



INTERNATIONAL CONGRESS on ENGINEERING and ARCHITECTURE

14-16 November 2018

Alanya / Turkey

Sözlü Sunum

Acil Tahliye Planlamasında Trafik Simülasyonu Kullanımı: Pamukkale Üniversitesi Kınıklı Yerleşkesi Örneği

Hüseyin CEYLAN^{1*}, Özgür BAŞKAN¹, Cenk OZAN²

¹ Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli/TÜRKİYE

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Aydın/TÜRKİYE

*Sorumlu Yazar Mail: hceylan@pau.edu.tr

Özet

Yakın çevresinde doğal afetler ya da kimyasal, biyolojik, radyoaktif ve nükleer vb tehditlerin oluşma potansiyeli yüksek olan konut alanları, sanayi tesisleri, ticaret bölgeleri ve eğitim yerleşkeleri gibi yüksek yoğunluklu tesislerin herhangi bir acil durumda mümkün olan en kısa sürede boşaltılması gerekmektedir. Bu çalışmada, tesisler için acil tahliye planı geliştirilmesi sürecinde trafik simülasyonu kullanımının etkinliğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, çalışma alanı olarak seçilen Pamukkale Üniversitesi Kınıklı Yerleşkesi'nde öncelikle hafta içi bir günde otopark etütleri yapılmış ve yerleşke içindeki otoparklardaki maksimum doluluk oranları belirlenmiştir. Buna bağlı olarak, yerleşke içinde bulunan 1300 taşıtın acil bir durumda yerleşkeyi en kısa sürede terk edebilmesi için bir tahliye planı oluşturulmuştur. Acil tahliye durumunda öncelikle tüm sürücülerin taşıtlarını park ettikleri otoparka en yakın çıkış kapısına yönelecekleri varsayılarak mevcut durum senaryosu VISSIM trafik simülasyon yazılımında incelenmiştir. Daha sonra, çalışma kapsamında geliştirilen acil tahliye planı VISSIM yazılımında incelenmiştir. Sonuçlar, geliştirilen plan ile yerleşkedeki acil tahliyenin yaklaşık %38 hızlandırılabilirliğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Acil tahliye, trafik simülasyonu, otopark etüdü.

Giriş

Acil tahliye, insanların belirli rotalar üzerinden tehlike bölgelerinden güvenli bölgelere toplu bir şekilde hareketi olarak tanımlanabilir. Söz konusu tehlikeler ise insan kaynaklı afetler (nükleer reaktör sızıntıları, terör saldırıları, vb.) ya da doğal afetler (kasırgalar, taşkınlar, depremler, vb.) olarak sınıflandırılabilir (Abdelgawad ve Abdulhai, 2009). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin karayolu ağlarındaki günlük trafik sıkışıklıkları dikkate alındığında, olası afet durumlarında büyük ölçekli tesislerin (eğitim yerleşkeleri, hastaneler, kamu kurumları, fabrikalar, sanayi bölgeleri, vb) ya da kentlerin hızlı bir biçimde boşaltılabilmesi için acil tahliye planlarının geliştirilmesi önem taşımaktadır. Literatürde tahliye çalışmaları yaygın olarak Ulaşım Ağ Tasarımı (UAT) kapsamında ele alınmış olup, tahliye esnasında karayolu ağındaki belli şeritlerin ters yönde işletilmesine ilişkin yaklaşımlara sıkça rastlanmaktadır. Urbina (2002), karayolu ağında ters yöne tahsis edilen şeritler sayesinde bir yöndeki kapasitenin ek bir yatırıma gerek kalmaksızın arttırılabileceğini belirtmektedir.



INTERNATIONAL CONGRESS on ENGINEERING and ARCHITECTURE

14-16 November 2018

Alanya / Turkey

Şerit yönlendirme uygulamaları spor müsabakaları, fuarlar ve konserler gibi özel aktiviteler için de uygulanabilmekte ve söz konusu aktivite tamamlandığında karayolu ağının normal şekilde işletilmesine devam edilebilmektedir. Son yıllarda şerit yönlendirme uygulamalarına ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmakta olup, bu uygulamanın güvenlik ve uygulanabilirlik açısından değerlendirilmesine ilişkin kapsamlı bir çalışmadan söz etmek mümkün değildir. Theodoulou ve Wolshon (2004) yaptıkları çalışmada acil tahliye planlamasında CORSIM mikro simülasyon modelini kullanmıştır. Ancak, birçok mikro simülasyon yazılımında olduğu gibi CORSIM modelinde de karayolu kesimlerinin ters yönlü işletilmesi ve tahliye sürecinde sürücülerin davranışlarının planlamaya yansıtılması açık bir şekilde yapılamamaktadır.

Acil tahliye planlamasında ele alınan bir diğer yaklaşım ise zaman planlamasıdır. Bu yaklaşımda, UAT yaklaşımında olduğu gibi karayolu ağında fiziksel ya da yönetsel değişiklikler yapmak yerine, tahliye talebinin zamanlanması üzerinde durulmaktadır. Bu yaklaşımda, afetten etkilenmesi beklenen alan alt zonlara bölünmekte ve afet bölgesine en yakın zonlar öncelikli olarak tahliye edilirken, uzak kesimlerdeki talebin daha sonra tahliye edilmesi esas alınmaktadır (Liu, 2007).

Acil tahliye planlamasına ilişkin çalışmalarda trafik kontrol stratejileri arasında yaygın olarak kullanılan kavşak ışık sürelerinin ayarlanması da yer bulmaktadır. Farklı yönlerden gelen trafik akımlarının birleştiği noktalar olan kavşaklar kazaların ve gecikmelerin en fazla gözlemlendiği yerlerdir. Bu bağlamda, acil tahliye esnasında kavşaklar ışık sürelerinin en iyi şekilde düzenlenmesi toplam tahliye süresinin en aza indirilmesi açısından önem taşımaktadır. Sisiopiku ve ark. (2004) acil tahliye planlamasında kavşaklardaki sinyal sürelerinin optimize edilmesi için SYNCHRO yazılımı kullanmışlar ve ortaya çıkan farklı tahliye planlarının değerlendirilmesi aşamasında CORSIM simülasyon yazılımından faydalanmışlardır. Çalışmada optimize edilen ışık süreleri yardımıyla toplam tahliye süresinin ve gecikmelerin önemli ölçüde azaltılabileceği ortaya konulmuştur. Benzer bir çalışmada McHale ve Collura (2003) sinyal süresi optimizasyonu için TRANSYT-7F modelinden faydalanmıştır.

Bu çalışma kapsamında yapılan literatür incelemesi sonucunda, acil tahliye planlaması çalışmalarında kent geneli ya da bir kentin belli kısımları için geliştirilen acil tahliye planlarında simülasyon yaklaşımlarından faydalandığı görülmektedir. Her ne kadar kent ölçeğinde ortaya çıkabilecek afet senaryoları için yapılan çalışmalar öne çıksa da, potansiyel afet bölgeleri civarında konumlandırılmış olan büyük ölçekli tesislerin (sanayi bölgeleri, ticaret merkezleri, eğitim yerleşkeleri, vb.) tahliye planlarının ele alındığı çalışmaların kısıtlı olduğu dikkati çekmektedir. Bu çalışmada, büyük ölçekli tesisler için acil tahliye planı geliştirilmesi sürecinde trafik simülasyonu kullanımının etkinliğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, çalışma alanı olarak seçilen Pamukkale Üniversitesi Kınıklı Yerleşkesi'nde öncelikle hafta içi bir günde otopark etütleri yapılmış ve yerleşke içindeki otoparklardaki maksimum doluluk oranları belirlenmiştir. Buna bağlı olarak, yerleşke içinde bulunan 1300 taşıtın acil bir durumda yerleşkeyi en kısa sürede terk edebilmesi için bir tahliye planı oluşturulmuştur. Acil tahliye durumunda öncelikle tüm sürücülerin taşıtlarını park ettikleri otoparka en yakın çıkış kapısına yönelecekleri varsayılarak mevcut durum senaryosu ve geliştirilen acil tahliye planı VISSIM trafik simülasyon yazılımında incelenmiştir.

Pamukkale Üniversitesi Kınıklı Yerleşkesi

1992 yılında kurulan Pamukkale Üniversitesi'nin ana yerleşkesi durumunda olan Kınıklı yerleşkesi, Türkiye'nin güney batısında yer alan ve Ege Bölgesi'nin ikinci büyük kenti olan Denizli'nin kent sınırlarında yer almaktadır. 2018 yılı itibarıyla 60,000'in üzerinde öğrencisi olan Pamukkale Üniversitesi'nde toplamda yaklaşık 3500 akademik ve idari personel görev yapmaktadır. Kentin farklı bölgelerinde ve Denizli'nin ilçelerinde bulunan diğer yerleşkeler de dikkate alındığında, mevcut öğrencilerin ve personelin büyük bir kısmı Kınıklı Yerleşkesi'nde eğitim görmekte ve çalışmaktadır. Şekil 1'de Kınıklı Yerleşkesi'nin uydu görseli verilmiştir.



Şekil 1. Pamukkale Üniversitesi Kınıklı Yerleşkesi

Yerleşkeye yaya ve özel taşıt ile giriş ve çıkışlar, kuzey ve batı taraflarındaki iki ana kapıdan yapılmaktadır. Kapılarda yapılan sayım çalışmaları sonucunda, yerleşkeye özel araç ile gelen personel ve öğrencilerin %62'sinin kuzey kapısından, %38'inin ise batı kapısından giriş yaptığı tespit edilmiştir. Ayrıca, yerleşkeye giriş yapan özel araçların %57'sinde sadece sürücü, %33'ünde sürücü ve yanında bir yolcu, %10'unda ise sürücü ile birlikte 2 ya da daha fazla yolcu bulunduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, yerleşkede çalışan personel başına düşen özel taşıt sayısının yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Yerleşkeye özel araçları ile gelenler, otopark olarak belirlenmiş özel alanlarda araçlarını bırakmaktadır. Söz konusu otoparkların çoğunluğu parsel için parklanma bölgeleri olup, yerleşke içindeki bazı yol kesimlerinde ise yola paralel parklanmaya izin verilmektedir. Parsel içi parklanma alanlarının kapasitesi 10 araç ile 150 araç arasında değişmektedir. Otopark alanlarının genişlikleri genel olarak hizmet verdikleri fakülte/yüksekokul/idari ofisler gibi birimlerde görev yapan personelin talebine cevap verecek şekilde planlanmış olup, yerleşke içindeki otoparkların birçoğunda kapasiteye yakın ya da kapasitenin altında parklanma yapılmaktadır. Kınıklı yerleşkesi içinde yer alan farklı parklanma alanlarından alınan görseller Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Yerleşke içi parklanma bölgelerinden örnekler

Otopark Etütleri

Çalışma kapsamında Pamukkale Üniversitesi Kınıklı yerleşkesinde 2016 yılı itibariyle parklanmaya izin verilen 36 otopark bölgesinde etütler yapılarak, bu alanlardaki kapasite değerleri ve maksimum kullanım oranları belirlenmiştir. Söz konusu 36 noktadan 14'ü yol kenarı parklanma kesimi olup 22'si parsel içi parklanma alanı olarak kullanılmaktadır. Etütler öncesinde tüm parklanma alanları ve parklanmaya izin verilen yol kesimleri incelenerek yerleşke içindeki otopark bölgelerinin kapasiteleri belirlenmiştir. Sonrasında, otopark etütleri iki etüt görevlisi tarafından haftanın en yoğun günü olan pazartesi günü 09:00-19:00 arasındaki 10 saatlik süreçte gerçekleştirilmiştir. Otoparkların en yoğun kullanıldığı zamanların belirlenebilmesi için söz konusu 10 saat, 2 saatlik dilimlere ayrılmış ve etüt görevlileri tarafından tüm otoparklar 2 saatte bir gezilerek parklanma halindeki araç sayıları etüt föylerine işlenmiştir. Yapılan inceleme ve etütler sonucunda belirlenen kapasite değerleri ile otoparkların 2'şer saatlik dilimlerdeki kullanım oranları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde, günün farklı saatlerinde otoparklardaki doluluk oranlarının değiştiği görülmektedir. Ayrıca, 22 parsel içi park alanından 13'ünde doluluk oranının %90'ın üzerinde olduğu dikkat çekmektedir. Yapılan etütler sonucunda, günün herhangi bir diliminde yerleşke içinde yaklaşık 1300 taşıtın park halinde



INTERNATIONAL CONGRESS on ENGINEERING and ARCHITECTURE

14-16 November 2018

Alanya / Turkey

olabileceği ve olası bir doğal ya da insan kaynaklı afet durumunda bu taşıtların en kısa sürede yerleşkeyi terk edebilmesi için gerekli düzenlemenin yapılması gerektiği açıktır.

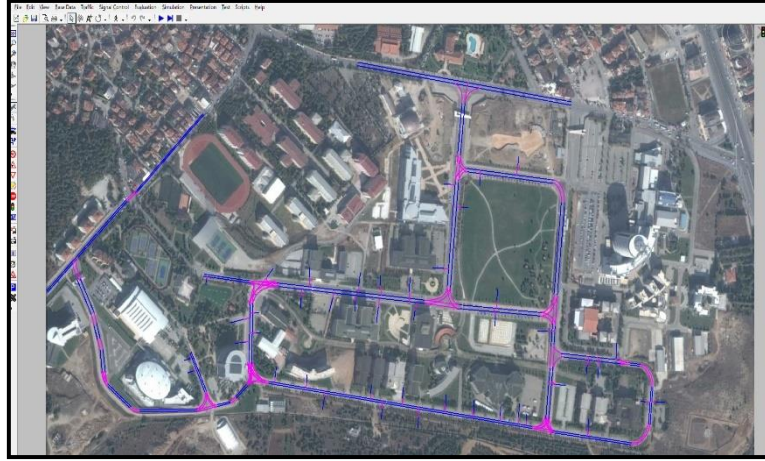
Tablo 1. Otopark etüt sonuçları

No	Otopark	Etüt saatleri					Kapasite	Maks. doluluk (%)
		09:00-11:00	11:00-13:00	13:00-15:00	15:00-17:00	17:00-19:00		
1	FTR arkası	1	1	4	3	1	60	6.67
2	Eğitim yanı	35	83	92	93	47	120	77.50
3	Yol kenarı	41	50	51	52	27	100	52.00
4	Rektörlük arkası	50	54	56	57	29	60	95.00
5	Yol kenarı	13	19	19	19	26	27	96.30
6	Kongre Kültür arkası	88	94	72	69	32	100	94.00
7	İİBF B blok önü	14	22	19	21	20	44	45.45
8	İİBF C blok yanı	8	7	7	8	9	92	9.78
9	İİBF önü yol kenarı	18	28	23	33	35	35	100.00
10	İİBF yanı	5	10	9	20	34	63	53.97
11	İİBF yanı yol kenarı	11	17	18	20	20	20	100.00
12	Rektörlük yanı	42	42	40	44	30	140	31.43
13	Yol kenarı	12	13	11	10	5	19	68.42
14	Rektörlük yanı	9	10	10	8	5	25	40.00
15	Yol kenarı	15	24	23	20	16	26	92.31
16	Yol kenarı	13	15	17	16	9	18	94.44
17	Fen Edebiyat arkası	37	36	44	44	33	44	100.00
18	Yol kenarı	25	26	26	25	19	26	100.00
19	Yol kenarı	2	7	14	10	17	27	62.96
20	İnş. Müh. Bölümü	20	29	30	34	24	44	77.27
21	Gölbahçe arkası	7	16	13	16	13	22	72.73
22	PAÜ Arena önü	29	51	52	55	31	145	37.93
23	Sos. Bil. Ent. Önü	14	18	13	21	7	21	100.00
24	Eğitim Fak. Önü	37	40	40	40	22	40	100.00
25	Eski Mediko arkası	19	54	55	48	51	58	94.83
26	Hasan Kasap. Yanı	1	2	3	4	0	63	6.35
27	Müh. Fak. Önü	18	22	25	31	16	37	83.78
28	Mühendislik ara	28	48	47	46	30	89	53.93
29	Tek. Fak. Yanı	16	20	25	18	13	25	100.00
30	Deprem Lab. Yanı	3	6	7	5	5	10	70.00
31	1. Yol	44	66	63	74	18		
32	2. Yol	73	93	115	93	69		
33	3. Yol	44	50	52	61	43		
34	4. Yol	13	17	16	17	8		
35	5. Yol	13	17	14	26	20		
36	6. Yol	39	44	39	41	20		
TOPLAM		857	1153	1171	1206	804	1530	

VISSIM Trafik Simülasyon Yazılımı

Mikroskobik bir trafik simülasyon yazılımı olan VISSIM yazılımı, kentiçi trafik akımlarının, toplu taşıma operasyonlarının ve yaya hareketliliğinin modellenmesi amacıyla Almanya kökenli PTV Group tarafından geliştirilmiştir. Yazılım dahilinde, sürücü davranışları modellenilebilmekte ve trafik düzenlemesine ilişkin yapılan çalışmaların etki analizleri gerçekleştirilebilmektedir (PTV Group, 2013). Son yıllarda ulaşım planlaması, toplu taşıma modellemesi ve trafik yönetimi alanlarında yapılan

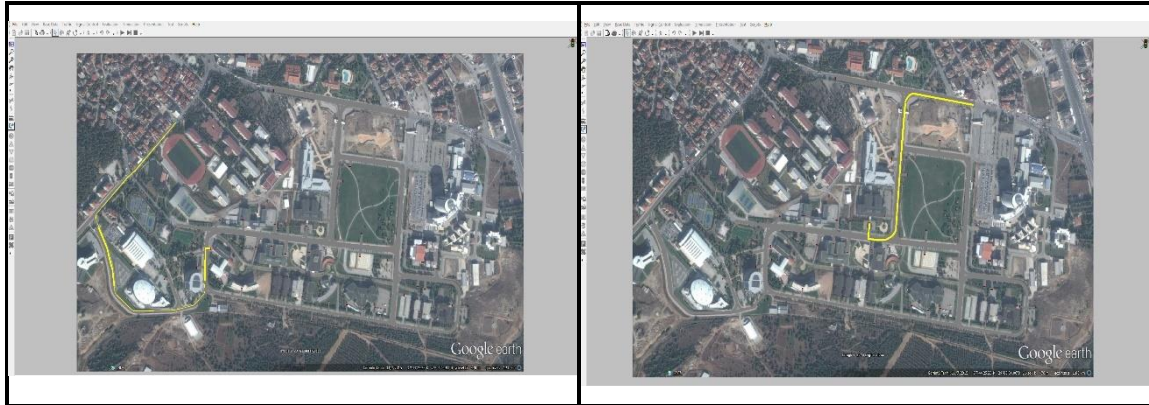
çeşitli çalışmalarda kullanım alanı bulan VISSIM yazılımı, ülkemizde küçük, orta ve büyük ölçekli kentlerin ulaşım ana planlarında şehir bölge plancıları ve inşaat mühendisleri tarafından kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen acil tahliye planlaması yaklaşımının sonuçlarının incelenebilmesi için VISSIM yazılımından yararlanılmıştır. Bu kapsamda öncelikle Kınıklı yerleşkesindeki mevcut yol ağı modellenmiş ve trafik üretim noktaları olan otopark alanları modele dahil edilmiştir. Şekil 3'te yerleşkedeki karayolu ağının VISSIM ortamına aktarılmış görseli verilmiştir.



Şekil 3. Kınıklı yerleşkesi yol ağının VISSIM arayüzündeki görünümü

Mevcut Durum Analizi

Kınıklı yerleşkesi civarında meydana gelecek bir afet durumunda yerleşkenin plansız bir şekilde tahliye edilmesi durumu mevcut durum analizi çerçevesinde değerlendirilmiştir. Bu kapsamda bir takım kabuller yapılmıştır. Bu kabuller; otoparklardaki taşıtların en yakın çıkış kapısına yöneleceği ve acil durumun oluşmasından itibaren tüm sürücülerin 10 dakika içerisinde taşıtlarına binerek yerleşkeyi terk etmeye çalışacakları şeklindedir. Şekil 4'te plansız bir tahliye için VISSIM yazılımında oluşturulan rotalar verilmiştir.



Şekil 4. Mevcut durum tahliyesi için oluşturulan rotalar

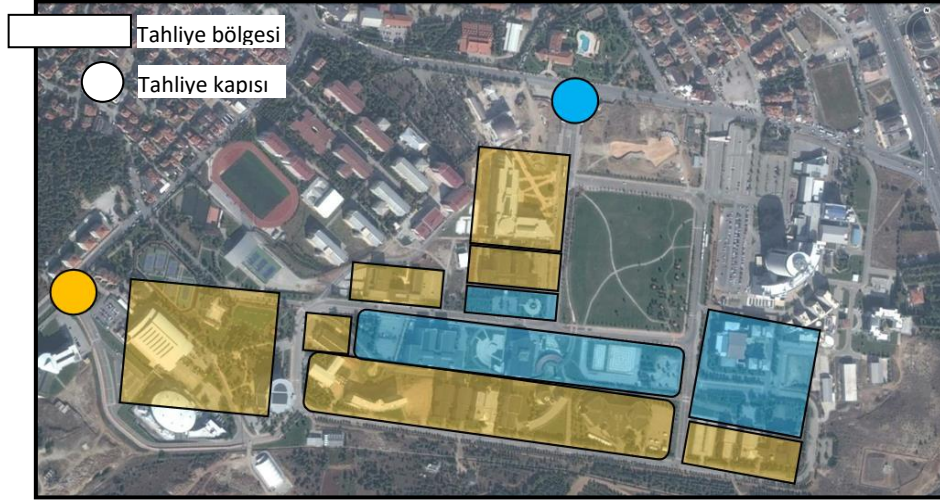
1300 taşıt sürücüsünün plansız bir şekilde en yakın çıkıştan yerleşkeyi terk etmeye çalışması durumu yukarıda verilen kabuller altında VISSIM yazılımında simüle edilmiştir. Şekil 5'te simülasyonun 600, 900, 1200 ve 2000. saniyelerinden alınmış ekran görüntüleri verilmiştir. Şekil incelendiğinde, tahliye başladıktan 900 saniye sonra yerleşke içindeki tüm yol kesimlerinde tıkanıklığın olduğu görülmektedir. Bu tıkanıklık 1200. saniyede bir miktar azalmakla birlikte yerleşkenin tam olarak tahliyesinin 2100 saniye sonunda gerçekleşebileceği belirlenmiştir.



Şekil 5. Mevcut durum simülasyonundan 600, 900, 1200, 2000. saniyelerde alınan görüntüler

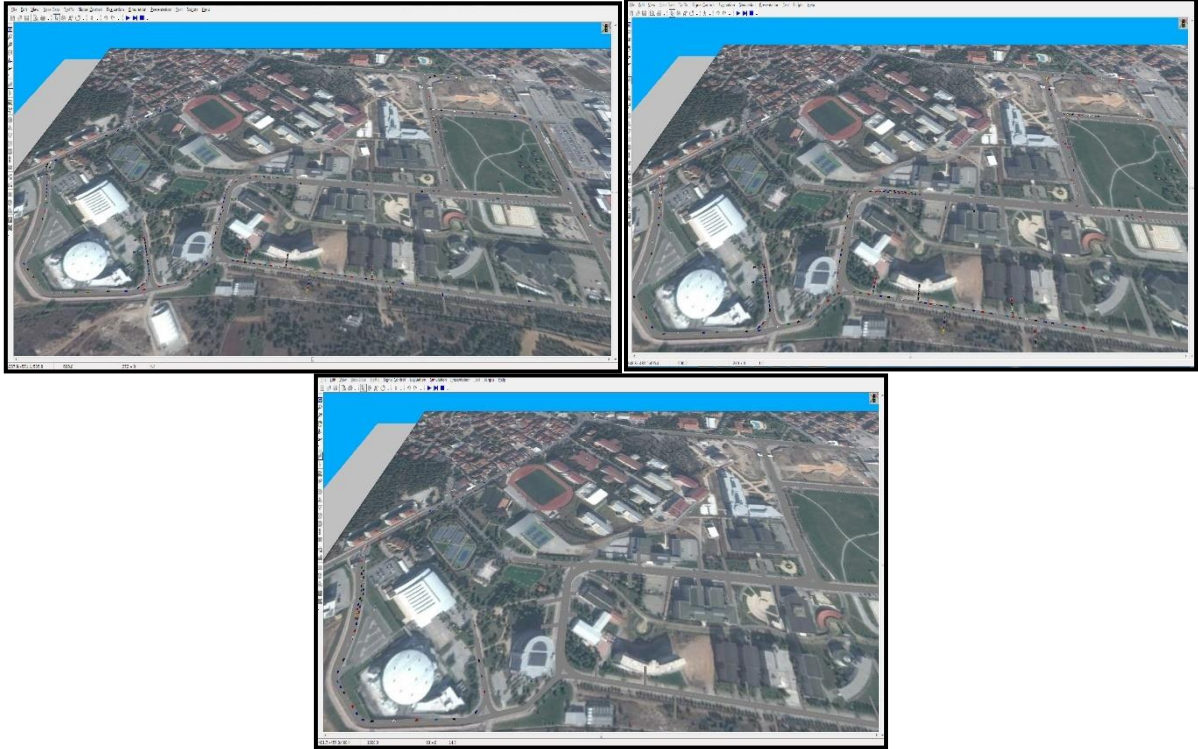
Geliştirilen Acil Tahliye Planı

Çalışma alanındaki 1300 taşıtlık tahliye talebinin en kısa sürede yerleşkeyi terk edebilmesi için geliştirilen tahliye planı Şekil 6'da verilmiştir. Söz konusu plan önerisi, yerleşke içindeki karayolu ağının durumu, fakülte/yüksekokul/idari ofisler gibi yapılarıdaki personel sayıları ve otopark alanlarındaki maksimum kullanım oranları dikkate alınarak geliştirilmiştir.



Şekil 6. Geliştirilen acil tahliye planı

Şekil 7’de geliştirilen acil tahliye simülasyonundan 600, 900 ve 1200. saniyelerde alınan görüntüler verilmiştir. Şekil incelendiğinde, tahliye süresi boyunca yerleşke içinde önemli bir trafik sıkışıklığının oluşmadığı, 1200. saniyede yerleşkenin önemli ölçüde tahliye edildiği görülmektedir. 1300 taşıtlık talebin tamamının tahliyesi 1300 saniyelik bir zaman dilimi sonunda tamamlanmıştır.



Şekil 7. Geliştirilen tahliye simülasyonundan 600, 900 ve 1200. saniyelerde alınan görüntüler



INTERNATIONAL CONGRESS on ENGINEERING and ARCHITECTURE

14-16 November 2018

Alanya / Turkey

Değerlendirme

Tablo 2’de Pamukkale Üniversitesi Kınıklı yerleşkesi örneğinde mevcut durum ve geliştirilen tahliye planına bağlı olarak elde edilen gecikme ve seyahat süresi değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde, acil bir tahliye durumunda herhangi bir planlama yapılmaksızın yerleşkedeki taşıt sürücülerinin yerleşkeyi terk etmeye çalışmaları durumunda taşıt başına ortalama gecikmenin yaklaşık 355 saniye, toplam gecikmenin yaklaşık 125 saat ve tahliye boyunca ortaya çıkacak toplam seyahat süresinin yaklaşık 180 saat mertebesinde olacağı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen acil tahliye planının uygulanması durumunda ise taşıt başına ortalama gecikme değeri yaklaşık 97 saniye değerine düşerek %73 oranında azaltılabilecektir. Benzer şekilde, toplam gecikme değerinin yaklaşık %74, tahliye esnasında oluşacak toplam seyahat süresinin ise %62 azaltılması mümkün olabilecektir. Toplam tahliye süresi ise 2100 saniyeden 1300 saniye mertebesine düşürülerek yaklaşık %38 oranında kısaltılabilecektir.

Tablo 2. Mevcut durum ve geliştirilen tahliye planı sonuçlarının karşılaştırılması

	Mevcut durum	Acil tahliye planı	İyileşme (%)
Taşıt başına ortalama gecikme (saniye)	355.23	96.88	72.73
Toplam gecikme (saat)	125.12	32.99	73.63
Toplam seyahat süresi (saat)	179.64	68.10	62.10
Toplam tahliye süresi (saniye)	2100	1300	38.09

Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında, büyük ölçekli tesisler ve yerleşkeler için acil tahliye planı geliştirilmesinde mikroskobik simülasyon kullanımının etkinliği araştırılmıştır. Geliştirilen acil tahliye planında temel amaçlar, toplam tahliye süresinin, gecikmenin ve toplam seyahat süresinin en aza indirilmesi olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda, çalışma sahası olarak seçilen Pamukkale Üniversitesi Kınıklı yerleşkesindeki otopark alanları tespit edilmiş ve hafta içi bir günde 10 saatlik süreç 2 saatlik dilimlere ayrılarak otopark etütleri yapılmıştır. Yapılan etütler sonucunda otoparklarda oluşabilecek maksimum doluluk oranları belirlenmiştir. 1300 taşıt olarak elde edilen bu talebin yerleşkeden plansız olarak ayrılması durumu mevcut durum olarak ele alınmıştır. Sonrasında, yerleşke içindeki yol ağı, otoparklardaki kullanım oranları ve otoparkların konumları göz önüne alınarak bir acil tahliye planı geliştirilmiştir. Mevcut durum ve geliştirilen acil tahliye planı için VISSIM yazılımı ile yapılan simülasyon sonuçlarına göre tahliye esnasında gecikme değerinin %73, toplam seyahat süresi değerinin %62 ve toplam tahliye süresinin %38 azaltılabileceği ortaya konmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi BAP birimi tarafından 2018KRM002-233 numaralı proje ile desteklenmiştir. Yazarlar, VISSIM akademik lisans desteği vererek bu çalışmaya katkıda bulunan PTV Planung Transport Verkehr AG’ye teşekkürlerini sunar. Yazarlar, bu çalışmaya temel teşkil eden etüt çalışmalarının gerçekleştirilmesinde görev alan Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğrencileri Eren ÜRKMEZ ve Cesur AĞDENİZ’e teşekkür ederler.



INTERNATIONAL CONGRESS on ENGINEERING and ARCHITECTURE

14-16 November 2018

Alanya / Turkey

Kaynaklar

- Abdelgawad, H., Abdulhai, B. 2009. Emergency evacuation planning as a network design problem: a critical review. Transportation Letters, 1:1, 41-58.
- Liu, Y. 2007. An Integrated Optimal Control System for Emergency Evacuation. PhD. Thesis. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Maryland, College Park.
- McHale, G. M., Collura, J. 2003. Improving Emergency Vehicle Traffic Signal Priority System Assessment Methodologies. Proc., the 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 2003, Washington, D.C.
- PTV Group, 2013. VISSIM 5.40 Users Guide, PTV AG, PTV Traffic Mobility Logistics, Karlsruhe, Germany.
- Sisiopiku, V., Jones, S., Sullivan, A., Patharkar, S., Tang, X. 2004. Regional Traffic Simulation for Emergency Preparedness. Technical report. Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Alabama.
- Theodoulou, G., Wolshon, B. 2004. Modeling and Analyses of Freeway Contraflow to Improve Future Evacuations. Proc., the 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 2004, Washington, D.C.
- Urbina E. (2002). A State-of-The-Practice Review of Hurricane Evacuation Plans and Policies. MSc. Thesis. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.