

# Tarihi Yapılarda Dış Cephe Aydınlatması Ve Galata Kulesi Uygulaması

## Facade Lighting of Historical Buildings and Galata Tower Application

Yasin DEMİRÖZ<sup>1</sup>, Bora ACARKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Büyükşehir Belediyesi  
Şehir Aydınlatma Müdürlüğü  
yasin.demiroz@ibb.gov.tr

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi  
Elektrik Mühendisliği Bölümü  
acarkan@yildiz.edu.tr

### Özet

Tarih boyunca insanlar yaşadıkları bölgelerde gün ışığının doğrudan ulaşmadığı zamanlarda doğal ya da yapay aydınlatmaya ihtiyaç duymuş, ateşin bulunmasından sonra yapay aydınlatma elemanları ile de bu ihtiyaçlarını karşılamışlardır. İnsanlar antik çağdan beri çeşitli teknolojilerle yaşadıkları bölgeyi ve önemli binaların cephelerini aydınlatmışlardır. Modern teknolojiyle cephe aydınlatması ile yapıların özgünlükleri artırılabilirken, yanlış bir uygulamayla yapının tüm görsel dokusu, yapı özellikleri, varsa tarihi değerleri büyük zarar görebilir. Bu nedenle tasarım ve uygulama aşamasında mimari aydınlatma kriterlerinin doğru belirlenmesi ve bunların projelendirmeden başlayarak uygulamanın bitimine kadar doğru seçimlerin yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, tarihi yapıların aydınlatma tasarımlarıyla ilgili esaslar, bu yapıların aydınlatmasında LED armatürlerin kullanılmasının avantajları ele alınmış; örnek tarihi eser olarak da Galata Kulesinin aydınlatma tasarımı incelenmiş ve maliyet analizi yapılmıştır.

### Abstract

Throughout history, people need natural or artificial lighting in the regions where they live when they cant use daylight. After the fire had discovered, they satisfy these needs with artificial lighting elements. People illuminate the facades of buildings and special regions with various technology since ancient times. Facade lighting with modern technology can increase originality of the structure; with the wrong application structure features, and historic value of the structure can greatly damaged. Therefore, determination of architectural lighting criterias when making design and application and to make right choices from begining of the project to the end of application is of very important. In this study; principals about to lighting desing of the historical structures, the advantages of using LED lighting fixtures at historical buildings and as a sample historical building Galata Tower lighting design examined and cost analysis were applied.

### 1. Giriş

Yapı aydınlatması çok geniş bir alandır. Yapıların dışında kalan tüm açık mekânların gece aydınlatılması ya da kısaca dış aydınlatma olarak tanımlanabilecek bu aydınlatma türü, şehir içi ana ve tali caddeler, yeşil alanlar, deniz, hava limanları, spor tesisleri konut bölgeleri, devleti temsil eden kamu yapıları, şehrin önemli ticari yapıları ve alışveriş merkezleri, tarihi eserler, anıtlar ve heykeller gibi birçok şehir öğesinin aydınlatılmasını içermektedir. Sayısız faydaları olan iyi bir şehir aydınlatmasının özellikle trafik, asayiş ve rekreasyon açılarından büyük önemi vardır.

İyi bir şehir aydınlatması, birçok fizyolojik ve fonksiyonel ihtiyaçlara cevap verdiği gibi, şehrin maddi ve manevi güzelliklerini ortaya çıkararak estetik duygulara da hitap eder. Şehirlerin sahip olduğu tarihi, kültürel ve doğal değerlerin geceleri aydınlatılması, canlı ve büyümlü bir atmosferin oluşmasını sağlar ve özellikle şehre gelen yabancıların ilgisini çeker. Böylelikle turizme de katkı sağlar. Tarihi yapı aydınlatmasında ise özgünlük, estetik, çevre yapısı önemli mimari kriterli olmakla birlikte kullanılacak olan aydınlatma elemanlarının modern teknolojiye sahip olması, tarihi dokuya zarar vermemesi ve işletme maliyetinin düşük olması gerekir [1],[2].

### 2. Tarihi Yapılarda Dış Cephe Aydınlatması

Yapay aydınlatma elemanlarının miladı ateşin bulunmasıyla başlamış olup bu süreçte, birçok teknoloji, aydınlatma elemanları olarak kullanılmıştır. 19. yy. sonlarına doğru ise elektriğin icat edilmesiyle birlikte aydınlatmada elektrikli aydınlatma elemanları kullanılmaya başlanmış ve insanlık gerçek manasıyla "Aydınlatma Çağı"nı yaşamıştır. Günümüzde artık elektrikle çalışan modern aydınlatma teknolojileri her alanda olduğu gibi tarihi eser aydınlatmalarında da kullanılmakta ve kültür varlıklarının daha uzun süre yaşatılmasına katkıda bulunmaktadır. Modern mimari aydınlatma tasarımında bir çok temel kriter dikkate alınmakla birlikte, bunlar iki ana başlık altında toplanabilir.

## 2.1. Aydınlatma Tasarımda Mimari Kriterler

Aydınlatma tasarımı çalışmasında bir çok kriter göz önünde bulundurularak çalışmalar yapılır. Tarihi yapı mimari aydınlatma tasarımında dikkate alınması gereken temel kriterler aşağıda sıralanmıştır [3].

- Estetik; gündüzleri yapı ve çevresinin görüntüsünü olumsuz etkilemeyen gece ise yapının şeklinin mimari karakterinin doğru yansıtılması ve yapının yüklediği işlevin gerektirdiği görsel konfor koşullarını sağlaması gerekmektedir.
- Teknik Uygunluk:
  - Son teknoloji: eser üzerinde en uygun aydınlatma elemanlarını ve teknikleri tercih edilmelidir.
  - Uygulama kolaylığı: aydınlatma sisteminin yapımı sırasında kolay uygulanabilir çözümleri tercih edilmelidir.
  - İşletme ve bakım kolaylığı: projede kullanılacak aydınlatma elemanları koruma sınıfı (IP) ve mekanik dayanımı (IK) bakımından eserin bulunduğu koşullara uygun olması gerekmektedir. Dolayısı ile işletme aşamasında en az sayıda ürün değişimi yapılmalı, aydınlatma elemanları kolay ulaşılabilir yerlere monte edilmeli ve ortaya çıkabilecek olası arızalarda müdahaleye imkân sağlamalıdır.
- Ekonomi: uygulama, işletme ve bakım onarım maliyetlerinin en düşük seviyede kalmasını sağlamak için gerekli maliyet analizleri tasarım şamasında yapılmalıdır.
- Esere Saygı: yapım, işletme ve bakım onarım esnasında eserde kalıcı bozulmalara yol açacak çözüm önerilerinden kaçınılmalı; yapının özgünlüğünü bozmadan aydınlatma sisteminin korumayı destekleyen bir unsur haline getirilerek yapının yapılan aydınlatma uygulamaları neticesinde hiçbir şekilde zarar görmemesi sağlanmalıdır.
- Şehir Kimliğine Katkısı: Doğru aydınlatma tasarımının yapılabilmesi için tarihi yapı veya binanın çevresi, bölgesine karşı sosyal etkileri ile birlikte ele alınarak dikkatli bir analiz yapılmalıdır.

## 2.2. Aydınlatma Tasarımında Teknik Kriterler

Doğru aydınlatma tasarımının yapılabilmesi için tarihi yapı veya binanın çevresi sosyal etkileri ile birlikte dikkatli bir analiz yapılmalıdır. Yapının yüzey formu, malzemesi ve renginin analizi doğru aydınlatma uygulamasının ilk adımıdır. Aydınlatma ile yapının formu, detayları genel anlamda mimari karakteri doğru yansıtılmalıdır. Bunun için yapı günışığı altında gözlenmeli, en çarpıcı gündüz görüntüsünün nasıl bir ışık altında olduğu belirlenmelidir. Doğru bir aydınlatma analizi için aşağıda söz edilen durumlar göz önüne alınmalı ve söz konusu kriterler ışığında yüzeylerdeki aydınlık düzeyi, ışık şiddeti ve renk sıcaklığı gibi teknik değerler belirlenmelidir [2],[4].

- Bunun için öncelikle aydınlatma tasarımı yapılacak yapının tarihçesini öğrenmeli, tarihteki yerini, mimari özelliklerini, rönovasyon geçirmişse orijinal halini, şehir

ve bölge için önemini bilerek zamanına uygun konsept çalışmaları mümkünse mimari sanat tarihi uzmanlarının ve şehir planlamacılarının desteğiyle birlikte sistem tasarlanmalıdır. [5]

- Tasarım sırasında öncelikle binanın formu göz önünde bulundurulmalı yapının formunun tam algılanabilmesi için derinlik vurgusu yapılarak cephedeki girinti ve çıkıntıların etkili bir biçimde vurgulanması gerekmektedir.
- Yapının cephesi üzerinde yatay ve düşey hâkim hatların olması durumunda düşey mimari detayların dar açılı aydınlatma elemanları ile yatay mimari detayların ise geniş açılı aydınlatma elemanları ile belirginleştirilerek söz konusu cephe üstündeki mimari detaylar öne çıkartılabilir.
- Yapının, cephesinde üç boyutlu öğeler bulundurması durumunda ise cephelerin aydınlatılmasında ışık gölge oyunları ile cepheye derinlik kazandırılarak yüzey hareketleri ön plana çıkarılabilir.
- Aydınlatma tasarımı yaparken yapının cephe malzemesi ve rengi seçilecek aydınlatma elemanını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Söz konusu yüzeyin taş, tuğla, ahşap veya mermer olması, renginin koyu ya da açık olması gibi faktörler malzemenin ışığı yansıtma özelliğini değiştirdiğinden kullanılacak aydınlatma elemanlarının ışık rengi ve şiddetinin de değişmesine neden olur. Seçilen aydınlatma elemanlarının ışık rengi ve ışık şiddeti; yapıdaki cephe malzemesinin rengine ve cinsine uygun olmalıdır.
- Doğru bir gece aydınlatması için yapının form, malzeme ve renk analizi kadar çevrenin aydınlık durumunun belirlenmesi de önemlidir. Aydınlatma tasarımı yaparken yapının içinde bulunduğu doğal ve yapay çevresiyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Çevre koşullarının yarattığı etkenler; yapının arka fonu, yapının çevresindeki doğal ve yapay çevre elemanları ve yapıya hangi yönden yaklaşıldığının belirlenmesiyle birlikte söz konusu özelliklere göre yapıda çevreye göre parlak kontrastı veya renk kontrastı yaratılır. Aynı zamanda yapının şehir içinde referans noktaları arasında bütünlük sağlaması, ana yaklaşım aksında yer alan diğer önemli yapılarla arasında ışık dengesi ve sürekliliğinin sağlanması gibi etmenler aydınlatma tasarımında göz önünde bulundurulması gerekmektedir.
- Tarihi yapıların aydınlatılması ile ilgili en önemli noktalardan birisi de yapının özgünlüğünü bozmadan, aydınlatma sisteminin korumayı destekleyen bir unsur haline getirilerek yapının yapılan aydınlatma uygulamaları neticesinde hiçbir şekilde zarar görmemesini sağlamaktır. Bu sebeple seçilecek aydınlatma elemanları, enerji ve sinyal kabloları, montaj aparatları yapıya zarar vermeyecek ve çevresinde kötü bir görüntüye neden olmayacak şekilde seçilmelidir.
- Tarihi eser aydınlatmasında önemli bir adımda seçilen aydınlatma elemanlarının niteliğidir. Aydınlatma tasarımında aydınlatma elemanlarının seçimi yapılırken yapının dokusuna zarar vermeyecek şekilde ultraviyole ve kızılötesi ışık bileşenleri ve sistemin enerji verimliliği göz önünde bulundurulmalıdır.

- Günümüz teknolojisinde yapıların istenilen özelliklerini vurgulayan aydınlatma çözümleri en sağlıklı biçimde LED tipi aydınlatma armatürleri ve söküldüğünde iz bırakmayan montaj ve kablolama elemanları ile sağlanmaktadır.

### 3. Galata Kulesi Dış Cephe Aydınlatması

İstanbul'un en eski yapılarından biri olan Galata Kulesi, Bizans İmparatoru Anastasius tarafından 528 yılında Fener Kulesi olarak inşa edildiği iddia edilmektedir. 1204 yılındaki 4. Haçlı Seferi'nde geniş çapta tahrip edilen kule, daha sonra 1348 yılında "İsa Kulesi" adıyla yığma taşlar kullanılarak Cenevizliler tarafından Galata surlarına ek olarak yeniden yapılmıştır. 1509 depreminde büyük zarar gören Kule, devrin ünlü Osmanlı mimarı Hayrettin tarafından onarılmıştır. Osmanlı döneminde; rasathaneden ambara, hapishaneden gözlem kulesine kadar birçok işlev yüklenen Galata Kulesi günümüzde özel bir şirket tarafından turistik amaçlı işletilmektedir [6].

#### 3.1. Aydınlatma Tasarımı ve Uygulama Süreci

Tasarım sürecinde esere ait her ayrı bölüm tek tek ele alınmış; gerek yakın mesafede insan ölçeğindeki yaklaşımdaki kulenin alt gövdesini aydınlatılması gerekse Eminönü ve Üsküdar meydanları gibi uzaktan bakıldığında kulenin pencere balkon ve külah kısmının estetiği ve genel şehir aydınlatması ile uyumu göz önüne alınmıştır. Bu durumlar göz önünde bulundurularak Galata Kulesi için yapılan; teknik ve idari evraklarının hazırlığı, danışma kurulu görüşmeleri, aydınlık analizleri çalışmaları ve projelerin çizilmesi, anıtlar kurulundan projelerin onaylanması, sahada uygulama testleri ve saha uygulamaları ve son ölçümlerin ardından ilgili idareye teslimi aşamalarını içermektedir.



Şekil 1: Galata Kulesi LED Cephe Aydınlatma Çalışması.

Daha önceki dönemde tungsten halojen lambalar kullanılarak yapılan dış cephe aydınlatması ise 2015 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nce LED armatürler kullanılarak yapılan cephe aydınlatması çalışmasıyla yapıya Şekil 1'de görülen yeni görünümü kazandırılmıştır.

#### 3.2. Mimari Tasarımın Genel Yaklaşımı

Galata Kulesinin dış cephe mimari aydınlatma tasarımı estetik değerlerin önde olduğu, uygulama, işletme ve bakım kolaylığı olan, esere zarar vermeyecek ürünler, eserin bölgeye olan

konumu ve bölgenin aydınlatma yapısı göz önünde tutularak asgari maliyetli ürünler seçilerek yapılmıştır. Galata Kulesi için yapılan aydınlatma uygulamasında kule gövdesi ve külah için 2700°K renk sıcaklığı ve ortalama 50 lx aydınlık düzeyi, pencere içlerinde ise 2200°K renk sıcaklığı ve ortalama 20 lx aydınlık düzeyi referans alınmıştır.

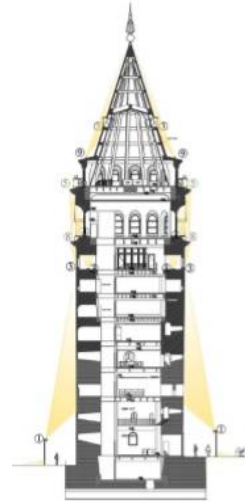
#### 3.3. Malzeme ve Uygulama Analizi

Galata Kulesi konumu itibarı ile iki farklı açıdan ele alınmıştır:

- Galata-Pera Bölgesindeki en yüksek şehrsel değer olması sebebi ile yaklaşık 1/2 - 1/3'nün silüette 360 derecelik bir etkinlikte olması ile şehir ölçeğine uygun bir tasarım geliştirilmesi gerekliliği.
- Kulenin yoğun yapılaşma içinde yer alması sebebi ile silüetten algılanmayan insan ölçeğindeki meydan ve yaklaşım noktalarında insan ölçeğine uygun bir tasarımın geliştirilmesi.

Bu eserdeki tasarımın ana hedefi; hem İstanbul içindeki şehir kimliğine, hem de insan ölçeğine hitap eden, mimari dokusu ve özelliklerini vurgulayan, farklı ışık senaryolarına olanak verebilecek bir aydınlatma yapmaktır [3].

Aydınlatma tasarımı; eser sekiz farklı açıdan aydınlatılmıştır. Kule zemin aydınlatması, genel kule aydınlatması, boğum altı pencere içi aydınlatması, büyük pencere içi aydınlatması, seyir terası aydınlatması, balkon önü aydınlatması, külah aydınlatması ve külah pencereleri aydınlatması tasarımdaki bölümleri oluşturmaktadır.



Şekil 2: Genel Ve Pencere İçi Armatürlerin Yerleşimi Projesi

Projenin tamamında armatürler: harici direkler kullanılarak, montaj donanımı ile bina yüzeyine aralarında kauçuk olacak şekilde sıkıştırılarak, özel kimyasal yapıştırıcılarla ve askı aparatları ile eserde kalıcı iz bırakmayacak şekilde monte edilmiştir. Zemin kotunda; kulenin gövdesini aydınlatmak için hiçbir armatür kule duvarına monte edilmemiş olup, yapıda herhangi bir zarara sebebiyet vermemektedir. Projektörler kule üzerindeki örme taşlar üzerinde aydınlatma yapılmasına imkân tanımaktadır. Kule gövdesi için tasarlanan ışık seviyelerini yakalamak için yere tespit edilecek direklerin üzerine monte edilen 150 W metal halojen lambalı armatürün dar açılı

olanından kullanılmıştır. Ayrıca kule zemini aydınlatması için aynı direkler üzerine konulan estetik sokak armatürleri kullanılmıştır.



Şekil 3: LED Armatürün Montaj Donanımı

Kulenin ilk boğumunun altındaki pencerelerin iç kısımlarını aydınlatmak amaçlı 2700°K LED ürünler ile parlıltı kontrastı yapılarak pencere detaylarının bina yüzeyindeki detaylardan ayrılması planlanmıştır. Şekil 3'te gösterilen sıkıştırma yöntemi kullanılarak pencere önlerine armatür yerleştirilmesi sağlanmıştır.

Çeşitli özel günlerde genel aydınlatma prensiplerine aykırı olmayacak biçimde aydınlatmada kullanılan ışık renkleri değiştirilerek aydınlatmanın estetik etkisi artırılabilir. Aydınlatılan eserin bulunduğu bölgedeki insanların esere karşı farkındalığı artırılabilir ve ilham kaynağı olabilir. Bu amaçla Galata Kulesi'nin ilk boğumunun üzerindeki büyük kemerli pencerelerin iç kısımlarında RGB LED'li projektörler kullanılmıştır. RGB LED'ler, yapısında bulunan üç ayrı renk çipi ve bir kontrol devresi sayesinde geniş bir renk skalası oluşturabilir. Pencere içlerine yerleştirilen lineer LED armatürlerle de 2000°K - 6500°K arasında renk sıcaklığı elde edilebilmiştir. Bu sayede dış cepheyle renk kontrastı sağlanmış, yapının uzaktan algılanabilirliği artırılmıştır. Bu bölümde bulunan pencereler kat restoran olarak kullanıldığından söz konusu armatürler; içerideki atmosferi ve görsel konforu bozmadan aydınlatma yapabilmesi adına Şekil 4'te görüldüğü üzere özel metal bir donanımla ışığın restoran içine girmesini engelleyecek şekilde montaj yapılmıştır.



Şekil 4: LED Armatürün Montaj Donanımı

Kulenin balkonlu olan en üst kotunda seyir terasında; arka fondaki duvarı aydınlatmak amaçlı, Pencere içi aydınlatması için de kullanılan RGB LED'li projektörler kullanılmıştır. Korkuluk demirleri arasındaki babalara tutturulacak olan bu lineer LED ürünler bulunduğu yer açısından zaman zaman vandalizme maruz kalmaktadır. Bu sorunu asgariye indirmeye adına burada bulunan armatürlerin mekanik darbe dayanımı IK değerleri özellikle yüksek seçilmiş, kablo bağlantıları özel korumaya alınmış ve armatür montaj donanımı 4 mm'lik özel sacdan imal edilmiştir. Metal montaj donanımı ve taş duvar

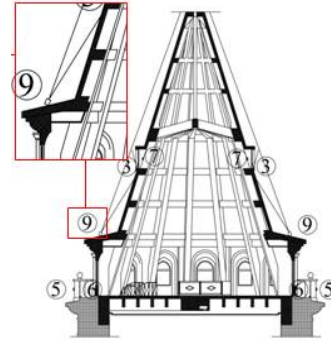
arasında ise kauçuk malzemeden yastık konularak, eserin kullanılan malzemeden zarar görmesine engel olunmuştur.



Şekil 5: LED Armatürün Montajı

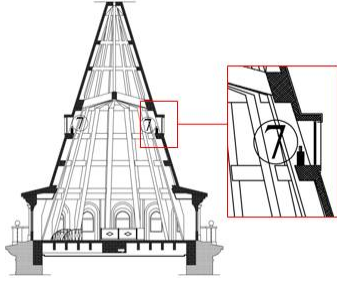
Kulenin balkon demirlerinin tutunduğu babaların ön alınlarında sıva üstü yerleştirilecek olan 2000°K-6500°K arasında renk sıcaklığı sunabilen bu noktasal LED ürünler ile normal günlerde 2200°K-2500°K renk sıcaklığında kullanılırken özel günlerde armatür rengi yapıdaki diğer armatürlerle uyumlu olarak değiştirilebilecek şekilde tasarlanmıştır.

Külah kısmını aydınlatmak için, kurşun kaplı bölgenin üstünde dim edilebilir 2700°K LED kullanılmıştır. Külahın başladığı noktanın az eğimli kısmına kurşun kaplı veya kauçuk takozlar özel kimyasal yapıştırıcı kullanılarak monte edilecek ürünler ile külahın ve yapının uzaktan da algılanabilmesi planlanmıştır.



Şekil 6: Külah Aydınlatması Armatür Yerleşimi

Şekil 7'de görüleceği üzere eserin külah kısmında bulunan pencerelerin iç kısmındaki denizlik sehpa üzerinde 30 W, 2700°K renk sıcaklığına sahip çakar LED projektörler kullanılmıştır. Eserin külah pencereleri kısmında bulunan çakar LED projektörler kullanılarak eserin en üst penceresinden zamansal olarak ayarlanarak çakar efekti verilmesi düşünülmüştür. Galata kulesi ile ilgili efsanelerde geçen Galata kulesi ve Kız Kulesi aşkının bir simgesi olarak çakar efekti insanın göz kırpmasına benzetilmiştir. Sistemdeki tek renk armatürlerin ışık şiddetini kontrol etmek ve RGB LED'li armatürlerin ise renk değişimlerini ayarlamak ışık gösterilerini veya ön tanımlı programları oynatabilmek amacıyla DMX kontrol ünitesi kullanılmıştır. Standart DMX512A protokolü üzerine tasarlanan aydınlatma otomasyon sistemi DMX kontrol ünitesi, aşırı gerilim koruma modülü, anahtarlama modülü, arayüz modülü ve sinyal güçlendirici birimlerinden oluşmaktadır.



Şekil 7: Külâh Pencereleeri Çakar Aydınlatması Armatür Yerleşimi

### 3.4 Maliyet Analizi

Tarihi yapılarda sadece LED ya da sadece konvansiyonel sistemlerle yapılan aydınlatma çalışmaları olabileceği gibi eserin konumu, çevresel etkiler ve maliyet analizleri yapılarak, bu çalışmadaki gibi esere özgü “karma sistemler” de uygulanabilir. Son yapılan çalışmaların ardından 50000 saatin üzerinde çalışma ömrü olduğu bilinen LED’ler; işletme ve bakım masrafları bakımından konvansiyonel sistemlere göre başarılı bir performans sergilerken yatırım maliyetinin yüksek olması LED’li armatürlerin dezavantajlı tarafını oluşturmaktadır. Bu eserde yeni kurulabilecek ve tamamı konvansiyonel armatürlerden oluşturulacak sistemle, RGB LED’li armatür sistemleri arasında maliyet açısından doğru karşılaştırma için tüm maliyetleri ve uzun yılları kapsayan bir analiz yapılması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında teknik açıdan RGB LED’li armatürlerin renk ve ışık şiddeti gibi bir kısım teknik özelliklerine sahip olmayan konvansiyonel sistem temel esaslar çerçevesinde değerlendirilerek maliyet analizi hesapları gerçekleştirilmiş, LED’lerin ekonomik ömrü ortalama 50000 saat ve günlük kullanım süresi de ortalama 10 saat kabul edilerek hesap periyodu 13 yıl olarak alınmış böylelikle LED ışık kaynaklarının değişim maliyetleri ihmal edilmiştir. Maliyet analizi hesapları ilgili idarenin yatırım maliyetleri, sistemlerin işletme maliyeti ve bakım maliyetleri günümüz değerlerinin toplamından oluşturulmuştur. Bakım maliyetleri için İstanbul Büyükşehir Belediyesi’nin 2015 yılında ihalesini yaptığı “İstanbul Geneli Park ve Bahçeler Tarihi Yerler, Aydınlatma ve Enerji Tesisleri Bakım Onarım İşleri” kapsamında Galata kulesi bakım işinde kullanılacak 20 adet 70 W, 12 adet 150 W, 12 adet 250 W ve 18 adet 400 W metal halojen lambalar için belirlenen fiyatlar baz alınmıştır. Bakım maliyetlerinde armatürlerin lamba değişimleri ve bunun için kullanılan araç gereç ve personel baz alınmış, temizleme, reflektör, sürücü gibi diğer parçaların değişimleri analize dahil edilmemiştir [7],[8],[9],[10].

Çizelge 1. Galata Kulesi Konvansiyonel ve LED Armatür Karşılaştırması

Kullanılan sistem	Çekilen güç (kW)	Elektriğin Birim Maliyeti (TL/kWh)	Yıllık Tüketim Tutarı (365 Gün)	Yıllık Bakım Maliyeti	Yıllık Toplam Maliyeti	13 Yıllık Toplam İşletme Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Toplam Maliyet
Konvansiyonel Aydınlatma	13	0	16.109	3.220	19.329	251.277	550.000	801.277
LED Aydınlatma	6	0	7.093	0	7.093	92.206	850.000	942.206

Galata Kulesi dış cephe mimari aydınlatma tasarımında LED aydınlatma kullanıldıktan sonra ve kullanılmadan önce elektrik tüketim değerleri ve işletme maliyeti tablosu Çizelge 1’de belirtilmiştir.

Yapılan hesaplara göre LED armatür kullanılmasından sonra Galata Kulesinin yıllık işletme maliyeti % 63,3 oranında düşmüş ancak 13 yıllık kullanım ömrü periyodunda toplam maliyetin konvansiyonel sistemlere göre ekonomik olmadığı belirlenmiştir.

## 4. Sonuçlar

Tarihi yapıların aydınlatma tasarım ve uygulama aşamalarında, aydınlatmanın niteliğinin, niceliğinin doğru yapılmasının yanında tarihi ve estetik özelliklerin ön planda olması oldukça önemlidir. Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ile LED lambaların özellikleri gelişmiş, çeşitleri artmış ve kullanım alanları yaygınlaşmıştır. Tarihi yapı aydınlatmalarında kullanım kolaylığı ve tarihi esere zarar vermemesi (uygun montaj elemanlarının bulunması, kızılötesi, morötesi, ısı maruziyetinin önlenmesi) açısından avantajlı olması nedeniyle LED armatür kullanımı hızla artmaktadır. Bu çalışmada işletme maliyeti açısından yapılan incelemeye göre LED’li armatür kullanımı yoğun olan sistemlerin konvansiyonel aydınlatma sistemlerine göre daha ekonomik olduğu halde yatırım maliyetlerinin bugünkü şartlarda konvansiyonel sistemlere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak tarihi yapılarda “mimari” ve “teknik” kriterler, ekonomik kriterlerden daha ön planda tutulmalıdır.

## 5. Kaynaklar

- [1] Köşkülük. N. , Şehrsel Değerlerin Aydınlatılması İtalya’dan Uygulama Örnekleri, IV. Ulusal Aydınlatılma Sempozyumu sayı:110, s102, 2001.
- [2]Demirdeş. H., “Şehir Aydınlatılmasında Işık Kaynakları ve Aydınlatma Armatürlerinin Uygun Kullanımı”, Şehirlerin Aydınlatılması Sempozyumu, Yapı Endüstri Merkezi, İzmir, 2007.
- [3] Arifoğlu N., Galata Kulesi Mimari Aydınlatma Tasarım Projesi Uygulama Raporu, İstanbul büyükşehir Belediyesi, Şehir Aydınlatma Müdürlüğü, İstanbul, 2013
- [4] Koca F.Ö. Tarihi Yapılarda Aydınlatma Kriterleri Nedir? [Internet]. Lightworld. [erişim; 20 Temmuz 2016]. <http://www.lighting.philips.com.tr/profhttps://www.lightworld.com.tr/tarihi-yapılarda-aydinlatma-kriterleri-nedir/>
- [5] Seven M.S Tarihi Yapılarda Mimari Aydınlatma Tasarımı Süreci [Internet]. Lightworld. [erişim: 20 Temmuz 2016]. <https://www.lightworld.com.tr/tarihi-yapılarda-mimari-aydinlatma-tasarimi-sureci/>
- [6] Galata Kulesi Tarihi [Internet]. Wikipedia. [erişim: 20 Temmuz]. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Galata\\_Kulesi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Galata_Kulesi)
- [7] S. Onaygil, Ö. Güler, E. Erkin, "Yol Aydınlatmasında LED’ li Armatürlerin Ekonomik Analizi", 11/2011, s. 99-106, VI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, İzmir, 24.11.2011
- [8] Onaygil, S., “Tarihi Binaların ve Anıtların Aydınlatılması”, Şehirlerin Aydınlatılması Sempozyumu, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul, 23 Ocak 1992.
- [9] Şerefhanoglu M. Kent Aydınlatma Tarihi Yapılar [Internet]. Lightworld. [erişim: 21 temmuz 2015]. <https://www.lightworld.com.tr/kent-aydinlatmada-tarihi-yapilar/>
- [10] Philips Kataloğu, [erişim; 25 Temmuz 2016]. <http://www.lighting.philips.com.tr/prof>