

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜRÜYEN MERDİVENLERDE OLAN KAZALARIN ARAŞTIRILMASI VE
İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hasan Fatih ÇINAR

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Konstrüksiyon Programı

HAZİRAN 2018

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜRÜYEN MERDİVENLERDE OLAN KAZALARIN ARAŞTIRILMASI VE
İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hasan Fatih ÇINAR
(503121212)**

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Konstrüksiyon Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cevat Erdem İMRAK

HAZİRAN 2018

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503121212 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Hasan Fatih ÇINAR, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “YÜRÜYEN MERDİVENLERDE OLAN KAZALARIN ARAŞTIRILMASI VE İRDELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Cevat Erdem İMRAK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Cüneyt FETVACI**
İstanbul Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi İsmail GERDEMELİ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 4 Mayıs 2018
Savunma Tarihi : 4 Haziran 2018



ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışması süreci boyunca göstermiş olduğu çok yakın ilgi, destek ve yardımlardan dolayı Sayın hocam, Prof. Dr. C. Erdem İMRAK'a, yaşamım boyunca bana göstermiş oldukları sevgi ve destekleri için çok kıymetli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2018

Hasan Fatih ÇINAR
(Makina Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ.....	1
2. YÜRÜYEN MERDİVENLERİN TARİHÇESİ	3
2.1 Yürüyen Merdivenlerin İlk Uygulamaları.....	3
2.2 Yürüyen Merdivenlerin Kronolojik Tarihi.....	3
2.2.1 Reno tasarımı	7
2.2.2 Seeberger tasarımı	11
2.2.3 Otis yürüyen merdivenleri	13
2.2.4 M serisi yürüyen merdivenler	15
2.2.5 LHD serisi yürüyen merdivenleri	17
2.3 Yürüyen Merdiven İmalatçılar Tarihçesi	19
2.3.1 CNIM	19
2.3.2 Pantin / APV Baker.....	19
2.3.3 O&K yürüyen merdivenleri	19
2.3.4 Bakbak makine.....	19
2.3.5 LÖHER asansör ve yürüyen merdiven firması	19
2.3.6 Yürsan yürüyen merdiven sistemleri	20
2.3.7 Ake asansör sistemleri	20
3. YÜRÜYEN MERDİVENLERİN TEKNİK YAPISI	23
3.1 Yürüyen Merdivenlerin Çalışma Prensibi.....	23
3.2 Yürüyen Merdivenlerin Elemanları.....	25
3.2.1 Sürücü	27
3.2.2 Ana tahrik zinciri	27
3.2.3 Basamaklar	27
3.2.4 Motor ve Redüktör	28
3.2.5 Fren	28
3.2.6 El bandı	28
3.2.7 İskelet	29
3.2.8 Taraklar	29
3.2.9 Basamak zinciri.....	30
3.2.10 Raylar	30
3.2.11 Korkuluk Paneli	31
3.2.12 İniş plaka	31
3.2.13 Etek panel.....	32

3.2.14 Etek panel fırçası.....	32
3.2.15 Yürüyen merdiven güvenlik cihazları.....	32
4. YÜRÜYEN MERDİVEN KAZALARI	37
4.1 Yürüyen Merdivenler İçin Standardlar Ve Yönetmelikler.....	37
4.2 Kaza Örnekleri.....	49
4.2.1 Birinci örnek kaza	49
4.2.2 İkinci örnek kaza	56
4.2.3 Üçüncü örnek kaza.....	66
4.2.4 Dördüncü örnek kaza	72
4.2.5 Beşinci örnek kaza	73
4.2.6 Altıncı örnek kaza	74
4.2.7 Yedinci örnek kaza.....	74
4.2.8 Sekizinci örnek kaza.....	75
4.2.9 Dokuzuncu örnek kaza.....	75
4.2.10 Onuncu örnek kaza.....	76
4.2.11 Onbirinci örnek kaza	76
4.2.12 Onikinci örnek kaza	77
4.3 Yürüyen Merdivenlerde Karşılaşılan Kaza Tipleri	78
4.4 Yürüyen Merdiven Kazaları İçin Önlemler.....	81
4.5 Yürüyen Merdiven Kaza İstatistikleri	82
4.5.1 Yıllara göre kaza istatistikleri	84
4.5.2 Yıllara göre ölümcül kaza istatistikleri	85
4.5.3 Yaşlara göre kaza istatistikleri	90
4.5.4 Ölümcül kazaların yaşa göre istatistiği	92
4.5.5 Kazaların ülkelere göre istatistiği.....	93
4.6 Yürüyen Merdivenlerin Kullanımı Sırasında Dikkat Edilmesi Gerekenler	93
4.6.1 Yürüyen merdivene binerken	93
4.6.2 Yürüyen merdivende iken	94
4.6.3 Yürüyen merdivenden inerken	94
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	95
KAYNAKLAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ.....	101

KISALTMALAR

ARGE	: Araştırma ve Geliştirme
CE	: Avrupa Standardlarına Uygunluk (<i>Conformite European</i>)
DIN	: Alman Standardizasyon Enstitüsü
ELA	: European Lift Association
EN	: Avrupa Standardları (<i>Europeane Norm</i>)
EVA	: Etil Vinil Asedatan
Kg	: Kilogram
m	: Metre
N	: Newton
PVC	: Poli Vinil Klorür
s	: Saniye
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
vb	: Ve benzeri



SEMBOLLER

◦ Derece





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1: Beyan Hızı- Durma Uzaklıkları	41
Çizelge 4.2: Kazaların listesi	42
Çizelge 4.3: İzleme ve elektrik güvenlik cihazları / fonksiyonları için gereklilikler.	46
Çizelge 4.4: Önemli tehlikeler listesi.....	47
Çizelge 4.5: Kazanın dava konusu kaza ile ilgisi	52
Çizelge 4.6: Durma mesafeleri	59
Çizelge 4.7: Basamaklar ile süpürgelik (etek) arasındaki mesafe değerleri.....	60
Çizelge 4.8: 2007-1987 yılları arasındaki kaza sayıları.....	84
Çizelge 4.9: 2007-1987 yılları arasındaki ölümcül kaza sayıları.....	86
Çizelge 4.10: 2010-2013 yılları arasındaki kazaların sebepleri.....	90
Çizelge 4.11: Yıllara göre Yaş-Kaza.....	91



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Nathan Ames'in icadı olan dönen merdiven.	4
Şekil 2.2: George H Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 1.sayfası. ...	4
Şekil 2.3: George H Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 2.sayfası. ...	5
Şekil 2.4: George H Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 3.sayfası. ...	5
Şekil 2.5: George H Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 4.sayfası. ...	6
Şekil 2.6: George H Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 5.sayfası. ...	6
Şekil 2.7: J.W.Reno'nun sonsuz merdiveni.	7
Şekil 2.8: 1896 Coney Island'da Reno'nun ilk makinesi.	7
Şekil 2.9: Reno'nun ilk Merdivenli ve Patentli Eğimli Asansörü.	8
Şekil 2.10: Holloway Yol istasyonundaki spiral hareketli yürüme yolu.	8
Şekil 2.11: W. Aston'un Zincir tasarım detayı – Holloway Yolu.	9
Şekil 2.12: Spiral Yürümeyolu hattı ile el bandı tahriğinin konfigürasyonu.	10
Şekil 2.13: Charles D Seeberger tarafından 8 Ağustos 1911'de patenti alınmış C D Seeberger asansörüdür.	11
Şekil 2.14: 8 Ağustos 1911'de patenti alınmış Charles D Seeberger'in icadı olan asansör.	11
Şekil 2.15: Metro için Seeberger'e ait patent detayları.	12
Şekil 2.16: S.P.A tipi yürüyen merdiven detayı, Seeberger Tipi.	12
Şekil 2.17: Seeberger, patent tarihi 8 Ağustos 1911.	13
Şekil 2.18: Earls Court'daki A tipi yürüyen merdiven.	14
Şekil 2.19: Amerika'da testte olan bir MH tipi yürüyen merdiven prototipi.	15
Şekil 2.20: Holborn istasyonundaki MH yürüyen merdiveni.	16
Şekil 2.21: LHD-M yürüyen merdivenin çıkıntılı basamak zinciri ve entegre kaskaları.	18
Şekil 3.1: Basamak ile süpürgelik (etek) sacı.	24
Şekil 3.2: Merdiven basamak elemanları.	24
Şekil 3.3: Yürüyen merdiven şeması ve elemanları.	25
Şekil 3.4: Yürüyen merdiven şeması ve elemanları.	26
Şekil 3.5: Yürüyen merdiven şeması ve elemanları.	26
Şekil 3.6: Sarı çerçeveli basamak.	28
Şekil 3.7: Örnek El bandı görseli ve uygulaması.	29
Şekil 3.8: İskelet.	29
Şekil 3.9: Kullanılan tarak çeşitleri.	30
Şekil 3.10: Yürüyen merdiven rayları.	31
Şekil 3.11: Korkuluk paneli.	31
Şekil 3.12: Paslanmaz çelik etek paneli ve fırçası.	32
Şekil 3.13: Güvenlik ekipmanları ve yerleri.	34
Şekil 3.14: Tarak kontağı.	35
Şekil 3.15: Etek kontağı.	35
Şekil 3.16: Etek kontaklarının iki farklı türde montajı.	36
Şekil 3.17: Etek kontağının tetiklenmesi.	36

Şekil 4.1: Süpürgeliğin özellikleri.	38
Şekil 4.2: Kullanıcı uyarıları.	41
Şekil 4.3: Süpürgelik korumasının şartları.	44
Şekil 4.4: Basamak ile süpürgelik arası boşluk.	45
Şekil 4.5: TS EN 115-1'e göre pintograflar (çap minimum 0,08 m).	47
Şekil 4.6: Küçük kızın yürüyen merdivene biniş anı.	50
Şekil 4.7: Küçük kızın yürüyen merdivene sağ taraftan biniş anı.	51
Şekil 4.8: İlk yardım ekibinin bölgeye gelişi.	51
Şekil 4.9: Süpürgelik detayı.	53
Şekil 4.10: Resimli anlatım örneği.	54
Şekil 4.11: Basamaklar.	57
Şekil 4.12: Acil durdurma düğmeleri.	57
Şekil 4.13: Fırça boyu.	58
Şekil 4.14: Fırça konumu.	58
Şekil 4.15: Taraklar.	59
Şekil 4.16: El bandı ile veri kaydedici.	59
Şekil 4.17: Yürüyen merdiven uyarıları.	60
Şekil 4.18: Yürüyen merdiven uyarı ve emniyet işaretleri.	61
Şekil 4.19: Olay anı temsili resimleri.	63
Şekil 4.20: Küçük kızın giydiği ayakkabı.	65
Şekil 4.21: Kazaya ait yürüyen merdiven.	66
Şekil 4.22: Kazanın meydana geldiği yürüyen merdivenin teknik özellikleri.	67
Şekil 4.23: Fotoseller ve taşıyıcı kolunlar.	68
Şekil 4.24: Trabzan ile o kattaki sütun arasındaki mesafe resmi.	69
Şekil 4.25: Trabzan ile sütuna monteli korkulukla olan mesafe resmi.	69
Şekil 4.26: Sarı çerçeveli basamak.	70
Şekil 4.27: Tarak dişleri.	70
Şekil 4.28: Acil durdurma anahtarları.	71
Şekil 4.29: Yürüyen merdiven giriş uyarıları.	71
Şekil 4.30: Alt biniş yerineden engelin kaldırılması anı.	72
Şekil 4.31: Düşme anı.	73
Şekil 4.32: Sıkışan kolun çıkarılma anı.	74
Şekil 4.33: İtfaiye ekibinin kurtarma anı.	74
Şekil 4.34: Çocuğun yürüyen merdivene ters binme ve sıkışma anı.	75
Şekil 4.35: Grubun merdiveni kullanma ve düşme anı.	76
Şekil 4.36: Yerinden çıkan fırça.	77
Şekil 4.37: Turistin yaralanan ayağı.	77
Şekil 4.38: Yürüyen merdiven biniş engeli.	78
Şekil 4.39: El bandına çıkan çocuk.	78
Şekil 4.40: El bandını tutmaya çalışan çocuk.	79
Şekil 4.41: El bandına yan taraftan erişen çocuk.	79
Şekil 4.42: El bandına giyisisi kapılmış çocuk.	80
Şekil 4.43: Yürüyen merdiven kazaların yaş dağılımı.	83
Şekil 4.44: Yürüyen merdiven kazaların sebepler dağılımı.	83
Şekil 4.45: Şıkışma kazası örneği.	83
Şekil 4.46: Yıl-Kaza.	85
Şekil 4.47: Yıl-Ölümcül kaza.	87
Şekil 4.48: İşçi-Kullanıcı kazaları.	87
Şekil 4.49: Kullanıcılar için kaza kategorileri.	88
Şekil 4.50: İşçiler için kaza kategorileri.	88

Şekil 4.51: Barselona metrosu kaza kategorileri.	89
Şekil 4.52: Kaza kategorileri ana sonucu.	89
Şekil 4.53: Yaş-Kaza sayısı.	92
Şekil 4.54: Yaş- Ölümcül kaza.	92
Şekil 4.55: Ülke-Kaza sayısı.....	93





YÜRÜYEN MERDİVENLERDE OLAN KAZALARIN ARAŞTIRILMASI VE İRDELENMESİ

ÖZET

Yürüyen merdivenler toplum yaşamının bir parçası olan alışveriş merkezleri, havalimanları ve metrolar gibi topluca bulunulan mekanlarda bir kattan bir kata ulaşmak için kullanılmaktadır. Bu sistem ile sürekli yolcu taşınabilmektedir. Kalabalık yerlerde bu oldukça önem arz etmektedir. Bu durum yürüyen merdivenlerin kullanım sayısını da artırmaktadır.

Yaygın kullanıma sahip bu araçlarda güvenlik tertibatları ayrıca düşünülmesi gereken bir konudur. Yaşlı ve çocukların da bu sistemleri kullanması durumu daha da kritik hale getirmektedir. Birçok kazalar meydana gelmektedir. Bunlar hafif yaralanmadan ölüme kadar gitmektedir.

Bu kapsamda yürüyen merdivenlerin sırasıyla tarihçesi, elemanları ve çalışma prensibi ve kazaları konularında çalışma yapılmıştır.

Yürüyen merdivenlerin tarihçesi bölümünde sistemin nasıl, nerede ve ortaya kim tarafından çıkarıldığı sunulmuştur. Bu sistemlerin gelişimi detayları ile verilmiştir. Emniyet açısından eklenmiş korkuluk ve ışıklandırma gibi bazı özelliklere rastlanmıştır. İlk yürüyen merdiven üreticileri ile birlikte ülkemizdeki ilk ve önemli üreticileri hakkında bilgiler verilmiştir. Ülkemizde ilk yerli olarak yürüyen merdiveni Bakbak Makina firmasının ürettiği bilgisine ulaşılmıştır.

Yürüyen merdiven elemanları ve çalışma prensibi ele alınmıştır. Bu eleman hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Emniyet açısından bazı tasarım özelliklerine sahip oldukları araştırma sonucunda anlaşılmıştır.

Yürüyen merdivenlerde meydana gelmiş kazalar vaka çalışması yaparak incelenmiştir. Kazalara dair yapılmış istatistiki veriler bu çalışmamızda kullanılmıştır. Kazaların birçoğu yürüyen merdivenlerin sık örneğin haftalık kontrolü yapılmaması, denetimlerin gerçekleştirilmemesi veya kullanıcıların ihmalleri sebebi ile olduğu görülmüştür. Yürüyen merdivenlerin emniyetli kullanımı için var olan standartlar yeterlidir.

İstatistiklerine göre yaşanan kazaların %29'u ölümlerle sonuçlanmıştır. Cinsiyet farkına baktığımızda kazaların %71'ine erkekler, %23'üne ise bayanlar maruz kalmıştır. Yaşlara göre dağılıma baktığımızda kazaların %44'üne 10 yaş ve altındaki çocuklar maruz kalmıştır.



RESEARCH AND INVESTIGATION OF ACCIDENTS IN ESCALATORS

SUMMARY

Escalators are used to reach a platform from other platform in shopping centers, metro and airports. With this system, passengers can be transported continuously. This is a continuous system. That feature of escalators is very important in crowded places. This situation also increases the number of use of escalators.

In the historical section of the escalators, how the system was presented, where and by whom it was revealed. The development of these systems is given in detail. Some features such as safety guardrail and lighting have been encountered. The first escalator manufacturers were informed about the first and important producers in our country.

Nathan Ames was granted first escalator patent on 9 August 1859. After this, Three patents were granted; 1891 Jesse RENO, 1892 George H Wheeler and 1898 Charles D Seeberger. The escalators were first introduced to the public by the establishment of two Seeberger machines in London on Earls Court Station in 1911. New escalator designs emerged and in the 1930's the use of the M series machines began.

Otis has taken "escalator" word as a trade mark. So, Otis is only one authorized in use of capital E.

First escalator manufacturer were Otis, CNIM, Pantin / APV Baker and O&K Escalator. BAKBAK MACHINE is the first escalator manufacturer in Turkey. LOHER is the first company in manufacturing of CE sign escalator in Turkey. Other significant companies in Turkey are Yursan Escalator and Ake Escalator.

Parts and working principle are discussed. Detailed information about this parts is given. For safety reasons, some design features have been understood as a result of their research.

Escalator parts are composed of drive gear, drive chain, step chains, handrail, decking, skirts, combplates, steps and truss. Escalators have some safety equipments. These are lack of phase, fault phase protection, Motor over-load protection, Handrail entry protection, Comb plate safety device, Step sagging protection device, Broken drive-chain safety device, Broken step chain protection, Over-speed protection, Direction reversal protection, Skirt panel protection, Brake protection, Step illumination.

The speed of the escalator should not exceed 1 m/s in terms of safety. Escalators are manufactured generally with 30°.

Safety devices in these vehicles with common use are also a consideration. The use of these systems by the elderly and children also makes the situation even more critical. Many accidents happen. That accidents go from mild injury to death.

Accidents on the escalators have been investigated by conducting case studies. The accident statistics are given in this study. Most of the accidents have been found to be due to frequent eg weekly checks of escalators, lack of inspections or negligence of the users. Standards exist for safe use of escalators.

330 Incidents of falls over the side or from the side of escalators have been located over a period of 20 years between 1987 and 2007.

Plotting the number of accidents per annum shows an upward trend in the number of incidents occurring.

According to the statistics, 29% of the accidents were killed. When we look at gender difference, 71% of the accidents were exposed to men and 23% to women. When we looked at the distribution by age, 44% of the accidents were exposed to children under 10 years of age.

14 standard accident types of how these incidents occur have been identified. Some of these are; falling over the side owing to sitting on or sliding down the handrail, falling from the side owing to holding onto the handrail and being taken, falling after being taken by the handrail as a result of friction by clothing, falling over the side owing to being carried by an elder who has lost balance, suicide, child being carried on parents shoulders on an escalator and unknown causation.

1. GİRİŞ

Yürüyen merdivenler havaalanları, metro/tren istasyonları, alışveriş merkezleri, oteller, okullar ve büyük ofislerde insanları katlar arasında taşımak için kullanılmaktadır. Taşımanın her an yapılabilmesi yürüyen merdivenleri çok avantajlı ve kullanışlı hale getirmektedir. Ancak bu sistemde birçok kazalar olmaktadır. Bu kazaları önlemek için araştırmalar yapılmalıdır.

İlk aşamada yaygın kullanıma sahip bu sistemin tarihçesi anlatılacaktır. Yürüyen merdivenin nerede kim tarafından bulunduğu bilgisi paylaşılacaktır. Gelişim sürecine değinilecektir. Dünyadaki ve ülkemizdeki yürüyen merdiven üreticilerinin tarihçesi de sunulacaktır.

Ardından yürüyen merdivenlerin elemanları ve çalışma prensibi hakkında bilgi verilecektir. Yürüyen merdivenlerde bulunan emniyet cihazlarına değinilecektir.

Daha sonraki bölümde ise yürüyen merdivenlerde yaşanmış kazalar anlatılacaktır. Kazaların nedenlerini sunup sonraki muhtemel kazaları önlemek için alınabilecek tedbirler belirtilecektir. Ülkemizde ve dünyada meydana gelen kazalara dair istatistiki verilerin toplanması çalışması yapılacaktır.



2. YÜRÜYEN MERDİVENLERİN TARİHÇESİ

Bu bölümde, yürüyen merdivenlerin ilk ortaya çıkışları, kullanım metodları ve alınan patentlere yer verilmiştir. Böylece zaman içindeki gelişimi ve modern manadaki yürüyen merdiven tasarımına ulaşma adımları irdelenmiştir.

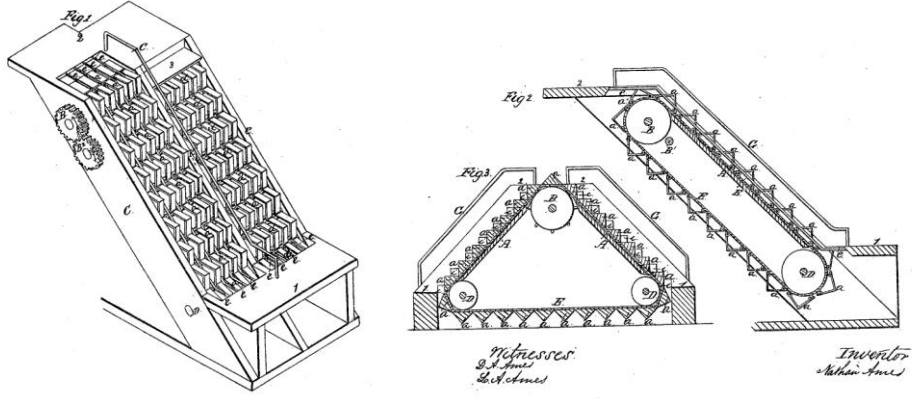
2.1 Yürüyen Merdivenlerin İlk Uygulamaları

Yürüyen merdivenler Londra metrosunda ilk kez iki Seeberger makinesinin 1911 yılında Earls Court İstasyonuna kurulmasıyla halkın kullanımına sunulmuştur. 1930'lu yıllar itibari ile, metronun popülerliğinde ve verimliliğinde büyük artış yaşandı. Yeni yürüyen merdiven tasarımları ortaya çıktı ve 1930'lu yıllarda M serisi makinelerin kullanımına başlandı. Bu yürüyen merdivenler özellikle 27.432 m'den fazla düşey taşımalar için tasarlandı. Bu makinelerin mükemmel tasarımı gelecek yılların standardını belirledi ve metrolardaki taleplerinin karşılanmasını sağladı. M serisi yürüyen merdivenler 0,914 m/s hıza kadar bir yılda 365 gün, haftada 7 gün, günde ise 20 saat çalışıyordu [1].

2.2 Yürüyen Merdivenlerin Kronolojik Tarihi

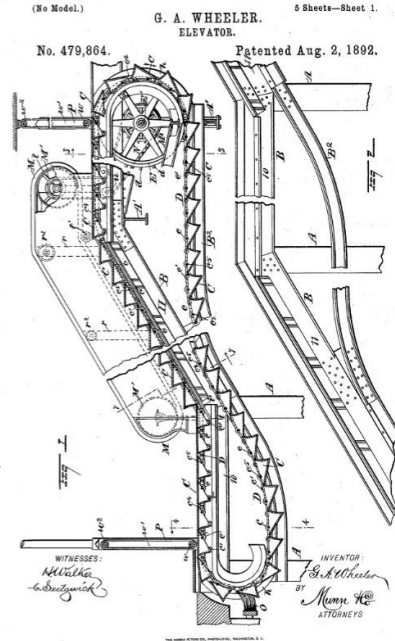
Alfred Newton'un hareketli basamaklar icadına İngiltere'de 1858'de geçici koruma verildi. İcadının tüm özelliklerini teslim etmemiş olması Nathan Ames'e patent almak için açık bir yol bırakmış oldu. 9 Ağustos 1859'da, 25076 Birleşik Devletler Patent Numarası Nathan Ames'e dünyanın ilk yürüyen merdiveni olarak bilinen "dönen merdivenler" için verildi. Şekil 2.1 Nathan Ames'in icadı olan dönen merdiven'i göstermektedir. Bu dönen merdivenler eşkenar üçgen formunda hareket ediyordu. Yolcular alt taraftan binip, üçgenin tepesine kadar çıktıktan sonra dönen merdivendeni yan tarafa hoplayarak terk ederlerdi. İnmek için, bu işlemin tersi yapılıyordu. Bu tasarım ve yöntem oldukça tehlikeliydi. Yolcuların çok ama çok dikkatli olmaları gerekiyordu. Bilindiği kadarı ile, bu yürüyen merdivenler hiç yapılmadı ve sadece fikir olarak kaldı. Ancak bu ilk kayıt altına alınmış patentli dönen merdivendir [1].

N. AMES.
REVOLVING STAIRS.
25,076. Patented Aug. 9, 1859.



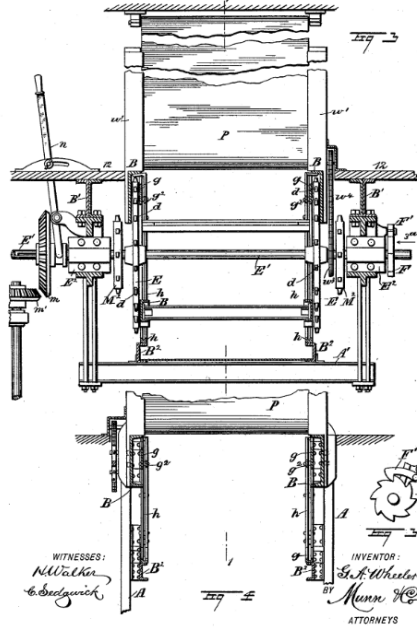
Şekil 2.1: Nathan Ames'in icadı olan dönen merdiven [1].

Yüzyılın sonuna kadar hiçbir hareketli merdiven patenti verilmedi. Yüzyılın sonuna doğru bir kaç yıl içerisinde üç yürüyen merdiven tasarımı sunuldu ve üç patent verildi. Bunlar; 1891 Jesse RENO, 1892 George H. Wheeler (Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5 ve Şekil 2.6) ve 1898 Charles D. Seeberger dir.



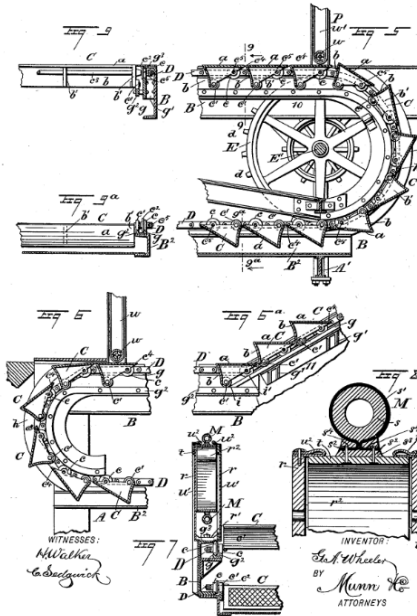
Şekil 2.2: George H.Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 1. sayfası [2].

(No Model.) G. A. WHEELER. 5 Sheets—Sheet 2.
ELEVATOR.
No. 479,864. Patented Aug. 2, 1892.

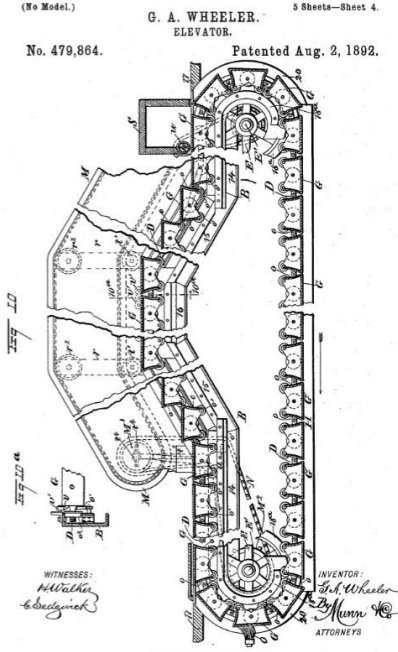


Şekil 2.3: George H Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 2. sayfası [2].

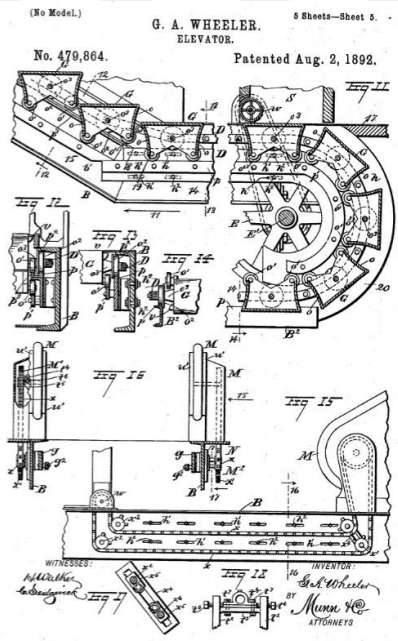
(No Model.) G. A. WHEELER. 5 Sheets—Sheet 3.
ELEVATOR.
No. 479,864. Patented Aug. 2, 1892.



Şekil 2.4: George H Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 3. sayfası [2].



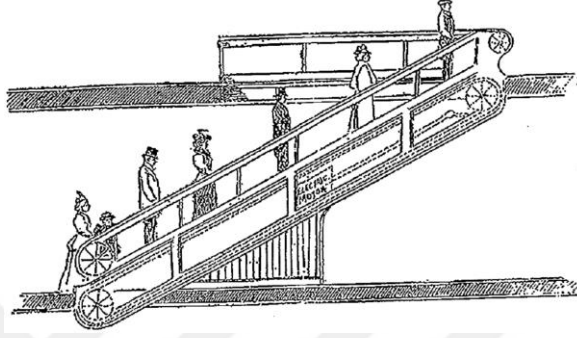
Şekil 2.5: George H Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 4. sayfası [2].



Şekil 2.6: George H Wheeler'in 1892 yılında patentini aldığı asansörün 5. sayfası [2].

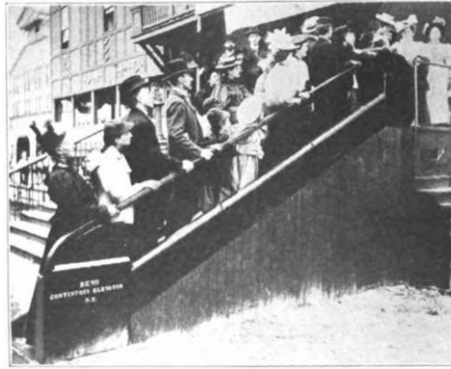
2.2.1 Reno tasarımı

1892’de yeni kurulan Reno Eğimli Asansör Şirketi sayesinde Jesse Wilford Reno, kendisinin olan ilk eğimli asansörünü inşa etmeye başladı. Şekil 2.7 Mucit Reno’nun sonsuz merdivenini göstermektedir. 1906’da J.W. Reno, Holloway Yolu istasyonunda bir spiral yürüme yolunu kurdu, sadece bir günlük hizmetinden sora da kaldırıldı [1].



Şekil 2.7: J.W.Reno’nun sonsuz merdiveni [1].

İlk Reno yürüyen merdiveni Newyork/Brooklin/Coney Adası’nda güzel bir gezinti yolu olarak Eylül 1895’te kuruldu. 1896 Coney Island’da Reno’nun ilk makinesi Şekil 2.82’de görülmektedir. Bu yürüyen merdiven 2,134 m düşey yüksekliğe, 25° eğime, 0,508 m genişlikteki basamaklara ve yaklaşık 0,381 m/s çalışma hızına sahiptir.



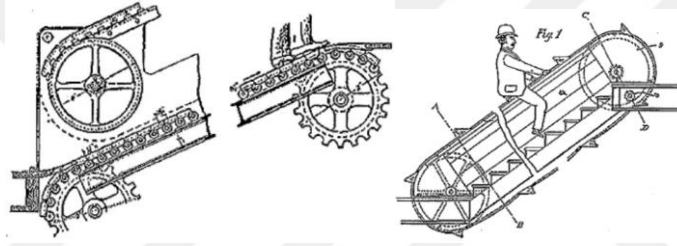
Şekil 2.8: 1896 Coney Island’da Reno’nun ilk makinesi [3].

1899’da bir Reno yürüyen merdiveni, Londra Crystal Palace’a kuruldu ve yolcuların bunu kullanabilmesi için bir eski penny ödemeleri gerekiyordu. 1900 yılında yapılan Paris Fuarında ise Reno hareketli palet tipli yürüme yolunu kurdu.

J.W. Reno'nun yürüyen merdiven üzerine olan yaratıcı yeteneği spiral yürüyen merdiven bulunan Holloway Yolu istasyonundaki bina ile zirveye ulaştı.

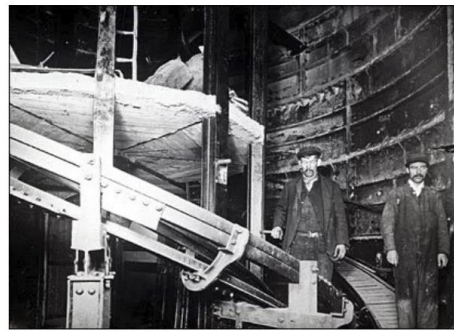
Bu makine Great Northern Piccadilly ve Brompton demiryolu açılışı için inşa edildi. 7.010 metre çaplı şaft ile yaklaşık 10,668 metre yüksekliğe sahipti. Yürüme yolunda korkuluk ve el bandı yoktu.

J.W.Reno, 2 Ocak 1891'de yeni ve kullanışlı sonsuz konveyör veya asansör olarak tanımladığı patenti için ilk başvuruyu sundu. Başvuru kabul edildi ve patent 15 Mart 1892'de yürürlüğe girdi. Makine Iron Pier, Coney Adası, Brooklyn'de Eylül 1895'de deneme sürüşü olarak inşa edildi ve kuruldu. Resmi olarak tanınan ilk yürüyen merdiven oldu. Reno'nun ilk Merdivenli ve Patentli Eğimli Asansörü Şekil 2.9'da görülmektedir.



Şekil 2.9: Reno'nun ilk Merdivenli ve Patentli Eğimli Asansörü [1].

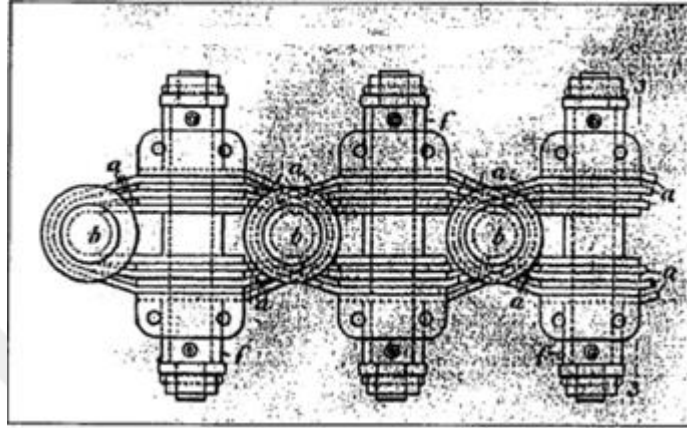
1902'de, J.W. Reno'nun Spiral Yürüme yolu tasarımı üzerindeki ilk çabaları hayata geçti. İlk makine Earls Court sergisinde görüldü. Holloway Yol istasyonundaki spiral hareketli yürüme yolu Şekil 2.10'da gösterilmiştir [1].



Şekil 2.10: Holloway Yol istasyonundaki spiral hareketli yürüme yolu [1].

Spiral yürüyen merdivenin yolcu hizmetine girmesindeki başarısızlığı ve yapılan büyük maliyetler, açıkça Jesse Reno üzerinde olumsuz bir etkisi oldu. Beş yıl içinde yürüyen merdiven patentlerini Otis'e sattı.

1906'da W.Aston, düz olmayan bir yolda hareket etmeyi sağlamak için zincir tasarımını revize etti. Reno tip izleme ve palet düzenlemesi ile daha iyi duruma getirilen bu yeni ve iyileştirilmiş tasarım Holloway Yolu spiral yürüme yolunda kullanıldı. W.Aston'un Zincir tasarım detayı – Holloway Yolu Şekil 2.11'de gösterilmiştir.

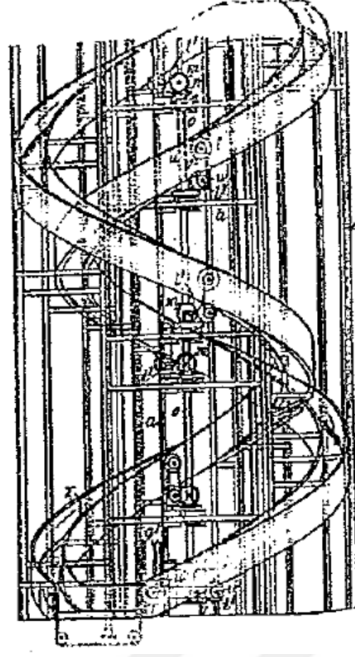


Şekil 2.11: W. Aston'un Zincir tasarım detayı – Holloway Yolu [1].

Spiral yolcu konveyörü yukarı ve aşağı her iki yönde 0,508 m/s hızla ilerleyen sürekli ve hareketli bir platformdan oluşmaktadır. Yolcular üstteki ya da alttaki yerde hareket eden paletlere basarak bu platforma biniyordu. Hareketli yürüme yolu, geleneksel bir yürüyen merdiven gibi sabit korkuluk arasında çalışmaktadır. İç el bandı sabit ama, yolcu metal çerçeveli korkuluğa takılmış dıştaki hareketli el bandını tutabilmektedir.

Spiral yürüme yolu, aslında dış el bandı yürüme yolu ile senkronize hareket etmesi dışında geleneksel spiral merdiven gibidir. Makine yaklaşık 10,668 metrelik bir dikey yükselişi olan ve 7.010 metre çapında mil ile monte edilmiştir. Yolcu yürüme yolu içe yükselen ve dışa doğru inen bir sarmalla sürekli ve saat yönünde ilerler.

Yürüme yolu, açılı çelik izleme sistemini içeren münferit paletlere sabitlenmiş tekerlekler tarafından yönlendirilir. Paletler hem dikey hem de yatay pin eklemleri ile elle yapılmış tek çelik zincir vasıtasıyla birleştirilmiştir. Spiral yürüme yolu hattı ile el bandı tahriğinin konfigürasyonu Şekil 2.12'de görülmektedir.



Şekil 2.12: Spiral Yürümeyolu hattı ile el bandı tahriğinin konfigürasyonu [1].

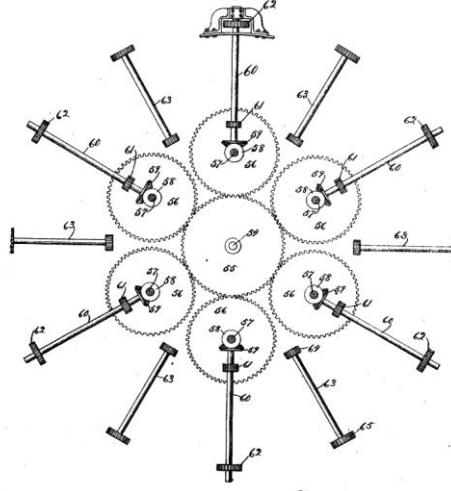
Dış taraftaki bağlantılar, yürüme yolunun yüzeyini oluşturan ağaç çitaları ve kelepçeleri taşımak için dışarı doğru dönmüş flanşlara sahiptir. Zincir, yatay zincir pimlerinin uçlarına takılan sertleştirilmiş çelik silindirlerle bağlantılı bir çift çelik dişli ile tahrik edilir. Çift zincir dişlileri, konik dişliler ve yardımcı şaftlar sistemi vasıtasıyla ana tahrik şaftından tahrik edilmektedir.

El bandı palet zincirinden tahrik edilen zincir dişlileri vasıtasıyla benzer şekilde tahrik edilmekte ve sadece Hindistan kauçuğundan yapılmış olan dış kaplamalı zincirden oluşuyordu. Sıradan bir el bandı şekli vardı, ancak zincirin çelik kılavuzda sürekli çalıştığı dış bağlantıları üzerinde çıkıntılar vardı. Motor ve ana tahrik mekanizması aşağıdaki alt inişte bulunuyordu. Arıza durumunda yolcular aşağıya yürüyebilecekti. 0,508 m/s hızın anlamı, inen yolcuların yolculuk süresi 47 saniye ve yukarı çıkan yolcular için 43 saniyedir.

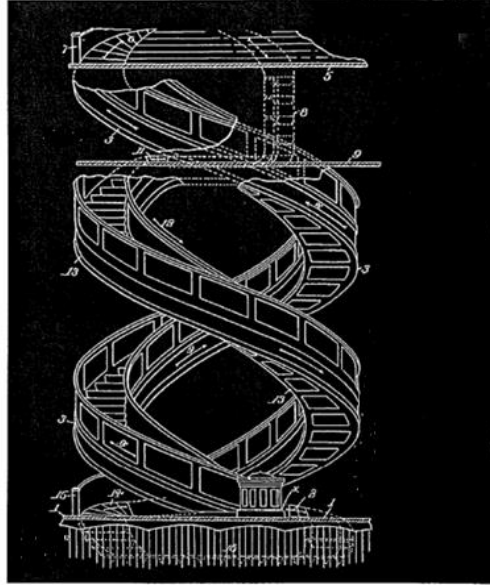
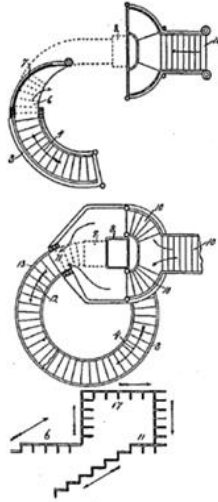
Bununla birlikte tahrik mekanizması çok verimsizdi. Ana palet zincirindeki herhangi bir farklı hareket mekanizmanın kilitlenmesi ile sonuçlanabilirdi. Makineyi çalıştırmak belirli problemlere neden olabilir ve bir dizi şiddetli sarsıntı ile sonuçlanabilirdi.

2.2.2 Seeberger tasarımı

George H. Wheeler ile Charles D. Seeberger birlikte çalışarak oldukça ileri bir tasarıma ulaştılar. “Yürüyen Merdiven” kelimesini bu makinaları tanımlamak için Seeberger buldu. Seeberger tasarımını OTİS Asansör Şirketine sattı. Şekil 2.13 Charles D. Seeberger tarafından 8 Ağustos 1911’de patenti alınmış C. D. Seeberger asansörü Şekil 2.13’de ve Şekil 2.14’de görülmektedir [1].

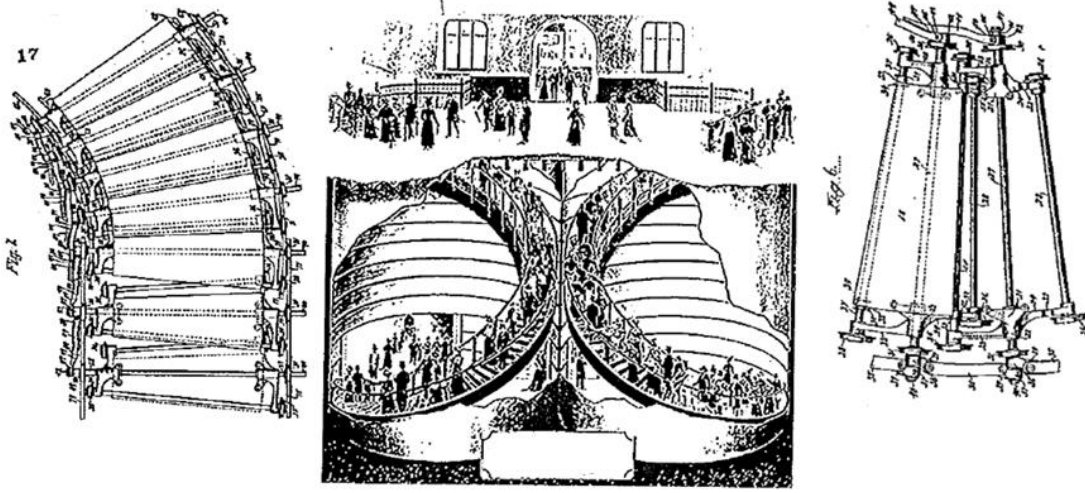


Şekil 2.13: Charles D. Seeberger tarafından 8 Ağustos 1911’de patenti alınmış C. D. Seeberger asansürüdür [1].



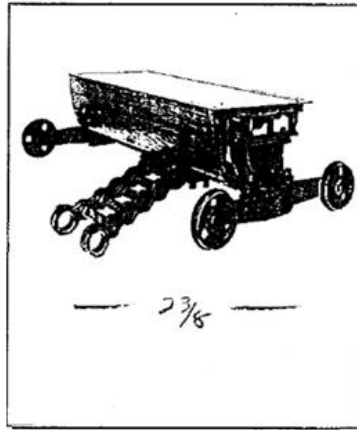
Şekil 2.14: 8 Ağustos 1911’de patenti alınmış Charles D. Seeberger’in icadı olan asansör [1].

Reno kendi makinasını kurarken, Seeberger de kendi spiral yürüyen merdivenini geliştiriyordu. 'C' şeklindeki el bandı dahil birçok parçayı tasarladığı 1900-1910 yılları arasında çok yoğun çalıştı. Metro için Seeberger'e ait patent detaylarını gösteren tasarımın çizimi Şekil 2.15'de görülmektedir.

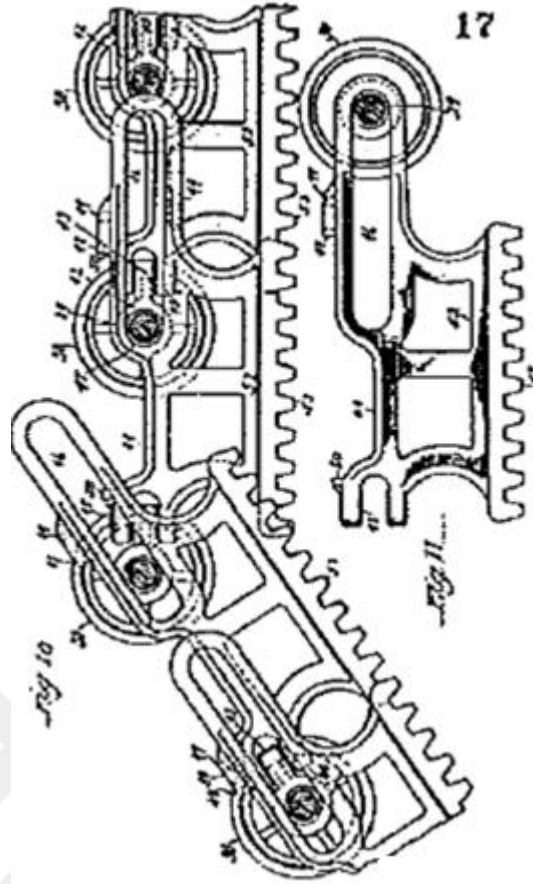


Şekil 2.15: Metro için Seeberger'e ait patent detayları [1].

Otis'in Earls Court istasyonunda iki Seeberger makinesinin kurulduğu 1911 yılına kadar Londra metrosunda başka yürüyen merdiven kurulamadı. Şekil 2.16 S.P.A tip Yürüyen merdiven detayı, Seeberger tipini göstermektedir. Şekil 2.17 Seeberger, patent tarihi 8 Ağustos 1911'i göstermektedir.



Şekil 2.16: S.P.A tipi yürüyen merdiven detayı, Seeberger Tipi [1].



Şekil 2.17: Seeberger, patent tarihi 8 Ağustos 1911 [1].

2.2.3 Otis yürüyen merdivenleri

Otis, Reno Elektrikli Merdiven ve Konveyör Organizasyonu'nu devraldı ve Seeberger veya A tipi ve Reno veya Duplex kelepçe tipli olan iki tip yürüyen merdiven üretti. Otis “yürüyen merdiven” kelimesini ticari marka olarak kaydettirdi. Bu nedenle büyük E harfini sadece Otis yazmak ile yetkiliydi. 1950'de patentin sona ermesi nedeniyle artık bu durum uygulanmamaktadır [1].

İki yürüyen merdivenin adı için A tipinin önüne ek harfler konularak oluşturuldu ve o iki yürüyen merdiven şu anda Otis'in sahip olduğu Seeberger ve Wheeler tasarımlarının birleşiminden oluşmaktadır. Düz basamaklı ve şönt güzergahlı, 0,457 m/s hızında çalışmaktadır. Şönt güzergahı, yolcuların yürüyen merdivene binerken ya da yürüyen merdivenden çıkarken yana adım atmasını gerektirdi. Her basamak makinenin merkezine doğru giden tek bir zincire bağlanmıştır.

Zincir, karşı ağırlık, kasnak ve yay yüklü gergi çubukları sistemi ile gergin tutulmuş ve üst ana tahrik milinde yer alan geniş bir bronz çerçeveli zincir dişlisi vasıtasıyla

tahrik edilmişti. İki adet 600 voltluk doğru akım motorunun bir tanesi tarafından sağlanan güç doğrudan iki katlı sonsuz vida dişlisine bağlandı. Motor arızalandığında şanzıman ikincil sürücüye geçebilir ve sürekli bakım gerektirmeyen servis olanağı tanır.

Adeta çelik bir tank içerisine her bir makineyi kapatarak iskelet çelik sac ile güçlendirilmiştir. Bu durum onların 'Tank' tipi yürüyen merdivenler olarak bilinmesine yol açtı. Tank tipi yürüyen merdiven ifadesi o günlerden miras kalmış ve bugün hala kullanılmaktadır. İlk iki makinenin içine monte edildiği şaft yataya göre 26 derece 23 dakika 16.5 saniyelik bir açığa sahipti. Sonraki makinelerin tümü bu açı ile inşa edildi ve kuruldu. Bu özgün açı ve yürüyen merdiveni çevreleyen ağır çelik sac tankı, bakım mühendisleri için büyük problemlere neden olmaktadır.

Çelik tanklar genelde betonla çevrilirdi ve onlar adeta istasyonu destekleyen çeliklerin bir parçası haline geldi.

Orijinal 'A' tiplerinin tümü en az iki değişikliğe uğradı. 22 tank LHDM, HD veya MYA yürüyen merdivenlerin kombinasyonunu barındırmaktadır. Tüm standart 30 derece makinalar 26 derece şaftlık çalışma şekline dönüştürülmüştür. Orijinal makinelerden biri 1953 yılına kadar hizmet vermiştir. Şekil 2.18 Earls Court'daki A tipi yürüyen merdiveni göstermektedir.

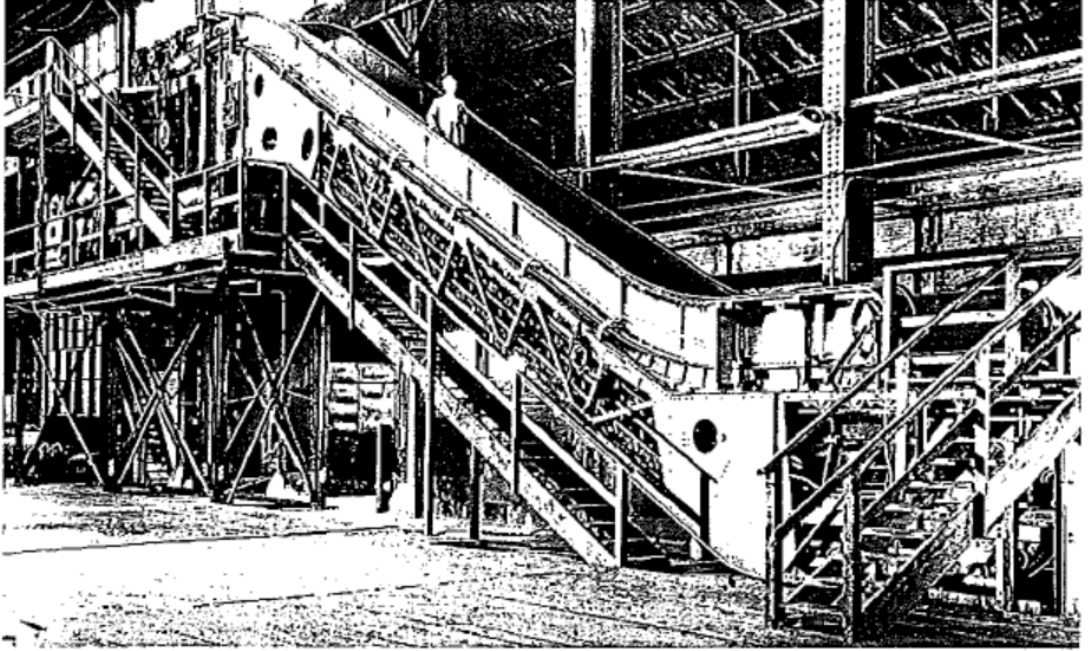


Şekil 2.18: Earls Court'daki A tipi yürüyen merdiven [1].

2.2.4 M serisi yürüyen merdivenler

1930'larda 'M' tipi yürüyen merdiven olarak bilinen yeni bir makine serisi devreye alındı. MA modernize edilmiş Seeberger'ti. M, MX, MY ve MH, (M) 4.572 metreden (MH) 27.432 metreye dikey yükselmeler için tasarlandı. Bu yürüyen merdivenler 'L' tipi gibi 30 derecelik eğimliydi [1].

Bu makinelerde birçok yeni tasarım özelliği bir araya getirildi. MY yürüyen merdivenleri alüminyum korkuluklara sahip ilk makinelerdi ve yürüyen merdiven de sonsuz el bandı ile donatılmış ilk yürüyen merdivendi. Şekil 2.19 Amerika'da testte olan bir MH tipi yürüyen merdiven prototipini göstermektedir.



Şekil 2.19: Amerika'da testte olan bir MH tipi yürüyen merdiven prototipi [1].

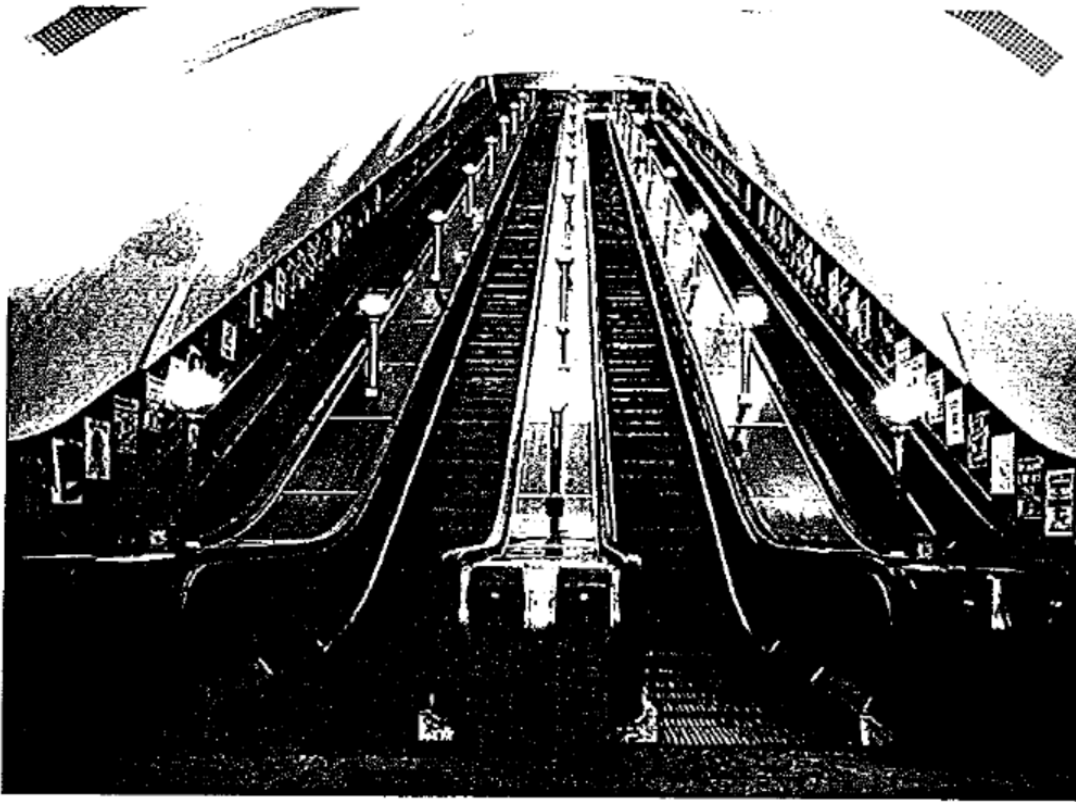
MX makinesi monte edildi. Elektrik motorlu el bandı tahriği ile donatıldı. Bu başarısız oldu ve makineler tekrar standart MY zincir tahrik sistemine dönüştürüldü.

Dash pot kontrolleri MY yardımcı frenlerine getirildi. MH'lere ayırt edici röleler yüklendi.

İlk iki MH yürüyen merdiveni 1931 yılında Archway istasyonuna kuruldu. Bu makineler mükemmel hizmet ve performansta 60 yıl kadar çalıştı. MH, 27.432 metreyi aşan düşey yükselme ile 0,914 m/s hıza kadar çalışacak şekilde tasarlandı.

Hızlı çalışma hızının ters verimli olduğu bulundu. Daha sonra keşfedildi ki yürüyen merdiven yolcu taşıma kapasitesi hız ile doğrudan ilgili veya orantılı değildi. 0,914 m/s yüksek hız ayarı 0,737 m/s'ye düşürüldü.

Ataları gibi 'M' serisi makineler ahşap korkuluklar ve basamaklarla donatılmıştı. Bununla birlikte kırılmanın üstesinden gelmek için merdivende dövülmüş çelik bağ kolları vardı. Şekil 2.20 Holborn istasyonundaki MH yürüyen merdiveni ve bu döneme ait meşaleleri göstermektedir.



Şekil 2.20: Holborn istasyonundaki MH yürüyen merdiveni [1].

MY, MH kadar başarılıydı ve dikey yükselmenin 4.877 metre ile 12.802 metre arasında olduğu yerlerde kullanıldı. Son MY makineleri 1960'ta kuruldu ve alüminyum korkuluk panellere sahiptir.

Şönt güzergahlı makineler 1930'lar sırasında yenilendi ve böylece A tipi makineleri MA tipi yürüyen merdiven olarak ortaya çıktı.

MA tipi makineler Seeberger'in modernize edilmiş halidir. M, MY ve MH (M) 4.572 metreden (MH) 27.432 metre'ye kadar dik yükselmeler için tasarlandı. Bu yürüyen merdivenler L tipi gibi hepsi 30 derece eğimlidir.

MA ve L tipi yürüyen merdivenler modernizasyon programının başlatıldığı 1963 yılına kadar hizmet vermeye devam ettiler. Bu, yakın aralıklı, alüminyum kaymayı önleyici basamaklar ve tarak bölümleriyle donatılmış ilk makineydi ve LHDM tipi yürüyen merdiven olarak bilinmekteydi.

Aynı zamanda, 1963 yılında, Otis MH-A ve MY-A yürüyen merdivenlerini geliştirdi. Konstrüksiyonu ve tasarımı temelde birkaç yeni özellik taşıyan MH ve MY yürüyen merdivendeki yapı ile aynıdır.

1980'lerin başında, MH yürüyen merdivenlerini iptal etmeye başlanmasına ve yeni makinelerle değiştirilmesine karar verildi. Yüksek dikey yükselişli yürüyen merdivenin bugünkü iskelet içerisinde bir HDB yürüyen merdiven inşa etmeye karar verilmiştir.

Londra Ulaşım (LT) ile Otis mühendisleri arasındaki dikkatli işbirliği, HDB'nin en iyi tasarım özelliklerinin MH iskeleti içerisinde karşılanmasını sağladı ve geniş kapsamlı modifikasyon sonrasında makine teste hazır hale geldi. Yürüyen merdiven tüm test prosedürlerini geçerek 13 Temmuz 1980'de yolcu hizmetine girmiştir.

Orijinal tasarım 'M' tipi makinelerin kullanıldığı son istasyona, deneme amaçlı, MY yürüyen merdivenleri kurulmuştur. 1960'larda alüminyum korkuluk, sonsuz el bandı ve kesitli tarak paletleri hepsi bu yerleşim yerinde başarıyla tanıtıldı ve test edildi.

2.2.5 LHD serisi yürüyen merdivenleri

'A' tipi makinelerin büyük başarısı ile metrolarda kullanmak üzere seçilen yürüyen merdiven LHD olarak bilinmektedir. Bu makine, 1911'de Otis tarafından devralınan Jesse Reno'nun Duplex kelepçe yürüyen merdivenin gelişmiş bir versiyonudur [1].

LHD, 18.288 metreye kadar dikey yükselmeler için tasarlanmış tersine çevrilebilen bir yürüyen merdivendir. Dış görünüşü açısından ahşap korkuluk ve şant inişleri 'A' tipine benziyordu, ancak basamak bandı iki zincirle tahrik ediliyordu. Bu makinenin bir başka gelişimi, basamak zincir tekerlerinin basamak zincir montajının ayrılmaz bir parçası olmasıdır. Aralık 1924'te ise, yürüyen merdiven yolcuların her inişte düz ve hemen hareket etmesini sağlayan kaymayı önleyici basamaklar ve tarak plakaları ile donatılmıştır.

Reno'nun tarak plaka düzenlemesi şönt güzergahlı makinelerinden daha pratik ve kullanıcı dostudur. Bu güvenlik özelliği, yeni, hızlı ve verimli tren hizmetinden

yararlanan artan yolcu sayısı tarafından sisteme ekstra talepler yapıldığı için önem taşımaktadır.

LHD yürüyen merdivenlerinde zincirin ayrılmaz bir parçası olan basamak zincir kasnağı, 'saplama' aks basamağı ve mandal freni gibi benzersiz özelliklerinin çoğu korunmuştur. 1963 yılında yürüyen merdiven, kapalı kelepçe basamağına ve metal korkuluklu tarak düzenlemesine dönüştürüldü.

Orijinal LHD makineleri 0,559 m/s'lik çalışma hızına sahipti. Buna karşın yeni güncellenen yürüyen merdiven 0,635 m/s'lik hızla çalıştı. Sertleştirilmiş sonsuz kauçuk el bantlı yeni bir el bandı tahrik sistemi takıldı ve yeni alüminyum korkuluk, makinelerin son derece modern hale gelmesini sağladı.

Bu 19 yıllık periyotta, dökme demir zincir kasnaklarının üretilen lastikli kasnaklara dönüştürülmesini içeren birkaç önemli tasarım değişiklikleri oldu. Dökme demir kasnaklardan kaynaklanan taşıma aşınması ve gürültü seviyeleri düştü. Şekil 2.21 LHD-M yürüyen merdivenin çıkıntılı basamak zinciri ve entegre kasnaklarını göstermektedir.



Şekil 2.21: LHD-M yürüyen merdivenin çıkıntılı basamak zinciri ve entegre kasnakları [1].

2.3 Yürüyen Merdiven İmalatçılar Tarihçesi

2.3.1 CNIM

Yürüyen merdiven üreten Fransız firmasıdır. Londra metrosuna yürüyen merdiven kurulum işleri için Otis'le yarışmıştır. CNIM firmasının yaptığı ilk kurulum 1983'te Kentish Town istasyonuna yapılmıştır. CNIM, King kavşağı ve Angel istasyonlarına da makine kurdu. Angel istasyonundaki yürüyen merdivenler Londra metrosundaki kurulan en uzun merdivenlerdi. Dikeyde yaklaşık 30 metrelik yükseklik boyunca seyahat eden yolcuları taşıyacak şekilde tasarlanmıştır [1].

2.3.2 Pantin / APV Baker

1980'lerin başlarında Londra metrosunda, konveyör firması olan Pantin Londra metrosu mühendisleriyle birlikte amaca yönelik ağır görevli yürüyen merdiveni tasarladı ve yaptı. Bu makinenin ismine PH eki getirildi ve ilk kurulan yürüyen merdiven 22 Temmuz 1987'de devreye alındı. Firma APV-Baker tarafından satın alındı. Graham Pearce tarafından yönetilen APV'nin tasarım takımı PSX yürüyen merdivenini geliştirmek için pek çok özgün tasarım ve fikire dahil oldu. APV'nin PSX'teki başarısı, hem küçük dikey yükseliş hem büyük dikey yükseliş uygulamalarına elverişli daha hafif makine konstrüksiyonları ve yürüyen merdiven tasarımlarına öncülük etti [1].

2.3.3 O&K yürüyen merdivenleri

O&K yürüyen merdivenleri APV'ye devralma teklifi verdi. "Dükkan" tipi yürüyen merdivenlerin deneyimli ve saygın imalatçısı O&K şirketi kamuya hizmet edecek yürüyen merdivenler için siparişler almaya başladı. Havaalanı terminalleri, demiryolları ve modern metro sistemleri gibi dev projelerde çalıştılar [1].

2.3.4 Bakbak makine

Türkiye'nin ilk yerli yürüyen merdiveni 1976 yılında Haşim BAKBAK ve Muzaffer BAKBAK kardeşlerin Gaziantep'te kurmuş olduğu fabrikada yapılmıştır [4].

2.3.5 LÖHER asansör ve yürüyen merdiven firması

Firmanın ilk adı Aktaş Asansör'dür. İsmi sahibi Ali AKTAŞ'ın soyadından gelmektedir. Halk Bankasından almış olduğu kredi sayesinde işini büyütmüş ve tescil

durumu ortaya çıkmıştır. LÖHER ismi, Ali ALTAŞ'ın en sevdiği çiçek olan lalenin, en kutsal meslek olarak gördüğü öğretmenliğin, Türkiye'ye seçimle katılan en son şehir Hatay'ın, Türkiye'nin batıya açılan kapısı Edirne'nin, en sevdiği içecek olan çayın yetiştiği yer Rize'nin baş harflerinden gelmektedir. 1967 yılında İzmir'de kurulan Löher Asansör firması 1999 yılında yürüyen merdiven üretme kararı almıştır.

Çin'den getirtip söktüğü yürüyen merdiveni incelemiştir. 2001 yılında Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Dokuz Eylül Üniversitesi ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun destekleri ile firmanın kendi tasarımı olan yürüyen merdiveni üretmiştir. Aynı yıl, Almanya'da bir fuara katılmışlardır. Halen, ülkemizdeki ilk ve tek CE işaretleme yetkisine sahip olmakla birlikte ülkemizin ilk ihracatçı firmasıdır. Almanya, Hollanda, Yunanistan ve Türki Cumhuriyetler başta olmak üzere birçok ülkeye ürünlerini ihracat etmektedir. İlk ihracatını 2005 yılında yapmıştır [5-7].

2.3.6 Yürsan yürüyen merdiven sistemleri

1994 yılında İstanbul'da kurulan Yürsan el bandı üretiminde yıllardır tek üretici konumundaydı. Diğer parçaları da üretmeye başlayan Yürsan, kendi markası altında yürüyen merdiven imal etmektedir. El bandına 5 yıl garanti verme süresi ile ülkemizdeki tek firma konumundadır. Ülkemizde alışveriş merkezleri, çarşılar ve pasajlara yürüyen merdiven kurmaktadır [8].

2.3.7 Ake asansör sistemleri

Asansör, yürüyen merdiven ve engelli asansör sistemleri üretimini gerçekleştirebilen Ake firması 1995 yılında Antalya'da kurulmuştur. Japon FUJITEC firmasının Türkiye temsilciliğini üstlendiği 2006 yılında yürüyen merdiven ve yürüyen bant montajına başlamıştır. 2007 yılından bu yana yürüyen merdiven, asansör ve engelli asansör üretimi gerçekleştirmektedir. İlk olarak 2009 yılında Ant-Ray projesini alarak metrolarda da yürüyen merdiven kurmaya başlamıştır.. Yürüyen merdiven hattının kurulduğu 2012 yılında %100 Türk işçiliği olan AKE markalı yürüyen merdiven üretilmeye başlandı. Dünyanın 37 ülkesinde AKE ürünleri kullanılmaktadır. Avrupa, Rusya, Ortadoğu ve Afrika bölgelerine ürünlerini ihraç etmektedir. Firma bünyesinde engelli sistemleri Avrupa ülkelerine 2017 yılında ilk kez ihraç edilmiştir. AKE ARGE Merkezi, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının 2017 yılında

Antalya'da kurulmasına onay verilmiştir. Yenilikçi teknoloji ve ürünleri ortaya çıkarmak ve bunlarla birlikte Türkiye'nin markası olmak hedeflenmiştir [9].





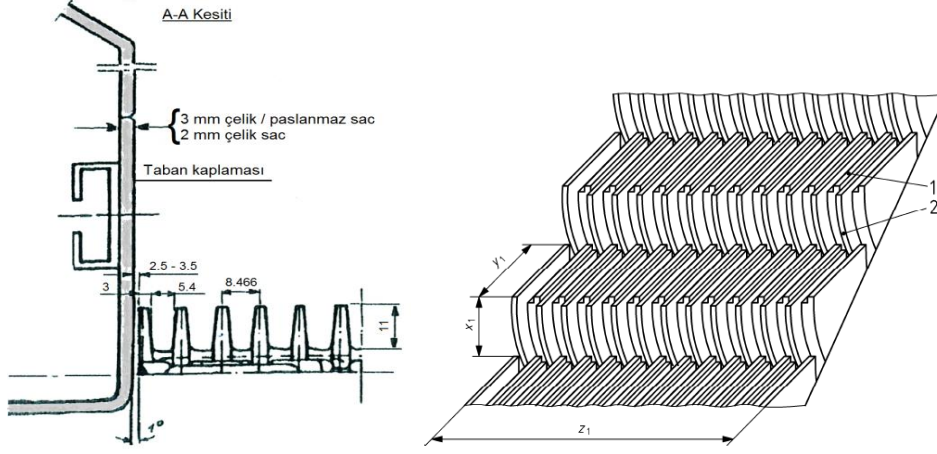
3. YÜRÜYEN MERDİVENLERİN TEKNİK YAPISI

3.1 Yürüyen Merdivenlerin Çalışma Prensibi

Yürüyen merdivenler 2009 yılına kadar TS EN 115 standardında, bu tarihten sonra ise TS EN 115-1 ve TS EN 115-2 standardına uygun olarak imal, montaj ve işletmeye alınmakta olup, çalışma prensibi, çift sıra lamelli zincire monteli alüminyum döküm basamakların taşıyıcı çelik konstrüksiyon üzerinde kauçuk kaplı tekerlekleri ile kanal (yol) üzerinde çekilmesi suretiyle üzerindeki insanları iki kat arasında eğimli bir güzergahta aşağıya indirmekte veya yukarı çıkarmaktadır. Üzerinde taşınanların dengesini korumak amacıyla hareketli basamakların her iki yanında trabzan üzerinde hareketli el bantlarının basamak hareketiyle senkron döndürülmesine dayanmaktadır.

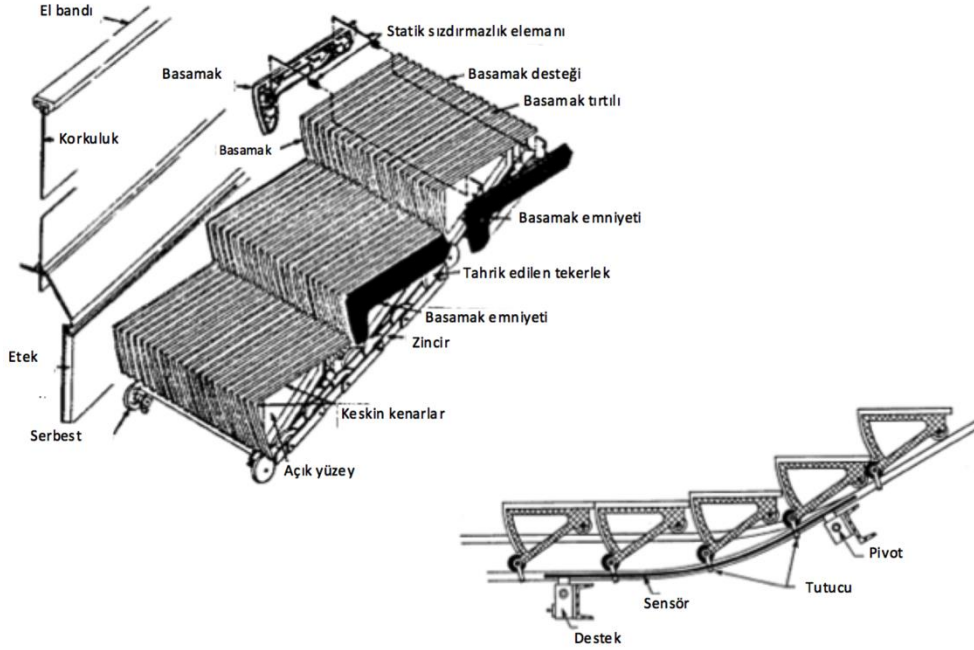
Yürüyen merdiven basamak yapısı, alüminyum dökümden yekpare olup basamak yüksekliği DIN normlarında maksimum (x_1) 0,24 m olabilir fakat, uygulamada bu değer maksimum 0,2 m civarındadır. Basamak derinliği (y_1) ise en az 0,38 m alınmalıdır. Basamak genişliği (z_1) ise 0,58 m ile 1,1 m arasında olması tavsiye edilmektedir. Basamak ayak basma yüzeyi, alın yüzeyine dik olacak şekilde kanallar açılmış olarak yapılır. Kanal genişliği en az 0,005 m ve en fazla 0,007 m olmalıdır. Kanal derinliği ise en az 0,01 m alınmalıdır. Oluklar arasında bulunan bölme çıkıntılarının genişliği 0,0025 m ile 0,005 m arasındadır. Yan yüzeyler ile basamak yüzeyinin kesişimi hiçbir zaman bir oluk ile sona ermemelidir.

Şekil 3.1 Basamak ile süpürgelik (etek) sacını göstermektedir.



Şekil 3.1: Basamak ile süpürgelik (etek) sacı.

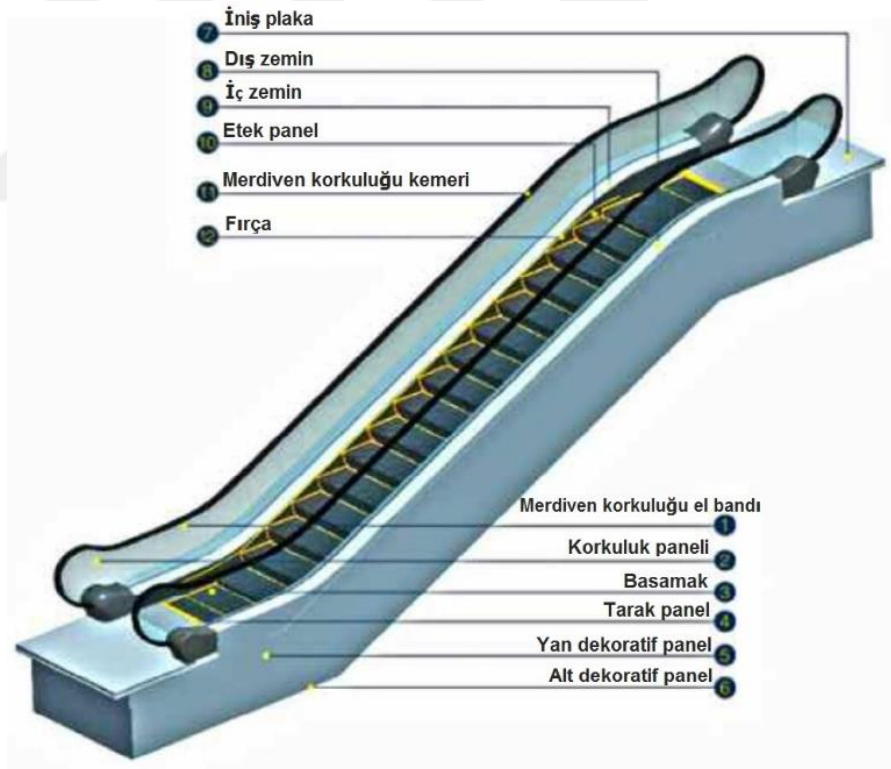
Süpürgelik (veya etek) kılıfın, basamağın, bantın ya da paletin dış kenarına bitişik kısmı olup, kaplaması 0,003 m çelik veya paslanmaz sac veya 0,002 m çelik sactan olmakta, taşıyıcı yapıya sabitlenmektedir. Basamak ile süpürgelik arasındaki minimum boşluklar TS EN 115-1 standardında belirtilmiş olup, basamağın hareketli olması nedeniyle kabul edilebilir sınırlar içinde kalmak kaydıyla boşluk olması kaçınılmazdır. Basamak elemanları, etekleri ve çalışma anında basamakların konumu aşağıda görüldüğü gibidir. Şekil 3.2’de sunulmuştur.



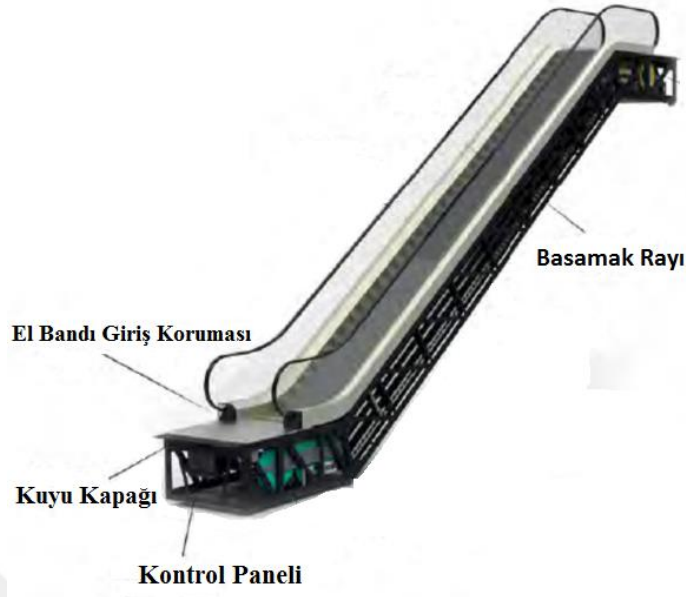
Şekil 3.2: Merdiven basamak elemanları.

3.2 Yürüyen Merdivenlerin Elemanları

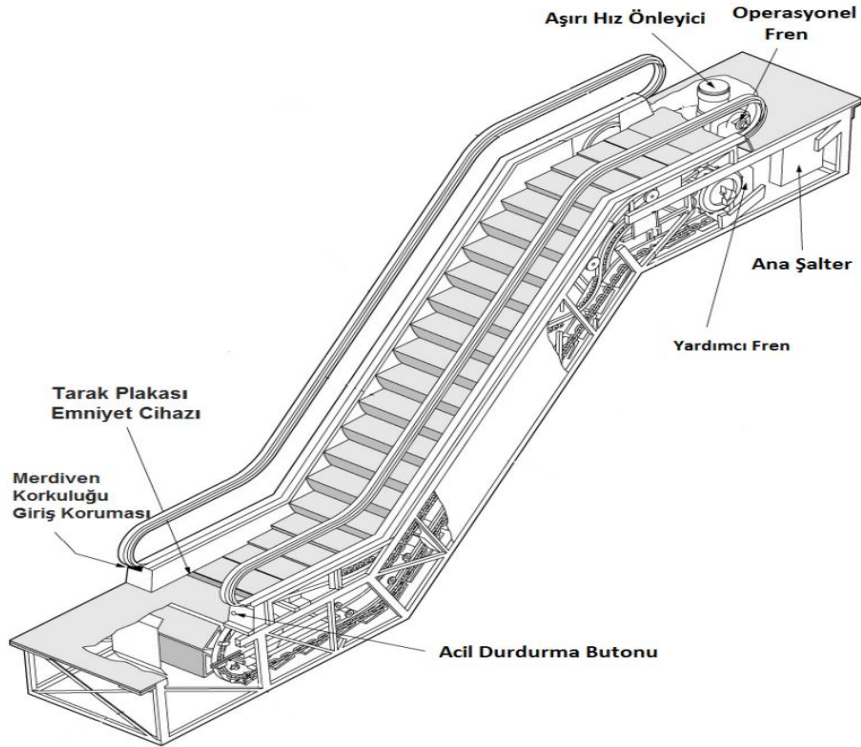
Yürüyen merdivenler devamlı yürüyen yönlendirici konveyörler olarak en etkili şekilde kullanılmaktadır. Bir yürüyen merdiven üst kısım, alt kısım ve orta kısım olarak üç ana bölümden oluşmaktadır. Yürüyen merdiven; El bandı tahrik zinciri, Üst tahrik zincir çarkı, Tahrik grubu, El bandı kasnağı, Üst eğri sürücüsü, Basamak zinciri, Basamak tekerleği, El bandı, El bandı germe kasnağı, Zincir çekme ve kılavuzu, Taraklı yüzey, Taban yüzeyi, Alt tahrik zincir çarkı, Alt taşıyıcı destek, Etek panel fırçası, Korkuluk, İniş plaka, Dış zemin, İç zemin, Etek panel, Merdiven korkuluğu kemeri, Merdiven korkuluğu el bandı, Korkuluk paneli, Basamak, Tarak paneli, Yan panel, Alt panel, Basamak rayı, El bandı giriş koruması, Kuyu kapağı, Kontrol paneli, Aşırı hız önleyici, Operasyonel fren, Ana şalter, Yardımcı fren ile Emniyet cihazlarından oluşmakta olup, elemanların yerleşimi Şekil 3.3, Şekil3.4, Şekil 3.5’de gösterilmektedir.



Şekil 3.3: Yürüyen merdiven şeması ve elemanları [10].



Şekil 3.4: Yürüyen merdiven şeması ve elemanları [11].



Şekil 3.5: Yürüyen merdiven şeması ve elemanları [12].

Alışveriş merkezleri, tramvay durakları/metrolar, havalimanları, oteller, ofis binaları gibi insanların yoğun olarak bulunduğu mekanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yürüyen merdivenin kullanılacağı mekanın şartlarına (iç mekan/dış mekan gibi) ve yürüyen merdiveni kullanma yoğunluğuna göre tasarlanmalı ve ona göre uygun malzemeler kullanılmalıdır.

Yürüyen merdivenin hızı emniyet açısından 1 m/s'yi aşmamalıdır. Zira, yüksek hızlarda yürüyen merdivene binmek ve inmek yaşlılar, çocuklar ve engelliler için oldukça tehlikeli olmaktadır. Daha düşük hızlarda 0,5 ila 0,75 m/s arasında hızlarda çalışması emniyetli olur.

Yürüyen merdiven eğimleri 30° ila 35° arasında kurulmakta olup genel uygulama 30° dir. Eğim açısı 35° olduğunda hız 0,45 m/s ile sınırlanmaktadır.

Yürüyen merdivenlerin biniş ve iniş alanları, binme ve inmeyi emniyetli ve rahat bir şekilde olmasını için basamaklar belli bir miktar yatay düzlemde hareket etmelidir. Basamağın yükselmesi yumuşak bir şekilde olmalıdır. Hızları 0,35 m/s ve eğimleri 3°'den daha fazla ise, yürüyen merdivenler çift taraflı hareketli tirabzana sahip olmalıdırlar.

Emniyetli biniş-inişi sağlamak için, alt ve üst kısımda bulunan plakaların 0,8 ila 1,2 m genişliğinde yapılması uygun olacaktır. Genişlik 0,5 m/s için 0,8 m, daha yüksek hızlarda ise 0,8 m'den daha büyük genişlikte olmalıdır [13].

3.2.1 Sürücü

Yürüyen merdivenler trafik yoğunluğuna göre otomatik çalışıp durabilmektedir. Bu sayede enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

3.2.2 Ana tahrik zinciri

Redüktörden aldığı hareketi basamak zincirlerine iletir. Saç levhaların pimlerle mafsallı olarak birleştirilerek oluşturulan zincirlere lamelli zincir denir. Ana tahrik zinciri çelikten çift sıralı ve lamellidir [14].

3.2.3 Basamaklar

Yürüyen merdivenin ilk iki basamağı yatay olarak hareket etmektedir. Basamakta 2 adet tekerlek bulunmaktadır. Bir rayın üzerinde yok almaktadır. Basamak sınırlarının belli olması için kenarları sarı renklidir. Emniyet açısından önemlidir. Basamak yüzeyinin düz olmaması kullanan kişilerin kayıp düşmesini önleyecektir.

Şekil 3.6 (a) Sarı çerçeveli paslanmaz çelik basamak'ı göstermektedir. Şekil 3.6 (b) Sarı çerçeveli alüminyum alaşım basamak'ı göstermektedir.



(a) paslanmaz çelik



(b) alüminyum alaşım

Şekil 3.6: Sarı çerçeveli basamak [10].

3.2.4 Motor ve Redüktör

Yürüyen merdiveni hareket ettirmek için asenkron motor kullanılmaktadır. El bandı tahrik sistemi ve basamak tahrik sistemi redüktörden kaynaklanan ve ana tahrik zinciri vasıtası ile tahrik edilmektedir [14].

3.2.5 Fren

Yürüyen merdivenlerde manyetik ve/veya mekanik fren tipleri kullanılmaktadır. Motor miline yapılan baskı ile sistem durdurulmaktadır. Motor miline baskı yürüyen merdiven çalışmazken vardır. Çalışmaya başlayınca balataların yaptığı baskı kalkmaktadır. Manyetik olanlarda bobine verilen elektrik sayesinde mile yapılan baskı uygulanmakta veya kalkmaktadır. Acil durum ve emniyet freni olmak üzere iki tip fren vardır [14].

3.2.6 El bandı

Yan panelin üzerinde bulunan genelde kauçuktan yapılan sürekli devir daim olan elemandır. Yolculuk esnasında tutunmak için el bandı ile basamak aynı hızda hareket etmelidir. Böylece, yolculuğun emniyeti artmaktadır. TS EN 115 Standard'a göre el bandı basamaktan 0,9 ila 1,1 m mesafede olması gerekmektedir. Yine aynı standard'a göre el bandının genişliği 0,07 m ila 0,1 m arasında olmalıdır. Ek genişlik, kıyafetlerin yüzeye sürtünmesi sebebi ile meydana gelen olayların artmasına neden olmaktadır. Örnek el bandı görseli ve uygulaması Şekil 3.7'de görülmektedir [15].



Şekil 3.7: Örnek El bandı görseli ve uygulaması [10].

3.2.7 İskelet

Yürüyen merdivenin parçalarının monte edildiği ana yapıdır. Çelikten yapılmış taşıyıcı elemanların birleştirilmesi ile oluşur. Üst biniş, alt biniş ve orta bölüm olarak üç kısımdan oluşur. Üst biniş ve alt biniş kısımları düz, orta bölüm ise eğimlidir. Yürüyen merdivenin çelik yapısı (iskeleti) Şekil 3.8’de görülmektedir [14].



Şekil 3.8: İskelet [16].

3.2.8 Taraklar

Tarak plakası, sabit kat ile hareketli basamak arasındaki parçadır. Tarak dişlerinin basamaklar üzerindeki çıkıntılar arasına girebilmesi için hafifçe aşağı doğru eğimlidir [17].

Daimi olarak tarak tabakalarına bağlı standart elemandır.

Poliüretandan yapılan taraklar paslanmaz çelik basamaklar için uygulanır. Alüminyum alaşım taraklar ise alüminyum alaşım basamaklarda kullanılır. Poliüretan tarak, Şekil 3.9(a)'da ve alüminyum alaşım tarak Şekil 3.9(b)'de görülmektedir [10].



(a) poliüretan tarak



(b) alüminyum alaşım tarak

Şekil 3.9: Kullanılan tarak çeşitleri [10].

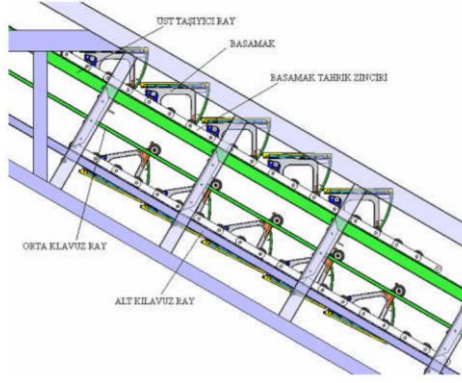
3.2.9 Basamak zinciri

Basamak zinciri basamağın her iki yanında bulunmaktadır. Zincirler tekerleklidir. Tahrik motorundan ana tahrik zinciriyle alınan hareket, basamak zinciri vasıtasıyla basamaklara iletilir. Basamaklar altındaki tekerlekler sayesinde hareket eder. Ana tahrik zincirinde olduğu gibi bu zincirlerin de düzenli olarak yağlanması gereklidir. Zamanla oluşan yağ ve toz artıkları da temizlenmelidir [14].

3.2.10 Raylar

Yürüyen merdiven yapısında üst taşıyıcı raylar ve orta ve kılavuz raylar bulunmaktadır. Üst taşıyıcı ray: Üst taşıyıcı rayının kesiti iki kademelidir. Üst kademe basamak tekerleğine, alt kademe basamak tahrik zincirine kılavuzluk eder. Ray, basamakları ve üzerindeki yolcu yükünü taşır. Orta ve alt kılavuz raylar: Basamağın ters dönmüş biçimde hareket etmesini sağlar. Orta ray basamak tekerleklerine kılavuzluk ederken alt ray basamak tahrik zincirine kılavuzluk eder [14].

Yürüyen merdiven yapısında kullanılan rayları Şekil 3.10(a)'da ve basamakların yüksüz olarak geri dönerken kullandığı raylar Şekil 3.10(b)'de göstermektedir.



(a)



(b)

Şekil 3.10: Yürüyen merdiven rayları [14].

3.2.11 Korkuluk Paneli

Dış mekanlarda daha sağlam olan paslanmaz çelik korkuluk panel kullanılmaktadır. Estetik açıdan daha uygun olan cam korkuluk ise içi mekanlarda örneğin alışveriş merkezi gibi alanlarda kullanılmaktadır. TS EN 115 Standard'a göre korkulukların üzerinde yaslanmamıza müsaade edecek parçalar olmamalı. Cam korkuluk paneli Şekil 3.11(a)'da ve paslanmaz çelik korkuluk paneli Şekil 3.11(b)'de görülmektedir [15].



(a)



(b)

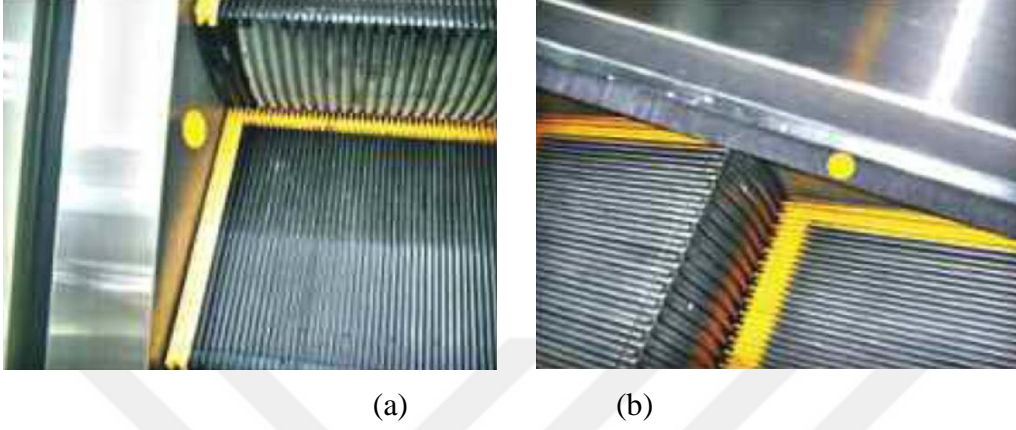
Şekil 3.11: Korkuluk paneli [10].

3.2.12 İniş plaka

İniş ve binişlerde kazaların olmaması için buralardaki plakalar kaymaz desenli olarak imal edilmektedir [10].

3.2.13 Etek panel

Etek panel, hareketli basamaklar ile yürüyen merdiven korkuluğunun sabit parçaları arasındaki oluşabilecek sıkışma riskini azaltmak için tasarlanmıştır. Paslanmaz çelik etek paneli Şekil 3.12(a)'da etek fırçası Şekil 3.12(b)'de görülmektedir.



Şekil 3.12: Paslanmaz çelik etek paneli ve fırçası [10].

3.2.14 Etek panel fırçası

Yürüyen merdiven hareket yoluna paralel olarak etek paneline monte edilir. Fırça korumaları, etek paneli ve hareketli basamaklar arasındaki sıkışma riskini en aza indirmek için ek bir güvenlik ekipmanı görevi görür. Etek panel fırçası Şekil 3.10(b)'de görülmektedir.

3.2.15 Yürüyen merdiven güvenlik cihazları

Tüm güvenlik ekipmanları yürüyen merdiven ve onu kullanan yolcuların güvenliği için tedarik edilmelidir. Bu güvenlik ekipmanlarından herhangi birinin devreye girmesi durumunda yürüyen merdiven durmalıdır. Standartta koruma elemanı, basamak ile süpürgelik arasında sıkışma riskini azaltacak iâve eleman olarak tanımlanmaktadır.

Merdivenler aşağıdaki güvenlik ekipmanlarıyla birlikte monte edilir [10]:

- a) Acil stop butonu: Push buton üst ve alt süpürgeliklerde mevcuttur (sol tarafta).
- b) Ana şalter: Kontrol panelinde termal bırakma ile
- c) Kontrol devre kesicileri: yukarı tahrik istasyonunda ve motor tarafında mevcuttur.
- ç) Hiz izleme: Motordaki gösterge ile elektronik hız ve basamak bant izleme

- d)** Motor sıcaklık izleme: Sıcaklık izleme cihazı motor sargıları içinde
- e)** Basamak sarkması ve yükselmesinin izlenmesi: 0,004 m'yi aşan sapmalarda merdiveni durduran üst ve altta basamak bantlarındaki sensörlerle.
- f)** Basamak akış izleme: tarak taşıyıcının düşey ve yatay hareketleri ile
- g)** Basamak zincir gerilimini izleme: zincir geriliminin ve zincir kırılmasının izlenmesi için mekanik kilitli şalter.
- ğ)** Bakım tahrik soketi: kontrol ünitesinde aşağı dönüş istasyonunda
- h)** Kupon akış kontrol şalteri insanları korumak için
- ı)** Basamaklar ve tarak temas kontrol şalteri yabancı cisimlerin basamak ve taraklar arasına girme olasılığına karşı koruma sağlar.
- i)** Faz eksikliği, arıza faz koruma: Faz eksikliği veya arızafaz kontrol edilmiş ise, cihaz otomatik olarak çalışmasını durdurur.
- j)** Motor aşırı yük koruması: Akım oranının % 15'i aşıldığında, cihaz otomatik olarak çalışmasını durdurur.
- k)** Elektrikli cihaz döngü koruması: Cihazın devre ve şebeke bileşenlerini korumak için otomatik devre kesme cihazını sunuyor.
- l)** Merdiven korkuluğu giriş koruması: Bazı yabancı maddeler merdiven korkuluğu girişine girdiğinde, cihaz otomatik olarak çalışmasını durduracak.
- m)** Ters yön koruması: Yolculuk yönünün ters yönüne çalışmaya başladığında, yürüyen merdiven (auto-walk) işlemi otomatik olarak duracaktır.
- n)** Güvenlik hattı: Sarı sentetik reçine güvenlik hattı, konumunun önünde ve basamakların iki kenarında yer alır. Böylece, yolcular etek panelinde ve bitişik basamak kenarında yürüyemez.
- o)** Etek panel koruması: Bazı yabancı maddeler etek paneli ya da basamak arasına girdiğinde , cihaz otomatik olarak çalışmasını durduracak.
- ö)** Fren koruma: Elektrik gücü kısa olduğunda yada herhangi bir emniyet cihazı gördüğünde, fren fonksiyonu esneklik eylemiyle güvenlik cihazı tarafından devreye girer. Böylece , cihaz çalışmasını durdurur.

p) Alarm zili ile başlayan cihaz: Güvenlik konularında yolcuya hatırlatma yapmak amacıyla, cihaz alarm zili çalar.

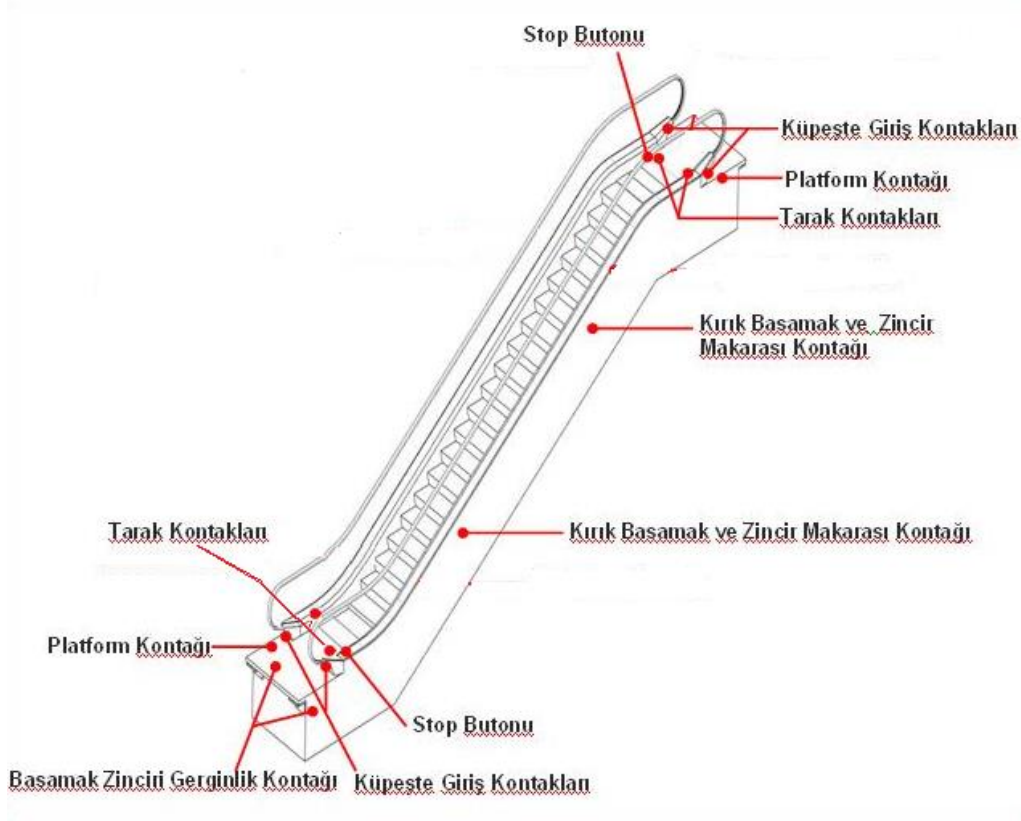
r) Merdiven korkuluğu kırılması için kontrol cihazı: Merdiven korkuluğu kırık olduğunda, cihaz otomatik olarak çalışmasını durdurur.

s) Merdiven korkuluğu hız monitörü: Merdiven korkuluğu hızı basamağa göre hızın belli bir yüzdesinde daha yavaş olduğunda, cihaz otomatik olarak çalışmasını durdurur.

ş) Etek paneli fırçası: Fırça etek paneli ve basamak arasında kurulduğunda yolcuyu koruyacaktır.

t) Alt makine tahliye dairesi: Alt makine dairesi standart su alımını aştığında, otomatik drenaj sistemi çalışacaktır. (dış mekan)

Aşağıda bazı emniyet ekipmanlarının yerleri Şekil 3.13: Güvenlik ekipmanları ve yerleri'ne gösterilmiştir.

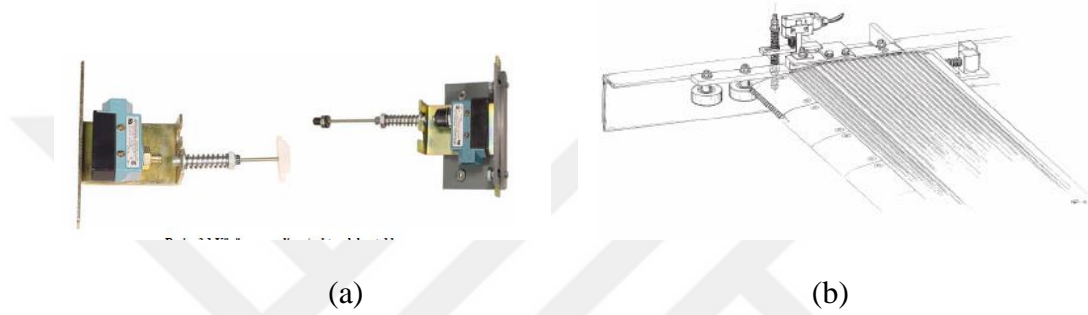


Şekil 3.13: Güvenlik ekipmanları ve yerleri.

İnceleme konusu kaza ile ilgili güvenlik ekipmanları aşağıda detaylı olarak özellikleri ve kullanım ile çalışma prensiplerine yer verilmiştir.

Süpürgelik koruması (etek fırçası): TS EN 115-1 standardı ile yürüyen merdivenlerde kullanımı zorunlu hale gelmiştir. İlgili standardın Madde 5.5.3.4 yer almaktadır. Şekillerden de görüldüğü gibi bu fırçalar süpürgelik üzerinde yol boyunca sağ ve sol tarafta bulunmalı ve 0,033 ile 0,05 m mesafede olmalıdır.

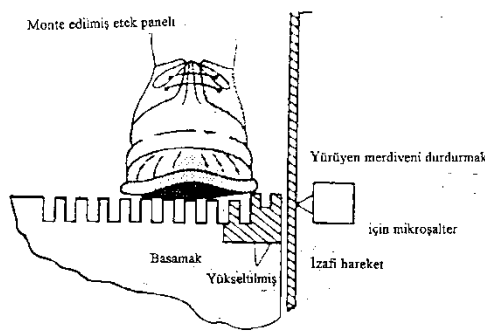
Tarak kontağı: Yürüyen merdivende basamak ile taraklar arasında bir sıkışma olduğunda sistem bunu tarak kontağı ile hisseder. Sisteme zarar gelmesini engellemek için hareketi durdurur. Tarak kontağı merdivenin alt ve üst kısmında sağ ve solda çift olarak bulunur. Şekil 3.14’de tarak kontağı gösterilmiştir.



Şekil 3.14: Tarak kontağı.

Süpürgelik (etek) kontağı: Basamak ile süpürgelik paneli arasında bir nesnenin sıkıştığını algılayıp fren uygulayıp motoru Şekilde görülen mikroşalterler ile basamağın izafi hareketi neticesinde yürüyen merdiven durdurulur.

Şekil 3.15’de etek kontağı gösterilmiştir.



(a)

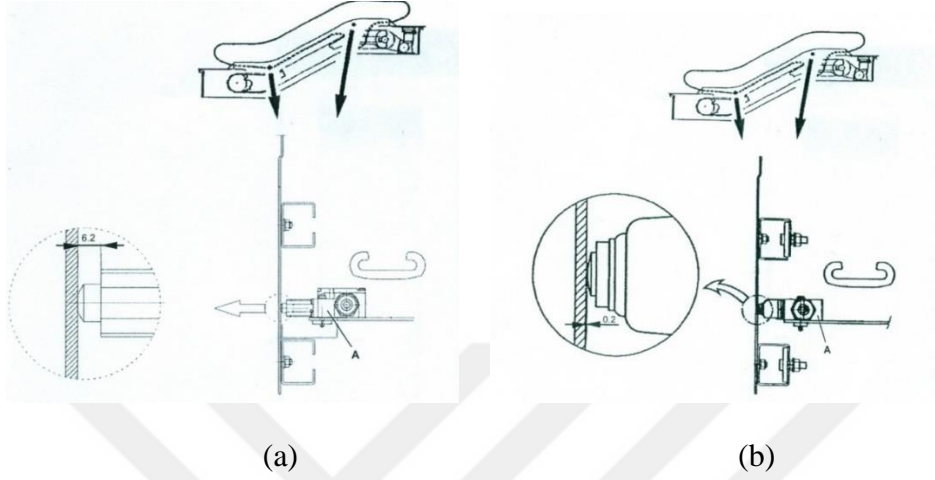
(b)

Şekil 3.15: Etek kontağı.

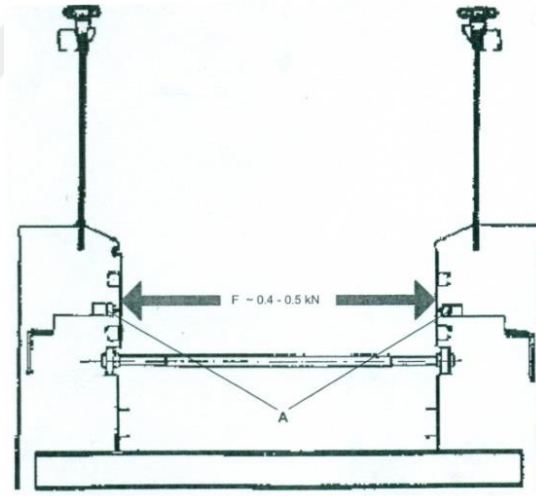
Bu kontak etek panelinin arkasında merdivenin hem yukarı hem de aşağı bölgesine yerleştirilmektedir. Etek sacı kontağı yanal olarak panele uygulanacak 400 ila 500

kN kuvvetle tetiklenmektedir. İki farklı kontak bulunmakta ve kontakın türüne göre etek sacının izin verilen deformasyonu ile emniyet devresi tamamlanmaktadır.

Etek kontaklarının montajı Şekil 3.16'da, etek kontaklarının tetiklenmesi ise Şekil 3.17'de gösterilmiştir.



Şekil 3.16: Etek kontaklarının iki farklı türde montajı.



Şekil 3.17: Etek kontaklarının tetiklenmesi.

4. YÜRÜYEN MERDİVEN KAZALARI

4.1 Yürüyen Merdivenler İçin Standardlar Ve Yönetmelikler

Yürüyen merdivenlerle ilgili ayrı bir yönetmelik bulunmayıp, Makina Direktifine tabiidir. Bununla birlikte yürüyen merdivenlerin konstrüksiyonu, imalat ve montajı için standartlar kaynaklarda görüldüğü gibidir.

Makina Emniyeti Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri [18]:

EK I Makinaların tasarımı ve imali ile ilgili temel sağlık ve güvenlik kuralları

Genel ilkeler:

1- Makinaların imalâtçıları veya yetkili temsilcileri makinalara uygulanacak sağlık ve güvenlik kurallarını belirlemek için bir risk değerlendirmesi yapılmasını sağlamalıdır. Makinalar daha sonra bu risk değerlendirmesi sonuçlarını göz önünde bulundurarak tasarımlanmalı ve imal edilmelidirler.

1.1.2- Güvenlik bütünlüğü ilkeleri:

(a) Makinalar işlevlerine uygun olacak şekilde ve sadece öngörülen şartlar altında değil, makul bir şekilde öngörülebilir yanlış kullanımları da dikkate alınarak, işletmeye alındıklarında kişileri riske atmadan çalıştırılabilecek, ayarlanabilecek ve bakımı yapılabilecek şekilde tasarımlanmalı ve imal edilmelidir.

1.1.3- Malzemeler ve ürünler:

Makinaların imalâtında kullanılan malzemeler veya bunların kullanımı sırasında kullanılan veya ortaya çıkan ürünler, kişilerin sağlık ve güvenliğini tehlikeye atmamalıdır. Özellikle, akışkanların kullanımı halinde, makinalar dolum, kullanım, geri kazanım veya tahliye esnasındaki riskleri önleyecek şekilde tasarımlanmalı ve imal edilmelidir.

1.2.4.3 Acil durum durdurması:

Makinalara, fiili veya olası bir tehlikenin bertaraf edilmesi için, bir veya daha fazla acil durum durdurma tertibatı takılmalıdır.

Bu tertibat aşağıdaki özelliklere haiz olmalıdır:

- Açıkça tanınabilen, açıkça görülebilen ve çabucak ulaşılabilen kumanda tertibatlarına sahip olmalı,
- İlave bir risk oluşturmaksızın, tehlikeli işlemleri mümkün olan en çabuk bir şekilde durdurmalı,
- Gerekli durumlarda, belirli koruyucu tertibatları hareketlerini tetiklemeli veya tetiklenmesini sağlamalıdır.

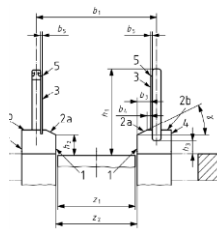
1.5.15 Kayma, sendeleme veya düşme riski: Kişilerin üzerinde durup hareket etmesi gereken makinaların parçaları insanların bu parçalar üzerine veya üzerinden kaymasını, sendelemesini veya düşmesini önleyecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

Uygun olduğunda, bu parçalara, kullanıcılara yönelik olarak tutunup kararlı bir şekilde durabilmelerine imkân tanıyan tutamaklar takılmalıdır.

TS EN 115 /A1 Standardından ilgili maddeler [19]:

Madde 5.1.5.4 - Hareket yönündeki eklem kaplamaları (özellikle süpürgelik ve korkuluk iç paneli arasındaki), sıkışma tehlikesini en aza indirecek şekilde biçimlendirilmiş ve düzenlenmiş olmalıdır.

Madde 5.1.5.6 - Süpürgelik dik olmalıdır. Süpürgeliğin üst ucu ile ya da eklem kaplamalarının alt ucu ile basamak yüzeyi, paletler ya da taşıyıcı bant arasındaki uzaklık (h_2) 0,025 m'den az olmamalıdır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Süpürgeliğin özellikleri.

Madde 5.1.5.6.1 - Süpürgelik son derece rijit, düzgün ve alından eklenmiş olmalıdır. Fakat bina dilatasyonu geçen uzun taşıyıcılar için daha farklı uygulamalar gerekebilir.

Madde 5.1.5.6.2 - Madde 5.1.5.6'da tanımlanan süpürgeliğin en elverişsiz 0,0025 m² alanına etkiyen 1500 N'luk dik kuvvet, süpürgelikte 0,004 m'den fazla bir boşluk yaratmamalıdır.

Bu deneme süpürgelikte kalıcı bir deformasyon yaratmamalıdır.

Madde 5.1.5.6.3 - Yürüyen merdivenlerde süpürgelik ile basamak arasına sıkışma ihtimali, azaltılmalıdır. Bunun için aşağıdaki üç şart sağlanmalıdır :

- Süpürgeliğin Madde 5.1.5.6.2'de belirtildiği gibi gerekli rijitlikte olması,
- Açıklıkların Madde 11.2.1'e uygun olması,
- Uygun malzeme kullanılarak sürtünmeden dolayı oluşacak aşınmanın azaltılması.

Buna ilâve olarak basamak kenarlarına uygun koruma elemanları veya sarı ikaz işaretleri de kullanılabilir.

Madde 6.3.3 - Durdurma Düğmesi. Tahrik ve dönüş istasyonlarından, yürüyen merdiven ya da yürüyen bant kapatılabilmelidir.

Tahrik ünitesi, basamak, palet ya da bantın yolcu yanı ile dönüş çizgisi ya da arasına yerleştirilmiş yürüyen merdiven ya da yürüyen bantın tahrik ünitesi bölgesinde de ek durdurma düğmeleri olmalıdır.

Bu düğmelerin çalıştırılması güç kaynağının, tahrik makinasından kesilmesine ve frenlerin etkin hale gelip yürüyen merdivenin ya da yürüyen bantın durmasına yol açmalıdır.

Durdurma düğmeleri:

- a) Elle açılır ve kapanır tip olmalı,
- b) Açık ve kapalı olma konumları kalıcı ve şüphe götürmeyecek şekilde yazılmış olmalı,
- c) Madde 14.1.2.2 'yi sağlayan güvenlik kontakları bulunmalıdır.

Özel Durum: Makina dairesinde Madde 13.4 'e uygun olan bir ana düğme bulunuyorsa, burada durdurma düğmesinin olmasına gerek yoktur.

Madde 8.3.2.1 - Tarakların dişleri, basamak, palet ya da bantın olukları ile çakışmalıdır (Madde 11.3 ve Madde 11.4). Ayağın temas ettiği yüzeyde ölçülen, dişlerin genişliği 0,0025 m'den az olmamalıdır.

Madde 8.3.2.2 - Tarakların uçları yuvarlatılmış ve taraklarla basamak, palet ya da bantın arasına sıkışma olasılığını minimuma indirecek biçimde şekillendirilmelidir.

Dişin ucunun yarıçapı 0,002 m'den fazla olmamalıdır.

Madde 8.3.2.3 - Tarağın dişleri, yürüyen merdiven ya da yürüyen bantı terkeden yolcu ayağını çarpıp acıtmayacak şekilde biçimlenmiş ve eğimlenmiş olmalıdır. Tasarım açısı (β), 40 dereceden fazla olmamalıdır.

Madde 8.3.2.5 - Yürüyen merdiven, palet ve yürüyen bantlarda tarakların tasarımı, yabancı bir cismin sıkışması halinde, kırılacak ya da yamulup oluklarla aynı hizada kalacak şekilde olmamalıdır.

Madde 8.3.2.6 - Madde 8.3.2.5'te tanımlananlarda hesaba alınmayan bir objenin sıkışması ve basamaklara, paletlere, banta, ya da tarak destek yapısına zarar gelmesi olasılığını yaratması halinde, yürüyen merdiven ya da yürüyen bant durdurulmalıdır (Madde 14.2.2.4.1(i)).

Madde 11.2.1 - Yürüyen merdiven ya da yürüyen bantın süpürgeliğinin, basamak, palet ya da bantın yanına altına konulduğu durumlarda, tam karşı karşıya olan iki noktada alınan yatay boşluk, bir yanda 0,004 m'yi ve iki yanın toplamında 0,007 m'yi geçemez.

Madde 11.2.2 - Yürüyen bantlarda süpürgeliğin, basamaklar, paletler ya da bantın üzerinde bittiği durumlarda, ayak basılan yüzeyden ölçülen dik uzaklık 0,004 m'yi geçemez. Palet ya da bantın yataydaki salınımı (osilasyon), palet ya da bantın yan kenarları ile süpürgeliğin dik izdüşümü (projeksiyonu) arasında bir boşluk oluşmasına neden olmamalıdır.

Madde 12.4.4.2 - Yürüyen Merdivenin Durma Uzaklıkları

Yüksüz ve aşağıya hareket eden yüklü yürüyen merdivenlerin (Madde 12.4.4.1) durma uzaklıkları aşağıdaki Çizelge 4.1: Beyan Hızı- Durma Uzaklıkları çizelgesinde belirtildiği değerler arasında olmalıdır:

Çizelge 4.1: Beyan Hızı- Durma Uzaklıkları.

Beyan Hızı	Durma Uzaklıkları
0,50 m/s	minimum 0,20 m, maksimum 1 m
0,65 m/s	minimum 0,30 m, maksimum 1.30 m
0,75 m/s	minimum 0,35 m, maksimum 1.50 m

Aradaki hızlar için durma uzaklıkları enterpolasyon ile bulunur.

Durma uzaklıkları, elektrikli fren sisteminin harekete geçtiği andan itibaren ölçülür.

Madde 15. Kullanım için işaretler, uyarılar ve sinyaller: 15.1.1. Bütün işaretler, yazılar ve uyarılar dayanıklı malzemeden yapılmış olmalı, bariz bir yere asılmalı, yürüyen merdiven ya da yürüyen bantın kullanıldığı ülkenin dilinde, açık, okunabilir karakterlerle yazılmış olmalı ve/veya resimli anlatım kullanılmalıdır.

Madde 15.1.2.1 - Kullanıcı için aşağıdaki uyarılar, her katta bandın yakınında açıkca okunabilecek şekilde yazılı ve asılmış olmalıdır.

- Küçük çocuklarınızın ellerini sıkıca tutun,
- Köpekleri kucağınızda taşıyınız,
- Hareket yönüne doğru dönün; ayaklarınızı kenarlardan uzak tutun,
- El bandına tutunun, parmaklarınızı el bandının altına sokmayın.

Yürüyen merdiven ya da yürüyen bandın çalıştığı ortamın gerektirdiği uyarılar da büyük ihtimalle gerekli olacaktır. Örneğin “büyük hacimli ve ağır yükler taşınamaz”, “tekerlekli sandalyelerin taşınmasına izin verilmez” gibi.

Mümkün olduğu yerlerde bu uyarılar resimli anlatılma verilmelidir. Resimli anlatımların minimum boyutu 0,08 x 0,08 m olmalıdır. Resimli anlatımlar, bu standartta tanımlandığı gibi kullanılabilirler. Şekil 4.2: Kullanıcı uyarıları'nda bazı örnekler verilmiştir.



Şekil 4.2: Kullanıcı uyarıları.

Madde 15.1.2.2 - Madde 14.2.2.3'deki acil durdurma cihazları, kırmızı renkli olmalı, cihazın üzerinde ya da hemen civarında "DUR" yazılmalıdır.

Çizelge 4.2 kazalar listesini ve bu kazalara karşılık gelen bu standardtaki karşılıklarını gösterir.

Çizelge 4.2: Kazaların listesi.

Kazalar		Bu standarddaki ilgili madde
1.1	Sıkışma	5.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5.4, 5.1.5.6, 6.1, 6.3.1.1, 7.3.1, 7.5, 8.2.3, 8.2.5, 8.3.2,10, 11, 12.9
8.6	İnsan hatası	0.5.3,0.7, 5.1.5.2, 5.1.5.7, 13.4.2, 13.7, 14.2.2.3.1, 14.2.5.3

TS EN 115-1/A2 Standardından ilgili maddeler [20]:

Madde 5.4.2.1.3.2 Yürüyen merdivenin durma mesafeleri: Yüksüz halde ve aşağı yönde yükü hareket eden yürüyen merdivenin durma mesafeleri için 5.4.2.1.3.1 bakınız.

Madde 5.5.3 Süpürgelik (Etek):

5.5.3.2 Süpürgeliğin tepe kenarından basamağın burnuna kadar olan dik mesafe mesafe h_2 0,025 m'den az olmamalıdır.

5.5.3.3 Süpürgelik 2500 m² alana sahip kare veya dairesel alan dik olarak etkiyen 1500 N tekil kuvvete maruz kaldığında 0,004 m'den fazla deforme olmamalıdır.

TS EN 115-1/A2 eki ile yayınlanan standartta, süpürgelik korumaları, EN 115-1:2009'da standardın içinde 5.5.3.4 maddesi ile yer almakta olup aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır. Yürüyen merdivenlerde, süpürgelik ile basamaklar arasında kısılma riski en aza indirilmelidir. Bu amaçla, aşağıdaki koşullar karşılanmalıdır:

a) süpürgeliğin 5.5.3.3'e göre yeterli rijiditesi

b) açıklıkların 5.5.5.1'e göre olması

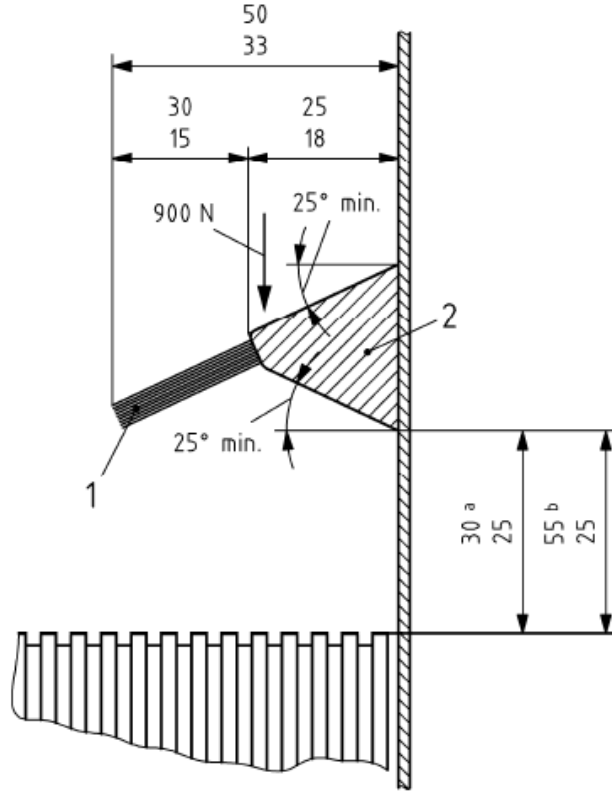
c) aşağıdaki şartlara uyan süpürgelik korumalarının montajı:

- Bir rijit ve bir esnek kısımdan (firçalar, kauçuk profiller gibi) meydana gelmelidirler
- Süpürgelik panelinin dikey yüzünden en az 0,033 m ve en fazla 0,05 m kadar öne çıkmalıdırlar.

- Rijit kısım üzerinde 600 m²'lik bir dikdörtgen alana, rijit kısım ile bağlantı hattına dik olarak uygulanacak eşit dağıtılmış 900 N'luk bir güç karşısında bir ayrılma veya kalıcı bir deformasyon olmamalıdır.
- Rijit kısımlar, 0,018 m ila 0,025 m arasında yatay bir öne çıkışı olmalı ve belirtilen şartlara dayanmalıdır. Esnek kısmın yatay öne çıkışı en az 0,015 m en fazla 0,03 m olmalıdır.
- Rijit kısmın iç yüzeyinin en alt kısmı ile basamak burnuna dik hat arasında, hareketin eğimli kısmı boyunca 0,025 +/- 0,002 m'lik bir mesafe olmalıdır.
- Süpürgelik korumasının rijit kısmının iç yüzeyinin en alt kısmı ile geçişteki herhangi bir basamağın mesnet takozunun tepesi ve yatay alanlar arasında 0,025 m ve 0,05 m arasında olmalıdır.
- Rijit kısmın aşağı yüzeyi süpürgelik panelinden yukarı doğru 25 dereceden daha az eğilmemiş olmalıdır. Ve üst yüzeyi süpürgelik panelinden aşağı doğru 25 dereceden az eğilmemesi olmalıdır.
- Korumalar yuvarlak köşeli olarak tasarlanmış olmalıdır. Bağlantı vidası başları ve birleşim bağlantıları hareket yoluna uzanmamalıdır.
- Terminal sonu kısmı süpürgelik ile taşma ara yüz yapacak şekilde konikleştirilmiş olmalıdır. Herhangi bir korumanın terminal sonu kısmı, tarak kesişim hattından önce en az 0,05 m ve en fazla 0,15 m devam etmelidir.
- Eğer süpürgelik koruması, alt iç kirişlerin bir uzantısı ise, 5.5.2.6.2 uygulanır. Süpürge koruması, süpürgeliğe bağlanmış veya süpürgeliğin ayrılmaz parçası ise 5.5.3.1 uygulanır.

d) Deri (ıslak ve kuru), PVC (kuru) ve kauçuk (kuru) ile 0,45'den az bir sürtünme katsayısı elde etmek için uygun materyallerin veya koruma cihazının içinin uygun tipte astarlama (test metotları üzerinde bilgi için bakınız EN 115-1:2009 Ek K).

Süpürgelik korumasının şartları Şekil 4.3 Süpürgelik korumasının şartları'nda gösterilmiştir.



Şekil 4.3: Süpürgelik korumasının şartları.

Madde 5.5.5 Basamak ve Süpürgelik arası Boşluk:

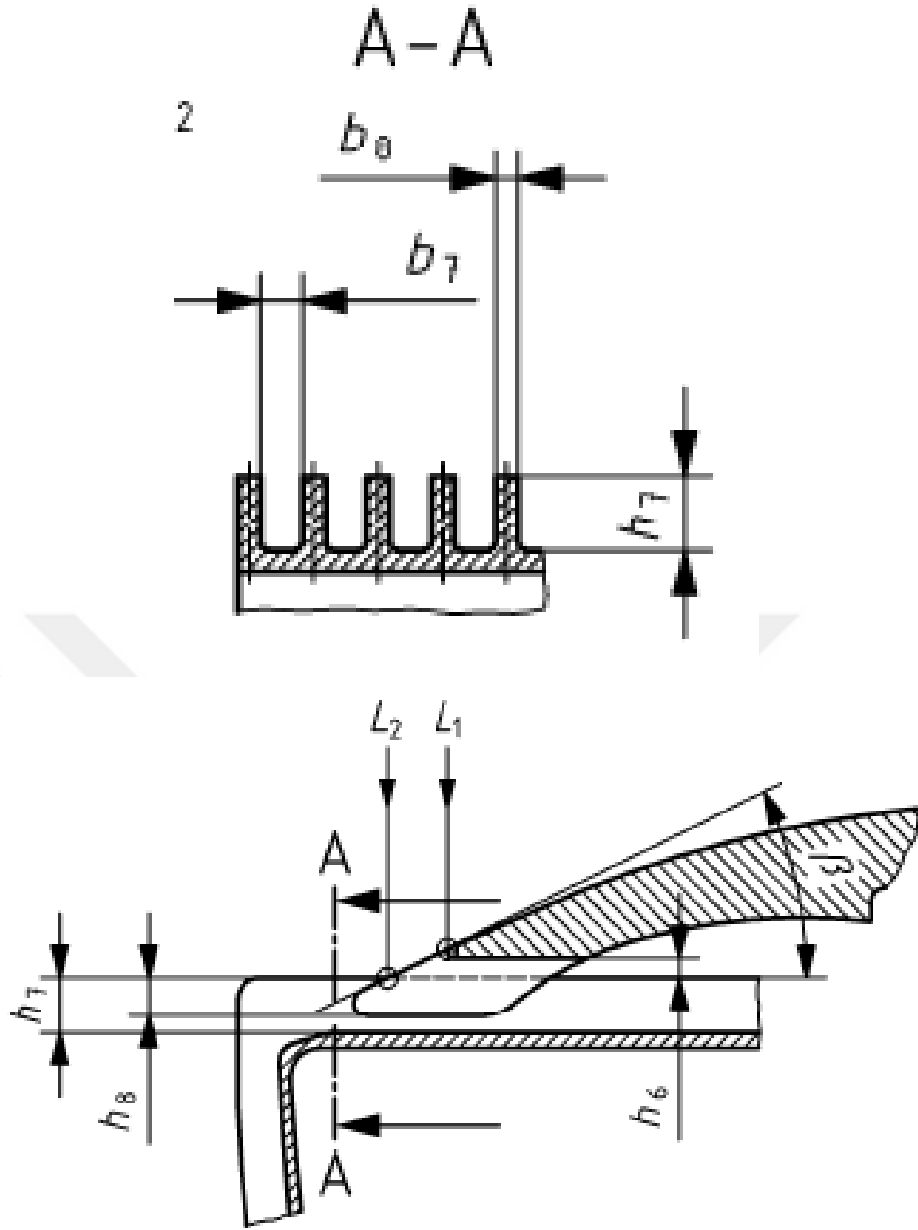
5.5.5.1 Yürüyen merdivenin süpürgelik ile basamak yan yüzeyi arasında yatay boşluk tek kenarda 0,004 m'yi karşılıklı iki noktaya göre toplam boşluk 0,007 m'yi geçmemelidir.

5.7.3.2.2 Tarakların uç kısımları yuvarlatılmalı ve böylece taraklara ve basamaklara takılma riski azaltılmış olur. Diş uçlarının yarıçap değeri 0,002 m'den büyük olmamalıdır.

5.7.3.2.5 Yabancı cisimlerin dişleri eğmesine ve basamak yivlerine takılıp kırılmasını engelleyecek tarzda tasarlanmalıdır.

5.7.3.2.6 Bir nesnenin takılması durumunda, madde 5.7.3.2.5 tanımlanan durumla karşılaşılmalı ve tarak/basamak takılması durumunda yürüyen merdiven otomatik olarak durmalıdır.

Yukarıda belirtilen özellikler Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4: Basamak ile süpürgelek arası boşluk.

Madde 5.12.2.2.3.1 Acil durumlarda durduruma sviç yürüyen merdiveni durdurmalıdır. Yürüyen merdivenin görünebilecek ve kolayca ulaşılabilir şekilde merdivene biniş yerine yakın yerleştirilmelidir.

İzleme ve elektrik güvenlik cihazları / fonksiyonları için gereklilikler'e ait bilgiler Çizelge 4.3: İzleme ve elektrik güvenlik cihazları / fonksiyonları için gereklilikler'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3: İzleme ve elektrik güvenlik cihazları / fonksiyonları için gereklilikler.

Sıra	Tespit edilecek olaylar	Gereklilik
a)	Aşırı yük (otomatik devre kesiciler aracılığı ile). Başlangıç önlenmelidir. (Ayrıca bakınız 5.12.2.4.1)	5.11.3.2
b)	Aşırı yük (Sıcaklık artışına bağlı olarak çalışan)	5.11.3.3
c)	Aşırı hız veya seyahatin yönünün kasıtsız değişimi. (5.4.2.3'e göre). Başlangıç önlenmelidir. (Bakınız 5.12.2.4.1)	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3 veya 5.12.1.2.6
ç)	Yardımcı frenin kapanışı. (5.4.2.2.4'e göre)	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3 veya 5.12.1.2.6
d)	Basamakları, paletleri veya kemeri çalıştıran parçalarının ansızın kırılması veya uygunsuz uzaması. Örnek, zincirler veya kremayerler. Başlangıç önlenmelidir. (Bakınız 5.12.2.4.1)	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3 veya 5.12.1.2.6
e)	(Kasıtsız) çalışan ve dönüş cihazları arasında ki mesafenin uzaması veya kısalması.	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3 veya 5.12.1.2.6
f)	Tarağa basamakların ve paletlerin veya kemerin girdiği noktada yakalanmış yabancı cisimler (5.7.3.2.6'ya göre)	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3 veya 5.12.1.2.6

Madde 7.2.1.2 Emniyet işaretlemeleri:

Yürüyen merdivenin her iki giriş kısmında çapı minimum 0,08 m şekil 4.5'de olduğu gibi uyarı işaretleri konulmalıdır.



Şekil 4.5: TS EN 115-1'e göre pintograflar (çap minimum 0,08 m).

Önemli tehlikelerin listesi Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4: Önemli tehlikeler listesi.

No	Tehlike/Tehlikeli durum	Önem seviyesi	EN-115-2 'nin ilgili kloz
1	Zararlı materyallerin etkisi (Örnek: asbest)	Yüksek	5.1
2	Normalde halka açık olmayan hareketli makinesal parçalar (Örnek: çalışma ünitesi, el bandı motoru, bacak veya palet) ile temas	Orta	5.2.1, 5.4.1, 5.12.2, 5.13.2.1
3	Destekleyici yapı ve makinesel boşlukların içerisindeki yangın	Orta	5.2.2, 5.9
4	Basamaklar/paletler/kemer ve iniş bölgelerinde kayma	Yüksek	5.3.1, 5.7.1
5	Yetersiz basamak işaretlenmesi sebebi ile düşme	Orta	8.3.2
6	Etekler ve basamaklar arasında sıkışma	Yüksek	5.3.3, 5.5.3
7	Basamak ve basamak veya pale ve palet arasına yakalanmak	Yüksek	5.3.4

Oluşabilecek kaza riskleri 8 başlık altında toplanmış olup, incelenen kaza ile ilgili olan hususlar şunlardır :

Mekanik Riskler:

- Hareketli makina parçaları ile temas ve sıkışma riski (basamaklar, tahrik sistemi vb.)
- Kaplamalar, süpürgelikler ve profillerdeki kesme riskleri
- Basamak ile tarak ve süpürgelik arasında sıkışma riski
- Basamak ile basamak arasındaki sıkışma riski
- Hatalı kullanımdan doğabilecek riskler
- Çocukların kontrolsüz hareketlerinden kaynaklanan riskler

Süpürgelik:

- Süpürgelik diklemesine düz ve dip dibe birleştirilmiş olmalıdır
- Süpürgeliğin üst ucu veya öne çıkan kaplama birleşim yerlerinin alt ucu veya süpürgelik korumalarının rijit ucu ve basamak burnu hattı taban yüzeyi arasındaki dikeye mesafe h_2 0,025 m'den az olmamalıdır
- Süpürgelik 0,0025 m²'lik bir kare veya daire yüzey üzerinden en istenmeyen noktaya dik açı ile uygulanan 1500 N'luk tek bir kuvvet karşısında 0,004 m'den fazla esnememelidir.
- Yürüyen merdiven süpürgelik ile basamaklar arasında kısılma riski en aza indirilmelidir. Bu sebeple süpürgeliklere koruma fırçaları eklenmelidir. Koruma fırçaları ölçüleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Basamaklar ve süpürgelik arasındaki açıklık:

- Yürüyen merdiven süpürgeliği basamakların yanına yerleştirilmişse yatak açıklık her iki taraf için 0,004 m'yi geçmemelidir. Her iki tarafta iki toplam açıklık en fazla 0,007 m olmalıdır.

Taraklar:

- Tarakların sonları taraklar ile basamaklar arasında kısılma riskini en aza indirmek için yuvarlatılmış olmalıdır.

- Basamak ile taraklar arasına nesne sıkışmalarında ve tarak basamak çarpışması halinde yürüyen merdiven otomatik olarak durmalıdır.

Yürüyen merdivenlerle ilgili ayrı bir yönetmelik bulunmayıp, Makina Direktifine tabiidir. Yürüyen merdivenlerin imalatçısı tarafından makul şekilde önceden tahmin edilebilir yanlış kullanımı ve tasarımıyla ilgili tüm önemli tehlikeler, tehlikeli durumlar ve olaylar için 2017 yılında yayımlanan TS EN 115-1 :2017 Yürüyen merdiven ve yürüyen bantlar için güvenlik - Bölüm 1: Yapım ve montaj standardı kullanılmaktadır. Ayrıca, Asansör ve yürüyen merdivenlerin bakımı - Bakım talimatları için kurallar isimli 2009 yılında yayımlanmış olan TS EN 13015+A1 :2009 standardı bulunmaktadır. Kontrol periyodu hakkında İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği bulunmaktadır. Kontrol süresi 1 yıl olarak belirtilmiştir. İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik ise emniyetli kullanım hususunda emredici kuralları içermektedir.

4.2 Kaza Örnekleri

Türkiye’de kayıtlara geçmiş ve bu tez çalışması hazırlanma sürecine kadar ulaşılabilen kaza örnekleri derlenmiş ve vaka metodu kullanılarak ele alınmıştır. Yürüyen merdivenlerin yaygın kullanımına karşın yürüyen merdivenlerde meydana gelen kazaların bir istatistik çalışması yapılarak derlenmediği ve yetkili merciler tarafından incelenmediği saptanmıştır. Bu durumda, internet ortamında ve diğer mediada yer bulmuş olan ülkemizdeki ve diğer ülkelerdeki kazalar, ulaşılabilen bilgi ve bulgular ışığı altında aşağıda maddeler halinde irdelenmiştir.

4.2.1 Birinci örnek kaza

Olay: Alışveriş merkezinde 2009 günü 1. Otopark katı ile -1. Katı arasında A. K. ile H. S. otopark katına inmek için aşağı yönde (iniş yönünde) çalışan yürüyen merdivene bindikleri, yürüyen merdivenin sağ tarafında bulunan H. S. ayağında bulunan lastik botu (sağ teki) basamak ile süpürgelik arasına sürtünerek sıkışması sonucu sağ ayağından yaralandığı anlaşılmaktadır.

İnceleme ve Değerlendirme: Yürüyen merdivene olay günü H. S. ile birlikte binen ve elinden tutan A. K. beyanına göre H. S. ayağında yumuşak plastikten mamul lastik bot bulunmaktadır. Ayrıca H. S. ayağının yürüyen merdivenin sağ tarafından

içine alındığını beyan etmiştir. Yürüyen merdivenin konstrüktif yapısı ve TS EN 115 standardında tanımlanan boyutlarda çalışması nedeniyle bu beyanın gerçekleşmesi mümkün görülmemektedir. Zira yürüyen merdiven basamaklarının etek (süpürgelik) ile arasındaki mesafenin 0,004 m'den fazla olmasına izin verilmemektedir.

Bununla birlikte hareketli yürüyen merdiven basamağı ile etek sacı arasındaki boşluğa bir cismin girmesi, sıkışması durumunda mevcut emniyet sistemi devreye girmekte ve otomatik olarak yürüyen merdiveni durdurmaktadır.

Aşağı hareket eden yüklü bir yürüyen merdiven (çalışma hızı 0,5 m/s) olduğunda durma mesafesi minimum 0,2 metre maksimum 1 metre olarak TS EN 115 standardında (madde 12.4.4.2) verilmiştir. Buna göre kaza anında yürüyen merdivenin otomatik olarak hemen fren yapması halinde dahi bir miktar daha ilerlemesi kaçınılmazdır.

Güvenlik Firmasının Olay Fotoğrafların İncelenmesi: Küçük kızın yürüyen merdivene biniş anına ilişkin görüntüler Şekil 4.6 ve Şekil 4.7 'de görülmektedir. Kaza sonrası olay yerine gelen ilk yardım ekiplerinin kamera görüntüsü Şekil 4.8 'de görülmektedir.



Şekil 4.6: Küçük kızın yürüyen merdivene biniş anı.



Şekil 4.7: Küçük kızın yürüyen merdivene sağ taraftan binış anı.



Şekil 4.8: İlk yardım ekibinin bölgeye gelişi.

Olay anına ait fotoğraflardan ve güvenlik kamerası görüntülerinden, H. S. ayağının yürüyen merdivenin sağ tarafından bindiği ve ayağında mavi renkli lastik bot olduğu görülmüştür.

Yürüyen Merdivenlerin TS EN 115 Standardına Göre İncelenmesi [21]: Mart 1998 te yürürlükte olan TS EN 115 “Yürüyen Merdiven ve Yürüyen Bantlar Güvenlik Kuralları-Konstrüksiyon ve Tesisatı için” Standardına göre dava konusu yürüyen merdivenin değerlendirilmesi aşağıda yapılmıştır.

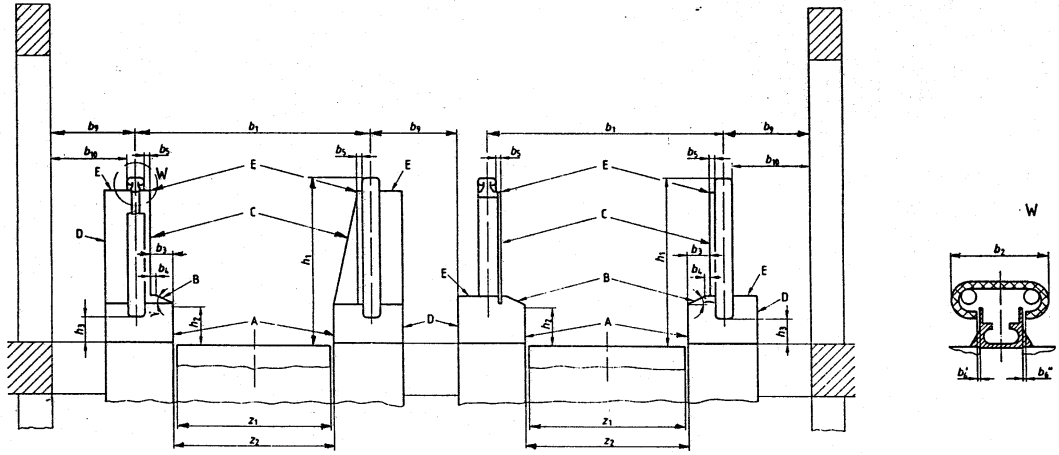
İlgili standardın EK C 'de Kazların listesine yer verilmiştir. Buna göre Çizelge C.1 listesinde 1.1 maddesinde “Sıkışma” kazası ile ilgili TS EN 115 standardının ilgili maddelerine atıflara yer verilmiştir. Bu maddeler, maddelerin açıklaması ile dava konusu kaza ile ilgisi aşağıda Çizelge 4.5’de listelenmiştir.

Çizelge 4.5: Kazanın dava konusu kaza ile ilgisi.

Madde no	Açıklaması	Dava konusu kaza ile ilgisi
5.1.1	Yürüyen merdiven ve yürüyen bant kılıfı	Yok
5.1.2	Yürüyen merdiven ve yürüyen bant kılıfı	Yok
5.1.3	Kontrol ve bakım kapı ve kapakları	Yok
5.1.4	Havalandırma açıklığı	Yok
5.1.5,4	Korkuluk	Yok
5.1.5.6	Süpürgelik	Var
6.1	Makina daireleri – genel	Yok
6.3.1.1	Makina dairelerinin, tahrik ve dönüş istasyonları ve ekipmanları	Yok
7.3.1	Korkuluk üzerindeki el bantı	Yok
7.5	Korkuluğa giriş noktasındaki korumalar	Yok
8.2.3	Basamak yüzeyleri ve paletler	Yok
8.2.5	Basamak alınları	Yok
8.3.2	Tarak – Konstrüksiyon	Yok
10	Yürüyen merdiven ve yürüyen bantın eğim açısı ve basamakların, paletlerin bantın kulavuzlanması	Yok
11	Basamaklar veya paletler arasındaki boşluk, paletler, basamaklar veya bantlar ile süpürgelik arasındaki boşluk	Var
12.9	Tahrik istasyonlarındaki veya dönüş istasyonlarındaki koruma	Yok

Buna göre dava konusu kaza, (5.1.5.6 Süpürgelik ve 11. Basamaklar veya paletler arasındaki boşluk, paletler, basamaklar veya bantlar ile süpürgelik arasındaki boşluk) maddeleriyle ilgili olup, bu maddelerin değerlendirmesi aşağıdaki gibidir.

Madde 5.1.5.6. Süpürgelik dik olmalıdır. Süpürgeliğin üst ucu ile ya da eklem kaplamaların alt ucu ile basamak yüzeyi, paletler ya da taşıyıcı bant arasındaki uzaklık (h_2) 0,025 m’den az olmamalıdır. Süpürgelik detayı Şekil 4.9 ‘da verilmiştir.



Şekil 4.9: Süpürgelik detayı.

5.1.5.6.1. Süpürgelik son derece rijit, düzgün ve alından eklenmiş olmalıdır. Fakat bina dilatasyonu geçen uzun taşıyıcılar için daha farklı uygulamalar gerekebilir.

5.1.5.6.2 Madde 5.1.5.6 da tanımlanan süpürgeliğin en elverişsiz 0,0025 m² alanına etkiyen 1500 N'luk dik kuvvet, süpürgelikte 0,004 m'den fazla bir boşluk yaratmamalıdır.

Bu deneme süpürgelikte kalıcı bir deformasyon yaratmamalıdır.

5.1.5.6.3. Yürüyen merdivenlerde süpürgelik ile basamak arasına sıkışma ihtimali azaltılmalıdır. Bunun için aşağıdaki üç şart sağlanmalıdır:

- Süpürgeliğin Madde 5.1.5.6.2 de belirtildiği gibi gerekli rijitlikte olması
- Açıklıkların madde 11.2.1. e uygun olması
- Uygun malzeme kullanılarak sürtünmeden dolayı oluşacak aşınmanın azaltılması

Buna ilave olarak basamak kenarlarına uygun koruma elemanları veya sarı ikaz işaretleri de kullanılabilir.

Madde 11.2 Basamaklar, paletler veya süpürgelikle bant arasındaki açıklık yürüyen merdiven ya da bantın süpürgeliğinin, basamak, palet ya da bantın yanına altına konulduğu durumlarda, tam karşı karşıya olan iki noktada alınan yatay boşluk bir yanda 0,004 m'yi ve iki yanın toplamında 0,007 m'yi geçemez.

Bunlara ilave olarak TS EN 115 standardında yürüyen merdivenlerin kullanımı için gerekli işaretleme, uyarı ve sinyaller hakkında detaylı bilgi Madde 15'de yer almaktadır.

Madde 15. Kullanım için işaretler, uyarılar ve sinyaller

15.1.1. Bütün işaretler, yazılar ve uyarılar dayanıklı malzemeden yapılmış olmalı, bariz bir yere asılmalı, yürüyen merdiven ya da yürüyen bantın kullanıldığı ülkenin dilinde, açık, okunabilir karakterlerle yazılmış olmalı ve/veya resimli anlatım kullanılmalıdır.

15.1.2.1. Kullanıcı için aşağıdaki uyarılar, her katta bandın yakınında açıkça okunabilecek şekilde yazılı ve asılmış olmalıdır.

- Küçük çocuklarınızın ellerini sıkıca tutun
- Köpekleri kucağınızda taşıyınız
- Hareket yönüne doğru dönün, ayaklarınızı kenarlardan uzak tutun
- El bandına tutun, parmaklarınızı el bandının altına sokmayın.

Yürüyen merdiven ya da yürüyen bandın çalıştığı ortamın gerektirdiği uyarılar da büyük ihtimalle gerekli olacaktır. Örneğin “büyük hacimli ve ağır yükler taşınamaz”, “tekerlekli sandalyelerin taşınmasına izin verilmez” gibi.

Mümkün olduğu yerlerde bu uyarılar resimli anlatılma verilmelidir. Resimli anlatımların minimum boyutu 0,08 x 0,08 m olmalıdır. Resimli anlatımlar, bu standartta tanımlandığı gibi kullanılabilirler. Örnek resimli anlatımlar Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10: Resimli anlatım örneği.

Sonuç:

1) Kazanın oluşumunda basamak ile süpürgelik arasında TS EN 115 standardında (madde 11.2) tanımlı boşluk olduğunda teknik bir sorun yaratmadığı görülmüştür.

2) TS EN 115 standardında (madde 5.1.5.6.2) belirtilen “süpürgeliğin 0,0025 m² alanına etkiyen 1500 N’luk dik kuvvet 0,04 m’den fazla bir boşluk” yaratması kazaya uğrayan 3.5 yaşında bir çocuk olduğundan mümkün olamayacağı anlaşılmıştır.

3) TS EN 115 standardında (madde 5.1.5.6.3.) belirtilen yürüyen merdivenlerde süpürgelik ile basamak arasına sıkışma ihtimali azaltılmaya yönelik üç şart sağlanmalıdır ve bu şartların sağlandığı görülmüştür.

4) Yürüyen merdivene koruma bandı (reflektör fırça) yaptırılması hususu TS EN 115 standardında yer almamakta, (madde 5.1.5.6.3.) devamında “Buna ilave olarak basamak kenarlarına uygun koruma elemanları veya sarı ikaz işaretleri de kullanılabilir.” İfadesine yer verilmekte ve zorunluluk belirtmemektedir.

5) Bununla birlikte Mart 2010 tarihinde (kaza tarihinden sonra) yayınlanan EN 115-1: 2008 + A1 yeni yürüyen merdiven standardı olup, bu standardın (madde 5.5.3.4) skirt deflector (süpürgelik fırça = reflektör fırça) ve etek (süpürgelik) malzemesinin veya üstündeki kaplamanın deri (ıslak ve kuru), PVC (kuru) ve lastik (kuru) halde sürtünme katsayısının 0,45 den küçük olarak kullanılması gerektiğine yer verilmiştir. Ancak dava konusu yürüyen merdiven bu tarihten önce imal edilip montajı yapıldığından, bu standartta belirtilen hususa sahip olması talep edilemez.

Yapılan inceleme ve değerlendirmeler neticesinde, kazanın meydana geldiği yürüyen merdivenin gerek ilgili TS EN 115 standardına uygun olduğu ve gerekse Makina Direktifleri Kapsamında uygun olduğu görülmüştür. Kazanın oluşumunda yürüyen merdivenin teknik yapısından kaynaklanan bir kusur tespit edilmemiştir.

Zarar gören: Kaza sonucu alt bölümde bulunan tarak nedeniyle kızın ayak parmağı kopmuştur.

Sebebi: Olaya küçük kızın ayağını kenara fazla yaklaştırdığı lastik ayakkabı ile dikkatsizlik sebep olmuştur.

Ne yapılmalı: Tarakların bir kuvvet etki ettiğinde sistemin durması kazanın oluşmasını önleyebilir. Ayağın basamak ile yan panel arasına sıkışmasını önlemek

için fırça kullanılmaktadır. Ancak bu fırça oldukça sık ve sert olmalı ki ayakla baskı yapılması durumunda açıklık oluşmasını engellemelidir. Acil durdurma butonları 2 adetten fazla olmalı ve erişilebilir/görülebilir ve dikkat çeken bir yerde olmalıdır. Küçük çocuklar tek başlarına merdivene bindirilmemeli yanında bir büyüğü bulunmalıdır. Çocukların ellerinden tutularak yolculuk yapılmalıdır. Yürüyen merdivene biniş yerlerinde ayak sıkışması uyarısını belirten işaretler açık bir şekilde bulunmalıdır. İşaretlemeler 29.06.2009 tarihinde yürürlüğe giren TS EN 13015+A1 Asansör ve yürüyen merdivenlerin bakımı - Bakım talimatları için kurallar satandardında detaylı bilgiler bulunmaktadır.

4.2.2 İkinci örnek kaza

Olay: Alışveriş merkezinde 1. Katta aşağı yönde inen küçük kız ile babası alt kata inmek için aşağı yönde (iniş yönünde) çalışan yürüyen merdivene bindikleri, yürüyen merdivenin sol tarafında bulunan kızın ayağında bulunan lastik ayakkabının (sol teki) basamak ile süpürgelik arasına sürtünerek sıkışması ve aşağı istasyondaki tarakla karşılaşması sonucu sol ayağından ayakkabının ayak parmakları hizasından parçalandığı ve sol ayak parmağının kopardığı anlaşılmaktadır.

İnceleme konusu yürüyen merdiven, 1 m basamak genişliğindeki, 0,5 m/s hızda hareket eden 5.5 metre kat yüksekliğinde 30 derece eğimde çalışan, kapalı mekan tipi bir yürüyen merdivendir. Söz konusu yürüyen merdiven montajı tamamlanıp çalışır vaziyette 2011 tarihinde teslim alındığı, bakım sözleşmesinin 2011 tarihinde başlamış olduğu belgeler üzerinde yapılan inceleme sonucunda tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında yürüyen merdivenin tabii olduğu ve şartlarını sağlamak durumunda olduğu standardın TS EN 115-1 olduğu anlaşılmaktadır.

Kaza sonrasında yapılan ölçümler sonucunda, yürüyen merdiven basamağı ile süpürgelik arasındaki mesafe bir kenarda 0,004 m'yi, iki kenarın toplamı da 0,007 m'yi aşmadığından, ürün ile ilgili uyumlaştırılmış standart olan TS EN 115-1 standardının 11.2.1 maddesine göre herhangi bir uygunsuzluğu bulunmadığı belgelenmiştir.

Yürüyen Merdiven Bant Bakım Formları ile Sevk İrsaliyesi ve Arıza Bilgilendirme Formlarının incelenmesinden, söz konusu yürüyen merdivenin bakımının periyodik olarak yapıldığı ve değiştirilen kritik parça olmadığı, formda Zincir kontağı ayarı

yapıldığı (A1, B95, C06) tespit edilmiştir. Periyodik bakımda muayene ve kontrol edilen hususlar arasında aşağıdaki maddelerin olduğu görülmüştür.

13 Açıklıklar: Basamaktan basamağa ve basamaktan süpürgeliğe olan açıklıklar kontrol edilir.

14 Taraklar: Durum kontrol edilir, basamakların paletlerin veya kayışların birbirine geçişi kontrol edilir.

Tespit edilenler :

a) Yürüyen merdivenin 1 metre genişliğinde, 0,4 metre derinliğinden ve 0,2 metre yüksekliğinde basamaklardan oluştuğu, 30 derece eğimli ve 5,5 metre yüksekliğinde olduğu tespit edilmiştir. Basamaklarda kırık dişlerin olmadığı görülmüştür.

Şekil 4.11’de basamaklar gösterilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 4.11: Basamaklar.

b) Acil durdurma düğmelerinin yürüyen merdivenlerin girişlerinde (toplam 2 adet, Şekil 4.12) ve ilgili standarda uygun olduğu ve çalışır halde olduğu görülmüştür.



(a)

(b)

Şekil 4.12: Acil durdurma düğmeleri.

c) Süpürgeliğin basamak üstünden temiz yüksekliğinin 0,23 m olduğu

ç) Fırçaların basamak üzerinden temiz yüksekliğinin 0,05 m olduğu ve fırçanın süpürgelik (etek) saçından basamak üzerine doğru 0,055 m boyunda olduğu (Şekil 4.13).



Şekil 4.13: Fırça boyu.

d) Yürüyen merdiven süpürgelik (etek) bölgesinde etek sacına monteli sıkışmayı önleyici etek fırçasının var olduğu, yürüyen merdiven boyunca sağ ve sol kolda baştan başa tarak plakasına kadar eksiksiz olduğu (Şekil 4.14).



(a)



(b)

Şekil 4.14: Fırça konumu.

e) Merdivenin tarak plakalarında tarak dişlerinin merdiven genişliğinde eksiksiz ve tam olduğu görülmüştür. Tarak dişlerinin ve zemin plakasının uygun olduğu ve ilgili standarda uygun olduğu görülmüştür. Tarakalara ait resimler Şekil 4.15’de verilmiştir.



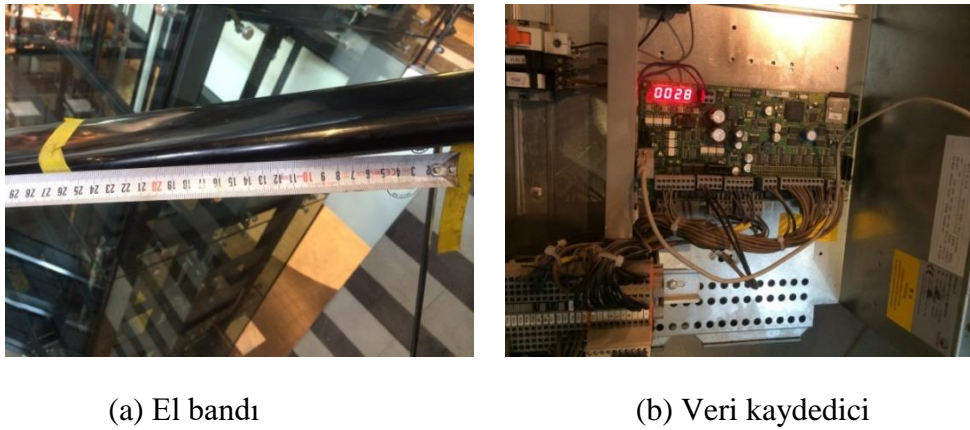
Şekil 4.15: Taraklar.

f) Durma mesafelerinin denenmesi sonucunda elde edilen neticeler Çizelge 4.6’da belirtildiği gibi şunlardır:

Çizelge 4.6: Durma mesafeleri.

Deneme	Stop Düğmesi konumu	
	Yukarı	Aşağı
Deneme 1	0,26 m	0,21 m
Deneme 2	0,22 m	0,25 m
Deneme 3	0,21 m	0,24 m

Ayrıca cihaz üzerindeki veri kaydediciden okunan en son durma mesafesi 0,28 m olarak kaydedildiği görülmüştür. Yapılan denemelerden durdurma zamanınının 1.1 saniye olduğu görülmüştür. Şekil 4.16 (a)’da El bandı, Şekil 4.16 (b)’de Veri kaydedici gösterilmektedir.



Şekil 4.16: El bandı ile veri kaydedici.

g) Basamaklar ile süpürgelik (etek) arasındaki mesafelerin değerleri 2 farklı konumda merdivenler üzerinde yük yokken ölçülmüştür. Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

Çizelge 4.7: Basamaklar ile süpürgelik (etek) arasındaki mesafe değerleri.

Basamak konumu	Aşağıya iniş yönüne göre	
	Sağ taraf	Sol taraf
Ölçüm 1 (en alt kat hizası)	0,0021 m	0,0037 m
Ölçüm 2 (alt kattan 2 metre yukarda)	0,00675 m	0,0019 m

Her ne kadar Ölçüm 2 değeri standardın belirttiği sınır değerlerin üzerinde çıkmış ise de, kazadan sonraki tarihte yapılan ölçümler standardın sınırları içinde kaldığı görülmüştür.

ğ) Etek kontağının bulunmadığı görülmüştür. Standart tarafından bulunması mecburi olmayan etek kontağı konsol aralıkları 1 metre civarında olduğu ve kaplamasının 0,002 m paslanmaz sacdan yapıldığı teknik verilerinden anlaşılan süpürgelik (etek) rijit olarak konsollara tespit edildiği görülmüştür.

h) Kontak var olsaydı 0,003 m ekstra sacın esnemesinden sonra kontak devreye girmesi beklenmelidir.

ı) Yürüyen merdiven girişine yakın yerdeki uyarıların, yürüyen merdivenin her iki girişinde var olduğu ve ilgili standarda uygun olduğu görülmüştür. (Şekil 4.17).



(a)



(b)

Şekil 4.17: Yürüyen merdiven uyarıları.

i) TS EN 115-1 standardında açıklanan pintogram uyarı ve emniyet işaretlerinin her iki girişte var olduğu görülmüştür (Şekil 4.18).



(a)



(b)

Şekil 4.18: Yürüyen merdiven uyarı ve emniyet işaretleri.

j) Acil durdurma düğmesinin basılması, basamak çökme gelen sinyal ve etek kontağı çalışması sonucunda aynı zaman diliminde ve aynı mesafede yürüyen merdiveni durduracaktır.

Bununla birlikte,

Basamak ve tarak arasındaki boşluk seviyesinde sıkışmayı önleyici sistem yürüyen merdiven de mevcut olup, aktif hale geçebilmesi için 1500 N'luk (150 kg) kuvvetin uygulanması gerekmektedir. Bu sistemin var olup olmaması, kazayı önleyici etkin bir rol oynamamaktadır. İncelenen olayda kız çocuğunun ayakkabısı ve ayak parmakları bu güvenlik komponentini tetiklemeye yetecek bir kuvvet uygulamayacak ve sıkışmış olan ayakkabı ve ayağı kopmaktan kurtarmayacaktır. Zira bu güvenlik komponenti en başta yürüyen merdiven sisteminin hasar görmesine karşı düşünülmüştür.

Yürüyen merdivenin süpürgelik (etek) saçının 0,002 m kalınlığında 21CT-Grain 240 çelik olduğu ve C-raylarına küpeşteye rijit olarak bağlandığı görülmüştür. Ayrıca yapılan incelemede dinamik sürtünme katsayılarının aşağıdaki gibi olduğu tespit edilmiştir.

Deri için 0,30 – 0,50

Lastik için 0,3 – 0,48

PVC için 0,3 – 0,35

Yürüyen merdivende acil durdurma (Stop) düğmeleri bulunmakta ve faal çalışır haldedir. Bu düğmenin basılması halinde TS EN 115-1:2008+A1:2010 standardının 0,5 m/s hızlı yürüyen merdivenler için ön gördüğü durma mesafesi minimum 0,2 m maksimum 1 m' dir. Çalışma prensibi ve üzerinde taşıdığı yolcuların (insanların) zarar görmemesi (dengesini kaybetmemesi ve düşmemesi vb) için ani duruş yerine yavaşlayarak durması ön görülmüştür.

Tarak plakası hareket ve kontaklarının var olduğu, yeterli bir kuvvet (1500 N) uygulandığında tetiklendiği ve fonksiyonunu yerine getirdiği görülmüştür. Çalışma prensibi olarak alt platformun ucunda basamak yüzeyindeki dişlere uyumlu taraklara doğru basamaktan gelecek olan kuvvet ile mevcut yay kuvveti yenilerek platform koridor yönünde yatay hareket etmesi durumunda, sistem bloke etmesine dayanmaktadır. Bu sistem mekanik sıkışmalarda yürüyen merdiveni hasara uğramaması için öngörülmüştür.

İncelenen olayda yürüyen merdiven acil durdurma (Stop) düğmesine basılarak durdurulmuş olup, bu düğmenin tetiklenmesi ile yürüyen merdivenin durması arasında geçen zaman içinde basamakların yavaşlayarak bir miktar daha hareket etmesi kızın basamak ile süpürgelik sacı arasına sıkışan ayağını, basamağın alt platformdaki taraklara girmesinden önce kurtarmasına yetmemiştir.

İncelenen yürüyen merdivenin mevcut haliyle TS EN 115-1 standardında belirtilen özelliklerde olduğu ve gerekli zorunlu tüm güvenlik ekipmanlarıyla teçhiz edildiği ve emniyet tedbirlerinin ve kullanıcı uyarılarının var olduğu tespit edilmiştir.

Kazanın İrdelenmesi: Temin edilen bilgi ve belgelerin değerlendirilmesi ve güvenlik kamerası kayıtlarının incelenmesi neticesinde kazanın meydana gelme tarzı ve tespit edilen hususlar şunlardır :

- a) Yürüyen merdivenin 1.katta asansörlerin yanındaki ve aşağı yönde çalışan yürüyen merdiven olduğu
- b) Kazanın yürüyen merdivenin aşağı kat iniş hizasında meydana geldiği Kazazedenin 2009 doğumlu (kaza tarihinde 4 yaşında) olduğu
- c) Kazazede kızın ayağında crocs benzeri bir sandalet türü ayakkabı olduğu
- ç) Kazazedenin sol ayağından yürüyen merdivene sıkışarak sol ayağı ikinci parmağını (işaret) koştugu

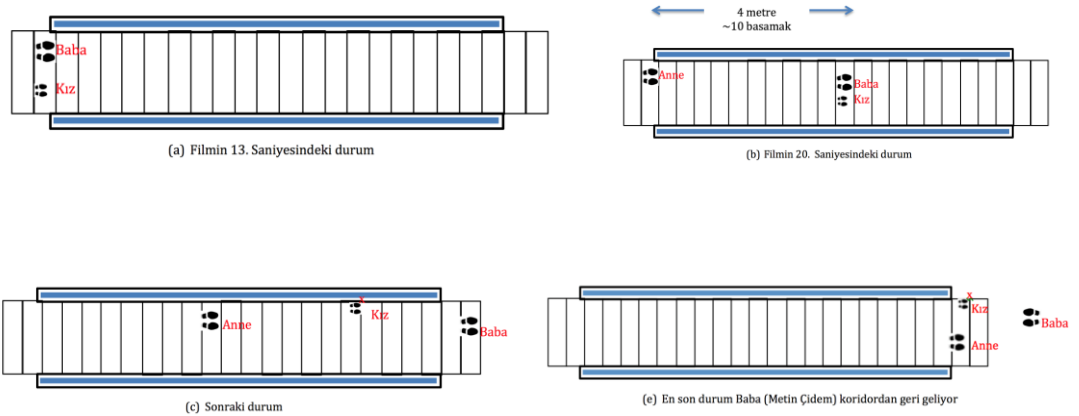
- d) Basamak ve zinciri kopan sandalet parçası ile parmağı aşağıdan yukarıya kadar taşıyarak üst kuyunun sağ tarafında kuyu tabanına düşmüş halde bulunduğu
- e) Yürüyen merdivenin kimliği tespit edilemeyen bir şahıs tarafından acil durdurma düğmesine (Stop) basılarak durdurduğu

Görüntülerin incelenmesinden: Alışveriş merkezinin güvenlik kamerasının kayıtları incelendiğinde aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir:

- 1) Baba ve kızının görüntünün 13. saniyesinde yürüyen merdivene biniş yaptığı
- 2) Babanın sol tarafta kızın sağ tarafta olarak yürüyen merdivene biniş yaptığı
- 3) Görüntünün 21. saniyesinde annesinin yürüyen merdivene bindiği
- 4) Babanın görüntünün 24. saniyesinde tek başına yürüyen merdivenden indiği

Yapılan değerlendirmede anne ile kızının yürüyen merdivene binişleri arasında yaklaşık 8 saniye fark olduğu, merdiven hızının 0,5 m/s olduğu da göz önüne alındığında aralarında hareket halindeki merdivende 4 metre mesafe oluşmuştur. Merdiven üzerinde yapılan ölçümlerde 4 metre mesafenin 10 ila 11 basamağa denk geldiği tespit edilmiştir.

Olay anına ilişkin temsili resimler aşağıda Şekil 4.19'da gösterilmiştir.



Şekil 4.19: Olay anı temsili resimleri.

Buna göre:

- 1) Kazanın oluşumunda basamak ile süpürgelik arasında TS EN 115-1 standardında (madde 11.2) tanımlı boşluk olduğunda teknik bir sorun yaratmadığı görülmüştür.
- 2) TS EN 115-1 standardında (madde 5.1.5.6.2) belirtilen “süpürgeliğin 0,0025 m² alanına etkiyen 1500 N’luk dik kuvvet 0,004 m’den fazla bir boşluk” yaratması kazaya uğrayan 4yaşında bir çocuk olduğundan mümkün olamayacağı anlaşılmıştır.
- 3) TS EN 115-1 standardında (madde 5.1.5.6.3.) belirtilen yürüyen merdivenlerde süpürgelik ile basamak arasına sıkışma ihtimali azaltılmaya yönelik üç şart sağlanmalıdır ve bu şartların sağlandığı görülmüştür.
- 4) Yürüyen merdivene etek şalteri (basamak ile etek sacı arasında) yaptırılması hususu TS EN 115-1 standardında yer almamakta, (madde 5.1.5.6.3.) devamında “Buna ilave olarak basamak kenarlarına uygun koruma elemanları veya sarı ikaz işaretleri de kullanılabilir.” ifadesine yer verilmekte ve zorunluluk belirtmemektedir.
- 5) TS EN 115-1: 2008 + A1 yeni yürüyen merdiven standardı olup, bu standardın (madde 5.5.3.4) skirt deflector (süpürgelik fırça = reflektör fırça) ve etek (süpürgelik) malzemesinin veya üstündeki kaplamanın deri (ıslak ve kuru), PVC (kuru) ve lastik (kuru) halde sürtünme katsayısının 0,45’den küçük olarak kullanılması gerektiğine yer verilmiştir. Buna göre yürüyen merdivende söz konusu reflektör fırçaları vardır ve etek sacı malzemesi belirtilen niteliktedir.

Ayrıca aşağı hareket eden yüklü bir yürüyen merdiven (çalışma hızı 0,5 m/s) olduğunda durma mesafesi minimum 0,2 metre maksimum 1 metre olarak TS EN 115-1 standardında (madde 12.4.4.2) verilmiştir. Buna göre kaza anında yürüyen merdivenin otomatik olarak hemen fren yapması halinde dahi bir miktar daha ilerlemesi kaçınılmazdır.

Yapılan inceleme ve değerlendirmeler neticesinde, kazanın meydana geldiği yürüyen merdivenin gerek ilgili TS EN 115-1 standardına uygun olduğu ve gerekse Makina Direktifleri Kapsamında uygun olduğu görülmüştür. Kazanın oluşumunda yürüyen merdivenin teknik yapısından kaynaklanan bir kusur tespit edilmemiştir.

Kızın ayağındaki ayakkabının EVA (Etil Vinil Asedatan) benzeri malzemeden olması (Şekil 4.20), bu malzemeden yapılan ayakkabıların çok yumuşak ve esnek olması, kaymaz ve aşınma dayanımı yüksek olması (Japan's National Institute of

Technology and Evaluation tarafından 2007 yılında yapılan araştırmada belirtildiği üzere), yürüyen merdiven kazalarında önemli bir nedendir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.20: Küçük kızın giydiği ayakkabı.

Alışveriş Merkezinde küçük kızın, olay günü yürüyen merdivene sağ tarafından bindiği tespit edilmiş olup, daha sonra babasının yürüyen merdivenden inmesinden sonra yalnız kalan ve sol ayağını yürüyen merdiven basamağı üzerinden etek ile basamak arasına yaslayarak sürmesi ve merdiven aşağıya doğru seyir halindeyken bu teması devam ettirmesi üzerine, lastik ayakkabının malzemesinin (yumuşak ve kaymaz malzeme olması) basamak ile etek sacı arasına takıldığı ve sonrasında lastik ayakkabı ile parmaklarının araya sıkıştığı, yürüyen merdiven basamağının iniş hizasında taraklara girmesiyle parçalayarak kopardığı, daha sonra kimliği bilinmeyen bir kişinin acil durdurma düğmesine basmasıyla emniyet tertibatının devreye girerek yürüyen merdiveni durdurduğu anlaşılmıştır.

Kızları ile birlikte yürüyen merdivene bindiklerinde, ebeveynlerinin yürüyen merdivende bulunan TS EN 115-1 standardının Madde 15. İzah olunan resimli uyarılardan “ayaklarınızı kenarlardan uzak tutun” kuralına uymasını Beyza Çidem’e hatırlatmamasının ve önlememesinin de kazada etken rol oynamıştır.

Sonuç: Yapılan inceleme ve değerlendirmeler neticesinde, kazanın meydana geldiği yürüyen merdivenin gerek ilgili TS EN 115-1 standardına uygun olduğu ve gerekse Makina Emniyeti Yönetmeliği kapsamında uygun olduğu görülmüştür. Kazayı önleyici yeterli güvenlik komponentinin yürüyen merdiven üzerinde mevcut olduğu, kazayı önlemeye yönelik ilave bir önlem bulunmadığı tespit edilmiştir. Buna göre kazanın oluşumunda yürüyen merdivenden kaynaklanan bir kusur tespit edilmemiştir.

Olay günü kazazede kızı ile birlikte yürüyen merdivene bindiklerinde, baba yürüyen merdivende bulunan TS EN 115-1 standardının Madde 15. İzah olunan resimli uyarıları zamanında fark ederek, kazazede kızını “ayaklarınızı kenarlardan uzak tutun” kuralına uymasını hatırlatması ve yürüyen merdivende yalnız bırakmaması durumunda kaza meydana gelmeyecektir.

4.2.3 Üçüncü örnek kaza

Olay : Alışveriş merkezinde 2007 günü küçük kız annesiyle birlikte bulunduğu 2'nci kattaki mağzadan alt katta bulunan babasının yanına gitmek isteyerek mağzadan dışarı çıkarak mağzanın önündeki yürüyen merdivenin korkuluğu ile balkon korkuluğu arasından aşağıya düşerek yaralandığı anlaşılmıştır.

İnceleme: Küçük kızın yürüyen merdiven ile balkon korkuluğu arasındaki boşluktan düştüğü yer aşağıdaki fotoğraflar (Şekil 4.21 (a) ve (b)) üzerinde belirtilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 4.21: Kazaya ait yürüyen merdiven.

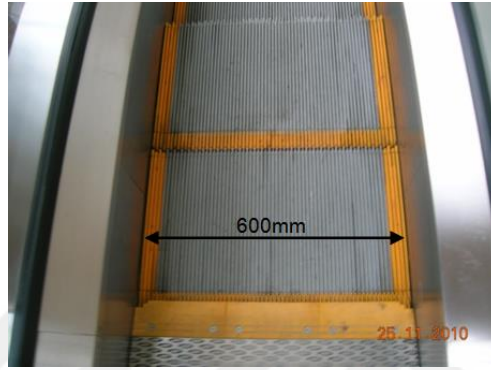
Kazanın meydana geldiği yürüyen merdivenin teknik özelliklerinin aşağıdaki gibi ve (Şekil 4.22 (a) ve (b)) olduğu yapılan inceleme sonunda tespit edilmiştir.

Basamak genişliği : 0,6 m

Korkuluk yüksekliği : 0,92 m

Ön sahanlık kısmı : 1,42 m

Çalışma yönü : üst kattan alt kata doğru



(a)



(b)

Şekil 4.22: Kazanın meydana geldiği yürüyen merdivenin teknik özellikleri.

Yürüyen merdivenin çalışmasını kontrol eden fotosel sistemin var olduğu; normal şartlarda yürüyen merdivenin durur pozisyonda kaldığı, fotosel gözlerin arasından geçilmesi halinde yürüyen merdivenin çalışmaya başladığı ve iki adet fotoselin yerden 0,31 m ve 0,61 m yükseklikte olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.23 (a)'da fotoseller ve taşıyıcı kolunlar, deteyları ise Şekil 4.23 (b)'de gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 4.23: Fotoseller ve taşıyıcı kolunlar.

Yürüyen merdiven trabzan kısmı ile o kattaki sütun arasındaki mesafeler Şekil 4.24'de gösterilmiştir. Buna göre en büyük mesafe üst kısımda yaklaşık 0,45 m kadar ve en küçük boşluk alt kısımda 0,32 m kadar ölçülmüştür. Bununla birlikte keşif icra edildiği esnada yürüyen merdiven ile sütun arasında pleksi-glas bir bariyer bulunduğu, kazanın meydana geldiği tarihte ise burasının açık olduğu beyan edilmiştir.

Bununla birlikte, yürüyen merdivenin yanında bulunan sütuna monteli korkulukla olan mesafeler ise Şekil 4.25’de görüldüğü üzere en büyük mesafe üst kısımda yaklaşık 0,35 m kadar ve en küçük boşluk alt kısımda 0,25 m kadar ölçülmüştür.



Şekil 4.24: Trabzan ile o kattaki sütun arasındaki mesafe resmi.



Şekil 4.25: Trabzan ile sütuna monteli korkulukla olan mesafe resmi.

Yürüyen Merivende Alınması Gereken Güvenlik Önlemleri: Yürüyen merdivenlerin konstrüksiyonu ve tesisatı hakkında TSE tarafından yayınlanmış olan TS EN 115 Mart 1998 Yürüyen Merdiven Ve Yürüyen Bantlar Güvenlik Kuralları-Konstrüksiyon Ve Tesisatı İçin standardı geçerlidir. Yapılan incelemeler neticesinde yürüyen merdiven bandının basamaklarının ilgili standarda uygun olduğu ve çevresinin dikkat çekici olarak sarı renkte boyandığı görülmüştür (Şekil 4.26).



Şekil 4.26: Sarı çerçveli basamak.

Tarak dişlerinin ve zemin plakasının uygun olduğu ve ilgili standarda uygun olduğu görülmüştür (Şekil 4.27).



Şekil 4.27: Tarak dişleri.

Acil durdurma anahtarlarının bulunduğu ve ilgili standarda uygun olduğu görülmüştür (Şekil 4.28).



Şekil 4.28: Acil durdurma anahtarları.

Yürüyen merdiven girişine yakın yerdeki uyarıların, yürüyen merdivenin her iki girişinde var olduğu ve ilgili standarda uygun olduğu görülmüştür. İlgili uyarılar Şekil 4.29'da gösterilmiştir.



Şekil 4.29: Yürüyen merdiven giriş uyarıları.

Kazanın meydana geldiği yapının projesinde yürüyen merdivenin alt ve üst başlarında bariyer-korkuluk öngörüldüğünü tespit ederek, projede bariyer gösterilmesine rağmen, bu bariyerin imal ve uygulamasının yapılmadığını tespit etmiştir.

Yapılan inceleme ve değerlendirmeler neticesinde, kazanın meydana geldiği yürüyen merdivenin gerek ilgili TS EN 115 standardına uygun olduğu ve gerekse Makina Direktifleri Kapsamında uygun olduğu görülmüştür. Kazanın oluşumunda yürüyen merdivenden kaynaklanan bir kusur tespit edilmemiştir. Kaza yürüyen merdiven ile sütun arasındaki boşluktan düşme sonucu meydana gelmiştir.

Değerlendirme: İnceleme sonunda kazanın aşağıda belirtilen şekilde oluştuğu anlaşılmıştır: Kazaya uğrayan çocuk merdiven başına yaklaştığında otomatik olarak

alışan merdivenin hareketli koluna tutunmuş ve sürüklenerek trabzan ile kolon arasındaki yaklaşık 0,4 m genişliğindeki boşluktan  kat aşağıya düşmüştür.

TS EN 115 Yürüyen Merdiven ve Yürüten Bantlar Güvenlik Kuralları Madde 5.2.4 ‘‘Binanın yapısı hareket halindeki yolculara tehlike yaratabilecek yapıdaysa, uygun koruyucu önlemler alınmalıdır’’ ifadesini içermektedir. Bu kurala uyulmamış ve adeta gelecek olan bir kazaya davetiye çıkar mıştır. Alışveriş Merkezi ocuklara yönelik ekstra güvenlik tedbirlerinin alınması gerekirken, yetişkinler için dahi tehlike yaratabilecek bir güvenlik zafiyetine göz yumulmuştur.

4.2.4 Dördüncü rnek kaza

Olay: 27 şubat 2018 tarihinde bir metro istasyonunda bakım çalışması kapsamında şaft rulmanlarının değişimi yapan ekibin yürüyen merdivenin girişine kullanımı engellemek için koyduğu engelin vatandaş tarafından kaldırılması sonucu yürüyen merdiveni bir çok kişi kullanmaya başlamasıdır. şekil 4.30 Alt biniş yerinden engelin kaldırılması anı’nı göstermektedir. Yürüyen merdivende eksik basamak bulunması ve aşırı ağırlık olması sebebi ile yürüyen merdivenin basamakları kayıyor. Oluşan boşluğa bir kişi düşüyor [22]. şekil 4.31 Düşme anını göstermektedir [23].



şekil 4.30: Alt biniş yerinden engelin kaldırılması anı [22].



Şekil 4.31: Düşme anı [23].

Zarar gören : Kaza sonucunda kişi hafif şekilde yaralanıyor.

Sebep: Emniyet tertibatının yeterli olmaması. Kolay kaldırılabilir olması. Eksik basamak kontağının olmaması veya çalışmaması.

Ne yapılmalı: Kazanın önlenmesi için tahrik ve dönüş istasyonlarına sistemi durduracak eksik basamak kontağı yerleştirilmelidir. Bakımda olan yürüyen merdivenin giriş ve çıkışlarına kolaylıkla kaldırılmaz nitelikte bariyerler kullanılmalıdır. Yürüyen merdivenin giriş ve çıkışları kilitli zincirle kapatılabilir.

4.2.5 Beşinci örnek kaza

Olay: İstanbul'da bir metro istasyonunda yürüyen merdiven bakımı esnasında gerçekleşen kazadır. Bakım yapan personel elektrik ana şalterini kapattıktan sonra çalışmaya başladığı, ardından merdiven basamaklarını söktüğü ve daha sonra bir başka kişinin şalteri tekrar açık konuma getirmesi sonucunda personele önce elektrik çarpıyor sonrasında yürüyen merdivenin çalışması ile sıkışıyor [24].

Zarar gören: İşçi hayatını kaybetmiştir.

Sebep: Bir başka kişinin şalteri tekrar açık konuma getirmesi. Bunu önleyecek uyarı işaretlerinin konmamış olması.

Ne yapılmalı: Kazanın önlenmesi için bakım için şalterin kapatıldığını bildiren uyarıcı işaretler kullanılmalıdır. Tüm personele İş Sağlığı ve Güvenliği eğitimi verilmeli ve farkındalıkları artırılmalıdır.

4.2.6 Altıncı örnek kaza

Olay: 23.06.2017 tarihinde İstanbul'da yer altındaki otobüs duraklarından meydana çıkmak için yürüyen merdivenleri kullanan 25 yaşındaki bir şahıs, el bandı ile duvar arasındaki boşluğa kolunu sıkıştırmıştır [25]. Şekil 4.32 Sıkışan kolun çıkarılma anını göstermektedir [26].



Şekil 4.32: Sıkışan kolun çıkarılma anı [26].

Zarar gören: 25 yaşındaki şahsın kolu sıkışarak yaralanmıştır.

Sebe: Yürüyen merdivenin kurulduğu yan duvar ile el bandının sıkılaşmaya müsait olarak boşluklu olması. Bunu uyarıcı bir işaretin olmaması.

Ne yapılmalı: Kazanın önlenmesi için el bandı ile yan duvar arası daralan şekilde olmamalıdır. Ara boşluğun sıkışmaları önleyecek genişlikte olması gerekmektedir.

4.2.7 Yedinci örnek kaza

Olay: 14.05.2017 tarihinde İzmir'de bir üst geçişe kurulmuş olan yürüyen merdivene 42 yaşında bir erkek ayağını sıkıştırmıştır. Şekil 4.33 İtfaiye ekibinin kurtarma anını göstermektedir [27].



Şekil 4.33: İtfaiye ekibinin kurtarma anı [27].

Zarar gören: Kazazede ayağından yaralanmıştır.

Sebep: Olayın sebebi bilinmemektedir.

Ne yapılmalı: Sebep bilinmediği için bir öneri bulunmamaktadır.

4.2.8 Sekizinci örnek kaza

Olay: 08.05.2017 tarihinde İstanbul'da Metro İstasyonundan meydana çıkmak için yürüyen merdiveni kullanan 9 yaşındaki bir erkek çocuğu yürüyen merdivene ters yönden binmiş dengesini kaybedip düşmüştür. Bu esnada bacağı basamağın altına gelmiş ve basamak yerinden çıkmıştır. Bacağı basamağın içerisine girerek sıkışmıştır. Şekil 4.34 Çocuğun yürüyen merdivene ters binme ve sıkışma anı'nı göstermektedir [28].



Şekil 4.34: Çocuğun yürüyen merdivene ters binme ve sıkışma anı [28].

Zarar gören: Çocuğun ayağı basamakların arasına sıkışmıştır.

Sebep: Çocukların yürüyen merdivenlerde tek başlarına bırakılması. Ters yönden binilmesini engelleyici bir işaretlemenin olmaması.

Ne yapılmalı: Kazanın önlemesi için yürüyen merdiven kenarlarına ters yönden binildiğini gösteren dikkat çekici işaretlemeler yapılmalıdır. Çocuklara yürüyen merdivenlerde tek başına binmelerine engel olunmalı ve gözetim altında bulundurulmalıdır.

4.2.9 Dokuzuncu örnek kaza

Olay: 10.03.2018 tarihinde Bursa'da Tophane yokuşunu çıkmak için 100'e yakın kişi yürüyen merdiveni kullanmışlardır. Yürüyen merdivenin aşırı yük sebebi ile basamakları boşalmış birden ters yönde hareket etmeye başlamıştır [29]. Şekil 4.35 Grubun merdiveni kullanma ve düşme anını göstermektedir.



Şekil 4.35: Grubun merdiveni kullanma ve düşme anı [30].

Zarar gören: Bunun sonucunda öğrenciler dengeleini kaybedip merdivenden düşmüştür.

Sebeb: Yürüyen merdiven basamaklarının boşalması ve tahrik zincirinin hasarlanması.

Ne yapılmalı: Kazanın önlenmesi için yürüyen merdiveni periyodik bakımlarının düzenli yapılmasının sağlanması ve basamakların bağlı olduğu tahrik zincirinin kopma ve gevşemelere karşı gözetim altında bulundurulması gerekmektedir.

4.2.10 Onuncu örnek kaza

Olay: İzmir'deki Üç Yol metro istasyonunda bulunan yürüyen merdiveni hareket ettiren redüktördeki dişlinin parçalanması sonucu basamakların aşağıya doğru kontrolsüz bir şekilde kayması ile oluşmuştur [31].

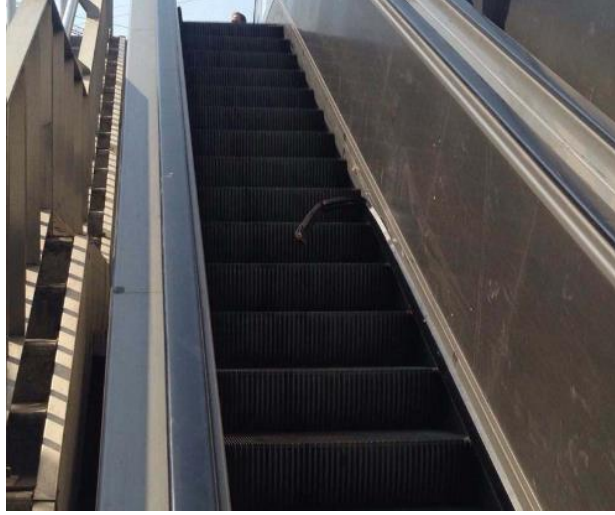
Zarar gören: 14 kişi yürüyen merdivenin ters çalışması sonucu yaralanmıştır.

Sebeb: Yürüyen merdivende redüktördeki dişlinin parçalanması.

Ne yapılmalı: Kazanın önlenmesi için yardımcı bir fren sisteminin bulunması gerekmektedir. Yürüyen merdivenlerde periyodik bakımların yanı sıra, yılda en az bir kez yaptırılması zorunlu olan periyodik kontrolü de yapılmalıdır.

4.2.11 Onbirinci örnek kaza

Olay: 2016 yılında İstanbul Taksim Metro istasyonuna inmek için yürüyen merdiveni kullanan bir bay ve bir bayan turist, bir kısmı yerinden çıkan fırçaya takılmıştır. Şekil 4.36 Yerinden çıkan fırçayı göstermektedir [32]. Şekil 4.37 Turistin yaralanan ayağını göstermektedir [33].



Şekil 4.36: Yerinden çıkan fırça [32].



Şekil 4.37: Turistin yaralanan ayağı [33].

Zarar gören: Erkek turist ayağından ve bayan turist ise bacağından yaralanmıştır.

Sebep: Fırçanın yerinden çıkması.

Ne yapılmalı: Kazanın önlenmesi yönünde yürüyen merdivenlerin periyodik bakım ve kontrollerinin yapılması ve fırçaların düzenli olarak muayene edilmesi gerekmektedir.

4.2.12 Onikinci örnek kaza

Olay: Yaşlı bir kadın İstanbul'da bir alışveriş merkezinde içerisinde çocuk bulunan bir çocuk arabası ile yürüyen merdiveni inmek için kullanmıştır. Yaşlı kadın çocuk arabasını kontrolünü kaybederek düşürmüştür. Şekil 4.38 Yürüyen merdiven biniş engeli'ni göstermektedir [34].



Şekil 4.38: Yürüyen merdiven biniş engeli [34].

Zarar gören: Olayda bir çocuk 2. Kattan düşerek yaralanmıştır.

Sebe: Yürüyen merdivene çocuk arabası ile binilebiliyor olması. Bunu önleyen veya uyaran bir tertibatın olmaması.

Ne yapılmalı: Kazanın önlenmesi için yürüyen merdivenlerin girişine araba ile binmeyi önleyecek bir direk monte edilmelidir. Çocuk arabası ile binilmemesini hatırlatan uyarı levhası görünür uyarıcı bir şekilde yerleştirilmelidir.

4.3 Yürüyen Merdivenlerde Karşılaşılan Kaza Tipleri

Yürüyen merdiven kazaları incelendiğinde, meydana gelmesi açısından aşağıdaki şekillerde kaza türleri tespit edilmiştir [15,35,36]. Bunlar;

El bandı üzerinde oturma veya aşağı kayma sebebi ile meydana gelen kazalar (Şekil 4.39).



Şekil 4.39: El bandına çıkan çocuk.

Yürüyen merdivenin aniden durması sonucunda yaralanmalar olmaktadır.

Yürüyen merdivene ters binme sonucu düşme, yaralanma ve ayak veya bacak sıkışması.

Seyir esnasında tuttuğumuz el bandı ile merdivenin hızının eşit olmaması sebebi ile düşmeler olur.

Yürüyen merdivende eksik basamağın bulunması sonucu ayağın sıkışması.

Giriş bölgesinin kaymayı önleyici yüzey olmaması sonucu düşme.

Basamak ile yan paneller arasındaki geniş boşluğa ayakkabı, giyisi sıkışması sonucu yaralanma.

Basamaklar arasındaki aşırı boşluğa ayak, bacak sıkışması.

Biniş veya iniş bölgesinde el bandı üzerinde tutulma ve el bandı tarafından alınma sebebi ile yan tarafa düşme (Şekil 4.40).



Şekil 4.40: El bandını tutmaya çalışan çocuk.

Korkuluk üzerinde tırmanma sonucu merdivenden düşme (Şekil 4.41).



Şekil 4.41: El bandına yan taraftan erişen çocuk.

El bandı ile korkuluk arasındaki aşırı boşluk sebebiyle el parmağının sıkışması.

El bandının giriş noktasında koruma olmadığında özellikle çocukların parmaklarının sıkışması sonucu yaralanma.

El bandına giyisilerin takılması sonucu el bandı tarafından sürüklenme ile düşme (Şekil 4.42).



Şekil 4.42: El bandına giyisisi kapılmış çocuk.

Merdiven ile tarak arasındaki boşluk veya bağcık gibi giyisilerimizin sıkışması sebebiyle ayaklarda ezilme yaralanma olması.

Sarkık basamak ile tarak arasında oluşmuş aşırı boşluk sebebiyle ayak sıkışması.

Herhangi bir tehlike anında acil durum butonu bulunmaması sonucunda merdivenenin durmaması ve kazların oluşması veya boyutunun büyümesi.

Merdivenin hareket alanı içindeki çıkıntılara veya kırıslara kafa çarpması

Alışveriş arabaları veya çocuk arabaları ile binme sonucunda düşmelerin neden olduğu yaralanmalar.

Yan panellerin birleşme yerlerinde çıkıntı veya boşluk olması sebebi ile bu kısımlara takılıp yaralama olabilir.

Yüksek hız sebebi ile çocuk ve yaşlıların binişlerinde ve inişlerinde yaşanan düşmeler.

Yürüyen merdivenler arası atlama sonucu düşme veya eğlence amaçlı yürüyen merdivenlerin kenarlarından atlama sonucu düşme,

Yan tarafa düşme sonucu yürüyen merdivenden düşme,

El bandından sarkma sonucu düşme,

El bandına çocuklarını oturtan ebeveynlerin çocuklarının kontrolünü kaybetmesi sonucu çocukların düşmesi,

İntihar sebebi ile,

Çocukların ebeveynlerinin omuzlarında taşınması sonucu çocukların düşmesi,

Korkulukların çökmesi veya bazı kusurları sebebi ile,

Bazı yürüyen merdivenlerdeki engellerden kaçınmak için atlama sonucu,

Bakım çalışması sırasında hareketli parçaların kapatılmaması [37].

Çalışma alanının yetersiz aydınlatılması [37].

Dönüş veya tahrik istasyonunda çalışma [37].

Elektrik yalıtımının yapılamamış olması [37].

Bilinmeyen sebepler,

4.4 Yürüyen Merdiven Kazaları İçin Önlemler

Karşılaştığımız kazaları azaltmak için önlemler almamız gerekmektedir. Bunlardan bazıları [37]:

İniş ve binişlerdeki yüzeyler kaymayı önleyici şekilde olmalıdır.

Basamak ile yan panel arasındaki boşluğu kapatmak için panelin üzerinde fırça olmalıdır.

Yürüyen merdiven trabzanı çocukların üzerine çıkmaması için yüksek olmalıdır.

Tarağa sıkışma olduğunda sistemi durduracak cihazlar takılmalıdır.

Basmaklar arasındaki boşluklar azaltılmalıdır.

Yürüyen merdivenin dış tarafından çocukların tırmanmasını engelleyecek dış engeller monte edilmelidir.

El bandı giriş yerine ordaki boşluğu kapatacak fırça veya oradaki boşluğa el gibi uzuvların girdiğinde sistemi durduracak elektronik cihaz konmalıdır.

Çocuk arabası veya alışveriş arabası ile binmeyi engellemek için giriş yerlerine engeller monte edilmelidir.

Sisteme bakım yapan kişiyi fark edecek cihaz takılmalıdır.

Çalışma yeri yeterli şekilde aydınlatılmalıdır.

Acil durum butonları olmalıdır.

Elektrik şoklarına karşı koruma sağlanmalıdır.

4.5 Yürüyen Merdiven Kaza İstatistikleri

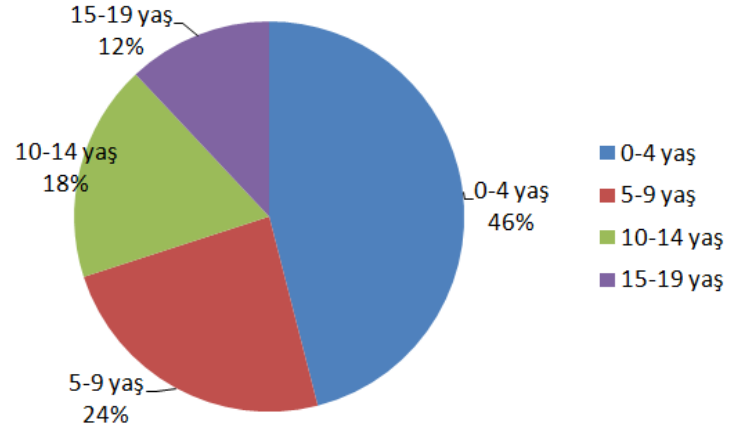
Türkiye’de meydana gelen yürüyen merdiven kaynaklı kazalara ait istatistik veriler bulunmamasına karşın, D.Cooper, 2010 yılında yaptığı çalışmada, o tarihe kadar kayıtlara girmiş yürüyen merdiven kazalarına dair istatistik verilere yer vermiştir [37].

Amerika Birleşik Devletlerinde her yıl 7500 yürüyen merdiven kazasına uğrayanların hastaneye gitme ihtiyacı duymakta, her 5 yürüyen merdiven için 1 kişinin tedavi görmek zorunda olmaktadır. Consumer Products Safety Commission yürüyen merdiven kazalarının %20 sinin sıkışma olayından kaynaklandığı, yaklaşık 1000 sıkışma olayının yarısının yaşı 5’in altında olan çocuklarda görüldüğünü, yaralanmalarda çocukların ellerini veya ayakkabılarını tarak plakasına veya hareketli basamak ile etek saçı arasına kaptırdıkları görülmüş.

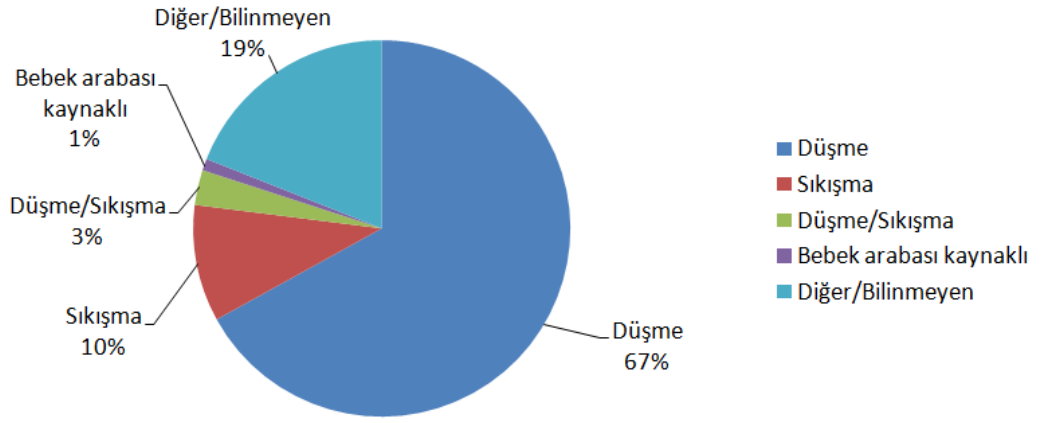
Pediatrics isimli medikal derginin 2006 yılı sayısında 1990 yılı ile 2002 yılı arasında 26.000 Amerikalı yaşı 19 altında olan çocuğun yürüyen merdiven kaynaklı yaralanmadan dolayı hastaneye yattığını, 5 yaşından küçük çocukların toplam yaralanma sayısının 12.000 düzeyinde olduğunu belirtmektedir. Tüm yaralanmalar içinde sıkışma %29.3 ve yaşı 5 ten küçük çocuklarda sıkışma nedeniyle yaralanma oranı ise %36.5 dir.

Ayak yaralanması ve organ kaybı çok yaygın değildir. Kesik ise % 47.4 ile en yaygın görülen yaralanma türüdür.

Şekil 4.43 kazaların yaş dağılımını, Şekil 4.44 kazaların sebeplerinin dağılımını ve Şekil 4.45 bir sıkışma kazası örneğini göstermektedir.



Şekil 4.43: Yürüyen merdiven kazaların yaş dağılımı.



Şekil 4.44: Yürüyen merdiven kazaların sebepler dağılımı.



Şekil 4.45: Sıkışma kazası örneği.

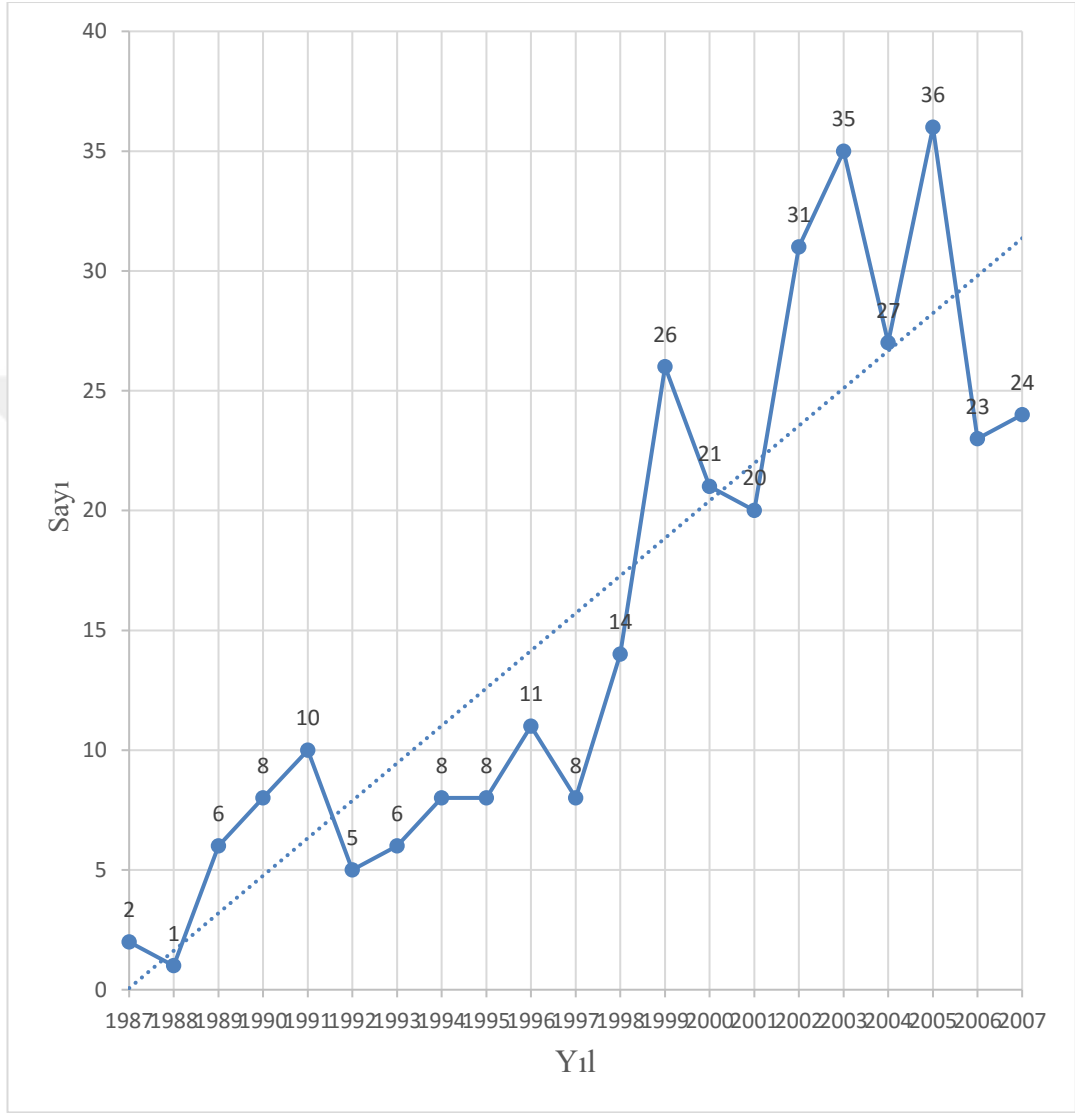
4.5.1 Yıllara göre kaza istatistikleri

Dünya’da 1987 ile 2007 yılları arasında kayıtlara geçmiş 330 adet yürüyen merdiven kazası kaza yaşanmış olup, yıllara göre dağılımı Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8: 2007-1987 yılları arasındaki kaza sayıları [15].

Yıl	Sayı
2007	24
2006	23
2005	36
2004	27
2003	35
2002	31
2001	20
2000	21
1999	26
1998	14
1997	8
1996	11
1995	8
1994	8
1993	6
1992	5
1991	10
1990	8
1989	6
1988	1
1987	2
Toplam	330

Çizelge 4.8'in incelenmesinden, yıllara göre yürüyen merdiven montaj sayılarının artması ve yürüyen merdiven kullanıcılarının artmasına paralel olarak meydana gelen kaza sayılarında artış gözlenmektedir. Bu durum Şekil 4.46'da yer alan grafikten net olarak görülmektedir.



Şekil 4.46: Yıl-Kaza [15].

Bu artışın temel etkeni kurulu yürüyen merdivenlerin sayısının artmasıdır.

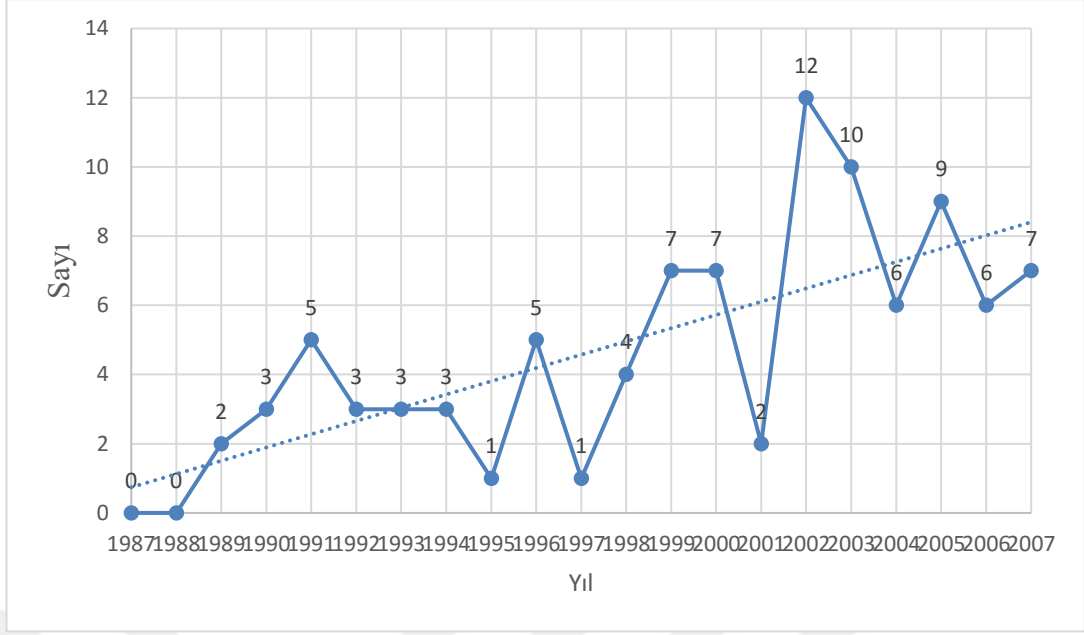
4.5.2 Yıllara göre ölümcül kaza istatistikleri

Değerlendirmesi yapılan 2007-1987 yılları arasındaki 20 yıllık periyotta yaşanan kazalardan 96'sı yani %29'u ölümcül olmuştur. Ölümcül kazaların yıllara göre dağılımı ise Çizelge 4.9'da görülmektedir.

Çizelge 4.9: 2007-1987 yılları arasındaki ölümcül kaza sayıları [15].

Yıl	Sayı
2007	7
2006	6
2005	9
2004	6
2003	10
2002	12
2001	2
2000	7
1999	7
1998	4
1997	1
1996	5
1995	1
1994	3
1993	3
1992	3
1991	5
1990	3
1989	2
1988	0
1987	0
Toplam	96

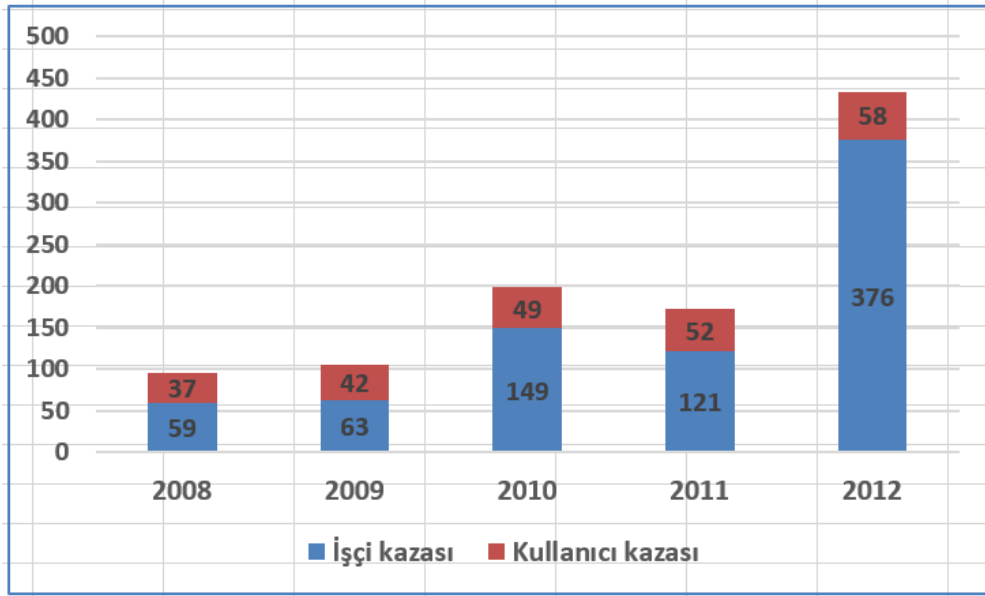
Yıllara göre meydana gelen ölümcül kaza sayılarında artış gözlenmektedir. Bu durum Şekil 4.47 Yıl-Ölümcül kaza grafiği'nde gösterilmiştir.



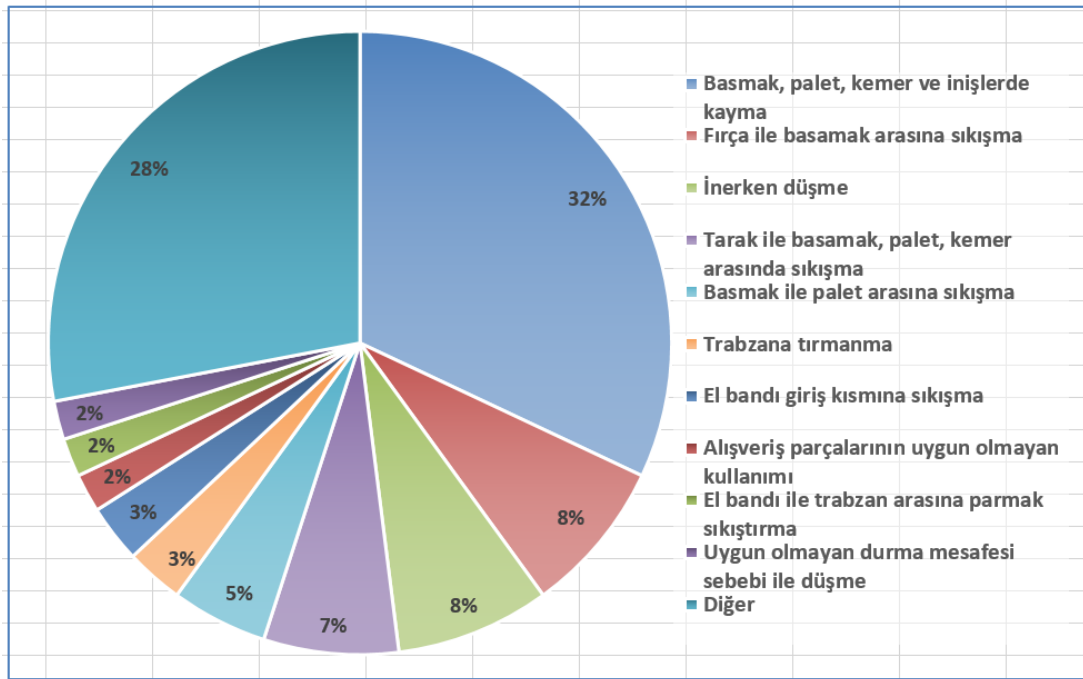
Şekil 4.47: Yıl-Ölümcül kaza [15].

2014 yılında yapılmış olan ELA konferansında paylaşılmış 2008-2012 yılları arasındaki işçi- kullanıcı kaza istatistikleri Şekil 4.48’de verilmiştir.

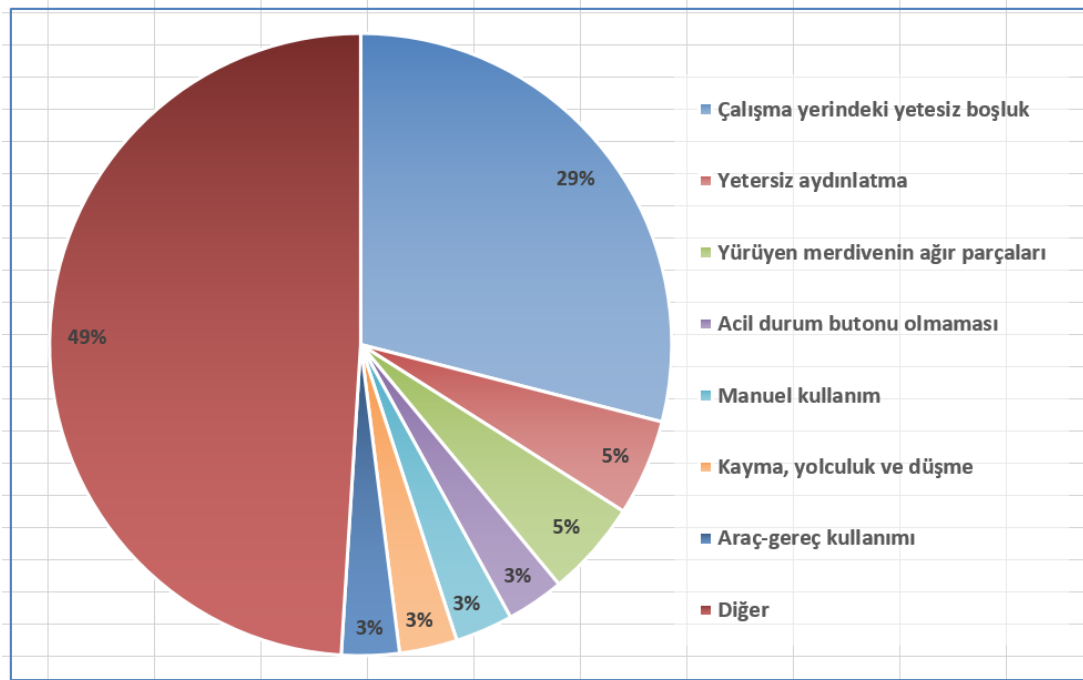
2012 yılındaki kaza verisi artışı yeni bir kaza verisi toplama sisteminin devreye alınması sonucu olmuştur. Kullanıcılara ait kazaların kategorileri ise şekil 4.49’da, işçi kazalarına ait veriler ise Şekil 4.50’de sunulmuştur [37].



Şekil 4.48: İşçi-Kullanıcı kazaları [37].



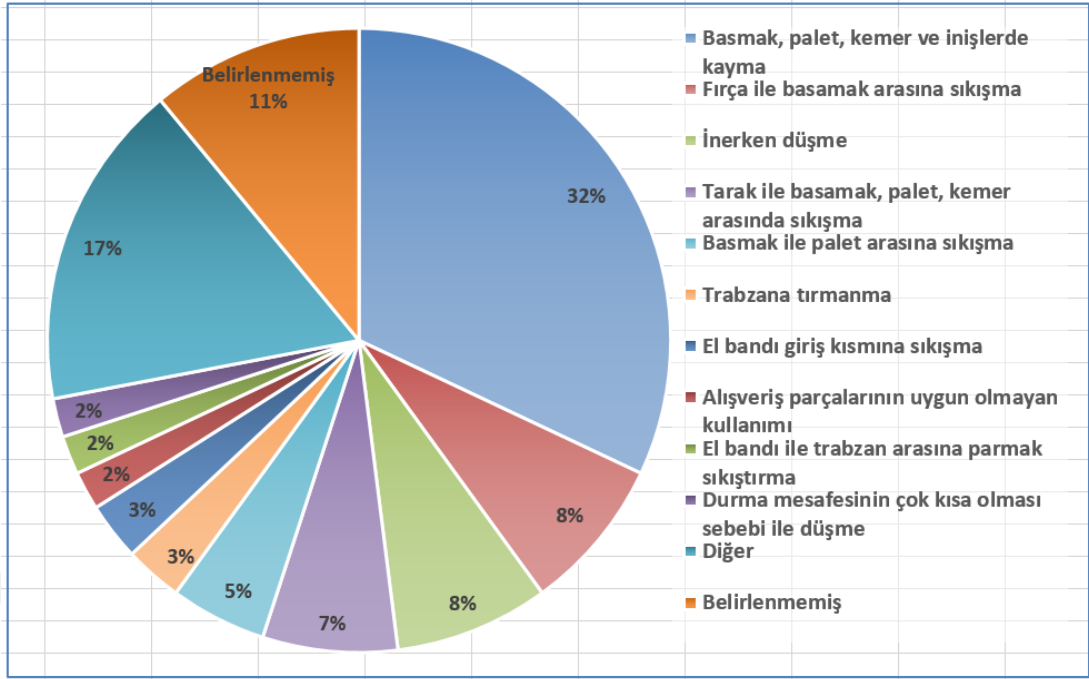
Şekil 4.49: Kullanıcılar için kaza kategorileri [37].



Şekil 4.50: İşçiler için kaza kategorileri [37].

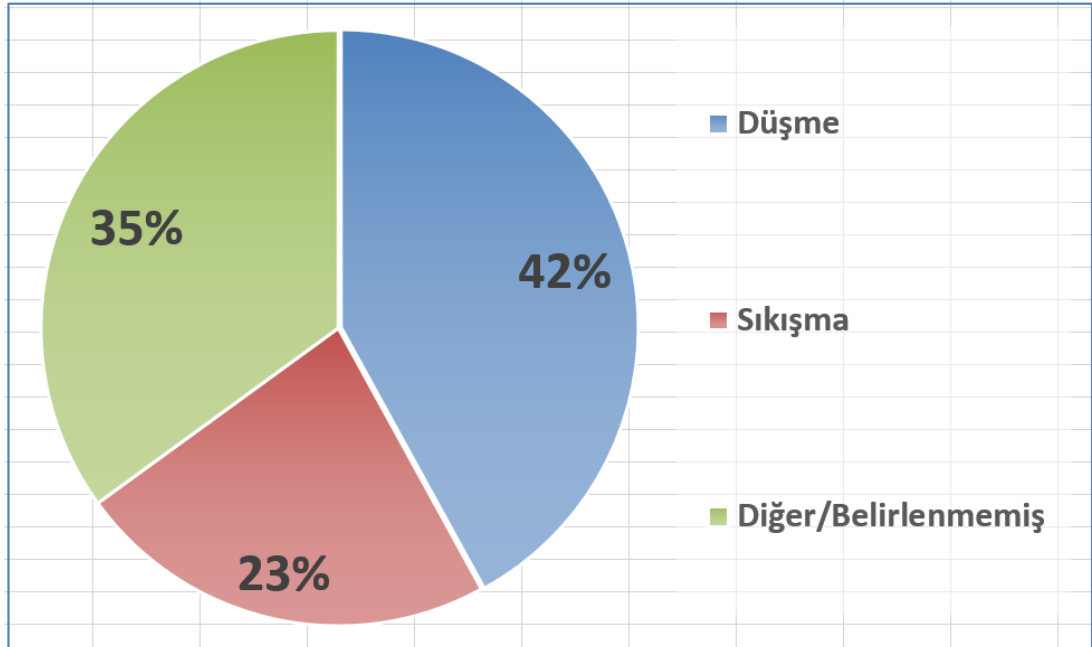
2014 Nisan ayında yapılan Yürüyen merdivende emniyet Barcelona Metrosu tecrübesi konulu ELA konferansında sunulan bilgiye göre Barcelona Metrosunda toplam 582 adet yürüyen merdiven bulunmaktadır [38].

Barcelona metrosundaki kazaların sebepleri aşağıdaki Şekil 4.51’de verilmiştir.



Şekil 4.51: Barcelona metrosu kaza kategorileri [38].

Bu kazaların sebeplerini üst başlık altında toplamak gerekirse şekil 4.52'deki gibi bir sonuç çıkmaktadır.



Şekil 4.52: Kaza kategorileri ana sonucu [38].

Barselona metrosundaki kazaların tipolojileri şöyledir:

Kazaların %0,7'si sistemin hatasından kaynaklanmaktadır. 2010-2013 yılları arasındaki kazaların sebepleri verileri aşağıdaki Çizelge 4.10'da olduğu gibidir [38].

Çizelge 4.10: 2010-2013 yılları arasındaki kazaların sebepleri [38].

Kaza	2010	2011	2012	2013	Toplam	
Sebepsiz düşme	202	163	120	217	702	%47,2
Basmak, palet, kemer ve inişlerde kayma	112	159	159	162	592	%39,8
Fırça ile basamak/palet arasına sıkışma	22	20	21	20	83	%5,6
El, kol kesilmesi veya yaralanması	13	12	20	4	49	%3,3
Fırça ile basamak arasına takılma	7	17	5		29	%2,0
Sebepsiz feci düşme	1	6	5	6	18	%1,2
El bandı hızının değişmesi sebebi ile düşme	2	2	3	2	9	%0,6
El bandı girişine takılma			2	1	3	%0,2
Geri hareket sebebi ile düşme	1			1	2	%0,1
Toplam	360	379	335	413	1487	%100

Yuarıdaki tablo incelendiğinde ortalama yılda 371,75 kaza olmuştur [38].

4.5.3 Yaşlara göre kaza istatistikleri

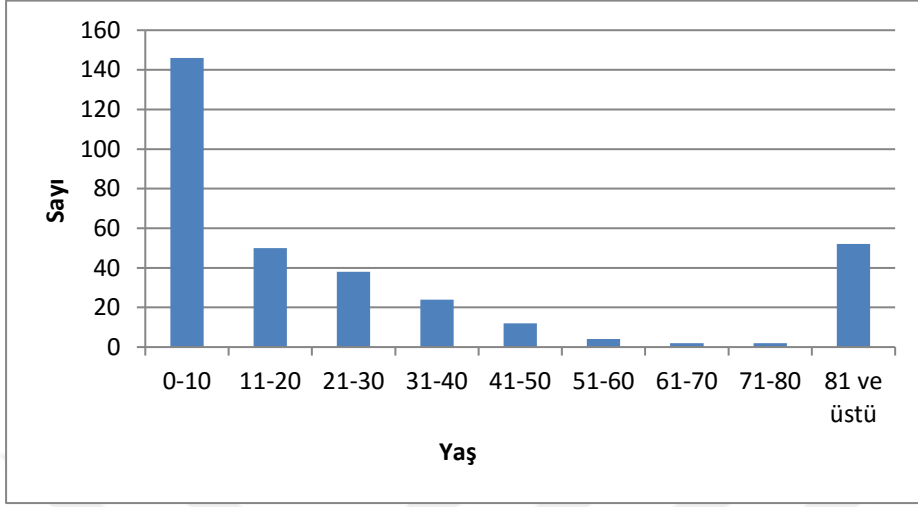
Meydana gelen bu kazaların yaşlara göre dağılımı Cooper tarafından incelenmiş ve ele alınan 2007-1987 yılları arasındaki 20 yıllık periyoddaki 336 kazanın 146'sına 10 yaş altı çocuklar karışmıştır. Oran olarak toplam kazanın % 44'e tekabül etmektedir.

Kazaların 2007-1987 yılları arasındaki 20 yıllık periyoddaki yıl bazlı yaş dağılımı Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11: Yıllara göre Yaş-Kaza [15].

Yıl	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	NK
2007	11	4	2	2	2	1	0	0	2
2006	9	6	4	1	0	0	0	1	2
2005	16	5	4	3	2	1	1	0	4
2004	10	6	5	1	1	1	0	0	3
2003	16	6	5	5	0	0	0	0	3
2002	16	5	5	1	0	0	0	0	3
2001	12	2	1	1	0	0	1	1	3
2000	11	2	2	1	2	0	0	0	3
1999	11	4	1	3	0	0	0	0	7
1998	6	2	1	1	1	0	0	0	3
1997	7	0	0	0	0	0	0	0	1
1996	3	2	4	0	0	0	0	0	2
1995	5	1	0	0	0	0	0	0	2
1994	2	2	0	0	2	0	0	0	2
1993	1	1	2	1	0	0	0	0	1
1992	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1991	3	1	0	2	1	0	0	0	3
1990	3	0	0	0	1	1	0	0	3
1989	3	0	0	1	0	0	0	0	2
1988	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Toplam	146	50	38	24	12	4	2	2	52

Yaşa göre meydana gelen kaza sayıları Şekil 4.53 Yaş-Kaza sayısı grafiğinde gösterilmiştir.

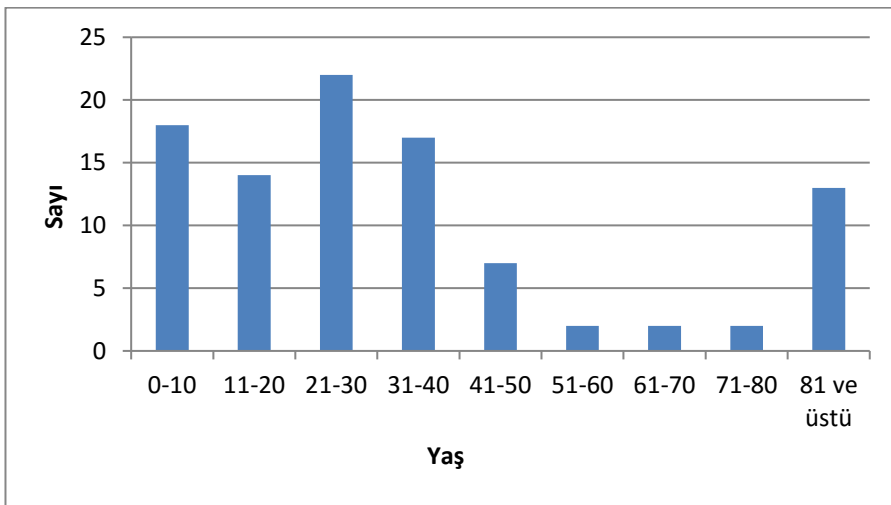


Şekil 4.53: Yaş-Kaza sayısı [15].

Olayların birçoğu grafikten de görüleceği üzere 10 yaş ve altı çocuklarda görülmektedir. Bu olaylar dış zemine erişim ve el bandı tarafından çekilme olarak iki tipe ayrılmaktadır.

4.5.4 Ölümcül kazaların yaşa göre istatistiği

Bir diğer inceleme parametresi meydana gelen ölümcül kaza sayılarının yaşlara göre dağılımıdır. Bu dağılım Şekil 4.54'de gösterilmiştir.

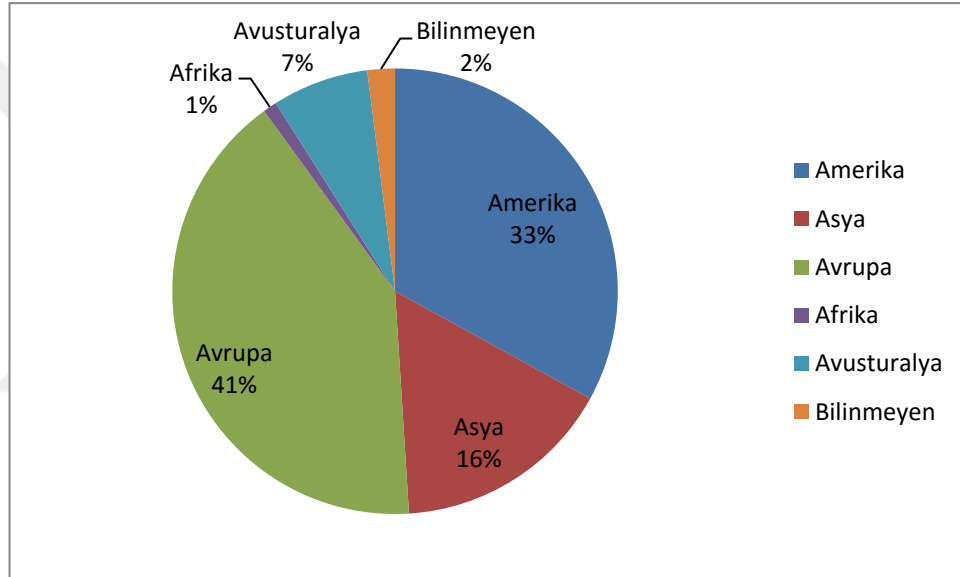


Şekil 4.54: Yaş- Ölümcül kaza [15].

Yaşanan olayların cinsiyete göre oluşuma baktığımızda erkekler 330 olayın 224'üne yani %71'ine bayanlar %23'üne maruz kalmış olup olayların %6'sına maruz kalanların cinsiyeti bilinmemektedir. Kaza sonucu ölenlerin %77'si erkektir.

4.5.5 Kazaların ülkelere göre istatistiği

Değerlendirmesi yapılan 2007-1987 yılları arasındaki 20 yıllık periyotta yaşanan kazaların meydana geldiği ülkeler ve ülkelere göre kazaların dağılımı Şekil 4.55'de görülmektedir. Yürüyen merdiven kazalarına dair kayıtların tutulduğu ve paylaşılma açık olan 35 ülkede yürüyen merdiven kaynaklı kazaların var olduğu görülmüştür [15].



Şekil 4.55: Ülke-Kaza sayısı [15].

4.6 Yürüyen Merdivenlerin Kullanımı Sırasında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Yürüyen merdivenlerin kullanımı sırasında dikkat edilmesi gerekenleri yürüyen merdivene binerken, seyir halinde iken ve inerken olmak üzere 3 bölümde ele alınabilir [31].

4.6.1 Yürüyen merdivene binerken

Yürüyen merdivenlerin alt ve üst biniş yerlerinde acil durdurma butonu bulunmaktadır. Herhangi bir kaza veya istenmeyen durum oluştuğunda butonlara basılmalıdır.

Basamakların çalışma yönüne dikkat edilmeli ve ters yönde binilmemelidir.

Yönlendirme levhalarına uyulmalıdır.

Çocuklar, yanlarındaki yetişkinler tarafından çanta veya paketleri bandı tutulmadığı diğer elle dikkatlice tutulmalıdır.

Yürüyen merdivende çocukların kontrolsüzce yukarı-aşağı koşmalarını engellemelidir.

Basamağın mümkünse tam ortasına durulmalı ve aynı anda yürüyen merdiven el bandı tutmalıdır. Ayakların kenarlara sıkışmalarını önlemek için özellikle çocukları kenarlardan uzat tutulmalıdır.

Ceket, mont, atkı, şal gibi uzun aksesuarları, ayakkabıların bağcıkları basamakların kenarlarından uzak tutulmalıdır.

Bebek arabası, alışveriş arabası veya fazla eşyalar ile binmemelidir.

Yumuşak malzemeden yapılmış ayakkabılar ile veya sandaletler ile yürüyen merdivene binerken dikkatli olunmalıdır.

4.6.2 Yürüyen merdivende iken

Yürüyen merdivenin hareket yönü doğrultusunda ileri bakmalıdır.

El bandı mutlaka dikkatlice tutmalıdır.

El çantası, paket, alışveriş torbası gibi eşyalar, el bandının üzerine koyulmamalı ve basamakların üzerine oturulmamalıdır.

Yürüyen merdivenlerde seyir halinde dikkati kaybedeci tutum ve davranışlardan kaçınılmalıdır.

El bandının hızı yürüyen merdiven hızından farklı ise dikkat edilmeli ve hemen bu durum yetkililere bildirmelidir.

4.6.3 Yürüyen merdivenden inerken

Gecikmeden oyalanmadan hemen adım atılarak inilmelidir.

Merdivenin çıkışı kapatmamalı, beleme yapmak sohbet etmek gibi davranışlardan kaçınılmalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kamusal alanda ve halka açık kapalı ve açık mekanlarda yürüyen merdiven adetleri artmakta ve kullanımları günden güne yaygınlaşmaktadır. Bu kapsamda yürüyen merdivenlerin güvenli çalışması için periyodik kontrollerinin, bakımlarının planlı ve düzenli olarak, yetkili kişi ve kurumlar tarafından yapılması çok önem kazanmaktadır. Yürüyen merdiven tasarımlarının önemli ölçüde standartlara bağlı olmakta ve standart dışı imalatlara rastlanmamaktadır. Yürüyen merdivenlerin kullanım kurallarını anaokullarından başlayarak yaygın halde verilmesi ve kullanıcı uyarılarının çoğaltılması ile kazalar azaltılacaktır. Kullanıcıların farkına varabileceği emniyet işaretlerinin uygun kullanılması gerekmektedir. İşaretler dikkat çekici olmalıdır. Çok basamaklı büyük yürüyen merdivenlerde iki den fazla ve ulaşılabilir stop düğmeleri bulunmalıdır. Zira bunlara zamanında ulaşılması önem arz etmektedir.

Türkiye’de iş kazaları kapsamına giren kazalar hariç müşteri kazalarına ait istatistikleri toplayan bir kurum bulunmamaktadır. Yürüyen merdivenin bulunduğu yerin sahipleri de bilgi/belge paylaşımlarından dolayı net, kapsamlı açık bilgiler elde edilememiştir.

İstatistiklerine göre yaşanan kazaların %29’u ölümlerle sonuçlanmıştır. Cinsiyet farkına baktığımızda kazaların %71’ine erkekler maruz kalmıştır. Yaşlara göre dağılıma baktığımızda kazaların %44’üne 10 yaş ve altındaki çocuklar maruz kalmıştır. Avrupa’daki yetkililer önlem almış olsalardı 10 yaş ve altındaki çocuklarda yaşanan kazaların %44, ölümcül kazaların ise %25 oranında azaltılabilecektir.

Bu çalışma sonucunda, Türkiye’de meydana gelen yürüyen merdiven kaynaklı kazaların değerlendirilmesinde yeterli veriler toplanamadığı, bu konuda istatistik çalışmaların artırılması gerektiği, kazaların çoğunun kullanıcı kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır.



KAYNAKLAR

- [1] Orton, R. (2000). Moving People from Street to Platform. Alabama: Elevator World, Inc.
- [2] <https://patents.google.com/patent/US479864A/en?q=US+Patent+479%2c864>
- [3] <https://machorne.wordpress.com/2013/05/19/escalators-inclined-elevators-and-myths/>
- [4] http://bakbak-makine.ticiz.com/about_us
- [5] <http://www.loher.com.tr/content/2/tarihce.aspx?lang=tr>
- [6] http://www.loher.com.tr/file.axd?f=hurriyet_haber_14_11_2015.pdf
- [7] <https://www.haberler.com/dunyaya-yuruyen-merdiven-satiyor-turkiye-de-yerli-4377409-haberi/>
- [8] <http://www.yursan.com.tr/hakkimizda.htm>
- [9] <http://ake.com.tr/272/5132/kilometre-taslari>
- [10] <http://www.uygar.com.tr/uploads/yuruyen-merdiven-katalog.pdf>
- [11] <http://ake.com.tr/286/4517/yuruyen-merdivenler-ve-yollar>
- [12] <https://www.bifm.org.uk/bifm/filegrab/emw-issue-01-dated-24th-may-2011.pdf?type=documents&ref=4239>
- [13] İmrak C. E. ve Gerdemeli İ., 2000. Asansörler ve Yürüyen Merdivenler, İ.T.Ü. Makina Fakültesi, İstanbul.
- [14] http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Y%C3%BCr%C3%BCyen%20Merdiven%20Ve%20Yol%20Makine%20Dairesi.pdf
- [15] Cooper, D. (2010). An Investigation Falls Over or From The Side of Escalators.
- [16] <https://kuikodt.en.made-in-china.com/product/VyjJhSmEgfWl/China-Indoor-or-Outdoor-Escalator-with-1000mm-Truss.html>
- [17] http://v3.arkitera.com/v1/malzemedosyasi/dusey_sirkulasyon/yuruyenmerdiven/
- [18] Resmi Gazete Tarihi: 03.03.2009 Resmi Gazete Sayısı: 27158 Makina Emniyeti Yönetmeliği (2006/42/AT).
- [19] TS EN 115: 1998 A 1: Aralık 2003
Yürüyen merdiven ve yürüyen bantlar - Güvenlik kuralları - Konstrüksiyon ve tesisatı için.

- [20] TS EN 115/A2 Şubat 2006
Yürüyen Merdiven Ve Yürüyen Bantlarga Güvenlik Kuralları-Konstrüksiyon Ve Tesisatı İçin Tadil 2.
- [21] TS EN 115 Mart 1998
Yürüyen Merdiven Ve Yürüyen Bantlar İçin Güvenlik - Bölüm 1: Yapım Ve Montaj.
- [22] <https://www.sabah.com.tr/yasam/2018/03/26/yetkililerden-yuruyen-merdiven-kazasi-hakkinda-aciklama>
- [23] <https://www.youtube.com/watch?v=KIoyhB422ao>
- [24] <https://www.mmo.org.tr/istanbul/haber/mmo-istanbul-sube-basin-bulteni-cinayetleri-suruyor>
- [25] <https://aa.com.tr/tr/yasam/yuruyen-merdiven-ile-duvar-arasina-kolu-sikisan-vatandas-kurtarildi/847861>
- [26] <https://www.youtube.com/watch?v=3i2fOq12tk0>
- [27] <https://aa.com.tr/tr/turkiye/izmirde-yuruyen-merdivende-ayagi-sikisan-kisi-kurtarildi/817897>
- [28] <https://www.sabah.com.tr/teknoloji/2017/05/10/yuruyen-merdivenler-tehlike-saciyor>
- [29] <http://www.haberturk.com/yerel-haberler/59163034-8-ogrencinin-yaralandigi-yuruyen-merdiven-kazasi-guvenlik-kameralarinda>
- [30] <https://www.youtube.com/watch?v=GvAiQpO0910>
- [31] http://www.asansoristanbul.com/files/2017_Sunumlar/Asansor_ve_Yuruyen_Merdivenlerde_Yasanan_Kazalarin_Hukuki_Acidan_Incelenmesi-Tahsin_Kaynak.pdf
- [32] <https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/taksim-metrosunda-yuruyen-merdiven-kazasi,mxtRysXLdE2Vel0HNp4YYw/1GHUB7U8Y0ytCCmurlQSiQ>
- [33] <https://www.youtube.com/watch?v=CDjMqly5LxQ>
- [34] <https://www.sozcu.com.tr/hayatim/yasam-haberleri/yuruyen-merdiven-ve-bantlardaki-direkler-neden-konuldu-neden-kaldirildi/>
- [35] https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/c99df0459f3e9ac_ek_0.pdf
- [36] https://www.google.com/search?q=FALLING+DUE+TO+SITTING+ON+THE+HANDRAIL&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwik6Jy-6NzaAhUIOJoKHfQXBTQQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=IcYVVanJleNQ1sM:
- [37] <http://ela-aisbl.eu/images/Annexes/Annexe201620-20Speech20Gero20Gschwendtner20ELA20Conference20Amsterdam202014.pdf>

[38] <http://ela-aisbl.eu/images/Annexes/Annexe201720-20Speech20of20Ignasi20Oliver20-20Safety20in20Escalators20Barcelona20Metro20Experience20-20Amsterdam20Conference202014.pdf>





ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Hasan Fatih - ÇINAR
Doğum Tarihi ve Yeri : Ovacık 20.08.1990
E-posta : hfcinar@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Lisans : 2012, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

