İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METRO İSTASYONLARINDA YOLCU HAREKETLERİNİN İNCELENMESİ, İSTANBUL METROSU ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nesrin ERDALOĞLU

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Ulaştırma Mühendisliği

Kasım, 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METRO İSTASYONLARINDA YOLCU HAREKETLERİNİN İNCELENMESİ, İSTANBUL METROSU ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nesrin ERDALOĞLU
(501071412)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Eylül 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 04 Kasım 2009

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Kemal Selçuk ÖĞÜT (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU (İTÜ)
Doç. Dr. İsmail ŞAHİN (YTÜ)

Kasım, 2009

Babama,

ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanması sırasında sabrını, ilgisini ve hoşgörüsünü esirgemeyen tez danışmanım sayın Doç.Dr.Kemal Selçuk Öğüt'e katkılarından dolayı çok teşekkür ederim. Ayrıca metro istasyonunda çalışmalarım için izin alınmasında bana yardımcı olan Ulaşım A.Ş Proje Müdürü sayın Metin Yazar'a, taksim istasyon şefi sayın Nurullah Ünverdi'ye, çalışmalarımda bana yardımını esirgemeyen arkadaşım Zelal Behçet'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Tezimi bugüne gelmemde en büyük destekçim olan ancak aramızda bulunmayan çok sevdiğim babama adıyorum.

Kasım 2009

Nesrin Erdaloğlu

(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Savfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xv**
SUMMARY ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
2. YAYA HAREKETLERİ **3**
2.1 Akım, Yürüme Hızı, Yoğunluk İlişkisi 5
2.2 Merdivenlerde Yaya Hareketleri 10
2.3 Koridor ve Kapılardan Geçiş Durumları 13
3. YERALTI METRO İSTASYONLARI **15**
3.1 Yeraltı Metro Sistemlerin Genel Planlaması 15
3.2 Metro İstasyonunu Oluşturan Mekanlar ve Tasarım İlkeleri 16
3.2.1 Giriş Mekanları 16
3.2.2 İstasyon Lobisi 17
3.2.3 Bilet Gişeleri ve Geçiş Turnikeleri 18
3.2.4 Dolaşım Alanları 19
3.2.4.1 Normal merdivenler 19
3.2.4.2 Yürüyen merdivenler 20
3.2.4.3 Rampalar 24
4. İSTANBUL METROSU VE YOLCU HAREKETLERİ **25**
4.1 İstanbul Metrosu 25
4.2 İstanbul Metrosunda Yolcu Hareketleri 27
4.2.1 Turnikelerde yolcu istemlerinin belirlenmesi 28
4.2.2 Yürüyen merdivenlerde yolcu istemlerinin belirlenmesi 31
4.2.3 Çeşitli yaş gruplarına göre erişim süresinin belirlenmesi 33
4.2.3.1 Çalışılan istasyonlar 35
4.Levent istasyonu 35
Levent istasyonu 38
Gayrettepe-Zincirlikuyu istasyonu 40
Şişli-Mecidiyeköy istasyonu 42
Osmanbey istasyonu 44
Taksim istasyonu 46
4.2.3.2 Bulgular ve değerlendirme 49
4.2.3 Belirlenen yaş grupları için yolcu yürüme hızlarının bulunması 56
5. SONUÇ **59**
KAYNAKLAR **61**
ÖZGEÇMİŞ **63**

KISALTMALAR

TSE	**:** Türk Standartları Enstitüsü
HCM	**:** Highway Capacity Manual
sn	**:** saniye
dk	**:** dakika
sa	**:** saat
m	**:** metre
~	**:** yaklaşık
ft	**:** feet
$^{\mathbf{0}}$	**:** derece
cm	**:** santimetre

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Yayaların amacı ve ortalama yürüme hızları 7
Çizelge 2.2: Yaş ve cinsiyete göre ortalama yaya hızları. 7
Çizelge 2.3: Platforma gidiş için yolcuların hızları ve erişim süreleri 8
Çizelge 2.4: Platformdan çıkış için yolcuların hızları ve erişim süreleri 8
Çizelge 2.5: Yürüme yolları ve kaldırımlar için ortalama hizmet düzeyi ölçütleri 9
Çizelge 2.6: Farklı durumlarda yaya hizmet düzey ölçütleri. 12
Çizelge 3.1: Yürüyen merdiven basamak genişliğine göre yolcu kapasitesi kabulleri 21
Çizelge 3.2: Geçit ve merdivenlerde kapasite 22
Çizelge 3.3: Yürüyen merdivenlerde kapasite 22
Çizelge 4.1: İstanbul Metrosu'nun genel özellikleri 25
Çizelge 4.2: Taksim -4. Levent Metro hattının teknik özellikleri 25
Çizelge 4.3: 4.Levent turnikelerinden geçen yolcu sayıları 29
Çizelge 4.4: 4. Levent yürüyen merdiven iniş ve çıkış verileri 32
Çizelge 4.5: Çalışma yapılan istasyonlar ve çalışma tarihleri 35
Çizelge 4.6: 4. Levent Metro İstasyonu için bulunan veriler 36
Çizelge 4.7: Levent Metro İstasyonu için bulunan veriler 38
Çizelge 4.8: Gayrettepe - Zincirlikuyu Metro İstasyonu için bulunan veriler 40
Çizelge 4.9: Şişli - Mecidiyeköy Metro İstasyonu için bulunan veriler 42
Çizelge 4.10: Osmanbey Metro İstasyonu için bulunan veriler 44
Çizelge 4.11: Taksim Metro İstasyonu girişi için bulunan veriler 47
Çizelge 4.12: Taksim Metro İstasyonu çıkışı için bulunan veriler 47
Çizelge 4.13: 4. Levent Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 50
Çizelge 4.14: Levent Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 51
Çizelge 4.15: Gayrettepe-Zincirlikuyu İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri. 52
Çizelge 4.16: Şişli - Mecidiyeköy Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri. 53
Çizelge 4.17: Osmanbey Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 54
Çizelge 4.18: Taksim Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 55
Çizelge 4.19: 4.Levent-Taksim arası platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 55
Çizelge 4.20: Taksim Metro İstasyonu'nda yaş aralıklarına göre 41 basamaklı normal merdiven iniş ve çıkış süresi 56
Çizelge 4.21: İniş ve çıkış için elde edilen ortalama hız değerleri 57

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Vücut elipsi. 3
Şekil 2.2: Yaya hareketleri için gerekli alanlar 4
Şekil 2.3: Akım-yoğunluk ilişkisi 5
Şekil 2.4: Yoğunluk- hız ilişkisi 6
Şekil 2.5: Farklı yaya tipleri için akım oranı-yaya alanı arasındaki ilişki 10
Şekil 2.6: Yaş ve merdiven çıkış hızı arasındaki ilişki 10
Şekil 2.7: Merdivenlerdeki çıkış hızı ve basamak eğimleri arasındaki ilişki: Düşey, yatay ve eğimli hızlarda 11
Şekil 2.8: Merdivenlerde yürüme sırasında akım ve yoğunluk arasındaki ilişki 12
Şekil 3.1: Şişhane metro istasyonunun girişi 16
Şekil 3.1: Bahçelievler metro istasyonunun girişi 17
Şekil 3.3: Moskova Metrosu istasyon lobisi 18
Şekil 3.4: Yürüyen merdivenler 20
Şekil 3.5: İniş yönünde normal merdiven ve yürüyen merdiven için birim yolculuk süreleri ve yolcu akımları. 23
Şekil 3.6: Çıkış yönünde normal merdiven ve yürüyen merdiven için birim yolculuk süreleri ve yolcu akımları 23
Şekil 4.1: a) Taksim İstasyonu İstasyon Holü, b) Gayrettepe İstasyon Holü 26
Şekil 4.2: a) Metrocity bağlantısı, b)Cevahir bağlantısı 27
Şekil 4.3: Levent Metro İstasyonu……..……27
Şekil 4.4: 4.Levent turnike şeması. 28
Şekil 4.5: Giriş turnikelerinden geçen akımlar 30
Şekil 4.6: Çıkış turnikelerinden geçen akımlar 30
Şekil 4.7: Yürüyen merdivenlerden geçen akımlar 31
Şekil 4.8: 4. Levent Metro İstasyonu şeması 36
Şekil 4.9: 4. Levent Metro İstasyonu krokisi 37
Şekil 4.10: Levent Metro İstasyonu şeması 38
Şekil 4.11: Levent Metro İstasyonu krokisi 39
Şekil 4.12: Gayrettepe - Zincirlikuyu Metro İstasyonu şeması 40
Şekil 4.13: Gayrettepe - Zincirlikuyu Metro İstasyonu krokisi. 41
Şekil 4.14: Şişli - Mecidiyeköy Metro Metro İstasyonu şeması 42
Şekil 4.15: Şişli - Mecidiyeköy Metro İstasyonu krokisi 43
Şekil 4.16: Osmanbey Metro İstasyonu şeması 44
Şekil 4.17: Osmanbey Metro İstasyonu krokisi 45
Şekil 4.18: Taksim Metro İstasyonu şeması 46
Şekil 4.19: Taksim Metro İstasyonu krokisi 48
Şekil 4.20: 4. Levent Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 49
Şekil 4.21: Levent Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 50
Şekil 4.22: Gayrettepe-Zincirlikuyu Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 51

Şekil 4.23: Şişli-Mecidiyeköy Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 52
Şekil 4.24: Osmanbey Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 53
Şekil 4.24: Taksim Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri 54

ÖZET

METRO İSTASYONLARINDA YOLCU HAREKETLERİNİN İNCELENMESİ, İSTANBUL METROSU ÖRNEĞİ

Sanayi devriminden sonra üretim ilişkilerinin değişmesiyle beraber nüfus yoğunlukları kırsal yerleşimden kentsel yerleşimlere doğru kaymış, nüfusun kentsel mekanlarda artması, barınma ve ulaşım sorununu da beraberinde getirmiştir. Sanayinin gelişmesiyle beraber kentleşme olgusu da gelişmiş olup ulaşım sorununun çözülmesi için yeni yollar, köprüler ve kavşaklar yapılmıştır. Ülkemizde, karayolu ağırlıklı ulaşım tercihi, zamanla, trafik tıkanıklıklarını da beraberinde getirmiş olup ulaşımın rahat bir şekilde sağlanabilmesi için farklı çözümler üzerine yoğunlaşılmasına sebep olmuştur. Kentsel raylı sistemler, ulaşımın hızlı, güvenli ve güvenilir olması nedenleriyle tercih edilmiş ve son zamanlarda ülkemizde yaygınlaştırılmaya başlanmıştır.

Nüfus yoğunluğunun artmasıyla beraber şehirlerin kalabalıklaşması ve ulaşım sistemlerinin bu kalabalığı karşılayıp karşılayamayacağı akılları kurcalayan sorular olarak gündemde kalmıştır. Bu gibi sistemlerin tasarımı yapılırken nüfus yoğunluğu ve nüfusun artış miktarı göz önüne alınması, gelecekteki yolcu miktarını karşılayabilmek için hayati bir öneme sahiptir.

İstanbul gibi nüfus yoğunluğu yüksek olan bir büyükşehirde, raylı sistemleri kullanan yolcuların hareketlerinin analizi önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında metro istasyonlarındaki yolcu hareketlerinin analizi yapılmaya çalışılmıştır. Çalışmalar kapsamında İstanbul Metrosu'nun zirve saatlerde Taksim – 4.Levent arası istasyonları incelenmiştir. Taksim-Şişhane ve 4.Levent- Oto Sanayi arasındaki istasyonlar, çalışma yapılan tarihlerde tam olarak açılmadığı ve zirve saatlerde seyrek hizmet verdiği için inceleme dışında tutulmuştur. İnceleme kapsamındaki her istasyon için zirve saatlerde ortalama 100 yolcu, toplamda 600 yolcu; cinsiyet, yaş, yük taşıyıp taşımadığı, akbil doldurup doldurmadığı, yürüyen merdiven mi normal merdiven mi kullandığı, istasyona giriş mi yoksa çıkış halinde mi olduğu not edilerek, yüzeyden platforma iniş ve platformdan yüzeye çıkış süreleri belirlenmiştir. Her yaş grubu için bu 6 istasyonda istasyona iniş ve istasyondan çıkış süreleri grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu süre kullanılarak ve yolcuların yürüdüğü yolların uzunlukları ölçülerek yaş grupları için bir ortalama hız bulunmuştur. Bu ortalama hız her yaş grubu için standartlarda yer alan ortalama hızlar ile karşılaştırılmıştır. Yürüyen merdivenlerin ve turnikelerin yolcu istemlerinin hesaplanabilmesi için de 4. Levent istasyonundaki turnikeler ve yürüyen merdivenler zirve saatlerde iki saat boyunca gözlemlenmiş olup yolcu sayıları 5 dk'lık aralıklarla not edilmiştir.

İstanbul Metrosu'nda yolcuların hızlarının hesabı, turnikelerin ve yürüyen merdivenlerin yolcu istemlerinin hesabı çalışma kapsamında belirlenmiştir ve standartlarla karşılaştırılarak mevcut durumu değerlendirilmiştir.

SUMMARY

ANALYSIS OF PEDESTRIAN MOVEMENTS IN METRO STATIONS, EXAMPLE OF İSTANBUL SUBWAY

After the industrial revolution, because of the difference of the production means, intensity of the population in cities rised. This rise brought transportation and sheltering problem. With the developement of the industry, urbanization has developed, new roads, new bridges and new intersections were built to solve the transportation problem. In Turkey, highway weighted transportation choice brought the traffic problem, for that reason new alternatives are considered. The reasons of choosing the urban rail systems are to offer fast, safe and reliable transportation services. They are now becoming widespread.

As cities are being more crowded, a question preoccupies people's mind: will transportation systems overcome this crowd? Before designing this systems, population and increase rate of the population must be thought. This is important because to overcome the future passenger rate is concerned about this.

In a metropol that population is high like İstanbul, analysing the movements of the metro passengers are important.

In this research, an analysis of the metro passenger movements in metro stations is conducted. Taksim- 4.Levent stations in Istanbul metro are examined in peak hours. Taksim-Şişhane and 4.Levent-Oto Sanayi stations were not investigated, because they have not been opened and operated in peak hours in my working days. For each station 100 passengers, in the total 600 passengers were investigated during peak hours. Their sex, age, carriage of goods, akbil purchasement, usage of escalator or stairway and enterance or exit positions are invesitigated and noted. Time of the declivity to the platform and the time of the outflow from the platform are noted. Ascending and descending times of passengers for 6 stations for each age group are shown graphically. Using these times and projecting the walkways, speed of the passengers calculated for each age group. For each age group, these average speeds are compared with the standart speeds. To calculate the passenger demand of the escalators and pay gates, escalators and the pay gates in the 4. Levent station were observed in the peak hours and the passengers for each were noted in the intervals of 5 minutes in 2 hours.

For the İstanbul Metro, walking speeds of passengers, passenger demand of pay gates and escalators were determined and compared with the standards.

1. GİRİŞ

Şehirlerde artan nüfusla orantılı olarak mevcut yolların taşıma kapasitesinin dolmasıyla yeni ulaşım kanallarının ortaya çıkarılması gerekmektedir. Metro sistemleri de burada devreye girmektedir. Metro; trafik probleminin olmaması, rahat, güvenli ve hızlı olması sebebiyle günümüzde tercih edilmektedir. Özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde metro kent yaşamının vazgeçilmez ulaşım bileşenlerindendir. Nüfusun artması metro istasyonundaki yolcu sayılarını da etkilemektedir. 4.Levent-Taksim metro istasyonunu kullananların sayısı 2001 yılında 20 milyon 685 bin iken bu sayı 2007 yılında 37 milyon 266 bine çıkmıştır (Url-1). Bu sayı her geçen gün artmaktadır. Yolcu yoğunluğunun her geçen gün artması metro istasyonundaki yolcu hareketlerinin de incelenmesi gereken bir olgu haline gelmesine sebep olmaktadır.

Tez kapsamında ikinci bölümde yaya hareketleri ve bu hareketlerin incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde, insan vücudu boyutları, yürüme, yürüme hızını etkileyen etmenler, merdivenlerde yaya hareketleri, akım- yoğunluk arasındaki ilişki, akım- yürüme hızı arasındaki ilişkilere değinilmiştir.

Daha sonra incelenen bölümde ise yeraltı metro istasyonları ve İstanbul Metrosu incelenmiştir. Yer altı metro istasyonlarının tasarım kriterleri bu alanda incelemiş olup İstanbul Metrosu'na dair teknik bilgilere ve görsel öğelere yer verilmiştir.

İstanbul Metrosu'nda yolcu hareketleri bölümünde ise İstanbul Metrosu'nda yapılan çalışmalar ve yöntemi açıklanmıştır. Daha sonra elde edilen veriler grafiksel olarak karşılaştırılarak ele alınmıştır. Burada her istasyonda platforma erişim süresi, platformdan çıkış süresi yaş gruplarına göre gruplandırılmıştır. Yürüyen merdiven ve turnikeler için kapasite hesabı yapılmıştır. Her yaş grubu için yürüme hız hesabı yapılmış ve standartlarla karşılaştırılmıştır.

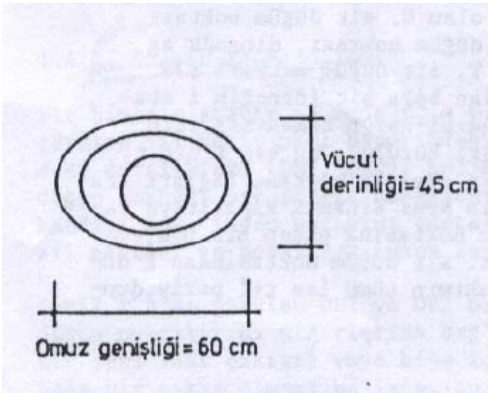
Tezin sonuç bölümünde elde edilen veriler değerlendirilerek çeşitli öneriler getirilmiştir.

2. YAYA HAREKETLERİ

Yaya hareketleri, ulaşım sistemlerinin tasarım ve işletilmesindeki en önemli unsurlardan biridir. Yoğun yaya hareketleri kamusal alanlarda, aktarma terminallerinde, yüksek katlı yapılaşmanın olduğu alanlarda, tiyatro, stadyum, vb ana yolculuk üretim merkezlerinde oluşmaktadır.

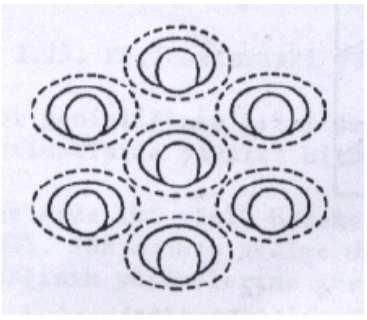
Yaya akımı analizi; genel olarak yaya gruplarının ortalama yürüme hızına dayanmaktadır. Yaya grupları arasında ya da grup içinde yolculuk amacı, arazi kullanımı, grup tipi ve diğer etkenlerden ötürü, akım özelliklerinde farklılıklar vardır. Dolayısıyla ortaya karmaşık bir yolcu toplamı çıkmaktadır. Örneğin iş amaçlı yolculuklar her gün düzenli ve aynı olanaklarla yapıldıkları için daha hızlıdır. Oysa alışveriş amaçlı yolculuklar daha yavaştır. Yine yaşlı ve genç nüfus yolculuk amacına bağlı olmayan hız farklılıkları gösterirler (Top, 1990).

Tasarımcılar yayaların kapladığı yerleri tasarlarken iki temel vücut ölçüsü olan vücut derinliği ve omuz genişliğini kullanmışlardır. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalar erkeklerin %99'unun ~ 53 cm omuz genişliğine sahip olduğunu gösterir. Kalın dış giyecekler için bu ölçüye 3,8 cm' lik bir ilave olur. New York'taki bir alt geçidin tasarımında vücut çevresinde, yayaların birbirine dokunmasını önleyen bir alanın da varlığı dikkate alınarak 45 cm x 60 cm' lik bir vücut elipsi ölçüsü kullanılmıştır. Şekil 2.1'de vücut elipsi görülmektedir (Fruin, 1971).



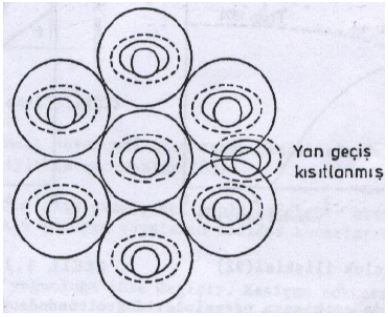
Şekil 2.1: Vücut elipsi

Yürümeyi insan vücudunun dengede kalacak şekilde ağırlık merkezinin yer değiştirmesi olarak tanımlayan Fruin, yürüme eyleminin oluşturduğu iki bölge tanımlamaktadır. Bunlar, yürüme bölgesi ve görsel bir açının belirlediği duyusal bölgedir. Bir bina içindeki yayaların hareketlerinde bireysel algının önemli bir rolü vardır. Bu algı, kullanıcıların giyimleri, kültürel yapıları, cinsiyetleri ve duygu durumları gibi unsurlardan etkilenir. Yayalar mümkün olduğu kadar birbirleriyle temastan kaçınırlar. Bu duyusal bölgenin boyutu, bir başka kişinin yakınlığından kaynaklanan kişisel rahatsızlık deneyimlerine dayalıdır. Bu durumun nitel olarak algoritmik ifadelerle tanımı yapılamaz, ancak daha fazla deneyimlerle bir kurallar kümesi oluşturulabilir. Deneyler, söz konusu duyusal bölgenin 0,21 m^2 ile 0,25 m^2 arasında bir alan veya daha önce tanımlanan vücut elipsinden biraz büyük olduğunu gösterir. Şekil 2.2'de yaya hareketleri için gerekli alanlar gösterilmektedir (Fruin, 1971).



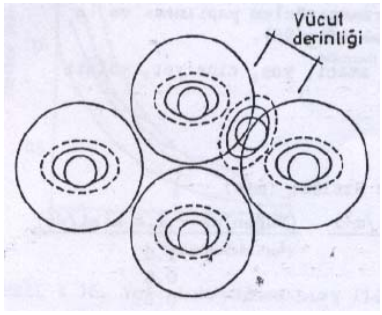
Kişi başına alan = 0,27 m^2

a) Yayalar arasında dokunma olması



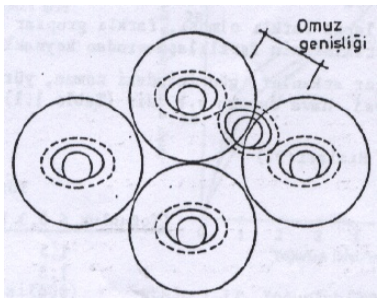
Kişi başına alan = 0,63 m^2

b) Yayalar arasında dokunma olmaması



Kişi başına alan = 0,90 m^2

c) Yaya konfor alanı



Kişi başına alan = 1,17 m^2

d) Sirkülasyon alanı

Şekil 2.2: Yaya hareketleri için gerekli alanlar

2.1 Akım, Yürüme Hızı, Yoğunluk İlişkisi

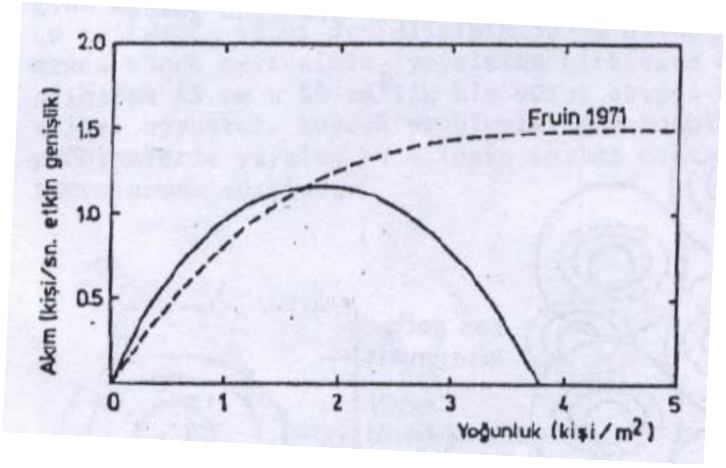
J.Burke, yaya hareketlerini, çevreden gelen uyarıcı ile yayaların bu uyarıcıya gösterdiği duyarlılığın bir sonucu olarak ortaya çıkan tepki şeklinde açıklamaktadır.

J.L. Pauls de yayaların fiziksel ve davranışsal çevre koşullarına bağlı olarak bireysel tepkilerle moleküller gibi hareket ettiklerini belirtmektedir. Şekil 2.3'te görüldüğü gibi yoğunluk/akım eğrisi basit bir eğriye sahip değildir. Bunun nedeni şöyle açıklanabilir: Yüksek yoğunluklarda etkileşimler daha fazla, düşük yoğunluklarda ise etkileşimler daha az rol oynamaktadır (Çağdaş, 1954).

Bir geçitteki akım, yürüme hızı ve kişi başına düşen alanın bir fonksiyonudur.

Akım (kişi/sn) = ortalama yürüme hızı (m/sn) x ortalama yoğunluk (kişi/m^2) x yol genişliği (m)

Şekil 2.3'te görüldüğü gibi 2 kişi/m^2 'den çok olan yoğunluklarda akım azalmaktadır. Fruin'den alınan eğri ise bu azalma eğilimini tam olarak yansıtmamaktadır.

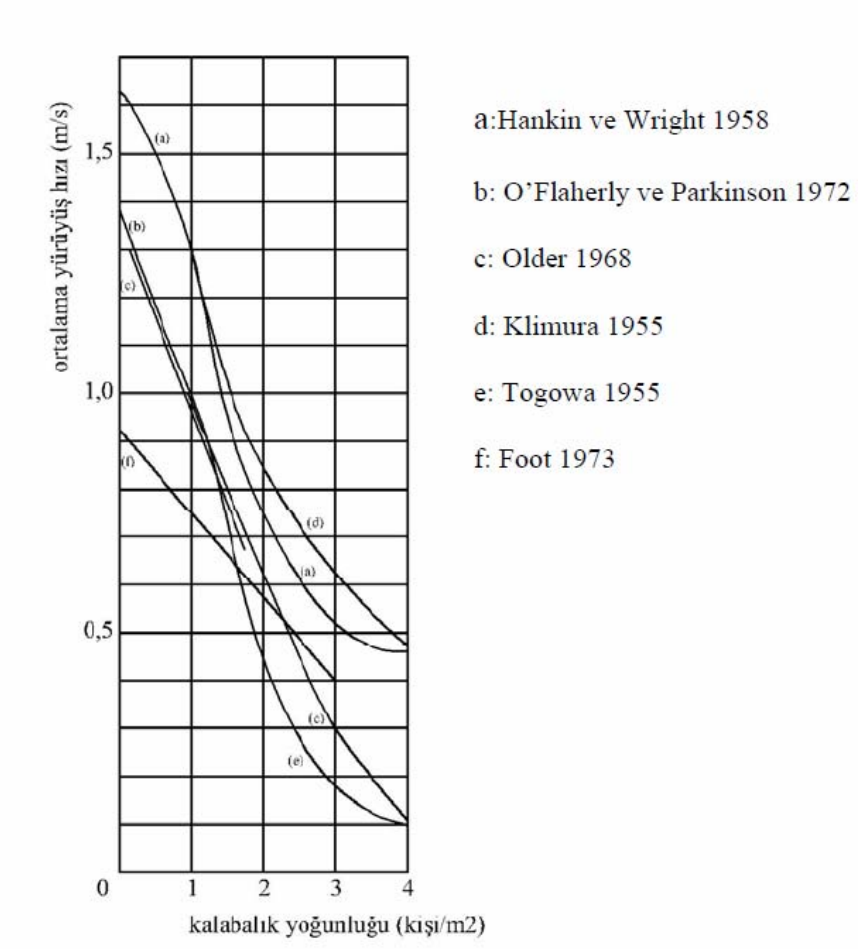


Şekil 2.3: Akım-yoğunluk ilişkisi (Çağdaş, 1954).

Şekil 2.4'te ise kalabalık yoğunluğu ile ortalama yürüyüş hızı arasındaki farklı araştırmacıların tespit ettiği grafik gösterimi görülmektedir .

Yürüme hızı da yukarıda açıklanan prensipler doğrultusunda yoğunluğa ve çevreye bağlı olarak değişir. Yaya yoğunluğu hızın, hız da yaya yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak karşılıklı etkileşim içerisindedirler. J.L. Pauls bu ilişkiyi yoğunluğun artmasıyla artan psikolojik girişim ve fiziksel ilişkinin bir sonucu olarak açıklamaktadır.

.



Şekil 2.4: Yoğunluk- hız ilişkisi (Tragenza, 1978).

Şekil 2.4'de görülen sonuçların farklı olması, farklı gruplar üzerinde gözlem yapılması ve bu gruplardaki yaya özelliklerinin farklılaşmasından kaynaklanmaktadır.

Yürüme hızını etkileyen diğer etkenler, gün içindeki zaman, yürüme amacı, yaş, cinsiyet, yalnız veya grupla yürüme, dış giysi, hava durumu v.b.'dir. Çizelge 2.1.'de yürüme amacı ve yoğunluğa göre yaya hızı değişimi görülmektedir. (Çağdaş, 1954)

İnsanların yürüme amaçları da ortalama yürüme hızları üzerinde önemli etkiler göstermektedir. İşçilerin fabrikadan çıkış hızları fabrikaya giriş hızlarından daha büyüktür. Lokantaya gitmekte olan insanların yürüme hızları, işe veya alışverişe giden insanların ortalama yürüme hızlarından daha fazladır.

Turistler diğer yayalara göre daha yavaştır. Caddede karşıdan karşıya geçen yayanın ortalama yürüme hızı normal yürüme hızından daha yüksektir.

Çizelge 2.1: Yayaların amacı ve ortalama yürüme hızları

	Yürüme Hızları (m/sn)	
	Yoğunluk ≤ 0,3 kişi/m^2	Yoğunluk = 1,4 kişi/m^2
İşe gidip gelen insanlar	1,5	1,0
Alışveriş yapan insanlar	1,3	0,8
Aile grupları veya turistler	1,0	0,6
Okul çocukları	1,1 – 1,8 (yaşla artar)	0,7 – 1,1

Grup içinde yürüyenlerin ortalama hızı, yalnız yürüyen insanların ortalama hızından daha düşüktür. Gözlemlenen bagaj taşıyan yaya grubu ile taşımayan yaya grubu arasında yürüme hızı olarak büyük farklılıklar yoktur, fakat yaya yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda bagaj taşıyan yayalar diğer insanlar tarafından engellenebilmektedir (Pektaş, 1997). Çizelge 2.2'de yaş ve cinsiyete göre ortalama yaya hızları görülmektedir (TS 12174, 1997).

Çizelge 2.2: Yaş ve cinsiyete göre ortalama yaya hızları

YAYA TİPİ	m/sn	km/sa
Gençler (10-19 arası)	1,8	6,5
20-40 arası erkek	1,7	6,1
40-55 yaş arası erkek	1,6	5,8
55 + erkek	1,5	5,4
20-50 yaş arası bayan	1,4	5,0
50 + bayan	1,3	4,7

Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4'te metro istasyonunda platforma gidiş ve platformdan çıkış için yolcuların hızları ve erişim süreleri görülmektedir (NFPA 130, 2010).

Çizelge 2.3 : Platforma gidiş için yolcuların hızları ve erişim süreleri

	Uzaklık		Hız	Süre
	m	ft	m/dk	dk
Platformda, T1	50,3	165	37,7	1,34
Platformdan konkorsa kadar, T2	5,5	18	12,1	0,46
Konkorsta, T3	35,1	115	37,7	0,94
Konkorstan basamaklara kadar, T4	7,9	26	12,1	0,66
Basamaktan güvenli alana kadar, T5	3,05	10	37,7	0,09
Toplam yürüme süresi, T= T1 + T2 + T3 + T4 + T5				3,49

Çizelge 2.4 : Platformdan çıkış için yolcuların hızları ve erişim süreleri

	Uzaklık		Hız	Süre
	m	ft	m/dk	dk
Platformda, *T*1	18,2	60	37,7	0,49
Platformdan konkorsa kadar, *T*2	5,5	18	12,1	0,46
Konkorsta, *T*3	39,6	130	37,7	1,06
Konkorstan basamaklara kadar, *T*4	7,9	26	12,1	0,66
Basamaktan güvenli alana kadar, *T*5	3,05	10	37,7	0,09
Toplam yürüme süresi, T= T1 + T2 + T3 + T4 + T5				2,76

Normal koşullarda yaya hareketlerinin bazı özellikleri:

- Yayalar, yolları kalabalık olsa dahi, yürüdükleri yolun dolambaçlı olmasını istemezler. Buna karşın, yayaların her zaman en kısa yolu değil, en hızlı yolu seçtiklerine dair kanıtlar vardır (Ganem, 1998). Yayalar dolambaçlı yolları, yürüme konforunu arttırabilmek için ya da ulaşacakları yere gitmek için daha az enerji harcamak istediklerinden tercih ederler (Helbing ve diğ., 1997).
- Yayalar, varacakları yere zamanında ulaşmak için acele etmeleri gerekmedikçe, en az enerji harcayacak hızda seyretmeyi tercih ederler. Ortalama hız; cinsiyete, yaşa, saate, yürüme amacına, etraftakilere vs. bağlıdır (Weidmann, 1993).
- Yayalar; rahat hareket edebilmek için duvarlar, engeller gibi sınırlardan ve birbirlerinden belli bir uzaklıkta yürürler (Brilon ve diğ., 1993).
- Kişiler kalabalığın peşinden gitme eğilimindedirler. Ancak, istisnalar da sık sık ihmal edilebilmektedir (Quarantelli, 1957; Keating, 1982).

Yürüme hızı kullanıcıların yaş ve cinsiyetine göre değişmektedir. Yaşı 6 ile 10 arasında olan çocukların ortalama yürüme hızı 1,1 m/sn, gençlerin 1,8 m/sn, 40 yaş altındaki yetişkinlerin 1,7 m/sn ve 55 yaş üstündeki yetişkinlerin ortalama yürüme

hızları 1,5 m/sn olarak belirlenmiştir. Erkekler genellikle kadınlardan daha hızlı yürüme eğilimindedirler. Fruin'in istasyonlarda bagaj taşıyan insanlar üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada, erkeklerin ortalama yürüme hızlarını 1,4 m/sn, kadınların ortalama yürüme hızlarını ise 1,3 m/sn olarak tespit etmiştir (Pektaş, 1997).

Yürüme yolları ve kaldırımlar için hizmet düzeyleri ve akım durumları Çizelge 2.5'te görülmektedir (HCM, 2000).

Çizelge 2.5: Yürüme yolları ve kaldırımlar için ortalama hizmet düzeyi ölçütleri

Hizmet Düzeyi	Alan (m2/kişi)	Akım oranı (kişi/dk.m)	Hız (m/sn)	Hacim/kapasite oranı
A	>5,6	≤ 16	>1,3	≤0,21
B	>3,7-5,6	> 16–23	>1,27-1,30	>0,21-0,31
C	>2,2-3,7	> 23–33	>1,22-1,27	>0,31-0,44
D	>1,4-2,2	> 33–49	>1,14-1,22	>0,44-0,65
E	>0,75-1,4	> 49–75	>0,75-1,14	>0,65-1,0
F	≤0,75	değişken	≤0,75	değişken

İnsanların yürüme durumundan ortaya çıkan yoğunluk, hız ve akım arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Haight F.A., 1963). Bu ilişki aşağıdaki eşitlik şeklinde yazılabilir (2.1)

$$V_{yaya} = S_{yaya} \times D_{yaya} \quad \textbf{(2.1)}$$

Burada;

V_{yaya} : yayaların birim akım oranı (kişi/dk.m).

S_{yaya} : ortalama yaya hızı (m/dk)

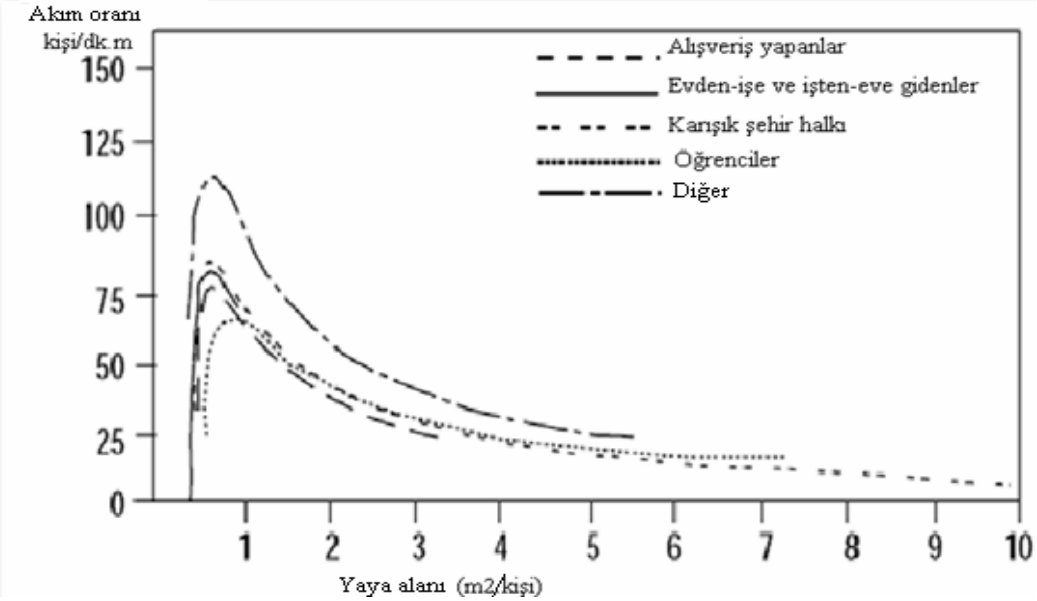
D_{yaya} : yaya yoğunluğu (kişi/m^2).

Yoğunluk, ayrıca birim yaya tarafından işgal edilen alana da eşittir. Bu, aşağıdaki eşitlikte görülebilir (2.2)

$$V_{yaya}=S_{yaya}/M \quad \textbf{(2.2)}$$

M : yaya alanı (m^2 /kişi).

Şekil 2.5'de akım oranı-yaya alanı ilişkisi görülmektedir (Dewei ve Baoming, 2006).



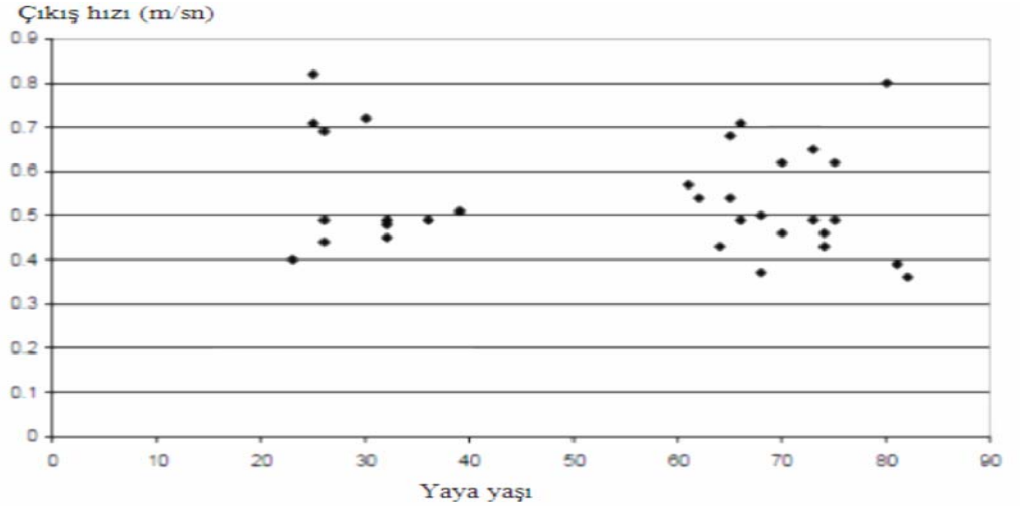
Şekil 2.5: Farklı yaya tipleri için akım oranı-yaya alanı arasındaki ilişki

62 yaşından daha yaşlı insanlar genç insanlara oranla daha yavaş yürümektedirler (Tregenza, 1976) ve kadınların yürüme hızları erkeklere oranla daha yavaş olma eğilimindedir (Peschel, 1957).

2.2. Merdivenlerde Yaya Hareketleri

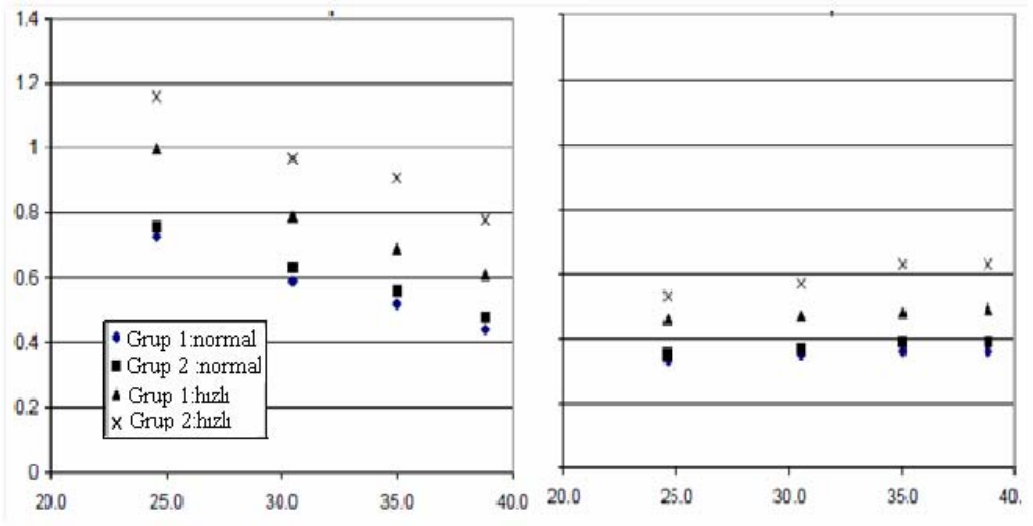
Tüm bu çalışmalar düz zemin üzerinde yürüyenler üzerine yoğunlaşmışken, Fruin (1971) yolcuların merdivendeki yürüme hızlarına odaklanmıştır. Bendall (1989) bacak gücü ve diğer etkenlerin yürüme hızı üzerinde olan etkilerini gözlemlemiştir. Şekil 2.6'da yaş ve çıkış hızı arasındaki ilişki görülmektedir.

Şekil 2.7'de ise merdivenlerdeki çıkış hızı ve basamak eğimleri arasındaki ilişki görülmektedir (Fujiyama ve Tyler, 2004).



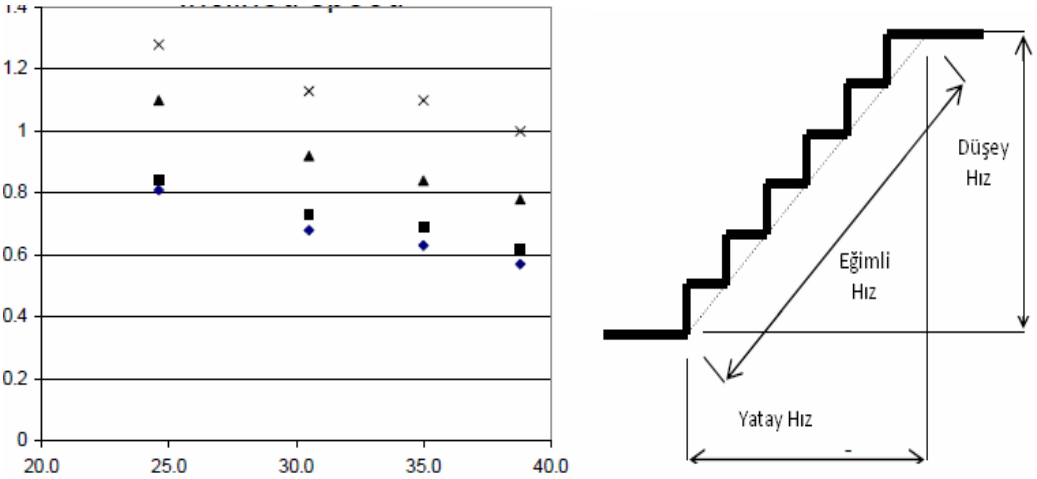
Şekil 2.6: Yaş ve merdiven çıkış hızı arasındaki ilişki (Fujiyama ve Tyler, 2004).

Yatay Hız (m/sn) Düşey Hız (m/sn)



Merdiven eğimi (derece)

Eğimli Hız (m/sn)

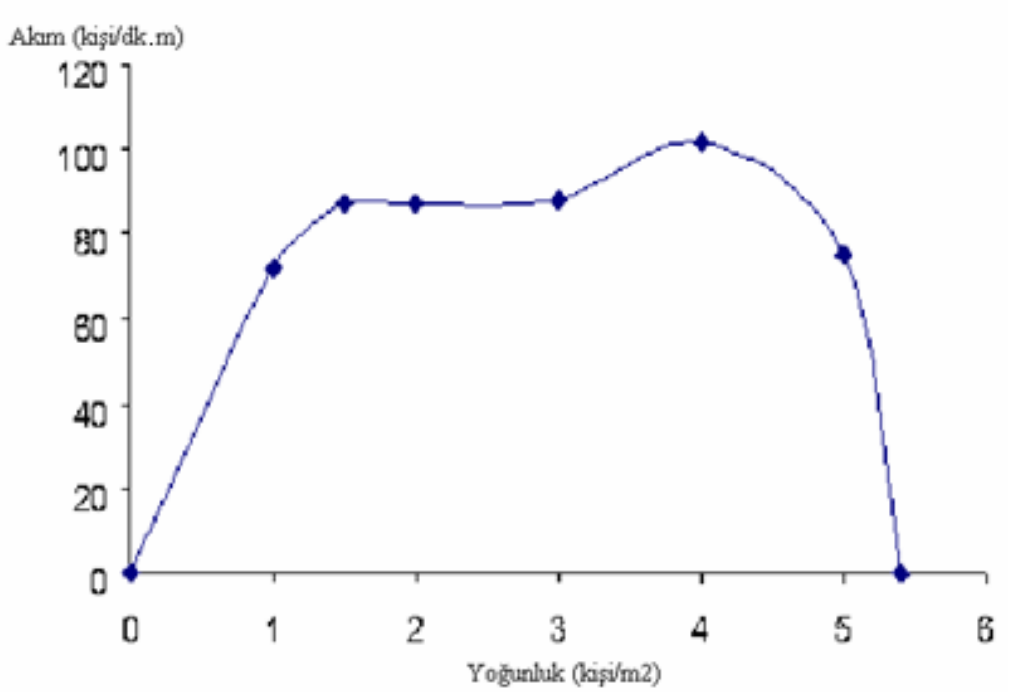


Merdiven eğimi (derece)

Şekil 2.7: Merdivenlerdeki çıkış hızı ve basamak eğimleri arasındaki ilişki: düşey, yatay ve eğimli hızlarda (Fujiyama ve Tyler, 2004)

Akım ve yaya hızı hesaba katıldığında merdivenlerde yürümek koridorda yürümekten farklılık göstermektedir. Çalışmalar merdivenlerde aşağı yönlü akım ile yukarı yönlü akımın aralarında çok fazla hız farkı olmadığını göstermektedir. Şekil 2.8'de akım ve yoğunluk arasındaki ilişkiyi gösteren temel eğri görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi yoğunluk arttıkça, akım da belli bir düzeye kadar doğrusal olarak artmaktayken, yoğunluk ortalama 1,5 kişi/m^2 civarındayken akım artık düzgün

bir şekilde artmamaktadır. Yoğunluğun artışıyla beraber akım giderek azalmaya başlamakta ve yoğunluk ortalama 5 ile 6 kişi/m^2 olduğunda akım sıfır olmaktadır.



Şekil 2.8: Merdivenlerde yürüme sırasında akım ve yoğunluk arasındaki ilişki

Kullanım oranını tahmin etmenin bir ölçütü hizmet düzeyi kullanımıdır. Farklı hizmet düzeylerinde farklı davranışlar oluşabilir. Bu, acil bir durumda, aciliyetin boyutunu ve tahmini çözme süresini ölçmek için çok önemlidir. Karayolları Kapasite Elkitabından (HCM, 2000) alınan farklı tipte servis seviyeleri Çizelge 2.6'da gösterilmiştir (Dewei ve Baoming, 2006).

Çizelge 2.6: Farklı durumlarda yaya hizmet düzeyi ölçütleri

Hizmet Düzeyi	Alan (m^2/kişi)		
	Yürüme yolları	Merdivenler	Kuyruklanan alanlar
A	> 5,6	> 1,9	> 1,2
B	> 3,7 – 5,6	> 1,6 – 1,9	> 0,9 – 1,2
C	> 2,2 – 3,7	> 1,1 – 1,6	> 0,6 – 0,9
D	> 1,4 – 2,2	> 0,7 – 1,1	> 0,3 – 0,6
E	> 0,75 – 1,4	> 0,5 – 0,7	> 0,2 – 0,3
F	≤ 0,75	≤ 0,5	≤ 0,2

2.3. Koridor ve Kapılardan Geçiş Durumları

Koridorların iki tarafındaki kolon vb. çıkıntılar nedeniyle koridorun sirkülasyona olanak veren etkin genişliği azalmaktadır. Bu konuda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan ilki London Transport Board'ın yaptığı çalışmadır. Bu çalışmada, geçitlerin her iki yanında 15 cm olmak üzere toplam geçit genişliğinin 30 cm'sinin etkin olarak kullanılmadığı belirtilmektedir. Video kaydedicisi ile bir koridordaki yayaların hareketini daha ayrıntılı bir şekilde inceleyen diğer bir çalışmaya göre bu ölçüler her bir kenar için 14 cm'den 22 cm'ye kadar değişmektedir.

Koridor genişliğinin 1,2 m'den daha az olması durumunda akım oranı genişlikle değişmez, çünkü bu tür koridorlarda yayalar birbirlerini kolaylıkla geçemezler.

Koridorlarda iki yönlü hareket olması halinde akım oranı, tek yönlü harekete oranla daha azdır. Söz konusu azalma oranı karşılıklı yürüyen yayaların koridor kenarlarını izlemelerine veya dağınık yürümelerine göre değişir.

Koridorlardaki yaya akımlarının kesişmesi yoğunluğa göre değişir. Kesişme noktasındaki yoğunluk 1 kişi/m^2 ise olasılığı %100, yoğunluk 0,25 kişi/m^2 ise bu olasılık sıfırdır (Çağdaş, 1954).

3. YERALTI METRO İSTASYONLARI

İlk yeraltı metrosu, 1863 yılında, İngiltere'de Farringdon sokağı ile Paddington'daki Bishop Köprü yolu arasında kalan 6 km'lik bölümde hizmete girmiştir (Çetindağ, 2002). İstanbul'da ise Karaköy-Tünel arasındaki 573 metrelik füniküler sistem 1871 yılında yapılmaya başlanmış olup 1874 yılında hizmete açılmıştır.

"İstasyon, raylı taşıma sistemini kullanan yolcuların, taşıma aracını beklediği, araca inip bindiği, yer altı veya yerüstünde kurulan tesistir" (TS12127,1997). Yeraltında tesis edilen istasyonlar gerek mekansal içerik gerekse donanım olarak çok daha geniş bir yapıya sahiptirler. Yeraltı istasyonu ise hemen hemen bütün öğeleri yeraltında olan istasyondur (TS12127,1997).

"Platform (peron), istasyondaki yolcuların trene binmek için beklediği, trene binip indiği, raylardan vagon seviyesine kadar yükseltilmiş bölümdür" (TS12127,1997).

3.1. Yeraltı Metro Sistemlerin Genel Planlaması

Yer altı metro istasyonları mimari planlamasından önce geçki araştırması yapılır. Yoğun yolculuk isteminin olduğu yerler ile yolculuk çekim, yaratım noktaları göz önünde bulundurularak geçki seçenekleri geliştirilir. Bu seçenekler geliştirilirken diğer toplu taşıma sistemleriyle eşgüdümlü olacak şekilde geçkiler şehrin bütünü ile ilişkisi de ele alınacak şekilde düzenlenir. Alınan hedef yılına göre yolculuk öngörüleri zirve saatte her istasyon için inen ve binen yolcu sayıları belirlenerek, geçki seçenekleri içinde en çok işleyen hat seçilir. Yeraltından gidecek olan metro geçkisinde geçki planı ve geçki boykesiti bir arada karşılıklı olarak çizilir. Plan çizilirken metro treninin dönemeçlerde uyumlu hareketini sağlamasının göz önünde bulundurulması gerekir. En küçük dönemeç yarıçapının 230 m olması sağlanmalıdır. Metro taşıtlarında yaygın olarak kullanılan çelik tekerlek ile ray arasındaki sürtünme az olduğundan en büyük iniş ve çıkış eğimi %4 olmaktadır. Bazı istasyonlarda, özellikle uç istasyonlarda "makas" yapılması trenin doğrultu değiştirmesi bakımından gerekmektedir. Standartlara göre yaklaşık olarak her 5 km'de bir makas yapılması gerekir. Ayrıca "kuyruk hattı" nın veya diğer bir deyişle "geceleme hattı"

nın uluslarası standartlara göre de yaklaşık 8 km'de bir yapılması gerekir. Bu hat arızalanan trenin beklemesi için yapılması gereken özel bir hattır. İstasyonların yaklaşık olarak 1 km aralıklarla yerleri belirlenmelidir. İstasyon tasarımında ilk önce tespit edilmesi gereken istasyon girişleri olmalıdır. Çünkü yapının biçimlenmesinde belirleyici unsurdur. Giriş yapıları yaya çevriminin yoğun olduğu yerlerde planlanır (Tunç, 2007).

3.2. Metro İstasyonunu Oluşturan Mekanlar ve Tasarım İlkeleri

Metro sistemi içinde yolcu giriş-çıkışını sağlayan alanlar metro istasyonlarıdır. Bu alanlarda işlevsellik ve estetik unsurlar birbirlerini dengeler ve kullanımı özendirmeye yönelik önemli unsurlardır. Görsel açıdan metro istasyonları yolcuları araçlardan daha fazla etkiler. Bu sebeple istasyonlar kolay ulaşılabilir, kullanımı kolay, algılanabilir, kısacası yolcular üzerinde olumlu psikolojik etkiler bırakacak şekilde tasarlanmalıdır.

Kapalı metro istasyonları temel olarak şu mekanlardan oluşmaktadır:

- Giriş mekanları
- İstasyon lobisi (konkors) ve mezanin alanı
- Peron katı
- Dolaşım alanları (merdiven-yürüyen merdiven)
- Servis alanları

3.2.1. Giriş mekanları

Metro istasyonları giriş mekanları yolcuları metro sistemine çeken yolculuk eyleminin başladığı ve bittiği mekanlardır. Bu nedenle istasyon giriş yerlerinin seçimi ve tasarım başarısı son derece önemlidir. Şekil 3.1'de Şişhane metro istasyonu Şekil 3.2'de ise Bahçelievler metro istasyonu girişi görülmektedir.



Şekil 3.1: Şişhane metro istasyonunun girişi



Şekil 3.2: Bahçelievler metro istasyonunun girişi

İstasyon ana giriş kapısı, istasyon dışından kolayca anlaşılır şekilde olmalıdır. İstasyon girişlerinde, yağmurlu havalarda istasyon içine yağmurun girmemesi için saçak gibi mimari önlemler alınmalı, dışarıdan istasyon holüne su girişine karşı, girişteki döşemede ızgara veya uygun malzemelerle drenaj sağlanmalıdır.

İstasyonlarda, yol seviyesinde en az 1 adet tercihen 2 adet esas giriş / çıkış ve 1 adet de dışa açılan acil çıkış kapısı bulunmalıdır.

Aktarma yapılmayan veya düşük yolcu kapasiteli ara istasyonlar dahil, 4 dk'da plâtformun boşaltılmasını sağlayacak şekilde kapı adedi ve kapı genişliği tayin edilmelidir (TS 12127,1997).

3.2.2. İstasyon lobisi

İstasyon lobisi, yolcuların ücretli alana kontrollü geçişlerinin sağlandığı istasyonun ücretsiz bölümüdür. Yolcular istasyondan çıkış için de bu alanı kullandıkları için, özellikle zirve saatlerde önemli sıkışıklıklara yol açmayacak şekilde yeterli genişlikte olmalıdır.

Lobi tasarımı, ücretli ve ücretsiz alanların kolayca gözlenip, denetlenebildiği şekilde olmalı, bilet alma, ücret toplama turnikeleri önünde, özellikle zirve saatlerde meydana gelebilecek kuyruklara, normal dolaşım trafiğini kesmeyecek şekilde yeterli alan ayrılmalıdır.

Lobideki büfe, gazete, sigara bayileri gibi ticari ünitelerin, cinsi, adedi, büyüklüğü sıkışıklık yaratmayacak ölçüde, dikkatle seçilmelidir.

İstasyondaki trafo, kesintisiz güç kaynağı, idare odası vb. destek tesislerinin, halkın dolaştığı alanlar dışında olması tercih edilmelidir (TS 12127,1997).

Şekil 3.3.'de istasyon lobisinin bir örneğini görmek mümkündür.



Şekil 3.3: Moskova Metrosu istasyon lobisi

Geçiş turnikelerine giden yollar üzerinde akıma engel olacak bank, çöp kutusu gibi donanımlar bulunmamalıdır. Asılı olan veya çıkıntı teşkil eden işaretler ve panolar için düşey gabari en az 2,60 m. olarak belirlenmelidir.

Fiziksel özürlü yolcular için istasyon lobisinde kot farkı yapılmamaktadır, ancak gerekli olan yerlerde rampalı tasarım çözümleri üretilmektedir (Çetindağ, 2003).

3.2.3. Bilet gişeleri ve geçiş turnikeleri

Bilet satışı yapılan gişeler, dolaşım ağının dışında kalmalı, giriş ve çıkış yapan yolcu trafiğinin kesişmesini önlemek üzere sağ tarafta olmalıdırlar.

Turnikeler tamiri kolay ve sağlam malzemeden yapılmalı, acil durum boşaltmalarında kolay açılabilir olmalıdır. Bu engellerin adedi, bir turnikeden giriş yönünde dk'da 30 yolcu, çıkış yönünde dk'da 40 yolcu çıkabileceği dikkate alınarak; istasyon yolcusu ve acil durum boşaltma kapasitesine göre belirlenmelidir (TS 12127,1997).

Gişe kontrolleri için, çeşitli mekanik ve elektronik sistemler mevcuttur. Değişik sistemler için farklı büyüklükteki bilet hollerine ihtiyaç vardır.

Her bir otomatik bilet kontrol makinelerinde (giriş için)	0,50 m
Elektronik kontrollü giriş kapılarında	0,80 m
Jeton kutulu girişlerde	0,65 m
Döner turnikeli girişlerde	1,00 m

genişlik bırakılmalıdır.

Giriş turnikelerinin ön taraflarında iki sefer arasında beklenen yolcuların % 20'si oranında bir kuyruk uzunluğu göz önünde bulundurularak, yeterli alan bırakılmalıdır.

Kontrol sistemleri geçişinden sonra ise, en az 3,00 m eninde serbest alan tasarlanmalıdır (Anon, 1986). Turnikeler yalnızca tek yönlü geçişe olanak verecek şekilde, giriş ve çıkış turnikeleri olarak ayrılmaktadır (Çetindağ, 2003).

3.2.4. Dolaşım alanları

Yolcuların yükleniş biçimi, istasyon lobisi ve peronlar arasında hareket eden yolcular için giriş ve çıkış noktalarının yerleşimi ile ilgilidir. Bu, istasyon lobisinden peronlara doğru dengeli veya dengesiz dağılım şeklinde gerçekleşir. İstasyondaki yolcuların yürüme uzaklıkları küçültülerek ve peron üzerindeki yolcuların yanlış dağılımı azaltılarak, yolcuların istasyonla uyumu arttırılmış olur.

Katlar arası düşey dolaşım elemanları:

- Normal Merdivenler
- Yürüyen Merdivenler
- Rampalar
- Asansörler (Çetindağ, 2003)

3.2.4.1. Normal merdivenler

Yolcular tarafından kullanılan normal merdivenlerin girişten perona kadar veya perondan girişe kadar olan yerleşimlerinde dolaşımdaki akış esas alınarak planlanması gerekmektedir. Aç-kapa inşaat tekniği ile yapılan planlamada peron katında yer alan merdivenlerin altı depo, elektrik panel odası, temizlik odası gibi işlevler verilerek değerlendirilebilir. Delme tünel inşaat tekniğiyle yapılan planlamada ise uzun ve yüksek merdiven tünelleri ortaya çıkabilir (Tunç, 2007).

“Yolcuların kullandığı genel merdiven genişliği en az; 1,80 m (tek yön için en az 1,20 m) olmalıdır” (TS- 12127, 1997).

Basamak yüksekliği en çok 17 cm ve basamak genişliği de en az 30 cm olmalıdır. Çıkış merdiveninin açısı ise en çok 30^0 olmalıdır (TS-12127, 1997).

“Merdiven başında, normal dolaşım alanı veya geçiş koridoru arasında en az 3,00 m’lik kuyruk alanı bırakılmalı, aynı yöne hizmet eden iki merdiven arasında en az 9,00 m aralık bulunmalıdır” (TS-12127, 1997).

“Merdiven kapasite hesabında, bir yolcu için 0,60 m genişliğinde merdiven şeridinin, çıkış yönünde 15,00 m/dk hızla 35 kişi/dk taşıyacağı kabul edilmelidir, inişte ise 18,30 m/dk hızla, bir şeridin taşıma kapasitesi 40 kişi/dk alınmalıdır” (TS-12127, 1997).

3.2.4.2. Yürüyen merdivenler

Yürüyen merdiven fikri, 19. yüzyılın sonunda Jesse Reno, George Wheeler ve Charles Seeburger’in çalışmaları sonucunda ortaya çıkmıştır. İlk gerçekçi yürüyen merdiven Seeburger’in tasarımı ile gerçekleşmiştir. Bu yürüyen merdiven sistemi Londra Metrosu’na 1911 yılında kurulmuştur. 1920’lerin ortalarına kadar bu ilk yürüyen merdivenler iyice yaygınlaşmıştır. Dünya savaşları zamanında, eski asansörleri yenilemek için yürüyen merdivenler kullanılmıştır. Bu zamandan sonra da yürüyen merdiven, dünya çapında, yoğun metro istasyonları ve demiryolu sistemlerinde katlar arasında yolcuları taşımak için çok yaygınlaşmıştır (Bonnett, 2005). Yürüyen merdivenler 1 saatte 10.000 yolcuyu taşıyabilecek duruma gelmişlerdir (Bennett, 2004). Şekil 3.4’te yürüyen merdivenlere örnekler görülmektedir.



Şekil 3.4: Yürüyen merdivenler

Seçilecek yürüyen merdiven için, kapasite değeri 120 kişi/dk kabul edilerek hesaplanmalı, genişliği en az 1,00 m ve eğimi, 30° - 35° olmalıdır.

Merdiven genişliği de yürüyen merdivenlerin kapasitelerini belirlemede etkendir. 60 cm genişliğinde bir kişinin kullanımı için yeterli olabilmektedir. 100 cm genişliğinde olduğunda ise yürüyen merdivenin bir tarafında yolcular beklerken, diğer tarafında insanlar yürüyerek hareketlerine devam ederler (Tunç, 2007).

Birçok psikolojik etken kalabalıkta insanların davranışları üzerinde etkili olabilmektedir. İnsanların istasyon dışına çıkmak istedikleri en kalabalık ve en stresli koşullarda, tam dolu ölçek testleri ve gözlemler mümkün olan en büyük akım hızını 120-140 yolcu/dk olarak göstermiştir.

Tasarım, en kötü koşullarda 100 yolcu/dk ile hareket etmesine göre yapılmalıdır. Bu normal koşullarda, zirve saatler de dahil olmak üzere, yürüyen merdivenin yalnızca bir tarafı ayakta duran yolcular tarafından kullanılmalı, diğer tarafı ise yürümek isteyenler için boş bırakılmalıdır (Bonnett, 2005).

Sabit hızlarla hareket eden yürüyen merdivenlerde hız, 30 m/dk olarak kullanılmaktadır. Fakat Moskova'daki Kiev ve Leningrad gibi derin istasyonlarda daha hızlı çalıştırılmaktadır (Bennett, 2004).

Tipik olarak, 60 cm genişliğindeki merdivenler dakika için 30 m (100 ft)'de işlem gören ve 30^0 eğimde olan merdiven her saat için 5.626 kişi kapasiteye sahipken, 1 m genişliğindeki yürüyen merdiven her saatte 9.002 insan taşıma kapasitesine sahiptir (Bennett, 2004). Çizelge 3.1'de TS 12127'ye göre yürüyen merdiven basamak genişliğine göre yolcu kapasitesi kabulleri görülebilmektedir.

Çizelge 3.1: Yürüyen merdiven basamak genişliğine göre yolcu kapasitesi kabulleri (TS 12127, 1997)

Yürüyen Merdiven Kapasitesi		
Basamak Genişliği (m)	Kapasite (yolcu/sa)	Kapasite (yolcu/dk)
0,62	6000	100
0,82	7000	117
1,02	8000	133

Otomasyonlu raylı sistemde, tasarım kapasitesi, bir yönde (5000 - 60000) yolcu/saat, iki istasyon arasındaki uzaklık ortalama 500 m, en çok 1500 m kabul edilebilir.Yolcu adedine göre geçit ve merdivenlerde tayin edilecek genişlikler Çizelge 3.2'de verilen kapasite değerlerine göre hesap edilmektedir.

Çizelge 3.2: Geçit ve merdivenlerde kapasite (TS 12127, 1997)

Koridor, Geçitlerde	1 m genişlik aynı yönde	80 yolcu/ dk akıma elverişli
Merdivenlerde	1 m genişlik aynı yönde	65 yolcu/ dk akıma elverişli
5 m/sn işletimli yürüyen merdivende	1,20 m genişlik	80 yolcu/ dk akıma elverişli
6 m/sn işletimli yürüyen merdivende	1,20 m genişlik	100 yolcu/dk akıma elverişli

Çizelge 3.2. 'de verilen kapasiteler, aynı yön için ve kısa zirve süresinde yığılma olacağına göre olup, iki yönlü akım ve daha rahat şartlar istendiğinde, dakikada geçebilecek yolcu adedi çizelgedeki değerden daha az alınarak genişlik belirlenmelidir.

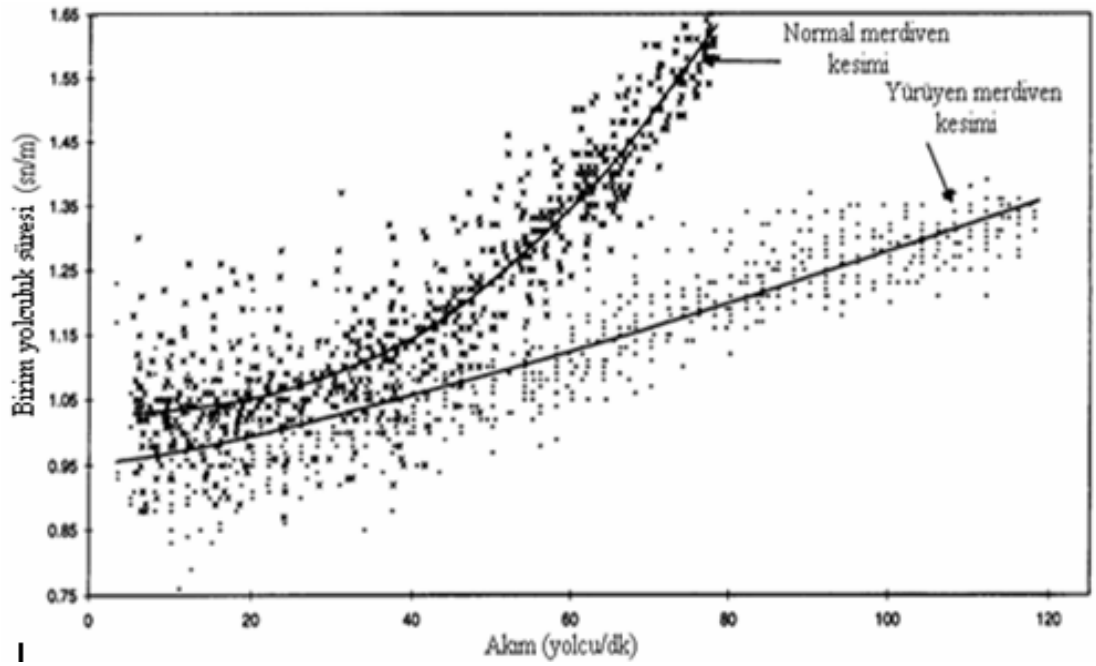
Yürüyen merdiven tarafından taşınabilen en fazla insan sayısı Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3: Yürüyen merdivenlerde kapasite (kişi/sa) (TS EN 115-1, 2009)

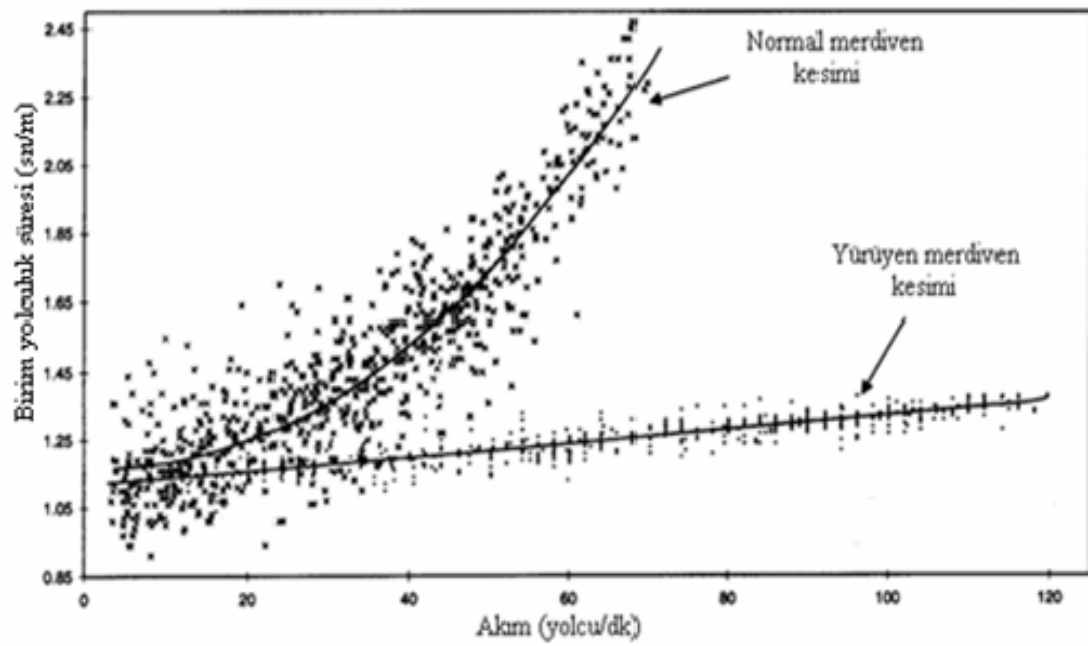
Palet genişliği (m)	Nominal Hız (m/sn)		
	0,5	0,65	0,75
0,6	3.600	4.400	4.900
0,8	4.800	5.900	6.600
1,0	6.000	7.300	8.200

Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3 karşılaştırıldığında, TS 12127 standardında yürüyen merdiven hızlarının 5-6 m/sn, TS EN 115-1'de ise bu hızların 0,5-0,75 m/sn olduğu görülmektedir. 5-6 m/sn hızlarının son derece yüksek olması nedeniyle TS 12127 standardından alınan yürüyen merdiven hızlarının 5-6 m/sn yerine 0,5-0,6 m/sn olması gerekmektedir. Böylelikle, bu değerler TS EN 115-1 standardı ile de uyumlu olacaktır.

Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da iniş ve çıkış yönlerinde normal merdiven ve yürüyen merdiven için yolculuk süreleri ve yolcu akımları görülmektedir (Cheung ve Lam, 1998).



Şekil 3.5: İniş yönünde normal merdiven ve yürüyen merdiven için birim yolculuk süreleri ve yolcu akımları (Cheung ve Lam, 1998).



Şekil 3.6: Çıkış yönünde normal merdiven ve yürüyen merdiven için birim yolculuk süreleri ve yolcu akımları (Cheung ve Lam, 1998).

Yukarıdaki şekillerde de görüldüğü gibi akım arttıkça yolcular yürüyen merdivende normal merdivene oranla daha kısa sürede yolculuk ettiği görülmektedir. Çıkış yönüne bakıldığında yürüyen merdiven, yüksek akım oranlarını iniş yönündekine göre daha kısa bir yolculuk süresinde geçirebilmektedir. Ayrıca iniş ve çıkış yönü için akım arttıkça yürüyen merdivendeki yolculuk süresi de artmaktadır.

3.2.4.3. Rampalar

Rampaların genişliği en az 1,70 m olmalı ve her 10 m de bir en az 1,50 m uzunluğunda düz sahanlık bulunmalıdır. Eğim, tekerlekli sandalyelere uygun olarak 1/15 ve en çok 1/12 (%8) olmalıdır. Rampalar için önerilen kapasite 1 m genişlik için 65 kişi/dk dır. (TS 12127, 1997).

4. İSTANBUL METROSU VE YOLCU HAREKETLERİ

4.1. İstanbul Metrosu

İstanbul Metrosu'nun Taksim- 4. Levent kesimi 16 Eylül 2000 tarihinde, Şişhane-Taksim ve 4.Levent- Oto Sanayi kesimleri ise 31 Ocak 2009 tarihinde işletmeye açılmıştır. Çizelge 4.1'de İstanbul Metrosu'nun genel özellikleri mevcuttur. Çizelge 4.2'de ise Taksim – 4.Levent Metro istasyonlarının teknik özellikleri görülmektedir.

Çizelge 4.1: İstanbul Metrosu'nun genel özellikleri (Url-2)

HAT UZUNLUĞU : 14,5 Km
İSTASYON SAYISI : 10
ARAÇ SAYISI : 34
SEFER SÜRESİ :Şişhane-Taksim: 2dk./Taksim-4.Levent:12 dk/4.Levent-AOS: 7 dk
İŞLETME SAATLERİ : Hafta İçi - 06:15 / 00:30, Cuma / Cumartesi - 06:15 / 01:00 Pazar - 06:30 / 00:30
GÜNLÜK YOLCU SAYISI : 195.000 yolcu / gün
GÜNLÜK SEFER SAYISI : 394
SEFER SIKLIĞI : Zirve saatte 4,5 dakika

Çizelge 4.2: Taksim-4. Levent Metro hattının teknik özellikleri (Tunç, 2007)

İstasyon Adı	Giriş Sayısı	Yürüyen Merdiven Sayısı	Asansör Sayısı	Turnike Sayısı	İstasyon Büyüklüğü (m^2)	Derinlik (m)
Taksim	5	22	6	23	11.000	35
Osmanbey	6	15	2	20	6.200	23
Şişli/Mecidiyeköy	4	14	1	21	6.100	28
Gayrettepe	2	12	4	28	9.600	27
Levent	4	20	2	38	15.500	27
4.Levent	4	10	4	31	6.600	20

Hattın bütün istasyonlarında biri geliş, diğeri gidiş olmak üzere orta peron tercih edilmiştir. Yolcular orta perona ulaşabilmek için düşey sirkülasyon araçlarını kullanırlar. Ayrıca Levent ve Gayrettepe istasyonlarında ara kat diğer adıyla istasyon katı bulunmaktadır. Taksim istasyonunda resim sergisi, konferans gibi değişik amaçlı kullanılabilecek bir çok amaçlı salon bulunmaktadır. Gayrettepe gibi bazı istasyonlarda ise çok işlevlilik esas alınarak çarşı birimleri oluşturulmuştur (Tunç, 2007).

Yolcuları toplama ve dağıtma özelliğine sahip istasyon holü ücretli ve ücretsiz alan olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Turnikelerle ayrılan istasyon holünün alanı yolculuk sayılarına göre hesaplanmıştır. Taksim istasyonunda istasyon holünde bilet gişeleri, güvenlik odası ve istasyon kontrol odası bulunmaktadır. İstasyon holünde kot farkı olması sirkülasyonda olumsuzluğa sebep vermesi açısından istenmeyen bir durumdur. Şekil 4.1'de Gayrettepe ve Taksim istasyonları hol örnekleri görülmektedir.



Şekil 4.1: a) Taksim İstasyonu İstasyon Holü **b)** Gayrettepe İstasyon Holü

Taksim-4.Levent Metro hattı merkezi iş alanı olarak adlandırılan güzergahta yer almakta olup, üniversite ve alışveriş merkezlerine de hizmet vermektedir. Levent istasyonunda Metrocity ve Kanyon alışveriş merkezleri'ne erişim olanağı bulunmaktadır. Aynı şekilde, Mecidiyeköy/Şişli istasyonundan, Cevahir alışveriş merkezi'ne erişilmektedir. Bağlantılar alışveriş merkezlerinin en alt katında bağlantı holü ile gerçekleştirilir. Şekil 4.2'de Metrocity ve Cevahir alışveriş merkezleri bağlantıları görülmektedir.





Şekil 4.2: a) Metrocity bağlantısı **b)** Cevahir bağlantısı

İnşaat yapım yöntemlerinden aç-kapa tekniğiyle yapılan Levent istasyonunda peron tavanı oldukça yüksektir. Yolcuların beğenisini toplayan istasyonun perondan merdivenlerle ara kata diğer bir deyişle mezanin katına ulaşılır. Hattın genelinde ve Levent istasyonunda mozaik, çini ve minyatürlere yer verilerek, geleneksel kültür yansıtılmaya çalışılmıştır. Tavanda yer alan aydınlatma aygıtlarının bakımı ve temizlenmesi ise özel bir çaba gerektirmektedir. Şekil 4.3'te Levent Metro İstasyonu'nun platformu görülmektedir.



Şekil 4.3: Levent Metro İstasyonu

4.2. İstanbul Metrosunda Yolcu Hareketleri

Hazırlanan tez kapsamında, İstanbul metrosundaki yolcu hareketleri konusunda 4 çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar şunlardır:

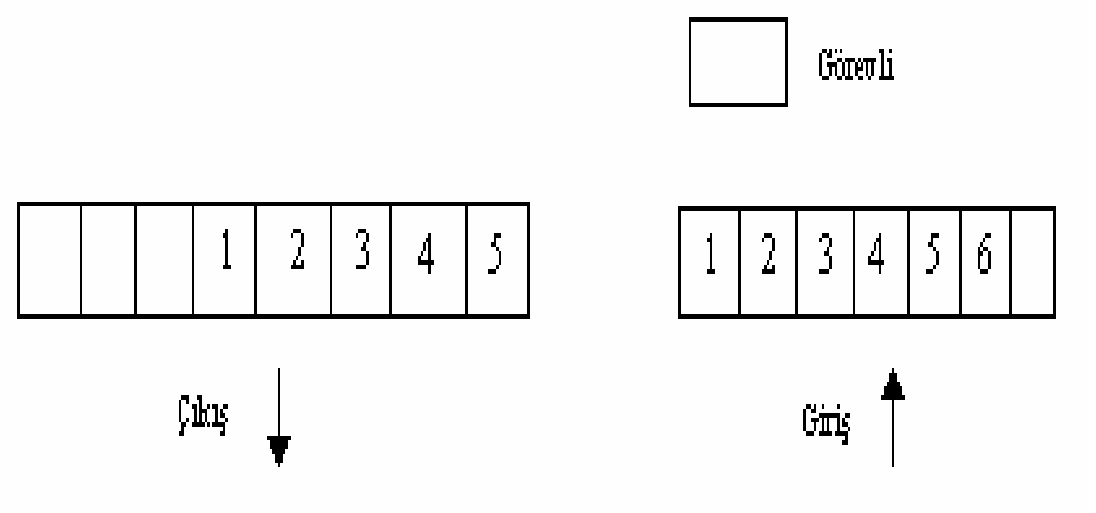
- Turnikelerdeki yolcu isteminin belirlenmesi.
- Yürüyen merdivenlerdeki yolcu isteminin belirlenmesi.

- Çeşitli yaş gruplarına göre girişten-perona ve perondan-çıkışa kadar erişim sürelerinin belirlenmesi.
- Bir önceki maddede belirlenen yaş grupları için yolcu yaya hızlarının belirlenmesi.

Bu amaçlar doğrultusunda saha çalışması, İstanbul Metrosu'nun en işlek altı istasyonunda yapılmıştır. Bu istasyonlar 4. Levent, Levent, Gayrettepe–Zincirlikuyu, Şişli–Mecidiyeköy, Osmanbey ve Taksim istasyonlarıdır.

4.2.1 Turnikelerde yolcu istemlerinin belirlenmesi

Turnikelerdeki yolcu istemlerinin belirlenmesi için yapılan gözlem 4.Levent istasyonunda yapılmıştır. Gözlem 2 sa'lik 5'er dk'lık aralıklar halinde gerçekleşmiştir. Gözlem 20 Ağustos 2009 Perşembe günü yapılmıştır. Turnikeler, giriş ve çıkış yönünde olmak üzere her iki yönde de incelenmiştir. Girişte 7 adet turnike mevcuttur ve en sağdaki turnikenin akbil basım yeri olmadığından dolayı bu turnikelerin 6'sı sayıma dahil edilmiştir. Çıkışta ise 8 adet turnike mevcuttur ve bu turnikelerin 5'i sayıma dahil edilmiştir. Şekil 4.4'de gözlem yapılan turnikeler şematik olarak gösterilmiştir.

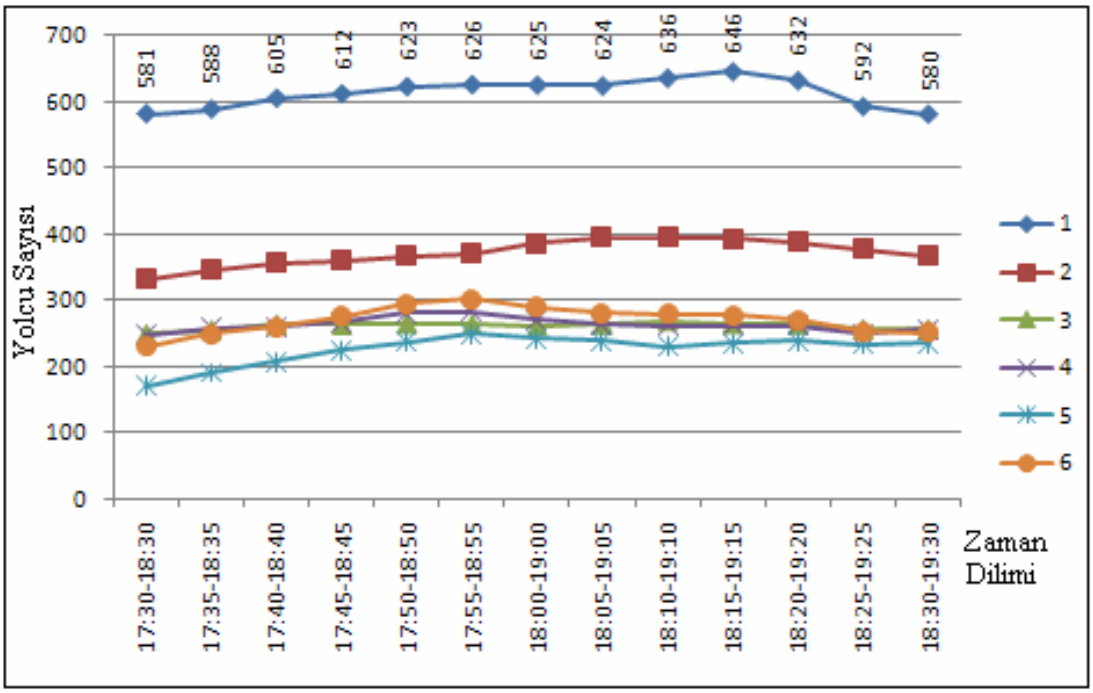


Şekil 4.4: 4.Levent turnike şeması

Çizelge 4.3'de giriş ve çıkış turnikelerinden 5'er dk arayla iki saat boyunca turnikelerden geçen yolcu sayıları görülmektedir. Ayrıca; Şekil 4.5'de grafik olarak giriş turnikelerinden 1 saatte geçen akımlar ve zaman dilimi görülmektedir.

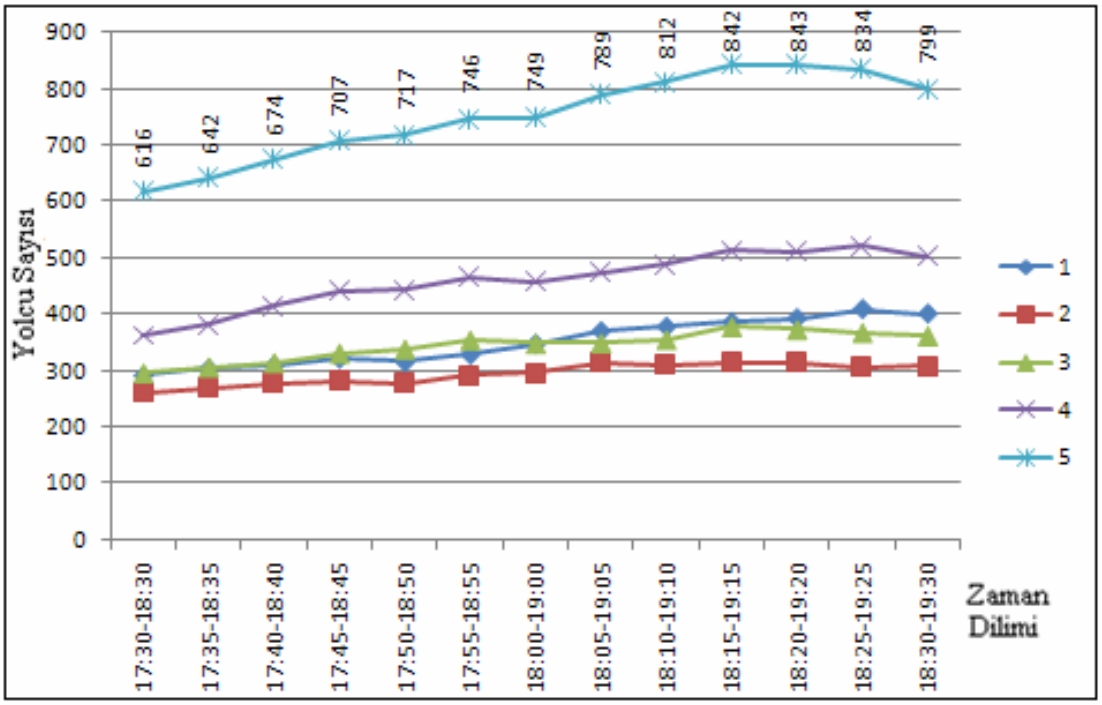
Çizelge 4.3: 4.Levent turnikelerinden geçen yolcu sayıları

ÇIKIŞ						GİRİŞ					
Zaman Dilimi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
17:30 – 17:35	15	12	20	21	37	45	20	19	12	7	8
17:35 – 17:40	23	17	21	19	42	39	23	13	17	8	9
17:40 – 17:45	27	24	17	22	35	52	23	20	19	13	15
17:45 – 17:50	25	20	22	30	45	39	23	18	9	3	5
17:50 – 17:55	15	11	15	19	33	49	22	21	20	12	16
17:55 – 18:00	25	27	32	43	65	50	22	25	26	17	23
18:00 – 18:05	23	17	20	23	37	48	26	17	28	15	26
18:05 – 18:10	31	28	28	27	51	31	29	20	25	26	23
18:10 – 18:15	19	15	14	21	36	44	32	23	20	19	26
18:15 – 18:20	30	27	34	46	73	54	39	24	22	15	22
18:20 – 18:25	23	33	39	42	78	82	40	29	32	23	37
18:25 – 18:30	35	30	33	49	84	48	32	19	17	12	19
18:30 – 18:35	27	20	31	40	63	52	35	25	22	27	28
18:35 – 18:40	29	25	29	52	74	56	32	21	19	25	19
18:40 – 18:45	39	28	34	49	68	59	28	20	27	30	31
18:45 – 18:50	19	17	29	32	55	50	30	20	23	16	25
18:50 – 18:55	28	25	31	42	62	52	25	19	21	24	22
18:55 – 19:00	44	30	26	34	68	49	37	23	13	10	11
19:00 – 19:05	45	35	21	40	77	47	36	20	21	12	18
19:05 – 19:10	39	24	34	41	74	43	29	25	24	16	20
19:10 – 19:15	27	20	37	45	66	54	30	19	20	25	24
19:15 – 19:20	37	27	29	44	74	40	33	23	22	19	16
19:20 – 19:25	39	25	34	52	69	42	29	21	20	17	20
19:25 – 19:30	27	31	27	32	49	36	22	19	23	13	16
TOPLAM	691	568	657	865	1415	1161	697	503	502	404	479



Şekil 4.5: Giriş turnikelerinden geçen saatlik akımlar (yolcu/sa)

Şekil 4.6'da ise çıkış turnikelerinden 1 saatte geçen akımlar ve zaman dilimleri görülmektedir.



Şekil 4.6: Çıkış turnikelerinden geçen saatlik akımlar (yolcu/sa)

En yoğun turnikelerin girişte 1, çıkışta 5 numaralı turnikeler olduğu görülmektedir. Giriş turnikeleri için gözlenen en büyük saatlik değer (akım) 1 numaralı giriş turnikesinde gözlenen 646 yolcu/sa'dır. En büyük akım oranı ise 82x12=984 yolcu/sa'dır.

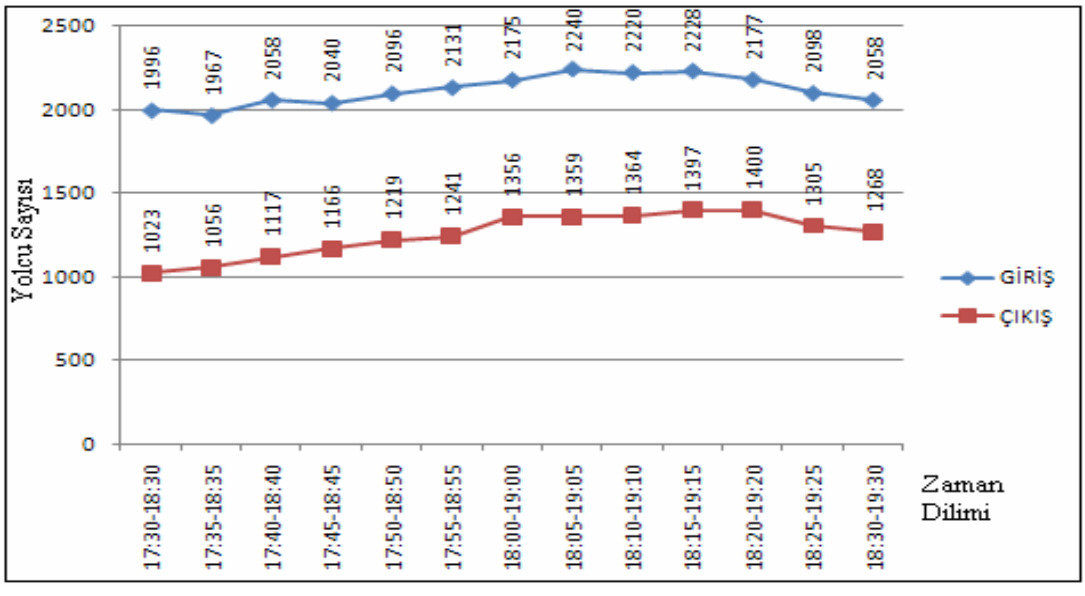
Çıkış turnikeleri için gözlenen en büyük saatlik değer (akım) 5 numaralı çıkışta gözlenen 843 yolcu/sa'dır. En büyük akım oranı ise 84x12=1008 yolcu/sa'dır.

Bir turnikeden giriş yönünde 30 yolcu/dk, çıkış yönünde 40 yolcu/dk çıkabileceği göz önünde bulundurularak kapasite belirlenmelidir (TS 12127,1997). Giriş için 5 dk'lık aralıklarla turnikelerde gözlenen en büyük akım 82 kişi, çıkış için ise 84 kişidir. Bu bilgiler göz önünde bulundurulduğunda turnikelerdeki yolcu isteminin, TS 12127 standardının dakikalık değerleriyle karşılaştırdığımızda düşük olduğu görülmektedir.

4.2.2. Yürüyen merdivenlerde yolcu istemlerinin belirlenmesi

Yürüyen merdiven ve turnikelerin yolcu istemlerinin hesaplanabilmesi için 4. Levent istasyonunda yürüyen merdivenler zirve saatlerde 2 saat boyunca 5 dakika aralıklarla gözlenmiştir ve veriler not edilmiştir.

Aşağıda yürüyen merdivendeki yolcu istemi hesabı için oluşturulmuş (giriş ve çıkış yönü için) çizelge görülmektedir. Şekil 4.7'de ise yürüyen merdivenlerden geçen saatlik akımlar gösterilmektedir. Çizelge 4.4'de yürüyen merdivenden geçen yolcular 5 dakikalık aralıklarla görülmektedir.



Şekil 4.7: Yürüyen merdivenlerden geçen akımlar

Çizelge 4.4: 4. Levent yürüyen merdiven iniş ve çıkış verileri

İNİŞ		ÇIKIŞ	
SAAT	KİŞİ SAYISI	SAAT	KİŞİ SAYISI
17:30 – 17:35	169	17:30 – 17:35	73
17:35 – 17:40	152	17:35 – 17:40	78
17:40 – 17:45	172	17:40 – 17:45	65
17:45 – 17:50	140	17:45 – 17:50	83
17:50 – 17:55	145	17:50 – 17:55	69
17:55 – 18:00	152	17:55 – 18:00	37
18:00 – 18:05	118	18:00 – 18:05	87
18:05 – 18:10	145	18:05 – 18:10	107
18:10 – 18:15	149	18:10 – 18:15	40
18:15 – 18:20	223	18:15 – 18:20	117
18:20 – 18:25	212	18:20 – 18:25	122
18:25 – 18:30	219	18:25 – 18:30	145
18:30 – 18:35	140	18:30 – 18:35	106
18:35 – 18:40	243	18:35 – 18:40	139
18:40 – 18:45	154	18:40 – 18:45	114
18:45 – 18:50	196	18:45 – 18:50	136
18:50 – 18:55	180	18:50 – 18:55	91
18:55 – 19:00	196	18:55 – 19:00	152
19:00 – 19:05	183	19:00 – 19:05	90
19:05 – 19:10	125	19:05 – 19:10	112
19:10 – 19:15	157	19:10 – 19:15	73
19:15 – 19:20	172	19:15 – 19:20	120
19:20 – 19:25	133	19:20 – 19:25	27
19:25 – 19:30	179	19:25 – 19:30	108
TOPLAM	4054	TOPLAM	2291

Yürüyen merdivende giriş doğrultusundaki en büyük akım 2240 yolcu/sa, akım oranı ise 243x12=2916 yolcu/sa'dir.

Yürüyen merdiven çıkış doğrultusunda en büyük akım 1400 yolcu/sa, akım oranı ise 152x12=1824 yolcu/sa'dir.

Yürüyen merdivendeki bu değerler TS EN 115-1 standardına göre hazırlanan çizelge 3.3 ile karşılaştırıldığında (3600 kişi/sa) yolcu isteminin bu standarttakinden düşük olduğu görülmektedir.

4.2.3. Çeşitli yaş gruplarına göre erişim süresinin belirlenmesi

4.Levent-Taksim istasyonlarında yapılan çalışmada, yolcuların cinsiyeti, gözlem yapılan zaman dilimi, gözleme nereden ve hangi kapıdan başlandığı, yolcuların yaşı, platforma iniş mi yoksa platformdan çıkış halinde mi oldukları, yanlarında eşya taşıyıp taşımadıkları, erişim sürelerini etkileyebilecek herhangi bir etkinlikte bulunup bulunmadıkları ve platforma iniş veya platformdan yüzeye çıkış süreleri gözlemlenmiştir. Yolcuların büyük çoğunluğu ağır bir eşya taşımadığı için eşya taşımanın yürüme süresi ve hızı üzerindeki etkisi göz ardı edilmiştir.

Bu istasyonların her biri için yaklaşık 100 yolcu gözlemlenmiş olup toplamda yaklaşık 600 yolcu incelenmiştir. Gözlemin, zirve saatlerde yapılmasına özen gösterilmiştir. Zirve saatler dışındaki saatlerde yolcular, genellikle gezme eğiliminde olduklarından dolayı oyalanarak, yavaş hareket etmektedirler. Zirve saatler olarak işten ve okuldan çıkış saatleri olan 16:00 ve 19:00 saatleri göz önünde bulundurularak gözlem yapılmıştır.

Yolcuların platforma iniş ve platformdan yüzeye çıkış sürelerinin tespiti yapıldıktan sonra her istasyon için yolcuların yürümüş oldukları güzergahlar, üzerinde numaratör olan bir alet ile metre cinsinden tespit edildi. Yolcuların yürüdükleri geçkilerinin uzunluğunun ölçülmesi, özellikle yolcu hızlarının bulunması ve karşılaştırılması için önemlidir.

Gözlemler sırasında yolcuların büyük bir kısmının yürüyen merdivenlerde yürüdükleri ve bir an önce ulaşmak istedikleri yere ulaşma çabası içinde oldukları gözlenmiştir. Gözlem yapılan zamanın günün zirve saatleri içinde olması da bu aceleciliği gözler önüne sermektedir.

Bulgular ve değerlendirme kısmında çalışılan istasyonlarla ilgili olarak her istasyon için giriş ve çıkış yönlü yaş gruplarına göre ayrılmış ortalama erişim süreleri grafiksel olarak gösterilmiştir. Buna ek olarak, her istasyon için hesaplanan hız değerleri birleştirilerek giriş ve çıkış için ortalama bir hız değerleri çizelgesi elde edilmiştir.

Yolcuların yürüme hızlarının belirlenmesi için öncelikle yolcuların yüzeyden platforma ulaşım veya platformdan yüzeye çıkış sürelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için gözlenen yolcu eğer platforma iniş halinde ise; yüzeyde giriş merdiveninin başında iken kronometre çalıştırılmış ve platforma inişine kadar kronometre açık tutulmuştur. Bu süreç boyunca yolcunun yürüyen merdiven kullanıp kullanmadığı, yanında eşya taşıyıp taşımadığı, akbil doldurup doldurmadığı vs. not edilmiştir. Aynı biçimde yolcu platformdan yüzeye çıkış halinde ise metrodan indiği andan itibaren kronometre çalıştırılarak güzergahı üzerinde yürüyen merdiven mi yoksa normal merdiven mi kullandığı ve bu merdivenlerde yürüyüp yürümediği, eşya taşıyıp taşımadığı tespit edilmiştir. Yolcu, yüzeye ulaşana kadar kronometre açık tutularak süresi not edilmiştir. Daha sonra yürüyen merdivenlerin çıkış veya iniş süresi belirlenmiştir. Bu, yürüyen merdiven kullanıp da yürüyen merdivende yürümeyen yolcuların hızlarının belirlenmesi için kullanılacak sürenin tespiti için gereklidir.

Hızların belirlenmesi için tespit edilmesi gereken bir değişken de yol uzunluğudur. Yolcuların platforma iniş veya platformdan yüzeye çıkış geçkilerinin uzunlukları, üzerinde numaratör olan ve uzunluk ölçmede kullanılan bir aletle yaklaşık olarak ölçülmüştür. Hız, yolun zamana oranı olduğundan her bir yolcu için hızlar bulunup yaş grupları ve cinsiyetine göre sınıflandırılarak belirli sonuçlar çıkarılmıştır.

Taksim istasyonunun gözlenen girişlerinde normal merdiven mevcuttur. İniş ve çıkış için yolcuların normal merdivende geçirdikleri ortalama süreler bu giriş ve çıkışları gözlemleyerek tespit edilmiştir.

Tıpkı hız için olduğu gibi her istasyon için platforma iniş veya platformdan yüzeye çıkış için de ortalama erişim süreleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.5'te istasyonlar ve hangi günlerde bu istasyonlarda çalışma yapıldığı görülmektedir.

Çizelge 4.5: Çalışma yapılan istasyonlar ve çalışma tarihleri

4. Levent	30 Mart 2009 Pazartesi, 5 Nisan 2009 Pazar
1. Levent	7 Nisan 2009 Salı, 8 Nisan 2009 Çarşamba
Gayrettepe – Zincirlikuyu	3 Nisan 2009 Cuma,4 Nisan 2009 Cumartesi
Şişli – Mecidiyeköy	9 Nisan 2009 Perşembe
Osmanbey	13 Nisan 2009 Pazartesi
Taksim	15 Nisan 2009 Çarşamba, 16 Nisan 2009 Perşembe

4.2.3.1 Çalışılan istasyonlar

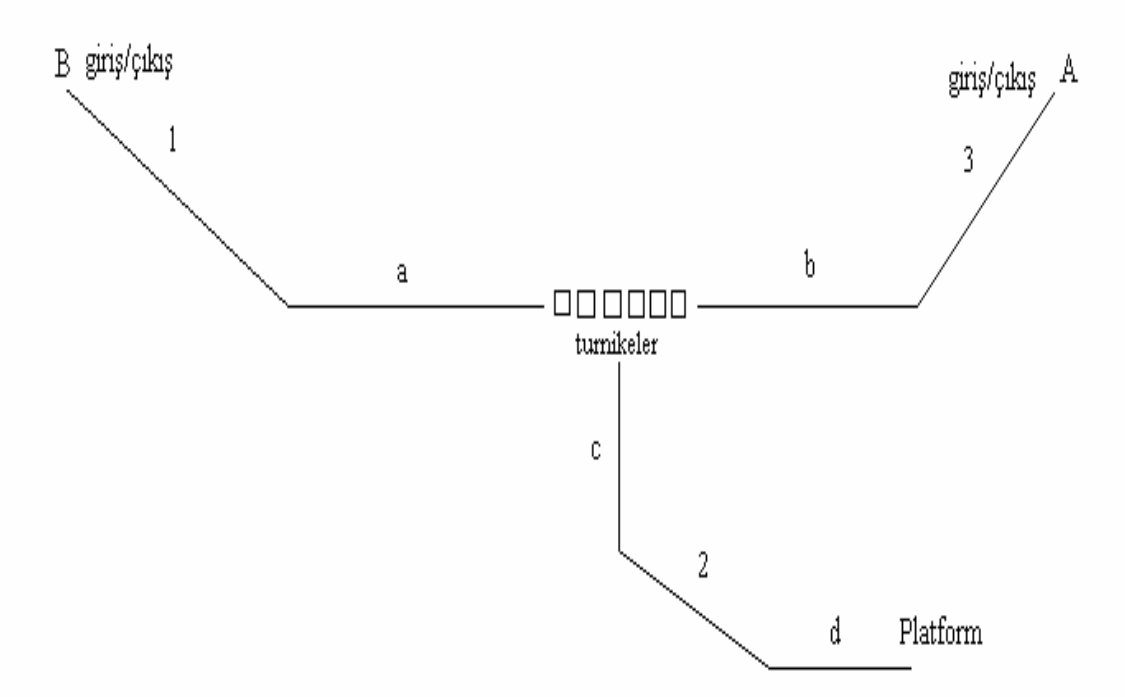
Bu tez çalışması kapsamında çalışılan istasyonlar İstanbul Metrosu'nun en yoğun istasyonları olan 4.Levent - Taksim istasyonları arasında kalan 4. Levent, 1. Levent, Gayrettepe-Zincirlikuyu, Şişli-Mecidiyeköy, Osmanbey ve Taksim istasyonlarıdır. Çalışmaların en çok kullanılan girişler üzerinde yoğunlaşılmasına dikkat edilmiştir.

4. Levent istasyonu

Bu istasyonda toplam 4 adet giriş mevcuttur. İstasyon derinliği 20 m olup platform uzunluğu 235 m'dir. İstasyon büyüklüğü 6600 m^2'dir. Çalışmada incelenen girişler, Maslak yönüne giden ve otobüs duraklarına çıkan giriş ve Beşiktaş yönüne giden, otobüs duraklarına çıkan girişlerdir. Maslak yönü girişi A girişi, Beşiktaş yönü girişi ise B girişi olarak adlandırıldı.

A veya B girişlerinden girildiğinde belli bir uzunluk yürünerek turnikelere rastlanmaktadır. Turnikelerden geçip platforma inmek için ise yalnızca bir adet normal merdiven veya yürüyen merdiven kullanılmaktadır. Şekil 4.8'de gözlem yapılan istasyondaki uzunluklar görülmektedir.

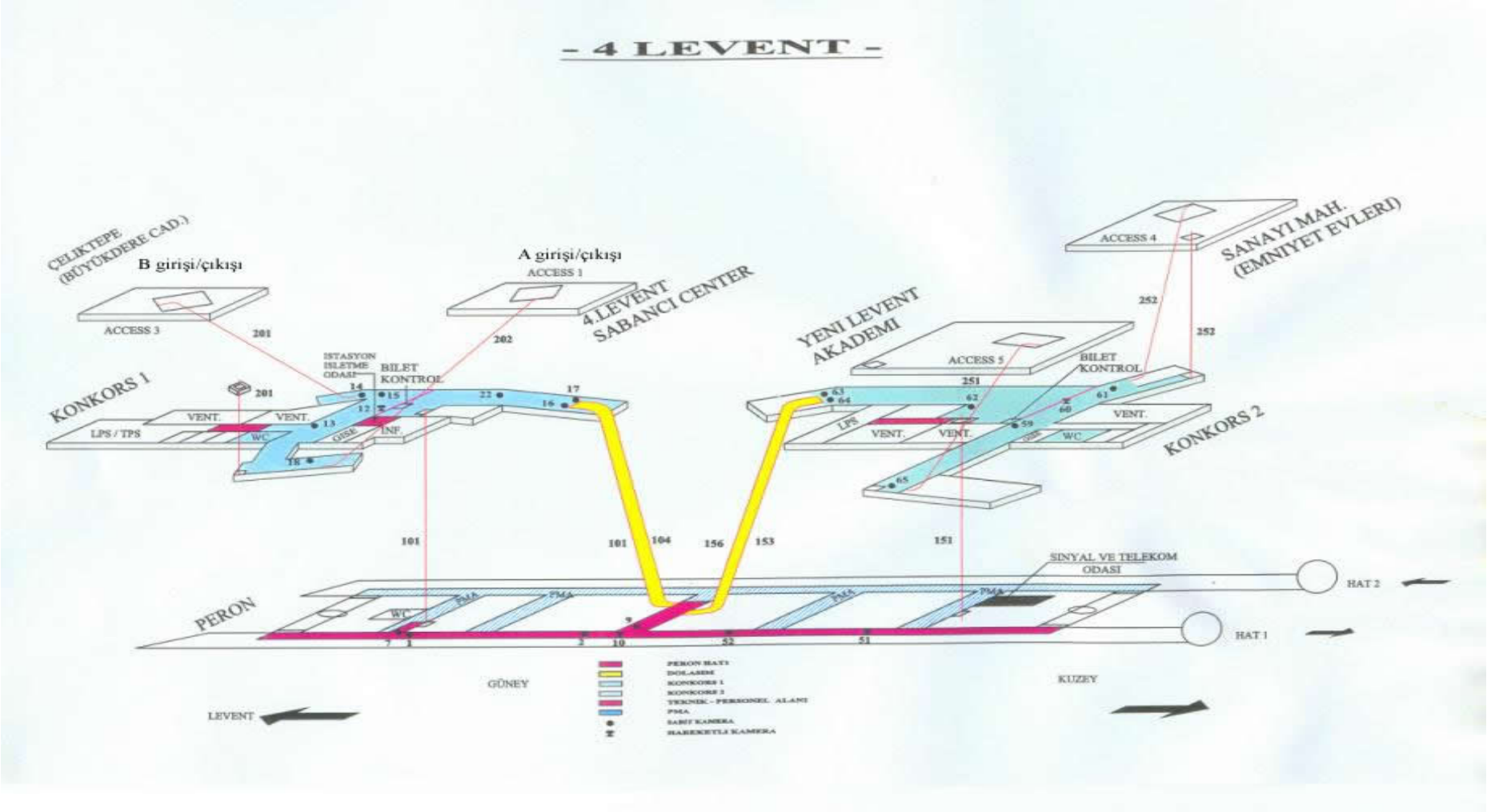
Bu şekilde görülen numaralar yürüyen merdiven ve normal merdiveni, harfler ise gidilen yolları göstermektedir. Çizelge 4.6'da yürüyen merdiven, normal merdiven ve yürünen yollara ait veriler gösterilmiştir. Şekil 4.9'da ise 4.Levent Metro İstasyonu'nun krokisi görülmektedir.



Şekil 4.8: 4. Levent Metro İstasyonu Şeması

Çizelge 4.6: 4. Levent Metro İstasyonu için bulunan veriler

YOL-MERDİVEN	YOL UZUNLUĞU (m)	BASAMAK SAYISI (adet)	YÜRÜYEN MERDİVEN SÜRESİ (sn)
1	-	39	34 (çıkış yönlü)
2	-	56	50 (iki yönlü)
3	-	38	26 (çıkış yönlü)
a	27,2	-	-
b	54,4	-	-
c	53,0	-	-
d	15,0	-	-

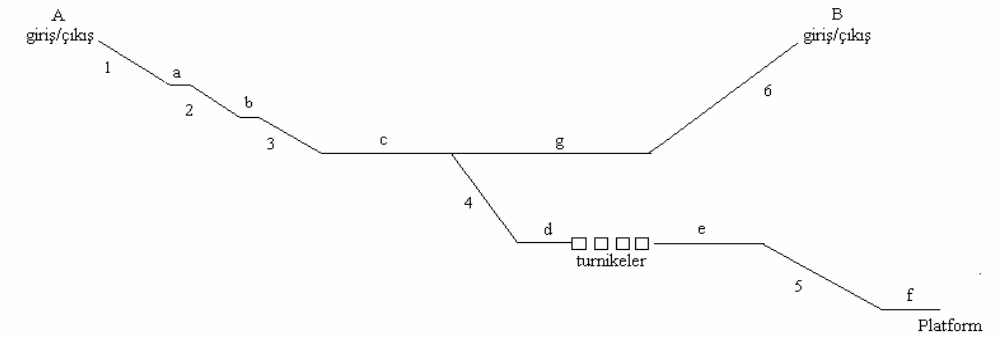


Şekil 4.9: 4. Levent Metro İstasyonu krokisi

Levent istasyonu

Bu istasyonda toplam 4 adet giriş mevcuttur. Ayrıca toplam 20 adet yürüyen merdiven vardır. İstasyon derinliği 27 m olup platform uzunluğu 240 m'dir. İstasyon büyüklüğü ise 15.500 m^2'dir.

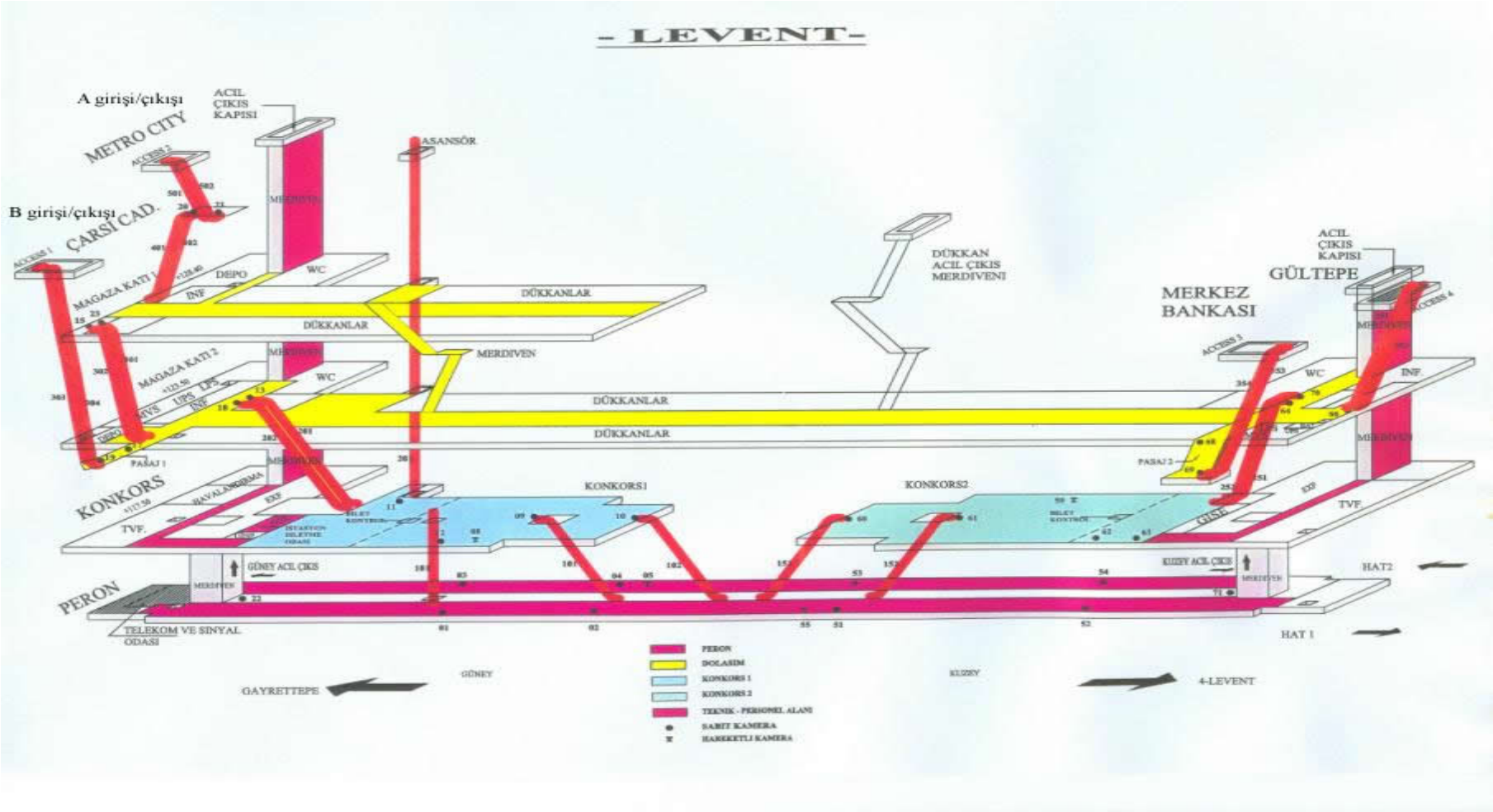
A girişi Metrocity önündeki Beşiktaş yönündeki trafiğe erişimi olan giriştir. Tam karşı tarafında kalan ve Maslak yönündeki trafiğe erişimi olan giriş ise B girişi olarak gösterilmiştir. Şekil 4.10'da gözlem yapılan istasyondaki uzunluklar görülmektedir. Bu şekilde görülen numaralar yürüyen merdiven ve normal merdiveni, harfler ise gidilen düz yolları göstermektedir. Çizelge 4.7'de yürüyen merdiven, normal merdiven ve yürünen yollara ait veriler gösterilmiştir. Şekil 4.11'de ise Levent Metro İstasyonu'nun krokisi görülmektedir.



Şekil 4.10: Levent Metro İstasyonu şeması

Çizelge 4.7: Levent Metro İstasyonu için bulunan veriler

YOL-MERDİVEN	YOL UZUNLUĞU (m)	BASAMAK SAYISI (adet)	YÜRÜYEN MERDİVEN SÜRESİ (sn)
1	-	29	23 (çıkış yönlü)
2	-	30	23 (iki yönlü)
3	-	30	24 (iki yönlü)
4	-	36	28 (iki yönlü)
5	-	37	28 (iki yönlü)
6	-	79	59 (çıkış yönlü)
a	7,7	-	-
b	13,0	-	-
c	20,4	-	-
d	12,2	-	-
e	39,0	-	-
f	14,0	-	-
g	76,0	-	-

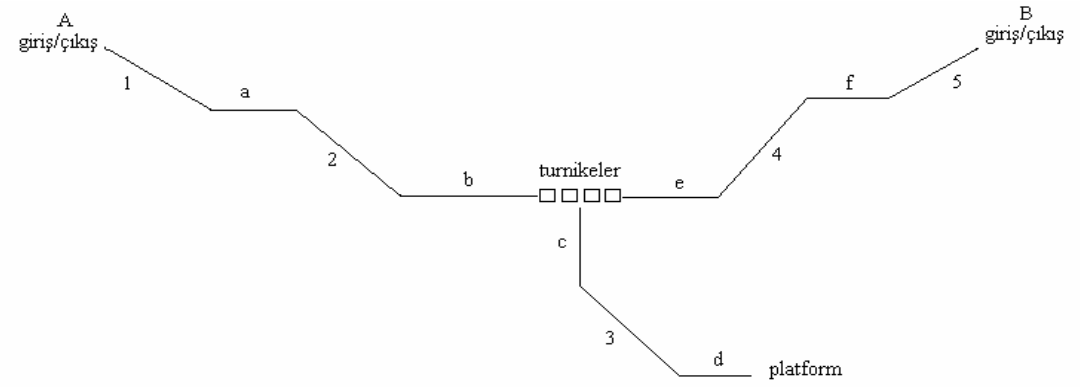


Şekil 4.11: Levent Metro İstasyonu krokisi

Gayrettepe – Zincirlikuyu istasyonu

Bu istasyonda toplam 2 adet giriş mevcuttur. Ayrıca toplam 12 adet yürüyen merdiven vardır. İstasyon derinliği 27 m olup platform uzunluğu 238 m'dir. İstasyon büyüklüğü ise 9.600 m^2'dir.

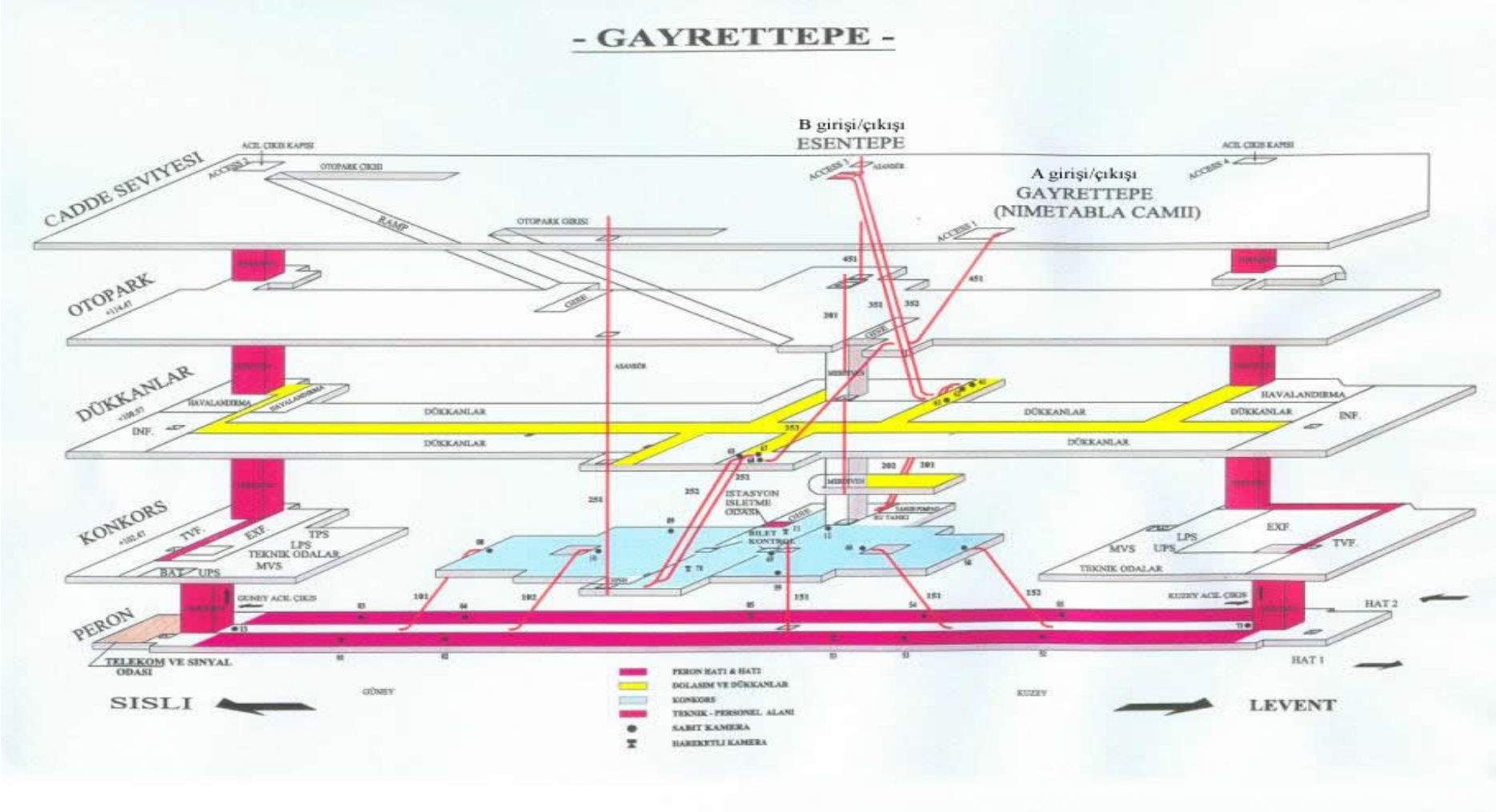
Gayrettepe Nimet Abla Cami yönündeki giriş A girişi, karşı tarafındaki Esentepe girişi ise B girişi olarak adlandırıldı. Şekil 4.12'da gözlem yapılan istasyondaki uzunluklar görülmektedir. Bu şekilde görülen numaralar yürüyen merdiven ve normal merdiveni, harfler ise gidilen yolları göstermektedir. Çizelge 4.8'de yürüyen merdiven, normal merdiven ve yürünen yollara ait veriler gösterilmiştir. Şekil 4.13'de ise Gayrettepe - Zincirlikuyu Metro İstasyonu'nun krokisi görülmektedir.



Şekil 4.12: Gayrettepe - Zincirlikuyu Metro İstasyonu şeması

Çizelge 4.8: Gayrettepe – Zincirlikuyu Metro İstasyonu için bulunan veriler

YOL-MERDİVEN	YOL UZUNLUĞU (m)	BASAMAK SAYISI (adet)	YÜRÜYEN MERDİVEN SÜRESİ (sn)
1	-	72	60 (çıkış yönlü)
2	-	36	32 (iki yönlü)
3	-	36	32 (çıkış yönlü)
4	-	36	32 (iki yönlü)
5	-	69	54 (iki yönlü)
a	21,4	-	-
b	17,4	-	-
c	20,4	-	-
d	8,0	-	-
e	46,4	-	-
f	18,1	-	-

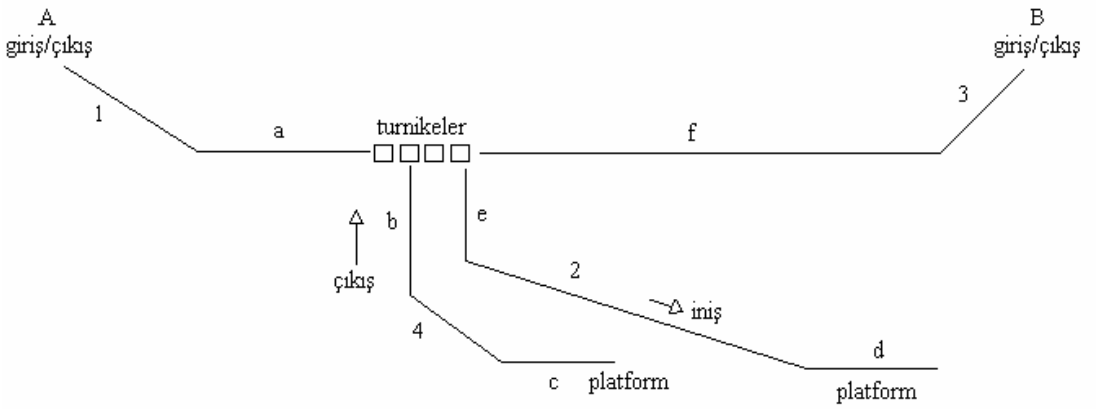


Şekil 4.13: Gayrettepe - Zincirlikuyu Metro İstasyonu krokisi

Şişli – Mecidiyeköy istasyonu

Bu istasyonda toplam 4 adet giriş mevcuttur. Ayrıca toplam 14 adet yürüyen merdiven vardır. İstasyon derinliği 28 m olup platform uzunluğu 235 m'dir. İstasyon büyüklüğü ise 6.100 m^2'dir.

Ortaklar Caddesi girişi A ile, Mecidiyeköy meydan girişi ise B ile gösterilmiştir. Şekil 4.14'de gözlem yapılan istasyondaki uzunluklar görülmektedir. Bu şekilde görülen numaralar yürüyen merdiven ve normal merdiveni, harfler ise gidilen yolları göstermektedir. Çizelge 4.9'da yürüyen merdiven, normal merdiven ve yürünen yollara ait veriler gösterilmiştir. Şekil 4.15'de ise Şişli-Mecidiyeköy Metro İstasyonu!nun krokisi görülmektedir.

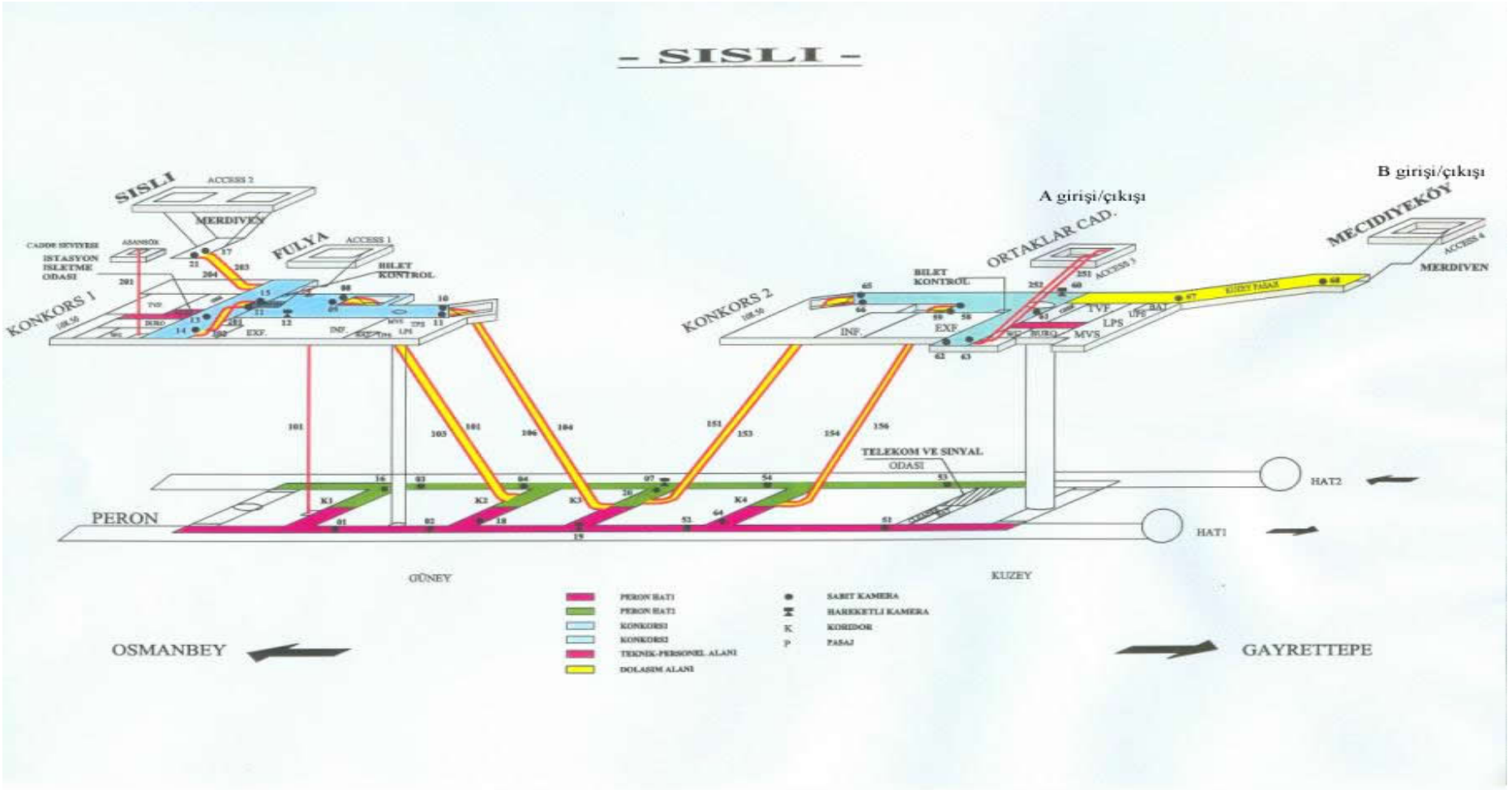


Şekil 4.14: Şişli – Mecidiyeköy Metro İstasyonu şeması

Yolcuların gözlemlenen geçkileri A girişi için 1-a-e-2-d, B girişi için 3-f-e-2-d, A çıkışı için c-4-b-a-1, B çıkış için ise c-4-b-f-3 ile gösterilebilir.

Çizelge 4.9. Şişli - Mecidiyeköy Metro İstasyonu için bulunan veriler

YOL-MERDİVEN	YOL UZUNLUĞU (m)	BASAMAK SAYISI(adet)	YÜRÜYEN MERDİVEN SÜRESİ (sn)
1	-	51	43 (iki yönlü)
2	-	81	68 (iki yönlü)
3	-	39	Normal merdiven
4	-	96	81 (iki yönlü)
a	32,5	-	-
b	42,0	-	-
c	19,5	-	-
d	15,0	-	-
e	11,0	-	-
f	129,2	-	-



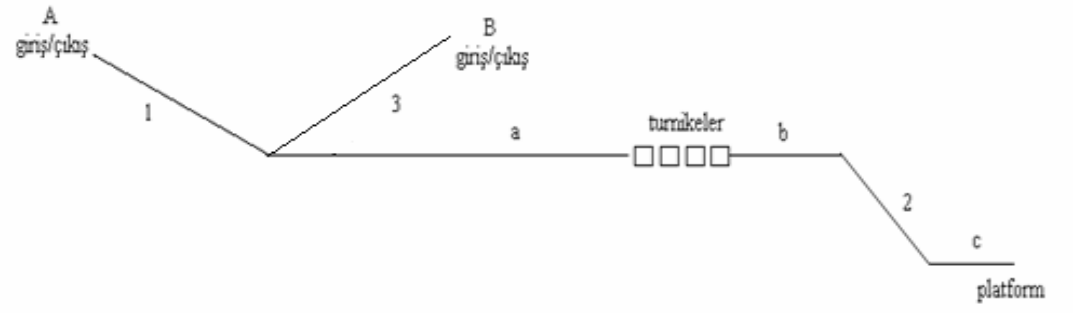
Şekil 4.15: Şişli – Mecidiyeköy Metro İstasyonu krokisi

Osmanbey İstasyonu

Bu istasyonda toplam 6 adet giriş mevcuttur. Ayrıca toplam 15 adet yürüyen merdiven vardır. İstasyon derinliği 23 m olup platform uzunluğu 231 m'dir. İstasyon büyüklüğü ise 6.200 m^2'dir.

Osmanbey Metro istasyonunda gözleme alınan girişler Nişantaşı girişleridir. Nişantaşı girişlerinde aynı yönde iki giriş mevcuttur. Birinde iniş yönünde yürüyen merdiven mevcutken, diğerinde ise çıkış yönünde yürüyen merdiven mevcuttur. İniş yönünde yürüyen merdiveni olan girişe A girişi, çıkış yönünde yürüyen merdiveni olan girişe ise B girişi olarak adlandırılmıştır.

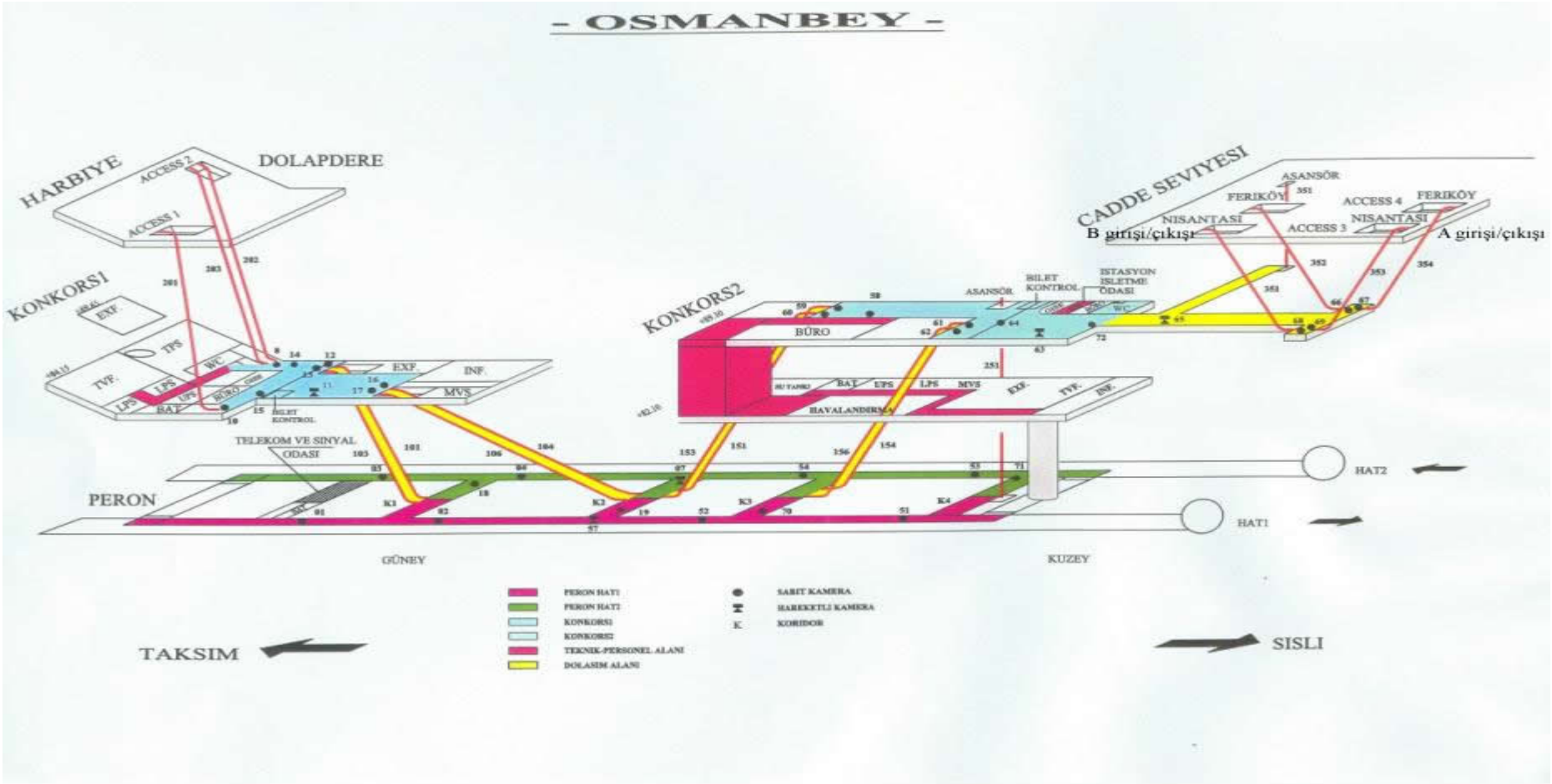
Bu girişlerden girildiğinde platforma ulaşana kadar turnikelerden geçildikten sonra bir adet yürüyen merdiven ve/ya normal merdivenden inilmesi gerekmektedir. Şekil 4.16'da gözlem yapılan istasyondaki uzunluklar görülmektedir. Bu şekilde görülen numaralar yürüyen merdiven ve normal merdiveni, harfler ise gidilen yolları göstermektedir. Çizelge 4.10'da yürüyen merdiven, normal merdiven ve yürünen yollara ait veriler gösterilmiştir. Şekil 4.17'de ise Osmanbey İstasyonu'nun krokisi görülmektedir.



Şekil 4.16: Osmanbey Metro İstasyonu şeması

Çizelge 4.10. Osmanbey Metro İstasyonu için bulunan veriler

YOL-MERDİVEN	YOL UZUNLUĞU (m)	BASAMAK SAYISI (adet)	YÜRÜYEN MERDİVEN SÜRESİ (sn)
1	-	63	50 (iniş yönlü)
2	-	89	76 (iki yönlü)
3	-	60	49 (çıkış yönlü)
a	111,3	-	-
b	25,5	-	-
c	16,0	-	-

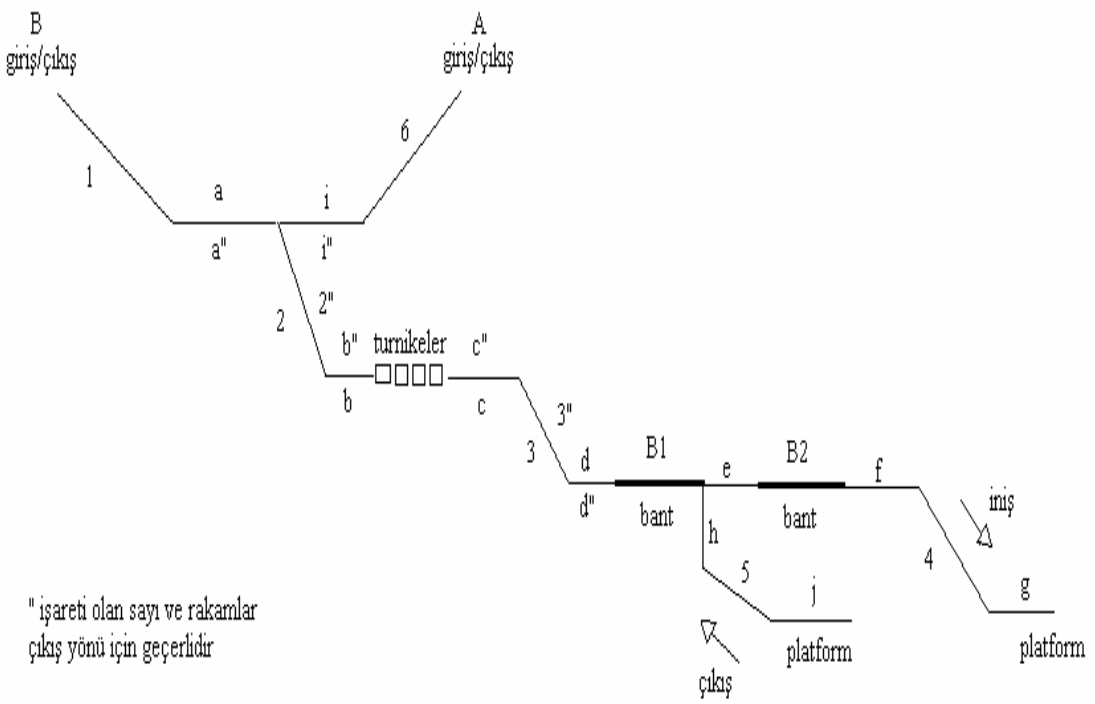


Şekil 4.17: Osmanbey Metro İstasyonu krokisi

Taksim İstasyonu

Bu istasyonda toplam 5 adet giriş mevcuttur. Ayrıca toplam 22 adet yürüyen merdiven vardır. İstasyon derinliği 35 m olup platform uzunluğu 235 m'dir. İstasyon büyüklüğü ise 11.000 m^2'dir.

Taksim Metro istasyonunda gözleme alınan girişler yolcuların sıklıkla kullandıkları İstiklal Caddesi girişi ve AKM girişidir. İstiklal Caddesi girişi B girişi AKM girişi ise A girişi olarak adlandırılmıştır. Şekil 4.18'de gözlem yapılan istasyondaki uzunluklar görülmektedir. Bu şekilde görülen numaralar yürüyen merdiven ve normal merdiveni, harfler ise gidilen yolları göstermektedir. Çizelge 4.11'de ve Çizelge 4.12'de yürüyen merdiven, normal merdiven ve yürünen yollara ait veriler giriş ve çıkış için gösterilmiştir. Şekil 4.19'da ise Osmanbey Metro İstasyonu'nun krokisi görülmektedir.



Şekil 4.18: Taksim Metro İstasyonu şeması

Giriş için yolcuların izledikleri geçki şu şekildedir:

A'dan giriş için : 6-i-2-b-c-3-d-B1-e-B2-f-4-g

B'den giriş için : 1-a-2-b-c-3-d-B1-e-B2-f-4-g

A'dan çıkış için : j-5-h-B1-d"-3"-c"-b"-2"-i"-6

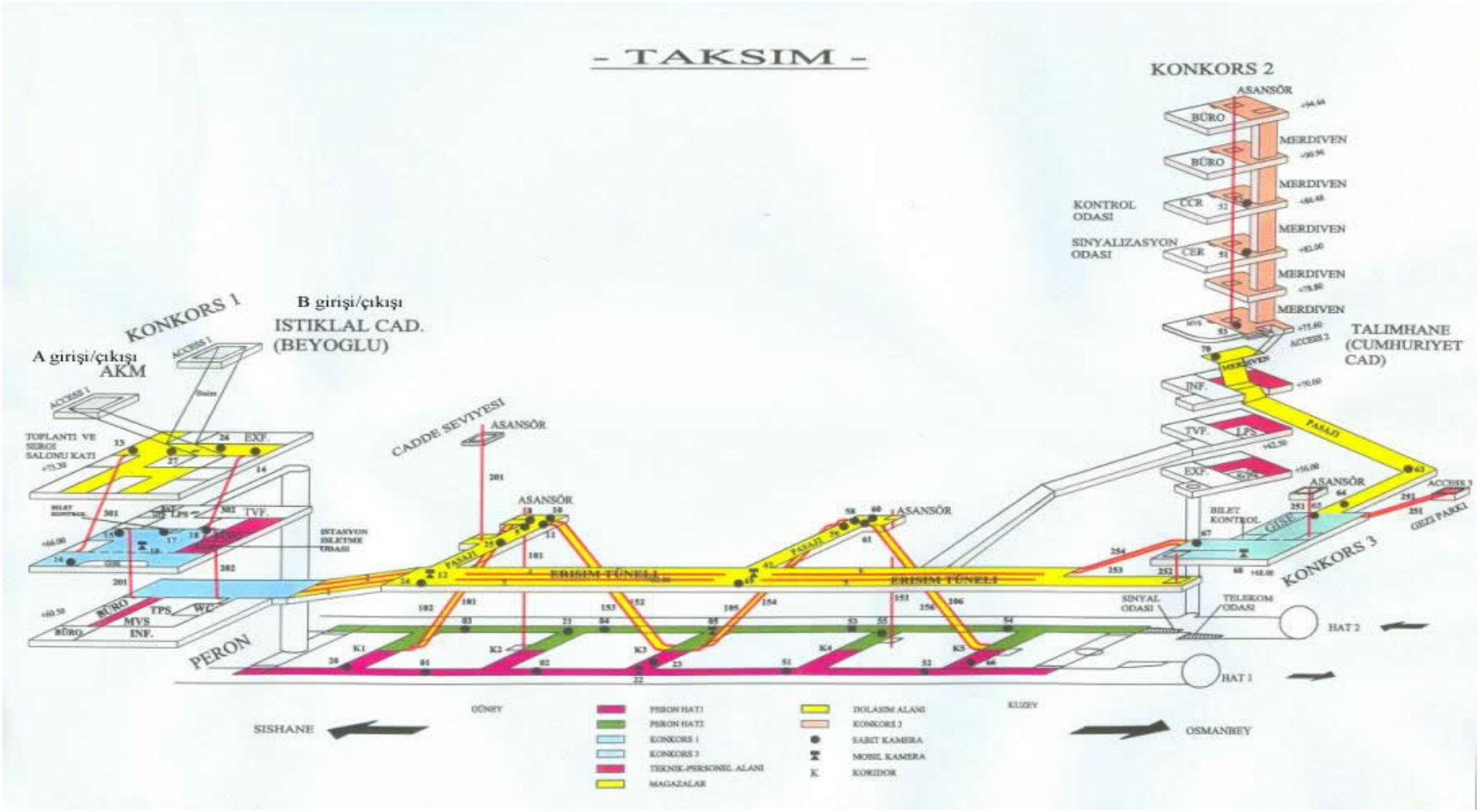
B'den çıkış için : j-5-h-B1-d"-3"-c"-b"-2"-a"-1

Çizelge 4.11: Taksim Metro İstasyonu girişi için bulunan veriler

GİRİŞ			
YOL-MERDİVEN	YOL UZUNLUĞU (m)	BASAMAK SAYISI(adet)	YÜRÜYEN MERDİVEN SÜRESİ (sn)
1	-	41	-
2	-	40	32 (iki yönlü)
3	-	33	26 (iki yönlü)
4	-	65	57 (iki yönlü)
6	-	47	-
B1	42,5	-	80
B2	57,5	-	110
a	26,0	-	-
b	12,6	-	-
c	16,4	-	-
d	21,0	-	-
e	21,5	-	-
f	54,0	-	-
g	11,0	-	-
i	9,5	-	-

Çizelge 4.12: Taksim Metro İstasyonu çıkışı için bulunan veriler

ÇIKIŞ			
YOL-MERDİVEN	YOL UZUNLUĞU (m)	BASAMAK SAYISI(adet)	YÜRÜYEN MERDİVEN SÜRESİ (sn)
1	-	41	-
2”	-	40	32 (iki yönlü)
3”	-	33	26 (iki yönlü)
5	-	65	57 (iki yönlü)
6	-	47	-
B1	42,5	-	80
j	16,0	-	-
h	49,3	-	-
d”	41,5	-	-
c”	18,4	-	-
b”	12,4	-	-
a”	11,5	-	-
i”	18,0	-	-

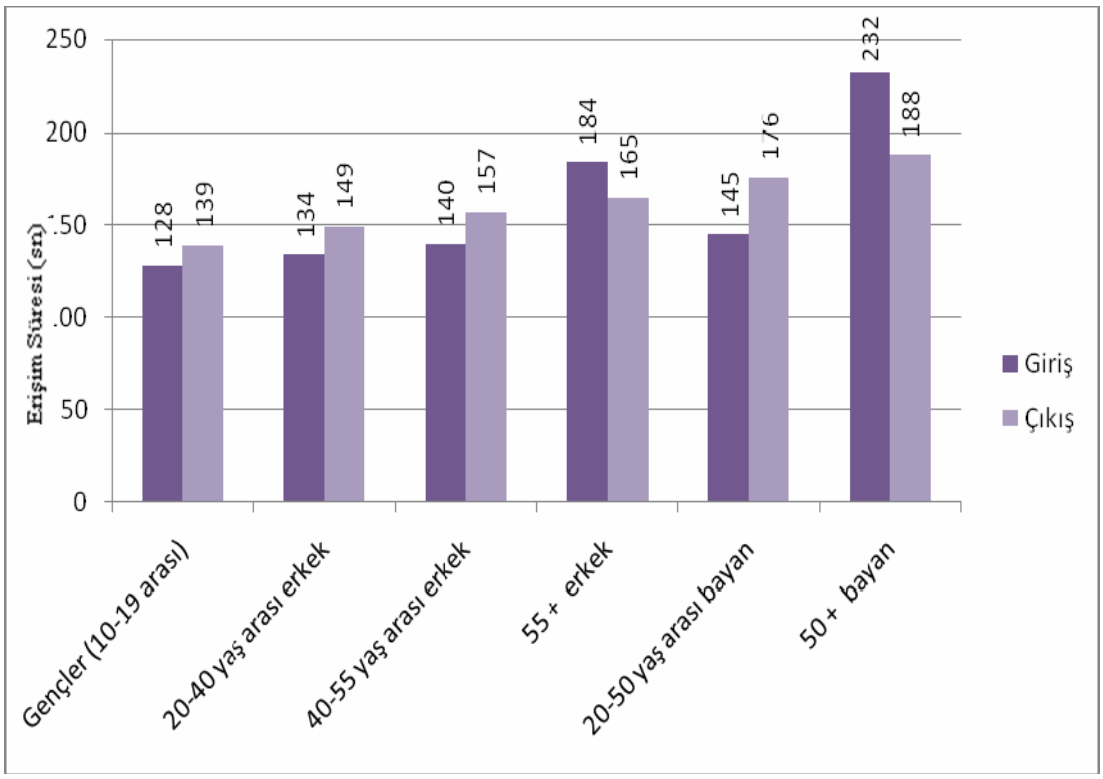


Şekil 4.19: Taksim Metro İstasyonu şeması

4.2.3.2. Bulgular ve değerlendirme

Bu bölümde altı metro istasyonunda yapılan çalışmalardan çıkarılan bulgular gösteriliştir. Bu altı istasyonda yolcuların platforma iniş ve platformdan yüzeye çıkış süreleri yaş gruplarına göre belirlenmiştir. Bunlar; gençler (10-19 arası), 20-40 yaş arası erkekler, 40-55 yaş arası erkekler, 55'ten yaşlı erkekler, 20-50 yaş arası bayanlar ve 50'den yaşlı bayanlar olarak gösterilmiştir. Yaş sınıflandırması TS 12174 yaş sınıflandırması ile aynı alınmıştır.

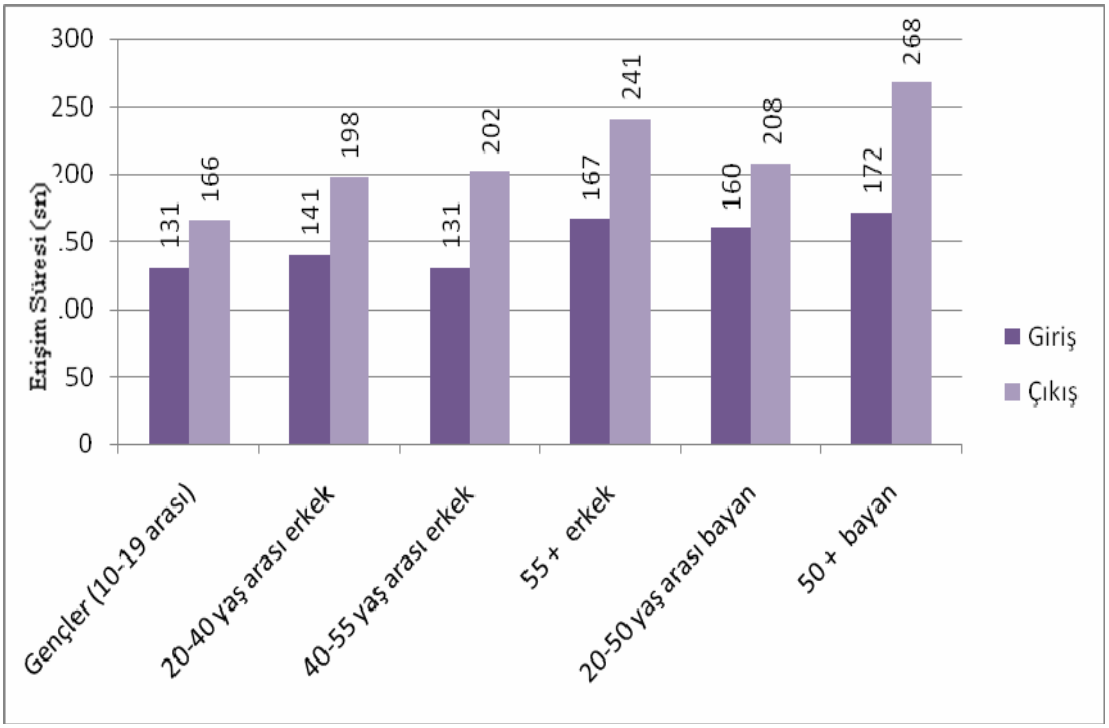
Şekil 4.20 ve Çizelge 4.13'de 4. Levent metro istasyonu için, Şekil 4.21 ve Çizelge 4.14'te Levent Metro İstasyonu için, Şekil 4.22 ve Çizelge 4.15'de Gayrettepe-Zincirlikuyu Metro İstasyonu için, Şekil 4.23 ve Çizelge 4.16'da Şişli-Mecidiyeköy Metro İstasyonu için, Şekil 4.24 ve Çizelge 4.17'de Osmanbey Metro İstasyonu için, Şekil 4.25 ve Çizelge 4.18'de Taksim Metro İstasyonu için gösterilen yaş gruplarında istasyona giriş ve çıkış için erişim sürelerinin ortalamaları gösterilmiştir.



Şekil 4.20: 4. Levent Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

Çizelge 4.13: 4. Levent Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

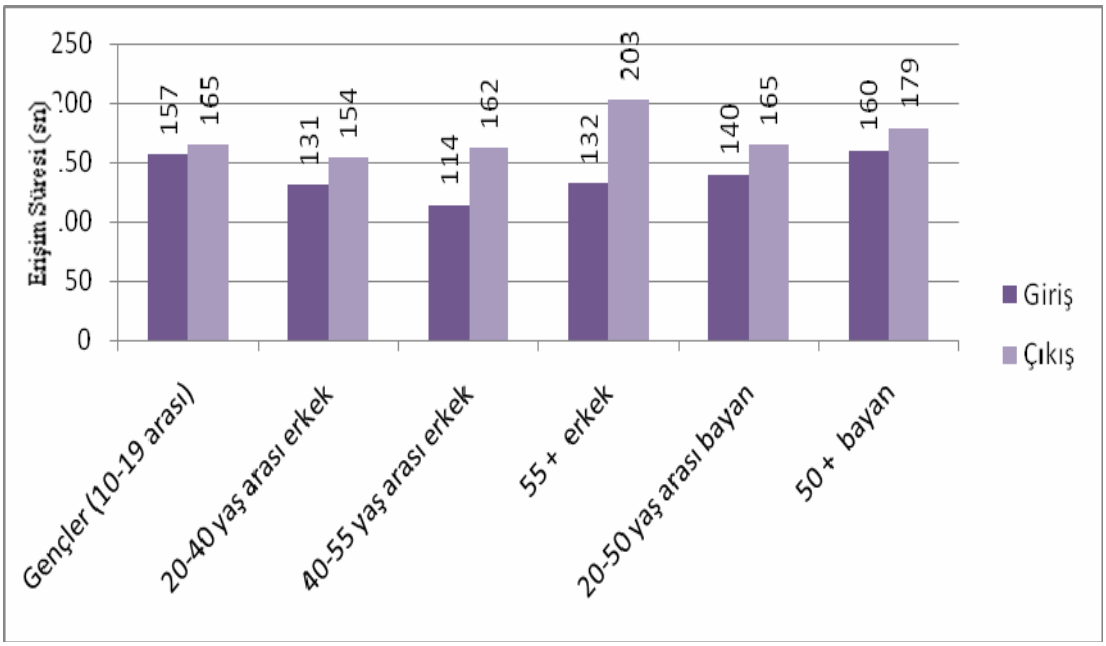
	GİRİŞ		ÇIKIŞ	
YAŞ	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**
Gençler (10-19 arası)	3	2:08	3	2:19
20-40 yaş arası erkek	14	2:14	16	2:29
40-55 yaş arası erkek	5	2:20	12	2:37
55 + erkek	3	3:04	3	2:45
20-50 yaş arası bayan	22	2:25	23	2:56
50 + bayan	3	3:52	3	3:08
TOPLAM	48	-	60	-



Şekil 4.21: Levent Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

Çizelge 4.14: Levent Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

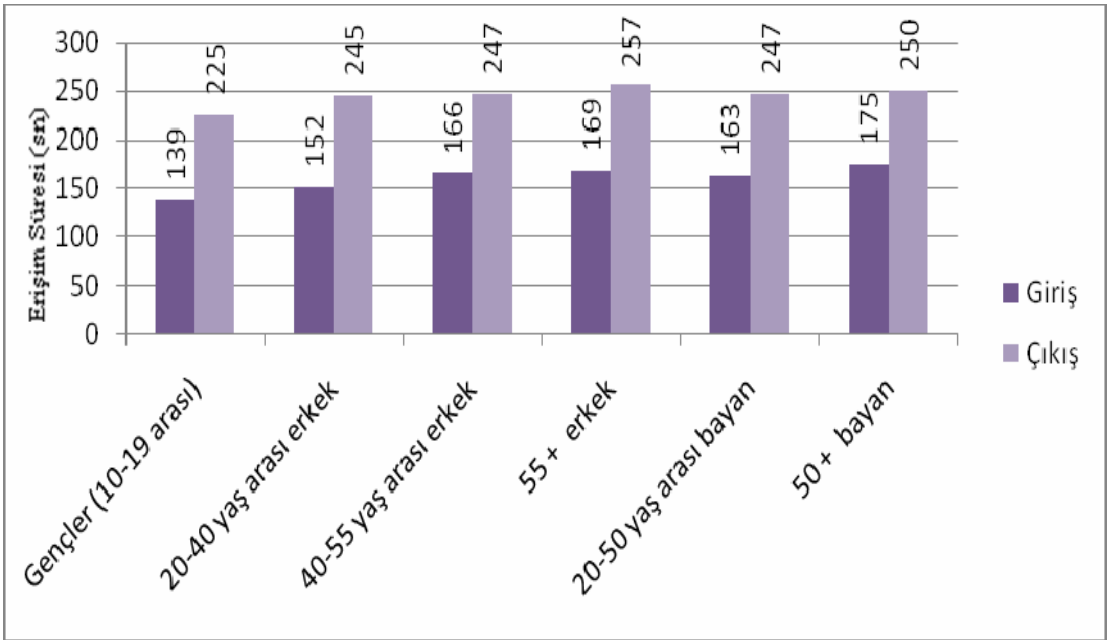
	GİRİŞ		ÇIKIŞ	
YAŞ	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**
Gençler (10-19 arası)	8	2:11	3	2:46
20-40 yaş arası erkek	12	2:21	23	3:18
40-55 yaş arası erkek	3	2:11	10	3:22
55 + erkek	3	2:47	4	4:01
20-50 yaş arası bayan	15	2:40	23	3:28
50 + bayan	3	2:52	3	4:28
TOPLAM	44	--	66	--



Şekil 4.22: Gayrettepe-Zincirlikuyu Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

Çizelge 4.15: Gayrettepe-Zincirlikuyu Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

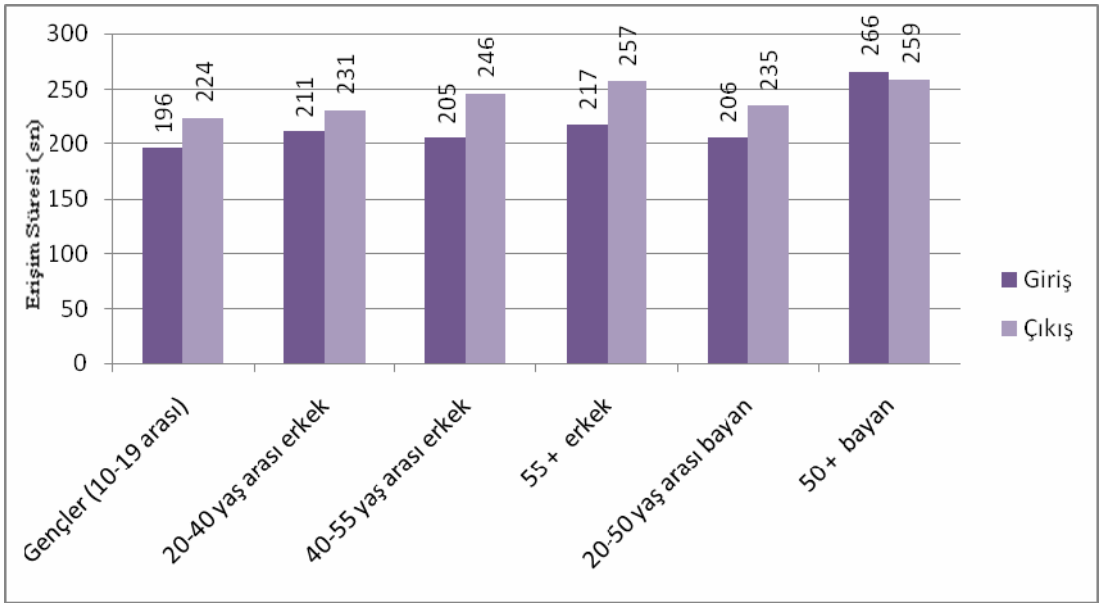
	GİRİŞ		ÇIKIŞ	
YAŞ	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**
Gençler (10-19 arası)	3	2:37	3	2:45
20-40 yaş arası erkek	6	2:11	28	2:34
40-55 yaş arası erkek	8	1:54	5	2:42
55 + erkek	3	2:12	3	3:23
20-50 yaş arası bayan	19	2:20	22	2:45
50 + bayan	3	2:40	4	2:59
TOPLAM	42	--	65	--



Şekil 4.23: Şişli-Mecidiyeköy Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

Çizelge 4.16: Şişli - Mecidiyeköy Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

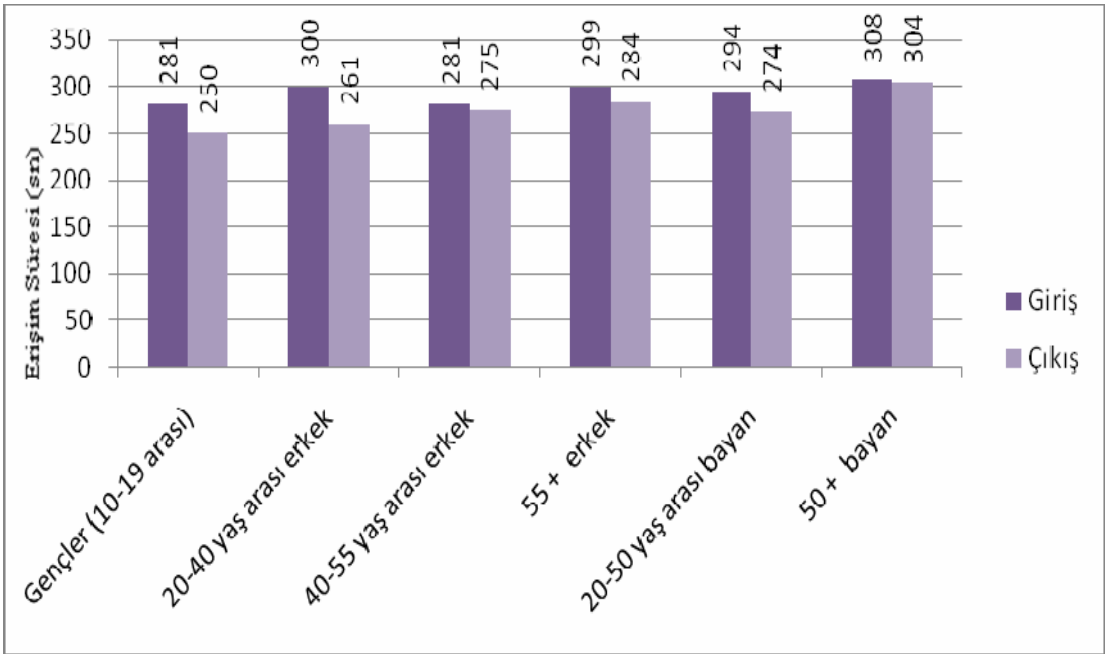
	GİRİŞ		ÇIKIŞ	
YAŞ	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**
Gençler (10-19 arası)	4	2:19	2	3:45
20-40 yaş arası erkek	12	2:32	25	4:05
40-55 yaş arası erkek	4	2:46	10	4:07
55 + erkek	4	2:49	3	4:17
20-50 yaş arası bayan	15	2:43	29	4:07
50 + bayan	3	2:55	3	4:10
TOPLAM	42	--	72	--



Şekil 4.24: Osmanbey Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

Çizelge 4.17: Osmanbey Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

	GİRİŞ		ÇIKIŞ	
YAŞ	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**	**KİŞİ SAYISI**	**SÜRE (dk)**
Gençler (10-19 arası)	3	3:16	4	3:44
20-40 yaş arası erkek	16	3:31	18	3:51
40-55 yaş arası erkek	6	3:25	15	4:06
55 + erkek	3	3:37	3	4:17
20-50 yaş arası bayan	15	3:26	22	3:55
50 + bayan	3	4:26	3	4:19
TOPLAM	46	--	65	--



Şekil 4.25: Taksim Metro İstasyonu'nda giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

Çizelge 4.18: Taksim Metro İstasyonu'nda platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

	GİRİŞ		ÇIKIŞ	
YAŞ	KİŞİ SAYISI	SÜRE (dk)	KİŞİ SAYISI	SÜRE (dk)
Gençler (10-19 arası)	3	4:41	3	4:10
20-40 yaş arası erkek	15	5:00	29	4:21
40-55 yaş arası erkek	3	4:41	4	4:35
55 + erkek	3	4:59	3	4:44
20-50 yaş arası bayan	21	4:54	28	4:34
50 + bayan	3	5:08	3	5:04
TOPLAM	48	--	70	--

Çizelge 4.19'da 4.Levent-Taksim arası istasyonlara ait giriş ve çıkış süreleri görülmektedir.

Çizelge 4.19: 4.Levent-Taksim arası platforma giriş ve çıkış için ortalama erişim süreleri

İSTASYON	Giriş (dk)					
	4.Levent	Levent	Gayrettepe	M.Köy	Osmanbey	Taksim
Gençler (10-19 arası)	02:08	02:11	02:37	02:19	03:16	04:41
20-40 arası erkek	02:14	02:21	02:11	02:32	03:31	05:00
40-55 yaş arası erkek	02:20	02:11	01:54	02:46	03:25	04:41
55 + erkek	03:04	02:47	02:12	02:49	03:37	04:59
20-50 yaş arası bayan	02:25	02:40	02:20	02:43	03:26	04:54
50 + bayan	03:52	02:52	02:40	02:55	04:26	05:08
İSTASYON	Çıkış (dk)					
	4.Levent	Levent	Gayrettepe	M.Köy	Osmanbey	Taksim
Gençler (10-19 arası)	02:19	02:46	02:45	03:45	03:44	04:10
20-40 arası erkek	02:29	03:18	02:34	04:05	03:51	04:21
40-55 yaş arası erkek	02:37	03:22	02:42	04:07	04:06	04:35
55 + erkek	02:45	04:01	03:23	04:17	04:17	04:44
20-50 yaş arası bayan	02:56	03:28	02:45	04:07	03:55	04:34
50 + bayan	03:08	04:28	02:59	04:10	04:19	05:04

Yukarıdaki verilerden anlaşılacağı üzere yaş arttıkça platforma iniş süresi de artmaktadır. Bu yaş ile yürüme hızı arasındaki bağlantıyla ilgilidir. Yaş arttıkça yürüme hızı azalacağı için erişim süresi artmaktadır.

Platforma gidiş ve platformdan çıkış geçkileri Mecidiyeköy ve Taksim istasyonları dışında yaklaşık olarak aynı uzunluktadır. Dolayısıyla bu istasyonlar için, çıkış süreleri ve giriş süreleri zaman açısından karşılaştırılabilir. Zirve saatlerde çıkış süreleri genelde giriş sürelerinden yüksek çıkmıştır. Bu, istasyondan çıkışın zirve saatlerde girişe oranla daha zor olduğunu göstermektedir. Platforma erişim ve platformdan çıkış açısından açısından en uzun süre Taksim istasyonunda görülmektedir. Bu, Taksim istasyonunun diğer istasyonlara göre daha uzun bir geçkiye sahip olduğunun sonuçlarındandır.

4.2.4. Belirlenen yaş grupları için yolcu yürüme hızlarının bulunması

İstasyonlarda, normal merdivende yürüyen yolcuların normal merdiven için ortalama çıkış ve iniş süreleri toplam süreden çıkarılarak yürüme hızı hesabına gidilmiştir. Bunun için Taksim Metro İstasyonu'nda İstiklal Caddesi çıkışındaki merdivenler incelemeye alınmıştır. Her yaş grubu için 20 kişi gözleme alınmış olup giriş ve çıkış olarak ayrı ayrı merdivenden inme ve çıkma süreleri bulunmuştur. Taksim istasyonunun İstiklal Caddesi çıkışı 41 basamaklı olup, bulunan diğer süreler, farklı istasyondaki farklı sayıda basamak içeren normal merdivenler için kendi basamakları oranında arttırılmış veya azaltılmıştır. Çizelge 4.20'de Taksim istasyonunda 41 basamaklı normal merdiven için iniş ve çıkış süreleri görülmektedir.

Çizelge 4.20: Taksim Metro İstasyonu'nda yaş aralıklarına göre 41 basamaklı normal merdiven iniş ve çıkış süresi

Yaş Aralığı	Merdiven İniş Süresi (sn)	Merdiven Çıkış Süresi (sn)
Gençler (10-19 arası)	18	25
20-40 yaş arası erkek	19	27
40-55 yaş arası erkek	23	29
55 + erkek	26	32
20-50 yaş arası bayan	23	33
50 + bayan	27	37

Her istasyonda yürüyen merdivende yürümeyenler ve normal merdiven kullananlardan yola çıkılarak yaş grupları için ortalama hız bulunmuştur. Bunun için toplam süreden, yürüyen merdivenlerin süreleri ve normal merdiven için hesaplanan basamak sayısıyla orantılı ortalama giriş ve çıkış süreleri çıkarılmıştır. Yürünen uzaklık elde edilen süreye bölünerek yürüme hızı hesaplanmıştır. Daha sonra her istasyondan giriş ve çıkış için elde edilen hız değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınarak aşağıdaki çizelgeler elde edilmiştir.

Çizelge 4.21'de iniş ve çıkış için elde edilmiş hız değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.21: İniş ve çıkış için elde edilen ortalama hız değerleri

Yaş Aralığı	Kişi Sayısı	Ortalama Hız (m/sn)	Ortalama Hız (km/sa)
Gençler (10-19 yaş)	14	1,59	5,72
40'tan genç erkek	81	1,40	5,04
40-55 yaş arası erkek	43	1,31	4,72
55'ten yaşlı erkek	7	1,08	3,89
20-50 yaş arası bayan	108	1,36	4,90
50'den yaşlı bayan	3	1,00	3,6

Hız değerlerine bakıldığında bulunan hız değerlerinin, TS 12174'te verilen çizelge 2.2'deki hız değerleri ile karşılaştırıldığında normal koşullardaki yürüme hızlarından daha düşük olduğu görülmektedir. Bu çalışma, metro istasyonlarında zirve saatlerde yapılmış olduğundan dolayı kalabalığın hız üzerindeki etkisi olarak yorumlanabilir.

5. SONUÇ

Tez kapsamında, İstanbul Metrosu'ndaki yolcu hareketleri incelenmiştir. Bu kapsamda, turnikelerdeki yolcu isteminin belirlenmesi, yürüyen merdivenlerde yolcu isteminin belirlenmesi, çeşitli yaş gruplarına göre girişten perona, perondan çıkışa kadar yolcuların erişim sürelerinin ve yaya hızlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Turnikelerde yolcu isteminin belirlenmesi çalışması, 4.Levent metro istasyonunda, zirve saatlerde 2 sa boyunca 5 dk'lık aralıklar ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre çıkış turnikeleri için gözlenen en büyük akım 843 yolcu/sa, en büyük akım oranı ise 1008'dir. Giriş turnikeleri için gözlenen en büyük akım 646 yolcu/sa, en büyük akım oranı ise 984 yolcu/sa olarak gözlenmiştir.

Yürüyen merdivenlerde yolcu isteminin belirlenmesi çalışması da 4.Levent metro istasyonunda zirve saatlerde 2 sa boyunca 5 dk'lık aralıklar ile gerçekleştirilmiştir. ise giriş doğrultusunda en büyük akım 2240 yolcu/sa, akım oranı ise 2916 yolcu/sa, çıkış doğrultusunda en büyük akım 1400 yolcu/sa, akım oranı ise 1824 yolcu/sa olarak gözlenmiştir. Hem yürüyen merdivenler için hem de turnikeler için bulunan bu sonuçlar standart değerlerle karşılaştırıldığında yolcu isteminin standartlarda belirtilen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir.

Taksim ve 4.Levent metro istasyonlarında her istasyon için ayrı ayrı platforma erişim ve platformdan yüzeye çıkış süreleri incelenmiştir. Bu süreler yaş gruplarına göre grafiklerle gösterilmiştir. Genel olarak yaş arttıkça erişim süresi de artmaktadır. Taksim İstasyonu'nda hem giriş hem de çıkış için diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında en yüksek erişim süreleri gözlenmiştir. Giriş doğrultusu için en uzun erişim süresi gençlerde (10-19 yaş arası) 4:41dk, 20-40 yaş arası erkeklerde 5:00 dk, 40-55 yaş arası erkeklerde 4:41 dk, 55 yaşından yaşlı erkeklerde 4:59 dk, 20-50 yaş arası bayanlarda 4:54 dk, 50 yaş üstü bayanlarda ise 5:08 dk ile Taksim İstasyonu'nda görülmüştür. Çıkış doğrultusu için ise en uzun erişim süresi gençlerde (10-19 yaş arası) 4:10 dk, 20-40 yaş arası erkeklerde 4:21 dk, 40-55 yaş arası erkeklerde 4:35 dk, 55 yaşından yaşlı erkeklerde 4:44 dk, 20-50 yaş arası bayanlarda 4:34 dk, 50 yaş üstü bayanlarda ise 5:04 dk ile yine Taksim İstasyonu'nde

görülmüştür. Taksim İstasyonu'nda genel olarak giriş ve çıkış sürelerinin diğer istasyonlardan uzun olması platforma ulaşım ve platformdan yüzeye çıkış geçkisinin diğer istasyonlara göre uzun olmasından kaynaklanmaktadır. Giriş doğrultusu için en kısa erişim süresi 1:54 dk ile Gayrettepe İstasyonu'nda 40-55 yaş arası erkeklerde görülmüştür. Çıkış doğrultusunda ise en kısa erişim süresi 2:19 dk ile 4.Levent İstasyonu'nda gençlerde (10-19 yaş arası) görümüştür. Giriş ve Çıkış erişim sürelerinin kısa olması 4.Levent ve Gayrettepe İstasyonlarında giriş ve çıkış geçkisinin Taksim İstasyonuna göre daha kısa olmasından kaynaklanmaktadır.

Taksim-4.Levent arası istasyonlardaki yolcu hareketleri sonucunda bulunan yürüme hızları TS 12127 standardına göre düşük çıkmıştır. 10-19 yaş arası gençlerde hız standartta 1,8 m/sn iken metro istasyonunda yapılan çalışmada bu hız 1,59 m/sn, 20-40 yaş arası erkeklerde standarttaki hız 1,7 m/sn iken 1,40 m/sn, 40-55 yaş arası erkeklerde standarttaki hız 1,6 iken 1,31 m/sn, 55 yaş üstü erkeklerde standarttaki hız 1,5 m/sn iken 1,08 m/sn, 20-50 yaş arası bayanlarda standarttaki hız 1,4 m/sn iken 1,08 m/sn, 50 yaş üstü bayanlarda ise standarttaki hız 1,3 m/sn iken 1,0 m/sn bulunmuştur. Bu çalışma zirve saatlerde yapıldığı için yolcu yürüme hızlarının düşük çıkması kalabalık unsuru ile açıklanabilmektedir.

KAYNAKLAR

Bendall, M. J. *et al*, 1989: Factors affecting walking speed of Elderly people, *Age and aging*, Vol. 18, pp327-332.

Bennett, D., 2004: Metro-The Story of the Underground Railway, Octopus Publishing Group Ltd.

Bonnett, F.C, 2005: *Practical Railway Engineering 2nd edition,* Imperal Collage Press.

Brilon, W., Großmann, M. and Blanke, H., 1993: Verfahren für die berechnung der leistungsfähigkeit und qualität des verkehrsablaufes auf straßen (Methods for the calculation of the capacity and quality of traffic flow in streets), *Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Series Number 669*, Chap. 13, Ministry of Traffic, Bonn.

Cheung, C.Y. and Lam, H.K., 1998: Pedestrian route choices between escalator and stairway in MTR stations, Journal of Transportation Engineering May-June**.**

Çağdaş, G., 1954: Binalarda Boşalma Sürecinin Analizi ve Benzetimi, *Doktora tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çetindağ, B., 2002: Metro İstasyonları Tasarım Kriterleri İstanbul Metrosu ve Londra Tottenham Court Road İstasyonu Örnekleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Dewei, L, and Baoming, H., 2006: Modeling and Simulation Pedestrian Evacuation Process in Mass Transit Railway Stations, School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China.

Fruin, J. J ., 1971: *Pedestrian planning and design*, Metropolitan association of urban designers and environmental planners, New York, USA.

Fujiyama, T. and Tyler, N, 2004: An Explicit Study on Walking Speeds of Pedestrians on Stairs, Centre for Transport Studies, University College London United Kingdom.

Ganem, J., 1998: 'A behavioral demonstration of Fermat's principle'. *The Physics Teacher*, Vol.36. pp.76-78

Haight F A., 1963: *Mathematical theories of traffic flow*, Academic Press, New York, USA, p. 35.

Helbing, D., Farkas, I.J., Molnar, P. and Vicsek, T., 2002: Simulation of pedestrian crowds in a normal and evacuation situations, *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, New York:Springer-Verlag.

Highway Capacity Manual (HCM), 2000: Transportation Research Board, US.

Keating, J., 1982: The myth of panic, *Fire Journal*, Vol. 77, pp.57–61, 147.

NFPA 130, 2010: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems, An International Codes and Standards Organization, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471

Özbek, E., 2007: Metrolarda Yön Bulma Davranışının Çevresel Stres Bağlamında İrdelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Pektaş, A.G., 1997: Metro İstasyonlarında Yolcu Sirkülasyonunun Değerlendirilmesi İçin Bir Uzman Sistem Önerisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Peschel, R., 1957: Untersuchungen über die leistangsfähigkeit ungeschützter fussgängerüberwege, (Research into the capacity of unprotected pedestrian crossing) (in German), *Sttassertechnik*, Vol 6, pp 63-7.

Quarantelli, E., 1957: The behavior of panic participants, *Sociology and Social Research*, Vol. 41, pp.187–194.

Tregenza, P., 1976: *The design of interior circulation*, Crosby lockwood staples, London.

Tragenza P. R., 1978: Movement of People in Buildings-Some Recent Studies *Architectural Science Review* vol: 21.

TS- 12127, 1997: Şehiriçi Yollar-Raylı Taşıma Sistemleri Bölüm 1:Yer altı İstasyon Tesisleri Tasarım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

TS 12174, 1997: Şehiriçi Yollar-Yaya Yolu ve Yaya Bölgeleri Tasarım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü,*Ankara.

TS-EN 115-1, 2007: Yürüyen Merdiven ve Yürüyen Bantlar İçin Güvenlik- Bölüm 1, *Türk Standartları Enstitüsü,*Ankara.

Top, N., 1990: Bir Ulaşım Türü Olarak Yaya ve Yaya Mekanları Üzerine Düşünceler, *Planlama 90/1-2,* TMMOB Şehir Plancıları Odası, Ankara.

Tunç, H, 2007: Yer altı Metro İstasyonlarında Algısal Faktörlerin İrdelenmesi: Taksim Metro İstasyonu, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Url-1 http://www.istanbul-ulasim.com.tr/default.asp?menu_id=3&sayfa_id=10 alındığı tarih 17.07.2009

Url-2 < http://www.istanbul-ulasim.com.tr/default.asp?menu_id=3&sayfa_id=1 > alındığı tarih 10.05.2009

Weidmann, U., 1993: Transporttechnik der Fußgänger (Transportation technique for pedestrians), *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Straßen- und Eisenbahnbaunumber 90*, ETH Zürich, Swtizerland.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Nesrin (KAYA) ERDALOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi: 26/08/1983

Adres: Üsküdar / İSTANBUL

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi