

Metro İstasyonlarında Perona Erişim Süreleri ve Yürüme Hızlarının İncelenmesi; İstanbul M2 Metrosu Örneği

Arş. Gör. Sümeyye Şeyma Kuşakcı Gündoğar

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, İstanbul

Tel: (212) 3835186

E-Posta: skusakci@yildiz.edu.tr

Doç. Dr. Kemal Selçuk Öğüt

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Ayazağa, İstanbul

Tel: (543) 795 43 10

E-Posta: oguts@itu.edu.tr

Öz

Ülkemizde ulaşım ağının karayolu ağırlıklı olarak gelişmesi zamanla trafik tıkanıklıklarını beraberinde getirmiş, büyüyen bu tıkanıklıklar neticesinde artan gecikmeler karar vericilerin farklı ulaştırma sistemlerine yönelmesine sebep olmuştur. Kentsel raylı sistemler, hızlı, güvenli ve güvenilir bir ulaşım sağlaması açısından şehir içi trafiği rahatlatması için tercih edilmiş ve son zamanlarda ülkemizde yaygınlaştırılmaya başlanmıştır. Bu sistemlerin kapasite açısından en büyüğü olan metrolarda taşıt içi yolculuk süresinin kısalığına karşılık özellikle derin yeraltı metrolarında perona erişim süreleri büyük değerlere çıkabilmekte, bu durum kullanıcıların tür tercihini etkilemektedir.

Bu çalışmada amaç, derin metro özelliğinde olan İstanbul M2 Yenikapı-Hacıosman Metrosu'nda istasyon girişlerinden perona kadar olan erişim sürelerinin belirlenmesidir. Çalışma metronun Taksim, Osmanbey, Levent ve 4. Levent istasyonlarında gerçekleştirilmiş; yolcuların yaş ve cinsiyetlerine göre istasyon girişinden başlayarak perona kadar olan geliş ve gidiş süreleri zirve içi ve zirve dışı zamanlarda ayrı ayrı ölçülmüştür. Çalışmada ayrıca yolcuların, yürüyen bant ve merdiveni kullanmayıp yalnızca yürüdükleri bir kesim dikkate alınarak metroda yürüme hızları belirlenmiştir. 288 yolcunun istasyon girişi ile peron arasında ortalama erişim sürelerinin 4:19-1:36 dk, ortalama yürüme hızlarının 1,72-1,02 m/sn arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen tüm veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiş, bunun sonucu olarak yolcuların yürüme hızlarının hangi etkenlere bağlı olduğu incelenmiştir.

Bu çalışma, derin metroların uygulanacağı yerlerde toplam yolculuk sürelerinin daha gerçekçi hesaplamasına yardımcı olacaktır.

Anahtar sözcükler: Derin metro, perona erişim süresi, yolculuk süresi.

Giriş

Günümüzde araç sahipliği ve kullanımı, teknolojinin de katkısıyla yüksek boyutlara ulaşmış olup özellikle İstanbul gibi büyük ölçekli kentlerde trafik, kontrol edilemez boyutlara ulaşmıştır. Kentsel raylı sistemler bu trafik tıkanıklığında yolcularına konforlu, hızlı ve güvenli yolculuk sunan bir sistem olarak öne çıkmaktadır. Kentsel raylı sistemlerin bu özellikleri trafik tıkanıklıklarının yaşandığı büyük şehirlerde daha çok tercih edilmesine ve giderek daha çok yolcuya hizmet vermesine olanak sağlamaktadır. Bu sistemlerin yolcularına sunduğu bir başka üstünlük ise trafik gibi

dışsal değişkenlerden etkilenmeyerek yolcularına güvenilir yolculuk süresi değerleri verebilmesidir. Fakat bu üstünlük yolcu sayısının artmasıyla birlikte istasyonların bu talebi karşılayamaması ve özellikle istasyonlara erişim sürelerinde öngörülemez değişikliklerin oluşması ile ortadan kalkabilmektedir. Yolcuların istasyona erişim süreleri, peronu boşaltma süreleri ve metro içerisindeki hızları gibi kullanıcıların özelliklerine göre değişebilecek değişkenlerin doğru öngörülmesi ile bu gibi problemlerin önüne geçilmesi mümkün olabilmektedir. Raylı sistemlerin kapasite açısından en büyüğü olan metrolarda taşıt içerisindeki yolculuk süreleri kadar yolcunun perona erişim süreleri de önemli bir yer tutmaktadır. Doğru tasarımlar uygulanmaması durumunda yoğunluktan çok fazla etkilenebilecek olan bu sistem için erişim sürelerinin ve ona etki eden değişkenlerin doğru belirlenmesi fazlasıyla önem taşımaktadır.

Bu çalışmada yolcuların tür tercihlerine etki eden önemli bileşenlerden biri olan erişim süreleri ve metro içindeki yürüyüş hızları incelenmiştir. İstanbul'un en eski metro hatlarından olan M2 Metro hattında 4 istasyonda (Taksim, Osmanbey, Levent, 4 Levent) zirve içi ve zirve dışı zamanlarda 3 farklı yaş grubundan 288 yolcunun perona erişim süreleri ve yürüme hızları incelenmiştir.

Literatür Çalışması

Yolcuların taşıt kullanmadan gerçekleştirdikleri hareketler yaya hareketleri olarak isimlendirilmektedir. Yaya hareketlerinin özellikleri yolculuk amacı, arazi kullanımı gibi değişkenlerden etkilenmektedir. Yaya akımı analizi ise genel olarak yaya gruplarının ortalama yürüme hızına dayanmaktadır. İş amaçlı yolculuklar her gün düzenli yapıldıkları için daha hızlıken alışveriş amaçlı yolculuklar daha yavaştır. Yolcunun yaşı da yolculuk amacın gibi hızı etkileyen bir değişkendir (Top, 1990). Yürüme hızını etkileyen bir başka değişken ise yoğunluktur. Yaya yoğunluğu hızın, hız da yaya yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak karşılıklı etkileşim içerisinde. Yürüme hızını etkileyen diğer değişkenler, gün içindeki zaman, cinsiyet, yalnız veya grupla yürüme, dış giysi, hava durumu olarak sıralanabilir (Çağdaş, 1986). Grup içinde yürüyenlerin ortalama hızı, yalnız yürüyen insanların ortalama hızından daha düşüktür. (Pektaş, 1997).

Yaya hareketlerinin temel özelliklerinden olan yolcuların erişim süreleri ve yürüme hızları ile ilgili birçok çalışma yapılmış, etkileyen değişkenler ve standartlar belirlenmiştir. Cheung tarafından 1998 yılında Hong Kong Kentsel Raylı Sistemleri için yapılan çalışmada yürüyen merdiven, asansör ve yürünen kesimler için ayrı ayrı akımın serbest olduğu durum ve tıkanıklık durumunda yolcu hızları belirlenmiştir. Yolcuların yürüdüğü kısım için hız değerleri yolcu yoğunluğu olmadığı zaman dilimi için 1,15 m/sn, yoğun zaman dilimi için 0,42 m/sn olarak belirlenmiştir. Hong Kong 1095 km² de 6,3 milyon insanın yaşadığı dünyanın en kalabalık şehridir. Bu kalabalık özellikle herkesin yolculuk yaptığı zirve saatlerde ulaştırma ağı üzerinde büyük bir yoğunluğa sebep olmaktadır. Yoğun zaman metro istasyonlarının her kesiminde yoğun bir yolcu baskısı görüldüğünden Hong Kong için yoğun saatlerde hızların yoğun olmayan zaman dilimine kıyasla çok fazla düştüğü gözlemlenmektedir.

2009 yılında Jiang ve diğ. tarafından Çin'in iki büyük metro hattının birbiri ile bağlandığı aktarma istasyonunda sabah zirve saatte yolcu yoğunluk ve hız verileri

irdelenmiş, bir bilgisayar programı yardımıyla benzetim modeli oluşturulmuştur. Tıkanıklık anındaki hızlarının 0,59-1,01 m/sn arasında değiştiği belirlenmiştir.

Zhao ve Liang (2016) tarafından Çin'in Guangzhou metrosunda yapılan çalışmada cinsiyet ve yaşa bağlı farklı hız değerlerin belirlenmiş, akşam zirve saat için 0,92-1,03 m/sn arasında hız değerleri elde edilmiştir.

İstanbul M2 metro hattı için erişim sürelerinin ve yürüme hızlarının belirlendiği bir çalışma Erdaloğlu (2009) tarafından yapılmıştır. Çalışmada 6 istasyon için erişim süreleri ve yürüme hızları belirlenmiştir. Akşam zirve saat için belirlenen hız değerleri;1,00-1,59 m/sn arasında, perona erişim süreleri ise 1:54 dk ile 5:08 dk arasında değişmektedir.

Türkiye'de istasyon içindeki yürüme hızları TS12127 "Şehirçi Yollar-Raylı Taşıma Sistemleri" ile belirlenmiş olup farklı yaş ve cinsiyete göre 1,80-1,30 m/sn arasında değişmektedir. 1,8 m/sn hız değeri 6,5 km/sa'te karşılık gelmekte olup 6 km/sa'ten sonra insanın yürümeden yavaş koşmaya geçmesi gerektiği düşünüldüğünde bu hızın son derece yüksek olduğu görülmektedir.

Saha Çalışması

Çalışma Alanları

Çalışma alanı olarak İstanbul'da gerçek anlamda ilk metro hattı olan M2 metro hattı tercih edilmiştir. Yenikapı-Hacıosman arasında hizmet vermekte olan M2 metro hattı, Taksim-Levent kesiminin 2000 yılında tamamlanması ile kullanıma açılmış ve yıllar içerisinde yeni istasyonların eklenmesi ile daha çok yolcuya hizmet verebilecek düzeye ulaşmıştır. 2014 yılında Yenikapı ve Vezneçiler istasyonlarının eklenmesi ile bugünkü haline ulaşmış olan hat 2001 yılında günlük 56.000 kullanıcıya hizmet verirken 2016 sonunda günlük 480.000 kullanıcı sayısına ulaşmıştır (Metro İstanbul, 2017). Çalışma için gerekli ölçümler M2 metro hattının Taksim, Osmanbey, Levent ve 4. Levent istasyonlarında yapılmıştır. İstasyonlar belirlenirken zirve içi ve zirve dışı saatlerde yolcu hareketliliğinin olduğu yoğun istasyonlar tercih edilmiştir. M2 hattının ve hat üzerinde ölçüm yapılan istasyonların konumları Şekil 1'de, istasyonların genel özellikleri ise Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: M2 Metro Hattı ve Ölçüm Yapılan İstasyon Konumları.

Tablo 1: Ölçüm Yapılan İstasyonların Genel Özellikleri (Erdaloğlu,2009).

İstasyon Adı	Giriş/Çıkış	İstasyon Derinliği (m)	İstasyon Büyüklüğü (m ²)	Peron Uzunluğu (m)
Taksim	Taksim Meydan Talihane Gezi Parkı İETT durakları	35	11.000	235
Osmanbey	Dolapdere Harbiye Nişantaşı Bomonti	23	6.200	231
Levent	Levent Çarşı Gültepe Zincirlikuyu Plazalar Özdilek-Kanyon M6 aktarma	27	15.500	240
4. Levent	Çeliktepe 4. Levent Çarşı Emniyet Evler Yeni Levent Sapphire AVM	20	6.600	235

Erişim Süreleri ve Yürüme Hızlarının Ölçülmesi

Çalışma kapsamında metroyu kullanan yolcuların perondan metro girişine ve metro girişinden perona erişim süreleri ölçülmüş; ayrıca yürüyen bant ve merdivenin kullanılmadığı bir kesimde yolcuların yürüme süreleri yardımıyla yolcu yürüme hızları belirlenmiştir.

Her bir istasyondaki giriş/çıkışlar için perona erişim sırasında ne kadar uzunlukta yürüdüğü, kaç basamak inildiği/çıkıldığı, ne kadarlık yürüyen bant kullanıldığı bilgileri sayfa sınırlaması nedeniyle bildiri metninde yer alamamıştır.

Perona erişim süresini ölçen gözlemci, metroya giren rastgele bir yolcuyu seçerek yolcu özelliklerini (cinsiyet ve tahmini yaş) kaydedip, kronometre yardımıyla perona gelene kadarki süre ölçülmüştür. Bu ölçüm sırasında yolcunun yalnızca yürüdüğü turnike bölgesi yakınlarındaki bir kesimde ikinci bir süre ölçümü yapmış ve bu süre yardımıyla yolcu yürüme hızı hesaplanmıştır. Gözlemci aynı işlemi, perondan yukarı çıkan rastgele seçilen bir yolcu için yinelemiştir. Ölçümler, hafta içi zirve içi (16:00-19:00) ve zirve dışı (13:00-16:00) olarak iki farklı zaman diliminde gerçekleştirilmiştir.

Çalışma konusu metro istasyonlarında toplam 288 yolcu için erişim süresi ve yürüme hızı ölçülmüştür. Ölçümler; genç (<20), yetişkin (20-60) ve yaşlı (>60) olmak üzere üç farklı yaş grubu için belirlenmiştir. Gözlenen yolcuların yarısı kadın yarısı erkek olarak tercih edilmiş, her yaş grubundan eşit sayıda örneklem alınmıştır. Çalışmada, yanında

yürüme hızını etkileyecek büyüklükte yük taşıyan yolcular son derece az olduğundan bu grup çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

Gözlenen Erişim Süreleri ve Yürüme Hızları

Çalışma kapsamında istasyonlarda ortalama erişim süreleri ölçülürken metrodan çıkan rastgele bir yolcu seçilerek onun tercih ettiği giriş/çıkıştan çıkmıştır. Daha sonra bu giriş/çıkıştan rastgele seçilen bir yolcunun metroya iniş süresi ölçülmüştür. Bu sayede yoğun kullanılan giriş/çıkışlar için daha çok gözlem yapılması, az kullanılan giriş/çıkışlar için daha az gözlem yapılması sağlanmıştır. Ölçülen erişim süreleri Tablo 2’de görülmektedir. En uzun erişim süresi olan 4:19, en derin metro istasyonu olan Taksim istasyonunda elde edilmiştir. En kısa erişim süresi olan 1:36 ise Levent istasyonunda bir başka metro hattına (M6-Levent Hisarüstü) aktarma yapılan girişte elde edilmiştir.

Yürüyen bant veya merdivenin bulunmadığı kesintisiz bir kesim için belirlenen ortalama yürüme hızları ise Tablo 3’de görülmektedir. Farklı yaş grupları ve cinsiyetler için ortalama yürüme hızlarının 1,72-1,02 m/sn arasında değiştiği hesaplanmıştır. Yürüme hızları hesaplanırken grup halinde yürüyen yolcular için ayrı bir grup oluşturulmamış, grup halinde yürümenin yürüme hızına olan etkisi göz ardı edilmiştir.

Tablo 2: Ölçüm Yapılan İstasyonların Ortalama Erişim Süreleri.

İstasyon	Giriş/Çıkış	Gözlem Sayısı	Ortalama Erişim Süresi (dk)
Taksim	Taksim Meydan	50	4:19
	Talimhane	10	3:48
	İETT durakları	12	2:40
Osmanbey	Dolapdere	2	2:22
	Harbiye	23	2:23
	Nişantaşı	41	3:24
	Bomonti	6	3:38
Levent	Levent Çarşı	22	3:16
	Zincirlikuyu	15	3:05
	Plazalar	2	3:32
	Özdilek-Kanyon	23	1:50
	M6 aktarma	10	1:36
4. Levent	Çeliktepe	12	2:26
	4.Levent Çarşı	4	2:35
	Emniyet Evler	35	1:58
	Yeni Levent	16	2:21
	Sapphire AVM	5	2:17

Farklı yaş grupları ve cinsiyetin perona erişim süresi üzerindeki etki incelenmek istendiğinden ortaya çıkan en önemli sorun, istasyonlarda farklı giriş/çıkışların kullanılıyor olmasıdır. Her bir giriş/çıkışın perona uzaklığı farklı olduğundan, erişim süreleri de farklılık göstermektedir. Bu durumda her durakta 72 yolcunun gözlenmesi ile gerçekleştirilen saha çalışması yeterli olamamıştır. Bazı istasyonların bazı giriş/çıkışlarını kullanan her yaş grubu ve cinsiyetten yolcu gözlenememiştir. Bu durumda yaş grubu ve cinsiyetin etkisi yalnızca yürüme hızları için irdelenebilmiştir.

Tablo 3: Ölçüm Yapılan İstasyonlarında yolcuların Ortalama Hızları.

İstasyon	Yaş	Ortalama Yürüme Hızı (m/sn)			
		Zirve İçi		Zirve Dışı	
		Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
Taksim	Genç	1,26	1,43	1,50	1,50
	Yetişkin	1,29	1,38	1,48	1,53
	Yaşlı	1,10	1,20	1,13	1,24
Osmanbey	Genç	1,47	1,47	1,48	1,41
	Yetişkin	1,31	1,48	1,32	1,53
	Yaşlı	1,02	1,14	1,13	1,29
Levent	Genç	1,33	1,39	1,37	1,57
	Yetişkin	1,36	1,41	1,33	1,29
	Yaşlı	1,13	1,26	1,15	1,19
4 Levent	Genç	1,33	1,27	1,31	1,56
	Yetişkin	1,33	1,39	1,49	1,46
	Yaşlı	1,02	1,09	1,09	1,31
Tamamı	Genç	1,35	1,39	1,40	1,51
	Yetişkin	1,32	1,42	1,41	1,45
	Yaşlı	1,07	1,17	1,13	1,26

Yürüme Hızını Etkileyen Değişkenlerin İncelenmesi

Yolculuk zamanı (zirve saat içi, zirve saat dışı), istasyon konumu, yolcu yaşı ve cinsiyetin yürüme hızı üzerindeki etkilerinin istatistiksel değerlendirilmesi için t ve Anova testleri kullanılmıştır.

Yolculuk Zamanının Yürüme Hızına Etkisi

Yürüme hızlarının zirve içi ve zirve dışı zamanlarda farklılık göstereceği düşünülerek saha çalışması iki farklı dilimde de gerçekleştirilmiştir. İki farklı zaman diliminde yürüme hızları arasında istatistiksel bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan t testinin sonuçları Tablo 4’de görülmektedir.

Tablo 4: Zirve İçi ve Zirve Dışı Zamanlarda Yürüme Hızı t Testi Sonuçları.

	Zirve Dışı	Zirve İçi
Ortalama	1,36	1,29
Varyans	0,06	0,07
Gözlem	144	144
t _{İst}	2,60	
t _{Kri} (iki-uçlu)	1,97	

t istatistiği, %5 anlamlılık düzeyinde iki kollu kritik t değerinden büyük çıktığından istatistiksel olarak zaman diliminin yürüme hızını etkilediği belirlenmiştir. Öte yandan, yolcu hızlarının ölçülmesine yönelik gözlemler, turnike bölgesinde yapılmış olup özellikle peron bölgesinde yürüyüş hızlarımızın zirve saatte çok daha fazla etkilenmiş olduğu gözlemlenmiştir.

İstasyonun Yürüme Hızına Etkisi

Farklı metro istasyonlarında ölçülen yürüme hızları arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Anova testleri sonuçları Tablo 5’de verilmiştir. Test, yürüme hızları zirve içi ve zirve dışında değiştiğinden, 2 farklı zaman dilimi için yapılmıştır.

Tablo 5: İstasyonlarda Zirve İçi ve Zirve Dışında Yürüme Hızı Anova Testi Sonuçları.

Gruplar	Zirve İçi			Zirve Dışı		
	Gözlem	Ortalama	Varyans	Gözlem	Ortalama	Varyans
4. Levent	36	1,24	0,05	36	1,37	0,08
Levent	36	1,31	0,09	36	1,32	0,06
Osmanbey	36	1,32	0,09	36	1,36	0,05
Taksim	36	1,28	0,03	36	1,40	0,04
F_{ist}	0,68			0,69		
F_{Kri}	2,67					

%5 anlamlılık düzeyindeki zirve içi ve zirve dışı zamanlarda, istasyonlarda yürüme hızlarının aynı toplumdaki geldiği arasındaki farklılığın rastlantısal olduğu belirlenmiştir. İlerleyen aşamalarda istasyonlardaki yürüme hızları birleştirilerek kullanılacaktır.

Cinsiyetin Yürüme Hızına Etkisi

Cinsiyetin yürüme hızını istatistiksel olarak etkileyip etkilemediğinin belirlenmesi için, zirve içi ve zirve dışı zamanlarda yapılan t testleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6: Cinsiyetin Zirve İçi ve Zirve Dışında Yürüme Hızı t Testi Sonuçları.

	Zirve İçi		Zirve Dışı	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
Ortalama	1,32	1,25	1,41	1,31
Varyans	0,07	0,06	0,05	0,05
Gözlem	72	72	72	72
t_{ist}	1,79		2,59	
t_{Kri} (iki-uçlu)	1,98		1,98	

Zirve içi gözlem verileri için hesaplanan t_{ist} %5 anlamlılık düzeyinde iki kollu kritik t değeri olan 1,98’den küçük çıktığından istatistiksel olarak zirve saat içinde cinsiyetin yürüme hızını etkilemediği belirlenmiştir. Zirve dışı gözlem verileri için hesaplanan t_{ist} , t_{kri} değerinden büyük çıktığından istatistiksel olarak zirve saat dışında cinsiyetin yürüme hızını etkilediği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni zirve saatte kalabalıktan dolayı yolcuların yürümek istedikleri hıza erişememeleri ve toplu halde hareket ediyor olmalarıdır.

Yaşın Yürüme Hızına Etkisi

Farklı yaş grupları için ölçülen yürüme hızları arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığını belirlemek için de Anova testi yapılmıştır. Zirve içi ve zirve dışı işlem ayrı ayrı yapılan test sonuçları Tablo 7’de görülmektedir.

Tablo 7: Farklı Yaş Gruplarında Zirve İçi ve Zirve Dışında Yürüme Hızı Anova Testi Sonuçları.

Gruplar	Zirve İçi			Zirve Dışı		
	Gözlem	Ortalama	Varyans	Gözlem	Ortalama	Varyans
Genç	48	1,36	0,05	48	1,47	0,06
Yetişkin	48	1,37	0,04	48	1,42	0,03
Yaşlı	48	1,12	0,07	48	1,19	0,04
F_{ist}	18,42			24,82		
F_{kri}	3,06					

%5 anlamlılık düzeyinde hem zirve içinde hem de zirve dışında istatistiksel olarak tüm yaş gruplarının aynı toplumdaki gelmedikleri hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra iki yaş grubu için yürüme hızlarının aynı toplumdaki gelip gelmediği t testi ile sınanmıştır. Hem zirve içi hem de zirve dışı dilimlerde genç ve yetişkinlerin yürüme hızlarının aynı toplumdaki geldiği öte yandan yaşlıların yürüme hızlarının bu iki gruptan da farklı olduğu belirlenmiştir (Genç ve yetişkin yaş grupları için yapılan t testlerinde, t_{ist} , zirve içi zirve dışı dilimler için sırasıyla 0,13 ve 0,07 olarak hesaplanmış olup bu iki değer de %5 anlamlılık düzeyinde 1,99 olan t_{kri} değerinden küçüktür.)

Sonuçlar

Bu çalışmada İstanbul’daki 4 farklı metro istasyonunda toplam 288 yolcu için metroya erişim süreleri ve yürüme hızları gözlemlenmiştir. Bu gözlemler sonucu elde edilen bilgiler ile ortalama erişim süresi 4:19-1:36 dk, ortalama yürüme hızları 1,72-1,02 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Her istasyon için perona erişim süreleri incelenmiş; bu süreler yaş gruplarına göre ayrı ayrı belirlenmiş ve genel olarak yaş arttıkça erişim süresinin de arttığı görülmüştür. En uzun erişim süresi 6:23 dk ile Taksim istasyonunda görülmüştür. Taksim istasyonunda bu sürenin diğer istasyonlardan uzun olması, giriş/çıkıştan perona kadar olan geçkinin diğer istasyonlara göre daha uzun olmasından kaynaklanmaktadır. Erişim süresindeki artış metro istasyonlarındaki yolcu sayısının artışı ile açıklanabilmektedir. Çalışma kapsamında ölçülen en kısa erişim süresi ise 0:37 dk ile Levent istasyonundan Hisarüstü metro istasyonuna geçişte görülmüştür.

Zirve saatte yürüme hızı, zirve dışı saatlere göre daha düşük çıkmıştır. Bu durum, kalabalıklığın yürüme hızı üzerindeki etkisini göstermektedir. Kalabalıklığın yürüme hızı üzerindeki etkisi yaklaşık 0,1 m/sn kadardır.

Çalışmada, erkek yolcuların ortalama yürüme hızı 1,37 m/sn, kadın yolcuların ortalama yürüme hızı 1,28 m/sn bulunmuştur. İncelenen 4 istasyon bir arada değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak (%5 anlamlılık düzeyinde) yürüme hızının cinsiyet ile değiştiği belirlenmiştir. Ancak zirve içi ve zirve dışı zamanların ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda cinsiyetin zirve dışında yürüme hızını etkilerken zirve içinde etkilemediği görülmüştür. Yolcu yoğunluğunun yaya hızına etkisi araştırıldığında ise yoğun saatlerde yolcu yürüme hızının daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Yaşın yürüme hızına etkisi incelendiğinde, yetişkinler ile (gençler dahil) yaşlılar arasında bir fark olduğu, yaşlıların yaklaşık 0,25 m/sn daha yavaş yürüdükleri belirlenmiştir.

TS12127’de belirtilen yürüme hızı değerleri ve bu çalışma kapsamında İstanbul- M2 hattı için hesaplanan değerler Tablo 8’te karşılaştırılmıştır.

Tablo 8: TS ve Yapılan Çalışmada Yer Alan Yaya Hızları (m/sn).

	TS12127*	Hesaplanan			
		Zirve içi		Zirve dışı	
	Değer	Değer	%Fark	Değer	%Fark
Genç Erkek	1,80	1,39	-22,8	1,51	-16,1
Yetişkin Erkek	1,70	1,42	-16,5	1,45	-14,7
Yaşlı Erkek	1,60	1,17	-26,9	1,26	-21,3
Genç Kadın	1,80	1,35	-25,0	1,40	-22,2
Yetişkin Kadın	1,40	1,32	-5,7	1,38	-1,4
Yaşlı Kadın	1,30	1,07	-17,7	1,13	-13,1

* TS12127 (1997)

Yapılan çalışmadan hesaplanan tüm yürüme hızları TS12127’den düşüktür. Zirve içi ve zirve dışı hız değerlerinin farklı olması yolcu yoğunluğundan kaynaklanmakta olup TS standardının gözden geçirilmesi, ileride yapılacak raylı sistemlerde yolculuk sürelerinin gerçeğe yakın olarak öngörülmesinde yararlı olacaktır.

Çalışma bütün yaş grupları ve cinsiyetlerden eşit oranda gözlem yapılarak gerçekleştirilmiştir. İstasyon için bir erişim süresi ve yolcu yürüme hızı belirlenmek istendiğinde, istasyonu kullanan yolcu yüzdeleri yardımıyla ağırlıklı bir ortalama hesaplamak gerekmektedir. Bu çalışmada böylesi bir hesaplama, gün boyunca istasyonlardaki yolcuların yaş ve cinsiyet dağılımları olmadığından, gerçekleştirilememiştir.

Örneğin tarafsız alınması durumunda örnek büyüklüğü sonuçların doğruluğu üzerinde etkili olmayıp yalnızca ortalamanın sapması (hata aralığı) üzerinde etkili olduğundan örnek sayısı 288 olarak alınmıştır. İleriki çalışmalarda grup halinde yürümenin erişim süresi ve yaya hızına etkisinin incelenmesi, ayrıca hafta sonu kullanıcılarında bu süre ve hızların nasıl değiştiğinin hesaplanması ile faydalı bilgilere ulaşılabilecektir.

İstasyonlardaki yolcu dağılımlarına göre belirlenen ortalama erişim süreleri, yolculuk süresi öngörülerinin daha gerçekçi yapılması, aktarma noktalarında eşzamanlılığın sağlanması gibi açılardan önem taşımaktadır. Ortalama yürüme hızları ise istasyon

tasarımlarında kullanılan temel bilgilerden biri olması sebebiyle metronun yapıldığı coğrafyaya özgün değerlerin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Kaynaklar

Cheung, C. (1998). Pedestrian flow characteristics in the Hong Kong Mass Transit Railway stations. Hong Kong. Master Thesis, Hong Kong Polytechnic University.

Çağdaş, G. (1986) Binalarda Boşalma Sürecinin Analizi ve Benzetimi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Erdaloğlu, N. (2009) Metro İstasyonlarında Yolcu Hareketlerinin İncelenmesi, İstanbul Metrosu Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Metro İstanbul, M2 Yenikapı- Hacıosman Metro Hattı, <http://www.metro.istanbul/rayl%C4%B1-sistemler/m2-yenikap%C4%B1-%E2%80%93-hac%C4%B1osman.aspx>, (Erişim Tarihi: 2 Mart 2017)

Jiang, C.S., Deng, Y.F., Hu, C., Ding H., Chow W.K. (2009) Crowding in platform staircases of a subway station in China during rush hours. Safety Science, No:47, pp. 931-938.

Pektaş, A.G. (1997) Metro İstasyonlarında Yolcu Sirkülasyonunun Değerlendirilmesi İçin Bir Uzman Sistem Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Top, N. (1990) Bir Ulaşım Türü Olarak Yaya ve Yaya Mekanları Üzerine Düşünceler. Planlama Dergisi, No:90/1-2, s. 52-55.

TSI12127 (1997) Şehir içi Yollar-Raylı Taşıma Sistemleri Bölüm 1:Yer altı İstasyon Tesisleri Tasarım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Zhao, Z. And Liang, L. (2016) Pedestrian Flow Characteristic of Metro Station along with the Mall. Procedia Engineering, No:135, pp.602 – 606.