

## PAPER DETAILS

TITLE: Kent İçi Ulaşım Sistemlerinde Risk Analizi

AUTHORS: Hilal APUHAN,Yavuz ÖZDEMİR

PAGES: 20-26

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1076442>



## Kent İçi Ulaşım Sistemlerinde Risk Analizi

Hilal Apuhan<sup>a,\*</sup> Yavuz ÖZDEMİR<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kent Çalışmaları ve Yönetimi, İstanbul, 34303, Türkiye*

<sup>b</sup> *Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 34349, Türkiye*

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (2020), 2 (1), 20-26  
DOI: xxxxxxxxxxxx

| YAYIN BİLGİSİ                                                                                                   | ÖZET                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gönderilen tarih: 6 Şubat 2020<br>Kabul tarihi: 12 Nisan 2020<br>Yayınlanma tarihi: 30 Nisan 2020               | İnsanoğlunun artan ihtiyaç ve taleplerini karşılayabilmek adına kent merkezlerine göç her geçen gün ülkemizde ve dünyada artmaya devam etmektedir. Bu talepler ulaşım sistemlerinin zamanla değişmesine sebep olmaktadır. Bu değişim ile beraber insanlar taleplerini karşılamak adına sürekli yer değiştirmekte ve vakitlerinin çoğunu özellikle metropol şehirlerde trafikte geçirmektedir. Toplu taşımanın etkin kılınmadığı kentlerde, hava ve gürültü kirliliği, trafik yoğunluğu, en önemlisi de trafik kazaları sorun olarak öne çıkmaktadır. Ülkemizde de bu sorunlar ele alınarak ulaşımda alternatif olarak görülen yeni sistemler çeşitli risk analizleri yapılarak hızla hizmete sunulmak için harekete geçilmiştir. |
| <b>Anahtar kelimeler:</b><br>Ulaşım<br>Kent İçi Ulaşım<br>Toplu Taşıma<br>Risk Analizi<br>Ulaşımda Risk Analizi | <b>ABSTRACT</b><br>In order to meet the increasing needs and demands of human beings, migration to urban centers continues to increase day by day in our country and in the world. These demands cause transportation systems to change over time. Together with this change, people are constantly relocating in order to meet their demands and spend most of their time in traffic especially in metropolitan cities. By addressing these problems in our country, new systems, which are considered as alternatives in transportation, have been taken action to provide rapid services by performing various risk analyze.                                                                                                  |

### 1. Giriş

Ulaşım bir ülkenin kalkınmasında hayati bir rol oynamaktadır. Ekonomi ile bir ülkenin ulaşım sistemi arasında güçlü bir bağlantı bulunmaktadır. Bir ülke ekonomisinin büyümesi, ülkedeki ulaşım sisteminin büyümesine bağlıdır.

Ulaşım, bir topluluğun tüm sınıfını etkileyen önemli bir faktördür. Bu sektörün diğer tüm sektörlerle ilişkileri bulunmaktadır. Ulaştırma, ülkelerin sosyal, kültürel, politik ve ekonomik alanlarını etkilemektedir ve tüm bu alanların gelişmesinde büyük rol oynamaktadır. Toplumun gelişmesinde önemli rol oynayan ulaştırma sektörü, trafik sıkışıklığı, verimsiz arazi kullanımı, gürültü ve hava kirliliği, yenilenemeyen doğal kaynakların hızlı tükenmesi, can ve mal kaybından kaynaklanan kazalar gibi birçok sorunun kaynağını oluşturmaktadır (Cirit, 2014).

Kentsel toplu taşıma (KTT) sistemleri, trafik sıkışıklığını azaltmada, artan araç kullanımı için alternatif bir seyahat aracı sağlamada ve kentsel yaşam kalitesinin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmada önemli bir role sahiptir (Vuchic, 2005). KTT sistemleri, sosyal, ekonomik, politik, teknolojik ve örgütsel yönleri içeren karmaşık sistemlerdir (Rietveld ve Stough, 2004). Sistemi geliştirmek için etkili politikalar geliştirmek ve uygulamak için, sistemi oluşturan aktörlerin yanı sıra bu unsurlar arasındaki ilişkiler bütüncül ve bütünsel bir şekilde düşünülmelidir. KTT sistemlerinin ana aktörleri

hükümet, operatörler ve yolculardır. Bir düzenleyici ya da ulaştırma makamı olarak hükümet, toplu taşıma sistemlerinin yönetiminde düzenleyici bir rol oynarken, operatörler yolcular için toplu taşıma hizmetleri sunmaktadır. Bazı durumlarda, yerel yönetimler veya belediyeler, franchise, sözleşmeli veya özelleştirilmiş operatörleri olan toplu taşıma hizmeti sunmaktadır. Ana toplu taşıma modları arasında otobüs, demiryolu ve su kaynaklı olanlar yer almaktadır.

Toplu taşıma; otobüsler, trenler, feribotlar, ortak kullanıma açık taksi ve varyasyonları dahil olmak üzere halka ulaşım imkanı sağlayan çeşitli hizmetleri içermektedir (Litman, 2015).

Türkiye ulaştırma ağı ele alındığında planlı bir büyüme stratejisi izlenmemiştir. Dengeli, çok modlu bir sistem sağlamak için taşıma modlarını bütünleştirmeyi amaçlayan bir ulaşım ana planı bulunmamaktadır. 2000'lerden sonra insanlar toplu taşımayı kullanmaya teşvik edilmeye başlanmıştır (Ülengin vd. 2007)..

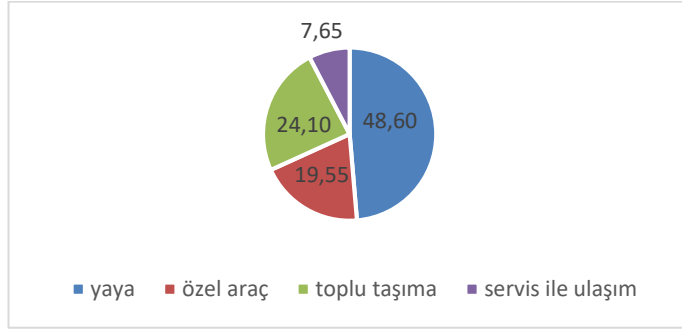
### 2. Kent İçi Ulaşım

İki kıtayı birbirine bağlayan İstanbul, milyonlarca günlük şehirlerarası seyahatine sahip bir şehirdir. Günlük seyahatler karayolları, su ve raylı sistemlerle yapılmaktadır.

İBB 2016 Yıllık Raporuna göre İstanbul'da günde yaklaşık 32 milyon seyahat gerçekleştirilmektedir. Yolculukların 15,5

\*Sorumlu yazar: Hilal Apuhan  
E-mail adresi: [hilalapuhan44@gmail.com](mailto:hilalapuhan44@gmail.com)

milyonu (% 48,6) yayadır. Araçla yapılan yolculuklar toplu taşıma araçları ile % 24,1, servis araçları ile % 7,7 ve özel araçlar ile % 19,5 olarak yapılmaktadır. Şekil 1'de İstanbul içi seyahat türleri % 'lik payları verilmiştir. (İBB 2016 yıllık raporu).



Şekil 1: İstanbul'daki ulaşım türüne göre seyahat yüzdesi

Şehir çok katmanlı bir taşıma sistemine ihtiyaç duymakta, böylece farklı modlar oluşturulabilmektedir. Ulaşım sistemine farklı ulaştırma sistemleri ne kadar fazla katılırsa, o kadar fazla varış noktası belirlenebilir. Böylece ağda varış noktası anlamına gelen birçok düğüm eklenebilir. Kentin karma kullanımlı yapısı nedeniyle şehir içi ulaşım sistemi, vatandaşların günlük rutin hareketlerini değil aynı zamanda üretim, tüketim ve ulaşım faaliyetlerini de taşıması gerekmektedir (Rodrigue vd. 2009).

Metro sistemi, genellikle sabit yolları, servisleri ve istasyonları bulunan merkezi alanlarda yeraltına yerleştirilmektedir. Otobüs sistemi tarifeli sabit rotalarla tanımlanabilir ve motorlu çoklu yolcu taşıtları tarafından hizmet verilen duraklardan oluşmaktadır. Transit raylı sistem, merkezi bölgelerde faaliyet gösteren tramvaylardan ve ağırlıklı olarak ağır veya hafif raylı sistem aracılığıyla banliyö alanlarına hizmet vermek için geliştirilen yolcu trenlerinden oluşmaktadır.

Ayrıca, küçük otobüsler veya minibüsler kullanan bir dizi özel hizmetten oluşan mekik (shuttle) sistemi bulunmaktadır. Servis yolları sabit olma eğilimindedir, ancak sayısız spesifik fonksiyona hizmet eden yeni durumlara uyacak şekilde uyarlanabilir. Paratransit sistemi, genellikle çevresel ve düşük yoğunluklu bölgelere hizmet veren minibüs veya ortak taksilerden oluşan esnek ve özel sektöre ait bir kolektif talep-cevap sistemi olarak hizmet vermektedir. Son olarak, çağrı sırasında bireysel talep cevaplama sistemi sunan ve sabit rotaları bulunmayan özel şahıslara ait arabalardan veya küçük kamyonetlerden oluşan taksi sistemi bulunmaktadır (Mathew ve Rao. 2006).

Genel olarak, ulaşım sistemi kentin dinamik bölümlerinde oluşturulmaktadır. Başka yerlerden daha fazla getirisi bulunmaktadır. Böylece tüm ulaşım modları bir araya gelme şansına sahip olacaktır. Şehirlerdeki gelişmeler, daha fazla hatla taşımayı daha dinamik hale getirmektedir ve sürekli olarak ulaşım sistemini geliştirmeye olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda ulaşım amacıyla kullanılan farklı modları bulunduğu bölgeye yeni kimlikler kazandırmaktadır. Önemli olan, mekan, şehri veya yeri sırasıyla dinamik yapan tesisler ağıdır (Cook vd.1999).

## 2.1. Kent İçi Ulaşımında Karayolu

Karayolu taşımacılığı kentte en çok kullanılan günlük ulaşım şeklidir. Karayolu taşımacılığı özel arabalar, otobüsler, metrobüsler, dolmuşlar ve servis araçları ile gerçekleştirilir. Belediye otobüsleri ve metrobüsler, belediye tarafından sağlanan kamu hizmetleri, minibüs, dolmuş ve servisler ise özel ulaşım hizmetidir. Tablo 1'de 2016 yılı İETT

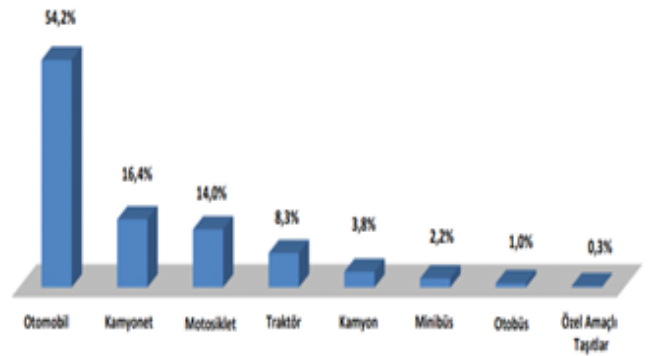
verisi olarak, her karayolu taşımacılığına göre yolcuların payları gösterilmektedir.

Tablo 1: Günlük yolcu sayısı ve karayolu için toplu taşıma türündeki payı

| Karayolu ile Toplu Taşıma Çeşitleri | Günlük Yolcu Sayısı | Toplamdaki Yüzdesi (%) |
|-------------------------------------|---------------------|------------------------|
| İETT Otobüsü / Metrobüs             | 1.554.927           | 12.02                  |
| Özel Halk Otobüsü                   | 1.392.824           | 10.76                  |
| Otobüs İşletmesi                    | 838.040             | 6.48                   |
| Minibüs                             | 2.073.600           | 16.03                  |
| Taksi & Toplu taksi                 | 1.675.824           | 12.95                  |
| Ring                                | 2.560.270           | 16.79                  |
| <b>TOPLAM</b>                       | <b>10.095.485</b>   | <b>78.02</b>           |

Tablo 1.'de Karayolu ile günlük olarak yapılan yolcu taşıma payları gösterilmektedir. En fazla karayolu ile taşıma minibüs ve ring ile yapılmaktadır. Sonrasında taksi ve özel halk otobüsü gelmektedir.

Türkiye Veri İşleme Merkezi (TÜVİMER) tarafından hazırlanan "İstanbul Trafik ve Otopark Durumu" raporuna göre, 2018 yılı Aralık ayı motorlu kara taşıtları verilerine göre İstanbul'da trafiğe kayıtlı 4 milyon 170 bini aşkın araç bulunmaktadır (TÜİK). Kayıtlı araçlar arabalar, minibüsler, otobüsler ve kamyonlar olarak sınıflandırılmıştır. Mart 2018 itibarıyla, kayıtlı özel araç sayısı 2 milyon 669 bin 296'dır. Şekil 2 de 1000 kişi başına düşen araç sayısı 2009 ve 2018 yılları arasında 137'den 178'e yükseldiği gösterilmiştir. Aşağıda Şekil 2 de gösterilen oranlar 2017 itibarıyla trafiğe kayıtlı motorlu araçların cinsleri %'lik oranları ile gösterilmiştir.



Şekil 2: Türkiye'de Trafiğe Kayıtlı Motorlu Taşıtların Dağılımı

Her ne kadar kayıtlı araç sayısı kentsel alan kullanımı konusunda önemli sorunlar doğursa da, aslında araç sahibi olma oranı hala Avrupa şehirlerinin ortalamasının altındadır. Tablo 2.'de yıllara göre İstanbul'daki araç sayısı gösterilmektedir. 2000 yılında toplamda 1.217.239 olan araç sayısı, 2018 yılında 3.571.386 sayısına ulaşmıştır. En fazla bulunan araç ise araba olarak kayıtlara geçmiştir. İkinci sırada ise kamyonet gelmektedir.

**Tablo 2:** Yıllara göre İstanbul'da araç sayısı

|      | Araba     | Minibüs | Otobüs | Kamyonet | Kamyon  | Toplam    |
|------|-----------|---------|--------|----------|---------|-----------|
| 2000 | 1.000.783 | 18.127  | 19.735 | 148.218  | 30.376  | 1.217.239 |
| 2005 | 1.590.283 | 60.674  | 43.241 | 649.990  | 114.077 | 2.158.265 |
| 2010 | 1.821.694 | 58.982  | 53.444 | 530.105  | 125.197 | 2.589.422 |
| 2015 | 2.463.995 | 83.017  | 46.413 | 612.444  | 131.746 | 3.337.615 |
| 2018 | 2.669.296 | 86.359  | 45.158 | 636.824  | 133.747 | 3.571.386 |

Bu şehir için önemli bir potansiyel olarak görülebilmektedir bunun temel sebebi bu oran artmadan gerekli önlemlerin alınarak sürdürülebilir bir kent için daha kolay olabileceği öngörüsünün oluşmasıdır. Toplu taşımacılığın temel önemine işaret etmektedir. Potansiyel, sürdürülebilir ve adil bir şehir için gerekli olan toplu taşıma sistemlerine daha fazla yatırım yapmak için kullanılabilir.

## 2.2 Raylı Sistemler

Raylı sistemler, kent içi toplu taşıma için tercih edilen çok önemli bir ulaşım şeklidir. Hızlı ve güvenilir olması daha çok tercih edilmesine sebep olmaktadır. Raylı sistem ihtiyacının farkına varan ve önemini kavrayan ülkemiz ilk başta metropol bir kent olan İstanbul da bu sistemler ile halkımızı buluşturmuştur. 10 yıl öncesine kadar sadece İstanbul, Ankara, İzmir metropollerinde raylı sistemler kullanılmaya başlanmışken bugün bunlara ilave olarak Bursa, Konya, Kayseri, Adana, Gaziantep, Antalya ve Samsun gibi büyük şehirlerimizde de bu sistemleri görmek mümkündür.

Anadolu'nun çelik rayları 162 yıl önce "kara tren" olarak da bilinen buharlı trenle tanışırken Cumhuriyetin ilk yıllarında yatırımlarla genişleyen Türk demiryolu ağına, 2003'ten sonra yolcu taşımacılığında yüksek hızlı trenlerle (YHT) hızlı ve konforlu hizmet sunulan yeni bir döneme girilmiştir.

Ankara merkez olmak üzere İstanbul- Ankara- Sivas, Ankara-Afyonkarahisar- Uşak- Manisa- İzmir, Ankara- Konya koridorlarını kapsayan çekirdek yüksek hızlı demiryolu ağının oluşturulması öncelikli hedef olarak belirlenmiştir. Yüksek hızlı ve konvansiyonel yol yapımının yanı sıra, Cumhuriyet öncesi ve sonrasında yapılan demiryollarının 10 bin kilometreden fazlası yenilenmiştir.

Türkiye, projelerin hayata geçirilmesiyle hızlı trenlerle bu dönemde tanışmıştır. İlk YHT, 2009'da Ankara-Eskişehir hattında hizmete alınmıştır. Saatte 250 kilometrelik hızla işletilmeye başlanan hatta, seyahat süresi 1 saat 20 dakikaya düşmüştür.

YHT'ler daha sonra saatte 300 kilometre hızla ulaşılabilen Ankara-Konya, Ankara-İstanbul (Pendik) ve İstanbul-Konya arasında hizmet vermeye başlamıştır.

İstanbul'un raylı sistemleri metro, hafif metro, tramvay, föniküler, nostaljik tramvay, banliyö hattı ve teleferikten oluşmaktadır. Kentin raylı sistemleri 79,7 km metro hattı, 26,8 km hafif metro, 33,8 km tramvay, 1,16 km föniküler, 4,47 km nostaljik tramvay, 13,6 km banliyö hattı, 0,73 kablo 160,26 km uzunluğunda araba hattı olan şehir içi raylı sistemler İBB altında Ulaşım A.Ş. tarafından, banliyö hatları ise TCDD tarafından işletilmektedir (İBB, 2018). Tablo 3 te rakamlar ile mevcut İstanbul içi raylı sistemler verilmiştir.

**Tablo 3:** İstanbul'daki mevcut raylı sistemler.

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| Metro Hattı       | 79.7 km   |
| Hafif Metro Hattı | 26.8km    |
| Tramvay           | 33.8 km   |
| Föniküler         | 1.16 km   |
| Nostaljik Tramvay | 4.47 km   |
| Banliyo Hattı     | 13.6 km   |
| Araba Hattı       | 160.26 km |
| Kablo Hattı       | 0.73      |

2016 yılı İETT verilerine göre, raylı sistemlerle yapılan günlük ortalama yolculuk sayısı 2.2.277.444'tür. Raylı sistemlerin toplu taşımacılıktaki payı % 17,60, payın % 15,98'i metro, hafif metro ve tramvay ve % 1,62'si Marmaray'dır. Büyükşehir İstanbul şehri için mevcut demiryolu sistemleri seyahat taleplerini karşılamak için yeterli değildir. Sonuç olarak, şehirde yaşayan bireyler, yoğun trafiğe rağmen, karayolu taşımacılığı kullanmak zorundadır. Tablo 4 te İstanbul da ki günlük raylı sistem seyahat ve yüzdeleri verilmiştir. 2016 yılında İstanbul'da raylı sistemler ile günlük seyahat sayısı gösterilmektedir. Metro / Hafif Raylı Sistem / Tramvay ile günlük seyahat sayısı 2.067.461 iken, TCDD (Marmaray) ile günlük seyahat sayısı 209.983 olarak gerçekleşmiştir

**Tablo 4:** İstanbul'da günlük raylı sistem seyahatlerinin sayısı ve yüzdesi

| 2016                                    | Günlük<br>Seyahat Sayısı | Toplamdaki<br>Yüzdesi (%) |
|-----------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Metro / Hafif Raylı<br>Sistem / Tramvay | 2.067.461                | 15.98                     |
| TCDD (Marmaray)                         | 209.983                  | 1.62                      |
| TOPLAM                                  | 2.277.444                | 17.6                      |

## 2.3 Deniz Yolu Taşımacılığı

İstanbul'da yaşayan insanlar için toplu deniz yolu taşımacılığı önemlidir. Boğaz eksenleri boyunca geçiş yapmak için özellikle tercih edildiğinde, su taşımacılığının toplam toplu taşıma sayısındaki payı 2016 yılına göre %3,2'dir. Sayının denizlerle çevrili bir şehir için yetersiz olduğu düşünülebilir.

İstanbul deniz yolu taşımacılığında kullanılan araçlar beş tipte gruplandırılabilir;

- Feribotlar (yolcu feribotu, feribot)
- Motorlu tekneler
- Deniz otobüsleri
- Feribot
- Deniz taksileri

Deniz yolu taşımacılığı hizmeti veren birden fazla operatör bulunmaktadır. İstanbul Şehir Hatları A.Ş. 600-2100 yolcu kapasiteli feribotlarla, İDO deniz otobüsü, hızlı feribot ve geleneksel feribotlarla hizmet vermektedir ve Dentur Avrasya'nın farklı ebatlarda feribotları bulunmaktadır. Turyol ve Mavi Marmara, iki Boğaziçi kıyıları arasında ve ayrıca Prens Adaları'na su taşımacılığı hizmeti vermektedir. Tüm operatörler nakliye hizmetleri için özel iskeleler kullanır. Tablo 5'te İstanbul'da günlük deniz yolu taşıma sistemleri

seyahatlerinin sayısı ve yüzdesi verilmektedir. İDO ile günlük seyahat sayısı 173.060 olarak kayıtlara geçmiştir. Şehir hatları ile 252.231 sayısı günlük seyahat sayısı olarak tespit edilmiştir. Özel bot ve motorlar ile günlük seyahat sayısı ise 141.467 olarak gerçekleşmiştir.

**Tablo 5:** İstanbul'da günlük deniz yolu taşıma sistemleri seyahatlerinin sayısı ve yüzdesi

| 2016                 |            |             |            | Günlük Seyahat Sayısı | Toplamdaki Yüzdesi (%) |
|----------------------|------------|-------------|------------|-----------------------|------------------------|
| IDO                  |            |             |            | 173.060               | 1,34                   |
| Şehir Hatları        |            |             |            | 252.231               | 1,95                   |
|                      | AS YA (KM) | AVRUPA( KM) | TOPLAM(KM) | 141.467               | 1,09                   |
| 1. ÖNCELİK           | 27         | 40          | 67         |                       |                        |
| 2. ÖNCELİK           | 20         | 61          | 81         |                       |                        |
| 3. ÖNCELİK           | 40         | 98          | 138        |                       |                        |
| 4. ÖNCELİK           | 276        | 442         | 718        |                       |                        |
| TOPLAM               | 363        | 641         | 1004       |                       |                        |
| Özel Bot ve Motorlar |            |             |            |                       |                        |
| TOTAL                |            |             |            | 566.758               | 4,38                   |

#### 2.4 Yaya, Bisiklet taşımacılığı

Yürüyüş ve bisiklete binme, nispeten korunmasız yol kullanıcılarının yüksek hızlı trafikle etkileşime girdiği ulaşım modlarıdır. Bu, yaya ve bisikletlileri savunmasız hale getirmektedir. Diğer yol kullanıcıları ile yapılan çarpışmalarda en ciddi sonuçlara maruz kalmaktadırlar. Çünkü kendilerini diğer tarafın hızına ve kütlesine karşı koruyamamaktadırlar. Bisikletler ulaşım aracı olarak kullanılmaktadır.

2016 İBB Yıllık Taşımacılık Verileri, İstanbul'da günlük 32 milyon seyahatin 15,5 milyonunun (%48,6) yaya tarafından yapıldığını göstermektedir. Bisiklet, kullanıcılar tarafından ulaşım şekli olarak kullanılmamaktadır. Belediyesinin bisiklet taşımacılığını bir ulaşım modu olarak bütünleştirmeye yönelik çabaları fazla geriye dönük değildir. "İstanbul Genelinde Bisiklet Yolları ve Yaya Yollarının Etüd, Planlama, Projelendirilmesi ile Bölgesel Ulaşım ve Trafik Etüdlerinin Yaptırılması İş'i" adı altında 5216 sayılı yasa ile belirlenmiş olan İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisindeki 2015 yılı itibarıyla 630km. uzunluğundaki proje alanı içerisinde "Bisikletli ve Yaya Ulaşım Sistemi" oluşturulmuştur. Bu sistem içerisinde ilçeler arasındaki bağlantıların ve güzergâh devamlılığının sağlanmasına yönelik 630km'lik bisiklet yoluna ara bağlantılar ilave edilerek toplam bisiklet yolu uzunluğu 1004km'ye çıkartılmıştır. Tablo 6 da bisiklet ve yaya yolları Asya ve Avrupa yakasında öncelik sıralarına göre ulaşılan sayı ve toplam ulaşılan km sayısı verilmiştir. Bisiklet ve yaya yollarının öncelik tablosu verilmektedir. İstanbul'un Avrupa yakasındaki toplam bisiklet ve yaya yolu km'si 641 iken, Asya yakasındaki bisiklet ve yaya yolu km'si ise 363 km'de kalmaktadır

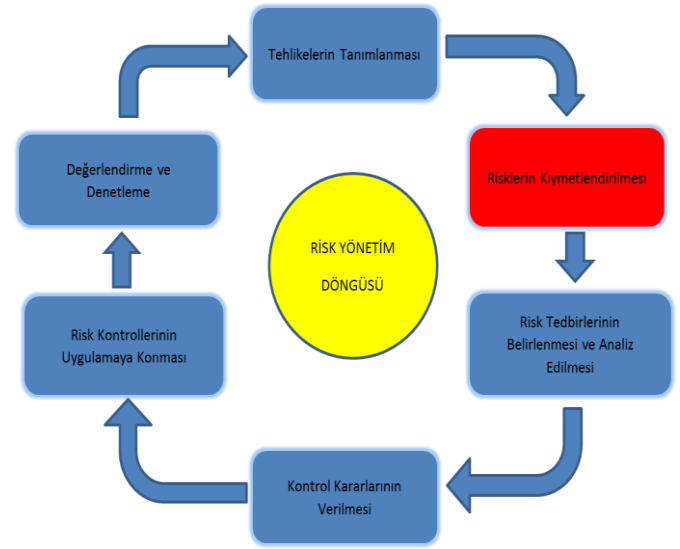
**Tablo 6:** Bisiklet ve Yaya Yollarının Öncelik Tablosu

|            | AS YA (KM) | AVRUPA (KM) | TOPLAM (KM) |
|------------|------------|-------------|-------------|
| 1. ÖNCELİK | 27         | 40          | 67          |
| 2. ÖNCELİK | 20         | 61          | 81          |
| 3. ÖNCELİK | 40         | 98          | 138         |
| 4. ÖNCELİK | 276        | 442         | 718         |
| TOPLAM     | 363        | 641         | 1004        |

### 3. Risk Analizi ve Yönetimi

#### 3.1 Risk

Risk, doğal veya insan kaynaklı tehlikeler ve savunmasız koşullar arasındaki etkileşimlerden kaynaklanan zararlı sonuçların veya olası zararların (ölümler, yaralanmalar, mülkler, geçim kaynakları, bozulmuş ekonomik faaliyetler veya zarar görmüş çevre) olasılığı olarak tanımlanmaktadır (UN-ISDR, 2009, EC, 2011). Risk, Şekil 3'de belirtilen aşağıdaki temel denklem ile kavramsal olarak sunulabilmektedir.



**Şekil 3:** Risk Yönetim Döngüsü.

#### 3.2 Risk analizi

Risk analizi, kuruluşların bu risklerden kaçınmasına veya azaltılmasına yardımcı olmak için kilit ticari girişimleri veya kritik projeleri olumsuz yönde etkileyebilecek olası sorunları belirleme ve Bir risk analizi yapmak, şiddetli fırtınalar, depremler veya seller gibi doğal süreçlerin neden olduğu olumsuz olayların veya kötü niyetli veya istemsiz insan faaliyetlerinin neden olduğu olumsuz olayların olasılığını göz önünde bulundurmaya; Risk analizinin önemli bir kısmı, bu olaylardan kaynaklanabilecek zarar olasılığını ve bunların ortaya çıkma ihtimalini belirlemektir.

İşletmeler ve diğer kuruluşlar aşağıdakileri yapmak için risk analizini kullanır:

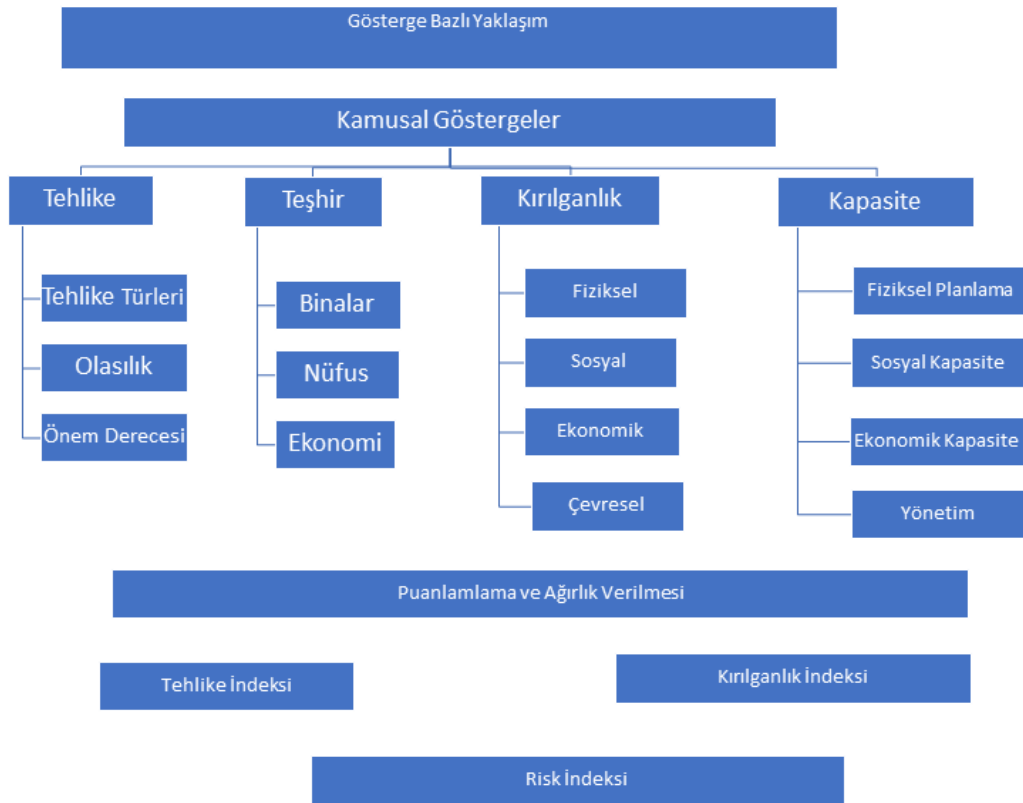
- Olumsuz sonuçlardan kaynaklanan zararlı sonuçların etkisini tahmin etmek ve azaltmak;
- Bir projenin potansiyel risklerinin, projeye birlikte ilerleyip ilerlememeyi değerlendirirken karar sürecinde yardımcı olacak faydaları ile dengelenmiş olup olmadığını değerlendirmek;

- hem doğal hem de insan kaynaklı olumsuz olaylardan kaynaklanan teknoloji ya da ekipman arızası ya da kayıplarına yönelik yanıtları planlamak;
- pazara giren yeni rakiplerin olasılığı veya devletin düzenleyici politikalarındaki değişiklikler dahil olmak üzere işletme ortamındaki etkilerini tanımlayın ve hazırlıklara hazırlanın.

### 3.3 Gösterge Tabanlı Yaklaşım

Risk eşlemesi için (yarı) nicel yöntemlerin uygun olmadığı birçok durum vardır. Bunun nedeni, verilerin tehlike sıklığı, yoğunluğu ve fiziksel güvenlik açığı gibi bileşenleri ölçemediği için olabilir. Örneğin, risk değerlendirmesi geniş alanlarda veya sınırlı veri bulunan alanlarda yapıldığında nicel yöntemlerin uygun olmadığı durumlar için verilebilir. Diğer bir neden ise, sosyal güvenlik açığı, çevresel güvenlik açığı ve kapasite gibi (yarı) nicel yöntemlere dahil edilmeyen bir dizi farklı güvenlik açığı bileşeninin dikkate alınmasıdır. Bu durumlarda, farklı bölgeleri veya toplulukları

karşılaştırabilmek için, seçilen karşılaştırmalı göstergelerle risk ve kırılabilirliği ölçmek için gösterge tabanlı bir yaklaşım izlenmesi yaygındır. Şekil 4 de gösterildiği gibi, afet riski değerlendirmesi süreci, tehlike, maruz kalma, kırılabilirlik ve kapasite gibi bir dizi bileşene bölünerek hedefleri, alt hedefleri ve göstergeleri içeren bir kriterler ağacı olarak ayrılmıştır. Bu göstergelerin her biri için veriler, örneğin idari birimler tarafından belirli bir mekansal düzeyde toplanır. Bu göstergeler daha sonra standartlaştırılır (örneğin, 0 ile 1 arasında yeniden sınıflandırılarak), bir alt amaç içinde dahili olarak ağırlıklandırılır ve daha sonra çeşitli alt amaçlar da kendi aralarında ağırlıklandırılır. Bireysel göstergeler normalde nicel verilerden (örneğin nüfus istatistikleri) oluşsa da, ortaya çıkan güvenlik açığı, tehlike ve risk sonuçları 0 ile 1 arasında ölçeklendirilir. Bu göreceli veriler, çeşitli idari birimler için göstergeleri karşılaştırmaya izin verir.



Şekil 4: Gösterge bazlı yaklaşım

Şekil 4'de bütün risk ve faktörler şematik olarak gösterilmiştir. Tehlike endeksi, tetikleyici faktörlerle (depremler ve yağışlar) ve çevresel faktörlerle ilgili gösterge haritaları kullanılarak yapılmıştır. Güvenlik açığı endeksi beş temel gösterge kullanılarak yapılmıştır: konut durumu ve taşımacılığı (fiziksel güvenlik açığı göstergeleri), nüfus (sosyal güvenlik açığı göstergesi), üretim (ekonomik güvenlik açığı göstergesi) ve korunan alanlar (çevresel güvenlik açığı göstergesi). Göstergeler, yoğunlukla belediye düzeyinde olan siyasi-idari alanlarla ilgili çokgenlere dayanmıştır. Her gösterge, tehlike ve kırılabilirliğe olan katkısına göre işlendi, analiz edildi ve standartlaştırılmıştır. Göstergeler doğrudan, ikili karşılaştırma ve derece sıralaması ağırlıklandırma yöntemleri kullanılarak ağırlıklandırılmış ve nihai heyelan risk endeksi haritasını elde etmek için ağırlıklar

birleştirilmiştir. Sonuçlar, il ve belediye düzeylerinde fizyografik bölge ve idari birimler için analiz edilmektedir.

Daha önce yapılmış Risk Analizi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; Risk Analizi'nin tehlikelerin belirlenmesi, yorumlanması ve önlenmesi konusunda işe yarar ve çok önemi olan bir uygulama olduğu görülmüştür. Tehlikelerin doğru bir şekilde tanımlanması ve derecelendirilmesi, alınacak önlemlerin temelini oluşturduğu için; en uygun risk analiz metodunun tercih edilmesi, uygulanmasının ise doğru biçimde yapılması, alınacak olumlu sonuç için çok önemli iki etkidir.

#### 4. Dünyada ve Türkiye'de Ulaşım Risk Analizi Örnekleri ve Sağladığı Faydalar

Atlı (1996), yaptığı bir çalışmada Kentiçi Trafik Kazalarında Yol ve Çevre Kusurlarının etkisini ele alarak



incelemiştir. Sırası ile kara ulaşımı ve kentsel ulaşımın tarihçesini incelemiş; trafik kazalarını genel hatlarıyla açıklamış, neden olan unsurları ayrıntılı bir şekilde belirtmiştir. Sonuç olarak da çalışmasına esas teşkil eden yol ve çevreden kaynaklanan kayıpların en aza indirilmesi için alınması gereken önlemleri belirtmiştir.

Camkesen N. ve Bayrakdar Z. (1999), alan analizi yöntemiyle D100 karayolu TuzlaGöztepe arasındaki kesimde çalışma yapmışlar ve aşağıdaki sonuçlara ulaşmışlardır.

- D100'e katılımlarda, hızlanma şeritlerinin yeterli uzunlukta olmaması, ayrımların ise sürücülere çok daha önceden ve anlaşılır biçimde verilmemesi,
- D100'e giriş ve çıkışların kontrolsüz şekilde yapılması,
- Boyuna eğimin yüksek olduğu rampalarda tırmanma şeritlerinin yetersiz kalması,
- Güzergâh boyunca yolcu taşımacılığı yapan araçların, trafik akışını engelleyecek şekilde indirme, bindirme ve bekleme yapmaları,
- Eşdüzey ve katlı kavşaklardaki projelendirme hataları ve işaretlendirme eksiklikleri,
- Karayolunda yaya hareketlerinin kontrol altına alınmaması,
- Araçlar arasındaki hız farkları ve aşırı hızı önleyici tedbirlerin alınmaması,
- Yol kenarındaki bariyerlerin sürekliliği sağlamadığından, benzin istasyonu, sanayi tesisleri gibi yapılardan D100'e yapılan kontrolsüz giriş ve çıkışlar en önemli kaza etkenleridir. Görüldüğü gibi; yolun geometrik özellikleri de kazalar açısından çok önemlidir. Yol kullanıcısı olarak insan ve araç ne kadar kusursuz olursa olsun, yol geometrik özellikleri yetersiz ya da eksik olursa, yol yapım ve bakım çalışmaları gelişigüzel, güvenlik tedbirleri olma kazalar kaçınılmaz hale gelmektedir.

Kimya endüstrisinde tehlikeli kimyasal sızıntı riskini ölçmek için, Kantitatif Risk Değerlendirmesine (QRA) dayalı Yangın Patlama-Zehirlenme Nicel Olasılık Modeli (FEPQPM) kurulmuştur. Çin'de bir işletme depolama tankına uygulanmıştır (Si vd., 2012).

Nicel Risk Değerlendirmesi (QRA), Ma vd. (2013) tarafından gaz şebekesi kaza olasılığını ve Çin kentsel boru şebekesinin sonuçlarını analiz etmek için kullanılmıştır, bu vaka çalışması tedarik zincirinde bir dağıtım sorunu olarak yorumlanabilir. Aynı yöntem, Si vd. tarafından 2013 yılında tehlikeli kimyasal sızıntı riskini ölçmek ve kazalara karşı önlem almak için zaten kullanılmıştır. Model, Çinli bir şirkette (Changshow kimya endüstrisi) bir depolama tankını nicel olarak değerlendirmek için uygulanmıştır. Bu iki durum, tedarik zinciri problemlerinde ve farmasötik olarak tedarik zinciri ve boru hattı taşıma ağında (su, petrol, gaz) bu yöntemin (QRA) uygulanmasını haklı kılabilir.

Lojistikte risk yönetiminde kullanılan yöntemler arasında, Hata Türü ve Etki Analizi'nden (FMEA) bahsedebiliriz. FMEA, ürün, süreç, tasarım ve hizmetlerdeki olası hata veya sorunları tanımlamak ve ortadan kaldırmak için yaygın olarak kullanılan bir risk değerlendirme aracıdır. FMEA'yı kullanan birçok uygulama vardır Bunlardan bazıları Liu vd. (2012), Çiçek ve Çelik, (2013), Ennouri vd., (2013) dir.

## 5. Sonuç

Kentli nüfusu artışlarının yanı sıra çalışan ve okuyan kişi oranlarının artışı, işyeri-konut ve konut-okul yolculuklarını artırmakta, kişilerin gelir düzeylerindeki artışlar, ulaşım ayrılan harcanabilir gelir miktarını artırmakta, kişilerin yeni yolculuk ihtiyaçları ortaya çıkmaktadır. Yolculuk talep düzeylerini yükselten bu eğilimler sonucunda mevcut bireysel

ve toplu taşıma sistemleri yetersiz kalmakta, kapasite sınırları sebebiyle ortaya çıkan sıkışıklık ve yeni yatırım ihtiyaçlarıyla işletme ve yatırım giderleri yükselmektedir.

Bu çalışmada sürdürülebilir bir kent için toplu taşıma sistemlerinin ön plana çıkması özellikle raylı sistemlerin ülkemiz açısından yatırımlara devam edilmesinin önemi tekrar dile getirilmiştir. Toplu taşıma sistemlerinin birbirleri ile entegre bir şekilde çalışması ekonomi, zaman yönetimi, insan yaşam kalitesi, ve sürdürülebilir olma açısından önemi bir kez daha kavranıp kavratılmak için vurgulanmıştır.

Bu çalışmada risk analizinin gerekliliği ülkemizde sürdürülebilir ulaşım açısından yapılan yatırımların başarılı olup daha iyi hizmet sunulabilmesi için gerekliliği ve önemi incelenmiştir. Tez çalışmasının devamında ileriki çalışmalar olarak, Bir ulaşım aracı için risk analizi çalışması yapılarak, olası riskler için alınan/alınması gereken önlemler incelenerek önerilerde bulunulacaktır.

## Bilgilendirme

Bu çalışma, Hilal Apuhan'ın yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

## Kaynaklar

- Cicek K., Celik M., Application of failure modes and effects analysis to main engine crankcase explosion failure on-board ship, *Safety Science* (51), 6–10, 2013
- Cirit, F. (2014), Sürdürülebilir Kentiçi Ulaşım Politikaları ve Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması, Uzmanlık Tezi, T.C. Kalkınma Bakanlığı.
- Cook, P., Chalk, W., Crompton, D., Greene, D., Herron, R., Webb, M. (1999). Archigram. Princeton Architectural Press, New York.
- Dabari, I.J. & Saidin, S.Z. (2015). Determinants influencing the implementation of enterprise risk management in the Nigerian banking sector. *International Journal of Asian Social Science*, 5(12), 740-754.
- Mathew T. V. Ve Rao, K. V. K. Chapter 9. Model Split, Introduction To Transportation Engineering, National Programme On Technology Enhanced Learning, 2006.
- Unisdr (The United Nations Office For Disaster Risk Reduction) (2011), "Strategic Framework 2025" Work Programme 2012-2015 With Addendum On Budget Requirements For 2012-2013, Geneva, October 2011.
- Vuchic V. R., "Urban Transit: Operations, Planning, And Economics", 2005, John Wiley & Sons, Inc.
- Jaboyedoff M, Aye ZC, Derron M-H, Nicolet P, Olyazadeh R. (2014) Using the consequence - frequency matrix to reduce the risk: examples and teaching. International Conference Analysis and Management of Changing Risks for Natural Hazards 18-19 November 2014, Padua, Italy
- Jonkman, SN, Van Gelder P, and Vrijling H (2002). An overview of quantitative risk measures and their application for calculation of flood risk.  $\lambda\mu 13$  - ESREL 2002 European Conference
- Koks, E.E., Rozenberg, J., Zorn, C. et al. A global multi-hazard risk analysis of road and railway infrastructure assets. *Nat Commun* 10, 2677 (2019) doi:10.1038/s41467-019-10442-3
- Kuo, K.C vd, (2017). Dynamic Network Performance Evaluation Of General Insurance Companies: An Insight Into Risk Management Committee Structure. *Total Quality Management&Business Excellence*, 28(5-6). ss. 542-558
- Lavastre O., Gunasekaran A., Spalanzani A., Supply chain risk management in French companies, *Decision Support*

Systems 52, 828–838, 2012.

- Ma L., Li Y., Liang L., Li M., Cheng L., A novel method of quantitative risk assessment based on grid difference of pipeline sections, *Safety Science* xxx (2013) xxx–xxx, (Article in press)
- Marhavilas P.K., Koulouriotis D.E., Developing a new alternative risk assessment framework in the work sites by including a stochastic and a deterministic process: A case study for the Greek Public Electric Power Provider, *Safety Science* (50), 448–462, 2012
- Si H., Ji H., Zeng X., Quantitative risk assessment model of hazardous chemicals leakage and application, *Safety Science* (50), 1452–1461, 2012
- Paksoy T., Çalik A., Yildizbaşı A., Huber S. (2019) Risk Management in Lean & Green Supply Chain: A Novel Fuzzy Linguistic Risk Assessment Approach. In: Paksoy T., Weber GW., Huber S. (eds) *Lean and Green Supply Chain Management*. International Series in Operations Research & Management Science, vol 273. Springer, Cham