

# YOĞUN YOLCU KULLANIMINA AÇIK YÜRÜYEN MERDİVENLERİN GÜVENLİK SEVİYESİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK KORUYUCU BAKIM ESASLARI

<sup>1</sup>Arş. Gör. Abdülmelik SANCAK, <sup>2</sup>Öğr. Gör. Dr. Adem CANDAS,  
<sup>3</sup>Öğr. Gör. Yusuf Ziya KOCABAL, <sup>4</sup>Prof. Dr. Cevat Erdem İMRAK

<sup>1</sup>Arş. Gör., İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Asansör Teknolojileri Laboratuvarı, İstanbul, Türkiye,  
*sancak17@itu.edu.tr*

<sup>2</sup>Öğr. Gör. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Asansör Teknolojileri Laboratuvarı, İstanbul,  
Türkiye, *candas@itu.edu.tr*

<sup>3</sup>Öğr. Gör., İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Asansör Teknolojileri Laboratuvarı, İstanbul, Türkiye,  
*kocabal@itu.edu.tr*

<sup>4</sup>Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Asansör Teknolojileri Laboratuvarı, İstanbul, Türkiye,  
*imrak@itu.edu.tr*

## ÖZET

Yürüyen merdivenler alışveriş merkezleri, iş merkezleri, hastaneler, metrolar ve havaalanları gibi çok katlı ve insan trafiğinin yoğun olduğu kamusal yapılarda yaygın olarak kullanılan, insanların sürekli ve güvenli olarak taşınmasını sağlayan, tesis edilen yapıdaki trafik yoğunluğuna göre tasarlanan ve hareketli basamaklardan oluşan eğimli konveyör sistemleridir. Yürüyen merdivenlerin bakımları zamanında ve tekniğe uygun yapılarak sistemin arızalanması ve kullanıcıların yaralanması ihtimali azaltılmaktadır. Bu kapsamda yürüyen merdivenlerin güvenilirlik seviyesini arttırmaya yönelik planlı bakım yöntemlerinin karşılaştırmalı incelenmesi ve bakım periyodunun belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, yürüyen merdivenlerde uygulanacak koruyucu bakım ve kestirimci bakım prosedürleri değerlendirilerek bakım planlaması ve bakım yönetimine yönelik bir yaklaşım ele alınmıştır.

## 1. GİRİŞ

Yürüyen merdivenlerin bakım süreçleri, güvenli ve kesintisiz kullanımları açısından oldukça önemlidir. Yürüyen merdiven sistemleri çok sayıda elemandan oluşmaktadır. Bu elemanların üretici tarafından belirtilen kullanım ömürleri ve bakım süreleri bulunmaktadır. Yürüyen merdivenlerin koruyucu bakım süreçleri ve kapsamı üretici tarafından yerel yönetmeliklere uygun olarak belirtilmektedir. Koruyucu bakımın yanı sıra kullanım sırasında oluşabilecek arızaları en aza indirmek için kestirimci bakım da büyük önem arz etmektedir.



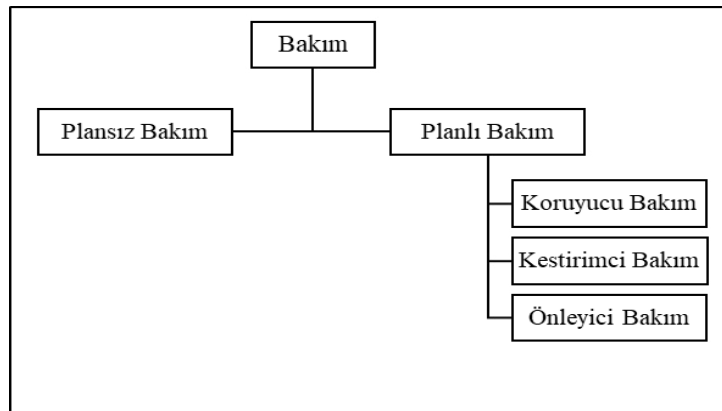
Kestirimci bakım süreleri üretici tarafından sunulan kullanım ve fabrika verileri de değerlendirilerek belirlenebileceği gibi bakım sırasında elemanlar üzerinde yapılacak incelemeler ve toplanacak veriler ışığında da tespit edilebilmektedir. Yoğun yolcu kullanımı olan yürüyen merdivenlerin elemanlarının daha az kullanılanlara göre daha kısa sürede bakım gerektireceği bilinmektedir. Bu sebeple periyodik olarak yapılan bakımların daha kısa aralıklarla yapılması, kestirimci bakım prosedürlerinin uygulanması ve belirtilecek diğer önlemler ile yoğun kullanıcı kullanımı olan yürüyen merdivenlerde arıza, kullanım dışı kalma ve kullanıcı yaralanmalarının en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda yürüyen merdivenlerin bakım süreci için bir kontrol formu önerilebilir.

## 2. BAKIM

İnsanların karşılaştığı sorunların çözülmesi ve hayatı kolaylaştırmak amacıyla taşıma, otomotiv, havacılık, sağlık, tarım, eğitim gibi farklı alanlarda mekanik-elektronik sistemler tasarlanmakta ve üretilmektedir. Sistemlerin üretim sonrası güvenli ve arızasız olarak kullanım devamlılığının sağlanması gerekmektedir. Bu sebeple sistemin çalışmasının aksaması önlenerek kullanım ömrü boyunca yapılan tüm iyileştirici ve önleyici işlemler bakım olarak adlandırılmaktadır. Sistemde bulunan elemanlardan kullanım ömrü dolanların değiştirilmesi, diğer elemanların kondisyonlarının iyileştirilmesi, sistemin ve elemanlarının gerekli temizliklerinin yapılması, sistemin çalışma şartlarının kontrol edilmesi gibi işlemler bakım kapsamında yapılan genel işlemlerdir. Sistemlerin kullanılacağı ülkelerdeki yerel yönetmelikler de gözetilerek üretici tarafından bakım kılavuzları hazırlanmaktadır. Bakım kılavuzlarında yetkili personele yönelik olarak makinada kullanılan malzemelerin dayanımlarına, hangi aksamaya hangi sürelerde bakım yapılması, kontrol edilmesi gereken belirtiler, değişmesi gereken parçalar gibi detaylı teknik bilgiler bulunmaktadır.

Bakımın amacına ulaşması ve bakım işlemlerinin ne zaman ve ne şekilde yapılması gerektiğinin belirlenmesi için bakım planlaması önem arz etmektedir. Planına uygun bir şekilde gerçekleştirilen bakım genel olarak; imalat ve işçilik kayıplarını, kaza ve yaralanma risklerini azaltır, eleman ömrünü ve performansını artırır, enerji tasarrufu sağlar, kullanıcı memnuniyetini artırır, sistemin sorunsuz çalışmasını sağlar. Bakım çalışmasının ana amacına ulaşmak için; verimi ve kaliteyi arttırmak, sistem kesintilerini azaltmak, ekonomik verimi arttırmak için sistemin ve elemanlarının kullanım ömrünü arttırmak, bakım onarım masraflarını azaltmak gibi bazı alt amaçlar da gerçekleştirilmektedir. Başarılı bir bakım yapılması için; bir bakım politikası tasarlanmalı, bakım için gerekli eleman stokları hazır olmalı, yapılan bakım işlemleri kayda alınmalı, bakım işlemleri yöneticinin onayı ve bilgisiyle yapılmalıdır [1].

Bakım yöntemlerinin tarihsel gelişimine bakıldığında eski yıllarda “arıza olursa bakım yapılır” mantığı varken yakın zamana gelindiğinde planlı bakımın yanı sıra akıllı sistemler ve ileri teknolojiler kullanılmasıyla birlikte gerçekleşmesi muhtemel arızaların önlenerek sistem kesintisinin en aza indirilmesi ön plana çıkmaktadır [1]. Farklı prosedürlere bağlı olarak bakım yöntemleri Şekil 1’de görüleceği üzere Planlı Bakım ve Plansız Bakım olarak iki ana başlıkta tanımlanmaktadır.



Şekil 1. Bakım Sınıflandırması

## 2.1. Plansız Bakım

Sistemde arıza oluştuğunda arızaya yönelik olarak yapılan işlemler plansız bakım olarak adlandırılmaktadır. Arıza durumuna sebep olan eleman tamir edilmekte veya yenisiyle değiştirilmektedir. Zamansız arızalar sonucunda yapılan plansız bakım işlemlerinde zaman kaybı oldukça yüksek seviyelerdedir ve arızanın ortaya çıktığı elemanın sistemin diğer parçalarına da zarar verme ihtimali bulunmaktadır [2]. Plansız bakımın güvenlik riski, sistemin devamlılığının bozulması, sistemin kontrolünün kaybolması, arıza ihmalinin daha büyük hasarlara sebep olması gibi dezavantajları da olduğu bilinmektedir [3]. Plansız bakımın dezavantajlarının oldukça fazla olması sebebiyle planlı bakım yöntemlerinin kullanılması önemli olmaktadır [4]. Tüm bakım yöntemleri arasında en verimsiz yöntem olduğu düşünülmektedir. Arıza üzerine yapılan bakım arızı bakım olarak da bilinmektedir. Ayrıca sistemin kullandığı ortama ve kullanım sıklığı gibi koşullara bağlı olarak sistemler beklenenden daha hızlı bir şekilde eskiyebilmekte ve arızalar ortaya çıkabilmektedir.

## 2.2. Planlı Bakım

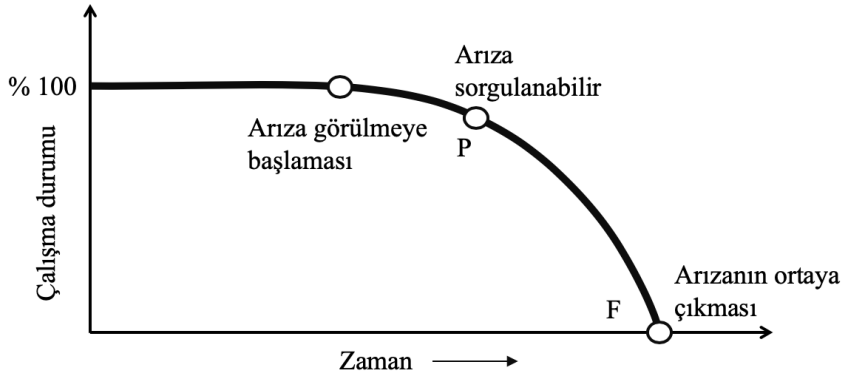
Sistemin arıza oluşmadan önce belirlenen bakım planına göre bakım işlemlerinin yapılmasıyla devamlılığının sağlanması planlı bakım olarak bilinmektedir. Planlı bakım sırasında bakım zamanı gelen elemanlara bakım yapılmakta olup, sistemin üzerinde birtakım incelemeler yapılarak arıza ihtimali yüksek olan elemanların da tespit edilmesi ve gerekli aksiyonların alınması da planlı bakımın önemli yönlerindedir. Planlı bakım, plansız bakım gibi arıza üzerine gerçekleştirilen değil, üretici tarafından belirlenen kılavuzlarla veya teknik deneyimlerle belirli periyotlarda gerçekleştirilen bakım yöntemidir. Planlı bakımlar günlük, haftalık, aylık, 3- 6 vb. aylık veya yıllık gibi periyotlarda ve hangi periyotta hangi işlemlerin yapılacağı bilgileriyle planlı bakım programı ve bütçesi düzenlenerek, işletme yönetiminin onayıyla gerçekleştirilmelidir. Planlı bakım sistemde daha az kesinti, verimde yükselme, daha uzun sistem kullanım ömrü, arıza ve aşırı yıpranma ihtimallerinin azalması, iş güvenliğinde artış, enerji giderlerinde azalma, sistem kalitesinde artış gibi avantajlar sağlamaktadır.

### 2.2.1. Koruyucu Bakım (Periyodik Bakım)

Koruyucu bakım arıza olmadan, üretici tarafından belirlenen bir zaman periyodunda planlanarak sistemde bulunan elemanların bakımlarını içermektedir. Saptanan arızalar ve arızaya sebep olması muhtemel elemanlara ve durumlara yönelik işlem yapılmaktadır. Düzenli olarak periyodik bakımı yapılan sistemde arıza olma ihtimali en aza indirilmektedir. Sistemde yaşanabilecek çalışma kesintileri önlenmiş olmaktadır. Periyodik bakım günümüzde en çok kullanılan bakım yöntemidir ve bakım programında gerekli onarım, ayarlama, muayene, yağlama, temizleme, boyama yapılması, yenileme, eskiyen parçaların değişimi, sistemin çalışma süresince incelenmesi ve performans değerlendirmesi yapılması gibi işlemler sistemin durmasını en aza indirerek kullanılabilirlik süresinin arttırılması amacıyla daha az maliyetle ve daha güvenli olarak gerçekleştirilmektedir [1]. Sistemin kullanım ömrünün artması, verim ve kalite artışı, arıza ihtimalinde azalma, yıpranmanın azalmasıyla yenileme maliyetlerinde azalma, arızalar azalacağı için sistemin diğer elemanlarına zarar verme ihtimalinin azalması ve onarım maliyetlerinde azalma gibi avantajları; parça ömrü tamamlanmadan değişimi ve değişim sonrası sistemin ideal halini almasının zaman alması gibi dezavantajları bulunmaktadır [1]. Bu yöntemin avantajlarının dezavantajlarına göre daha üstün olduğu görülmektedir.

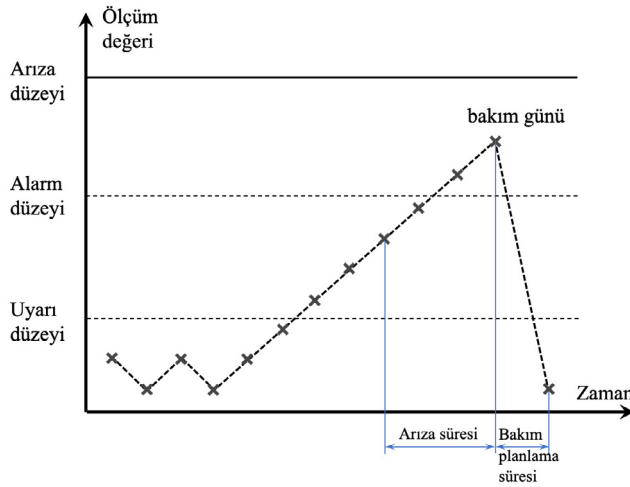
### 2.2.2. Kestirimci Bakım (Erken Uyarıcı Bakım)

Arıza sonucu ihtiyaç duyulan plansız bakımların önlenmesi ve sistemde plansız çalışma kesintileri olmaması amacıyla ilgili veri ekipmanı ve yöntemlerle sistemdeki eleman ve çalışma süreçlerindeki muhtemel kusur ve olağandışı durumların tespit edilmesiyle yapılan bakım faaliyetleridir [5]. Kestirimci bakım mekanik bir sistemde arıza meydana gelmeden önce arıza zamanı belirlenerek bakımın planlanmasını sağlayan bir yaklaşımdır [6]. Diğer bir tanıma göre ise sistemdeki elemanların fiziksel parametrelerinin standartlarının ölçülerek ve durumları izlenerek mühendislik yöntemleriyle karşılaştırma, sonuç analizi ve yorumlanması yapılarak arızaya neden olabilecek durumların ekonomik olarak etkisizleştirilmesi ve düzeltilmesi için yapılan tüm işlemlerdir. Sisteme ait verilerin gerçek zamanlı ve devamlı olarak takip edilmesi sayesinde, değişen durumlara karşın verimliliği en üst seviyede tutan kestirimci bakım yöntemiyle sistemin bakımı için en uygun zaman belirlenir [7]. Şekil 2’de görüleceği üzere arızalar çoğunlukla anlık olarak değil bir süreç (P-F süreci) sonucunda ortaya çıkmaktadır [1].



Şekil 2. Arızanın oluşum grafiği [1]

Plansız bakım arıza sonrası müdahaleyi içermekte, periyodik bakım her zaman doğru aralıkta yapılamamakta, kestirimci bakım ise Şekil 3'de görüleceği gibi her arızanın en az bir belirtisi olduğu düşüncesiyle arıza ihtimalinin gelişimi izlenerek arıza olmaması hedefiyle bakım planlaması yapılmaktadır.



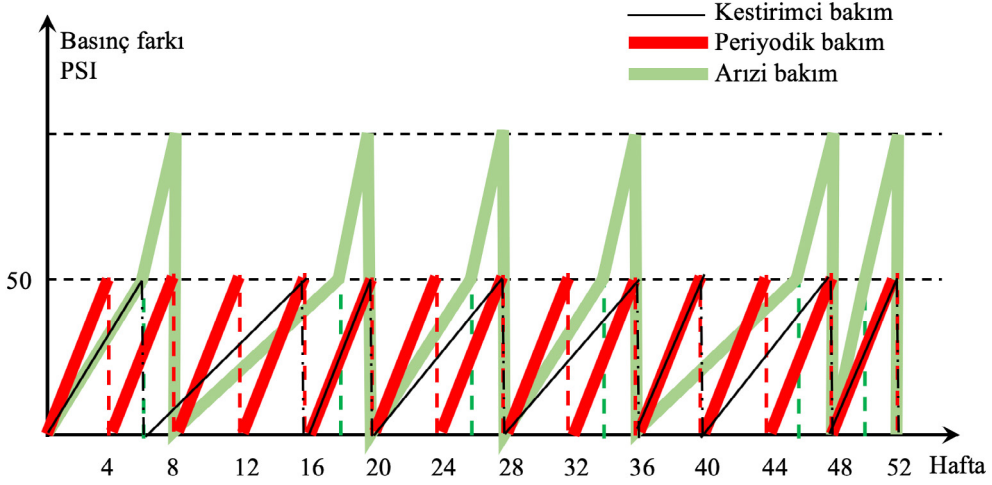
Şekil 3. Kestirimci bakım grafiği [1]

Genel olarak kestirimci bakıma şu şekilde karar verilir [1]:

Sistemde seçilen parametreler belli periyotlarla seviye ölçümleri yapılarak takip edilir. Sistemin yeni bakım yapılmış haliyle yapılan ölçümler referans alınır ve belli zamanlarda tekrar ölçüm gerçekleştirilir. Değişim seviyeleri sistemin durumu hakkında önemli bilgiler ihtiva etmektedir. ISO, TSE standartlarındaki değerler ile karşılaştırılarak bakım ihtiyacı önceden belirlenebilir. Sistem parametrelerinin tehlikeli seviyeye ulaşmasıyla bakım yapılmasına karar verilir. Kestirimci bakımın beklenmeyen ani arızaların olmaması, devam eden hasarların meydana gelmemesi, bakım masrafları azalması, sistemin çalışma kesintileri arasındaki sürenin uzaması, hurda malzeme sayısının azalması, eleman kullanım ömrü uzaması, güvenliğin artması gibi avantajları mevcuttur. Tek dezavantajı olan yanlış değerlendirme sonucu bakım işlerinin artması olabilirken bu durum eğitim ve tecrübe ile bertaraf edilmektedir.

Kestirimci bakımı tercih eden işletmeler bakım giderlerinde azalma sağlamaktadırlar. İşletmeler bu bakım sayesinde farklı kaynaklara göre %50 ile %80 [1], %25 ile %30 [8], önleyici bakıma göre %8 ile %12 ve reaktif bakıma göre %40'a kadar [9] bakım giderlerini azaltmış ve tasarruf sağlamıştır. Sistemin arıza süresini %35 ile %45 [8], %30 ile %50 [9] azaltmaktadır. Arızalarda %70 ile %75 [8], %45 [10] azalma görülmüştür.

Bakım faaliyetlerinde %30 [10] azalma görülmekte ve %20'lik enerji tasarrufunda artış [10] sağlanmaktadır. Kestirimci bakımın sağladığı ekonomik fayda Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4. Bakım yöntemine göre ekonomik karşılaştırma [1]

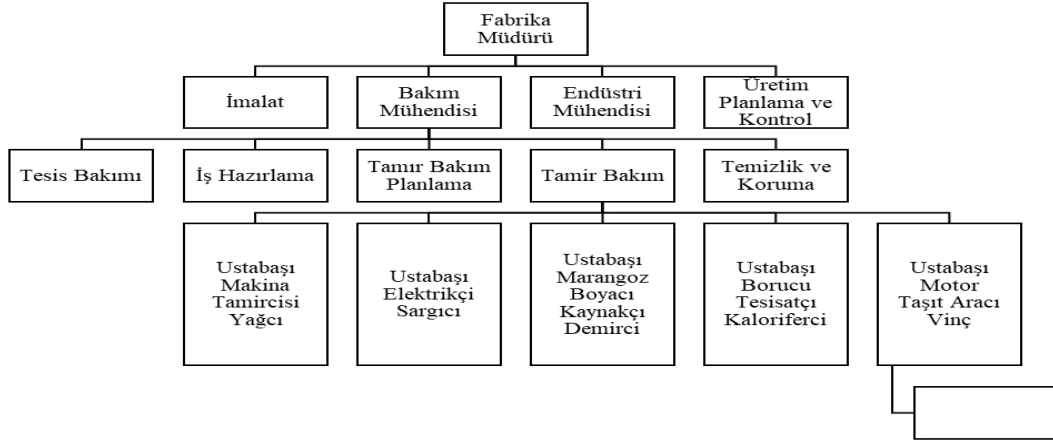
Şekilden görüleceği üzere en ekonomik olarak görülen yöntem kestirimci bakım yöntemidir.

### 2.2.3. Önleyici Bakım

Planlanmamış bakım ihtiyacını en aza indirmek ve sistemin kullanım ömrünü arttırmak için sistem ve elemanların bakımını içeren planlı bakım yöntemi önleyici bakım olarak bilinmektedir. Belli bir programa göre arıza olmadan yapılan işlemler ile sistemin kullanılabilirlik ve devamlılığını arttırmak amaçlanmaktadır. Yağlama, muayene, ayarlama, yenileme, revizyon işlemleri bu bakım sınıfına girmektedir. Yoğun mühendislik ve AR-GE faaliyetleri gerektirdiğinden bu bakım yönteminin küçük işletmelerde kullanımı sınırlı olup, AR-GE bütçesi yüksek olan büyük kuruluşlarda daha fazla kullanılmaktadır. Önleyici bakımda arıza oluşumuna sebep olabilecek etmenleri (gerilme, dengesizlik, eksen kaçıklığı vb.) ortadan kaldırarak amaca ulaşılmaktadır [1]. Daha az sistem arızası, zamanından önce eleman değişiminin önlenmesi, onarım maliyetlerinin ve hurdaya ayrılan elemanların azaltılması, güvenli kullanım ve kalitede artış gibi avantajları bulunmaktadır.

## 3. BAKIM PLANLAMASI

Bakım planlaması bakımın doğru işlemlerle zamanında amacına uygun olarak gerçekleştirilmesinde bakım yönetimi açısından önemli bir aşamadır. Sistemin kesintisiz ve güvenli olarak çalışır halde bulunması amacıyla gerçekleştirilecek olan bakım işlemlerinin planlanmasına bakım planlaması denir. En uygun değiştirme zamanı, belirlenen bakım stratejisi için çalışma süresi başına maliyet, ortalama kullanılabilirlik ve esnek görev sınıflandırmaları gibi işlemleri içermektedir. Bakım planlamasında mühendislik yaklaşımı ve matematiksel yaklaşım olarak iki yaklaşım bulunmaktadır. Mühendislik yaklaşımı planlamayı daha geniş bir bakış açısıyla operasyon planlaması, bakım kısıtları, parça davranışları açılarından değerlendirerek bakım işlemleri için kılavuz ve kurallar oluşturmayı hedeflemektedir [1]. Matematiksel yaklaşım ise bakım politikalarından en uygun olanı geliştirmeye odaklanarak bakım işlemlerini analiz etmek ve modellemek için yazılım paketleri geliştirmektedir [1]. Doğru bakım planlaması ile verimli zaman artar, bakım maliyeti en aza iner, sistemin devamlılığı sağlanır, sistemdeki elemanların yıpranması önlenir, sistemin faydalı ömrü uzar, arızalar en aza indirilir, kalite yükselir. Bakım planlamasında yöneylem araştırması tekniklerinden doğrusal programlama modelleri en sık kullanılan yöntemdir. Bu yöntem eldeki kaynakların en iyi seviyede dağıtılmasını sağlayacak çözüm tekniğidir. Bakım planı temel olarak bakım yapılacak sistemin tanımlanması, sistem ayrıntılarının ve özelliklerinin belirlenmesi, bakımın amacının ortaya konması, bakım planı adımlarının uygulanması ve plan dahilinde bakım işlemlerinin izlenmesi ve güncellenmesi şeklinde yapılmaktadır [1]. İşletme içerisinde bakım planlaması ile ilgili bir organizasyon şeması örneği Şekil 5'te görülmektedir.

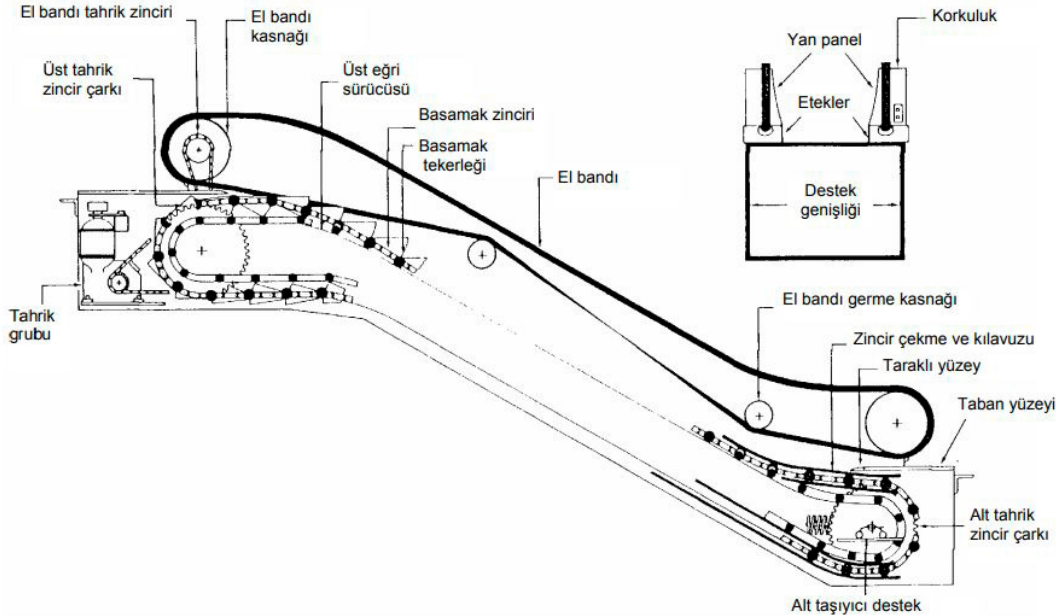


Şekil 5. Örnek bakım planlaması organizasyon şeması [3]

Şekilden de görüleceği üzere bakım planlaması birçok birimin bir arada çalışarak ve eldeki verilerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan bir planlamadır. Risk planlaması ve güvenlik seviyesinin tespiti de bakım planlamasında önem arz etmektedir.

#### 4. YÜRÜYEN MERDİVEN VE TEMEL ELEMANLARI

Yürüyen merdivenler alışveriş merkezleri, iş merkezleri, hastaneler, metrolar ve havaalanları gibi çok katlı ve insan trafiğinin yoğun olduğu kamusal yapılarda yaygın olarak kullanılan, insanların sürekli ve güvenli olarak taşınmasını sağlayan, tesis edilen yapıdaki trafik yoğunluğuna göre tasarlanan ve hareketli basamaklardan oluşan eğimli konveyör sistemleridir. Şekil 6’da yürüyen merdivene ait ana elemanlar görülmektedir [11,12].



Şekil 6. Yürüyen merdivene ait ana elemanlar [11]

Yürüyen merdiven üst, alt ve orta kısım olarak üç ana bölümden oluşmaktadır. Yürüyen merdivende ana elemanlar el tutma bandı ve ruloları, iki çekme zinciri ve gerdirme tertibatı, basamak ve makaraları, basamak makaralarının kılavuz yolları, muhafaza çatısı, elektrik motorlu tahrik sistemidir [12].

#### 4.1. Basamak

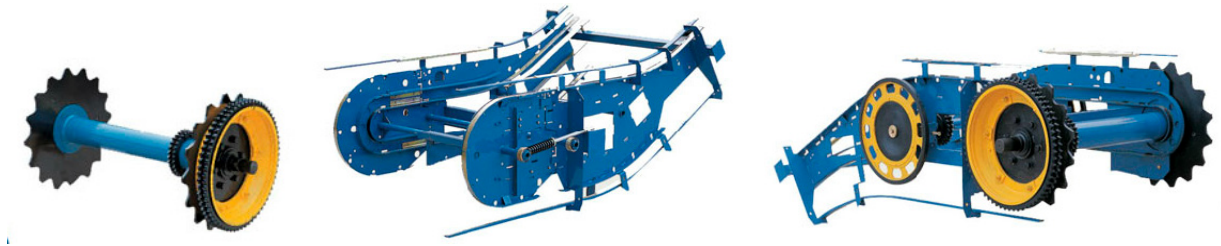
Yürüyen merdiven basamakları basınçlı döküm tekniği ile tek parça ve hafif ağırlıkta üretilmektedir ve genellikle alüminyum alaşımı tercih edilmektedir. Bazı yeni uygulamalarda cam elyaftan yapılmış kompozit malzemeden de imal edilmiş basamaklar yapılmaktadır [12]. Yürüyen merdivenlerde basamak genişlikleri 600 mm, 800 mm ve 1000 mm olarak standartlaştırılmıştır ve bu şekilde kullanılmaktadır [12]. Basamak önü ve üst yüzeyi tırtıllı şekilde üretilmektedir. Merdiven basamağının alt kısmında ise 4 adet tekerlek bulunmaktadır.

#### 4.2. Basamak Tahrik Zinciri

Yürüyen merdivenlerde basamaklar en az iki makaralı zincir tarafından tahrik edilmektedir [12]. Emniyet katsayısı en az 5 olarak alınmalı ve tahrik zinciri devamlı ve otomatik olarak gerilmelidir [12]. Genellikle lamelli zincirler kullanılır. Yürüyen merdiven firmalarının bazıları kendi üretimleri olan zincirleri kullansa da standart konveyör zincirleri de vardır [12].

#### 4.3. Ana Tahrik Ünitesi

Yürüyen merdiven tahrik ünitesi olarak tek kademeli redüktörlü veya zincir mekanizmalı tahrik üniteleri, nadiren de olsa paralel şaft ve sonsuz vida mekanizmaları da kullanılmaktadır. Bazı sistemlerde ise her iki taraftan zincir çarkına bağlı dişli kutulu iki ayrı tahrik ünitesi de bulunabilmektedir [12]. Sistemdeki tahrik zincirinin gerginliği sağlanmaktadır. Şekil 7’de tahrik üniteleri görünmektedir.

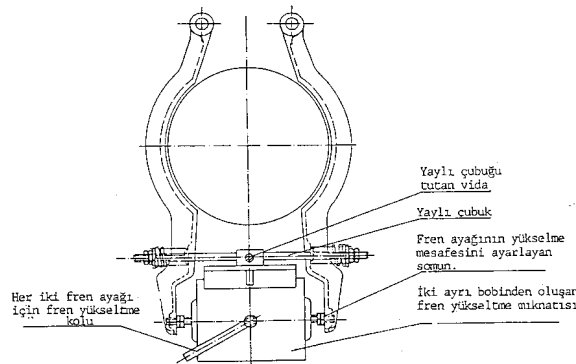


Şekil 7. Ana tahrik ünitesi [12]

Alt kısmında yağ biriktirme kabı ve tahrik zinciri dönüş kasnağını taşıyan zincir gergi ayar arabası, üst kısmında ise motor ve tahrik grubu bulunmaktadır. Tahrik için genellikle tek veya çift hızlı senkron motorları, seyrek olarak da doğru akım motorları kullanılmaktadır [12].

#### 4.4. Emniyet Freni

Sarsıntısız bir duruş sağlamak amacıyla her tahrik ünitesinde ayrı ayrı çalışan elektromanyetik blok freni ve tam yük durumları için yağlı tampon bulunmaktadır [12]. Emniyet freni Şekil 8’de görülmektedir.

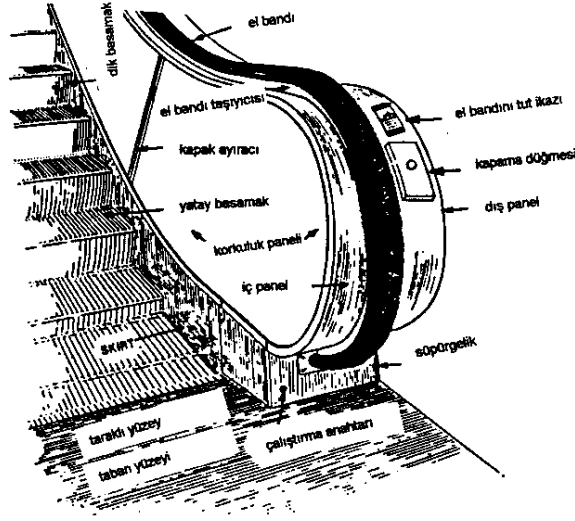


Şekil 8. Emniyet freni [12]

Esas ve ikincil fren olarak iki sistem de olabilmektedir [12].

#### 4.5. El Bandı

El bantları yürüyen merdiven üzerinde insanların güvenli kullanım amacıyla tutunabilmelerini sağlayan, iki adet sonsuz kauçuk şeritten oluşmaktadır. Şekil 9'da el bandının görünüşü bulunmaktadır.

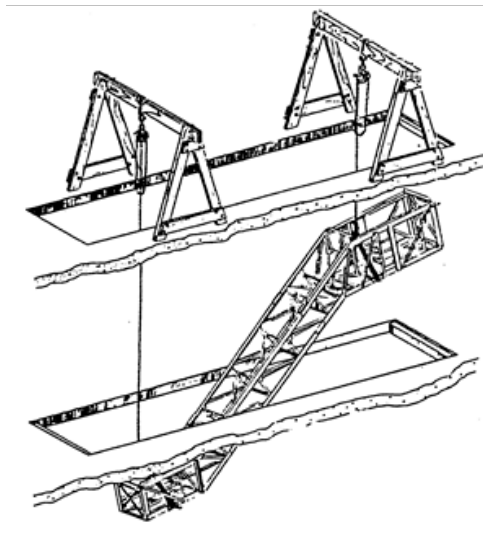


Şekil 9. El bandı [12]

El tutma bantları merdivenin hareketiyle uyumlu olmaktadır.

#### 4.6. Yürüyen Merdiven İskeleti

Yürüyen merdivenlerin en temel parçasına iskelet adı verilmekte ve yürüyen merdivenin parçaları bu iskelet üzerine monte edilmektedir [12]. Yürüyen merdiven iskeleti Şekil 10'da görülmektedir.



Şekil 10. Yürüyen merdiven iskeleti [12]

İskelet çelik elemanların birbirine bağlanarak oluşturulduğu taşıyıcı bir kafestir.



## 5. YÜRÜYEN MERDİVEN SİSTEMLERİNDE BAKIM

Yürüyen merdivenler günlük hayatta ziyaret edilen hemen her kamuya açık yapıda kullanılmaktadır. Geçen zaman ve kullanıma bağlı olarak her ürün eskimekte, yıpranmakta, bozulmakta ve tamamen kullanılamaz hale gelebilmektedir. Yürüyen merdivenler hizmet ömürleri boyunca aşınma ve yıpranmaya maruz kalır ve bu da kaçınılmaz olarak bileşenlerin hasarlanmasına, kullanıcıların tehlikeye atılmasına ve ekipman kullanılabilirliğinin azalmasına neden olur [13]. Meydana gelen en büyük yürüyen merdiven kazalarından biri bakım yetersizliği ile ilgilidir ve yürüyen merdiven riskleri incelendiğinde en önemli sorunlardan biri yürüyen merdiven bakımlarının düzenli olarak yapılmamasıdır [14]. Üst geçit gibi yerlerde kullanılan yürüyen merdivenler sık sık arızalandığından yayalar tarafından kullanılamamakta olup, buralardaki yürüyen merdivenlerin bakımlarının düzenli olarak yapılması gerekmektedir [15]. Planlı ve koruyucu bakım sayesinde hatalar zamanında tespit edilmekte, iş emniyetini tehlikeli duruma düşürecek ve ekonomik kayıplara neden olacak sorunların önüne geçilmekte ve tesislerin verimliliği artmaktadır [16]. Önceki konularda belirtildiği üzere sistemlere bakım programları uygulanmaktadır. Yürüyen merdivenlerin de güvenli ve aksamadan kullanılabilmesi için bakım planlamaları ve bakım içerikleri büyük önem arz etmektedir. Bakım ihtiyaçlarına riayet edilmediğinde yürüyen merdivenler günlük hayatta da karşılaşıldığı üzere bozulmakta, kullanımı aksamakta ve kullanıcıların zarar görmesine sebep olmaktadır. Bu sebeple yürüyen merdivenlerde birtakım bakım prosedürleri ve zamanlamaları belirlenmiştir. Yürüyen merdivenler için genellikle planlı bakımlar aylık ve yıllık olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır [17]. Bir diğer bakım periyodu ise aylık olarak ayarlama, yağlama, temizleme ve inceleme, 6 aylık olarak periyodik inceleme ve yıllık olarak periyodik testler ve güvenlik ekipman incelemesi yapılmaktadır [18]. Anlaşılacağı üzere bakım işlemleri üreticinin, ulusal ve uluslararası standartların ve yönetmeliklerin belirlediği şekilde yapılması gerekmektedir. Ayrıca bakım kılavuzları güncellendikçe bakım işlemleri yeni durumlara uygun planlanarak yapılmalıdır. Yürüyen merdivenlerde yıllık periyodik bakım yaptırmak zorunludur. Periyodik bakımı uzman kurum ve personelce yapılan yürüyen merdivenler kullanıcılar için güvenli bir kullanım sağlamaktadır [19]. Yürüyen merdivenlerin bakımları düzenli ve özenle yapıldığında kullanım ömürleri uzamakta ve amacına uygun olarak çalışmasını sürdürebilmektedir [20]. Uygun bakım, teknisyenin bakım yapılacak her ünite tipi için gereken özel prosedürler, yeterli bakım sıklığı, bakımın uygun dokümantasyonu ve yetkili kuruluş tarafından taahhüt edilen bilgiler hakkında bilgi sahibi olmasını gerektirir ve servis sağlayıcı, bakımı tamamlamaları için teknisyenlere gereken süreyi tahsis etmelidir [21]. Yürüyen merdivenlerde eksik yapılan bakımlar kazalara ve yaralanmalara sebep olmaktadır [22]. Yürüyen merdivenlerin bakım işlemlerinde kumanda panosu, dişli kutusu, tahrik motoru, fren ve yedek fren, ara dişli kutusu, ara tahrik zinciri, basamak zinciri, basamak, taşıyıcı kayışı, tahrik kayışı, taraklar, tarak levhası, el bandları, iz sistemi, güvenlik tertibatı, saptırma tertibatı, aydınlatma, gösterge, yağlama, temizlik, işaretler, korkuluklar ve açıklıkların uygunluğunun kontrolleri dikkatle yapılmalıdır ve bakım işlemlerinin risk değerlendirmesinde belirtilen önemli hususlar dikkate alınmalıdır [23].

Şekil 11'de bir yürüyen merdiven kontrol formu örneği hazırlanmıştır. Genel kontrol edilen unsurlara bakıldığında yürüyen merdivenlerde CE işareti sistemin kullanıma uygunluğunun belirlenmesi için, güvenlik levhaları ise kullanıcıların kullanım sırasında tehlike ihtimallerine karşı uyarılması açısından büyük önem arz etmektedir. Kapakların güvenliği ve basamak üzerindeki net yükseklik sınırının kontrolü ise kullanıcıların kullanım aşamasında takılma ve düşme gibi durumların önlenmesinde etkilidir. Yürüyen merdivenlerde acil durumlarda kullanılmak üzere bulunan durdurma-stop butonunun kontrolü de yapılmaktadır. Alışveriş ve bagaj arabası gibi aletlerin yürüyen merdivenlerde kullanılmasının önlenmesini sağlayan engel bariyerleri kullanım sırasında oluşabilecek tehlikeli durumların önlenmesinde etkilidir ve kontrolleri uygunluk kapsamında yapılmaktadır. Bir diğer önemli kontrol ise acil durum duruş mesafesidir. Yürüyen merdiven acil durması gerektiğinde eğer duruş mesafesi belirlenen standartların dışında kalmakta ise herhangi bir kaza durumunda yaralanmaların daha ciddi hale gelmesine sebep olmaktadır.

Yürüyen merdiven basamaklarında kaymaya karşı koruma, adım sınırlayıcı, yanal hareket, ardışık basamak arası ve eksik basamak kontrolleri yapılmaktadır. Eksik basamak durumu kullanıcılar açısından ciddi yaralanmalar oluşturacağından yürüyen merdivenlerde eksik basamak kontrolü büyük önem arz etmektedir.



Tahrik ünitesi kontrollerinde aşırı hıza karşı koruma, elle kurtarma, iki bağımsız kesiciyle durdurma, yardımcı fren ve yüksüz durumda uygun durma mesafesi durumları incelenmektedir. Aşırı hıza karşı koruma sistemi yürüyen merdivenin tasarım hızının üstüne çıkması durumunda kullanıcıların zarar görmemesi için yürüyen merdivenlerde bulunmalıdır. Fren sorunları yaşanması durumunda yedek frenler güvenlik açısından önemlidir.

El bandı dikey yüksekliği, iç küpeştenin eğimi, dış küpeşteye tırmanma engelleyici, el bandı-küpeşte yanı kaymayı engelleyici ve süpürgelik ile basamak arası fırça kullanıcıların yürüyen merdivenleri kullandıkları sırada takılma, düşme gibi tehlikeli durumlarla karşılaşmamları amacıyla kullanılmaktadır. Güvenli kullanımı sağlayan bu unsurların kontrolleri yapılmaktadır. El bandı genişliği, hızı, el bandı ve aksamı arası aralık ve el bandı giriş koruması kullanıcıların el bandını tuttuklarında herhangi bir kazaya yer vermemesi adına kontrol edilmektedir.

Yürüyen merdiven giriş ve sahanlıkların kontrolü de yine güvenli kullanım açısından önem arz etmektedir. Yürüyen merdivende ayakta durma alanı, hareketli kısımların koruması, aydınlatma, fren sensörü, elektrik çarpmasına karşı koruma gibi incelemeler de kullanıcıların yürüyen merdiven kullanım deneyimlerini güvenli bir şekilde devam ettirmelerini sağlamaktadır.

Bu ve benzeri kontrol formları yürüyen merdivenin periyodik bakım zamanının belirlenmesine fayda sağladığı gibi kestirimci bakım yönünden de katkı sağlamaktadır. Çünkü kontrolü yapan personel bilgi birikimi, tecrübesi ve sistemde gördüğü belirtilerle ileride olabilecek arızaları manuel olarak tahmin ederek işletmeye kestirimci bakım verisi olarak katkı sağlamaktadır. Yürüyen merdivenin bakımı ve muayenesi sırasında merdivenlerin çalışmasının dinlenmesi, basamak işaretlenerek bir tam çevrim yapana kadar dinlenmesi, el bandı ile eş çalışan basamağın işaretlenerek kontrolü, stop düğmesinin ve anahtarının kontrolü, giriş ve çıkışlarda basamakların kontrolü, boşluk var mı bakılması, basamak etiketlerinin kontrolü, basamak dişlerinin kontrolü, dişlerin eksik olup olmadığının ve aralıklarının kontrolü, basamak ve etek emniyet switchlerinin kontrolü, basamak yüksekliklerinin kontrolü, her iki el bandının da kontrolü ve temizliği ile ek yerlerine dikkat edilmesi, el bandında kayma olup olmadığının kontrolü, basamak hareket halindeyken el bandının durup durmadığının kontrolü, tahrik zincir gerginliği kontrolü, makinanın yağlanan kısımlarının kontrolü, elektrik motorunda aşırı ısınma olup olmadığına bakılması, zincir çarklarının kontrolü, gerginlik ayarlarının bakılması, genel olarak yerinden çıkan vida ve somunların kontrollerinin hem periyodik bakıma hem de kestirimci bakıma fayda sağladığı görülmüştür [11, 12].

YÜRÜYEN MERDİVEN KONTROL FORMU											
Adres	:				Kontrol Tarihi :						
Yürüyen merdiven markası	:										
Seri No	:										
İmalat Yılı	:										
Ünite Tipi	:	Tek	<input type="checkbox"/>	Sürekli	<input type="checkbox"/>	Ayrık	<input type="checkbox"/>	Paralel Ayrık	<input type="checkbox"/>	Çapraz Sürekli	<input type="checkbox"/>
Yürüyen merdiven Tipi	:	Dış mekan	<input type="checkbox"/>	İç mekan	<input type="checkbox"/>						
Trabzan tipi	:	Cam	<input type="checkbox"/>	Paslanmaz	<input type="checkbox"/>						
Makine dairesi	:	Yukarı	<input type="checkbox"/>	Aşağı	<input type="checkbox"/>						
Basamak genişliği	:			mm							
Hız	:			m/s							
Eğim / Açı	:			derece							
Yükseklik	:			m							
CE işareti	:	Var	<input type="checkbox"/>	Yok	<input type="checkbox"/>						
Güvenlik levhaları	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
Kapakların güvenliği	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
Basamak üzerindeki net yükseklik > 2.3 m	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>	Yatay yön ile en az 80 mm aralık			
Bina ile el bandı arasında emniyet mesafesi	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Serbest alan	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Hareket butonu	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>	Her 30 metrede 1 tane olmalıdır			
Durdurma (stop) butonu	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Yön anahtarı	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Alışveriş / bagaj arabası engel bariyeri	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Acil durum duruş mesafesi	:			mm							
<b>BASAMAKLAR</b>											
Kaymaya karşı korunma	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
Adım sınırlayıcı	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Yanal Hareket	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Ardışık basamak arası	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Eksik basamak	:	Yok	<input type="checkbox"/>	Var	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
<b>TAHRİK ÜNİTESİ</b>											
İki bağımsız kesiciyle durdurma	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
Elle kurtarma	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Aşırı hız karşı koruma	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Ters yönde istemsiz harekete karşı koruma	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Yardımcı fren	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Yüksüz durumda uygun durma mesafesi	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
<b>KORKULUK</b>											
El bandı dikey yükseliği	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Eğimli kısımdan 0,9 ile 1,10 metre aralığında olması					
İç küpeşenin eğimi	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>	Eğim açısı yatayla en az 25 derece yapması			
Dış küpeşteye tırmanmayı engelleyici	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
El bandı / küpeşte yan kaymayı engelleyici	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Süpürgelik ile basamak arası fırça	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
<b>EL BANDI</b>											
El bandı genişliği	:			mm	70 ile 100 mm arasında olmalıdır						
El bandı hızı	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	%15 den fazla sapma olmamalıdır					
El bandı / el bandı aksamı arası aralık	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
El bandı giriş koruması	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
<b>GİRİŞLER/SAHANLIK</b>											
Sahanlık	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Tarak dışlerinden en az 0,85 m mesafe olmalı					
Ayak tutucu güvenliği (tarak + yer plakası)	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
Düşmeyi engelleyici koruma	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Uygulanmaz	<input type="checkbox"/>				
Tarak bölgesinde aydınlatma	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
Taraklar	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
<b>MEKANİK ALAN / TAHRİK / DÖNÜŞ</b>											
Ayakta durma alanı	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Alan en az 0,30 m2 ve kısa kenar en az 0,5 metre					
Hareketli ve dönen kısım koruması	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
Aydınlatma	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	En az 200 lux olmalı					
Acil durdurma butonu	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	EN ISO 13859 standardına uygun olmalı					
Elektrik çarpmasına karşı koruma	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>						
Eksik basamak kontrolü	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Yok	<input type="checkbox"/>				
Fren sensörü	:	Uygun	<input type="checkbox"/>	Değil	<input type="checkbox"/>	Yok	<input type="checkbox"/>				

Şekil 11. Yürüyen merdiven kontrol formu örneği



Yürüyen merdivenlerde bazı elemanların birkaç ayı bulan aralıklarla kontrol edilerek aksiyon alınması kaza ve arıza risklerini arttırmakta ve parça ömürlerini azaltmaktadır [24]. Modüler bakım işlemlerinin evrensel olması yürüyen merdivenlerde güvenlik ve işletme risklerine sebep olmakta, bu sebeple fonksiyonellik ve güvenli çalışmanın devamı için bazı elemanların buldukları konum ve kullanım şartlarına göre bakım frekansları değişken olmalı ve sistemlerin kullanım şartları analiz edilerek bakımı yapılması gerekmektedir [24]. Yürüyen merdivenin bakım sıklığını; modeli, elemanlarının kalitesi, günlük çalışma saatleri, yaşı ve çalıştığı ortam şartları etkilerine göre belirlemek gereklidir [21]. Hiçbir yürüyen merdiven aynı şartlar altında kullanılmamaktadır. Bazı yerlerde yürüyen merdivenleri günde 200 yolcu kullanırken İstanbul gibi metropol şehirlerde özellikle metro istasyonları gibi toplu taşıma alanlarında bir yürüyen merdiveni kullanan yolcu sayısı günde 100 binleri, 200 binleri bulabilmektedir. Anlaşılabileceği üzere iki durumun çalışma yoğunluğu farklıdır ve bu sebeple iki durumda da aynı bakımın yapılmasının gerçekle bağdaşması düşünülmemelidir. Yoğun olarak kullanılan ve hızla eskiyen elemanlar daha fazla denetime ve bakıma ihtiyaç duymaktadır. İki duruma da aynı bakım yöntemiyle davranıldığında güncel olarak görüleceği üzere yürüyen merdivenler arıza vermekte ve kullanıcıların işlerini aksatmaktadır. Bu gibi durumlarda ek bakım planlamaları oluşturulmalı, periyodik bakım aralıkları kısaltılmalı veya kestirimci bakım yöntemleri uygulanmalıdır.

Yoğun kullanımda olan yürüyen merdivenlere işletmede görevli personel tarafından teknik detay ve uzmanlık gerektirmeyen, göz ve duyu yoluyla basit inceleme görevi vermek alınabilecek tedbirlerden biridir. Örneğin günlük olarak yoğun kullanım saatleri (işe gidiş, dönüş vb.) bittiğinde görevli personelin yürüyen merdivenin çalışırken çıkardığı ses ve görünüşteki davranışını, el bandı ile yürüyen merdiven basamağının hızının farklı olup olmadığını gözlemlemesi (kullanıcılar da fark edebilmektedir), el bandına veya kenar süpürgelik ve basamak arasında sıkışan bir maddenin olup olmasını, tarak ve yer plakasına herhangi bir şey sıkışmadığını, basamaklarda gözle görülür bir eksiklik veya kırıklık olup olmadığını, aydınlatma gerekli olduğu durumlarda aydınlatmanın eksik olup olmadığını tespiti ve benzeri basit, herhangi bir teknik müdahaleyi gerektirmeden görme ve duyma yoluyla anlaşılan tehlikeli veya normal dışı durum ve şüpheleri, personel herhangi bir müdahale yapmadan doğrudan gerekli teknik ekibe ve devamında yetkili servise bildirmesi bir yöntem olarak düşünülmektedir.

Diğer bir yöntem ise yürüyen merdiven elemanlarının performansı dikkate alınarak periyodik bakım sürelerinin daha kısa periyotlarda gerçekleştirilmesidir. Örnek olarak aylık yapılması gereken planlı bakım işlemleri yoğunluğa göre 15 günde bir yapılabilir. Özellikle yoğun kullanım sonucu sistemin aşırı kirlenmesiyle yağlamanın toz ve kirle etkisini kaybetmesini önlemek için temizlik ve yağlama bakımının yapılabilmesi düşünülmektedir. Bu planlamanın doğru ve uygulanacak sistemin durumuna uygun olarak yapılmasıyla arızaların önüne geçilebilmektedir.

Kestirimci bakımın kullanılması ise en verimli yol olarak düşünülmektedir. Daha iyi bakım performansı elde etmek için mevcut kullanılan bakım yöntemleri bilgisayar, ağ tabanlı kontrollü sistemler, çeşitli yazılımlar ve mobil cihazlar ile desteklenmelidir [25]. Periyodik bakımda elde edilen veriler ışığında manuel olarak bir kestirimci bakım planlaması yapılması da muhtemeldir fakat yakın zamanda daha fazla tercih edilmeye başlanan, yapay zeka ve nesnelerin interneti teknolojisi sayesinde izleme ve veri toplama daha yüksek verimde kestirimci bakım gerçekleştirilebilmektedir. Burada ilk karşılaşılan sorun bu teknolojinin maliyetlerini her işletmenin karşılayabileceği seviyede olmadığıdır. Bu sebeple otonom kestirimci bakım sistemleri alanında, her yürüyen merdiven bulunan işletmenin karşılayabileceği maliyetlerde ürün üretilmesi elzemdir. İşletmeler ise kesinti sebebiyle artan kullanıcı zararları ve maliyetler ile kestirimci bakımın maliyetleri arasında karşılaştırma yapması gerekmektedir. Fakat şu gerçek de unutulmamalıdır ki, kestirimci bakımda yeni teknolojilerle birçok yürüyen merdivenden elde edilen veriler ışığında isabetli bakım planlaması yapılabilmektedir. Erken uyarı sistemi niteliğindeki bu yöntem ile işletmeler çoğunlukla arızanın sebep olabileceği diğer zararlardan korunabilmektedir.

## 6. SONUÇ

Yürüyen merdivenler günlük hayatta önemli bir yer tutmaktadır. Kullanıcıların hayatını kolaylaştıran ve günlük çalışma performanslarının artmasını sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerin planlı periyodik bakımları oldukça önemlidir ve aksatılmadan tamamlanması gerekmektedir. Fakat çok az kullanılan bir yürüyen merdiven ile yoğun olarak kullanılan, üreticinin testlerini yaptığı kullanıcı sayısının çok üzerinde kullanıcısı olan yürüyen merdivenlerin aynı periyodik bakımlarla kullanılabilir ömrünü devam ettirmesi, güvenli ve kesintisiz bir kullanım sağlaması pek mümkün görünmemektedir. Bu sebeple yoğun kullanıcısı olan yürüyen merdivenlerin bakımları için ek planlamalar yapılmalı, kestirimci bakım gibi yenilikçi bakım yöntemleri entegre edilmelidir. Yenilikçi ve çeşitliliği artırarak maliyetleri düşürecek yeni kestirimci bakım sistemleri üzerine çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca bu yöntemlerle sınırlı kalmamak adına yoğun kullanıcısı olan sistemler için bakım teknolojisiyle ilgili verimi arttıracak yeni bakım yöntemleri ve sistemleri üzerine çalışmalar ve araştırmalar yapılmalıdır.

## 7. KAYNAKÇA

- [1] İmrak, C.E. 2019. "Akıllı Bina ve Tesislerde Bakım Planlaması ve Yönetimi Ders Notları", İTÜ Makina Fakültesi.
- [2] Aktif Group. 2021. "İşletmelerde Planlı Bakım ve Onarımın Önemi", <https://aktif.net/isletmelerde-planli-bakim-ve-onarimin-onemi>, 11.08.2022.
- [3] Kocaeli Makine. 2013. "Bakım Planlaması", <http://www.kocaelimakine.com/wp-content/uploads/2013/03/bakim-planlamasi.pdf>, 11.08.2022.
- [4] MTA Endüstri. 2021. "Bakım Nedir?", [https://mtaend.com/index.php?route=blog/article&article\\_id=1](https://mtaend.com/index.php?route=blog/article&article_id=1), 11.08.2022.
- [5] Retmes. 2020. "Kestirimci Bakım Nedir?", <https://www.retmes.com/en/kestirimci-bakim>, 11.08.2022.
- [6] Güven, Ö., Şahin, H. 2022. "Predictive Maintenance Based On Machine Learning in Public Transportation Vehicles", *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1, s. 89-98.
- [7] Ceyhan, H., Kasapbaşı, M.C. 2022. "Üretim Sistemlerinde Makine Öğrenmesi ile Kestirimci Bakım Uygulaması ve Modellemesi", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Sayı 33, s. 167-175.
- [8] Gürsoy, M.Ü., Çolak, U. C., Gökçe, M.H., Akkulak, C., Ötleş, S. 2019. "Endüstri için Kestirimci Bakım", *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, Cilt 3, Sayı 1, s. 56-66.
- [9] Artesis. 2021. "Kestirimci Bakım Nedir? Avantajları Nelerdir?", <https://www.artesis.com/tr/kestirimci-bakim/>, 11.08.2022.
- [10] Proasist. 2020. "Proasist Teknik Hizmetler", <http://www.proasist.com.tr/teknik-hizmetler.asp>, 11.08.2022.
- [11] İmrak, C.E. 2004. "Düşey Transport Sistemleri Ders Notları (MKS 540)", İTÜ Makina Fakültesi.
- [12] İmrak, C.E. 2022. "Yürüyen Merdiven ve Bantlar", İTÜ Makina Fakültesi.
- [13] Buet, H., Courteille, D. 2015. "Impact of Design Methods and Maintenance Policies on the Dynamic Behaviour of Escalators", *Symposium on Lift & Escalator Technologies*, Cilt 5, Eylül 2015, Northampton, UK.
- [14] Yukarıkır, N., Aktaş, Y., Devran, Z. 2017. "Yürüyen Merdiven ve Yürüyen Yol Kazalarının Önlenmesi", *Sağlık ve Toplum*, Cilt 27, Sayı 3, s. 26-30.
- [15] Önelçin, P., Alver, Y. 2018. "Üst Geçit Bölgelerinde Kural Dışı Geçiş Yapan Yaya Davranışlarının İrdelenmesi ve Yürüyen Merdivenin Üst Geçit Kullanım Oranına Etkisi", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 24, Sayı 6, s. 1100-1106.
- [16] İmrak, C.E., Fetvacı, M.C. 2004. "Krenlerin (Vinçlerin) Periyodik Korumucu Bakım Esasları", *Mühendis ve Makina*, Cilt 45, Sayı 538, s. 34-40.
- [17] AMADA TECH. 2021. "Yürüyen-Merdiven", <https://amadatech.com/yuruyen-merdiven/>, 11.08.2022.
- [18] The Government of the Hong Kong Special Administrative Region Buildings Department. "Appendix 8 Maintenance Requirements and Information on Electrical Installations, Lifts & Escalators and Gas Risers Installations", <https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/code-and-design-manuals/bmg/app08.pdf>, 11.08.2022.
- [19] SZUTEST. 2018. "Yürüyen Merdiven ve Bantların Periyodik Kontrolü Neden Önemlidir?", <https://www.szutest.com.tr/yuruyen-merdiven-bantlarin-periyodik-kontrolu-onemlidir/>, 11.08.2022.



- [20] Janipha, N. A. I., Alwee, S. N. A. S., Ariff, R. M., Ismail, F. 2018. "Maintenance and Safety Practices of Escalator in Commercial Buildings", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Cilt 117, 012042.
- [21] Smith, K. 2016. "Thoughts on Escalator and Moving Walk Maintenance", *Elevator World*, December 2016, s. 39-43.
- [22] Öztürk, B.M. 2014. "Yürüyen Merdivenlerde / Bandlarda Bakımın Önemi", *Asansör Sempozyumu*, 25-27 Eylül 2014, İzmir.
- [23] TSE. 2009. "Asansör ve Yürüyen Merdivenlerin Bakımı – Bakım Talimatları için Kurallar" (TS EN 13015).
- [24] Akçay, E. 2020. "Yürüyen Merdivenlerde Modüler Bakım Riskleri", *Elevator World Türkiye*, Mayıs-Haziran 2020, s. 80-83.
- [25] Çelebi, B. 2019. "Endüstri 4.0 ve Bakım Üzerindeki Etkileri", *IX. Uluslararası Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi*, 26-28 Eylül 2019, Denizli / Türkiye.