiziksel bir ayırım sunmayan bisiklet şeritlerinin aksine, motor trafiğinden fiziksel olarak ayrı ve kaldırımdan ayrı olan bisiklet yollarının kullanılmasını öneriyoruz (NACTO 2011).

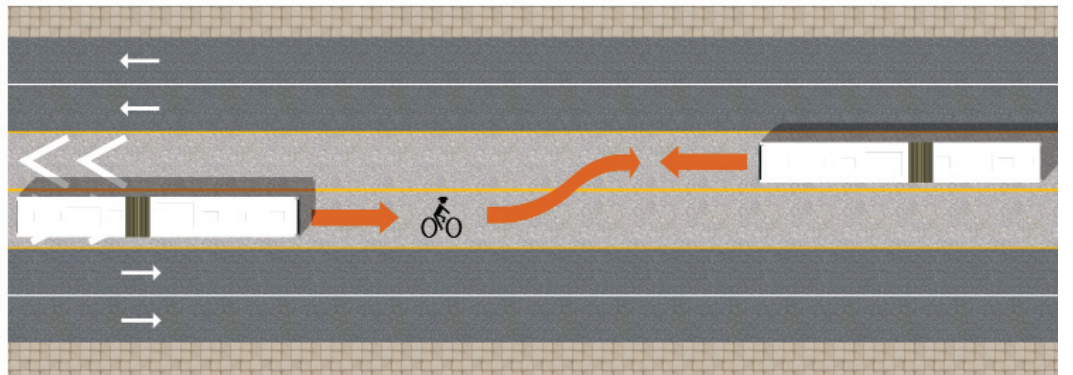
Fiziksel ayırım, sürücülerin bisiklet şeritlerini belirten işaretlere ve işaretlemelere saygı duymayacakları ve park için çoğunlukla bisiklet şeritlerini kullanacakları gelişmekte olan dünya şehirlerinde önemlidir. Ticari alanlarda koridor tasarımcılarının, lokal dükkanlara teslimatları ve bunların komşu bir sokaktan yapılabileceğini değerlendirmeleri gerekir.



Mexico City'de Metrobüs Hattı 3 (Puente de Alvarado) üzerindeki tahsisli otobüs şeritlerini kullanan bisikletli. Fotoğraf Carsten Wass..



Curitiba'da METROBÜS sistemi üzerinde tahsisli otobüs şeritlerini kullanan bisikletli. Otobüs şeritlerinde bisikletlere izin verilmez. Fotoğraf EMBARQ Brezilya sayesinde temin edilmiştir.

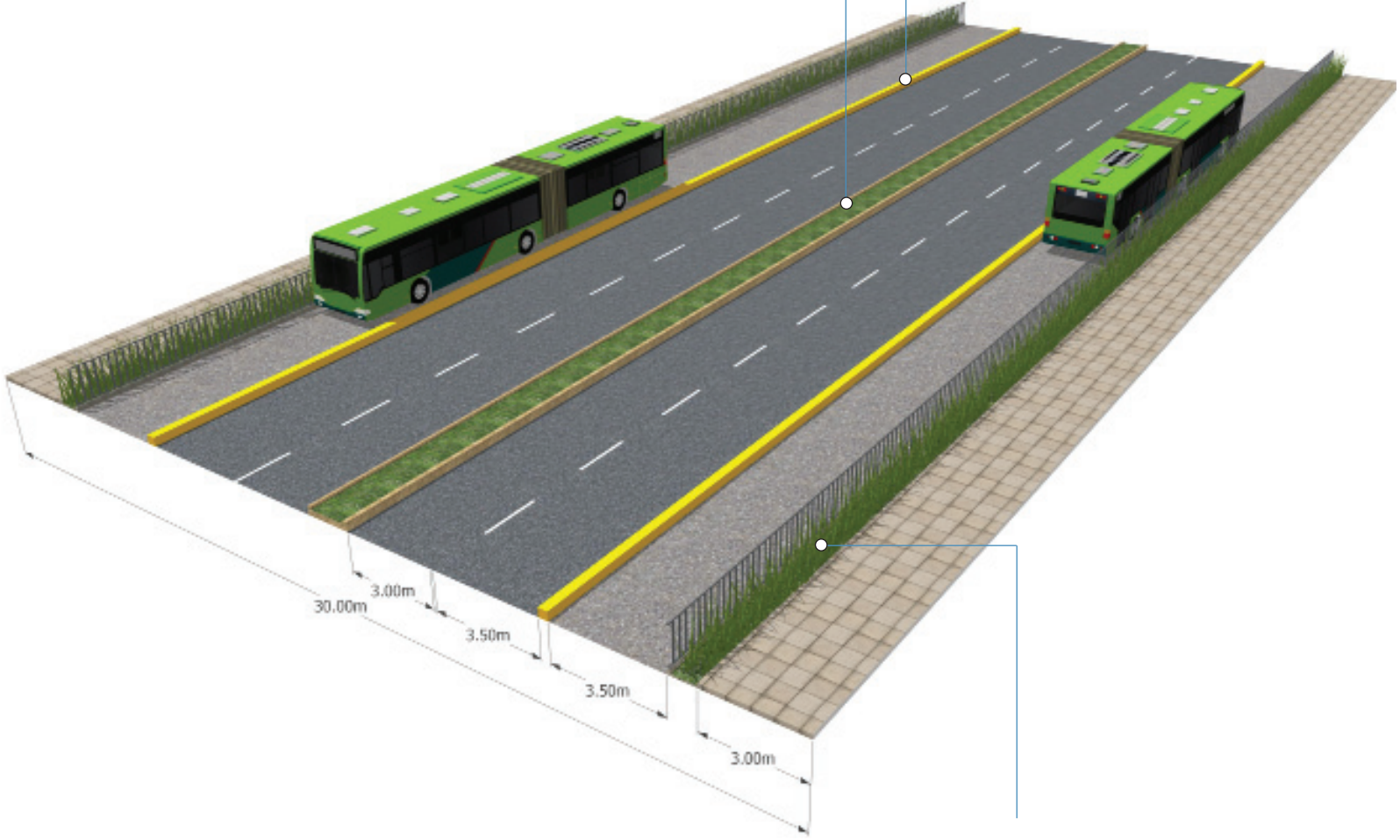


*Kaza diyagramı: Metrobüs, Mexico City'den çalışanlar tarafından açıklandığı gibi bir bisikletli ve bir METROBÜS aracı arasındaki çarpışma. Yaygın bir kaza durumu, arkadan yaklaşan bir otobüsün yolunda çıkmaya çalışan veya gelmekte olan bir otobüse çarpan veya kontrolü kaybeden ve düşen bisikletleri içermektedir. Tüm bu durumlar, genellikle ciddi yaralanmalar ile sonuçlanır.*

# SOKAK KESİTLERİ – KALDIRIM KENARI METROBÜS/OTOBÜS YOLU KALDIRIM KENARI ŞERİTLER İÇİN SOKAK TASARIMI

Kaldırım kenarı otobüs şeritleri genellikle karma trafik için mevcut olan sokak boşluğu miktarını büyük ölçüde azaltmadan merkeze otobüs altyapısı eklemek için yeterli boşluğun olmadığı daha dar sokaklarda kullanılır. Sokak genişliğine bakılmaksızın, sokaktaki araç çarpışmasını %15 oranında azaltabildiği için iki trafik yönü arasında bir refüj yerleştirilmesini öneriyoruz (Guadalajara modeli, p.<0.05).

Güvenlik için, kaldırım kenarı otobüs şeritleri ve karma trafik şeritleri arasında fiziksel bir ayırım sağlamak ideal olacaktır. Uygulamada, buna rağmen, çok uzun bloklu bölümlerde olası olabilir.



*Eje 1 Oriente, Mexico City üzerinde kaldırım kenarı otobüs şeridinde yürüyen yayaalar. Dar kaldırım ve hasar görmüş korkuluğu not ediniz. Fotoğraf Carsten Wass*

Kaldırım kenarı otobüs şeritleri, otobüs şeritleri ve kaldırım arasında bazı fiziksel bariyer formları olmadan güvenli bir şekilde çalışmazlar. Tüm korkuluklarda olduğu gibi, hasar görebilirler veya yok edilebilirler, bu yüzden sıklıkla incelenmelidirler. Aynı zamanda etraflarında bitkilendirme veya sokak mobilyası kullanılarak iyi sokak tasarımına entegre edilebilirler.



*Mexico City'de Eje Central (Lazaro Cardenas) üzerindeki kaldırım kenarı otobüs şeridinde bir duran ve müşterileri çekmeye çalışan bir Mariachi grubu. Bir araba, yasa dışı bir şekilde otobüs şeridinde duracaktır ve onları alacaktır. EMBARQ fotoğrafı.*

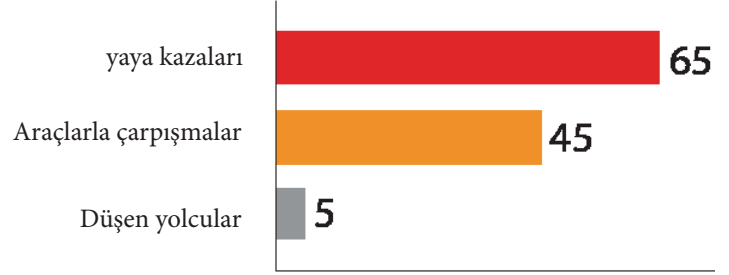
## GÜVENLİK

Kaldırım kenarı otobüs şeritleri, orta şerit otobüs koridorlarından daha fazla güvenlik problemine sahip olma eğilimindedirler. Temel güvenlik konusu, otobüsler ve yayalar arasındaki kazalardır. Otobüs şeritleri direkt olarak kaldırıma komşu olduğu için yaya trafiği sıklıkla otobüs şeritlerine dökülecektir.

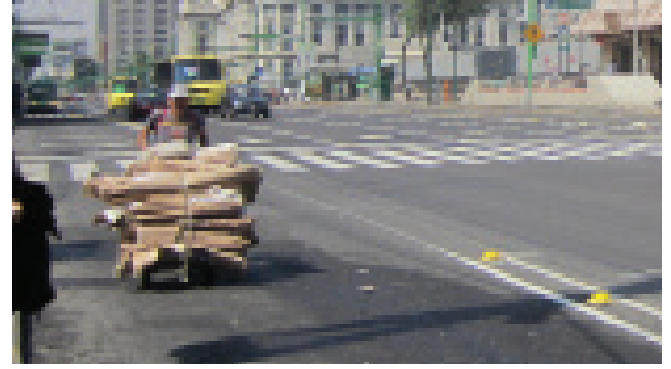
Yüksek yaya hacimli alanlarda, otobüs şeritlerinde yürüyen, bekleyen veya mal taşınması yapan insanları görmek olağandışı değildir. Bazı durumlarda, fakat her zaman olmamak üzere, bu kaldırımlardaki kalabalık nedeniyle olabilir. Alan incelememiz esnasında, Mexico City'de Eje Central üzerindeki kaldırımlar kalabalık değildi, buna rağmen otobüs şeritlerini kullanan pek çok insan fark ettik.

Bir bakıma, bu bir erişilebilirlik konusudur. Örneğin, el arabalarını itmesi gereken insanlar, kaldırıma olan rampaları çıkmaktan ziyade çoğunlukla otobüs şeritlerini kullanmayı tercih ederler. Bu aynı zamanda muhtemelen otobüs şeritlerinin göreceli olarak daha güvenli olduğu algısı nedeniyle, çünkü genel trafik şeritlerinden daha az sayıda araç taşır. Bu hususu belirtmek için, yayaları otobüs şeritlerinin dışında tutmak adına kaldırım boyunca korkuluklar yerleştirilmesini, fakat aynı zamanda koridor boyunca olan kaldırımların seviye değişiklikleri, dik rampalar veya rampalara erişimi engelleyen objeler olmadan iyi durumda olduklarının temin edilmesini önermekteyiz.

MEXICO CITY EJE CENTRAL KALDIRIM KENARI OTOBÜS KORİDORUNDA OTOBÜSLERİ İÇEREN KAZALAR, TÜRE GÖRE (2006 - 2010)



Mexico City hükümeti tarafından sağlanan veriden hesaplanmıştır, 2011.



Mexico City'de Eje Central üzerinde bir kaldırım kenarı otobüs şeridinde yük dolu el arabası iten kişi in. EMBARQ fotoğrafı.

## OPERASYONLAR

Uygulamada, kaldırım kenarı otobüs şeritleri nadiren yön başına saatlik 5,000 yolcudan daha yüksek kapasitelere erişirler (Wright ve Hook, 2007).

Bunun ilk sebebi, kaldırım kenarı şeritlerinin neredeyse asla münhasır otobüs şeritleri olarak çalışmayacağı gerçeğidir. En sık görülen kesişme, sağa dönmeye önce otobüs şeridi ile birleşen sağa dönen araçlardır. Bu araçlar sadece otobüsler için şeridin kapasitesini azaltmaz, aynı zamanda da otobüs trafiğini yavaşlatır. İlave olarak, otobüs şeritlerinde trafiğin yavaşlatılmasına da katkı sağlayabilecek olan şeritleri kullanan yayalar ve bisikletliler ile de çok sayıda çatışma vardır.

Değerlendirilmesi gereken diğer bir çatışma da minibüsler ile olmaktadır ve bu özellikle Latin Amerikan şehirleri ile ilgilidir. Minibüsler, önceden belirlenmiş rotalarda çalışırlar, fakat genellikle sabit durakları yoktur. Bunun yerine bir sokak üzerinde farklı lokasyonlarda yolcu alıp indirebilir. Bir kaldırım kenarı otobüs koridorunda, yolcularını indiren veya bindiren minibüsler, Mexico City'de Eje Central vakasında olduğu gibi otobüs şeridinde duracaklardır. Kaldırım kenarı otobüs şeridi ile karma trafik şeritleri arasında fiziksel bir bariyer kullanmak, koridorun bazı bölümlerinde bu problemi çözebilir (özellikle daha uzun blokları olanlar). Fakat sağa dönüş trafiği, çoğunlukla kavşaklara yaklaşırken otobüs şeritleri ile birleşme ihtiyacı duyarlar ve bariyerlerin oralarda devam etmemesi gerekir.

# KAVŞAKLAR

## KİLİT GÜVENLİK HUSUSLARI

Kavşaklarda güvenliği arttırmanın anahtarı, basit, sıkı kavşaklar tasarlamaktır. Kavşakların boyutu ve kompleksliği, sürekli olarak bizim veri tabanımızda yer alan tüm otobüs koridorları boyunca daha yüksek kaza frekansları ile korele idi.

## KAVŞAK BOYUTU

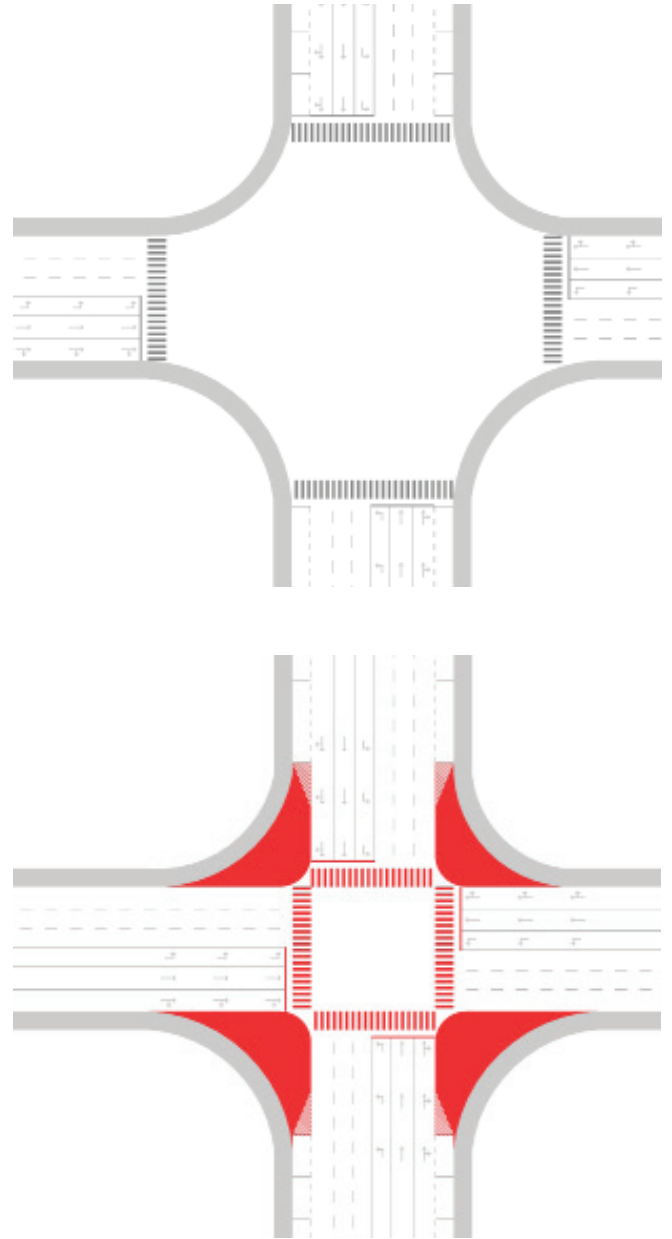
Bir kavşağın alanı, sağa dönüş yarıçaplarının uzunluğundan ve her bir yaklaşımın genişliğinden etkilenir. Bizim kaza frekans modelimiz, kavşağa giren her bir ilave şeridin kazaları %10 oranına kadar arttırabildiğini önermektedir (tüm modeller,  $p < 0.001$ , Ek A).

Kavşakları olabildiğince dar tutmak için, biz, sağa dönüş yarıçapını sıkılaştırmayı yani sadece sağa dönüş yapmak için gerekli olan minimum genişliğin sağlanılmasını öneriyoruz. İlave olarak, biz, park şeritleri üzerinde bordür uzantıları kullanmayı ve otobüs koridoru üzerindeki toplam şerit sayısını düşük tutmayı öneriyoruz.

## SOLA DÖNÜŞLER

Biz, bir kavşakta izin verilen her bir sola dönüş hareketinin kazaları %30'dan fazla arttırabildiğini bulduk (Mexico City modeli,  $p < 0.001$ ). Sola dönüşler genellikle herhangi sokak konfigürasyonu türünde yol güvenlik riski olarak değerlendirilirken orta-şerit otobüs koridorlarında özellikle tehlikelidirler. Orta-şerit koridorlarındaki otobüsleri içeren en yaygın kaza türü, arabalar koridorda otobüs şeritleri boyunca yasa dışı sol dönüşler yaptıkları ve arkadan yaklaşan transit bir araç ile çarpıştıkları zamandır.

Pek çok orta-şerit otobüs koridorlarında, sola dönüşler yasaklanmıştır ve pek çok kavşakta döngüler ile yer değiştirmişlerdir. Bu, basit bir şekilde riski otobüs koridorundan yakındaki bir sokağa kaydırmak için döngünün dikkatli bir şekilde tasarlanmasını gerektirir. Aynı zamanda hem sol dönüş yasağını hem de yerini alan döngüyü gösteren işaretler kullanmak önerilir. Alternatif olarak, sola dönüşlere, tahsisli bir sola dönüş fazı ile belirli lokasyonlarda izin verilebilir.



Daha dar dönüş yarıçapı ve bordür uzantılarının (kırmızı renkli) bir kavşağın alanını azaltmak için nasıl kullanılabileceğini gösteren diyagram.

## YAYA GEÇİTLERİ

Model sonuçlarımız, yaya geçidinde her bir ilave metrenin yaya kazalarının sayısında %3 ila %5 arasında bir artış ile koreledir. Burada, trafik şeritlerini mevcut tutarak bir kavşakta yaya geçidi uzaklığını azaltmak için iki tasarım konsepti sunulmaktadır. Her iki yönde de bir park şeridi olan dört-şerit sokak örneği ile başlayabiliriz. Burada geçit uzaklığı 19.3 metredir.

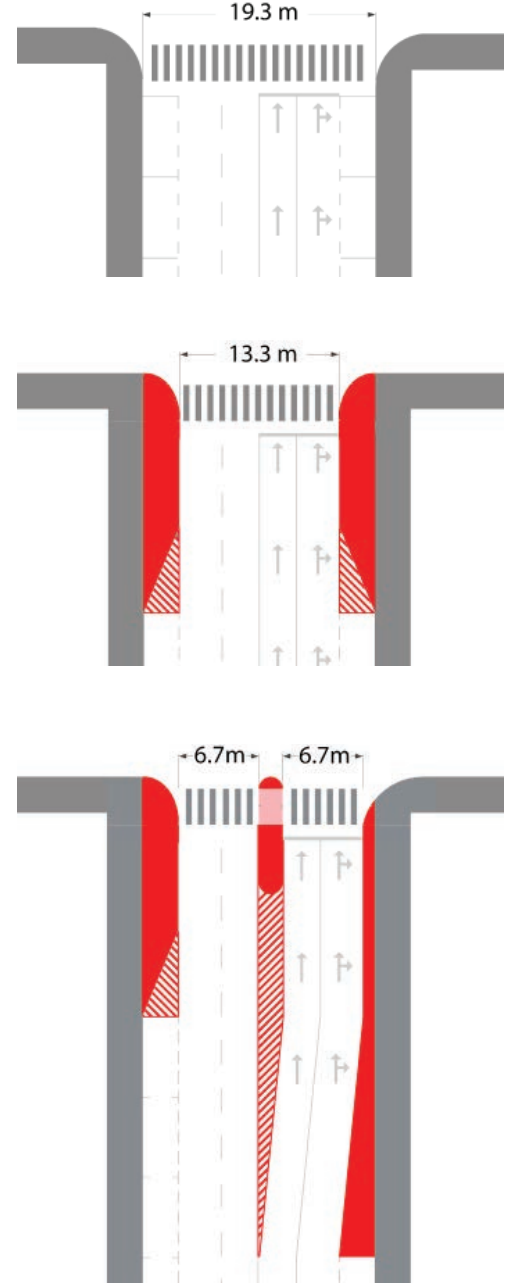
Bordür uzantıları (veya bordür çizgileri) kullanarak, kavşağa yaklaşımda iki park şeridi üzerinde kaldırım genişletebiliriz. Bu, geçit uzaklığının 6 m kısaltılmasına yani 13,3 m'ye indirilmesine yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda da, hem sürücüler hem de yayalar için görülebilirliği artırmaktadır. Yaya geçidine kadar olan genişletilmiş alanda ard arda park etmiş arabaların bulunması halinde yayaların park etmiş bu arabaların arkasında beklenilmeyen bir şekilde ortaya çıkmaları olasılığı bulunmaktadır. Bu durum, yaya kazalarına neden olan yaygın bir faktördür. Kavşağın önünde park etme alanlarını kaldırarak (aynı zamanda "doğal aydınlatma" olarak bilinir) sürücüler ve yayalar birbirlerini daha kolay görebilirler ve bu şekilde kazaların önlenmesine yardımcı olabilir.

Diğer bir çözüm, kavşağa yaklaşımda park şeridini kaldırıp, kaldırımın yakınında olan dört şeritten ikisini kaydırmak ve yaya geçidinin merkezinde bir yaya refüj adası oluşturmak için son boşluğu kullanmaktır. Bu uygulama, yayaların bir seferde sadece iki şerit geçmelerini sağlayacağı için (ya da 6,7 m yaya güvenliğini daha da arttırmaktadır. Nasıl tasarlandığına bağlı olarak, kavşağa yaklaşımda şerit kaydırmak aynı zamanda bir hız azaltma ölçümü olarak kullanılabilir ve bu durum yayalar için güvenlik sağlar.

## KORUMALI YAYA BOŞLUĞU

Mexico City'de, 2011 yılında, Metrobüs hattında ilerleyen bir otobüs açık bir şekilde dönüşü kaçırıp yaya bekleme alanına çıkıp, bir grup insanın üzerinden geçerek üç kişinn ölümüne ve bir çok kişinin yaralanmasına neden olan ölümcül bir kaza meydana geldi.

Sokağın ortasında yerleşik olan yaya bekleme alanının – refüj adası gibi – olduğu yerlerde, yayalar için güvenlik önlemlerini sağlamak önemlidir. Bu güvenlik önlemleri, trafik ikaz konileri veya yükseltilmiş bordürler yerleştirilerek alınabilir. Bu şekilde, bir sürücü aracın kontrolünü kaybederse veya bir dönüşü kaçırırsa aracın yayalara zarar vermesi yerine bir trafik ikaz konisi veya bir bordüre çarparak istenmeyen kazalar önlenmiş olur.



# KİLİT GÜVENLİK HUSUSLARI

## KAVŞAK İŞARETLEMELERİ

Daha büyük kavşaklar için ise kavşak alanı boyunca hareketleri – ve özellikle dönüşleri – yönlendirmeye yardımcı olan özel kaldırım işaretlemelerini kullanmak önerilir. İki temel kavşak işaretlemesi türü vardır: i) şerit işaretlemelerinin uzatılması (genellikle bir şeridin bir kavşağı geçtiği yerlerde kesikli çizgi formunda ve iki şeridin kesiştiği bir çarpı şeklinde) ve ii) hayalet adalar (kavşak boyunca hiçbir hareketin oluşmadığı ve ince çizgi işaretlemeleri ile işaretlenmiş olabilecek alanlar). Kaldırım işaretlemelerinin şekli ve boyutu, ülkeden ülkeye değişmektedir. Önerimiz, her lokasyon için doğru işaretleme türünü bulmak adına uygulanabilir standartların kontrol edilmesidir. Bu kılavuz kitabında, Danimarka'da yaygın bir şekilde kullanılan kavşak işaretlemesi türünü göstermekteyiz.

## ŞERİT HİZALAMA

Kavşak boyunca devam eden şeritler, her zaman kavşağın her iki tarafında da uygun şekilde hizalanmış olmalıdır. Şerit hizalamada hafif bir hata olması, sürücülerin kafasını karıştıracak bir durum oluşabilir ve kavşaktan çıkarken yanlış şeride geçme veya doğru şeritte kalmak için ani hareketlere neden olarak kaza ile sonuçlanabilir.

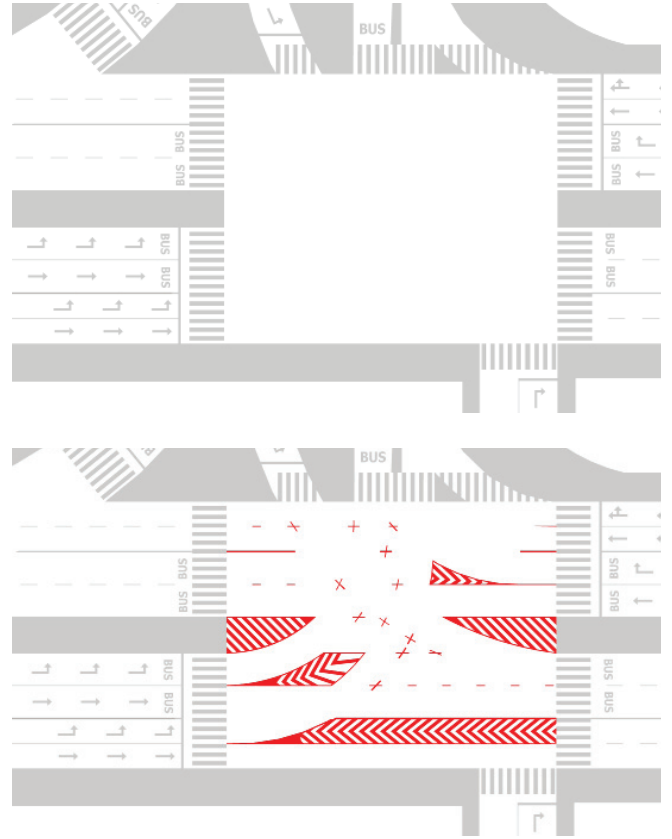
Küçük bir hatalı hizalama, sürücülerin şeritlerinde kalmalarına yardımcı olmak için kavşak işaretlemeleri kullanılarak ele alınabilir. Büyük bir hatalı hizalamaya – arabaları ters şeritlere gönderecek kadar büyük – izin verilmemelidir. Zayıf şerit hizalaması olan küçük çapraz yollar için onları kapatmayı ve sadece sağa dönüşlere izin vermeyi gözden geçiriniz.

## ŞERİT DENGESİ

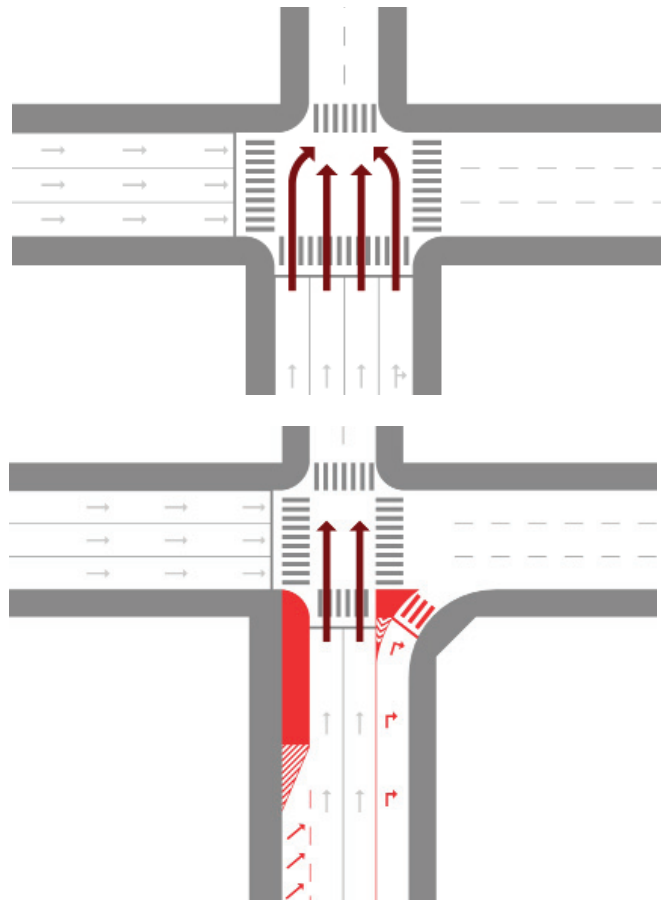
Herhangi belirli yaklaşım veya dönüş hareketi boyunca kavşağa giren şerit sayısı aynı hareket boyunca (yani düz devam etmek, sola dönmek vb.) kavşaktan çıkan şerit sayısından daha fazla ise bu şerit dengesizliği olarak tanımlanır. Bu önemli bir sorundur, çünkü araçların daha az şerit üzerinde birleşmeleri bazı sürücülerin şeritlerinde ani değişiklik yaparak kazaya sebep olabilecek reaksiyon vermelerine neden olabilir.

Bazı durumlarda, bu sorun, bazı şeritlerin sadece dönüş şeridi olarak tasarlanması ile çözülebilir. Örneğin, bir sokak bir kavşağa giren dört şeride ve kavşaktan sonra üç şeride sahipse, kavşak bağlantısındaki şeritlerden biri sadece sağ dönüşe diğeri ise sola dönüş olarak belirlenebilir. Bu çözüm, etkin bir şekilde sadece üç düz şerit bırakarak şerit dengesini geri sağlayacaktır.

Diğer bir seçenek, sürücülere önceden uyarıda bulunarak bir şeridi bir önceki kavşakta veya orta-blokta çıkartmaktır.



kavşak işaretlemeleri ile veya onlarsız bir kavşak örneği.



Bir yaklaşımda şeritleri çıkartarak veya sadece dönüş içeren şeritler oluşturarak şerit dengesizliğinin nasıl ele alınabileceğinin örneği.



## DÖNGÜLER

Orta-şerit otobüs koridorlarında sol dönüşleri engellemek yaygın bir kullanımdır. Bu, otobüsler ve genel trafik arasındaki en önemli tartışmalardan birini ortadan kaldırarak, güvenliğin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu çözüm aynı zamanda bir sinyal fazını elemine ederek ve otobüsler için daha yüksek yeşil zaman sinyal döngüsüne (g/C) izin vererek otobüs koridorundaki kapasiteyi geliştirmeye yardımcı olur.

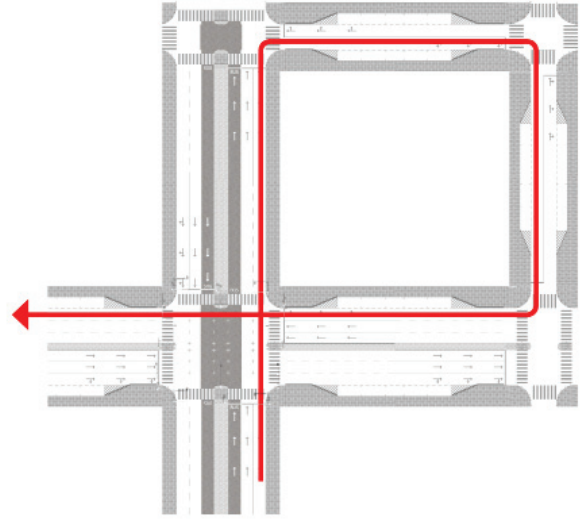
## OPSİYON 1: KAVŞAKTAN SONRA

Güvenlik sebebiyle tercih edilen çözümdür, çünkü bir sola dönüşün yerini üç sağa dönüş almaktadır (sağa dönüşler genellikle daha az problemlidir). Buna rağmen, sadece aşağıdaki durumlar sağlandığı zaman kullanılabilir:

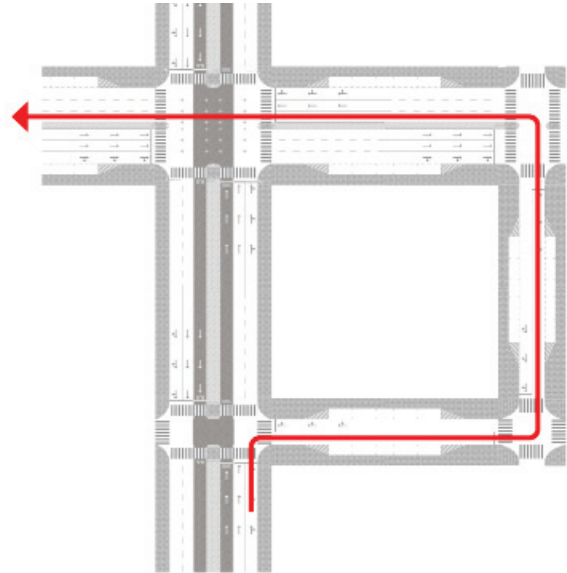
- Döngü boyunca sokaklar, herhangi güvenlik problemleri veya sıkışıklık oluşturmadan ilave trafik hacmini karşılayabilir ise,
- Döngü, fazlasıyla uzun değildir. Eğer kavşağa komşu bloklar 150 – 200 m'den daha uzun ise döngü tarafından içerilen servis yolu çok uzun olabilir ve sürücü onu kullanmayabilir ise.

## OPSİYON 2: KAVŞAKTAN ÖNCE

Bu seçenek, sadece önceki olasılığın uygun olmadığı durumlarda kullanılmalıdır. Bu döngü türünde bir sola dönüş bir sağa dönüş ve paralel bir sokak üzerinde iki sola dönüş ile yer değiştirmiştir ve sadece otobüs koridorundan diğer bir sokağa riski kaydırabilme olasılığı vardır. Aynı şartlar seçenek 1 için uygulanır: sokaklar ekstra trafiği karşılayabilir ve döngü, fazlasıyla uzun olmamalıdır.



Döngü seçeneği 1: sola dönüş yasağı ile kavşaktan sonra başlar.



Döngü seçeneği 2: Sola dönüş yasağı olan kavşaktan önce başlar..

## DÖNGÜ İŞARETLERİ

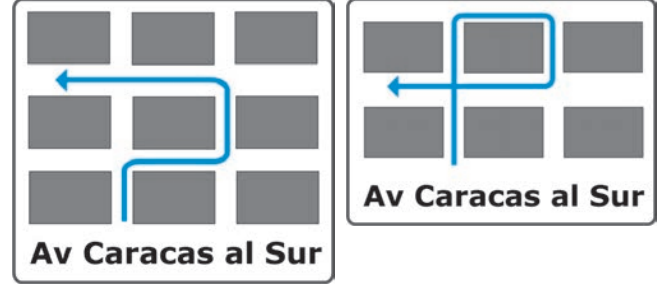
Döngünün kavşaktan önce ya da sonra başlamasına bakılmaksızın, döngüyü belirten işaretler kavşağa gelmeden hemen önce yerleştirilmelidir. İşaretlerin tasarımı ve düzeni, yerel ve ulusal uygulanabilir tasarım standartlara uygun olmalıdır. Döngü işaretlerini yerleştirmek ve tasarlamak için aşağıdaki prensipleri önermekteyiz:

## YERLEŞTİRME

- Döngüyü haber veren işaretler, her zaman, döngünün kavşaktan önce ya da sonra başlamasına bakılmaksızın sola dönüşlerin yasaklı olduğu kavşaktan önce yerleştirilmelidir.
- OGeniş yollarda (yön başına üçten daha fazla karışık trafik şeridi), döngü işaretini kaldırım yerine şeritler üzerine yerleştirmeyi veya onu iyi görülebilirlik sağlamak için hem kaldırım hem de refüje yerleştirmeyi göz önünde tutunuz.

## TASARIM

- İşaretleme, sadece döngünün konfigürasyonunu anlamak için gerekli olan minimum bilgi miktarını içerecek şekilde olabildiğince basit olmalıdır.
- Maksimum hız limiti ile geçen bir sürücü tarafından kolaylıkla fark edilecek ve okunabilecek kadar büyük olmalıdır.
- İşaret üzerinde sokak isimlerini işaretlemeyiniz. Döngünün hangi sokak için olduğunu belirtmek için sadece dönüşlerin yasaklı olduğu çapraz sokağın ismini işaretleyiniz.



iki döngü opsiyonu için önerilen tasarım. İşareti basit tutmak için sadece minimum bilginin yer aldığını ve sadece listelenmiş sokak isminin sola dönüşlerin yasaklı olduğu çapraz sokaklardan biri olduğunu not ediniz.

İlerleyen sayfalarda, önceki bölümde tartışılmış olan kilit güvenlik hususlarını entegre eden kavşaklar için pek çok tasarım konsepti sunmaktayız.

Seçilen kavşak türleri, sokak genişlikleri ve belirtilen otobüs sistemleri, veri setimizde yer alan otobüs koridorlarında bulunan yaygın sokak ve kavşak konfigürasyonlarına dayalıdır.

Kavşak türlerine, kentsel arterler ile büyük kavşaklardan küçük kavşaklara ve T kavşaklara giden bir orta-şerit Metrobüs koridoru ile başlamaktayız.

Orta-şerit Metrobüs koridorları için bizim sunduğumuz tüm tasarım prensipleri ve güvenlik özellikleri, tüm diğer otobüs sistem türleri için de uygulanabilir. Bunlar, kavşak alanını minimize etmeyi, yaya geçitlerini kısa tutmayı ve olası yerlerde yaya refüj adaları ile onları bölerek, kavşak işaretlemelerini, kavşak ışıklandırmasını ve korkulukları kullanmayı içerir.

Aynı zamanda, özellikle sağa dönüşlerin nasıl yönettildiğini dair olmak üzere kaldırım kenarı otobüs koridorlarına spesifik olan bazı kilit hususlar da vardır. Bu sebeple, biz, otobüs şeritleri boyunca sağa dönüşleri ele almanın farklı yollarını gösteren kaldırım kenarı şeritler için iki tasarım konseptini sunarız.

## ORTA ŞERİT METROBÜS / OTOBÜS YOLU KORİDORLARI

Sola dönüşü olmayan büyük 4-yol kavşak.....	36
Sola dönüşlü büyük 4-yol kavşak.....	38
Bisiklet yolları olan büyük 4-yol kavşak.....	40
Kesintisiz çapraz sokağı olan küçük kavşak.....	42
Bloke çapraz sokağı / T kavşağı olan küçük kavşak.....	43
Her iki sokakta bisiklet yolları olan ve bisiklet dönüşleri için provizyonları olan küçük kavşak.....	44

## KALDIRIM KENARI OTOBÜS KORİDORLARI / OTOBÜS ÖNCELİKLİ ŞERİTLER

Büyük kavşak, 200 metreden fazla bloklar.....	46
Büyük kavşak, 200 metrenin altında bloklar.....	48

## KAVŞAKLAR – ORTA ŞERİT BRT / OTOBÜS YOLU BÜYÜK 4-YOL KAVŞAK, SOL DÖNÜŞ YOK

Kavşak yakınındaki park şeridi üzerindeki kaldırımı genişletmek, kavşak alanının daraltılmasına ve yaya geçitlerinin kısaltılmasına yardımcı olabilir. Bunun uygulanması göreceli olarak kolaydır ve kavşak kapasitesini etkilemez ve yayalar için güvenlik unsurlarını arttırmakta çok etkin olabilir.

Aynı zamanda çapraz sokaktaki park şeridine girme ve çıkma manevraları yapan araçlar ve METROBÜS koridorundan sağa dönen araçlar arasındaki çatışmaları gidermeye yardımcı olabilir.

Kavşağın tüm taraflarında trafik sinyallerine ilaveten yaya sinyallerini kullanınız ve aynı zamanda her bir yaklaşım için kavşağın uzak tarafındaki ikincil sinyali kullanınız.



Kavşağın merkezi alanının yeterli ışık aldığı ve böylece onu geçen araçların ve yayaların gece yeterli görülebilirliğe sahip olduklarından emin olunuz.



Dar bir kavşak alanı temin etmek için fakat hala daha büyük araçlar için yeterli dönüş yarıçapına olanak vermek için sağa dönüş yarıçapını olabildiğince dar tutunuz.

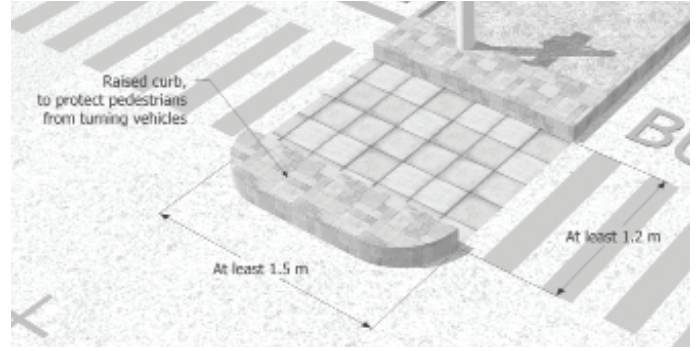
Sola dönüş yasağını ve ilgili döngüyü gösteren işaretler. Doğru işaretleri bulmak için uygulanabilir yerel veya ulusal standartları kontrol ediniz. Döngü işaretleri, kavşaktan geçen bir sürücü tarafından anlaşılabilmesi için olabildiğince basit olmalıdır.

## GÜVENLİK

Diğer büyük kentsel arterleri olan kavşaklar, METROBÜS koridorları üzerinde en yüksek kaza sayısı olan lokasyonlar arasındadır. Bunlar, güvenlik geliştirmeleri için hedefi için kilit lokasyonlardır.

Karşı sayfadaki tasarım, önceki bölümde tartışılan pek çok güvenlik önlemini entegre eder: sıkı, basit kavşak, sola dönüşlerde kısıtlamalar, merkezde korumalı refüj adaları ile kısa yaya geçitleri, korkuluklar ve yasaklı sola dönüşlerin yerini alan döngüleri açıkça belirten işaretler. Ek açıklamalar, göz önünde bulundurulması gereken diğer güvenlik özellikleri hakkında ilave detaylar sağlar.

Bu tasarımın koridor üzerinde bisiklet altyapısı içermediğini not ediniz. Bu senaryo altında, bisikletliler, otobüs şeritlerini kullanan bisikletlilerin riskini önlemek için paralel bir sokak üzerinde ele alınmalıdır. Eğer yüksek hacimde bisikletlinin koridoru kullanması beklenirse, biz, sayfalar 40-41'de gösterilen bisiklet yollarının dahil edilmesini öneririz.



Yayaları dönen araçlardan korumak için yükseltilmiş bordür.

En az 1.2 m

En az 1.5 m

Yaya refüj adasının detayı. Ada, kaldırım ile eş düzey olmalıdır ve yükseltilmiş bordür ile trafikten korunmalıdır. Yayaların beklenen hacmi için yeterli boşluk sağlamalıdır ve en azından bebek arabalı bir kişiye hizmet sunabilmelidir.

## OPERASYONLAR

Bu tasarım konsepti, pek çok durumda otobüs koridoru üzerindeki güvenliği geliştiren özelliklerin yüksek yolcu kapasitesi ile uyumlu olduğunu gösterir.

Bu durumda, biz, METROBÜS koridorundan ve çapraz sokaktan sola dönüşleri yasaklarız ve onların yerine döngüler koyarız. Bu kavşaktaki kazaların sayısının sola dönüşlere olanak sağlayan bir konfigürasyondakinden daha düşük olması beklenebilir. İlaveten, sola dönüşleri elemine etmek, kavşakta ihtiyaç duyulan sinyal fazlarının sayısını azaltır ve bu durum otobüsler için mevcut olan yeşil zaman miktarını maksimize etmeye yardımcı olur.

Blok ortası geçitleri durumunda olduğu gibi, yayaların tek sinyal fazında sokağı geçmesi için yeterli yeşil zamana olanak sağlamak için tercih edilebilir. Burada, METROBÜS koridorunu geçmek için 26 saniyelik ve çapraz sokak için 15 saniyelik minimum yaya yeşil fazı anlamına gelecektir.

Kolaylıkla otobüs koridoru için yüksek kapasiteye de olanak sağlayan kısa bir sinyal döngüsü ile erişilebilirdir.

## KAVŞAKLAR - ORTA ŞERİT METROBÜS/OTOBÜS YOLU BÜYÜK 4-YOL KAVŞAK, SOLA DÖNÜŞLER İLE

Merkezi bir otobüs yolu olan sokaklarda, sola dönüşler pek çok diğer sokak türlerine üzerinde olduğundan daha fazla yol ekseninden meydana gelir. Sonuç olarak, üst üste gelmeden her iki sola dönüşü de ele almak zor olabilir. Bogota'da TransMilenio sistemindeki yaygın bir çözüm, iki sola dönüşten sadece birine izin vermek (genellikle daha yüksek trafik hacimli olan) ve bir diğerini döngü ile değiştirmektir.



Biz, METROBÜS veya otobüs yolu koridorlarının tüm uzunluğu için otobüsler için özel trafik sinyallerin kullanılmasını öneririz. Düzenli sinyallerden açıkça ayırt edilebilir olmalıdır. Biz, burada otobüs sinyallerini tasarlamak için pek çok seçenek sunmaktayız (sol: Danimarka gerekliliklerine göre otobüs sinyali, orta: Mexico City'den Metrobüs sinyali; sağ: bir "BUS" (OTOBÜS) işareti ile standart sinyal).

Sola dönüşler, otobüs şeridinde komşu olan şeritten yapılmalıdır. Araçlar, tüm diğer hareketler kırmızı ışığa sahipken korumalı bir sola dönüş fazına sahip olmalıdırlar.



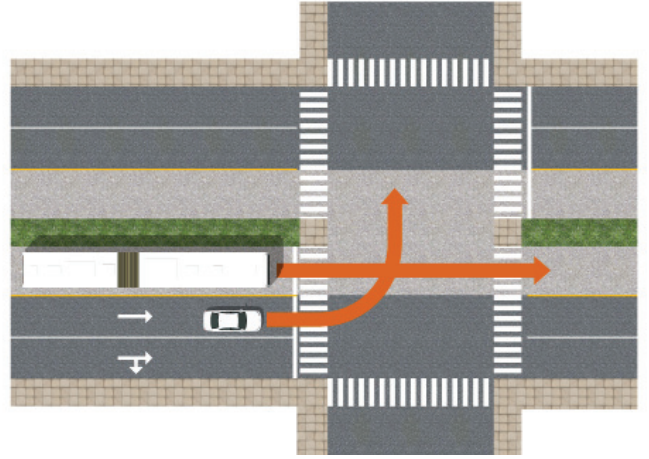
## GÜVENLİK

Kavşakta eklenen her bir sola dönüş hareketi, yaya kazalarında %30 oranında ve araç çarpışmalarında %40 artışa neden olabilir (Mexico City ve Porto Alegre modelleri,  $p < 0.001$ ).

Bu nedenle, sadece aşağıdaki kriterlerden birini karşılayan lokasyonlarda METROBÜS'den veya otobüs yolundan sola dönüşlere izin verilmesini öneririz:

- büyük hacimde sola dönüş trafiği beklenmektedir ve bu trafik, döngü yapmanın olası olmadığı durumlarda komşu veya yakındaki sokaklar üzerinde rahatlatılamaz
- blokların fazlasıyla uzun olduğu alanlar, bu, en kısa mevcut döngünün büyük bir servis yolunu ifade edeceği anlamındadır. Bu durum, endüstriyel alanlarda, büyük kampüslerin yakınlarında veya seyrek sokak ağı olan şehirlerde olabilir.

Eğer sola dönüşlere izin varsa, korumalı bir sinyal fazına ve tahsisli bir dönüş şeridinde sahip olmalıdırlar. Trafiğin otobüs şeridinde karışmasına izin verilmesini ve paylaşımlı otobüs / sola dönüş şeridi olmasını önermemekteyiz Bogota, Mexico City ve Guadalajara verileri, karma trafik şeritlerinden araçlar otobüs şeritlerine girdikleri zaman bunun sıklıkla otobüslerle çarpışmalar ile sonuçlandığını önermektedir.



*Kaza diyagramı: Orta şerit METROBÜS veya otobüs yolu koridorları üzerinde otobüsleri içeren en yaygın kaza türü: otobüslerin önünden yasa dışı sola dönüşler yapan arabalar.*

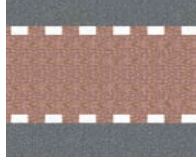
## OPERASYONLAR

Otobüs koridorundan sola dönüşlere izin vermek, otobüslere mevcut olan toplam yeşil ışık zamanını azaltacaktır, çünkü otobüsler herhangi sola dönüş aşamasında kırmızı ışığa sahip olmalıdırlar. Kapasite üzerindeki tam etkisi, gerçek trafik sinyal zamanlaması ve izin verilen sola dönüş sayısına bağlı olacaktır.

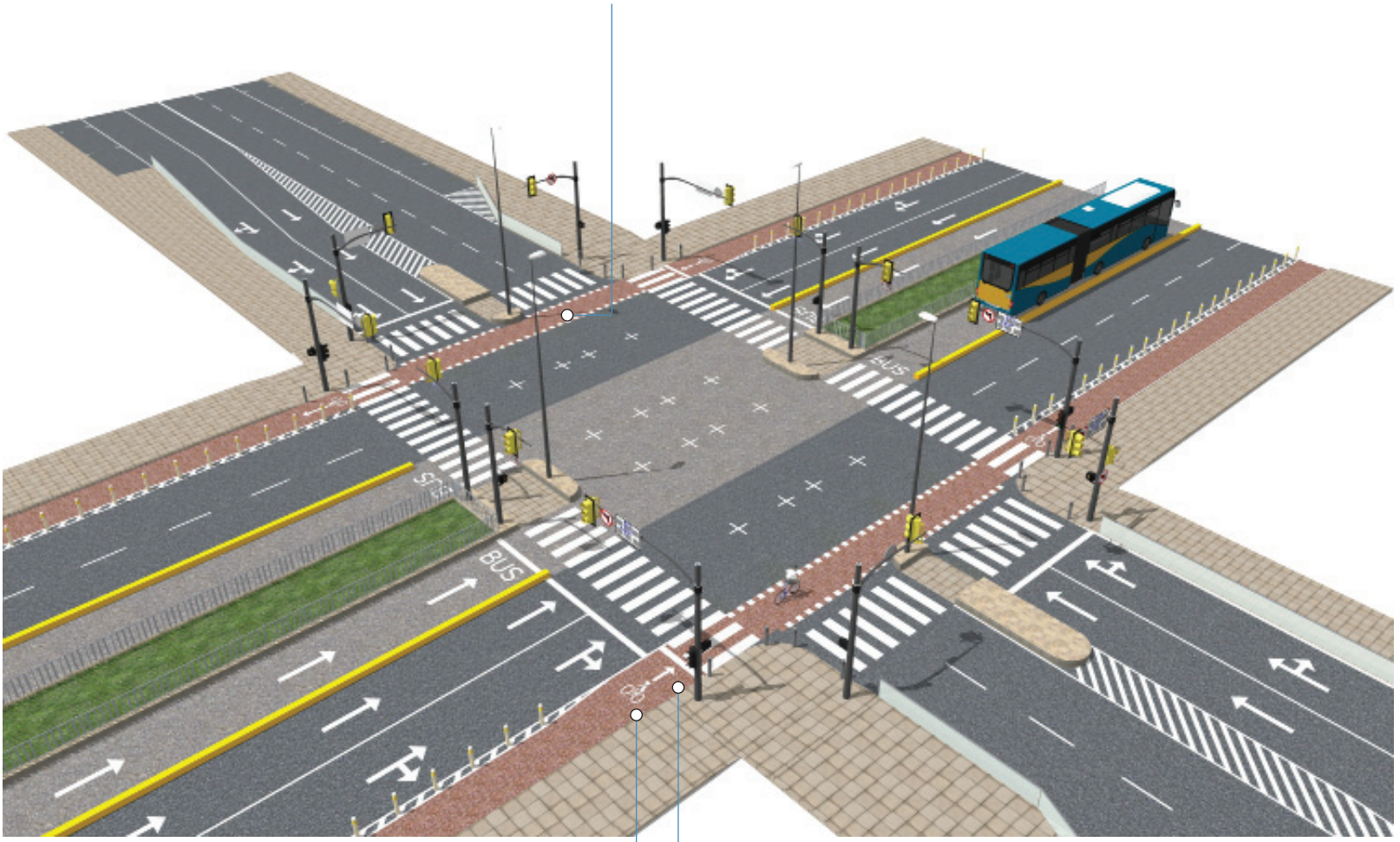
Eğer sadece sokaklardan birinden sola dönüşlere izin varsa, bu kavşaktaki kapasite durağın düzeni tarafından sınırlandırılacak olan sistemin gerçek kapasitesinden oldukça yüksektir. Buna rağmen, eğer sola dönüşlere hem ana yoldan hem de korumalı fazları olan çapraz sokaktan izin verilecekse, bu kavşağın tüm koridor için bir dar boğaz olma riski vardır.

Sola dönüşler, aynı önerilerin hem güvenliği hem de operasyonları geliştirdiği konulardan biridir. Sola dönüşleri yasaklamak, tehlikeli bir hareketi elemine ederken aynı zamanda gerekli sinyal fazı sayısını minimize ederken otobüs koridorunun kapasitesini maksimize etmektedir.

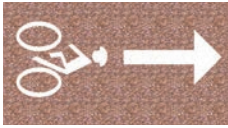
# KAVŞAKLAR – ORTA ŞERİT METROBÜS/OTOBÜS YOLU BÜYÜK 4-YOL KAVŞAK, BİSİKLET YOLLARI İLE BİRLİKTE



Bisiklet yolu için işaretlemeler, kavşak boyunca devam etmelidir. Burada, araçların bisiklet yolunu geçebilecekleri lokasyonları bisikletlilere belirtmek için kalın bir kesikli çizgi kullandık. Doğru işaretlemeleri bulmak için uygulanabilir standartları kontrol ediniz.



Bisiklet yolları için önerilen işaretlemeler.



Karma trafik ve bisikletliler için durma hatlarını ayırmayı ve bisiklet yolu durma şeridini hafif öne koymayı önermekteyiz. Bu çözüm, bisikletlilerin sağa dönen sürücülerini görebilecek durumda olmalarını temin etmeye yardımcı olabilir.

Burada, iki durma hattı arasında 1 m uzantı göstermekteyiz. Uzantı, 5 m'ye kadar olmak üzere daha büyük olabilir.



## GÜVENLİK

METROBÜS ve otobüs yolu koridorlarında bisiklet altyapısı sağlamanın önemi sayfalar 26 -27'de tartışılmıştır. Burada, bisiklet yolu olan otobüs koridorları boyunca kavşaklar için tasarım konseptlerini göstermekteyiz.

Göz önünde bulundurulması gereken en önemli kesişme, kavşak boyunca devam eden bisikletliler ve sağa dönen araçlar arasındadır. Bu durumu engellemek için gerekli güvenliği arttırmanın temel çözümü, bisiklet yolunun kavşağa yaklaşımda sürücüler tarafından açıkça görülebilir olduğundan emin olmaktır. Daha iyi görülebilirlik temin etmek için kavşaktan metrelerce önce bisiklet yolu boyunca fiziksel bariyerin kaldırılmasını önermekteyiz.

Bisiklet yolu, aynı zamanda kavşağı geçtiği için açıkça işaretlenmelidir ve işaretlemeler, burada diğer araçların bisiklet yolundan geçebileceğini bisikletlilere bildirmelidir.



*Bisiklet şeridi işaretleri ve işaretlemelerine dair bir örnek. Fotoğraf Carsten Wass sayesinde temin edilmiştir.*

## OPERASYONLAR

Bisiklet yollarının otobüs operasyonları üzerindeki tek etkisi, bisikletlileri otobüs şeritlerinden uzaktan tutarak bir bisikletlinin arkasında kalırlarsa olası gecikmeleri engellemektir. Otobüs siteminin çalışma hızı veya kapasitesi, aksi halde, bir bisiklet yolunun varlığından etkilenmemelidir.



## GÜVENLİK

Bu tür kavşak sistemleri ile ilgili olası güvenlik problemlerinin bir çoğu, önceki sayfalarda detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Kilit tasarım hususları: kavşak alanını olabildiğince dar tutmak, yaya geçitlerini kısa tutmak ve yetkisiz araçları otobüs şeritlerinin dışında tutmaktır.

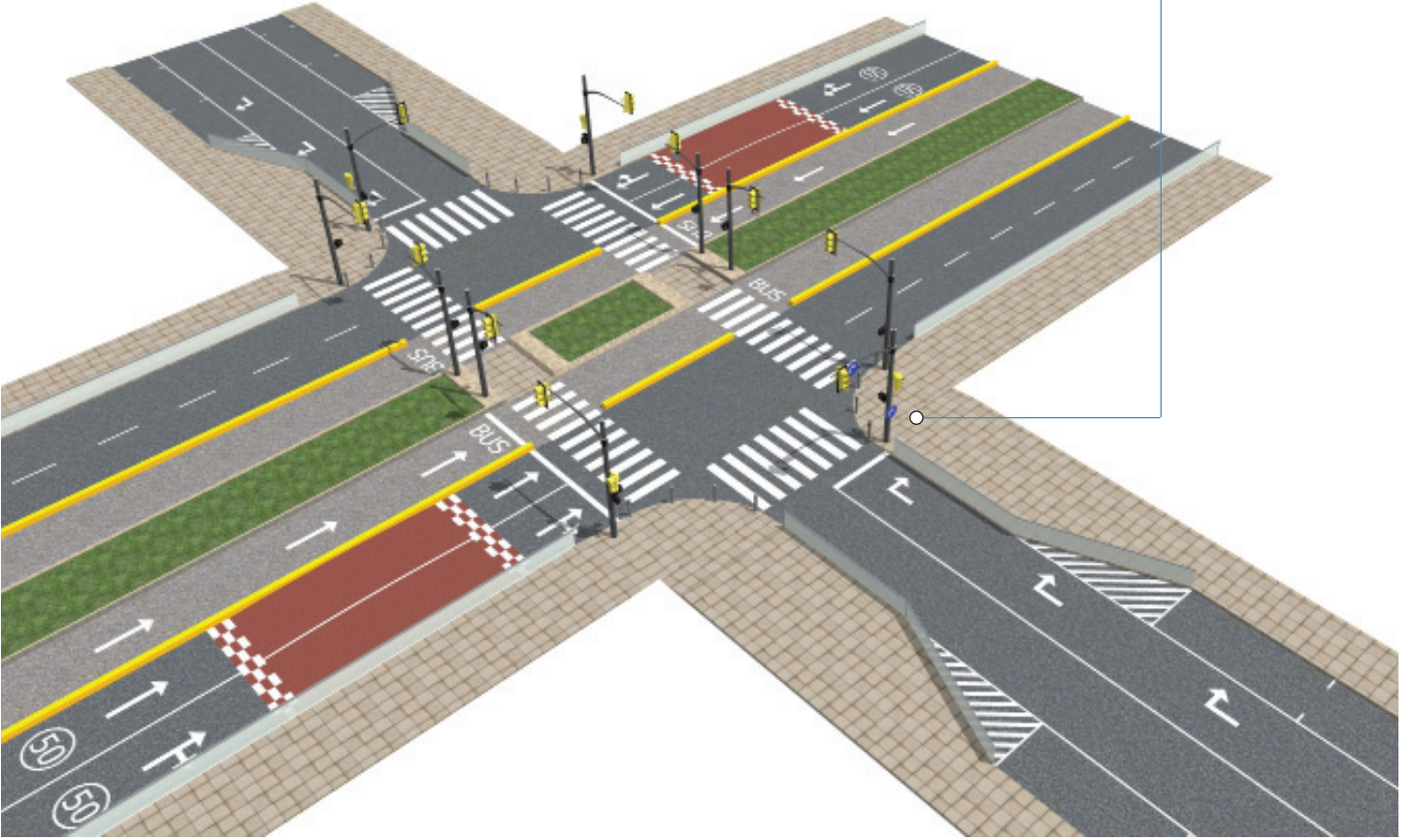
Aynı zamanda çapraz sokak için yeşil sinyal fazının yayalara bir fazda tüm otobüs koridorunu geçmek için yeterli zaman sağladığına emin olmak gereklidir.

Bu tasarım aynı zamanda yayalar için korkulukların refüj yerine kaldırım kenarı boyunca nasıl yerleştirileceğini de göstermektedir. Bu, aynı zamanda kaldırımın yasa dışı park için kullanılmasının önlenmesine de yardımcı olabilir.

## OPERASYONLAR

Çapraz sokak için yeşil ışık zamanı, Metrobüs koridorunun bordürden bordüre 28 m'lik bir genişliğe sahip olduğu göz önünde bulundurularak yayaların ana sokağı bir fazda geçmelerine olanak sağlamak için en az 28 saniye olmalıdır. Bunun, çapraz sokak üzerindeki trafik hacimleri tarafından gereçlendirilecek olandan daha fazla olması muhtemeldir, fakat yaya güvenliği için önemlidir.

Sadece tüm trafik için sağa dönüşü belirten işaret. Kullanılacak olan doğru işareti bulmak için uygulanabilir lokal standartları kontrol ediniz.



## GÜVENLİK

Çapraz sokak üzerinde düz giden trafiği bloklamak, bu kavşaktaki araç çarpışmalarını %36'ya kadar azaltabilir (Guadalajara modeli,  $p < 0.001$ ).

Buna rağmen, bu çözüm, yayalar için herhangi fayda sunmayabilir. Aslında, bir kavşak boyunca otobüs koridoru üzerindeki refüj genişletildiği zaman, trafik sinyallerini ve yaya geçitlerini elemine etmek için mevcut Metrobüs sistemleri üzerinde yaygındır. Fakat, yol güvenliği incelemeleri esnasında bizim gözlemlediğimiz yayaların bu lokasyonda karşıdan karşıya geçmeye devam edecekleridir ve kaza riskine maruz kalacaklardır. Dahası, bazı araçlar, eğer tek çatışma yaya trafiği ile ise kırmızı ışıkta durmayabilirler. Bu nedenle, geçitleri ve sinyallerin korunmasını önermekteyiz. Kavşaktan önce hız tümsekleri yerleştirerek bu potansiyel riskin giderilmesini önermekteyiz.

## OPERASYONLAR

Bu kavşakta otobüs şeritlerinin kapasitesi hala çapraz sokak üzerindeki yaya yeşil ışık fazının uzunluğu ile kısıtlıdır, bu yüzden eğer tüm diğerleri eşit ise çapraz sokağın bloklama kapasite üzerinde bir etkiye sahip olmayacaktır.

Buna rağmen, bu lokasyonlarda yaya geçitleri ve sinyalleri elemine etmek için Metrobüs koridorları üzerindeki standart uygulamaya kıyasla ortalama çalışma hızlarını azaltacaktır. Bu, çalışma hızları ve yaya güvenliği arasında bir denge anlamındadır. En azından, her 300 m'de bir sinyalize yaya geçidine sahip olunmasını önermekteyiz.

## KAVŞAKLAR - ORTA ŞERİT BR T / OTOBÜS YOLU KÜÇÜK 4-YOL KAVŞAK, OTOBÜS DÖNÜŞLERİ

İkincil sinyaller burada özellikle önemlidir. Sol dönüşü tamamlamak için bekleme kutularında bekleyen bisikletliler, birincil sinyali görmeyeceklerdir ve münhasıran ikinci olana güveneceklerdir.



Bisiklet yolu için en güvenli lokasyon, kaldırım ve park şeridi arasındadır. Bu, park etmiş yada park alanlarına girme ve çıkma manevraları yapan arabalar ve bisikletliler arasındaki çatışmaların elemine edilmesine yardımcı olabilir.

Yol üstü park yeri

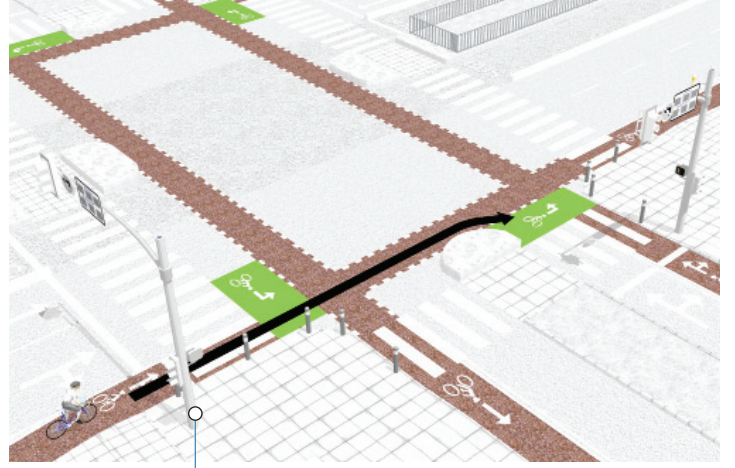
Park şeridi ve bisiklet yolu arasında tampon bölge. Bu, beklenilmeyen şekilde açılan park etmiş araba kapılarında bisikletlilerin korunmasına - bisikletliler için yaygın bir güvenlik endişesi - yardımcı olabilir.

## GÜVENLİK

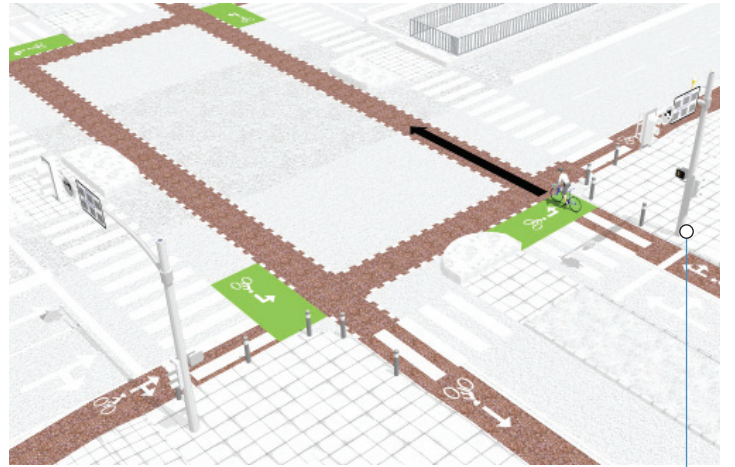
Her iki yolun da bisiklet altyapısına sahip olduğu bir kavşak için temel güvenlik endişesi bisikletliler tarafından sola dönüşlerin nasıl en iyi şekilde ele alınacağıdır. Bisiklet kutuları ve iki-aşama dönüş bekleme kutuları dahil olmak üzere tasarımcılar için pek çok seçenek vardır (NACTO 2011). Biz, iki-aşama dönüş bekleme kutuları kullanılmasını önermekteyiz ve karşı sayfadaki görüntüde bu konsepti göstermekteyiz. İki-aşama dönüş bekleme kutularının sola dönüş kutularından farklı bir şekilde fonksiyon gösterdikleri not edilmelidir. Sola dönmek isteyen bisikletliler ilk önce kavşağı geçeceklerdir ve daha sonra çapraz sokak üzerindeki yeşil sinyal için belirlenmiş bekleme kutusunda bekleyeceklerdir. Çapraz sokak ışığı yeşil yanınca, bisikletliler, geri kalan trafik ile beraber METROBÜS koridorunu geçebilirler.

Bu en iyi tipik uluslararası uygulamadır (NACTO 2011) ve aynı zamanda bisikletliler ve diğer yol kullanıcıları arasındaki çatışmaları minimize eden seçenektir. Bu çözüm türü, ilgili yerel kapsama ve önceki deneyimlere dayalı olarak yeni ve göreceli olarak olağandışı bir sistem olabilir. Bu sistemi kullanmanın avantajları, bisikletlilerin dönüş kutularını doğru bir şekilde kullanmalarını temin etmek için eğitim ve yaptırım ihtiyacına karşı dikkatli bir şekilde ağırlıklandırılmalıdır.

Eğer bisikletliler bu altyapı nasıl kullanacakları hakkında yeterince iyi şekilde bilgilendirilmezlerse, bu altyapının sunulmasından herhangi güvenlik faydası olmayabilir. Bisikletliler için sola dönüşleri ele almak için diğer seçenekleri için NACTO 2011'e bakınız.



*Sola dönüşün ilk aşaması. Bisikletliler, yeşil ışıkta METROBÜS koridoru boyunca düz devam etmelidirler, sağ taraflarındaki bekleme kutusunda durmalıdırlar ve orada ışığın değişmesini beklemelidirler.*



*sola dönüşün ikinci aşaması. Işık çapraz sokak için yeşil yandığı zaman bisikletliler trafiğin geri kalanı ile beraber Metrobüs koridorunu geçebilirler. Burada ikincil trafik sinyalinin önemini not ediniz. Bisikletliler, birincil sinyali göremeyebilirler ve bu nedenle kavşağın uzak tarafında yerleşik olan ikinci sinyal güveneceklerdir.*

## KAVŞAKLAR – KALDIRIM KENARI METROBÜS/OTOBÜS YOLU BÜYÜK 4-YOL KAVŞAK, 200 METRE ÜZERİNDE BLOKLAR

Daha uzun bloklu bölümler için,kavşaktan sonra otobüs şeridi ile diğer şeritler arasında bariyer kullanmak uygun olabilir. Bu bariyerler, bir sonraki kavşağa yaklaşımda eninde sonunda çıkartılmalıdırlar.

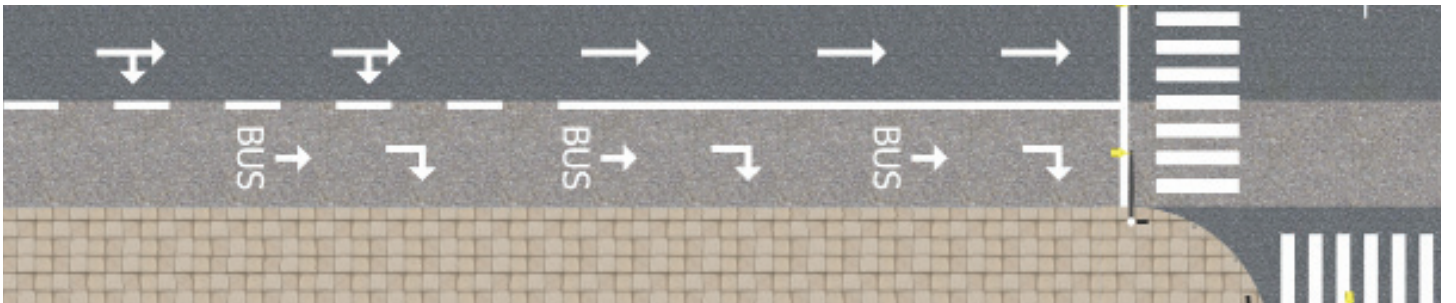


Kaldırım kenarındaki şerit işaretlemeleri, açıkça araçların şeritten sadece sağa dönebileceklerini, fakat otobüslerin bu kuraldan muaf tutulduklarını belirtmelidir. Bu durumda kullanmak için doğru işaretlemeleri veya işaretleri bulmak için uygulanabilir standartları kontrol ediniz.

Buradaki dönüş yarıçapı, araçların çapraz sokaktan otobüs şeridine doğru kazara sağa dönmelerini engellemek için çok dardır. Buna rağmen, karma trafik şeritlerinden birine doğru güvenle sağa dönmek için yeterli boşluk vardır.

Bazı araçların otobüs şeridine doğru sağa dönmeleri için bir ihtiyaç olması durumunda bunu kullanmayınız (örneğin bakım araçları, otobüs şeridini paylaşan lokal otobüs servisleri, ambulanslar, vb.)

Otobüs koridoru boyunca kavşağa bir yaklaşımın plan görüntüsü. Sağa dönen araçlar, kavşaktan önce kaldırım kenarı otobüs şeridine dahil olabilirler ve daha sonra otobüs şeridinden sağa dönebilirler. Otobüs şeridine birleşmek için olan boşluk, en az 50 metre uzunluğunda olmalıdır.



## GÜVENLİK

Kaldırım kenarı otobüs şeritleri olan kavşaklardaki temel güvenlik konularından birisini sağa dönüşlerin nasıl ele alınacağıdır .

### OTOBÜS ŞERİDİNİ PAYLAŞAN SAĞA DÖNÜŞ TRAFİĞİ

Bu, güvenlik perspektifinden önerilen bir seçenektir. Otobüs şeridi ve karışık trafik şeritleri arasındaki bölücüler, kavşaktan önce iyi şekilde alınmalıdır ve sağa dönüş trafiğinin otobüs şeridine dahil olmasına izin verilmelidir. Araçlar otobüs şeridine sahil olurken potansiyel çatışma vardır, fakat bu risk daha uzun bir birleşme alanına izin verilerek hafifletilebilir.

### KALDIRIM KENARI OTOBÜS ŞERİDİ BOYUNCA DİREKT SAĞA DÖNÜŞLER

Kaldırım kenarı otobüs şeridine komşu olan şeritten sağa dönüşlere izin vermek de olasıdır. Bu, mevcut durumda Mexico City’de Eje Central üzerindeki durumdur. Biz bu opsiyonun ne kadar güvenli olduğunu değerlendirmek için dataya sahip değil iken pek çok potansiyel güvenlik riskine değinebiliriz. Eğer sağa dönüşler ve düz hareketler, Eje Cental’da olduğu gibi aynı yeşil ışık fazı paylaşıyorsa, dönen araçlar ve otobüsler arasında ciddi bir çarpışma riski vardır (orta şerit sistemlerde sola dönüş probleminin ayna imajı). Eğer sağa dönüşler ayrı bir yeşil faza sahipse ve eğer bir otobüs durma hattında kırmızı ışıkta bekliyorsa, sağa dönen araçlar sağlarındaki yaya geçidinde zayıf bir görülebilirliğe sahip olabilirler. Benzer şekilde, yayalar otobüslerin arkasından ortaya çıkan sağa dönen araçları görmeyeceklerdir ve beklemeyeceklerdir ve bu durum, kazalara yol açabilecektir.

## OPERASYONLAR

Kaldırım kenarı otobüs sistemleri nadiren 5,000 pphpd üzerindeki kapasitelere erişebilirler (Wright ve Hook, 2007). Otobüs şeridinden sağa dönen araçlar ile yayaların sağa dönen araçlar nedeniyle yaşanan gecikme için değerlendirme yaparken bile, bu kavşağın kapasitesi koridorun tipik olarak taşıyabileceğinden 4 kattan daha fazladır.

Bu hesaplama, bütün kapasiteyi daha fazla azaltması olası şekilde minibüslerden ve otobüs şeritlerini kullanan yetkisiz araçlardan, yasa dışı parklardan ve otobüs şeritlerini kullanan yayalardan ile bisikletlilerden kesişim noktasını ele almaz.

KAVŞAKLAR – OTOBÜS ÖNCELİKLİ ŞERİT VEYA KARMA TRAFİK  
BÜYÜK 4-YOL KAVŞAK, 200 METRENİN ALTINDA BLOKLAR





## GÜVENLİK

Blok uzunlukları 200 m'den aşağı olduğu zaman (yoğun şehir merkezi alanlarında yaygın olarak) kaldırım kenarı şeritler ve karışık trafik şeritleri arasında herhangi türde fiziksel bariyer kullanmak artık olası değildir. Bariyerler, sağa dönen araçlar için güvenli bir birleşme alanı oluşturmak için yeterli yer bırakmayacaklardır.

Bu durumlarda, kaldırım kenarı otobüs koridoru, daha çok karışık trafikte konvansiyonel otobüs sistemi gibi çalışacaktır. Sıkı yaptırım yoluyla hariç olmak üzere otobüs şeritlerinden yetkisiz araçları uzakta tutmak olası olmayacaktır.

Dönen araçlar ile yüksek sayıda olası çatışmalar nedeniyle, otobüslerin daha düşük hızlarda çalışmaları olasıdır. Aynı zamanda, şehir merkezi Guadalajara, Mexico'da Av. Alcalde'daki kaldırım kenarı otobüs şeridinde veya şehir merkezi Mexico City'ye yaklaştığı için Eje Central'de olduğu gibi otobüs şeridinin yoğun bir şekilde sıkışık olması da oldukça olasıdır

Guadalajara kaza frekansı modelinde, hem araçlar hem de yayalar için sıkışık kaldırım kenarı şeridinin varlığı hem araçlar hem de yayalar için daha yüksek kaza oranları ile korele olup, sonuçlar oldukça anlamlı çıkmıştır (p.<0.001). Fakat, araç çarpışmalarının büyük çoğunluğu, küçük ve sadece maddi hasar ile sonuçlanmıştır.

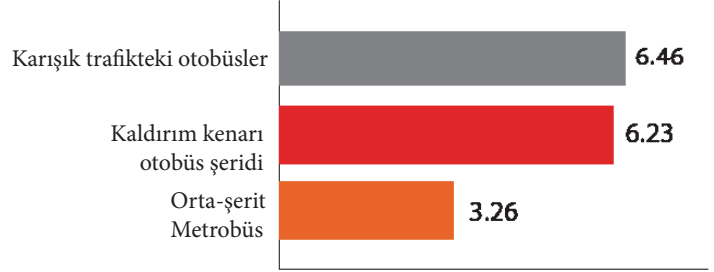
Aynı zamanda, mevcut kaza verisi, arabaların, kamyonların ve minibüslerden çok otobüslerin Av. Alcalde ve 16 de Septiembre caddeleri üzerindeki kazalara en sık karışan araç türü olduğunu göstermektedir. Verinin kalitesi, kaza türleri ve bu koridor üzerinde katkı sağlayan faktörler hakkında daha derinlemesine bir analiz yapmaya olanak sağlayacak kadar yeterli değildir. Buna rağmen, kaldırım kenarı şeritlerin orta şerit sistemlerinden daha fazla güvenlik hususu ortaya koyduğunu belirtmek için yeterli veri vardır. Bu yüzden, kaldırım kenarı otobüs şeritlerini tasarlarken güvenliği arttırmak için tüm diğer bilinen risk faktörlerini azaltmak önemlidir: kavşakları daraltmak, yaya geçitlerini kısaltmak, şerit dengesini ve hizalamasını sağlamak, vb.

## OPERASYONLAR

Otobüs şeritleri ile karışık trafik şeritleri arasında fiziksel bir ayırım olmadığı zaman, yüksek bir frekans ve yüksek kapasite otobüs servisi elde etmek biraz daha zor olmaktadır. Otobüs koridoru, karışık trafikte aşağı yukarı konvansiyonel otobüs servisi gibi çalışacaktır. Buna ilaveten, otobüsler bazen otobüs şeritlerinde park etmiş araçları geçmek için şerit değiştirmek ihtiyacı duyabilirler ve bu durum otobüsleri daha fazla yavaşlatacaktır.

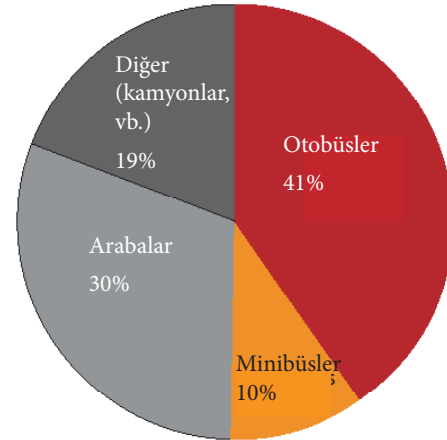
### GUADALAJARA, MEKSİKA'DA ÜÇ OTOBÜS KORİDORU TÜRÜ İÇİN YOL GÜVENLİĞİ KAYDININ KIYASLANMASI

1,000,000 araç başına şerit-km'de yıllık kaza



Secretaria de Vialidad ve Transporte de Jalisco ve E.P.S., Guadalajara tarafından sağlanan datadan hesaplanmıştır. Kaldırım kenarı otobüs şeritleri, Av. Alcalde ve 16 de Septiembre'nin kısımlarını içermektedir. Orta şerit Metrobüs, Calz. Independencia ve Av. Gobernador Curiel'i içermektedir. Karışık trafik verisi, Av. Circunvalacion, Belisario Dominguez, ve Calz. del Ejercito'nun kısımlarını içermektedir.

### GUADALAJARA'DA KALDIRIM KENARI OTOBÜS KORİDORUNDAKİ KAZALARA KARIŞAN ARAÇLAR (AV. ALCALDE)



# DURAKLAR

## KİLİT GÜVENLİK HUSUSLARI

### DURAĞA YAYA ERİŞİMİ

Duraklar, bir otobüs koridoru üzerindeki pek çok diğer lokasyondan daha fazla yaya hacimlerine sahiptir, çünkü normal yaya trafiğine ilaveten durağa gelen ve giden trafik vardır. Buradaki yaya kazaları riski daha yüksektir ve sadece artan maruziyet nedeniyle meydana gelmemektedir. Aynı zamanda risk yaratan tehlikeli davranış ile özellikle durağa ve duraktan kırmızı ışıkta geçme girişimleri yüzünden meydana gelebilmektedir.

Durakların tasarımı ve düzeni, tehlikeli yaya hareketlerinin frekansını etkileyebilir. Yaya trafiğini sinyalizasyon ile yaya geçitlerine yönlendiren kontrollü erişim noktaları olan kapalı durakları kullanmak, en güvenli çözümdür. Düşük platformlu açık istasyonlar genellikle kırmızı ışıkta geçmeye daha fazla müsait iken yüksek platformlu kapalı istasyonlar bu tehlikeli hareketlerin oluşumunu azaltabilir.

### OTOBÜSLER ARASINDAKİ KESİŞMELER

Bu, özellikle farklı otobüsler arasındaki çatışmaların daha fazla olası olduğu lokal ve ekspres servislerin kombinasyonu ve ekspres şeritli olan daha yoğun koridorlarda göz önünde bulundurulması gereken bir husustur.

Duraklardaki en yaygın karmaşa türleri, ekspres şeritlere giren ve çıkan otobüsler arasında olanlardır. Spesifik kaza türleri sayfa 57'de detaylı bir şekilde tartışılmaktadır.



TransMilenio'da ücret ödmeden istasyona girmeye çalışmak için otobüs şeritleri boyunca koşan yayalar. EMBARQ fotoğrafı..

İlerleyen sayfalarda, önceki sayfada tartışılmış olan kilit güvenlik hususlarını belirten otobüs durakları için pek çok tasarım konsepti sunmaktayız.

Temel konu istasyon türünden bağımsız olarak aynıdır: yaya hareketlerini kontrol etmek ve kırmızı ışıkta geçmeyi teşvik etmemek. Fakat, bu konudaki tasarım çözümleri, istasyon türüne ve otobüs sisteminde kullanılan ücret toplama yöntemine bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Bir orta-şerit Metrobüs koridoru için refüj durağı için tasarım konsepti ile başlamaktayız. Bu tasarım konsepti, iki parçaya ayrılmaktadır; ilki durağa yaya erişimi ile ilgilidir, ikincisi ise detaylı istasyon ve platform tasarımı ile ilgilidir. Metrobüs istasyonuna bisiklet erişimi hakkındaki bir tasarım konsepti için sayfa 77'deki bölüme bakınız (transferler ve terminaller).

TransMilenio ve çoklu alt-duraklar ile ekspres şerit özelliği gösteren sistemler gibi yüksek kapasite sistemler arasında yaygın olan refüj duraklarının özel bir durumu gösterilmektedir.

Bu durumda, yaya erişimini belirtmenin yanı sıra, durakların tasarımcılarının aynı zamanda farklı otobüsler arasındaki potansiyel çatışmalara dikkat etmesi gerekir.

Daha sonra açık otobüs yolları, kaldırım kenarı otobüs şeritleri veya karışık trafikte konvansiyel otobüs servisleri gibi araç-dışı ücret toplama kullanmayan koridorlarda otobüs durakları için konseptler gösterilmektedir.

## İLLÜSTRASYONLARIN LİSTESİ

Refüj METROBÜS durağı: kentsel arter üzerinde erişim.....	52
Refüj METROBÜS durağı: durak ve platform tasarımı.....	54
Refüj METROBÜS / Otobüs yolu durağı: ekspres şeritler ve çoklu alt-duraklar.....	56
Bir kavşaktaki otobüs yolu durağı.....	58
Otobüs durağı, kaldırım kenarı METROBÜS veya Otobüs yolu.....	60
Otobüs öncelikli şeritte / karma trafikte otobüs durağı.....	61

## DURAKLAR – ORTA ŞERİT METROBÜS/OTOBÜS YOLU BİR KENTSEL ARTER ÜZERİNDE DURAK ERİŞİMİ

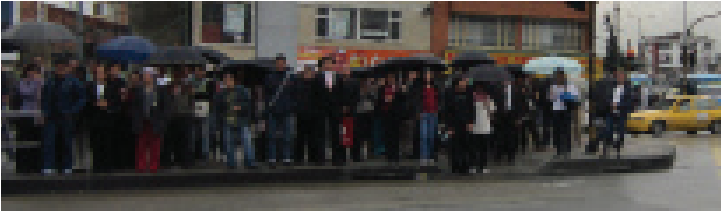


Biz, durağa doğru olan yaya erişimi ile çatışma içinde olan sağa dönüşlere izin verilmemesini önermekteyiz. “Hiç dönüş” olmadığını belirten bir işaret ve sola dönmek için alternatif yolu gösteren bir döngü işareti olmalıdır. Doğru işaretleri bulmak için uygulanabilir lokal veya ulusal standartları kontrol ediniz.



Otobüs koridoru için daha uzun bir yeşil ışık fazı, otobüs sistemi için yolcu kapasitesini arttıracaktır. Fakat, özellikle yüksek sayıda iniş ve biniş olduğu duraklar için bu konuda bir dezavantaj vardır. Temel koridor için daha uzun yeşil ışık, durağı terk eden ve yolda karşıdan karşıya geçen yolcular için daha uzun bir kırmızı ışık anlamındadır. Bazı durumlarda, yaya bekleme alanının hızlı bir şekilde kapasitesine kadar dolması riski vardır. Bu, insanların otobüs şeritlerinde beklemeleri veya kırmızı ışıkta geçmeleri ile sonuçlanabilir ve her iki durum da yayalar için ciddi güvenli riskleridir.

Sağa dönüşleri yasaklamanın dezavantajı, komşu bölge etrafında trafiğin yeniden rotalandırılacak olmasıdır ve sadece riski diğer sokaklara kaydırabilmesidir. Sağa dönüş çatışmaları ile uğraşmanın diğer bir yolu, tahsisli dönüş fazı olan tahsisli bir sağa dönüş şeridi kullanmaktır. Bu çözüm, New York Şehri ve Washington D.C.'de başarılı bir şekilde uygulanmıştır.



TransMilenio'da Calle 72 durağının çıkışında kapasitesine kadar dolan yaya alanı. EMBARQ fotoğrafı.

## GÜVENLİK

Duraklardaki güvenliği arttırmak için , durak tasarımlarının yayaların gözlemlenen davranışlarına uydurulmasını önermekteyiz. Özellikle, tasarımcılar, kapalı duraklar tasarlayarak ve yayaları sinyalize yaya geçitlerine yönlendirmek için korkuluklar kullanarak kırmızı ışıkta geçme ihtimallerini kısıtlamalıdır.

Bizim önerdiğimiz en önemli güvenlik özelliği, kapalı duraklar kullanmaktır. Bu, otobüs sisteminin araç-dışı veya araç-içi ücret toplaması kullanmasından bağımsızdır. Durak, sadece sinyalize yaya geçitleri veya yaya köprülerinde yerleşik olan erişim noktalarına sahip olmalıdır.

Diğer bir önemli güvenlik özelliği, otobüs şeritleri ve karışık trafik şeritleri arasına bir şerit bölücü boyunca bir korkuluk dahil etmektir. Bu korkuluk, yolcuların otobüs şeritleri boyunca duraklara doğru ve duraklardan koşma girişiminde bulunmalarını önlemeye yardımcı olmalıdır.

Biz aynı zamanda yol güvenliği incelemeleri esnasında bir durak sokağın ortasında yerleşik bırakıldığı zaman yayaların yoğunlukla refüj boyunca karşıdan karşıya geçeceklerini not ettik. Bu tür davranışa oldukça çok rastlanır ve önlenmesi zordur. Aynı zamanda o kadar tehlikeli değildir çünkü yayalar otobüsler için yeşil faz esnasında karşıdan karşıya geçtikler zaman genellikle hiçbir çatışmacı hareket yoktur.

Biz, Guadalajara'daki Macrobus sistemi örneğini takip ederek bu hareketi rahatlatılmak için yaya sinyalleri olan bir yaya geçidi sağlanılmasını önermekteyiz. Aynı zamanda buradan geçen yayalar ile çatışmaya sebep olabilecek olan dönüş hareketlerinin yasaklı olduğundan emin olmak da önemlidir (otobüs koridorundan sola dönüşler gibi).

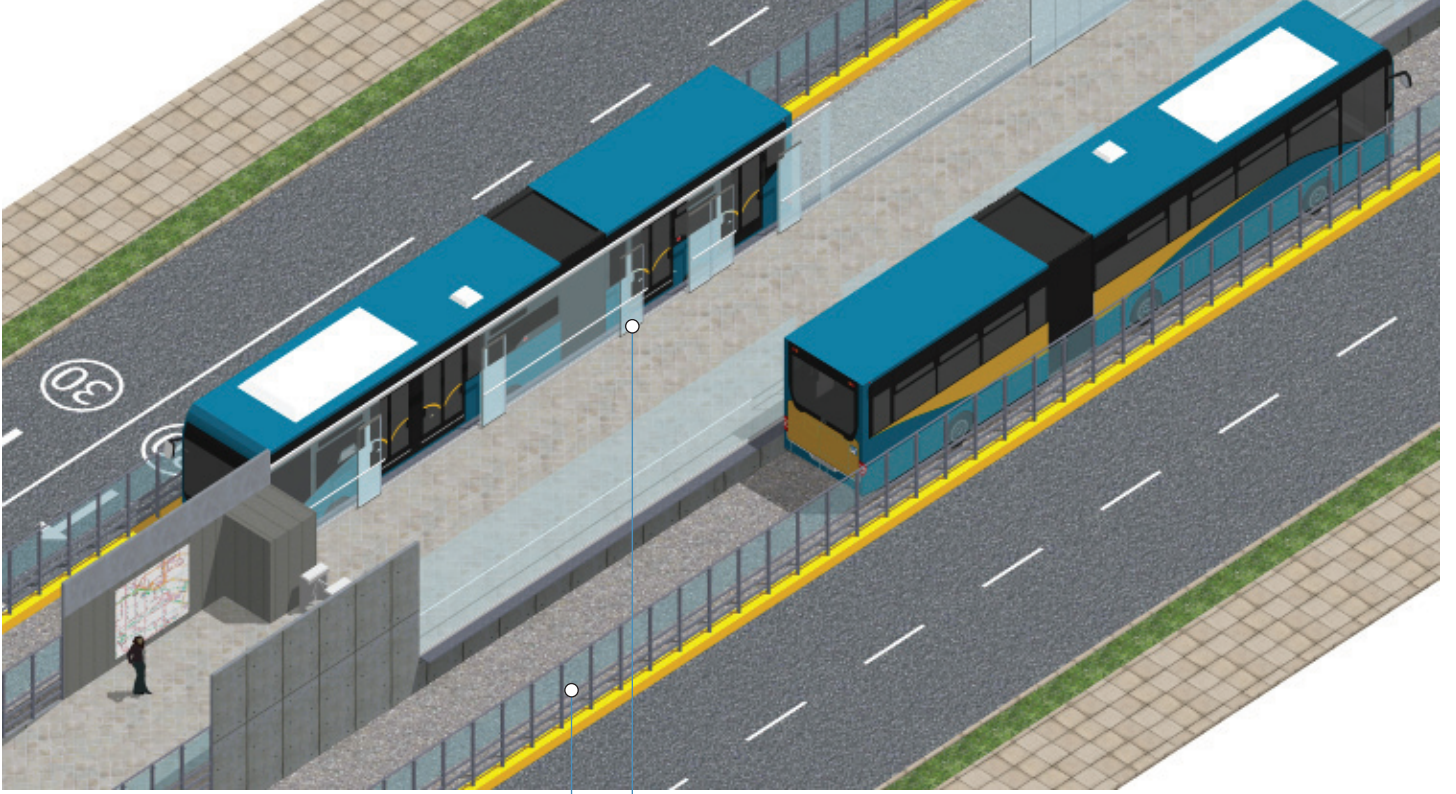
## OPERASYONLAR

Durak erişimleri için göz önünde tutulacak kilit bir husus, refüjde veya mevcut olabilecek olan herhangi refüj adasındaki aşırı yaya kalabalığıdır.

Mexico City'deki Metrobüs gibi tek şerit Metrobüs üzerindeki tipik bir durak genellikle duraktan ayrılan günlük 2,000 ila 12,000 yolculu herhangi bir yer olacaktır (EMBARQ Meksika, Metrobüs etüdü, 2007). Rio de Janeiro'da önerilen bir Metrobüs koridorunda yapılan yol güvenliği denetiminin bulguları bazı daha işlek durakların pik saatte bir sinyal döngüsü esnasında ayrılan en az 100 yolcuya sahip olabileceğini belirtmektedir.

Bu durumlarda, durağa olan erişim yollarının, büyük yolcu hacimlerinin onları kaldıramayacak dar refüjlerde mahsur kalmamalarını temin etmek için trafik sinyali ile bağlantılı olarak çalışması gerekmektedir. Basit bir çözüm, yayaların her zaman bir sinyal fazından durak platformundan kaldırıma geçebilmelerini temin etmektir. Denetimler yoluyla belirlediğimiz problemlerin pek çoğu, yoğunlukla büyük yaya hacimlerini dar refüjlerde mahsur bırakma riskine sahip olan çoklu yaya sinyal fazlarının varlığı nedeniyle idi.

## DURAKLAR – ORTA ŞERİT BRT / OTOBÜS YOLU DURAK TASARIMI Z



Durak tasarımının kilit bir güvenlik bileşeni, otobüs şeridi ve trafik şeritleri arasında bir bariyer veya korkuluk yerleştirmektir. Bu, yolcuların durağa girmek veya duraktan çıkmak için otobüs şeritleri boyunca kırmızıda geçme girişiminde bulunmalarının önlenmesine yardımcı olmalıdır.



TransMilenio'da bir durağa girmek için otobüs şeritleri boyunca koşan yayalar. EMBARQ fotoğrafı.

Otobüsler ve durak arasındaki arayüzde platform ekran kapılar, METROBÜS istasyonları için iyi bir güvenlik özelliğidir. Kapılar, otobüs kapıları ile hizalanmalıdırlar ve sadece bir otobüs durak platformunda durduğu zaman açılmak üzere tasarlanmalıdırlar. Buna rağmen, kapıları açmak için mekanizmanın geçmekte olan bir ekspres otobüs tarafından veya yakındaki diğer bir platformda duran bir otobüs tarafından kazara aktive edilemeyeceğini temin etmek için dikkatli bir tasarlanması gereklidir.



Curitiba'da METROBÜS durağında bir platform ekran. Otobüs olmamasına rağmen kapılar açık. Bu, yolcular kazara otobüs şeritlerine düşebileceği için kalabalık bir durakta bir güvenlik riskidir. Fotoğraf EMBARQ Brezilya sayesinde temin edilmiştir.

## GÜVENLİK

Bir yolun refüjünde yerleşik olan durakların sinyalize yaya geçitlerinde yerleşik olan spesifik erişim noktalarına yayaları yönlendiren ekran duvarları veya yüksek korkuluklar ile çevrelenmiş kapalı alanlar olarak tasarlanması gereklidir. Duraklar, kullanılan ücret toplama sisteminden (araç içi veya araç dışı) veya araç türünden bağımsız olarak bu tasarım prensiplerini takip etmelidir.

### OTOBÜS ŞERİDİ VE KARMA TRAFİK ŞERİTLERİ ARASINDA YÜKSEK BİR KORKULUK KULLANMAK

Bu, en tehlikeli yaya hareketlerinin - yasa dışı durağa girmek veya duraktan çıkmak için otobüs şeritlerini kesmek - eleminde edilmesine yardımcı olduğu için durak tasarımının en önemli güvenlik unsurudur. Bu korkuluğun yayaların üzerinden kolaylıkla atlamamasını temin etmek için en az 1.7 metre yüksekliğinde ve muhtemel daha yüksek olması gerekir. Aynı zamanda dirençli olmalıdır, çünkü korkuluklar sıklıkla karşıya geçmek isteyen kişiler tarafından hasar görmektedir. Herhangi boşluk olmadan tüm durak uzunluğu için uzatılmalıdır.

### PLATFORM EKРАНLARI KULLANMAK

Platform ekranları kırmızıda geçmeyi önlemek için ve aynı zamanda platformda bekleyen yolcuların otobüs şeritlerinde manevralar yapan otobüslerden uzakta kaldıklarından emin olmak için faydalı olabilir. Fakat ekran kapıları pek çok probleme neden olabilir. Karşı sayfada tartışılan kazara açılma ile ilgili hususlardan farklı olarak, aynı zamanda kapıları açılmaya zorlayan insanlar problemi de vardır. Bazen, bu, durağa yasa dışı girme veya çıkma ve otobüs şeritleri boyunca koşma girişimidir. Fakat diğer durumlarda, yolcular, otobüs beklerken sadece ekran kapılarının kapanmasını önleyecek şekilde gözlemlenmişlerdir.

### FARKLI ALT-DURAKLAR ARASINDA YOLLAR



TransMilenio 2006: aynı durakta iki alt-durak arasındaki bir yol. Yaklaşık 1 metre yükseklikte olan alçak korkulukları not ediniz. Bu kadar alçak oldukları için insanlar onların üzerinden kolaylıkla atlayabilirler ve bu büyük bir yaya güvenlik riskidir. EMBARQ fotoğrafı.

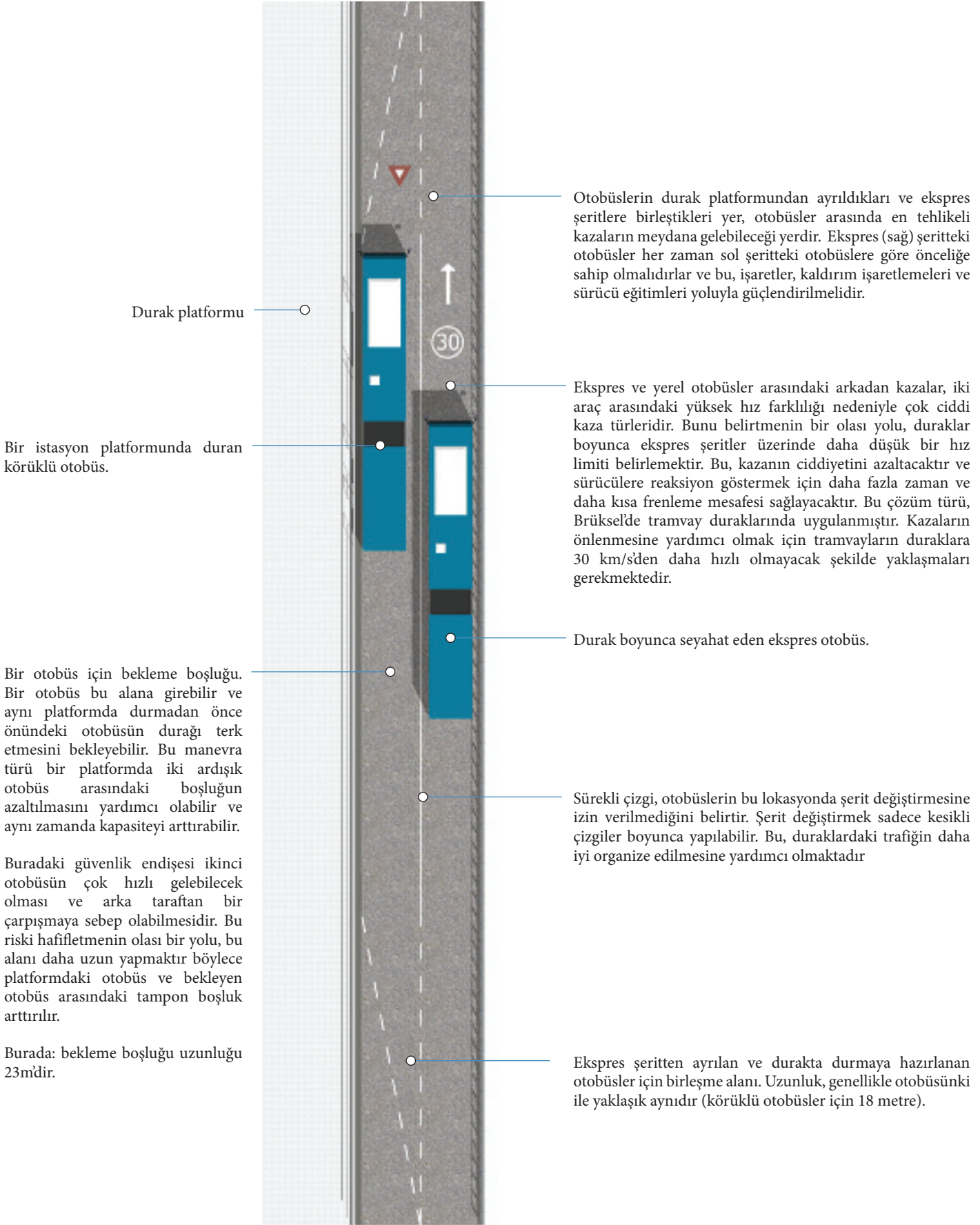


TransMilenio 2011: yollar boyunca korkuluklar, üzerine çıkılmasını zorlaştırmak için yükseltilmişlerdir. Biz, aynı durağın farklı kısımlarını birbirine bağlayan herhangi bir yol üzerinde bu daha yüksek korkuluk türünü kullanmayı öneririz. EMBARQ fotoğrafı.



Otobüs beklerken bir TransMilenio durağında ekran kapısının açılmasını zorlayan yolcular. Fotoğraf Lucho Molina.

## DURAKLAR - ORTA ŞERİT BR T / OTOBÜS YOLU Y DURAK TASARIMI: EKSPRES ŞERİTLER





## GÜVENLİK

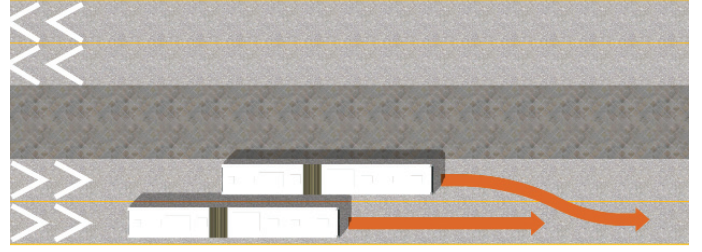
Ekspres şeritli ve çoklu durma refüjleri olan yüksek kapasite duraklar için değerlendirilmesi gereken ilave güvenlik riskleri vardır. En ciddi olanı, ciddi ve hatta ölümcül olabilen lokal ve ekspres otobüsler arasında çarpışma şansdır.

Otobüs sistemleri yön başına saatte 30,000 yada hatta 40,000 yolculuk zirve yüklerle erişme ihtiyacı duydukları zaman bu genellikle çoklu şerit ile duraklarda çoklu bekleme refüjleri kombinasyonu ve yerel ve ekspres servislerin karıştırılması yoluyla yapılır. Aynı zamanda bu, çok daha fazla yoğun otobüs trafiği ile sonuçlanır. Örneğin, TransMilenio'nun en yoğun kısmı yön başına saatte en fazla 350 otobüse sahiptir. Bu, otobüsler arasındaki çatışmaların çok daha sık olduğu ve farklı otobüsler arasındaki çarpışma şansının daha yüksek olduğu anlamındadır.

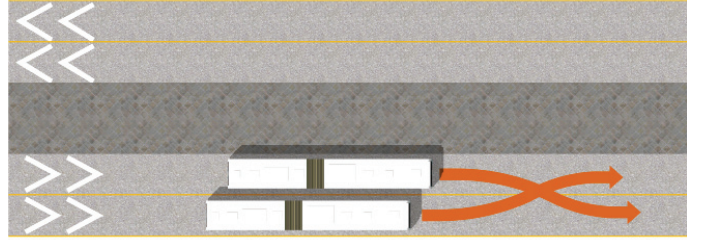
Arka taraftan çarpışmalar, TransMilenio'da ve benzer bir düzene sahip olan Lima'daki Metropolitano METROBÜS üzerinde otobüsler arasında kaydedilen en sık kaza türünü temsil eder. Arka taraf kazalarının çoğunluğu, duraklardan uzaklarda meydana gelir, fakat duraklarda meydana gelenlerin daha ciddi olma eğilimi vardır, çünkü genellikle duraktan ayrılan yerel bir otobüse çarpan hızlı giden bir ekspres otobüs içermektedir. 2005 ve 2011 yılları arasında TransMilenio duraklarındaki üç en ciddi arka taraf çarpışmaları her birlikte 170'den daha fazla yaralanmaya yol açmıştır.

Duraklardaki diğer bir yaygın kaza türü de durağa girip çıkma manevraları yapan otobüsler arasındaki yan taraf çarpışmaları veya yandan çarpışmalarıdır. Bunlar nadiren yaralanmalar ile sonuçlanırlar ve çoğunlukla otobüslerin yan aynalarına zarar verirler.

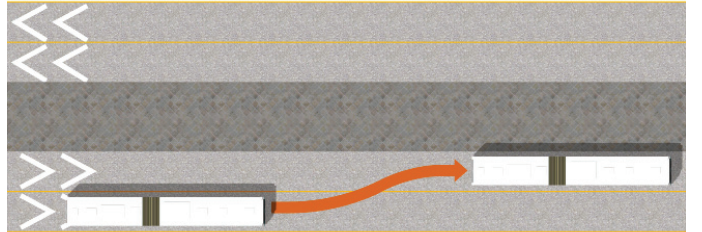
### DURAKLARDA OTOBÜSLER ARASINDAKİ KAZALAR



Tipik bir TransMilenio istasyonunda ciddi kaza senaryosu: yerel bir otobüs, durak boyunca seyahat eden bir ekspres otobüs tarafından arkadan çarpılırken durak platformundan ayrılmaktadır ve ekspres şeride birleşmektedir. Bu kaza türü, ciddi yaralanmalar ve en az bir ölüm ile sonuçlanmıştır.



Tipik bir TransMilenio durağında düşük ciddiyette kaza senaryosu: durak platformundan ayrılan yerel bir otobüs bir diğer platformda durmaya çalışan bir otobüse çarpar. Bu kazalar, genellikle düşük hızda olurlar ve bu yüzden nadiren yaralanmalar ile sonuçlanırlar.



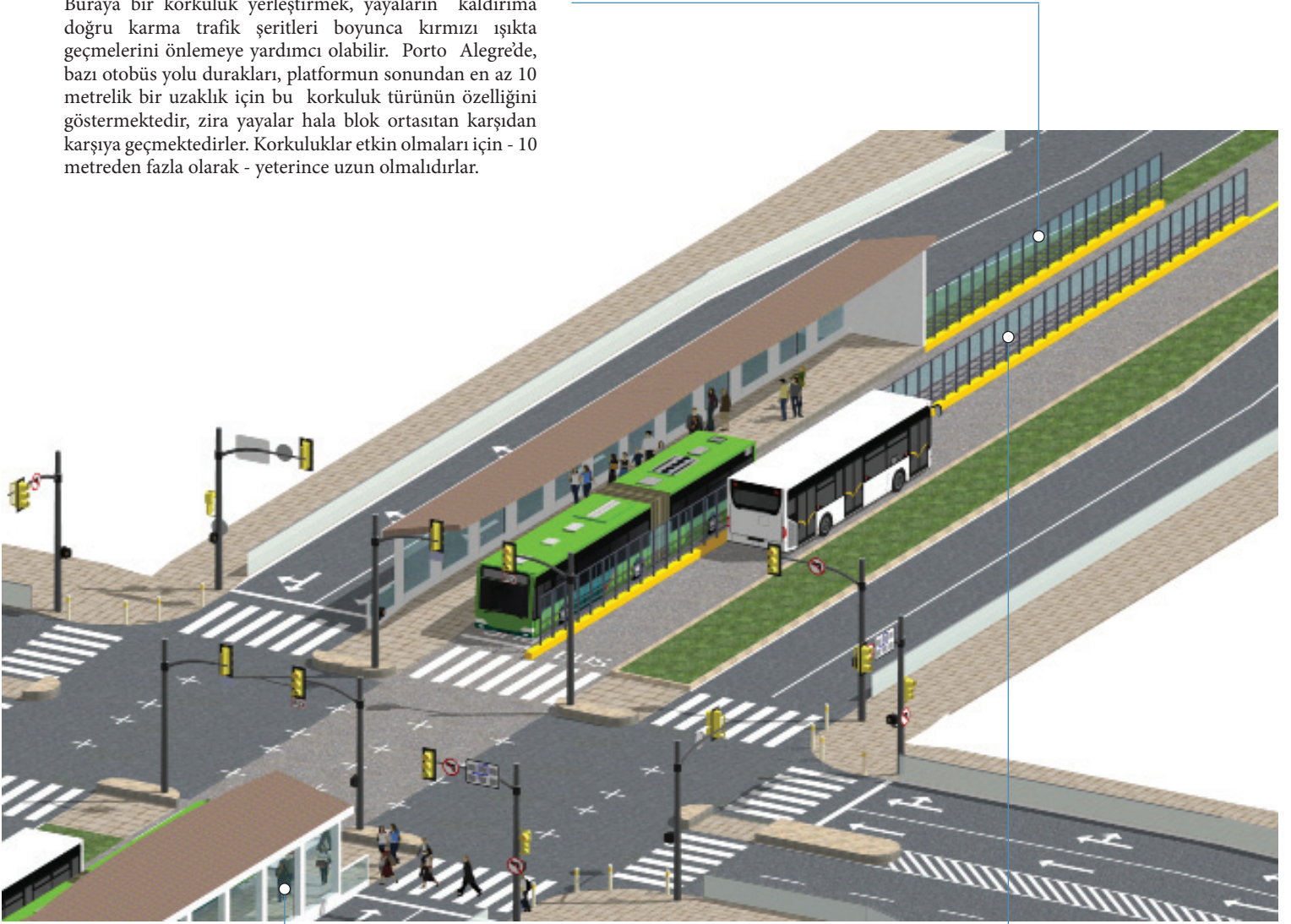
Metropolitano (Lima) METROBÜS'lerin yanı sıra TransMilenio'daki duraklarda kaza durumu. Durakta durmuş olan bir otobüs, durağa hizmet vermek için arkasında hizaya giren diğer bir otobüs tarafından arkadan çarpılır. Bu, genellikle düşük hız kazasıdır ve bu yüzden ekspres şeritlerdeki arka taraf kazaları kadar ciddi değildir.

## DURAKLAR - ORTA ŞERİT OTOBÜS YOLU DURAK ERİŞİMİ VE TASARIMI



Yetkisiz bir çıkış noktası yoluyla bir TransMilenio besleyici otobüs durağından ayrılan yolcular.

Buraya bir korkuluk yerleştirmek, yayaların kaldırıma doğru karma trafik şeritleri boyunca kırmızı ışıkta geçmelerini önlemeye yardımcı olabilir. Porto Alegre’de, bazı otobüs yolu durakları, platformun sonundan en az 10 metrelik bir uzaklık için bu korkuluk türünün özelliğini göstermektedir, zira yayalar hala blok ortasından karşıdan karşıya geçmektedirler. Korkuluklar etkin olmaları için - 10 metreden fazla olarak - yeterince uzun olmalıdırlar.



Biz, durağın kenarı boyunca şeffaf olması tercih edilen sürekli bir duvar kullanılmasını önermekteyiz. Bu, durağa giren ve çıkan yayalar sinyalizasyonla yaya geçidine yönlendirecektir ve onların karma trafik şeritlerindeki herhangi araçları görmelerine olanak verecektir.

Önemli bir güvenlik özelliği, iki otobüs şeridi arasındaki korkuluktur. Bu, yayaların durak platformundan karşıdaki kaldırıma otobüs şeritleri boyunca kısa yollar edinme girişimlerini önleyecektir ve onları sinyalizasyonla geçide yönlendirecektir.

## GÜVENLİK

Otobüs yolları genellikle açık, alçak platform duraklarına sahiptirler ve araç-içi ücret toplama özelliği gösterirler. Bu yoğunlukla durağa yaya erişiminin zayıf bir şekilde düzenlendiği anlamındadır ve yüksek kırmızı ışıkta geçme vakası vardır. Porto Alegre'deki (Brezilya) bir çalışma, sokak tasarımı, trafik ve yaya hacimlerindeki farklılıkları değerlendirmeye aldıktan sonra otobüs yolu istasyonlarının diğer lokasyonlardan daha yüksek yaya kazası vakasına sahip olduklarını bulmuştur (Diogenes ve Lindau 2009). Çözüm, yaya erişimini daha iyi kontrol edecek şekilde bunları tasarlamaktır.

Yaya erişimini kontrol etmek, ekran duvarlar ve/veya korkuluklar kullanılarak yapılabilir. Kilit nokta, durağa olan ve duraktan olan olası yaya hareketlerinin tümünü göz önünde bulundurmak ve sadece sinyalizasyon geçitler veya yaya köprüleri boyunca onlara izin verildiğinden emin olmaktır.



Delhi'de METROBÜS koridorunda bir duraktan kırmızı ışıkta geçen yayalar. Fotoğraf: EMBARQ.



Delhi'de METROBÜS koridorundaki durak platformuna erişmek için otobüs şeritleri boyunca kırmızı ışıkta geçen yayalar. Fotoğraf: EMBARQ.

## OPERASYONLAR

Burada önerilen tasarım güvenliği özellikleri (yaya hareketini kontrol etmek için ekran duvarlar ve korkuluklar), operasyon üzerinde herhangi etkiye sahip olmayacaktır. Sayfa 58'de gösterilen tasarım konsepti, araç içi ücret toplamalı bir açık otobüs yolu içerdiği için, yolcu kapasitesi oldukça düşük olacaktır. Bu durak düzeni ile ve çoklu durma refüjleri olmadan, 6,000 pphpd 'yi geçemeyecektir (Wright ve Hook, 2007).

Değerlendirilmesi gereken önemli bir husus, durak kavşak referansıdır. Eğer bir otobüs yolcu yüklemeyi bitirmişse ve kırmızı ışıkta beklemek zorundaysa, arkasındaki bir diğer otobüsün durak platformuna erişmesini engelleyebilir. Bu, bir diğer otobüs arkasındaki durağa hizmet sunarken kırmızı ışıkta bekleyecek olan bir otobüse yeterli boşluk sağlanarak çözülebilir. Aynı zamanda kırmızı sinyal fazının uzunluğu ile bir durakta ortalama durma süresi arasındaki oranın olabildikçe az olması temin edilerek de belirlenebilir. Daha kısa bir sinyal döngüsü buna erişmeye yardımcı olabilir.



Transantiago, Santiago de Chile'de bir kaldırım kenarı durakta durmuş bir aracın etrafından manevra yapan bir otobüs. Fotoğraf Dario Hidalgo.

Bir durağı kavşaktan önce konumlandırmak yerine kavşaktan sonra konumlandırmak otobüsler ve sağa dönen araçlar arasındaki bazı kesişmelerin elemine edilmesine yardımcı olabilir. Özellikle, kırmızı ışıkta bekleyen bir aracın otobüs için durağı bloke edecek olması ihtimalini azaltabilir.

Kavşağı bloke etmeden durakta sıraya giren otobüs sayısını ele almak için durak ve kavşak arasında yeterli uzaklık olmalıdır.



## GÜVENLİK

Yayalar, özellikle sefer aralıklarının göreceli olarak uzun olduğu durumlarda yaklaşmakta olan bir otobüs görürlerse, durağa erişmek için blok ortasına karşıdan karşıya geçme girişiminde bulunabilirler.

Bu risk, durak boyunca bir bariyer veya korkuluk yerleştirerek ve onu durak platformunun sonundan en az 10 ila 12 metre öteye uzatarak hafifletilebilir. Bu, kırmızı ışıkta geçmenin azaltılmasına ve yayaları kavşakta sinyalizasyon geçide yönlendirmeye yardımcı olabilir.

Otobüs öncelikli şeritlerde veya konvansiyonel otobüs rotalarında yaya kazaları riski, gelişmiş güvenlik özelliklerinin yokluğunda yüksektir. Biz, kırmızı ışıkta geçmeyi teşvik etmemek için korkulukları olan bir refüj kullanılmasını ve sokağın ortasında yaya refüj adaları sağlanmasını önermekteyiz.



## GÜVENLİK

Otobüs öncelikli şeritler veya konvansiyonel otobüs servisi durumunda, güvenliği geliştirmek, durağın kendisinin yanı sıra daha çok genel sokak ve kavşak tasarımı ile ilgilidir.

Amaç, diğer istasyonlar durumunda olduğu gibi aynıdır: durağa ve duraktan olan kırmızı ışıkta geçmeyi önlemek ve yayaları sinyalize kavşaklara doğru yönlendirmek. Bu, refüjde bir korkuluk yerleştirilerek ve onu durak olduğu tüm blok uzunluğu boyunca uzatarak yapılabilir.

Ek olarak, biz, önceki bölümlerde belirtilmiş olan tüm güvenlik hususlarının kırmızı ışıkta geçme üzerine özel odaklanarak ele alınmasını önermekteyiz (sokak kesitleri ve kavşaklar). Klasik otobüs koridorları üzerinde yayalar için riskler yüksek olduğu için, bu koridorlar boyunca yaya güvenlik iyileştirmelerine odaklanmak önemlidir.

# TRANSFERLER VE TERMİNALLER

## KİLİT GÜVENLİK HUSUSLARI

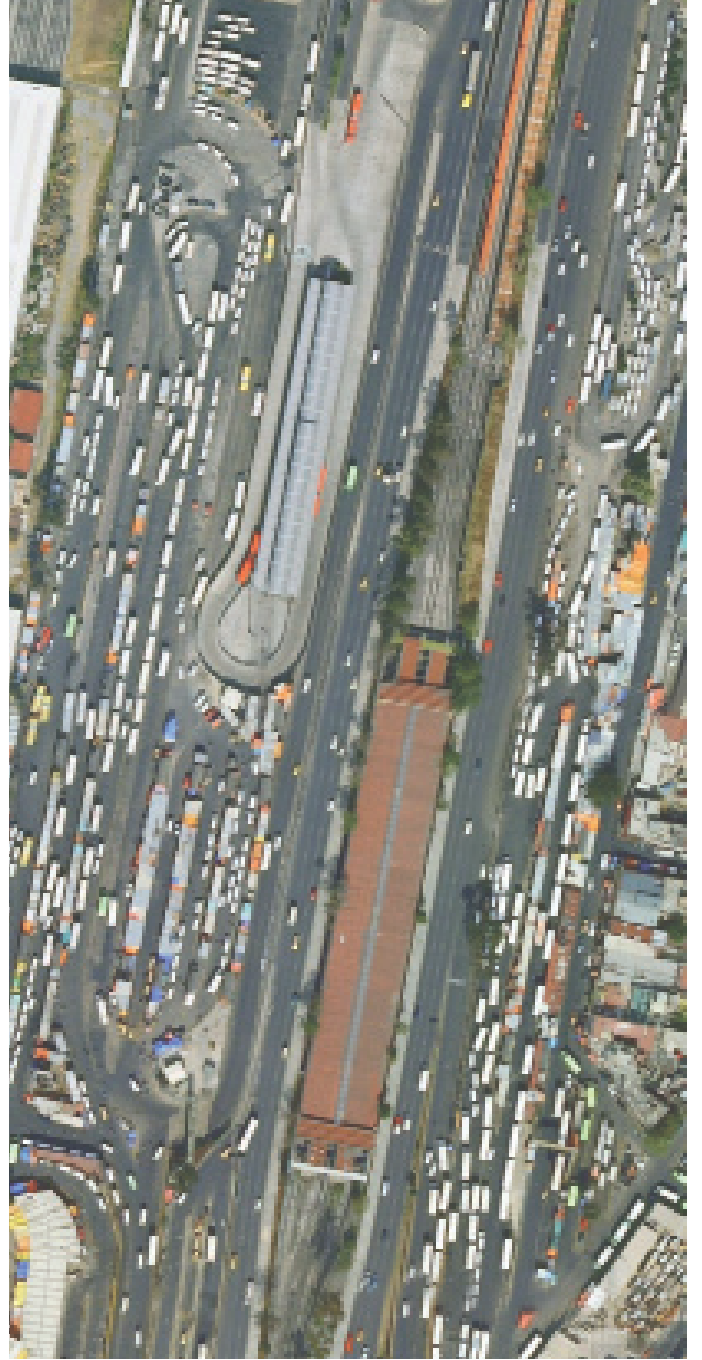
Bizim çalışmamızda yer alan pek çok toplu taşıma sistemlerinde, büyük transfer istasyonları, en yüksek kaza sayısı olan lokasyonlardır. TransMilenio'de, Av. Caracas üzerinde en yüksek kaza sayısına sahip on lokasyondan en üst üçü – en yüksek olan dahil – ya terminaldir ya da büyük transfer duraklarıdır (Av. Jimenez, Portal de Usme, Santa Lucia). Curitiba'da Güney Hatta, en yüksek kaza sayısına sahip olan en üst üç lokasyonun hepsi terminaldir (Pinheirinho, Raso, ve Portao).

Bu, kesinlikle transfer duraklarının ve terminallerin daha tehlikeli olduğu ve aynı zamanda diğer lokasyonlardan daha fazla araç ve yaya trafiğine sahip olduğu anlamında değildir. Sonuç olarak, büyük bir transfer durağındaki herhangi güvenlik problemi, herhangi diğer lokasyondan daha büyük sayıda kaza ve yaralanma ile sonuçlanabilir.

Herhangi transfer türü için, göz önüne alınması gereken temel güvenlik hususu yaya güvenliğidir. İncelediğimiz veriler, otobüs içinde iken veya durak platformunda iken insanların, durağa doğru veya duraktan yürürkenken olduğundan daha güvende olduklarını göstermiştir. İki ana rota arasındaki en güvenli transfer türü, yolcuların durak platformundan asla ayrılmadıklarıdır.

Bu her zaman olası değildir ve farklı toplu taşıma rotaları tarafından kullanılan araç ve durak türlerine ve aynı zamanda kentsel bağlama bağlıdır. Tüm transferlerin çapraz- platform olarak yapıldıkları büyük entegre transfer terminalleri ideal çözümdür, fakat çok fazla alan işgal etme eğilimi göstermektedirler. Genellikle hattın sonuna ve şehrin kenarına yakın olarak inşa edilebilir. Bu tür bir örnek, her bir büyük koridorun sonunda entegre terminaller özelliği gösteren TransMilenio'dur. Ana ve besleyici hatlar bu terminallerde buluşur.

Diğer durumlarda, özellikle yoğun şehir merkezi alanlarda, büyük bir terminali rahatlatmak için yeterli alan olmayabilir, bu yüzden transferler genellikle kavşakta meydana gelir. Bu durumda, kavşaklar için tüm güvenlik konseptleri, geliştirilmiş yaya güvenliği ve rahatlatılmış otobüs dönüşleri için bazı ekstra değerlendirmeler ile uygulanır.



Metrobüs METROBÜS, Metro ve kuzeyi Estado de Mexico'ya bağlayan minibüsler arasında bir transfer noktası olan Indios Verdes, Mexico City'nin havadan görüntüsü. Google Earth görüntü.

İzleyen sayfalarda, önceki sayfada tartışılmış olan kilit güvenlik hususlarını belirten transfer durakları ve terminalleri için pek çok tasarım konsepti sunmaktayız.

METROBÜS veya otobüs yolu ana hatları arasındaki transferler ile başlamaktaız ve daha sonra ana ve besleyici hatları arasındaki transferler ve bir METROBÜS ve yerel otobüs servisler arasındaki transferler ile devam etmekteyiz.

Güvenlik bakımından, farklı transfer konfigürasyonlarının göreceli hususlarını değerlendirmek için iki yol vardır. Birincisi, aktarma yolcularının güvenliğidir. Bu görüş açısından, en iyi seçenekler çapraz platform transferleridir veya tüm olası bağlantıları yapan direkt otobüs koridorlarıdır.

Değerlendirilmesi gereken ikinci durum, sadece transfer yolcuları için değil, tüm yol kullanıcıları için transferin meydana geldiği lokasyonun genel güvenliğidir. Bu bakış açısından, hususlar, genel olarak kavşaklar ve duraklar için olan ile aynıdır: dar kavşak bölgeleri, dönüş kısıtlamaları, kısa yaya geçitleri ve kırmızı ışıkta geçme fırsatlarını sınırlandırmak için iyi durak erişim tasarımı.

## İLLÜSTRASYONLARIN LİSTESİ

Temel transfer türlerine genel bakış.....64

### ANA HATLARI ARASINDAKİ TRANSFERLER

Tüm hedeflere direkt rotalar.....66

Kavşak boyunca transfer.....68

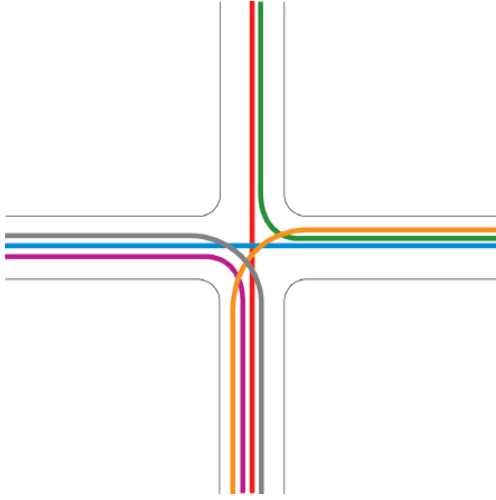
Çapraz-platform transferlerini temin etmek için bir hat üzerinde servis yolu.....70

### ANA VE BESLEYİCİ HATLARI ARASINDAKİ TRANSFERLER

Entegre terminal.....72

Lokal otobüs servislerine transferler.....76

Bir bisiklet ağı ile bir METROBÜS'ü entegre etmek.....77

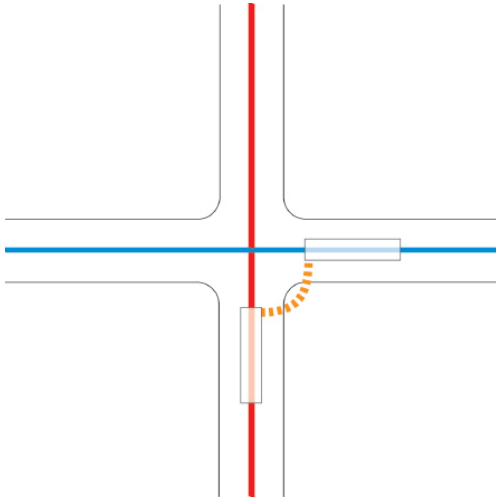


### TÜM HEDEFLERE DİREKT ROTALAR

#### ÖRNEK: TRANSMILENIO

Bu senaryo altında, her bir koridor üzerinde farklı otobüs rotaları vardır ve her olası hedef için bir rota vardır. Yolcuların sadece onları alacak olan otobüsü doğru tarafta beklemeleri gerekir, bu yüzden gerçek anlamda aktarma yoktur.

Bu en güvenli opsiyondur ve aynı zamanda operasyonel olarak en kompleks olandır. Gecikmeleri önlemek için kavşağın tasarımının farklı otobüs hareketleri için ayrı dönüş şeritleri ve korumalı sinyal fazları sağlaması veya diğer bir şekilde üst geçitler veya alt geçitler kullanması gereklidir. Bu, sayfalar 66-67'de daha fazla detaylı bir şekilde tartışılmaktadır.

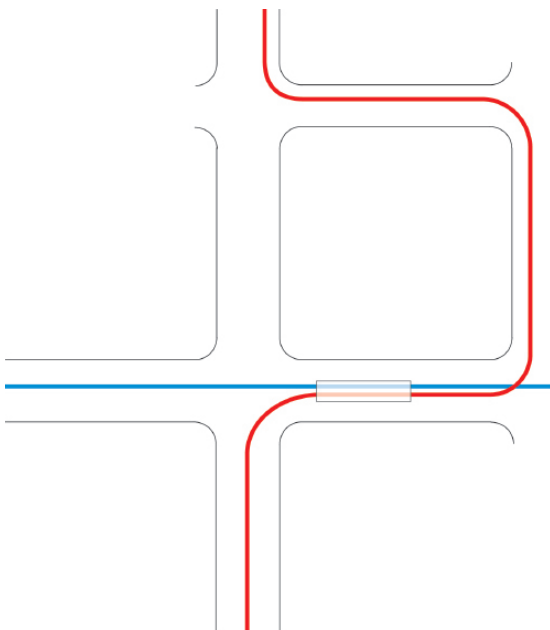


### BİR KAVŞAK BOYUNCA TRANSFER

#### ÖRNEK: MEXICO CITY METROBÜS

Bu durumda, her bir koridorda sadece bir rota olmalıdır. Transfer yolcuları, duraklardan birinde çıkmalıdır, yolu geçmeli ve diğer durakta diğer rotaya binmelidir.

Bu, en az güvenli seçenektir, çünkü yolcular diğer durağa varmak için pek çok trafik şeridini geçmek zorundadır. Aynı zamanda yolcuları sisteme girmekten vazgeçebilir, çünkü daha zor bir aktarma ihtiyacı doğacak ve onların ikinci durağa girmesi için tekrar ücret ödemesi gerekebilecektir. Tüm bu problemlerden, köprü veya üst geçit yoluyla iki durağı birbirine bağlayarak kaçınılabilir. Bu transfer türü, sayfa 68-69'da gösterilmektedir.



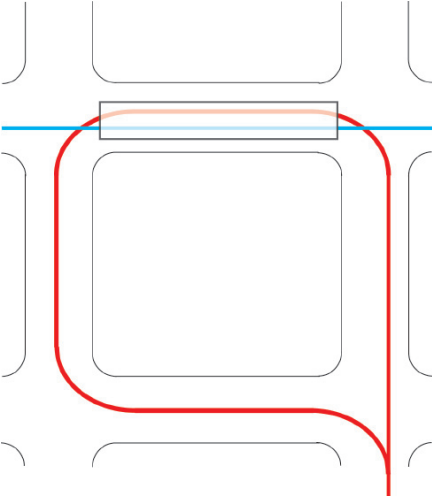
### HİBRİT SEÇENEK

Koridor başına sadece bir otobüs rotası olan çapraz-platform transferlerine sahip olmak olasıdır. Bu, bir rota üzerinde bir-blok servis yolu içerecektir, böylece her iki rotalardan otobüsler aynı durakta durabilirler.

Transfer yolcuları için bu, daha güvenli bir seçenek olacaktır ve aynı zamanda zaman kazandıracaktır. Fakat, dezavantajı, bu seçeneğin kırmızı rotada devam eden bu yolcular için seyahat zamanlarını arttıracaktır. Kavşak tasarımı, aynı zamanda farklı otobüs dönüşleri ve tüm taraflarda güvenlik için şerit dengesini koruma ihtiyacı nedeniyle komplike olacaktır.

Bu seçenek, sokak ağının konfigürasyonunun veya iki otobüs rotalarının yapısı tüm otobüsleri aynı istasyona getirmek için gerekli olan servis yolunu minimize edeceği durumlarda olası olabilir. Bunu sayfalar 70-71'de daha detaylı olarak araştırmaktayız.

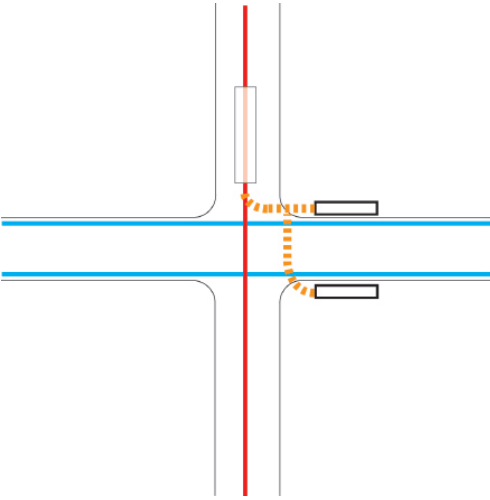




## ENTEĞRE TERMİNAL

ÖRNEKLER: TRANSMILENIO TERMİNALERİ, S A N OPTIBUS METROBÜS, LEON ÜZERİNDE JERONIMO TERMİNALİ

Bu, TransMilenio gibi entegre bir ana ve besleyici servis için tipik bir transfer terminalidir. Terminal, merkezi bir platforma sahiptir ve sağ-kapı ve sol-kapı otobüsler her iki tarafta durabilir, böylece yolcuların transferi sadece çapraz-platformdur. Genellikle farklı servisler arasındaki iyi entegrasyon içerir, fakat teoride aynı zamanda tamamen bağımsız servislerle beraber çalışabilir. Durağın METROBÜS tarafı kapatılabilir ve diğer taraf açık olabilirken araç-dışı ücret toplama özelliği gösterebilir. Bu, sayfalar 72 - 75'te daha detaylı bir şekilde tartışılmaktadır. Transferin kendisi oldukça güvenlidir, fakat terminale erişim noktalarında otobüsler arasında çarpışma riski vardır.



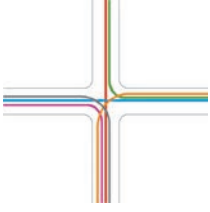
## BİR KAVŞAK BOYUNCA YEREL OTOBÜS SERVİSLERİNE TRANSFER

ÖRNEK: MACROBUS, GUADALAJARA

Bir METROBÜS veya otobüs koridorunun yerel otobüs servisi olan bir sokağı geçtiği durumdur. Farklı otobüs servisleri, entegre değildir (ana ve besleyici sisteminde olduğu gibi), fakat bazı yolcular farklı hatlar arasında transfer yapabilir. Buradaki amaçlar, farklı istasyonları olabildiğince birbirine yakın hale getirmek, kavşağı yayalar için olabildiğince güvenli yapmak ve aynı zamanda transferi geçit uzaklığını minimize edecek şekilde ayarlamaktır.

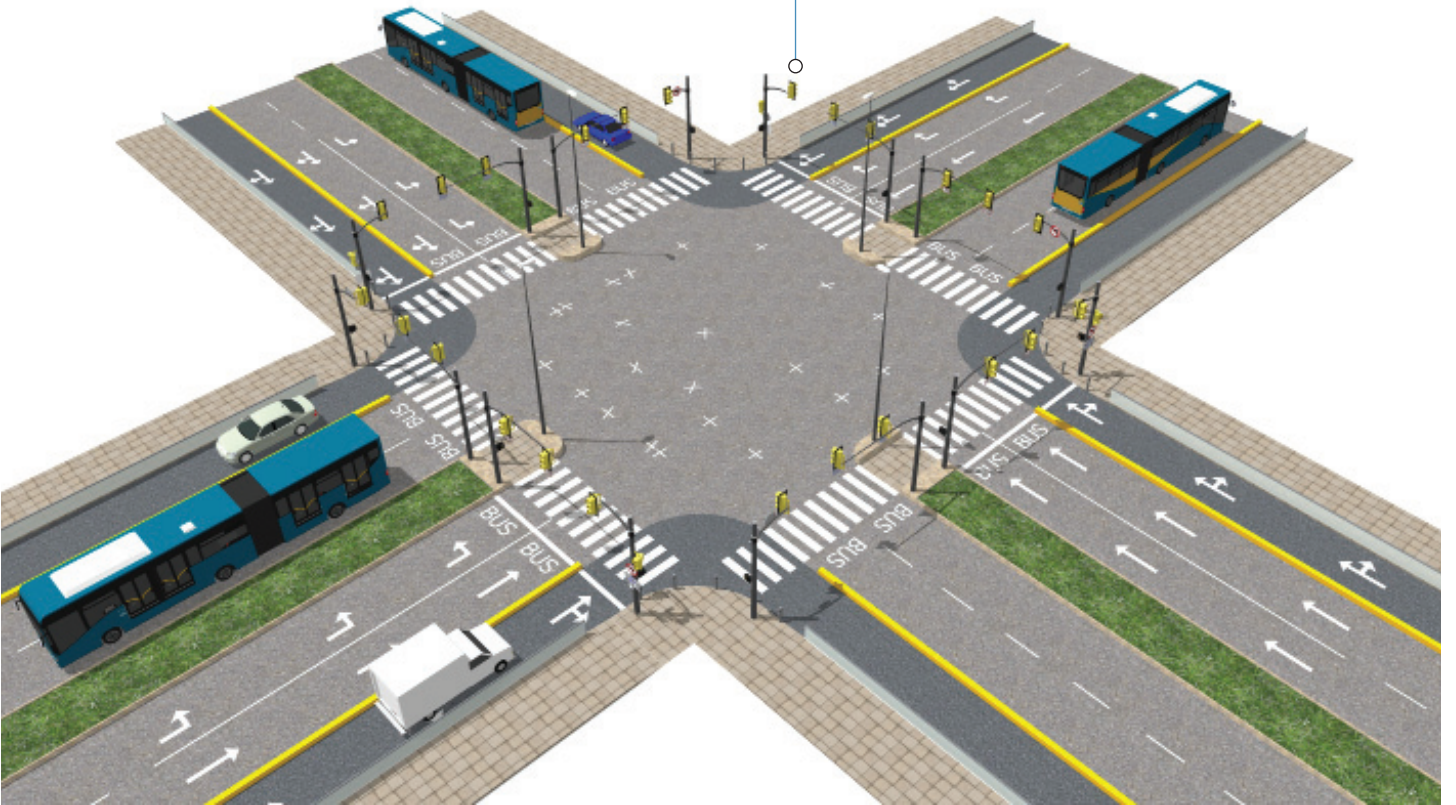
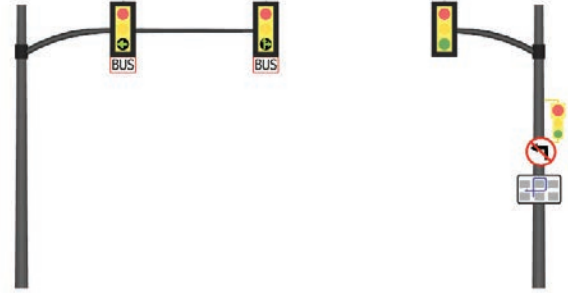
Bu, en güvenli seçenek değildir; çünkü trafik şeritleri boyunca transferleri içerir, fakat uygulanması en kolay olanıdır ve farklı servisler arasında entegrasyon gerektirmez. Bu transfer türü sayfalar 76 - 77 'de anlatılmaktadır.

# AYNI SİSTEM ÜZERİNDE ANA HATLAR ARASINDAKİ TRANSFERLER TÜM DESTİNASYONLARA DİREKT ROTALAR



Bir kavşakta tüm olası dönüşleri yapmak için otobüslere olanak sağlamak uygulamada oldukça zordur, çünkü bu altı en fazla sinyal fazı ile sonuçlanacaktır. Bu, her iki sokak için de azalmış bir kapasite ile sonuçlanabilir. Uygulamada, seyahat paternlerine ve talebine bağlı olarak sadece bazı otobüs dönüşlerine izin vermek yaygındır. Aşağıdaki görüntüde, kavşağa olan yaklaşımlardan üçü, dördüncüye dönüşler yapabilir veya düz devam edebilir.

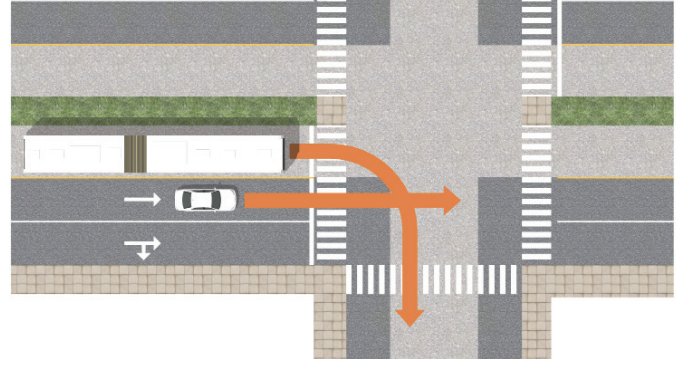
Bu konfigürasyon türü altında, ayrı bir faz ile her bir dönüş hareketine hizmet sunmak için çoklu otobüs sinyallerini yerleştirme ihtiyacı vardır.



## GÜVENLİK

Transfer yolcuları için, bu, en güvenli seçenektir, çünkü yer alan gerçek transfer yoktur ve yolcular sadece onları destinasyonlarına götürecek otobüsü seçeceklerdir.

Çoklu otobüs dönüşlerini rahatlatma ihtiyacı nedeniyle, bu düzenin büyük bir kavşak alanı ile sonuçlanması riski vardır ve bu durum yayalar için problemler oluşturabilir. Bu risk, otobüs dönüşleri için en dar dönüş yarıçapını kullanarak ve sokağın merkezine yaya refüj adaları ekleyerek hafifletilebilir.



Sağa dönen otobüsler ve düze devam eden araçlar arasındaki potansiyel bir çatışmayı gösteren kaza diyagramı. Bu kaza türü, TransMilenio üzerinde rapor edilmiştir.

## OPERASYONLAR

Bu transfer türü, otobüs rotalarını organize etmekte büyük esneklik sağlar. METROBÜS yolcularına destinasyonlarına direkt bağlantı sunmak – onları transfer için diğer bir durağa yürümeye zorlamak yerine – METROBÜS sistemine daha fazla binici çekmeye yardımcı olabilir. Fakat, dezavantajı, METROBÜS koridorlarının kesiştiği lokasyonun büyük bir dar boğaz haline gelebilmesidir.

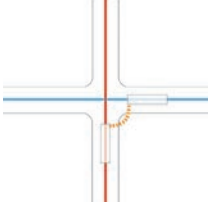
Bir çoklu-şerit METROBÜS koridoru, en fazla 43,000 yön/saat'lik bir maksimum yolcu kapasitesine sahip olabilir (Hidalgo ve Carrigan 2010). İki koridorun bir kavşakta kesiştiği bu durumda, her iki koridor üzerinde bu kapasiteye erişmek çok zordur. Tüm farklı otobüs hareketleri kendi sinyal fazına ihtiyaç duyacağı için her bir hareket için g/C oranı (yani yeşil fazın uzunluğu ile sinyal döngüsünün uzunluğu arasındaki oran) düşük olacaktır.

Bu, o hareket için mevcut olan yeşil faz zaman miktarını arttırarak ve diğerleri için azaltarak iki koridordan birini veya otobüs hareketlerinden birini önceliklendirerek belirtilebilir. Eğer her iki koridor yüksek yolcu talebine sahipse NQS, Avenida Suba ve Calle 80 on TransMilenio arasındaki kavşak durumunda olduğu gibi koridorları bağlamak için bir üst geçit veya alt geçit oluşturmak düşünülebilir.

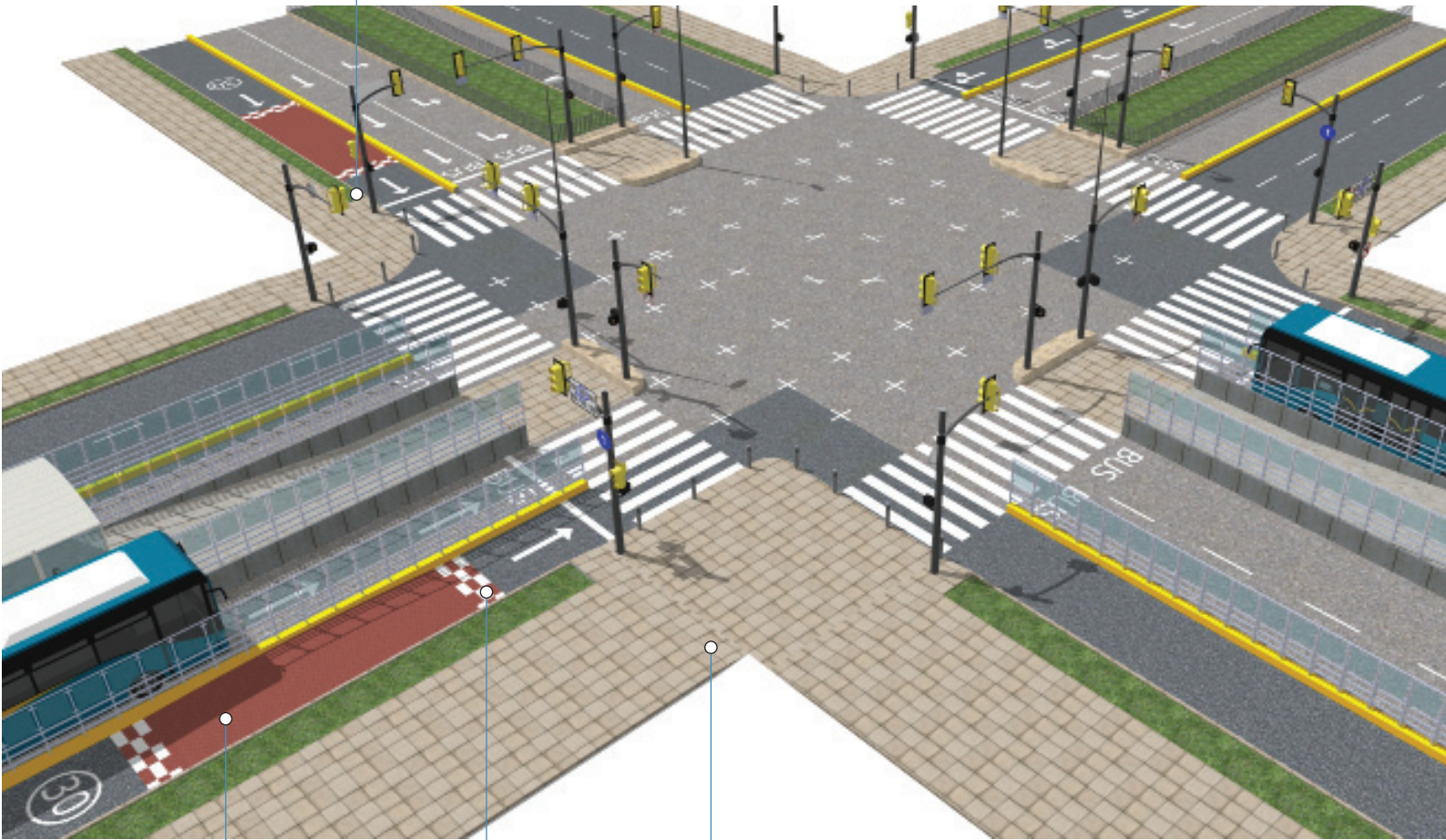


Üç TransMilenio koridoru arasındaki kavşak: NQS, Calle 80 ve Avenida Suba. Üç koridor arasındaki otobüs bağlantıları, tüm hareketler için kapasiteyi maksimize eden ve otobüsler arasındaki potansiyel çatışmaları minimize eden üst geçitler ve alt geçitler yoluyla yapılır. Google Earth görüntüsü.

## AYNI SİSTEM ÜZERİNDE ANA HATLAR ARASINDAKİ TRANSFERLER BİR KAVŞAK BOYUNCA TRANSFER



Aynı zamanda kavşaklar boyunca transferler ve otobüs dönüşlerinin bir kombinasyonunu kullanmak da olasıdır. TransMilenio'da Av. Jimenez durağı buna iyi bir örnektir. Bu durakta bazı transferler iki koridoru birbirine bağlayan otobüsler ile yapılırken bazı transferler ise bir alt geçit yoluyla bir duraktan diğerine yürüyen yolcular tarafından yapılır. Bu çözüm türü, kavşak için gerekli olan sinyal fazlarının sayısının azaltılmasına yardımcı olabilir.



Biz, yayalar için transfer yolunu geçen en az iki yaklaşım üzerinde hız tümsekleri kullanılmasını öneriyoruz.

Duraklara yaya erişimi ile çatışan tüm dönüş hareketleri engellenmelidir. "dönüş yok" işareti, sola dönüşün yerini alan döngüyü belirten bir işaret ile beraber olmalıdır. Sağa dönüşün yerini alan döngü, bu kavşaktan önce başlamış olmalıdır ve artık burada belirtilmemelidir.

Çok yüksek yaya hacimleri, kavşağın bu köşesinde beklenilebilir. Mevcut yaya trafiğine ilaveten, iki durak arasında transfer olan yolcuların yanı sıra iki duraktan birine erişen yolcular buradan geçecektir. Biz, her iki tarafta kaldırım kenarı şeridi çıkartmayı ve kaldırımı yayalar için daha fazla boşluk sağlamak için uzatmayı öneriyoruz. Bu, sokak köşesi yakınındaki küçük bir plaza veya cep parkta iyi çalışacaktır.

## GÜVENLİK

Bu, rotalar arasındaki bir transferi organize etmenin en basit yoludur ve aynı zamanda transfer yapan yolcuları büyük risk altına koymaktadır. Bu riski hafifletmek için pek çok yol vardır

### KAVŞAKTA YAYA GÜVENLİK GELİŞTİRMELERİ

Bu, bizim soldaki görüntüde gösterdiğimiz bir çözümdür. Bir şerit, transfer yolcularının yolundan geçen iki yaklaşımdan biri için alınır ve trafiği yavaşlatmak için hız tümsekleri kullanılır. Aynı zamanda, biz, iki durak arasında transfer yapan yayalar ile çatışabilen herhangi dönüş hareketine izin verilmemesini önermekteyiz. Eğer yüksek hacimli transfer yolcuları varsa, sadece yaya sinyali dahil etmek ve iki durak arasında yayaların bir fazda geçmesine olanak sağlamak değerlendirilebilir.

### İKİ DURAĞI BAĞLAYAN YAYA KÖPRÜSÜ VEYA ALT GEÇİT

İki durağı yaya köprüsü veya bir alt geçit yoluyla bağlamak da olasıdır. Bu, transferi yayalar için daha az riskli yapacaktır ve aynı zamanda bazı operasyonel faydalara sahip olacaktır. Eğer duraklar bağlanmış ise tekli bir durak olarak çalışabilir ve durağa giren ve duraktan ayrılan transfer yolcuları ile hiçbir husus olmayacaktır.

Bu çözüm türü, TransMilenio'da Avenida Jimenez transfer durağında uygulanmıştır. Bir alt geçit, daha kısa rampalar gerektirme avantajına sahiptir. Duraklar arasındaki bir üst geçit inşa ederken, otobüslerin ve büyük kamyonların altından geçmesine olanak sağlamak için yeterli yükseklik sağlamak önemlidir. Bir üst geçit, 4.8 metrelik veya daha yüksek bir yükseklik gerektirecektir.

Bir alt geçit, genellikle 3 metre yükseklik ile yapılarak sadece bir insanın geçmesi için yeterli yükseklik sağlama ihtiyacıdır. 1.8 metrelik fark, %10'luk bir eğim halinde yaklaşık 18 metre daha kısa olan rampalar ile yorumlanacaktır. Bir alt geçit ve üst geçit arasındaki tercih daha sonra rampayı kullanan durağın içinde mevcut boşluk miktarına ve yaya köprüsünün karşısına bir yeraltı yapısı inşa etme masrafına dayalı olacaktır. Bir alt geçidin tasarımında değerlendirilmesi gereken diğer hususlar, ışıklandırma seviyeleri ve güvenlidir.

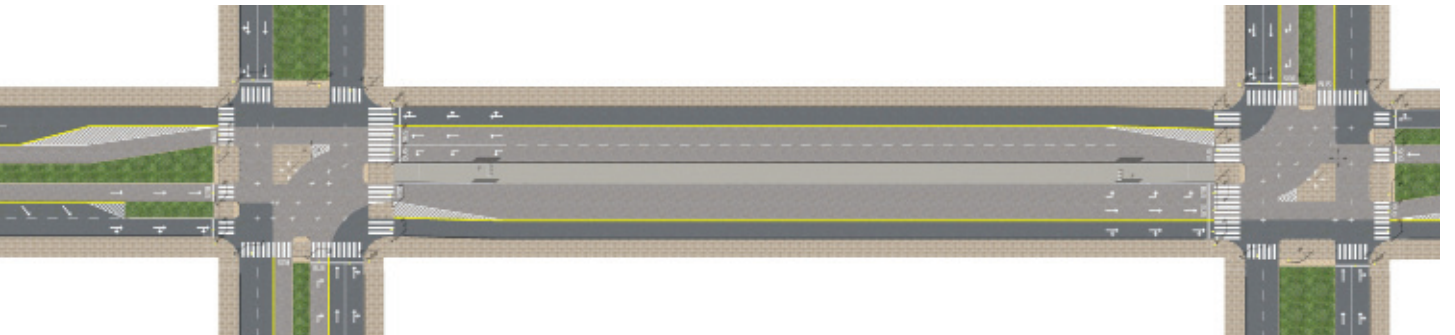
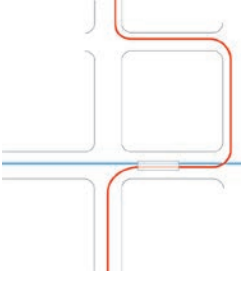
## OPERASYONLAR

Bir üst geçit veya alt geçit olmadan, bu transfer türü yolcuların bir duraktan ayrılmalarını ve bir sonrakine yeniden girmelerini gerektirecektir. Bu, bunun transfer yolcularının yolculukları için ödeyeceği ücreti etkileyecek olan bir kararı vermeyi gerektirecektir.

Transfer yolcularından ücretleri toplama ve transferin zorluğu nedeniyle transfer yolcularının diğer modları seçebilmesini riske etmek açısından bazı problem ortaya koyarken bu seçenek kapasite noktasından bir avantaj sunar. Önceki örnekten farklı olarak, bu, kavşağın kapasitesi iki durağınkinden daha yüksek olacağı için bir dar boğaz oluşturmayacaktır. İki koridor, transferlerin eş düzey olarak kesişen direkt rotalar tarafından yapıldığı senaryoya kıyasla bu konfigürasyon altında şerit başına daha yüksek yolcu hacimlerini ele alabilir.

# AYNI SİSTEM ÜZERİNDE ANA HATLAR ARASINDA AKTARMALAR

ÇAPRAZ PLATFORM TRANSFERLERİNE OLANAK SAĞLAMAK İÇİN BİR HAT ÜZERİNDE SERVİS YOLU



## GÜVENLİK

Bu opsiyon, her koridorda çalışan sadece bir hat olmasına rağmen iki koridor arasında çapraz-platform aktarmalarına olanak verecektir. Bu, direkt rotalar opsiyonunun güvenlik faydalarına ve koridor başına bir rotası olan bir sistemin operasyonel basitliğine sahip olacaktır.

Kombinasyonlar artırılabilir. Bu aktarma şekli yeniden tasarlanabilir, böylece bazı otobüsler diğer hat yoluna servis yaparken bazı otobüsler, bir hat üzerinde düz devam ederler. Bu, transfer yolcularının yanı sıra düz giden yolcular için de zaman tasarruflarına olanak verecektir.

Değerlendirilmesi gereken temel bir güvenlik hususu, METROBÜS koridorlarından birinin servis yolu olduğu kavşakların tasarımıdır. Her iki hattın aynı sokağı kullandığı kısımlarda gecikmeleri önlemek için kavşakta her dönüş hareketi için ayrı şeritler sağlamak önemlidir. Bu, operasyonel bir husustur, fakat güvenlik açısından önemi şerit dengesinin ve şerit hizalanmasının kavşak boyunca tüm hareketlerde sağlanması gerektiğidir. Bu, kısmen kompleks olabilir ve değişen genişlikte refüjlerin, hayalet adaların, ince çizgi işaretlemelerin, vb.'nin kullanımını gerektirecektir. Risk, eğer kavşaklar zayıf bir şekilde tasarlanırsa bunun çapraz platform transferlerinin güvenlik faydalarını dengeleyecek olmasıdır.

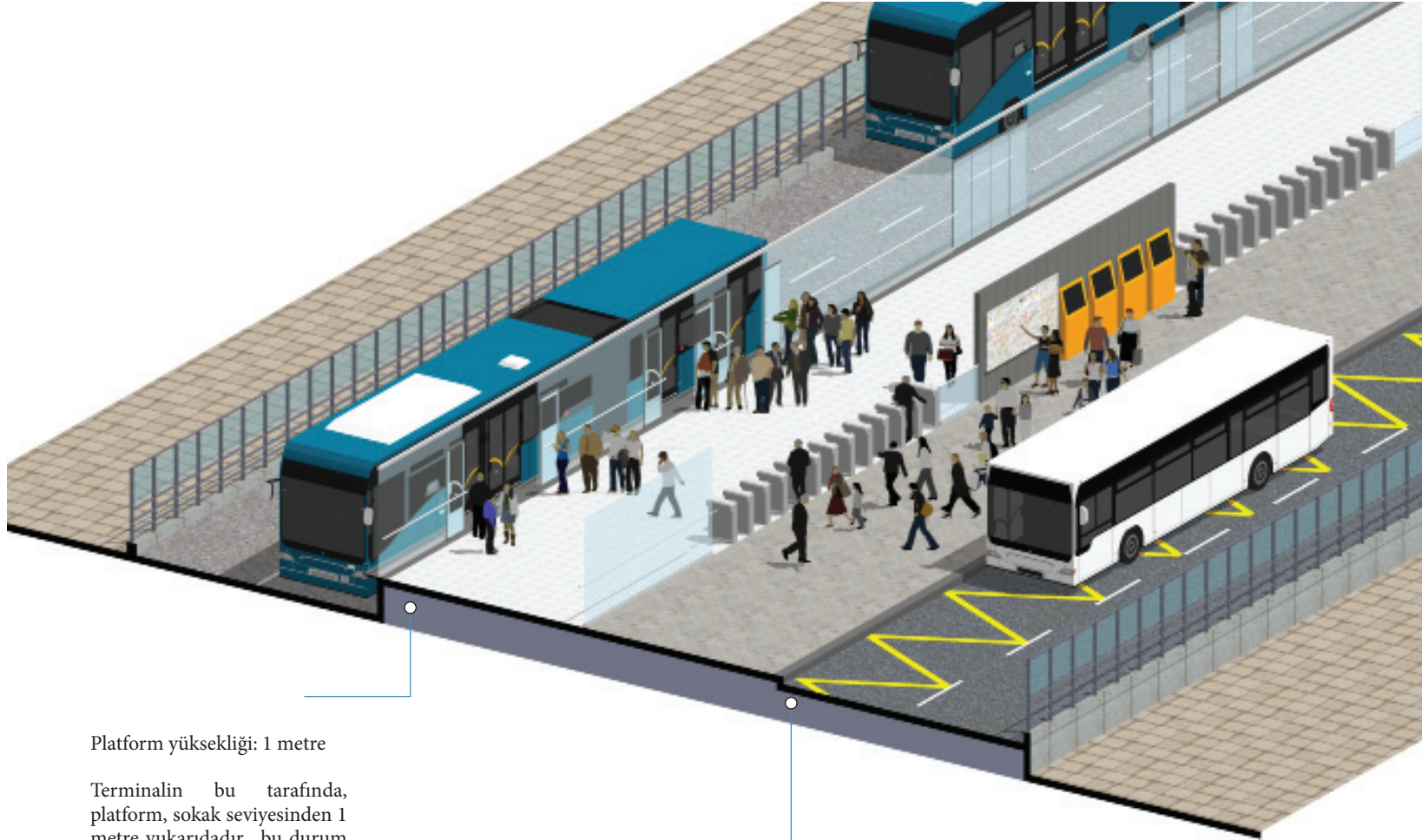
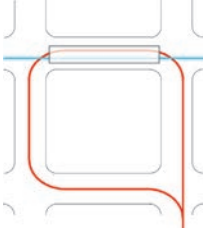
## OPERASYONLAR

Bu transfer türünde, kapasitenin duraktan ziyade kavşak tarafından sınırlandırılması olasıdır.

Bu durumda operasyonları geliştirmek için kilit bir tasarım özelliği, otobüs dönüşleri ve iki METROBÜS koridorundan birinde düz devam eden otobüsler için tahsisli şeritlerin sağlanmasıdır. Bu hareketler, aynı sinyal fazlarını paylaşmayacaktır ve eğer ayrı şeritlere sahip olmazsa kavşakta birbirlerini bloklayarak sonlanabilirler.

Kavşak, biri bir koridordan diğerine otobüs dönüşleri için olan ve ikisi her bir koridor üzerinde düz trafik için olan üç faza ihtiyaç duyar. Biz, karma trafik için herhangi sola dönüşü izin verilmemesini öneriyoruz, çünkü bu, gerekli olan sinyal fazlarının sayısını arttıracaktır ve her iki METROBÜS koridoru için kapasiteyi azaltacaktır.

## DİĞER SERVİSLERE TRANSFERLER ENTEĞRE TERMİNAL



Platform yüksekliği: 1 metre

Terminalin bu tarafında, platform, sokak seviyesinden 1 metre yukarıdadır, bu durum tipik bir yüksek-zemin sol kapılı otobüsün durmasına olanak verecektir.

Terminalin bu tarafı, yüksek-zemin METROBÜS araçları tarafından kullanılmalıdır, muhtemelen kapatılacaktır ve araç-dışı ücret toplama özelliği gösterecektir.

Platform yüksekliği: 30 cm

Terminalin bu tarafındaki otobüs şeritleri, sokak seviyesinden 70 cm yukarı kaldırılmıştır, böylece merkezi platform bu tarafta alçak-zemin otobüslere hizmet sunabilir.

Terminalin bu tarafı, konvansiyonel sağ-kapılı otobüsler tarafından kullanılmalıdır. Açık olabilir ve araç-içi ücret toplama özelliği gösterebilir, fakat terminalin dışında yayaların otobüs şeritleri geçmesini önlemek için korkuluklar olmalıdır.

Aşırı kalabalık olmaması için platformu doğru bir şekilde boyutlandırmak önemlidir. Aksi halde, platformda aşırı kalabalığı önlemek için bazı yolcuların otobüs şeritlerinde yürüyecek olmaları yönünde ciddi bir risk vardır.



## GÜVENLİK

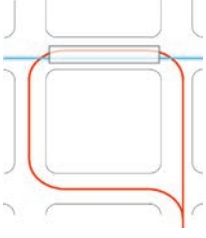
Bu, yolcular için çok güvenli bir aktarma seçeneğidir. Değerlendirilmesi gereken temel güvenlik riski, otobüsler için terminale erişim noktasıdır. Dar boğazlardan kaçınmak ve trafiğin farklı yönlerini açıkça ayırmak önemlidir. TransMilenio, bir ana hat ve bir besleyici hat terminal girişinde kafa kafaya çarpışınca ve bir kişinin ölümüne ve pek çok kişinin yaralanmasına sebep olduğu zaman Portal de Usme terminalinde ölümcül bir kaza vakası kaydetmiştir.

Terminal platformları için, kilit güvenlik hususu, beklenen yolcu hacimlerini rahatlatmak için yeterli genişlik sağlamaktır. Eğer platformlar aşırı kalabalık olursa, yolcuların otobüs şeritlerinde – özellikle düşük platformlu terminal tarafı üzerinde – yürüyecek olmaları riski vardır.



Bir TransMilenio terminali için tipik bir düzeni gösteren görüntüler. Yukarıda: yeşil besleyici otobüsler platformun sol tarafında dururlar. Aşağıda: aynı platformun üst sağ tarafında körüklü kırmızı ana hat otobüsleri. EMBARQ fotoğrafları.

## DİĞER SERVİSLERE AKTARMALAR ENTEĞRE TERMİNAL: ERİŞİM NOKTALARI



Şehir merkezi olan alanlarda, bu yolculardan pek çoğu hatlar arasında transfer olmak yerine yolculuklarına terminalde başlayabilir veya sonlandırılabilir. Yaya erişim noktaları, sinyal döngüsü başına beklenen yolcu hacimlerini rahatlatabilmelidir. Aynı zamanda çok büyük yaya hacimleri için alt geçitler veya üst geçitler kullanmayı değerlendiriniz.



TransMilenio'da Calle 72 durağı çıkışında kapasitesine kadar dolmuş olan yaya bölgesi.



## GÜVENLİK

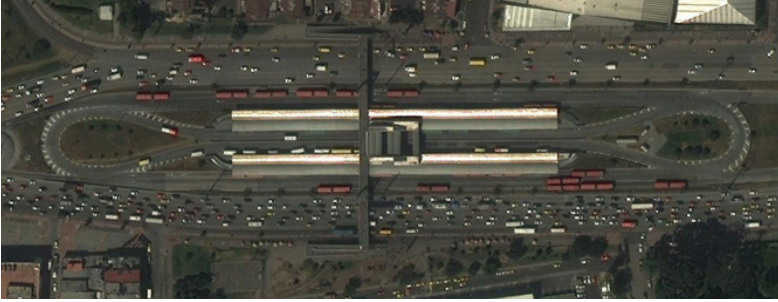
Terminale erişim noktalarının tasarımı, farklı otobüsler arasındaki çatışmaları minimize etmeyi ve aynı zamanda güvenli yaya erişimini temin etmeyi amaçlamalıdır.

Soldaki görsel, terminaller için daha zorlayıcı kapsamlardan biri için olası bir tasarım çözümünü göstermektedir: bir şehir merkezi bölgesinde hem otobüsler hem de yayalar için eş düzey erişimi olan bir terminal. Otobüsler arasındaki çatışmalar, ana ve besleyici otobüslerin farklı sinyal fazlarında terminale girmesine izin vererek ele alınır. Yayalara, yeterli bekleme boşlukları ve geniş yaya geçitleri sağlanır. Buna rağmen, yayalar ve otobüsler arasındaki çatışmaları gidermek için bir alt geçit veya üst geçit yoluyla terminale bir yaya erişimi sağlamak şiddetle önerilir.

## OPERASYONLAR

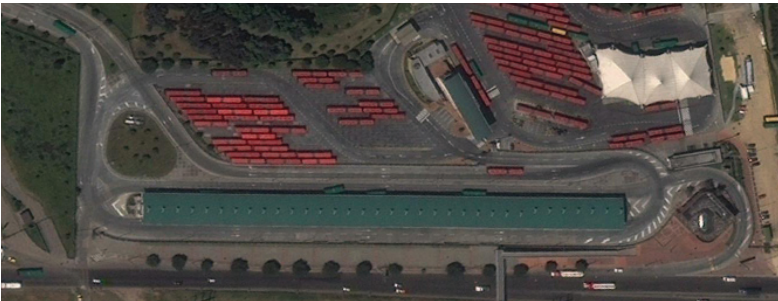
Bu kavşaktaki kapasite, sistemin pratik kapasitesinden biraz daha yüksek olacaktır ve bu durum bunun bir dar boğaz oluşturmayacağı anlamındadır. Buna rağmen, bu konfigürasyonun yüksek yaya gecikmelerine ve yayaların kırmızı geçmesi ihtimaline yol açması muhtemeldir. Bu, bir alt geçit veya üst geçit yoluyla yaya erişimini temin ederek ele alınabilir.

## TERMİNAL KONFIGÜRASYONLARININ ÖRNEKLERİ



### PORTAL DEL NORTE, TRANSMILENIO

Autopista Norte'nun merkezi rezervinde yerleşiktir. Otobüsler, direkt olarak ekspres yoldan eş düzey erişim noktalarına sahip iken yayalar terminale bir üst geçit yoluyla erişirler. Her bir platformun her iki tarafından duran ana ve besleyici hatlar ile iki paralel platform. Otobüsler için terminale erişim noktaları sinyalizasyonla değildir ve birbirlerine doğru gitmeleri için sürücülere güvenmektedirler. Google Earth görüntü



### PORTAL TUNAL, TRANSMILENIO

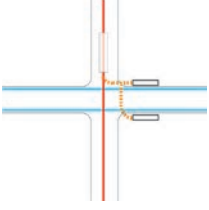
Otobüsler için eş düzey erişim ile ve yayalar tarafından bir üst geçit yoluyla kentsel bir arterin dışında yerleşiktir. Otobüslerin her iki tarafta da durabilecekleri tekli bir platform özelliği gösterir. Google Earth görüntü



### PORTAL DEL SUR, TRANSMILENIO

Oldukça fazla pahalı olmasına rağmen hem güvenlik hem de operasyonlar için en iyi düzendir: bir ekspres yolun hemen dışında yerleşiktir ve üst geçitler yoluyla her iki yönden otobüsler ile erişilir. Bu, yukarıda gösterilen diğer iki konfigürasyondan pek çok kesişmeyi giderir. Google Earth görüntü

## DİĞER SERVİSLERE TRANSFERLER YEREL OTOBÜS SERVİSLERİNE TRANSFER



### GÜVENLİK

Bu transfer türü genellikle aynı otobüs işletmecisi kurum tarafından çalıştırılmayan otobüs hizmetleri arasında meydana gelir. Bu tür durumlarda transferleri koordine etmek her zaman zordur, fakat kilit güvenlik hususu, yolcuları transfer etmek için yürüme uzaklığını azaltmak ve transfer yolunu olabildiğince güvenli yapmaktır.

METROBÜS durağı, diğer otobüs koridoru ile kavşağa olabildiğince yakın şekilde yerleştirilmelidir.

Biz, transfer yolcularının yolu ile çatışabilecek olan bu kavşaktaki herhangi dönüşlere izin verilmemesini önermekteyiz. Önceki METROBÜS durağı için gösterilmiş olan refüj boyunca yaya

geçidi, burada özellikle önemlidir. Eğer lokal otobüs servisleri daha uzun sefer aralıklarına sahipse, METROBÜS'den ayrılan transfer yolcularının otobüslerini yakalamak için kırmızıda geçmeleri riski vardır. Refüjde yaya bekleme cebi yapılması, yolculara her iki sinyal fazı esnasında karşıdan karşıya geçme fırsatı verecektir.



## GÜVENLİK

Bu tasarım konsepti, koridor kendisinin üzerinde bisiklet altyapısı sağlamadan bir bisiklet ağı ile bir METROBÜS koridorunu entegre etmek için olası yolu gösterir. Bu durumda, çapraz sokak tüm dört sokak köşesinde bisiklet yolları ve bisiklet park yeri özelliği gösterir. METROBÜS durağına erişen bisikletliler, bisiklet park lokasyonlarından birinde bisikletlerini bırakabilirler ve daha sonra durağa karşı yürüyerek karşıdan karşıya geçerler.

Durağa olan yaya erişimi ile çatışan çapraz sokaktan sağa dönüş yasaktır. Bisiklet yollarının kentsel bir arter üzerinde değil, sadece yön başına bir şeridi olan küçük bir çapraz sokak üzerinde yerleştirildiklerini not ediniz.

Eğer çapraz sokakta park yeri sağlanırsa, biz, bisikletlileri araç kapılarının açılmasından korumak için küçük bir tampon boşluğu ile (bir bordür veya bir refüj) sokak-üstü park yeri sırası ve kaldırım arasına bisiklet yolunun yerleştirilmesini öneriyoruz.

## VERİ TOPLAMA

Çalışmamız için kullanmış olduğumuz herhangi şehirdeki METROBÜS ve Otobüs yolu koridorlarındaki kazalar hakkında hiçbir kamusal olarak mevcut veri seti yoktu. Bu sebeple, mevcut olan farklı yerel veri kaynaklarını kullanarak her şehir için kaza veri setlerini derledik. Brezilya şehirlerinde, kaza veri, yerel toplu taşıma kurumları tarafından sağlandı. Meksika'da, veri, Jalisco Eyaleti Ulaştırma Sekreteryası ve Mexico City Hükümeti tarafından sağlandı. Biz, Kolombiya şehirleri için veriyi ulusal Ulaştırma Bakanlığından ve Hindistan şehirleri için ise yerel polis departmanlarından edindik.

Bogotá için, biz, aynı zamanda kendi trafik kazası veri tabanını derlemiş olan birkaç METROBÜS çalıştıran acenteden biri olan TRANSMILENIO tarafından sağlanan bir kaza veri setini kullandık. Bu veri seti, TransMilenio araçlarını içeren kazaları ve genellikle polis raporlanmayan otobüsleri için tüm küçük vakaları içermektedir. Bunlar, göreceli olarak küçük olaylardır, fakat METROBÜS operasyonları ile ilgili güvenlik hususlarını daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktadırlar (örneğin yolcuların otobüs içinde düşmesi ile sonuçlanan otobüs şoförünün aniden fren yapması veya araçlara küçük hasarlar ile sonuçlanan duraklarda düzgün olmayan şekilde durmuş otobüsler).

Tüm veri setleri, şehre göre üç ile yedi yıl arasında bir periyot için her bir otobüs koridorunda meydana gelmiş olan her olay hakkında detaylı bilgi içermektedir.

## ÇALIŞMA METODOLOJİSİ

Bizim değerlendirmemizin kilit bileşeni, kaza veri analizi idi. Kaza raporlama standartları ve hatta bir kazayı, bir yaralanmayı neyin oluşturduğuna dair tanımlarda bile büyük farklılıklar nedeniyle farklı şehirler arasında ilgili kıyaslamaları yapmak olası değildi. Bu sebeple analizimizi her bir vakanın bir şehri temsil ettiği vaka çalışmasına şekilde yapılandırdık. Her bir şehir için hangi faktörlerin kaza sayısını etkilediğini bulmak amacıyla farklı otobüs sistemleri için kaza verisini analiz ettik (örneğin yaya geçitlerinin uzunluğu veya bir merkezi refüjün varlığı). Biz daha sonra diğer şehirlere de aynı metodolojiyi uygulayarak bir vaka çalışmasından gelen bulguları teyit etmeyi veya reddetmeyi amaçladık. Kavşak başına yaklaşım sayısı gibi bazı tasarım karakteristikleri için, biz, çoklu vaka çalışmaları boyunca yüksek derecede anlamlı ve tutarlı sonuçlar elde edebildik. Her kavşakta izin verilen sola dönüş sayısı gibi diğerleri için, sonuçlar tutarlı değildi.

Maruziyeti kontrol ettikten sonra – yani araçların veya yayaların sayısı - yol ve kavşak geometrisi, otobüs sistemi tasarımı ve arazi kullanımı gibi faktörleri kullanarak farklı lokasyonlardaki kaza

oranlarındaki farklılıkları açıklamak için kaza frekans modelleri geliştirdik.

Kaza verisi, sayım değişkenleridir ve genellikle en iyi Poisson dağılım tarafından temsil edilirler (Ladron de Guevara et al. 2004). Buna rağmen, önceki çalışmalar kaza verisinin aynı zamanda aşırı yayılmış olduğunu da not etmiştir (yani varyans ortalamadan çok büyüktür) ve bu yüzden Poisson'un aksine varyansın ortalamadan farklı olmasına olanak sağlayan negatif binom dağılımı tarafından daha iyi temsil edilirler (Dumbaugh ve Rae 2009, Viola et al. 2010). Bu sebeple, negatif binom (NB), pek çok durumda kaza frekanslarını modellemek için tercih edilen bir olasılık dağılımıdır (Ladron de Guevara et al. 2004, Dumbaugh ve Rae 2009). Bağımlı değişkenin yeterince aşırı yayılmış olmadığı ve bizim bir Poisson regresyonu kullandığımız Guadalupe yaya kaza modeli hariç olmak üzere modellerimizin çoğunluğunda NB regresyonlarını kullandık.

Önemli bir karar, modellerin geliştirileceği ölçek hakkında idi. Önceki çalışmalar, kavşak modellerinden Almonte ve Abdel-Aty 2010) komşu civar modellerine (Dumbaugh ve Rae 2009) ve posta-kodu seviyeli kaza modellerine kadar (Viola et al. 2010) pek çok farklı ölçeklerde kaza frekans modelleri geliştirmişlerdir. Bizim amacımız kazalar üzerinde tasarım seçeneklerinin detaylı etkisini anlamak olduğu için en küçük olası ölçeği kullandık: kavşaklar veya sokak segmentleri. Bu tercih, aynı zamanda veri setinin yapısı tarafından ve özellikle lokasyonların raporlanma yolundan da etkilendi. Örneğimizdeki pek çok şehirde, bazı Brezilya şehirleri hariç olmak üzere, kaza lokasyonları, kazanın meydana geldiği ana cadde listelenerek ve daha sonra en yakın çapraz sokak listenerek rapor edilmektedir. Kazalar, bu yüzden, kavşak ve orta-blok kazalarını ayırma olasılığı olmadan meydana geldikleri lokasyona en yakın kavşak tarafından gruplanmaktadır. Sonuç olarak, veri setimizdeki her bir gözlem, bir kavşak artı ana cadde boyunca ona çıkan yaklaşımlara karşılık gelmektedir. Kavşak ve orta-blok kazalarını ayıramadığımız için kazalar üzerindeki etkilerini ayırmak için kavşak ve sokak tasarım karakteristikleri için ayrı değişkenler oluşturmaya karar verdik.

## DEĞİŞKENLER

Sokak ve kavşak tasarımı, maruziyet ve arazi kullanımı için olan değişkenlere ilaveten, biz, veri setimizde mevcut olan otobüs koridorları türlerine göre otobüs sistemleri için dört kukla değişken oluşturduk: orta-şerit METROBÜS, merkezi Otobüs yolu, ters akış şeritleri ve otobüs öncelikli şeritler.

TABLO A1 Araç çarpışması ve yaya kaza frekans modeli sonuçları, Mexico City

	Araç çarpışma modeli (NB)	Yaya kaza modeli (NB)
	Kats.	Kats.
Sabit	-1.518***	-1.857***
Kol sayısı	0.374***	0.252***
Kol başına şerit sayısı	0.374***	0.341***
Yaklaşım başına sola dönüşler	1.705***	1.268**
Pazar alanı	-	0.664***
Maksimum yaya geçidi uzaklığı (m)	-	0.026**
Yaya üst geçidi	-	-0.147
Orta şerit METROBÜS (Metrobüs Hattı 1)	-0.029	-0.299
Ters akış otobüs şeridi	0.554***	0.389**
Kaldırım kenarı otobüs şeridi	-0.176	-0.087
Gözlem sayısı	216	216
Log olabirlik	-618.475	-518.539
LR chi2	139.99	104.88
Olas > chi2	0.000	0.000
chibar2(01)	367.14	231.39
Olas >=chibar2	0.000	0.000

\*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ , - modele dahil edilmemiş değişken

TABLO A2 Araç çarpışma ve yaya kaza frekans modeli sonuçları, Guadalajara

	Vehicle collision model (NB)	Yaya kaza modeli (Poisson)
	Coef.	Kats.
Sabit	-0.266	-2.822***
Kol sayısı	0.392***	0.204**
Kol başına şerit sayısı	0.408***	-
Merkezi refüj	-0.146*	-0.488**
Zayıf şerit hizalama	-	0.527**
Pazar alanı	-	2.989***
Büyük kutu perakende	0.344*	-
Maksimum yaya geçidi uzaklığı (m)	-	0.047**
Büyük T kavşak	0.754***	-
Çapraz sokak düz giden sokaktır	0.570***	-
Kaldırım kenarı otobüs şeridi	0.942***	1.262***
Gözlem sayısı	164	164
Log olabirlik	-708.075	-164.481
LR chi2	231.84	117.5
Olas > chi2	0.000	0.000
chibar2(01)	1111.59	n/a
Olas >=chibar2	0.000	n/a

\*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ , - modele dahil edilmemiş olan değişken

**TABLO A3: Araç çarpışma frekans model sonuçları, Porto Alegre**

	Araç çarpışma modeli (NB) Kats.
Sabit	-2.877***
Kol sayısı	1.001***
Kol başına şerit sayısı	0.662***
Yaklaşım başına sola dönüşler	0.888**
Merkez refüj	-0.592**
Orta-şerit otobüs yolu	0.039
Ters akış otobüs yolu	0.740**
Gözlem sayısı	183
Log olabilirlik	-684.777
LR chi2(6)	187.2
Olas > chi2	0.000
chibar2(01)	1599.3
Olas >=chibar2	0.000

\*\*\*  $p \leq 0.001$ , \*\*  $p \leq 0.05$

**TABLO A4: Araç çarpışma ve yaya kaza frekans model sonuçları, Bogota**

	Araç çarpışma modeli (NB) Kats.	Yaya kaza modeli (NB) Kats.
Sabit	-0.336	-3.220***
Kol sayısı	0.467***	0.616**
Kol başına şerit sayısı	0.250***	-
Maksimum yay geçidi uzaklığı (m)	-	0.056**
Yaya köprüsü	-	-1.977**
Büyük T kavşak	0.533**	-
Kentsel arter	-0.082	0.699**
Orta-şerit METROBÜS (TransMilenio)	-0.218	-0.102
TransMilenio durağı	-	-0.360
Gözlem sayısı	127	124
Log olabilirlik	-421.663	-207.063
LR chi2	51.41	23.82
Olas > chi2	0.000	0.000
chibar2(01)	395.22	55.22
Olas >=chibar2	0.000	0.000

\*\*\*  $p \leq 0.001$ , \*\*  $p \leq 0.05$ , - modele dahil edilmeyen değişken



## SOKAK VE KAVŞAK TASARIMININ KAZA FREKANSLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

METROBÜS koridorlarındaki kazaların büyük çoğunluğu genel trafik şeritlerinde olmakla beraber biz, otobüs sisteminin konfigürasyonundan bağımsız olarak kaza frekanslarının temel öngörücüsünün yolun genel tasarımı olduğunu beklemekteydik. Model sonuçları bunu teyit etmiştir ve kavşak boyutu ve kompleksliğinin yanı sıra yol genişliğinin de kaza oranlarının en önemli öngörücüsü olduklarını teyit etmiştir.

Kavşak başına yaklaşım sayısı, yaklaşım başına şerit sayısı ve maksimum yaya geçidi uzunluğu ile beraber kilit hususlardan biridir. Çapraz sokaklardaki trafiğin otobüs koridorunu geçmesine izin verilen kavşaklar, sadece sağa dönüşlerin izin verildiği kavşaklardan daha tehlikelidirler (tablo A2). Diğer bir deyişle, ana sokakta refüjü devam ettirerek standart bir 4-yol kavşağını iki T-kavşaklara dönüştürmek güvenliği arttırmalıdır. Bu, bir orta-şerit koridoru boyunca bazı küçük kavşakların T kavşaklar olarak değiştirilebileceğini önermektedir.

## KAZA FREKANSLARI ÜZERİNDE OTOBÜS SİSTEMİ KONFIGÜRASYONUNUN ETKİSİ

Mexico City ve Porto Alegre'deki ters akış otobüs şeritlerinin hem araçlar hem de yayalar için daha yüksek kaza oranları ile anlamlı şekilde ilişkili oldukları bulunmuştur (tablolar A1 ve A3). Farklı modeller boyunca sonuçların tutarlılığı, bizim çalışmamızda yer alanlar tüm formları içinde otobüs sistemleri için en tehlikeli konfigürasyon olduğunu önermektedir. Bu, aynı zamanda bizim istatistiksel modeller geliştiremediğimiz şehirlerdeki veri analizi tarafından da teyit edilmiştir. Örneğin, ters akış şeridi özelliği gösteren Curitiba'da Güney hattının bir bölümü, orta-şerit konfigürasyonuna sahip olan Güney Hattının geri kalanından şerit-km başına dört kat daha fazla kaza sayısına sahiptir.

Biz aynı zamanda, Guadalajara'daki kaldırım kenarı otobüs şeritlerinin hem araç hem de yaya kaza oranlarını arttırdığını ve Mexico City'de ise kaza frekansları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkilerinin olmadığını bulduk (tablolar A1 ve A2). Sonuçlar her zaman anlamlı değil iken genellikle kaldırım kenarı şeritlerin ters akış şeritleri kadar olmasa da problemlili olabileceğini belirtmek eğilimindedirler.

Orta-şerit sistemlerinin güvenlik etkisini değerlendirmek biraz daha kompleksdir, çünkü bir sokaktaki orta-şerit METROBÜS tarafından başlatılan değişiklikler pek çok değişken tarafından ölçülür. Sadece bir trafik (yada park) şeridini bir otobüs şeridi ile değiştiren kaldırım kenarı otobüs koridorlarının aksine, orta-şerit sistemleri sokağın daha büyük şekilde yeniden konfigürasyonu anlamına gelir. Tipik olarak, bu, trafik şeridinin yerine bir merkezi refüj yapılmasını, sokağın ortasında bir yaya refüjü oluşturarak yaya geçidi mesafesini kısaltmayı ve koridor boyunca daha fazla

kavşak T kavşağı ve daha az 4-yol kavşağı oluşturmayı içerir. Mexico City'de orta-şerit METROBÜS'in varlığını değerlendiren değişken anlamlı değil iken, şerit sayısı, orta refüj, geçit mesafesi ve kol sayısını değerlendiren değişkenlerin hepsi daha düşük kaza oranları ile ilişkili idi ve farklı modeller boyunca anlamlı idi (tablolar A1, A2, A3, ve A4).

Biz, genel sokak konfigürasyonunda sağladıkları değişiklikler nedeniyle orta-şerit sistemlerinin kaldırım kenarı sistemlerden daha fazla güvenlik faydası olduğu sonucuna vardık. Kaza verisi, orta-şerit otobüs koridorlarına karşı kaldırım kenarı otobüs koridorlarında hangi tür kazaların daha sık olduğunu araştırmamıza olanak sağlayacak şekilde detaylandırılmamaktadır. Buna rağmen, yol güvenliği incelemeleri bizim bu husus hakkında daha iyi bir anlayış elde etmemize olanak sağlamıştır.

İncelemelerden elde edilen yaygın bir gözlem, kaldırım kenarı otobüs şeritlerinin orta şeritlerden daha fazla çatışmaya yol açtıkları idi. Özellikle, sağa dönen araçlar her zaman otobüs şeritlerini geçmek zorundadırlar ve bu durum düz devam eden bir otobüs ile kaza ihtimallerini arttırmaktadır. Benzer şekilde sola dönüşler orta-şerit sistemler üzerinde daha problemlidir, fakat sola dönüşleri elemine etmek ve onları döngüler ile değiştirmek sokak üzerindeki tüm sağa dönüşleri elemine etmekten daha kolaydır. Dahası, bisikletlilerin tahsisli otobüs şeritlerini kullandıkları gözlemlenmiştir ve bu davranış türü kaldırım kenarı şeritlerde daha yaygın olarak ortaya çıkmıştır.

## KORİDORLAR BOYUNCA ARAZİ KULLANIMININ KAZA FREKANSLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Koridorun yakınında büyük bir pazarın varlığı hem Mexico City'de hem de Guadalajara'da yaya kazalarının en güçlü öngörücülerinden biri idi (tablolar A1 ve A2). Bu sadece, daha yüksek yaya hacimleri nedeniyle değil aynı zamanda pazarın konfigürasyonundan sonuçlanan ilave riskler nedeniyle. Mexico City'de Merced pazarı alanında, örneğin, satıcılar kaldırım kenarındaki tüm veya pek çok boşluğu işgal ederler ve bu yüzden mevcut yaya hacimlerine yetersiz kapasite kalır ve bazı yayalar trafik şeritlerinde yürümeye zorlanırlar. Kaldırım üzerindeki büfelerin varlığı da, özel araba yollarını, park yeri garajlarına girişleri veya karşıdan karşıya geçmeye çalışan yayaları fark etme ihtimalleri azaldığı için sürücülerin görebilirliğini azaltmaktadır.

Bu araştırma projesi, Bloomberg Philanthropies'den alınan destek ile fonlanmıştır .

Yazarlar, bilgi birikimlerini paylaşan, yorumlarda bulunan veya alan incelemelerine katılan kişilere ve veri toplama ve analiz çalışmalarında yer alan herkese teşekkürlerini sunmak isterler.

Rice Üniversitesi'nden Rebecca Jaffe ,Porto Alegre, Mexico City, ve Bogotá için veri toplamaya ve analize katılmıştır.

EMBARQ Meksika'dan Saúl Alveano Aguerrebere, Marco Tulio Priego Adriano ve Yorgos Voukas, Mexico City'de Metrobús METROBÜS sistemi ve Guadalajara'da Macrobus METROBÜS koridoru için veri toplama çalışmalarını koordine etmişlerdir. Secretaría de Vialidad y Transporte de Jalisco'dan Jesús Alberto Leyva Gutierrez ve Diego Monraz Villaseñor bize Guadalajara büyükşehir bölgesi için kaza verisi sağlarken EPS (Estudios, Proyectos y Señalización Vial S.A. de C.V.) 'ten Joel Ivan Zúñiga Gosálvez, Guadalajara şehri için trafik sayımlarını paylaşmıştır.

Mexico City Metrobús Operasyonları Müdürü Jorge Coxtinica Aguilar, Teknik Direktör Jorge Casahonda Zentella ve David Escalante Sánchez ile beraber, EMBARQ çalışanları ile buluşmuşlardır ve Metrobús sistemi üzerindeki kazalar hakkında deneyimlerini paylaşmışlardır.

Operasyonlar Müdürü Mario Valbuena, Güvenlik Direktörü Carlos Gutierrez ve TRANSMILENIO S.A'dan Martín Salamanca ve Jaison Lucumí ile beraber bizlerle Bogotá'da TransMilenio METROBÜS sistemi için kendi kaza veri tabanını paylaşmıştır ve TransMilenio koridorunun incelemesinde EMBARQ çalışanlarına refakat etmiştir. Kolombiya Ulaştırma Bakanlığında Myriam Haidee Carvajal Lopez ve Beatriz Elena Jurado Flóres, bizlere Bogotá, Cali, ve Pereira şehirleri dahil olmak üzere Kolombiya ulusal yol güvenliği veri tabanından bilgilere erişim sağlamıştır .

EMBARQ Brezilya'dan Brenda Medeiros ve Marta Obelheiro, Brezilya şehirlerinde veri toplamayı koordine etmişlerdir. Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC) ve Matricial Engenharia Consultiva Ltda bize Porto Alegre şehri için kaza verisi ve trafik sayımlarını sağlamıştır. Urbanização de Curitiba S.A. (URBS) Curitiba'da METROBÜS koridorları için kaza verisi sağlamıştır. Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S.A. (BHTrans) Belo Horizontede pek çok otobüs koridoru için kaza verisi sağlarken, Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET-SP) Sao Paulo'da otobüs yolları için kaza verisi sağlamıştır.

EMBARQ Hindistan'dan Madhav Pai ve Binoy Mascarenhas Delhi 'de METROBÜS koridoru ve Ahmedabad'da Janmarg METROBÜS dahil olmak üzere Hindistan şehirleri için veri toplama çalışmalarını koordine etmişlerdir.

British Colombia Sigorta Şirketinden (ICBC) Judy Raski bizimle TransLink Rota 97 ve 99 tahsisli otobüs şeritleri dahil olmak üzere Vancouver şehri için bizimle kaza veri setini paylaşmıştır.

Uluslararası Yol değerlendirme Programı (iRAP)'dan Rob McInerney bizlere Brisbane, Queensland, Avustralya'da Güneydoğu otobüs yolu üzerindeki kaza kazaları hakkında veri sağlamıştır.

Instituto Metropolitano Protransporte de Lima 'dan Ricardo Rivera Salas ve Vladimir Americo García Valverde bizlerle Lima'da Metropolitano METROBÜS 'daki kazaların bir veri tabanını paylaşmıştır.

Yazarlar aynı zamanda Fred Wegman ve Jacques Commandeur (SWOV – Hollanda Yol Güvenliği Araştırması Ulusal Enstitüsü), Steve Lawson (iRAP), Tony Bliss, Sam Zimmerman, ve Said Dahdah (Dünya Bankası), Gerhard Menckhoff (Ulaştırma ve Kalkınma Politikası Enstitüsü), Juan Carlos Muñoz Abogabir ve Luis Ignacio Rizzi (Pontificia Universidad Católica de Chile), Alexandra Rojas ve Claudia Puentes (Fondo de Prevencion Vial de Colombia), Holger Dalkmann, Clayton Lane, Benjamin Welle, Aileen Carrigan, Aaron Minnick, Heshuang Zeng, ve Katherine Filardo (EMBARQ), Janet Ranganathan, ve David Tomberlin (Dünya Araştırmaları Enstitüsü) tarafından yapılan değerli yorumlara da teşekkürlerini sunmak ister.

- Almonte, A.M., M.A. Abdel-Aty. Sinyalize Kavşaklarda Servis Seviyesini ve Trafik Güvenlik İlişkisini Araştırmak. Ulaştırma Mühendisleri Enstitüsü Dergisi, cilt. 80, no. 6, Haziran 2010.
- CERTU. Bus à haut niveau de service : du choix du système à sa mise en œuvre. Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme, et les constructions publiques, Lyon, 2009.
- Chias Becerril L., A. Cervantes Trejo. Diagnóstico Espacial de los Accidentes de Transito en el Distrito Federal. Secretaría de Salud, Mexico City, 2008.
- Dumbaugh, E., R. Rae. Güvenli Kentsel Form: Kamusal Tasarım ve Trafik Güvenliği arasındaki ilişkiyi yeniden değerlendirmek. Amerika Planlama Derneği Dergisi, 75: 3, 309-329, 2009.
- Diogenes, M.C., L.A. Lindau. Porto Alegre, Brezilya'da Blok ortası Geçitlerinde Yaya Güvenliğini Değerlendirmek. Ulaştırma Araştırması Kaydı: Ulaştırma Araştırması Kurulu Dergisi, no. 2193, ss.37-43, 2009.
- Duduta, N., C. Adriaola, D. Hidalgo, L.A. Lindau, R. Jaffe. Yüksek Performans METROBÜS ve otobüs yolu Tasarım Özelliklerinin Yol güvenliği Etkisini anlamak. Ulaştırma Araştırması Kaydı, yakında 2012.
- EMBARQ. Bus Karo. Otobüs Planlaması ve Operasyonları hakkında kılavuz kitap. Sürdürülebilir Ulaşım için EMBARQ Merkezi, Mumbai, 2011.
- FTA. Karar vermek için Otobüs Hızlı Transit Karakteristikleri. Federal Transit İdaresi, Washington DC. 2004.
- Gardner, G., P. Cornwell, J. Cracknell. Gelişmekte olan Ülkelerde otobüs yolu transitin performansı. TRRL Araştırma Raporu 329, Crowthorne UK, 1991.
- Hidalgo, D., A. Carrigan. Toplu Taşımayı modernize etmek. Latin Amerika ve Asya'daki büyük otobüs gelişmelerinden öğrenilen dersler, Kaynaklar Enstitüsü Raporu. Washington DC, 2010.
- Hidalgo D., G. Lleras, E. Hernandez. Otobüs Hızlı Transit Sistemlerde Yolcu Kapasitesi - Bogota, Kolombiyada TransMilenio sistemi için formül geliştirme ve uygulama, Thredbo 12 Konferansında sunulmuştur, Durban, 2011
- Ladrón de Guevara, F., S.P. Washington, ve J. Oh. Planlama Seviyesinden Kazaları tahmin etmek. Tucson, Arizona'da uygulanan simültane Negatif Binom Kaza Modeli. Ulaştırma Araştırması Kaydı: Ulaştırma Araştırması Kurulu Dergisi, No. 1987, TRB, Ulusal Araştırma Konseyi, Washington D.C., ss. 191-199, 2004.
- Levinson, H., et al. Otobüs Hızlı Transit: Otobüs Hızlı Transit vaka analizleri. Transit Kooperatif Araştırma Programı – Rapor 90,Cilt. I, Ulaştırma Araştırması Kurulu, Ulusal Akademiler, Washington DC, 2003.
- Lindau, L.A., D. Hidalgo, D. Facchini. Curitiba, Otobüs Hızlı Transitin Beşiği. İnşa edilen Çevre 36, 274-283.
- Lindau, L.A., B.M. Pereira, R.A. de Castilho, M.C. Diogenes, J.C. Herrera. Otobüs Hızlı Transitin (METROBÜS) hızı ve kapasitesi üzerinde tasarım unsurlarının etkisi: yön koridoru başına tek şerit vakası, Thredbo 12 Konferansında sunulmuştur, Durban, 2011.
- NACTO. Kentsel Otobüs yolu tasarım kılavuzu. Şehir Ulaştırma Görevlileri Ulusal Derneği. 2011
- NTU. Conceitos e Elementos de Custos de Sistemas METROBÜS. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos, Brasília, 2010. Ulaştırma Araştırması Kurulu. Otoban Kapasite Manüeli 2010. Washington DC, 2010.
- Rickert, T. Otobüs Hızlı Transit Erişilebilirlik Kılavuzları. 2007.
- Viola, R., M. Roe, H. Shin. 2010. New York City Yaya Güvenliği Çalışması ve Eylem Planı. New York City Ulaştırma Departmanı, 2010.
- Vuchic, V. Kentsel Transit. Sistemler ve Teknoloji. Hoboken, New Jersey: John Wiley ve Sons, 2007.
- Wright, L., W. Hook, Eds. Otobüs Hızlı Transit Planlama Kılavuzu., 3. Baskı. Ulaştırma ve kalkınma Politikası enstitüsü (ITDP), New York. 2007.



EMBARQ'un misyonu, şehirlerdeki yaşamın kalitesini geliştirmek için çevresel ve mali olarak sürdürülebilir ulaşım çözümlerinin uygulanmasını katalize etmek ve buna yardımcı olmaktır. 2002'den beraber, EMBARQ ağı, aşağıdaki ülkelere ve bölgelere genişlemiştir: Meksika, Brezilya, Hindistan, Türkiye, And Bölgesi ve Çin. Ağ, mimariden hava kalitesi yönetimine, coğrafyadan gazeteciliğe ve sosyolojiden inşaat ve ulaştırma mühendisliğine kadar değişen alanlarda 100'den fazla uzman istihdam etmektedir.

EMBARQ  
10 G Street, NE, Suite 800  
Washington, DC 20002  
USA (ABD)  
+1 (202) 729-7600

EMBARQ ANDINO  
Palacio Viejo 216, Oficina 702  
Arequipa, Perú  
+51 54283393

EMBARQ MEXICO (Meksika) Calle Belisario Dominguez #8, Planta Alta  
Colonia Villa Coyoacán, C.P. 04000  
Delegacion Coyoacán, México D.F.  
+52 (55) 3096-5742

EMBARQ INDIA (Hindistan) Godrej and Boyce Premises Gaswork Lane,  
Lalbaug Parel, Mumbai 400012  
+91 22 24713565

EMBARQ BRAZIL (Brezilya)  
Rua Luciana de Abreu, 471/801  
90570-060 Porto Alegre/RS  
Brasil  
+55 51 3312 6324

EMBARQ CHINA (Çin) Unit 0902, Chaowai SOHO Tower A Yi No. 6  
Chaowai Dajie, Chaoyang District  
Beijing 100020, China  
+86 10 5900 2566

EMBARQ TURKEY (Türkiye)  
Sürdürülebilir Ulaşım Derneği Gümüşsuyu Mah. İnönü Cad.  
No:29 Saadet Apt. K:6 D:7  
Taksim, Beyoğlu, İSTANBUL  
Tel: +90 (212) 243 53 05  
E-posta: info@embarqturkiye.org  
Web : www.embarqturkiye.org  
facebook: <http://www.fb.com/embarqturkiye>  
twitter: @embarqturkiye

Tasarım – Baskı – Cilt  
İlbey Matbaa  
0212 417 92 92  
[www.ilbeymatbaa.com.tr](http://www.ilbeymatbaa.com.tr)