

MERKEZİ KUBBELİ MİMAR SİNAN CAMİLERİNDE MEKÂN VE IŞIK İLİŞKİSİNİN IŞIK ÖLÇÜMÜ VE SİMÜLASYON ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ (1)

Sadakat Safiyye MUMCUOĞLU TÜRKER*, Cemile Nakış
KARAMAĞARALI**

Alındı: 28.08.2024; Son Metin: 08.04.2025

Anahtar Sözcükler: Mimar Sinan; cami; merkezi kubbe; mekân; ışık

1. “Merkezi Kubbeli Mimar Sinan Camilerinde Mekân ve Işık İlişkisinin Işık Ölçümü ve Simülasyon Analizi ile Değerlendirilmesi” başlıklı bu makale 2024 yılında yayınlanmış, Sadakat Safiyye Mumcuoğlu Türker tarafından Prof. Dr. C. Nakış Karamağaralı danışmanlığında yazılmış “İstanbul ve Edirne’deki Merkezi Kubbeli Mimar Sinan Camilerinin Mekân-Işık Analizi” başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Işık, tarih boyunca mimarinin anlamını ve estetik ifadesini güçlendiren önemli bir unsur olmuştur. Pencereleden içeri süzülen ışık; konumu, biçimi, boyutu ve yönlendirmesiyle mekânın kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Işığın mekân içerisindeki bu etkisi, tarih öncesi dönemlerden günümüze kadar birçok farklı yapı türünde sadece fiziksel bir unsur olarak değil, aynı zamanda anlamsal bir değer olarak da çeşitlilik göstermiştir. Orta Asya’dan Anadolu’ya uzanan Türk mimarisinde, ışığın en etkileyici biçimde kullanımı Klasik Osmanlı Döneminde Mimar Sinan’ın inşa ettiği camilerde görülmektedir.

İslam öncesi Türk döneminden itibaren devam eden merkezi mekân anlayışı, Mimar Sinan’ın Selimiye Camii’ni inşa etmesiyle zirveye çıkmıştır. Bu anlayışın gelişiminde, ışık kavramı önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, Mimar Sinan’ın camilerinde ışığın mekânla olan ilişkisinin incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Çalışmada, Mimar Sinan camilerinde cephe ve örtü sisteminden iç mekâna alınan ışığın mekân içerisindeki dağılımının belirlenmesi ve bu dağılıma etki eden parametrelerin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, Mimar Sinan camilerinde ışığın mekân ile ilişkisine dair gözleme dayalı nitel değerlendirmelerin ne ölçüde karşılık bulduğunun ortaya konulması hedeflenmektedir. Bunlara ek olarak Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından dini yapılar için önerilen aydınlatma düzeyine göre camilerin yeterli doğal aydınlatmaya sahip olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Çalışmada, yapıların kibleye yönelmelerinden dolayı doğal ışığın geliş açısının farklı olması nedeniyle ışığın iç mekandaki etkisini daha iyi analiz edebilmek için yakın konumlarda bulunan camiler incelenmiştir. Çalışma alanı olarak Mimar Sinan döneminde başkent olan ve birçok önemli caminin inşa edildiği İstanbul şehri seçilmiştir. Farklı plan şemalarının farklı taşıyıcı ve örtü sistemlerine sahip olması nedeniyle, yapıların

* Corresponding Author; Yozgat Bozok University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Architecture, Yozgat, TÜRKİYE.

** Gazi University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Ankara, TÜRKİYE.

doğru bir şekilde analiz edilebilmesi için çalışma, sadece merkezi kubbeli camilerle sınırlandırılmıştır. Bu kapsamda, Mimar Sinan'ın İstanbul'da inşa ettiği ve serbest ayaklarla taşınan merkezi kubbeli camiler çalışmaya dahil edilmiş; kubbesi ayaklar yerine duvarlarla taşınan camiler ise inceleme dışı bırakılmıştır. Ayrıca aynı plan şemasına sahip, Edirne'de bulunan ve Mimar Sinan'ın ustalık dönemi eseri olarak kabul edilen Selimiye Camii, önemli katkılar sağlayacağı için çalışma kapsamına dahil edilmiştir. Böylece, Mimar Sinan'ın merkezi kubbeli plan şemasına sahip İstanbul'daki on dört camisiyle Edirne'deki Selimiye Camii incelemeye alınmıştır. Özgünlüğünü büyük ölçüde yitirmiş yapılar yeterli veri sağlayamadıkları için çalışma kapsamı dışında tutulmuştur.

LİTERATÜR TARAMASI

Mimar Sinan camilerinde ışığın mekân ile olan ilişkisini ele alan çalışmalar incelendiğinde ağırlıklı olarak "taşıyıcı sistemin gelişimi ile duvarların taşıyıcı özelliğini kaybettiği ve bu sayede pencere açıklıklarının artıp daha aydınlık mekânların oluştuğu" ifade edilmiştir. Kuban (1988, 599; 1997, 175-6), Mülayim (1999), Tezel (2007), Ataköy (2018) ve Günay (2019, 114) Mimar Sinan camilerinde merkezi kubbenin dört, altı ve sekiz ayakla taşınmasıyla duvarın taşıyıcı olma işlevini büyük oranda kaybettiğini, bu sayede duvarların iç ve dış mekân arasında bir tür perde görevi görmeye başladığını belirtmişlerdir. Taşıyıcı olmayan duvarlara çok sayıda pencere açıldığı ve camilerin daha aydınlık mekâna dönüştüğü ifade edilmiştir. Benzer şekilde Erzen (1986), Mimar Sinan döneminde galerileri destekleyen kemerlerin kullanımının artmasıyla ve iç mekânda ihtiyaç duyulan bol miktardaki gün ışığını sağlamak amacıyla Osmanlı camilerindeki pencere sayısının ve boyutlarının artırıldığını ifade etmiştir. Freely ve Burelli (1992, 71), Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii'nde kemer altındaki yük taşımayan duvarlardan içeri giren ışığın, merkezi kubbeyi adeta havada asılı duruyormuş gibi gösteren bir etki oluşturduğunu belirtmişlerdir. Genim (2016, 53) ise, Mimar Sinan'ın, benzer inşaat malzemeleri kullanmış olmasına rağmen Ayasofya'ya kıyasla çok daha aydınlık mekânlar tasarladığını ifade etmiştir.

Mimar Sinan camilerinde ışık ve mekân ilişkisine dair bir diğer görüş ise merkezi mekân gelişiminde formu gereği iç mekânda ışığın homojen bir şekilde dağılmasını mümkün kılan kubbe gibi örtü elemanlarının tercih edilmiş olduğudur (Bolak, 1967, 12). Benzer yaklaşımla Ramazanoğlu (1995, 44), merkezi kubbenin eteğinde bulunan pencerelerin kubbe yüzeyini ve altındaki mekânı eşit bir şekilde aydınlattığını belirtmektedir. Kuban'a (1988, 599) göre her kotta farklı boyut, form ve ışık geçirgenliği olan pencerelerin, Mimar Sinan camilerinde bir ışık hiyerarşisi oluştuğunu öne sürmektedir. Kuban (1988, 599) ve Goodwin (1993, 66), bu pencerelerde ışığın kontrol altına alınması için alçı şebekelerin kullanıldığını ifade etmiştir. Ataköy (2018), Şehzade Camii'nde zeminden kubbeğe doğru pencere boyutlarının ve sayılarının azaldığını, ayrıca vitray ve alçı şebekenin birlikte kullanımıyla iç mekânda farklı seviyelerde ışık etkisinin oluşturulduğunu öne sürmektedir. Ramazanoğlu (1995, 54) ise, Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii'nde üst kotlardaki alçı şebeke pencereler sayesinde iç mekâna ışığın kontrollü bir şekilde alındığını belirtmektedir.

Kuban (1988, 599) ve Ramazanoğlu (1995, 44), mihrap cephesinde her katta yer alan pencerelerde, namaz kılanları rahatsız edebilecek fazla ışığın engellenmesi için renkli vitraylar kullanıldığını belirtmiştir. Kuban (1997, 175-8), bu vitraylı pencere düzeninin, yeni bir ışık üslubu oluşturarak

ibadet mekânında huzur ve odaklanma sağladığını vurgulamaktadır. Ramazanoğlu (1995, 44) ise Azapkapı Sokullu Paşa Camii'nde günışığının kontrollü alınmasını sağlayan vitraylı pencerelerin hem mihrabın doğal ışıkla aydınlatılmasına hem de vitrayların daha belirgin görünmesine katkı sağladığını ifade etmektedir. Ayrıca Mimar Sinan camilerinde fazla ışığı engellemek amacıyla mihrap cephesinde renkli vitraylar kullanıldığını, buna karşın bu camide yan cephelerde ışık sorunu olmadığı için çok sayıda pencere açıldığını belirtmiştir. Doğan (2013) ise, Mimar Sinan camilerinde iç mekanların daha aydınlık olmasını sağlamak amacıyla iç yüzeylerde beyaz renk kullanıldığını belirtmiştir.

Vogt-Göknıl (1987) ve Tuncer (2023), yandan gelen kuvvetlerin dengelenmesi amacıyla Mimar Sinan'ın merkezi kubbeye ağırlık kuleleri ve küçük kemerli payandalar eklediğini ifade etmiştir. Kubbedeki pencerelerden içeri süzülen ışığın iç mekâna ulaşmasını engellemek için bu kuleleri kubbe yüzeyinden uzak tuttuğu ve kemerli payandalarla kubbeye bağlandığı öne sürülmüştür. Kuban (1997, 139) ise, Mimar Sinan'ın güney cephesi düz olan camilerinde mihrap bölgesinin genellikle karanlıkta kaldığına dikkat çekmiştir. Özellikle Selimiye Camii'nde mihrabı çıkıntı yapan bölümün yarım kubbesindeki pencerelerin mihrabın daha aydınlık olmasını sağladığını öne sürmüştür. Bu durumun mihrap çıkıntısı bulunmayan Şehzade ve Süleymaniye Camilerinde görülmediğini belirtmiştir. Goodwin (1996, 219) ise Selimiye Camii'nde çıkıntı yapan mihrap bölümünün zemin kata gelen yanal ışığı yumuşattığını ifade etmiştir.

Bazı araştırmacılar, Mimar Sinan camilerinde ışığın anlambilim (semantik) ve göstergebilim (semiyotik) açıdan bazı kavramları simgelediğini öne sürmüştür. Mimar Sinan camilerinde, Kuban (1997, 178) aydınlığın dini ve politik gücü vurguladığını, Paklacı (2020) kubbedeki pencerelerin göksel yansımaları simgelediğini ve vitraylı pencerelerin kozmolojik bir atmosfer oluşturduğunu ifade etmiştir. Necipoğlu (2013, 407), Üsküdar Mihrimah Sultan Camii'nde aydınlığın yaptıranın adındaki güneş ve ay anlamını yansıttığını belirtmiştir. Benzer yorumu Akçıl Harmankaya (2018, 216), Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii'nde yapmıştır. Goodwin (1996, 219), Çoruh (2013), Fitoz ve Berkin (2007), bol miktardaki doğal ışığın, Nur Suresi'ndeki manevi aydınlığı simgelediği görüşünü ileri sürmüşlerdir. Ögel (1988) ise zemin seviyesindeki doğrudan ışık alan pencerelerin, yeryüzünü vurguladığını ifade etmektedir.

Erzen (1996,78), Mimar Sinan camilerinde üst katta yer alan kadınlar mahfili alanının altındaki mekanların, ışık ve gölge kontrastını içerdiğini belirtmektedir. Bu duruma örnek olarak Kuban (1997, 102), Rüstem Paşa Camii'nde ortadaki alanın daha aydınlık, yanların ise daha karanlık olması durumunu göstererek, bu caminin Ayasofya'daki ışık-gölge zıtlığına sahip olduğunu ifade etmiştir. Egli (2009, 134, 158) ise Zal Mahmud Paşa Camii'nde Mimar Sinan'ın kasıtlı olarak daha loş bir mekân oluşturduğunu, buna karşın Rüstem Paşa Camii'nde alttan üste doğru aydınlığın arttığını vurgulamıştır.

Erzen (1996, 78), Mimar Sinan camilerinde ortadaki mekânın kubbedeki pencereler aracılığıyla homojen bir şekilde aydınlatıldığını ifade etmiştir. Bolak (1967, 18) ise, Selimiye Camii'nde merkezi kubbenin, ışığı her yer ve saatte eşit bir biçimde yaydığını öne sürmüştür. Doğan (2013) ve Fırat (2016, 214) da benzer düşünceyle Selimiye Camii'nin homojen bir aydınlığa sahip olduğunu belirtmiştir. Ramazanoğlu (1995, 44), Azapkapı Sokullu Paşa Camii'ndeki pencerelerin ışığı homojen ve kontrollü bir şekilde alarak

gözü rahatsız etmediğini öne sürmüştür. Günay (2019, 100), Zal Mahmud Paşa Camii'nde çok miktardaki pencerelerin orta mekânı gelenekselden daha fazla aydınlık hale getirdiğini, buna karşı Bolak (1967, 11) bu camide yan mekanların daha aydınlık, orta mekânın daha loş olduğunu belirtmiştir.

Goodwin (1993, 66), Mimar Sinan'ın yığma sistemle maksimum aydınlığı elde etmek amacıyla Edirnekapi Mihrimah Sultan Camii'ni inşa ettiğini, ancak bu yapıyı daha sonraki süreçte tekrar etmediğini belirtmektedir. Kuran (1987), Goodwin (1993, 66) ve Necipoğlu (2013, 416), bu camiyle Mimar Sinan'ın ışığı maksimum düzeyde kullanarak en aydınlık yapısını oluşturduğunu ifade etmektedir.

Merkezi kubbeli Mimar Sinan camilerini yerinde ölçüm veya simülasyon programı ile analiz eden çok az sayıda yayın bulunmaktadır. Bu yayınlarda camilerin yapı fiziki bakış açısıyla ele alındığı mekân ışık ilişkisinin üzerinde durulmadığı görülmektedir. Bu konuda en eski yayın olan Bolak'ın (1967, 14-21) çalışmasında, Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camilerinde farklı ay, gün ve saatlerde düzenli olmayan aralıklarda yerinde ışık ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlara göre, Selimiye Camii'nin ortalama aydınlık değeri Süleymaniye'den, Süleymaniye'nin ise Şehzade'den daha yüksek çıkmıştır. Oktaç (1992) ve Doğan (2013), Bolak'ın bu çalışmasını referans alarak Mimar Sinan'ın cami mimarisinin gelişimine paralel olarak aydınlatma seviyesinin de geliştiği yorumunda bulunmuştur.

Barut'un (2016) çalışmasında, üç farklı dine ait ibadet yapılarının yapay aydınlatma gereksinimleri, 3ds Max programı kullanılarak doğal aydınlatma düzeyleri üzerinden analiz edilmiştir. Çalışmada, Selimiye Camii'nin 21 Mart günü saat 12:00'de kürsü, minber ve mihrap gibi bölümlerinin yeterli gün ışığı alamadığı, buna karşın harim, kadınlar mahfili ve son cemaat yerinin öngörülen ışık miktarını aştığı tespit edilmiştir. Tuncer'in (2023) çalışmasında, Mimar Sinan öncesi, dönemi ve sonrasına ait on üç cami, gün ışığı, yapı akustiği ve mekân kullanım açısından incelenmiştir. Revit kullanılarak yapılan gün ışığı analizlerine göre en yüksek gün ışığı oranı Edirnekapi Mihrimah Sultan Camii'nde, en düşük oran ise Eskişehir Kurşunlu Camii'nde tespit edilmiştir. Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye camilerinde ise bu oranların kronolojik olarak arttığı görülmüştür.

Mimar Sinan camilerinde ışık kavramını ele alan çalışmalar incelendiğinde, bazı görüşlerin kesin kabuller niteliğinde olduğu, bazılarının ise subjektif değerlendirmelere dayandığı ve dolayısıyla değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada, görsel algıya dayanan bazı görüşlerin, nesnel ve analitik sonuçlar ışığında değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Literatür araştırması sonucunda, merkezi kubbeli Mimar Sinan camilerinde doğal ışığın mekânla ilişkisini analiz eden kapsamlı bir çalışmanın mevcut olmadığı tespit edilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Araştırmada kullanılan yöntem aşamalı olarak Resim 1'de gösterilmiştir. İlk olarak literatür taraması gerçekleştirilmiş, daha sonra doğal ışığa etki eden parametreler belirlenmiş ve kapsam dahilindeki yapılar modellenmiştir. Işık analizi için belli kabuller ve eş koşullar dahilinde simülasyon çalışması ve yerinde ışık ölçümü yapılmış ve bu iki ölçüm tekniği kıyaslanmıştır. Son olarak elde edilen veriler doğrultusunda karşılaştırmalı analiz tabloları



Resim 1. Çalışmada kullanılan yöntemin aşamaları (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

oluşturularak çeşitli parametrelerin mekân-ışık ilişkisi üzerindeki etkileri tartışılmıştır.

Yapıların coğrafi konumuna göre bulundukları şehir, kible açısı, ışık ölçümünün yapıldığı gün, saat ve bulutluluk oranı gibi parametrelerin iç mekandaki doğal ışığa etki ettiği bilinmektedir. Dış çevreye bağlı olan bu farklılıkları minimuma indirip daha doğru analiz yapılması için yakın konumdaki yapılar ele alınmıştır. Ayrıca farklı mimari özelliklere sahip olan plan tipindeki yapıların karşılaştırmasının doğru veri vermeyeceği düşüncesiyle çalışmanın merkezi kubbeli camiler ile sınırlandırılması uygun görülmüştür. Sonraki süreçte, çalışma kapsamındaki camiler plan kesit ve görünüş çizimlerine göre SketchUp programında modellenmiştir. Belli sınırlılıklar dahilinde oluşturulan modeller Velux Daylight Visualizer simülasyon programına aktarılarak ışığın mekân içerisindeki dağılımı ve miktarı belirlenmiştir. Bu aşamada yapıların mekân-ışık ilişkisini kıyaslayabilmek için eş koşullar altında simülasyonları yapılmıştır. Bu eş koşullar; yapıların aynı gün, saat ve yükseklikteki ışık miktarının ölçülmesi, pencerelerin aynı oranda geçirgenlik yüzdesinin belirlenmesi ve iç mekân yüzeylerine aynı malzeme özelliklerinin girilmesidir.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında simülasyon programının sapma payının belirlenmesi için bazı yapıların ardışık günlerde lüksmetre ile yerinde ışık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki aşamada Mimar Sinan camilerinde pencerelerin sayısı, saydamlık oranı, ayak sayıları, yan mekânların konumu, mihrap çıkıntısı, harimin mekânsal boyutları ve aydınlık değerleri gibi parametreler alt başlık olarak ele alınmıştır. Çalışma sonucunda bu sayısal parametreler tablolara aktararak merkezi kubbeli Mimar Sinan camilerinde mekân-ışık ilişkisi değerlendirilmiştir.

Çalışmada, doğal ışık analizi belli kabul ve sınırlılıklar dahilinde gerçekleştirilmiştir. Buna göre; düz camın ve farklı renklerdeki vitrayın geçirgenlik yüzdesinin farklı olması, iç mekândaki duvar, döşeme, örtü gibi yüzeylerin dokusu ve renginin farklı yansıtma katsayılarına sahip olması gibi parametreler göz ardı edilmiştir. Ayrıca, vitray renkleri, kalem işi bezemeler ve halı kaplamaları gibi unsurların özgün halleriyle günümüze ulaşmamış olabileceği düşünüldüğünden, bu etkenler çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Benzer şekilde dolap, kürsü, minber gibi sabit veya hareketli mobilyaların farklı yüzey ve dokulara sahip olması sebebiyle bu öğelerin yansıtma katsayıları da değerlendirme dışı bırakılmıştır. Çalışmaya dahil edilmeyen ya da ışık hesaplamalarına katılmayan diğer tüm parametrelerin, yapılara benzer oranda etki edeceği varsayılmaktadır.

Ayrıca yapılar, kendi aralarında karşılaştırıldığından analiz sonuçlarının bu bağlamda değişmeyeceği öngörülmüştür.

MERKEZİ KUBBELİ MİMAR SİNAN CAMİLERİNİN MEKÂN-IŞIK ANALİZİ

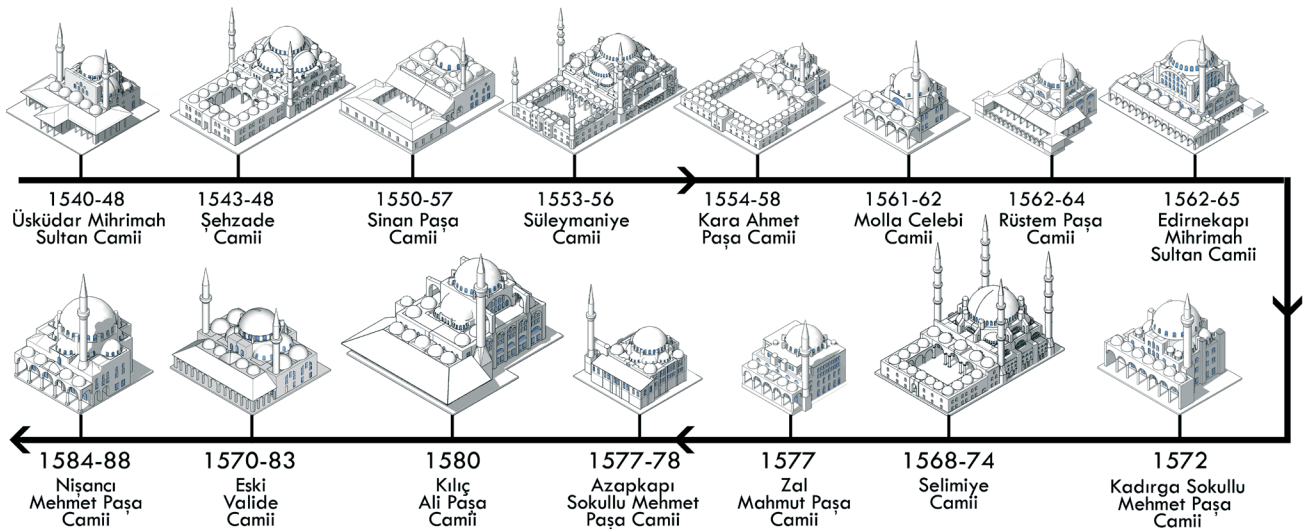
Çalışmada Ele Alınan Camiler

Merkezi kubbeli plan tipi, merkezinde genellikle serbest ayaklarla taşınan kubbeli ana mekân ve etrafında tonoz veya kubbeli sahnılardan oluşmaktadır. (Öney, 1989, 15; Cantay, 1977, 26). Mimar Sinan, üç yarım kubbeli Üsküdar Mihrimah Sultan Camii ve dört yarım kubbeli Şehzade Camii ile bu şemada önemli denemeler gerçekleştirmiştir. Daha sonra altı ve sekiz destekli camilerle gelişen merkezi mekân anlayışı, tek ve toplu mekânın zirveye ulaştığı Selimiye Camii'nin inşasıyla son bulmuştur. Çalışma kapsamında, bu plan şemasına sahip İstanbul'da bulunan on dört yapı ile Mimar Sinan'ın zirve eseri olan Edirne'deki Selimiye Camii olmak üzere toplam on beş yapı değerlendirilmiştir (**Resim 2**).

Mimar Sinan, merkezi kubbeli plan tipini İstanbul'da ilk kez Üsküdar Mihrimah Sultan Camii'nde uygulamıştır. Bu yapı, dört destekli kubbeli ana mekânın güney, doğu ve batı yönlerinde üç yarım kubbe ve köşelerde iki küçük kubbeli bölümlerden oluşmaktadır. Daha sonra, yine dört destekli kubbeli ana mekânın dört yönden yarım kubbe ve dört köşede küçük kubbeli bölümlerden oluşan Şehzade Camii inşa edilmiştir.

Sinan Paşa Camii'yle Mimar Sinan merkezi kubbeyi ilk defa altı destekle taşıtmıştır. Restitüsyon planına göre cami, kubbeli ana mekân ve yanlarda ikişer adet küçük kubbeli bölümlerden oluşmaktadır. Kuran'a (1986) göre cami Edirne Üç Şerefeli Camii'nin geliştirilmiş bir tekrarı niteliğindedir. Farklı dönemlerde onarım geçiren yapı, 1749 yılında önemli bir değişikliğe uğramış ve son cemaat yerindeki duvarın büyük bir bölümü yıkılarak bu alan harım kısmına dahil edilmiştir. Ayrıca, bu bölümdeki kemerlerin arası duvarla kapatılmış ve bu duvarlara pencere ve kapı eklenmiştir (Gündüz, 2009). Cami, ilk inşa edildiği dönemindeki mimari özelliklerini gösteren restitüsyon çizimlerine göre değerlendirilmiştir. Süleymaniye Camii, dört destekli kubbeli ana mekânın güney ve kuzey yönüne iki adet yarım kubbeli ve iki yanda büyüklü küçüklü beşer adet kubbeli bölümlerden

Resim 2. Kronolojik olarak sıralanan camilerin çalışma kapsamında hazırlanan 3D modelleri (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)



oluşmaktadır. Yapı, kubbeli ana mekânın güney ve kuzey yönlerine eklenen yarım kubbeleriyle Ayasofya ve İstanbul Beyazıt Camii'nin plan şemalarının geliştirilmiş bir versiyonunu temsil eder.

Mimar Sinan'ın altı destekli şemaya sahip önemli yapılarından biri olan Kara Ahmet Paşa Camii, Topkapı'da inşa edilmiştir. Bu yapı, kubbeli ana mekân ve köşelerde dört yarım kubbeden oluşmaktadır. Altı destekli plan tipinin diğer önemli yapısı Mola Çelebi Camii'dir. Cami, kubbeli ana mekân, köşelerde dört yarım kubbe ve güneyde yarım kubbeli mihrap çıkıntısından oluşmaktadır. Mimar Sinan önemli bir deneme yaparak ilk defa merkezi kubbeyi Rüstem Paşa Camii'yle sekiz desteğe oturtmuştur. Cami, kubbeli ana mekân ve iki yanında içte tonozlu, dışta kubbeli bölümlerden oluşmaktadır. Dört destekli yapılardan olan Edirnekapi Mihrimah Sultan Camii kubbeli ana mekân ve iki yanında küçük kubbeli bölümlerden oluşmaktadır. Cami, dört büyük boyuttaki kemer açıklığındaki çok sayıda pencere dizisiyle diğer yapılardan farklılaşmaktadır. Merkezde kubbeli ana mekân ve köşelerde dört adet yarım kubbeden oluşan Kadirga Sokullu Mehmet Paşa Camii ise Mimar Sinan'ın altı destekli yapılarından biridir.

Mimar Sinan'ın ustalık eseri diye nitelendirilen Selimiye Camii, sadece sekiz destekli kubbeli ana mekân ve mihrap çıkıntısından oluşmaktadır. Yapıda, ibadet alanının parçalı hale getiren yan sahnalar ve yarım kubbelerin kullanılmaması, merkezi mekân anlayışını doruk noktaya ulaştırmıştır. Dört destekli camilerden olan Zal Mahmut Paşa Camii; kubbeli ana mekân, doğu, batı ve kuzey yönde tonozlu ve köşelerde iki küçük kubbeli bölümlerden oluşmaktadır. Yapı, doğu ve batı cephelerinde dört hizada pencere dizileri bulunmasıyla diğer yapılardan farklılaşmaktadır. Mimar Sinan'ın Selimiye Camii'nden sonra yakın tarihte bu yapı ile tekrar yan sahnaların ve küçük kubbelerin kullandığı anlaşılmaktadır. Bu durum Selimiye Camii sonrası inşa edilen merkezi kubbeli Mimar Sinan camilerinde mekân gelişiminin izlenemediğini göstermektedir.

Mimar Sinan'ın sekiz destekli camilerinden olan Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camii, kubbeli ana mekân, mihrap çıkıntısı, dört yönde ve köşelerde birer yarım kubbeli bölümlerden oluşmaktadır. Caminin yan sahnalarında köşelerde küçük birer kubbe ve arada kalan bölümlerde tonozlar bulunmaktadır. Yapının yan sahnalardan dolayı parçalanmış plan şemasına ve sekiz desteğin arasında yer alan eş birimli sekiz yarım kubbeye bakıldığında, harim alanını genişletmek amacıyla bu şemada çeşitli denemeler yapıldığı görülmektedir. Dört destekli yapılardan biri olan Kılıç Ali Paşa Camii kubbeli ana mekân, güney ve kuzey yönünde iki adet yarım kubbe, doğu, batı ve kuzey yönünde küçük kubbeler ve çapraz tonozlu bölümlerden oluşmaktadır. Mimar Sinan, bu yapıda Süleymaniye Camii'nde kullandığı plan şemasını güneyde mihrap çıkıntısı ve kuzeyde sahn ekleyerek tekrar etmiştir.

Birçok onarım gören Eski Valide Camii, Mimar Sinan'ın mimar başı olduğu yıllarda iki kez inşa edilmiştir. 1570-75 yıllarında yapı ilk inşa edildiğinde altı destekli kubbeli ana mekân, köşelerde dört yarım kubbe ve güneyinde mihrap çıkıntısından oluşmaktadır. 1582 yılında ibadet alanını genişletmek için bu şemanın doğu ve batı yönüne ikişer kubbeli bölümler eklenmiştir. 1834 yılında batı duvarına hünkâr dairesi ve mahfili eklenmiş, bundan dolayı plan ve cephe özellikleri değişmiştir (Tanman, 1991). Sonradan eklenen kubbeli yan bölümlerin harimin bütünlüğünü bozduğu anlaşılmaktadır. Çalışmada cami, Mimar Sinan'ın son kez düzenleme

yaptığı 1582 tarihindeki mimari özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Sekiz destekli yapılardan olan Nişancı Mehmet Paşa Camii, kubbeli merkezi mekân, mihrap çıkıntısı da dahil olmak üzere dört yönde ve köşelerde birer yarım kubbeli bölümlerden oluşmaktadır. Mihrap yönünde girintili bir formu olan yapının plan özelliklerine bakıldığında Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camii ile benzerlik taşıdığı görülmektedir.

Mimar Sinan Camilerinde Doğal Işığa Etki Eden Parametreler

Mimar Sinan camilerinde doğal ışığa etki eden parametrelerin belirlenmesinde literatürde yer alan etkenler ve mekânsal parametreler ele alınmıştır. Çevresel, gün ışığına etki eden ve malzemeye bağlı parametreler, çalışmanın sınırlılıkları doğrultusunda eş ya da eş değer kabul edilmiştir. Çalışmada özellikle yapısal parametreler üzerinde durulmuştur. Mimar Sinan camilerinde doğal ışığa etki eden parametreler altı başlıkta incelenmiştir.

Saydamlık Oranı

Saydamlık oranı, yapıda bulunan pencere gibi şeffaf elemanların yüzey alanlarının, toplam cephe alanına oranı olarak ifade edilmektedir. Saydamlık oranı fazla olan yapının daha çok doğal ışığı içeri aldığından daha aydınlık olması beklenir. Yapıların saydamlık oranları, literatür taramasında elde edilen plan, kesit ve cephe çizimleri üzerinden AutoCAD programında birebir ölçekte hesaplanmıştır. Yapının her bir cephesinin iç mekânı oluşturan mimari elemanlarının dış sınırları polyline olarak çizilmiş ve cephelerin yüzey alanları belirlenmiştir. Sonrasında, yapıların dört cephesinde iç mekâna ışık alan pencerelerin sınırları polyline olarak çizilmiştir. Her bir cephe için pencerelerin yüzey alanı tarama olarak belirlenmiştir. Daha sona tüm cephelerdeki toplam pencere alanları, toplam cephe alanlarına oranlanarak tüm cephelerin saydamlık oranı hesaplanmıştır (Mumcuoğlu Türker ve Karamağaralı, 2024). Elde edilen sayısal veriler tablolara aktarılmıştır (**Tablo 1-2**).

Excel programında hazırlanan grafikte (**Resim 3**), yapıların saydamlık oranında kronolojik olarak doğru orantılı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Ancak, programın sayısal verilere göre belirlediği eğilim çizgisine bakıldığında, kronolojik olarak bu oranın çok az bir eğimde arttığı anlaşılmaktadır. En yüksek saydamlık oranının Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii'nde en düşük ise Üsküdar Mihrimah Sultan Camii'nde olduğu görülmektedir. Mimar Sinan'ın çiraklık, kalfalık ve ustalık eserleri

Resim 3. Camilerin kronolojik olarak saydamlık oranı değişimi (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)



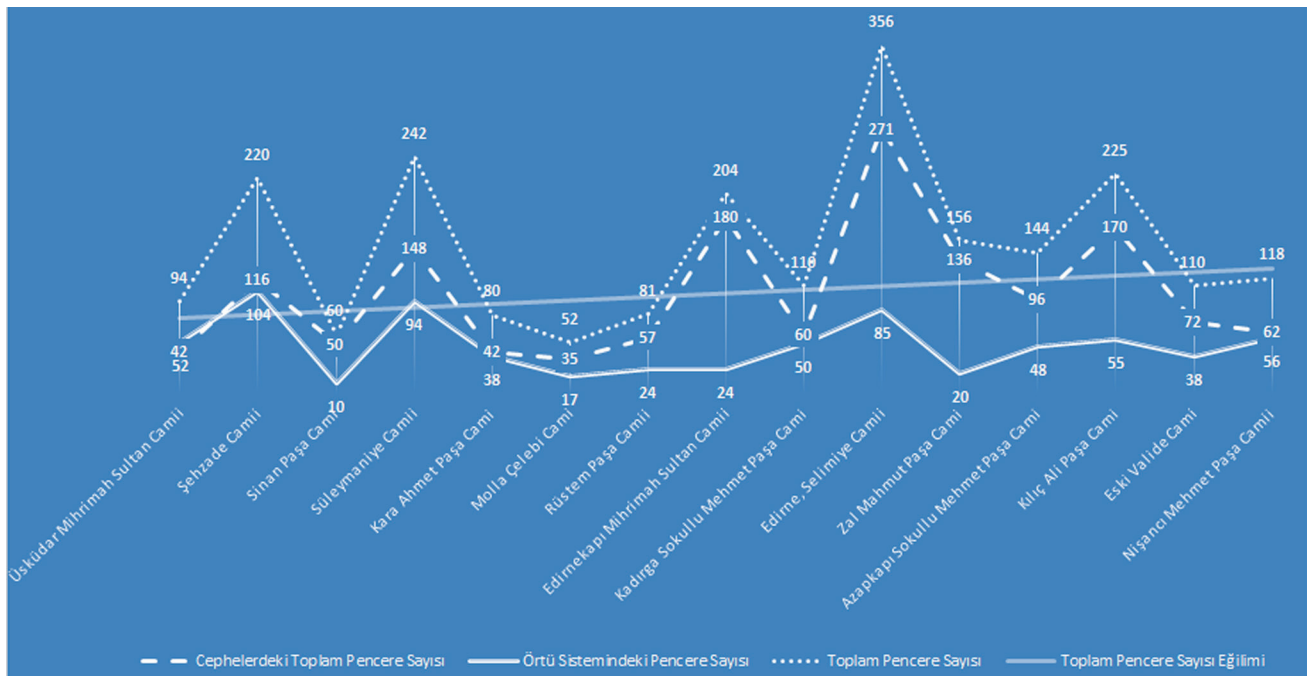
olarak nitelendirilen camilerinde en yüksek oranın Süleymaniye Camii, en düşük oranın ise Selimiye Camii'nde olduğu anlaşılmaktadır (Mumcuoğlu Türker ve Karamağaralı, 2024).

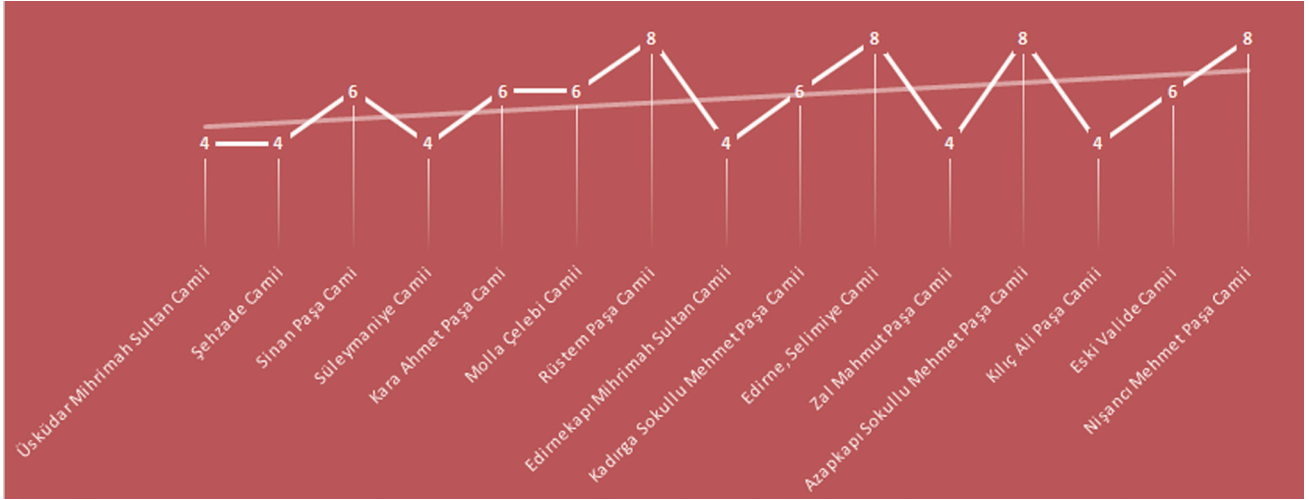
Pencere Açıklıklarının Sayısı

Doğal ışığın mekân içindeki dağılımını etkileyen önemli parametrelerden biri pencere açıklıklarının sayısıdır. Özellikle mihrap cephesinde, güneyden gelen ışığın namaz kılanları rahatsız etmemesi amacıyla ışığı kontrol etmek için içte vitray, dışta şebeke pencere kullanıldığı gözlemlenmiştir. Mimar Sinan'ın camilerde vitray pencere kullandığını anlamak amacıyla Süleymaniye Camii'nin inşa defteri incelenmiştir. Bu defterde "revzen" olarak adlandırılan renkli camların kullanıldığı kaydedilmiştir (Çelik, 2009, 168). Bu bağlamda, günümüze ulaşan vitrayların özgün olup olmadığı kesin olarak bilinmese de Mimar Sinan'ın camilerde vitray kullandığı anlaşılmaktadır. Çalışmanın sınırlılıkları çerçevesinde, vitraylı pencerelerdeki renkli camların ışık geçirgenlikleri göz ardı edilmiştir. Ancak, pencere doğramalarının kapladığı alanın iç mekâna alınan ışık miktarını önemli ölçüde etkilediği için bu parametre çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Yapıların cephe çizimleri üzerinde belirlenen pencere sayıları tablolara aktarılmıştır (Tablo 1-2).

Resim 4'deki grafik incelendiğinde, pencere sayılarında kronolojik olarak doğru orantılı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Ancak, Excel programının belirlediği eğilim çizgisine bakıldığında, pencere sayısının kronolojik olarak çok az bir eğimde arttığı anlaşılmaktadır. Yapılar arasında, cephelerde en fazla pencere sayısına Selimiye Camii, örtü sisteminde ise Şehzade Camii'nin sahip olduğu görülmektedir. Toplam pencere sayısı açısından, en fazla pencereye Selimiye Camii, en az pencereye ise Molla Çelebi Camii sahiptir. Grafikteki sayısal veriler incelendiğinde, cephelerde örtü sistemine göre daha fazla pencere bulunduğu anlaşılmaktadır.

Resim 4. Camilerin kronolojik olarak pencere sayısının değişimi (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)





Resim 5. Yapıların kronolojik olarak merkezi kubbeyi taşıyan ayak sayıları (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

Merkezi Kubbeyi Taşıyan Ayak Sayısı

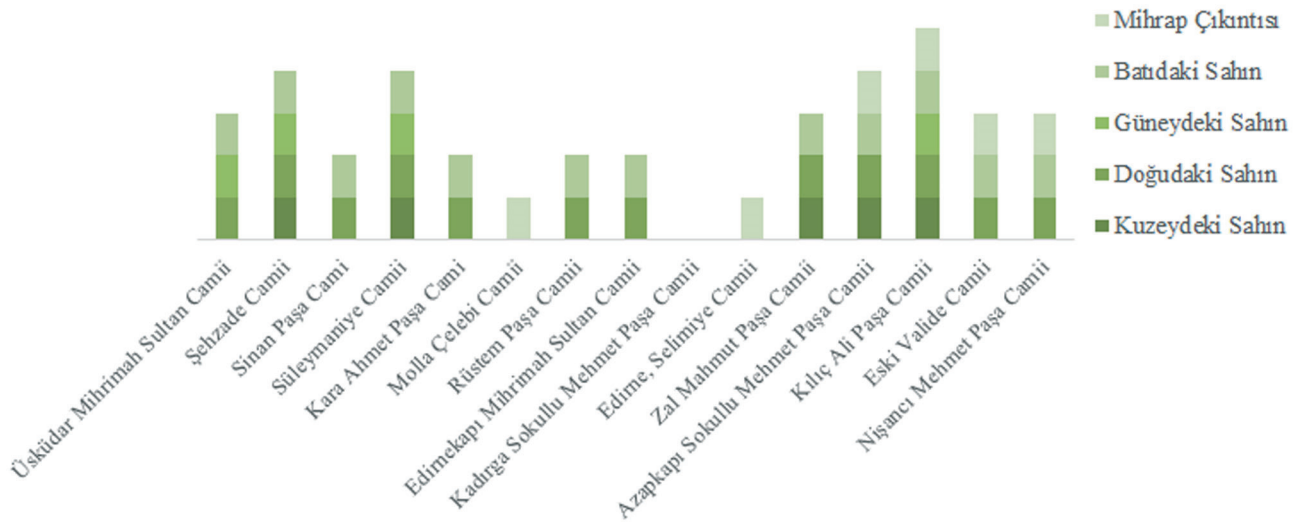
Mimar Sinan camilerinde merkezi kubbenin dört, altı ve sekiz ayakla taşınmasıyla duvarın taşıyıcı olma işlevini büyük oranda kaybettiği, bu sayede duvarlara çok sayıda pencere açıldığı ve camilerin daha aydınlık mekâna dönüştüğü ifade edilmiştir (Kuban, 1988, 599; Kuban, 1997, 175; Mülâyim, 1999; Tezel, 2007; Ataköy, 2018; Günay, 2019, 114). Bu bağlamda çalışmada Mimar Sinan camilerinde merkezi kubbeyi taşıyan ayak sayıları önemli bir parametre olarak incelenmiş ve bu sayılar tablolara aktarılmıştır (**Tablo 1-2**).

Resim 5'deki grafik incelendiğinde, merkezi kubbeyi taşıyan ayak sayılarında kronolojik olarak doğru orantılı bir artış ya da azalış gözlemlenmemiştir. Ancak, programın belirlediği eğilim çizgisine bakıldığında, ayak sayılarının kronolojik olarak çok az bir eğimde arttığı anlaşılmaktadır. Grafiğe bakıldığında Mimar Sinan'ın bu plan şemasında en çok dört ayaklı, en az sekiz ayaklı camiler inşa ettiği anlaşılmaktadır. Buna ek olarak, merkezi mekân anlayışının gelişiminde Mimar Sinan'ın Selimiye Camii'ne kadar dört, altı ve sekiz destekli camiler inşa ettiği bilinmektedir. Selimiye Camii sonrası yapılara bakıldığında tekrardan dört, altı ve sekiz destekli camiler inşa etmiş olduğu görülmektedir.

Yan Mekânlar ve Mihrap Çıkıntısı

Mimar Sinan camilerinde, güney cephesi düz olan yapıların mihrap bölgesinin genellikle karanlıkta kaldığı, özellikle Selimiye Camii'nde mihrap çıkıntısının bu bölümü daha aydınlık hale getirdiği ifade edilmiştir (Kuban, 1997, 139). Ayrıca, merkezi mekân ile yan sahınların farklı ışık miktarlarına sahip olduğu konusunda çeşitli görüşler de öne sürülmüştür (Günay, 2019, 100; Bolak, 1967, 11). Bu görüşlerden hareketle, doğal ışığın mekân içerisindeki dağılımını etkileyen önemli bir parametre olarak yan mekânlar ve mihrap çıkıntısı ele alınmıştır.

Camilerin yan mekânlarının konumu ve mihrap çıkıntısını gösteren grafik incelendiğinde (**Resim 6**), Kadırga Sokullu Mehmet Paşa Camii'ne kadar geçen süreçte bu mekânların zamanla terk edildiği, ancak bu yapıdan sonra tekrar artarak kullanıldığı anlaşılmaktadır. Merkezi kubbeli camilerde Mimar Sinan'ın, mihrap çıkıntısını ilk kez Molla Çelebi Camii'nde kullandığı, ardından Selimiye Camii'nde bu unsuru yeniden uyguladığı ve son dönem camilerinde bu detayı sıkça tercih ettiği görülmektedir. Merkezi



Resim 6. Yapıların kronolojik olarak yan mekanları ve mihrap çıkıntısı (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

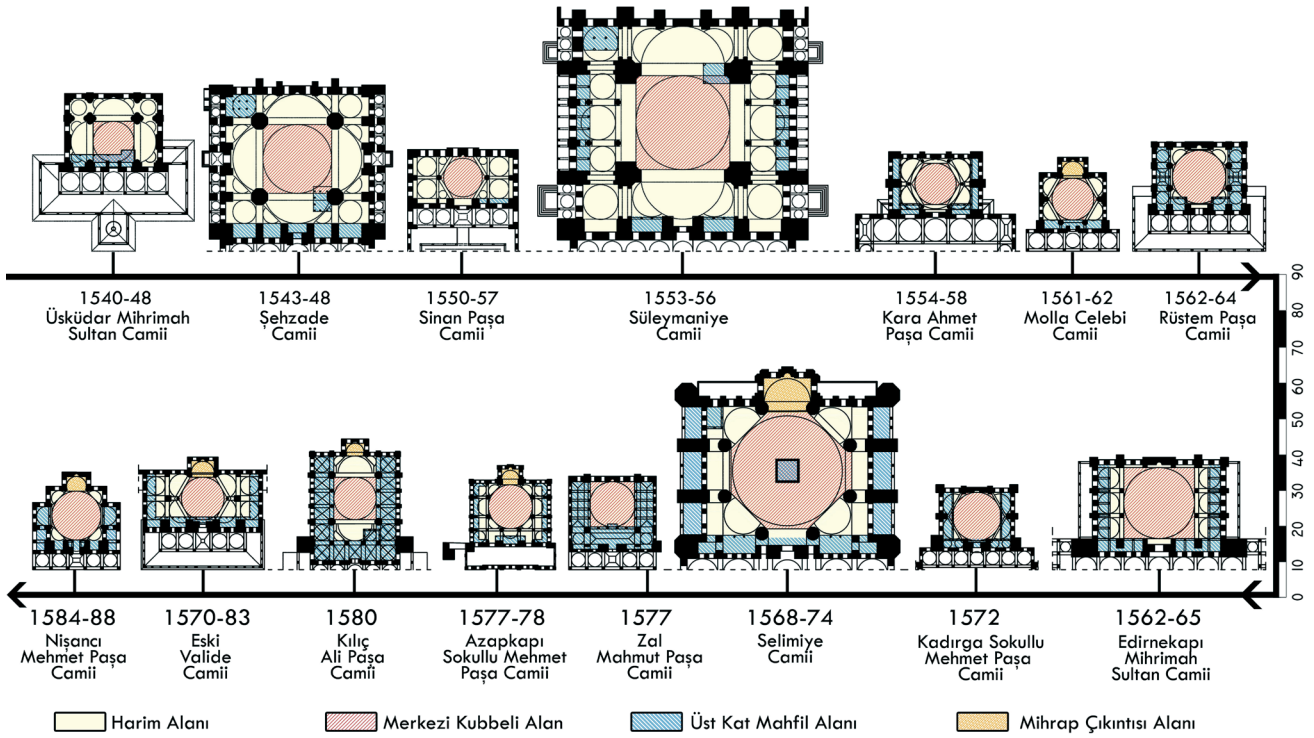
kubbenin dört yönünde yer alan yan mekânlar ve mihrap çıkıntısıyla, bu tarz mekânlara en fazla sahip olan yapının Kılıç Ali Paşa Camii olduğu tespit edilmiştir. Yan mekânlar ve mihrap çıkıntısı olmayan tek yapının Kadırga Sokullu Mehmet Paşa Camii olduğu anlaşılmaktadır.

Mekân Boyutları ve Oranları

Doğal ışığın mekân içindeki dağılımını etkileyen bir diğer parametre harimin mekânsal boyutları ve oranlarıdır. Çalışmada merkezi kubbenin çapı ve yüksekliği, harimin eni, boyu, taban alanı ve duvar kalınlıkları gibi mekânsal boyutlar ile üst kat mahfil alanın harim alanına, merkezi kubbeli alanın harim alanına, mihrap çıkıntısı alanın harim alanına, harimin en / boy, harimin yükseklik / genişlik, merkezi kubbenin yükseklik / genişlik gibi mekânsal oranlar incelenmiştir. Yapıların plan, kesit ve görünüş çizimleri AutoCAD programına aktarılarak mekânsal boyutları ölçülmüştür. Daha sonra programda harimin taban alanı, üst kat mahfil alanı, merkezi kubbenin alanı ve mihrap çıkıntısı alanı farklı taramalar olarak hesaplanıp kendi aralarında oranlanmıştır (**Resim 7**). Elde edilen tüm sayısal veriler tablolara aktarılmıştır (**Tablo 1-2**). Tablo 1'e göre harimin mekân boyutları ve oranları arasında kronolojik olarak doğru orantılı bir ilişki tespit edilememiştir. Merkezi kubbe çapının Selimiye Camii'ne kadar sürekli arttığı, ancak bu yapıdan sonra belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Aynı şekilde, üst kat mahfil alanının harim alanına oranının Zal Mahmut Paşa Camii'ne kadar yükseldiği, ancak bu yapıdan sonra azalmaya başladığı anlaşılmaktadır. Merkezi kubbeli alanın harim alanına oranının, Kadırga Sokullu Mehmet Paşa Camii'ne kadar sürekli arttığı, bu yapıdan sonra ise azalma gösterdiği gözlemlenmektedir. Mihrap çıkıntısı alanının harim alanına oranıysa Molla Çelebi Camii'nde en yüksek seviyeye ulaştığı ve bu noktadan sonra azaldığı anlaşılmaktadır.

Simülasyon Programı ile Elde Edilen Doğal Işık Değerleri

Işığın mekân içindeki değişimini doğru bir şekilde belirlemek amacıyla yapıların eş koşullar altında doğal ışık simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Bu eş koşullar; yapıların aynı gün, saat ve yükseklikte mekâna düşen doğal ışık düzeyinin belirlenmesi, pencerelere aynı geçirgenlik yüzdesi ve yüzeylere aynı malzeme bilgilerinin girilmesidir. Simülasyon programında yıl, ay, gün olarak tam tarih girişi mümkün olmadığından,



Resim 7. Mekanların plan düzlemindeki alanları (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

yalnızca 21 Mart, 21 Haziran gibi günlerin seçimi yapılabilmektedir. Bu bağlamda, yapıların orta seviye bulutlulukta, 21 Mart günü saat 12:00'de ve harim zemininden 120 cm yükseklikte birim alana düşen lüks değeri belirlenmiştir.

Pencerelerin geçirgenlik yüzdesi, Edirnekapi Mihrimah Sultan Camii'nin alt hizadaki dikdörtgen ve kubbedeki kemerli pencereleri üzerinden belirlenmiştir (Resim 8). Alt hizadaki pencerenin geçirgenlik yüzdesi, toplam pencere yüzey alanının, doğramalar ve demir parmaklıklar dışında kalan cam yüzeylerin toplam alanına oranı olarak hesaplanmıştır. Kubbedeki pencerede ise toplam pencere yüzey alanı, alçı şebeke ve vitray doğramalarının kesişimi dışında kalan cam yüzeylerin toplam alanına oranı olarak hesaplanmıştır. Buna göre, alt sırada pencerenin geçirgenlik yüzdesi %45,2, kubbedeki pencerenin ise %22,2 olarak belirlenmiştir. Bu iki değer pencerelerin yüzey alanlarına göre oranlanarak tüm pencerelerin geçirgenlik yüzdesi %40 olarak kabul edilmiştir. VELUX Daylight Visualizer 3.1 simülasyon programında bu değer, tüm pencere yüzeylerinin geçirgenlik oranı olarak girilmiştir. Benzer şekilde, yapıların tüm yüzeylerinde kullanılan malzemenin küfeki taşı olduğu varsayılmış, Erdem ve Enarun'un (2011) yapmış olduğu çalışmadan referans alınarak bu taşın yansıtma katsayısı ortalama 0,65 olarak belirlenmiştir. Daha sonra doğal ışık simülasyonu programında bu eş koşullara göre yapıların eşyükselti eğrili plan ve kesit grafikleri oluşturulmuştur.

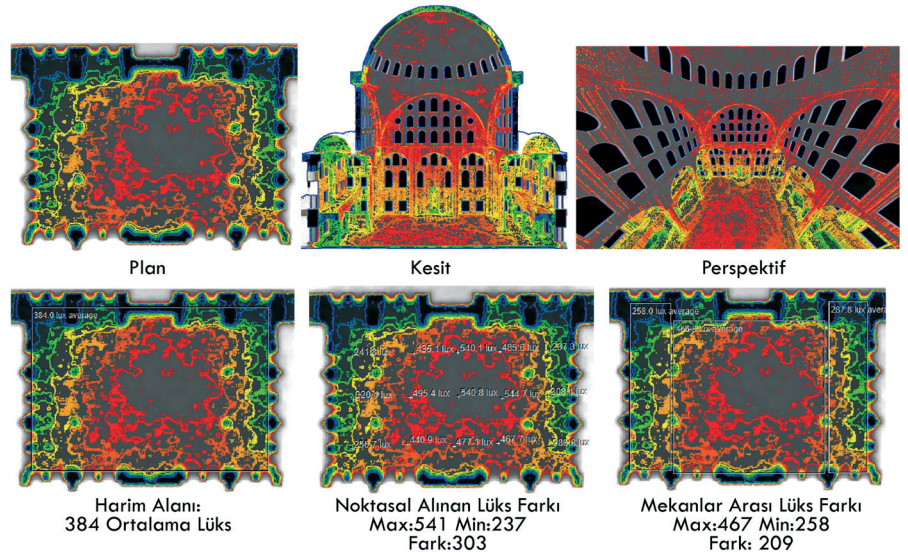
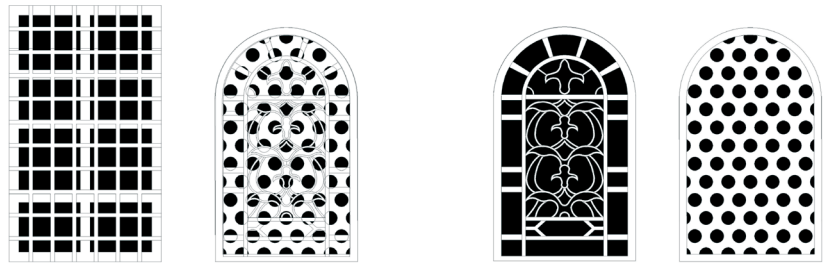
Simülasyon programında elde edilen plan grafikleri üzerinden (Resim 9), ibadet alanı, merkezi kubbe, mihrap çıkıntısı, kuzey, batı, güney ve doğu yan mekanların ortalama lüks değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, mekân içindeki ışığın homojen dağılımını değerlendirmek amacıyla mekânlar arası ve noktasal alınan maksimum-minimum lüks değer farkları hesaplanmıştır. Eşyükselti eğrili grafiklerde, maviden kırmızıya doğru değişen renkler artan lüks değerlerini temsil etmektedir. Plan grafikleri, zeminden 120 cm

yükseklikteki düzleme düşen ışık miktarını, kesit ve perspektif grafikleri ise yapı yüzeylerine düşen ışık miktarını göstermektedir (Resim 9). Elde edilen tüm sayısal veriler tablolara aktarılmıştır (**Tablo 1-2**). Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii'nin ışık grafikleri incelendiğinde (**Resim 9**), plan, kesit ve perspektif grafiklerine göre ışığın merkezi kubbenin iç yüzeylerinde ve altında yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Grafiklerdeki lüks değerlerine göre yapının en fazla ışık alan bölümünün merkezi kubbe, en az ışık alan bölümünün ise doğudaki yan mekân olduğu anlaşılmaktadır.

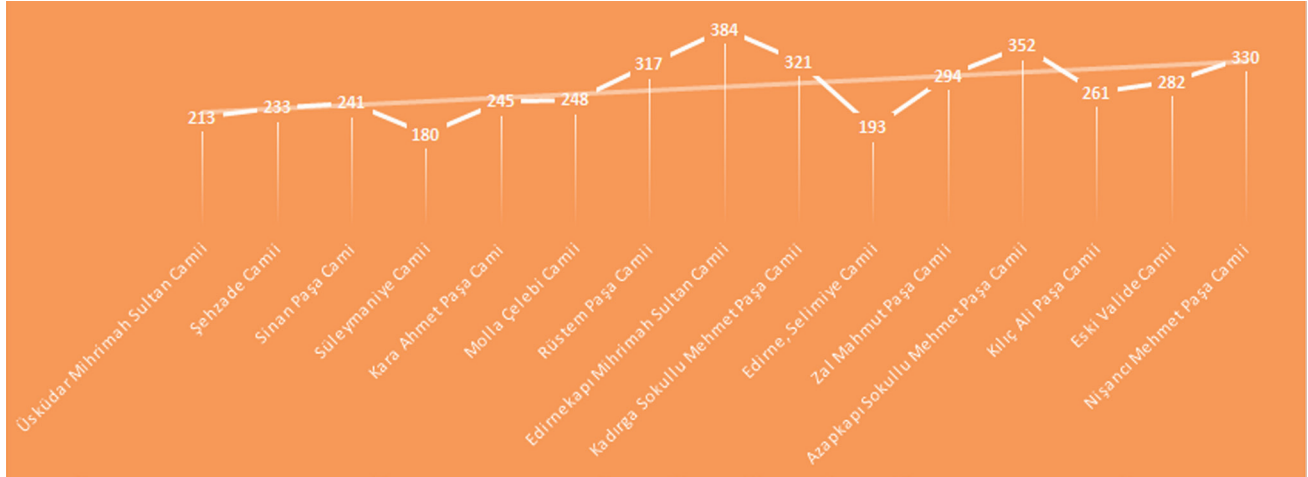
Kronolojik olarak yapıların ortalama lüks değerlerini gösteren grafik incelendiğinde (**Resim 10**), belirgin bir artışın olmadığı görülmektedir. Ancak, grafikteki eğilim çizgisine bakıldığında, ortalama lüks değerinde çok az bir artış eğimi olduğu anlaşılmaktadır. Kronolojik olarak Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii'ne kadar ortalama lüks değerinin sürekli artırdığı, bu yapıdan sonra ise bir miktar azalarak değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

Mimar Sinan camilerinde doğal ışığa etki eden parametrelerin birbirleriyle ilişkilerini belirlemek amacıyla, tüm sayısal değerlerin bir arada olduğu karşılaştırma tabloları oluşturulmuştur (**Tablo 1-2**). Sayısal değerlerin artış ve azalış eğilimlerini görsel olarak vurgulamak için her bir parametre, açık tonlardan koyu tonlara doğru farklı olarak renklendirilmiştir. Bu yöntem, parametreler arasındaki ilişkilerin daha kolay anlaşılmasını sağlamış ve verilerin daha net bir şekilde analiz edilmesine olanak sağlamıştır. Bu veriler üzerinden, mekân-ışık ilişkisinin değişimi analitik olarak incelenmiştir. **Tablo 1** incelendiğinde, kronolojik olarak tüm parametreler

Resim 8. Yapının alt sıradaki dikdörtgen penceresinin ve kubbedeki kemerli pencerenin içte vitray dışta şebeke olan doğramaları (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)



Resim 9. Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii'nin Velux programından elde edilen grafikleri (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)



Resim 10. Yapıların ortalama lüks değerlerinin kronolojik olarak değişimi (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

arasında doğru orantılı bir ilişki tespit edilememiştir. Ayrıca, tablonun en alt satırında sayısal değerlerin ortalaması hesaplanmıştır.

Yapıların ortalama lüks değerlerinin iç mekân aydınlatması açısından yeterliliğini değerlendirmek amacıyla Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından dini yapılar için önerilen aydınlık düzeyleri incelenmiştir. Bu önerilere göre, genel ibadet alanı için 100 lüks, okuma gerektiren sandalye, mihrap ve minber gibi alanlar için ise 300 lüks aydınlık düzeyi gerekli görülmektedir (Erdem ve Enarun, 2011). Tablo 1'deki veriler

Tablo 1. Kronolojik olarak sıralanan camilerin doğal ışık analizi tablosu (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

İstanbul ve Edirne'deki Merkezi Kubbeli Mimar Sinan Camilerinde Doğal Işığa Etki Eden Parametreler																													
Katalog No	YAPININ ADI	İnşa Tarihi	Tüm Cephenin Saydamlık Oranı (%)	Cephe Arası Saydamlık Oranı Farkı	Toplam Pencere Sayısı	Kubbeyi Taşıyan Ayakların Sayısı	Yan Mekanların Sayısı	Mihrap Çıkıntısı	Harimin Mekânsal Boyutları ve Oranları												Ortalama Lüks Değerleri								
									Harimin Eni (m)	Harimin Boyu (m)	Merkezi Kubbeyin Çapı (m)	Merkezi Kubbeyin Yüksekliği (m)	Harimin Taban Alanı (m2)	Düvar Kalınlıkları (cm)	Üst Kat Mahfili Alanının Harim Alanına Oranı (%)	Merkezi Kubbeli Alanının Harim Alanına Oranı (%)	Mihrap Çıkıntısı Alanının Harim Alanına Oranı (%)	Harim Alanına Oranı (%)	Harimin En / Boy Oranı	Harimin Yükseklik / Genişlik oranı	Merkezi Kubbeyin Yükseklik / Genişlik oranı	Harimin Tamamının Harim Alanına Oranı (%)	Merkezi Kubbeyin Harim Alanına Oranı (%)	Mihrap Çıkıntısının Harim Alanına Oranı (%)	Girişteki Sahunun Harim Alanına Oranı (%)	Batıdaki Yan Sahunun Harim Alanına Oranı (%)	Mihrap Yönlündeki Sahunun Harim Alanına Oranı (%)	Doğudaki Yan Sahunun Harim Alanına Oranı (%)	Homojenlik (Mekanlar Arası Max-Min Ortalama Lüks)
1	Üsküdar Mıhrimah Sultan Camii	1540-8	7,9	1,4	94	4	3		24,7	19,7	11,0	23,7	454	140,0	13	29	.	1,3	1,0	2,2	213	220			235	251	217	38	205
2	Şehzade Camii	1543-8	9,9	1,9	220	4	4		40,5	40,5	18,7	36,5	1460	160-200	16	25	.	1,0	1,0	1,9	233	315	199	216	254	194	121	228	
3	Sinan Paşa Cami	1553-6	10,8	6,1	60	6	2		28,3	13,3	10,9	17,4	361	130-200	3	30	.	2,1	0,6	1,6	241	251			262	234	17	117	
4	Süleymaniye Camii	1550-7	10,3	7,7	242	4	4		57,3	58,5	26,1	48,2	3089	210-300	12	23	.	1,0	0,8	1,8	180	237	167	167	230	140	97	202	
5	Kara Ahmet Paşa Cami	1554-8	10,4	4,3	80	6	2		24,2	15,8	11,7	20,1	355	120,0	27	33	.	1,5	0,8	1,7	245	273			235	207	66	170	
6	Molla Çelebi Camii	1561-2	8,5	1,7	52	6	0	1	16,9	19,1	11,8	17,0	263	110-120	15	46	11	0,9	0,9	1,4	248	268	271				23	204	
7	Rüstem Paşa Camii	1562-4	14,5	1,3	81	8	2		24,2	17,9	14,7	22,1	403	120-130	40	46	.	1,4	0,9	1,5	317	387			239	225	173	395	
8	Edirnekapi Mıhrimah Sultan Camii	1562-5	17,4	1,9	204	4	2		34,3	23,9	20,0	32,8	810	140-150	28	49	.	1,4	1,0	1,6	384	467			258	288	209	303	
9	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa Camii	1572	12,1	2	110	6	0		19,1	15,7	13,7	22,8	281	100-120	42	57	.	1,2	1,2	1,7	321	345			308	335	37	362	
10	Edirne, Selimiye Camii	1568- 74	9,4	1,3	356	8	0	1	45,5	47,2	31,5	42,3	1873	140-220	29	47	7	0,9	0,9	1,3	193	211	226				34	163	
11	Zal Mahmut Paşa Camii	1577	14,6	9,5	156	4	3		23,1	19,1	12,5	20,2	423	80-160	62	38	.	1,2	0,9	1,6	294	367	186	308		269	181	261	
12	Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camii	1577-8	15,7	5,2	144	8	3	1	20,8	21,2	12,4	15,7	355	80-110	19	35	6	1,0	0,7	1,3	352	387	418	171	415		348	247	543
13	Kılıç Ali Paşa Camii	1580	15,4	10,6	225	4	4	1	23,1	33,1	12,0	24,5	688	110-120	58	21	3	0,7	0,7	2,0	261	294	453	96	325	342	251	357	371
14	Eski Valide Camii	1570- 83	11,3	3,8	110	6	2	1	31,6	17,2	12,1	19,2	463	110-150	28	27	6	1,8	0,6	1,6	282	393	450		211		195	255	394
15	Nişancı Mehmet Paşa Camii	1584-8	10,6	5,3	118	8	2	1	23	20	14	22,2	292	110-130	36	54	8	1	1,0	1,6	330	351	373	157	427		328	99	233
Ortalama / Toplam:			11,9	4,3	150	5,7	2,2	0,4	29,1	25,5	15,6	24,9	771,4	130,0	28,5	37,3	6,8	1,2	0,9	1,7	273	318	365	163	277	269	249	130	277

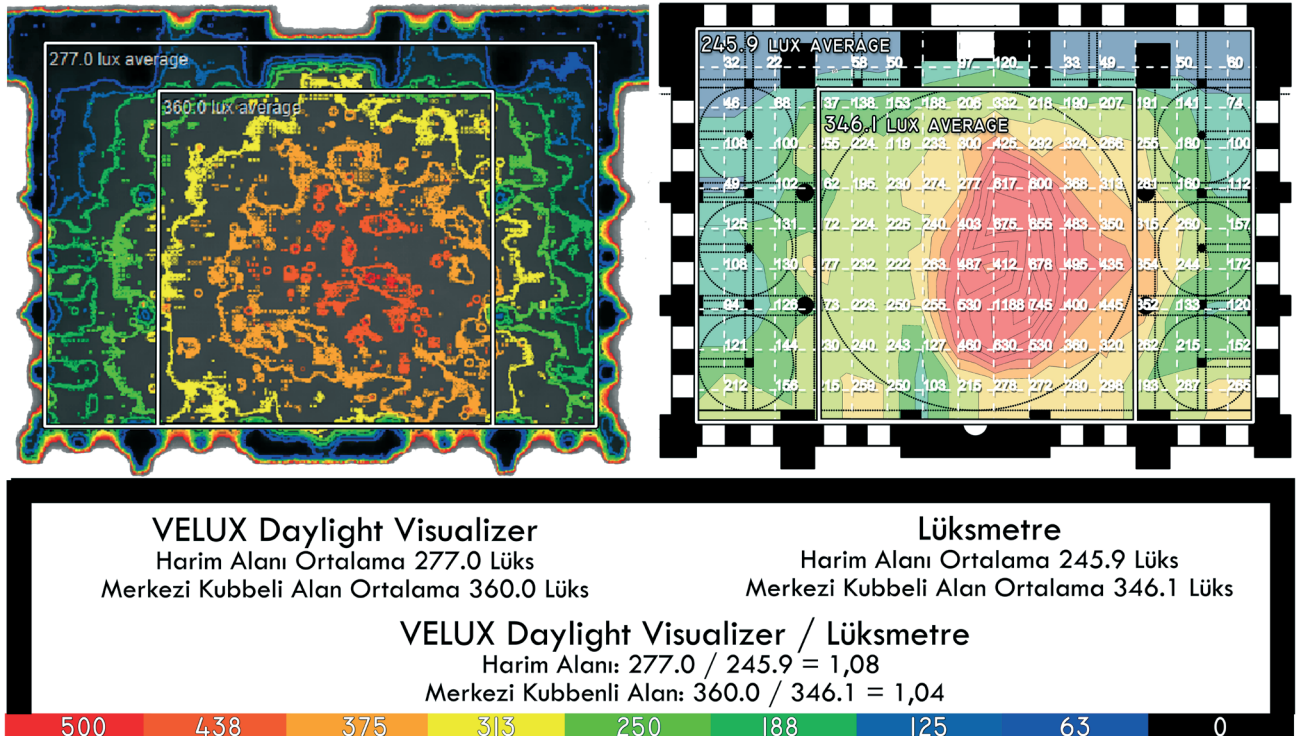
değerlendirildiğinde, Mimar Sinan'ın inşa ettiği tüm camilerin genel ibadet alanları için gerekli olan 100 lüks düzeyini aştığı belirlenmiştir. Ayrıca, Rüstem Paşa, Edirnekapı Mihrimah Sultan, Nişancı Mehmet Paşa, Kadırga ve Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camileri, okuma gerektiren alanlar için önerilen 300 lüks düzeyini de sağlamaktadır. Bu bulgulara dayanarak, Mimar Sinan'ın merkezi kubbeli camilerinin çoğunlukla genel ibadet için gereken doğal aydınlatmayı yeterli düzeyde sağladığı, bazı camilerde ise okuma alanları için gerekli olan aydınlık düzeyine ulaştığı görülmektedir.

Simülasyon ve Lüksmetre ile Ölçülen Işık Değerlerinin Karşılaştırılması

Çalışmada, simülasyon programında elde edilen lüks değerleri ile yerinde yapılan ışık ölçümleri karşılaştırılarak, iki yöntem arasındaki tutarlılıklar değerlendirilmiştir. Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii, yüksek bir konumda yer alması ve çevresinde ışığı engelleyebilecek unsurların bulunmaması nedeniyle, yerinde ışık ölçümü için en uygun yapı olarak belirlenmiştir. 14 Ağustos 2022 tarihi saat 15:00'te lüksmetre cihazı ile yapının ışık ölçümü gerçekleştirilmiştir. İki yöntemin benzer koşullarda karşılaştırılabilmesi için, ölçüm yapılan günün ışık koşullarına uygun olarak doğal ışık simülasyonu yapılmıştır. Bu kapsamda, kapalı olan pencereler modelde de kapatılmış ve simülasyon programının kısıtlılığından dolayı 14 Ağustos yerine en yakın tarih olan 21 Ağustos günü saat 15:00 seçilmiştir. Simülasyon programının renk skalasına uygun olarak, lüksmetre ile elde edilen sayısal değerler eşyükselti eğrili grafiğe dönüştürülmüştür.

Elde edilen iki grafik karşılaştırıldığında (**Resim 11**), ışığın mekân içerisindeki dağılımında yüksek oranda benzerlikler gözlemlenmiştir. Her iki grafikte de ışık miktarının, yapının merkezinden yanlara doğru kademeli olarak azaldığı görülmektedir. Bu durum, simülasyon ve yerinde ölçüm yöntemleri arasındaki tutarlılığı göstermektedir. Ayrıca

Resim 11. Simülasyon ve lüksmetreyle elde edilen lüks değerlerinin karşılaştırılması (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)



simülasyon programının sapma payını hesaplamak amacıyla Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii'nin merkezi kubbe ve harim alanının simülasyon ve lüksmetre ile ölçülen lüks değerleri karşılaştırılmıştır. İki yöntemden elde edilen lüks değerlerinin oranının 1,04 ve 1,08 çıkması, simülasyon programının gerçek değerlere oldukça yakın sonuçlar verdiğini göstermektedir (**Resim 11**).

Yapıların Doğal Işık Grafiklerinin Değerlendirmesi

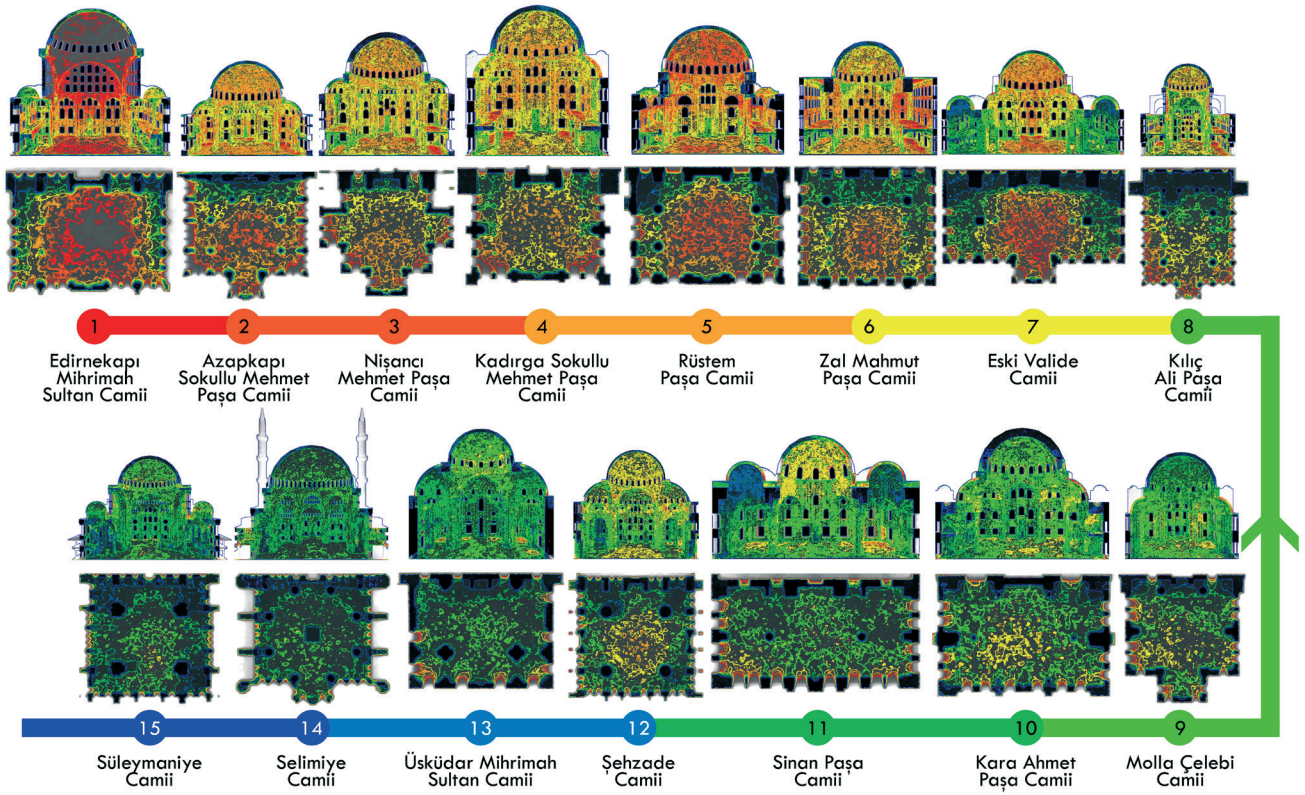
VELUX Daylight Visualizer 3.1 simülasyon programında, 21 Mart günü saat 12:00'de pencerelerin geçirgenlik yüzdesi %40 girilmiş olarak yapıların plan ve kesitteki ışığın dağılımını gösteren grafikler elde edilmiştir. Doğal ışık grafikleri, maviden kırmızıya doğru değişen renkte ve artan lüks değerinde eşyükselti eğrili olarak ifade edilmektedir. Yapıların plan ve kesit grafikleri incelendiğinde (**Resim 12**), ışığın bazı yapılarda merkezi kubbede ve/veya mihrap önünde yoğunlaştığı, bazı yapılarda ise harim alanının tamamına eşit ya da eşite yakın dağıldığı gözlemlenmiştir.

Plan grafiklerine göre, Edirnekapı Mihrimah Sultan, Kadırga Sokullu Mehmet Paşa, Zal Mahmut Paşa, Rüstem Paşa, Şehzade, Molla Çelebi, Eski Valide ve Kara Ahmet Paşa Camilerinde ışık merkezi mekânda yoğunlaşarak merkezi kubbeyi vurgulamakta ve öne çıkarmaktadır. Kılıç Ali Paşa Camii'nde mihrap çıkıntısında en yüksek ışık değerinin elde edilmesi, Mimar Sinan'ın mihrap yönünü özellikle vurgulamak istemiş olabileceğini düşündürmektedir. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa, Nişancı Mehmet Paşa ve Süleymaniye Camilerinde ise ışığın merkezi kubbe ve mihrap önünde yoğunlaşması, bu iki unsura birlikte dikkat çekmek istemiş olabileceğini göstermektedir. Üsküdar Mihrimah Sultan, Sinan Paşa ve Edirne Selimiye Camilerinde harim alanının tamamında eşit ya da eşite yakın ışık dağılımı görülmektedir. Bu yapılarda Mimar Sinan, merkezi mekânın bütünlüğünü homojen ışık dağılımıyla vurgulamak istemiş olabilir. Özellikle Selimiye Camii'nde, merkezi mekân gelişiminin zirve noktaya ulaşmasıyla birlikte tek ve toplu mekân oluşturma anlayışını, eşit dağılan ışıkla desteklemiş ve mekânın her köşesinde aynı aydınlatma seviyesine ulaşmayı amaçlamış olabilir. Bu durum, Mimar Sinan'ın mekânı ışıkla şekillendirme konusundaki ustalığını gözler önüne sermektedir.

Kesit grafiklerine bakıldığında, Edirnekapı Mihrimah Sultan, Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa, Nişancı Mehmet Paşa, Rüstem Paşa, Şehzade, Kılıç Ali Paşa, Eski Valide ve Sinan Paşa Camilerinde merkezi kubbe yüzeylerinin beden duvarlarına göre daha aydınlık olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, Mimar Sinan'ın merkezi kubbeyi vurgulamak ve mekânın odak noktası haline getirmek amacıyla ışığı bilinçli bir şekilde kullandığını düşündürmektedir. Zal Mahmut Paşa Camii'nde yan duvarların kubbe yüzeylerine göre daha fazla ışık aldığı görülmektedir., Kadırga Sokullu Mehmet Paşa, Molla Çelebi, Selimiye, Kara Ahmet Paşa, Üsküdar Mihrimah Sultan ve Süleymaniye Camilerinde tüm yüzeylerde eşit veya eşite yakın bir ışık dağılımı görülmektedir. Yüzeylerin homojen olarak aydınlanması, mekânın bütüncül algılanmasını desteklediği düşünülebilir.

Ortalama Lüks Değerine Göre Camilerin Doğal Işık Analizi

Mimar Sinan camilerinde doğal ışık miktarını hangi parametrelerin etkilediğini belirlemek amacıyla, Tablo 1'deki sayısal veriler ortalama lüks değerine göre en yüksekten en aza doğru sıralanarak Tablo 2 oluşturulmuştur. Tablo incelendiğinde, ortalama lüks değeri ile diğer parametreler arasında doğru orantılı bir ilişki tespit edilememiştir. Saydamlık oranının artmasının iç mekâna giren ışık miktarını doğru



Resim 12. Yapıların aydınlık değerine göre sıralanan eşyükselti eğrili doğal ışık grafikleri (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

orantılı olarak artıracak düşünülmemektedir. Yapıların ortalama lüks değeri ile saydamlık oranı arasındaki ilişki incelendiğinde, doğru orantılı olmasa da her iki etkenin de genel olarak beraber artış eğiliminde olduğu söylenebilir. Tablo 2 incelendiğinde saydamlık oranı en yüksek olan Edirnekapi Mihrimah Sultan Camii'nin en yüksek ışık seviyesine sahip olduğu görülmektedir. Buna karşın, Üsküdar Mihrimah Sultan Camii'nin en düşük saydamlık oranına sahip olmasına rağmen en düşük lüks seviyesine sahip olmadığı görülmektedir. Bu durum, iç mekândaki doğal ışık miktarının sadece saydamlık oranına bağlı olmadığını, başka parametrelerle birlikte değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Merkezi kubbeyi taşıyan ayak sayıları açısından tablo incelendiğinde, Selimiye Camii dışındaki sekiz destekli camilerin genellikle altı ve dört desteklilere göre daha yüksek sıralarda yer aldığı gözlemlenmektedir. Bu durum, sekiz destekli camilerin ışık dağılımı açısından daha avantajlı olduğunu düşündürmektedir. Mekânsal boyutlar ve oranlar ile ışık değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde, ibadet alanının eni, boyu, taban alanı, merkezi kubbenin çapı, yüksekliği ve duvar kalınlıklarının artmasıyla ortalama lüks seviyesinin genellikle azaldığı görülmektedir. Özellikle büyük boyutlara sahip olan Selimiye ve Süleymaniye Camilerinin en düşük aydınlık seviyesine sahip olması, bu durumu desteklemektedir.

Yapılarda doğal ışığın homojen dağılımını belirlemek için mekanlar arası ve noktasal alınan maksimum-minimum lüks değer farkları hesaplanmıştır. Buna göre bu değer farkının fazla olduğu yapılarda ışığın daha az homojen dağılım gösterdiği düşünülmektedir. Bu değerler üzerinden Tablo 2 incelendiğinde yapıların ortalama lüks değerinin artmasıyla homojen ışık dağılımının azaldığı görülmektedir. Tablodaki lüks değer farklarına göre yapılan analizde, en homojen ışığa sahip yapıların

Harimin Ortalama Lüks Değerine Göre	İstanbul ve Edirne'deki Merkezi Kubbeli Mimar Sinan Camilerinde Doğal Işığa Etki Eden Parametreler																													
	Katalog No	YAPININ ADI	İnşa Tarihi	Tüm Cephelerin Saydamlık Oranı (%)	Cepheler Arası Saydamlık Oranı Farkı	Toplam Pencere Sayısı	Kubbe ve Taşınan Ayakların Sayısı	Yan Mekanların Sayısı	Mihrap Çıkıntısı	Harimin Mekânsal Boyutları ve Oranları											Ortalama Lüks Değerleri									
										Harimin Eni (m)	Harimin Boyu (m)	Merkezi Kubbelerin Çapı (m)	Merkezi Kubbelerin Yüksekliği (m)	Harimin Taban Alanı (m2)	Duvar Kalınlıkları (cm)	Üst Kat Mahfil Alanının Harim Alanına Oranı (%)	Merkezi Kubbeli Alanının Harim Alanına Oranı (%)	Mihrap Çıkıntısı Alanının Harim Alanına Oranı (%)	Harimin En / Boy Oranı	Harimin Yükseklik / Genişlik oranı	Merkezi Kubbelerin Yükseklik Genişlik oranı	Harimin Tamamının	Merkezi Kubbelerin	Mihrap Çıkıntısının	Girişteki Sahının	Batıdaki Yan Sahının	Mihrap Yöntedeki Sahının	Doğudaki Yan Sahının	Homojenlik (Mekânlara Arası Lüks Değeri Farkı)	Homojenlik (Noktasal Lüks Değeri Farkı)
8	Edirnekapi Mihrimah Sultan Camii	1562-5	17,4	1,9	204	4	2		34,3	23,9	20,0	32,8	810	140-150	28	49	.	1,4	1,0	1,6	384	467			258	288	209	303		
12	Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camii	1577-8	15,7	5,2	144	8	3	1	20,8	21,2	12,4	15,7	355	80-110	19	35	6	1,0	0,7	1,3	352	387	418	171	415	348	247	543		
15	Nisancı Mehmet Paşa Camii	1584-8	10,6	5,3	118	8	2	1	23	20	14	22,2	292	110-130	36	54	8	1	1,0	1,6	330	351	373	157	427	328	99	233		
9	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa Camii	1572	12,1	2	110	6	0		19,1	15,7	13,7	22,8	281	100-120	42	57	.	1,2	1,2	1,7	321	345			308	335	37	362		
7	Rüstem Paşa Camii	1562-4	14,5	1,3	81	8	2		24,2	17,9	14,7	22,1	403	120-130	40	46	.	1,4	0,9	1,5	317	387			239	225	173	395		
11	Zal Mahmut Paşa Camii	1577	14,6	9,5	156	4	3		23,1	19,1	12,5	20,2	423	80-160	62	38	.	1,2	0,9	1,6	294	367		186	308	269	181	261		
14	Eski Valide Camii	1570- 83	11,3	3,8	110	6	2	1	31,6	17,2	12,1	19,2	463	110-150	28	27	6	1,8	0,6	1,6	282	393	450		211	195	255	394		
13	Kılıç Ali Paşa Camii	1580	15,4	10,6	225	4	4	1	23,1	33,1	12,0	24,5	688	110-120	58	21	3	0,7	0,7	2,0	261	294	453	96	325	342	251	357	371	
6	Molla Çelebi Camii	1561-2	8,5	1,7	52	6	0	1	16,9	19,1	11,8	17,0	263	110-120	15	46	11	0,9	0,9	1,4	248	268	271				23	204		
5	Kara Ahmet Paşa Camii	1554-8	10,4	4,3	80	6	2		24,2	15,8	11,7	20,1	355	120,0	27	33	.	1,5	0,8	1,7	245	273			235	207	66	170		
3	Sinan Paşa Camii	1553-6	10,8	6,1	60	6	2		28,3	13,3	10,9	17,4	361	130-200	3	30	.	2,1	0,6	1,6	241	251			262	234	17	117		
2	Şehzade Camii	1543-8	9,9	1,9	220	4	4		40,5	40,5	18,7	36,5	1460	160-200	16	25	.	1,0	1,0	1,9	233	315		199	216	254	194	121	228	
1	Üsküdar Mihrimah Sultan Camii	1540-8	7,9	1,4	94	4	3		24,7	19,7	11,0	23,7	454	140,0	13	29	.	1,3	1,0	2,2	213	220			235	251	217	38	205	
10	Edirne, Selimiye Camii	1568- 74	9,4	1,3	356	8	0	1	45,5	47,2	31,5	42,3	1873	140-220	29	47	7	0,9	0,9	1,3	193	211	226				34	163		
4	Süleymaniye Camii	1550-7	10,3	7,7	242	4	4		57,3	58,5	26,1	48,2	3089	210-300	12	23	.	1,0	0,8	1,8	180	237		167	167	230	140	97	202	

Tablo 2. Ortalama lüks değerine göre sıralanan camilerin doğal ışık analizi tablosu (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

Sinan Paşa ve Selimiye Camileri olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşın, Edirnekapi Mihrimah Sultan ve Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camileri en yüksek ortalama lüks değerine sahip olmalarına rağmen en az homojen ışığa sahip yapılar arasında yer almaktadır. Özellikle en düşük aydınlık değeri, saydamlık oranı ve cepheler arası en az saydamlık oranına sahip yapılardan biri olan Selimiye Camii, aynı zamanda en homojen yapılardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, Mimar Sinan'ın Selimiye Camii'nde merkezi mekân anlayışını zirveye ulaştırırken, en aydınlık ve saydam yapıyı inşa etmekten ziyade, cephelerdeki açıklıkları dengeli tutarak mekânda en düzgün, eşit ve homojen ışık dağılımını sağlamayı amaçladığı düşünülmektedir.

Tablo 2'deki sayısal verilere dayanarak bazı kesin yargılara varmak mümkündür. Her bir parametreye göre en yüksek veya en düşük değerlere sahip olan camiler, **Tablo 3'**te listelenmiştir. Birden fazla parametrenin analiz edildiği yargılar ise şu şekildedir:

- Parametreler arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmamaktadır.
- Mihrap çıkıntısına sahip camilerde bu alan, harim ve merkezi kubbeli alana göre daha aydınlıktır.
- Saydamlık oranı ve ortalama lüks değeri en yüksek yapılardan biri olan Edirnekapi Mihrimah Sultan ve Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camileri en az homojen ışığa sahip yapılardan biridir.
- Cepheler arası saydamlık oranı farkı ve mekân sayısı en fazla olan Kılıç Ali Paşa Camii, en az homojen ışığa sahip yapılardan biridir.

Doğal Işığa Etki Eden Parametreler	En Yüksek / Fazla Olan Yapı	En Düşük / Az Olan Yapı
Saydamlık oranı	Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii	Üsküdar Mihrimah Sultan Camii
Cepheler arası saydamlık oranı değişimi	Kılıç Ali Paşa Camii	Selimiye Camii ve Rüstem Paşa Camii
Pencere sayısı	Selimiye Camii	Molla Çelebi Camii
Taban alanı	Süleymaniye Camii	Molla Çelebi Camii
Merkezi kubbe çapı	Selimiye Camii	Sinan Paşa Camii
Merkezi kubbenin yüksekliği	Süleymaniye Camii	Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camii
Ortalama lüks değeri	Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii	Süleymaniye Camii
Merkezi kubbenin lüks değeri	Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii	Selimiye Camii
Homojen ışık dağılımı	Sinan Paşa Camii	Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camii ve Kılıç Ali Paşa Camii

Tablo 3. Parametrelere göre en yüksek veya en düşük değerlere sahip olan camiler (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

- Saydamlık oranı, cepheler arası saydamlık oranı farkı ve ortalama lüks değeri en düşük yapılardan biri olan Selimiye Camii en homojen ışığa sahip yapılardan biridir.
- Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camilerinde sırasıyla ortalama lüks değeri ve saydamlık oranı artmamış, buna karşın pencere sayısı ve homojen ışığa sahip olma durumu artmıştır.

Çalışmada, **Tablo 2'**de yer alan sayısal verilere dayanarak, doğal ışığa etki eden parametreler arasındaki ilişkiler hakkında bazı genellemeler yapılmıştır. Bu parametrelerin artış ve azalış eğilimlerinin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla **Tablo 4** oluşturulmuştur. Tablo incelendiğinde, bazı parametrelerin birbirleriyle paralel bir artış eğilimi gösterdiği, bazılarındaysa bir parametrenin artarken diğerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Analitik Sonuçların Literatürde Yer Alan Araştırmalar ile Karşılaştırılması

Mimar Sinan camilerinin mekân-ışık ilişkisi üzerine çeşitli araştırmacılar nicel ve nitel değerlendirmelerde bulunmuştur. Bu konuda yapılan gözleme dayalı değerlendirmelerin çoğu araştırmacıların camileri ziyaret ettikleri algı ve deneyimlere dayanmaktadır. Çalışmanın analitik sonuçları, bu görüşlerin bazılarını desteklerken bazılarının ise tutarlı

Tablo 4. Parametrelerin birbirleriyle olan artış ve azalış eğilimleri (Görsel yazarlar tarafından üretilmiştir)

↑	İnşa Tarihi	Saydamlık oranı	↑
		Merkezi kubbeyi taşıyan ayak sayısı	
		Üst kat mahfil alanının harim alanına oranı	
		Ortalama lüks değeri	
		Mihrap çıkıntısı alanın harim alanına oranı	
↓	Cepheler arası saydamlık oranı farkı	Homojen ışık dağılımı	↓
		Merkezi kubbeyi taşıyan ayak sayısı	
↑	Ortalama lüks değeri	Yan mekân sayı	↑
		Saydamlık oranı	
↑	Homojen ışık dağılımı	Merkezi kubbeyi taşıyan ayak sayısı	↓
		Mekansal Boyutlar	
		Saydamlık oranı	
		Yan mekân sayısı	
↑		Üst kat mahfil alanının harim alanına oranı	↓
		Mihrap çıkıntısı alanın harim alanına oranı	

olmadığını ortaya koymaktadır. Kuban (1997, 102), Rüstem Paşa Camii'nin merkezi mekânının daha aydınlık, yan mekânların ise daha loş olduğunu belirtmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, yapının merkezi kubbeli alanının, yan sahnalara göre belirgin şekilde daha yüksek lüks değerine sahip olduğu görülmektedir. Egli (2009, 158), Rüstem Paşa Camii'nde zeminden kubbeye doğru karanlıktan aydınlığa geçiş olduğunu ifade etmiştir. Resim 12'deki kesit grafiğine göre, merkezi kubbenin iç yüzeylerinin zeminden daha yüksek lüks değerine sahip olduğu gözlemlenmektedir. Kuban (1997, 139), Selimiye Camii'ndeki mihrap çıkıntısının ve yarım kubbedeki pencerelerin, bu alanları daha aydınlık hale getirdiğini belirtmiştir. Tablo 2'ye göre, mihrap çıkıntısının diğer alanlara göre en yüksek lüks değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Zal Mahmud Paşa Camii'nde, Günay (2019, 100) merkezi kubbeli mekânın, Bolak (1967, 11) ise yan mekanların daha aydınlık olduğunu belirtmiştir. Tablo 1'ye göre caminin merkezi kubbeli alanı yan mekanlara göre daha fazla ortalama lüks değerine sahip olduğu görülmektedir. Goodwin (1993) ve Necipoğlu (2013, 416), Mimar Sinan'ın en aydınlık camisinin Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii olduğunu belirtmiştir. Tablo 2'ye göre, bu caminin en yüksek ortalama lüks değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre Kuban, Egli, Günay, Goodwin ve Necipoğlu'nun görüşlerinin çalışmanın objektif ve analitik sonuçlarıyla uyumlu olduğu, Bolak'ın görüşünün ise uyumsuz olduğu anlaşılmıştır.

Mimar Sinan camilerini, yerinde ölçüm veya simülasyon programı ile doğal ışık analizini yapan sınırlı sayıda yayın bulunmaktadır. Bunlardan biri olan Bolak'ın (1967, 16) çalışmasında, 1966 yılında gerçekleştirdiği düzenli olmayan aralıklarda, farklı ay, gün ve saatlerde yapılan yerinde ışık ölçümü sonuçlarına göre Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camilerinde mimari gelişimin beraberinde aydınlatmanın da geliştiği ifade edilmiştir. Okaç (1992) ve Doğan (2013) ise bu çalışmayı referans alarak benzer bir yorumda bulunmuştur. Bu ifadelerle göre, yapılarıdaki doğal aydınlatma unsurlarının kronolojik olarak arttığı anlaşılmaktadır. Bu görüşün analiz edilmesi için Tablo 1 incelendiğinde araştırmacıların belirttiği sıralamanın ortalama lüks değeri, saydamlık oranı ve cepheler arası saydamlık oranı farkı ile uyummadığı görülmektedir. Toplam pencere sayısı ve homojen ışık dağılımı açısından bu üç yapıya bakıldığında belirtilen sıralamanın çalışmanın analitik sonuçlarıyla uyduğu anlaşılmaktadır. Bu farklılığın temel sebebi, Bolak'ın çalışmasında yapıların eş koşullar altında ölçülmemesinden dolayı analitik bir karşılaştırmanın yapılamamasıdır.

Barut (2016), 3ds Max programında gerçekleştirmiş olduğu simülasyona göre 21 Mart günü saat 12:00'de Selimiye Camii'nin mihrap bölümündeki alanların yeterli gün ışığı alamadığı, harim, kadınlar mahfili ve son cemaat yeri alanının öngörülen değerlerin üzerinde olduğunu belirtmiştir. Buna karşın Tablo 1'deki lüks değerlerine ve Resim 12'deki doğal ışık grafiklerine göre mihrap bölümünün harime göre daha aydınlık olduğu anlaşılmaktadır. Benzer şekilde plan grafiğine göre son cemaat yerinin aydınlık değerinin 500 lüksten fazla olduğu görülmektedir. Tuncer'in (2023) çalışmasında, yapı içine giren gün ışığı miktarı yüzdesel olarak hesaplanmıştır. Çalışmada yer alan plan grafikleri, yapı içine giren gün ışığının yüzdesel dağılımını ve ısı haritasını göstermektedir. Bununla birlikte, birimlerin ve analiz yöntemlerinin farklılığı nedeniyle Tuncer'in çalışmasında hesaplanan yüzdesel oranlar ile bu çalışmada elde edilen lüks değerleri karşılaştırılamamıştır.

SONUÇ

Çalışmada, Mimar Sinan'ın İstanbul ve Edirne'de inşa ettiği merkezi kubbeli on beş camisi, mekân ve ışık ilişkisi açısından kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Araştırma sürecinde, bu yapıların doğal ışığa etki eden parametreleri grafikler ve tablolar üzerinden değerlendirilmiştir (**Resim 3-12**) (**Tablo 1-4**). Çalışma sonuçlarına göre, parametreler arasında doğru orantılı bir ilişki tespit edilememiştir. Ancak bazı parametrelerin birbiriyle olan artış ve azalış eğilimleri hakkında genellemeler yapılmış ve bazı camilere yönelik kesin yargılara varılmıştır. Genel olarak Tablo 4'de görüldüğü gibi bazı parametrelerde paralel değişimler gözlemlenirken, bazılarında biri artarken diğerkinin azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte, her bir yapının kendine özgü özellikleri değerlendirildiğinde, bu genellemeye uymayan örneklerin var olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, en yüksek saydamlık oranına sahip olan Edirnekapi Mihrimah Sultan Camii, en yüksek ışık seviyesine sahipken, en düşük saydamlık oranına sahip olan Üsküdar Mihrimah Sultan Camii, en düşük lüks seviyesine sahip değildir. Bundan dolayı parametreler arasında doğru orantılı bir ilişki kurulamazken, birden fazla parametrenin birlikte değerlendirilmesiyle bazı genellemeler yapılabilmektedir (**Tablo 4**).

Çalışma sonucunda bazı yargılara kesinlik getirilmiştir. Tablo 3'de parametrelerin ayrı ayrı olarak en yüksek ve düşük değere sahip camileri görülmektedir. Parametreler bir arada değerlendirildiğinde bazı yapılarda değişkenlik görüldüğü belirlenmiştir. Buna göre mihrap çıkıntısının ortalama lüks değerinin diğer mekanlara göre daha yüksek olduğu, saydamlık oranı ve ortalama lüks değeri en yüksek olan camiler ile cepheler arası saydamlık oranı farkı ve mekân sayısı en fazla olan camilerin en az homojen ışığa sahip yapılar olduğu tespit edilmiştir. Simülasyon ve yerinde ölçüm yöntemleri karşılaştırıldığında (**Resim 11**), her iki yöntemin ışığın mekân içerisindeki dağılımında yüksek düzeyde benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle, simülasyon programının lüks değerleri açısından gerçek ölçümlerle büyük oranda örtüşen sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, incelenen tüm yapıların Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından belirlenen genel ibadet alanları için gereken aydınlatma seviyesini yeterli düzeyde sağladığı anlaşılmaktadır. Bazı camilerde ise okuma alanları için gerekli olan 300 lüks düzeyine ulaşıldığı tespit edilmiştir. Daha sonra Mimar Sinan camilerinde mekân-ışık ilişkisine dair yapılan gözleme dayalı ve analitik değerlendirmeler, çalışmanın bulgularıyla karşılaştırılmıştır. Buna göre bazı değerlendirmelerin çalışmanın sonuçlarıyla örtüştüğü, bazılarının ise örtüşmediği tespit edilmiştir.

Çalışmada, tablo ve grafikler üzerinden Mimar Sinan'ın merkezi kubbeli cami tasarımı belirlenen unsurları öne çıkarmak istediğine dair bazı çıkarımlarda bulunulmuştur. Buna göre, mekân-ışık ilişkisinde homojenlik, merkezi kubbe ve mihrap yönüne vurgu yapmak istemiş olabileceği, diğer camilere oranla düşük aydınlık değerine sahip olan Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camilerinin daha fazla homojen ışığa sahip olmaları ile ışığın mekân içerisindeki miktarına değil dağılımına önem vermiş olabileceği düşünülmektedir. Özellikle, Selimiye Camii'nin en az ışık miktarı, düşük saydamlık oranı ve bu oranlar arası en düşük farka sahip olmasına rağmen en homojen ışık dağılımına sahip yapılardan biri olması, Mimar Sinan'ın mekân gelişiminde en yüksek aydınlığı değil, dengeli, düzgün, eşit ve homojen bir mekân-ışık ilişkisini hedeflemiş olabileceğini düşündürmektedir.

Çalışma, merkezi kubbeli Mimar Sinan camilerinin mekân-ışık ilişkisini hem nitelik hem de nicelik boyutlarıyla ele alarak mimarlık tarihi alanında ışık simülasyonu analiz yöntemi kullanımına dair önemli bir katkı sunmuştur. Ayrıca, literatürdeki mevcut görüşlerin geçerliliği değerlendirilmiş ve bu alanda yapılacak olan araştırmalara rehberlik edebilecek nesnel ve analitik bir temel oluşturmıştır.

KAYNAKLAR

- AKÇIL HARMANKAYA, N. Ç. (2018) *Mimar Sinan Camilerinde Sembolizm*, İstanbul: Kitabevi Yayınları.
- ATAKÖY, S. (2018) *Camilerde Günışığı Aydınlığı ve Örnek İncelemeler*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- BOLAK, O. (1967) *Camilerin Aydınlatılması Üzerinde Bir Araştırma*, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.
- CANTAY, T. (1977) Bir Kuzey Batı Anadolu Gezisinden Notlar, *Sanat Tarihi Yıllığı*, 7(1), 25-27.
- ÇELİK, S. (2009) *Süleymaniye Külliyesi: Malzeme, Teknik ve Süreç*, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Yayını.
- ÇORUH, E. (2013) 19.Yüzyıl İstanbul Cami Mimarisinde Işık-Mekân-Cephe İlişkisi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- DOĞAN, T. (2013) Osmanlı Cami Mimarisi'nde Aydınlatma Düzenleri Açısından Gelişim (14.-17. Yüzyıl), *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 295-320.
- EGLİ, E. (2009) *Osmanlı Altın Çağının Mimarı Sinan*, İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
- ERDEM, L., ENARUN, D. (2011) Tarihi Camilerde Geleneksel ve Ledli Aydınlatma Sistemlerinin Simülasyonlarla İncelenmesi, *VI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, İzmir.
- ERZEN, J.N. (1986) Stylistic Evolution of Ottoman Mosque Facades in Sinan's Era, *METU Journal of the Faculty of Architecture*, 7(2), 105-126.
- ERZEN, J.N. (1996) *Mimar Sinan Estetik Bir Analiz*, Ankara: Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları.
- FIRAT, K. (2016), *Gök, Kubbe / Boşluk Mimar Sinan*, İstanbul: Kiptaş Yayınevi.
- FİTOZ, İ., ERKİN, G. (2007) Space, Light and Beliefs, The Use of Daylighting in Churches and Mosques, *Arkitekt Dergisi*, 74(1), 12-24.
- FREELY, J., BURELLI, A.R. (1992) *Sinan: Architect of Süleyman the Magnificent and the Ottoman Golden Age*, London: Thames and Hudson.
- GENİM, M.S. (2016) *Mimar Sinan'ın İstanbul'u*, İstanbul: Türkiye Turing ve Otomotiv Kurumu.
- GOODWIN, G. (1993) *Sinan: Ottoman Architecture and its Values Today*, London: Saqi Books.
- GOODWIN, G. (1996) Sinan, Light and Form, *Uluslararası Mimar Sinan Sempozyumu Bildirileri*, 24-27 Ekim 1988, Ankara, 217-221.

- GÜNAY, R. (2019) *Mimar Sinan Neden Bir Tasarım Dehasıdır?* İstanbul: YEM Yayınları.
- GÜNDÜZ, F. (2009) Sinan Paşa Külliyesi, *TDV İslâm Ansiklopedisi*, 37(1), 232-234.
- KUBAN, D. (1988) Sinan'ın Dünya Mimarisindeki Yeri, *Mimarbaşı Koca Sinan Yaşadığı Çağ ve Eserleri I*. İstanbul: Türkiye Vakıflar Bankası Genel Müdürlüğü.
- KUBAN, D. (1997) *Sinan'ın Sanatı ve Selimiye*, İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
- KURAN, A. (1986) *Mimar Sinan*, İstanbul: Hürriyet Vakfı Yayınları.
- KURAN, A. (1987) Türk Camiinde Merkezi Plan Kavramı ve Mimar Sinan, *I. Kayseri, Kültür ve Sanat Konuşmaları ve Tebliğleri*, 7-13 Nisan 1989, Kayseri, 60-61.
- MUMCUOĞLU TÜRKER, S. S. (2024) *İstanbul ve Edirne'deki Merkezi Kubbeli Mimar Sinan Camilerinin Mekân-Işık Analizi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- MUMCUOĞLU TÜRKER, S. S. ve KARAMAĞARALI, C. N. (2024) Examining the Contribution of Transparency Ratios to the Central Space in Mimar Sinan Mosques in Istanbul and Edirne, *Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning*, 12(1), 127-143.
- MÜLAYİM, S. (1999) Osmanlı Mimarisinden Bir Kesit, *Osmanlı Ansiklopedisi*, 10(1), 115-124.
- NECİPOĞLU, G. (2013) *Sinan Çağı: Osmanlı İmparatorluğu'nda Mimari Kültür*, İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları,
- OKTAÇ, A.D. (1992) *Anadolu Türk Mimarisinde Aydınlatma Detayları ve Aydınlatma Araçları*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- ÖGEL, S. (1988) Sinan'ın Mirası, *Mimarbaşı Koca Sinan Yaşadığı Çağ ve Eserleri I*, İstanbul: Türkiye Vakıflar Bankası Genel Müdürlüğü.
- ÖNEY, G. (1989) *Beylikler Devri Sanatı*, Ankara: Türk Tarih Kurumu.
- PAKLACI, B. (2020) Kozmolojik Tasavvurun Sanata Yansıması Olarak Türk Mimarisinde Baldaken Kullanımı ve Kubbe Gelişimi, *Sanat ve Tasarım Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 37- 52.
- RAMAZANOĞLU, G. (1995) *Mimar Sinan'da Tezyinat Anlayışı*, Ankara: Kültür Bakanlığı Yayınları, 44-124.
- TANMAN, M.B. (1991) Atik Vâlîde Sultan Külliyesi, *TDV İslâm Ansiklopedisi*, 4(1), 68-73.
- TEZEL, D. (2007) *Mekân Tasarımında Doğal Işığın Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TUNCER, S. (2023) *Yapısal ve Maddesiz Öğelerin Mimar Sinan'ın Cami Tasarım Diline Etkileri*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- VOGT GÖKNİL, U. (1987), *Mimar Sinan*, İstanbul: Sandoz Kültür Yayınları.

Received: 28.08.2024; Final Text: 08.04.2025

Keywords: Mimar Sinan; mosque; central dome; space; light

EVALUATION OF SPACE AND LIGHT RELATIONSHIP IN CENTRAL DOMED MOSQUES OF ARCHITECT SINAN BY LIGHT MEASUREMENT AND SIMULATION ANALYSIS

In addition to maintaining the architectural understanding of the past in his works, Mimar Sinan reinterpreted and shaped the architectural forms of his period and inspired many buildings built in the following periods. Many innovations brought by Mimar Sinan, especially in mosque design, are still being tried to be understood and analyzed today using modern Technologies. Mimar Sinan reinterpreted both the physical and symbolic value of light in Turkish architecture extending from Central Asia to Anatolia in mosque architecture and created impressive examples. When the studies on the relationship between light and space in Mimar Sinan mosques are examined, it is seen that qualitative studies based on observation are generally focused on and objective studies are included to a limited extent. This study focuses on the analytical determination of the space-light relationship in Mimar Sinan mosques. For an objective evaluation, the research was limited to buildings in close proximity to each other with a similar plan and covering scheme; fourteen mosques in Istanbul with a central domed plan scheme, where Mimar Sinan Sinan exhibited his most important works, and the Selimiye Mosque in Edirne, which is considered to be his pinnacle work, were examined. The study aims to determine the distribution of daylight entering the interior space and the parameters affecting this distribution in the fifteen buildings. Two different methods, in-situ light measurement and simulation analysis, were used in the study. Firstly, digital models of the buildings were created, then these models were transferred to Velux Daylight Visualiser, a natural light simulation program, and the lux values obtained were compared with the values obtained from in-place light measurement. All numerical data obtained were transferred to comparative analysis tables and space-light analysis was carried out in Mimar Sinan mosques using these tables. As a result of the study, it was seen that some of the qualitative researches based on observation about the relationship between light and space in Mimar Sinan mosques corresponded with analytical results, while some did not. In addition, according to the lux values recommended by the Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) for religious buildings, it is understood that natural lighting is generally sufficient in these mosques. According to the findings of the research, it is thought that Mimar Sinan aimed to create spaces with a more homogeneous light rather than a quantitative diversity of light in mosque architecture, especially in the Selimiye Mosque, which is considered to be his pinnacle work, he aimed to provide the most balanced, smooth, equal and homogeneous space-light relationship.

MERKEZİ KUBBELİ MİMAR SİNAN CAMİLERİNDE MEKÂN VE IŞIK İLİŞKİSİNİN IŞIK ÖLÇÜMÜ VE SİMÜLASYON ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mimar Sinan, eserlerinde geçmişten gelen mimari anlayışları sürdürmenin yanı sıra, kendi döneminin mimari formlarını yeniden yorumlayarak şekillendirmiş ve sonraki dönemlerde inşa edilen pek çok yapının esin kaynağı olmuştur. Mimar Sinan'ın özellikle cami tasarımı getirdiği birçok yenilik, günümüzde modern teknolojiler kullanılarak hala anlaşılmaya ve analiz edilmeye çalışılmaktadır. Mimar Sinan, Orta Asya'dan Anadolu'ya kadar uzanan Türk mimarisinde ışığın hem fizikî hem de sembolik değerini cami mimarisinde yeniden yorumlayarak

etkileyici örnekler ortaya koymuştur. Mimar Sinan camilerinde ışığın mekân ile ilişkisini ele alan araştırmalar incelendiğinde, genellikle gözleme dayalı nitel araştırmalara odaklanıldığı ve nesnel çalışmalara sınırlı ölçüde yer verildiği gözlemlenmektedir. Bu çalışmada, Mimar Sinan camilerinde mekân-ışık ilişkisinin analitik olarak belirlenmesine odaklanılmıştır. Araştırma, nesnel bir değerlendirme için benzer plan ve örtü şemasına sahip birbirine yakın konumlardaki yapılarla sınırlandırılmış; Mimar Sinan'ın en önemli eserlerini sergilediği merkezi kubbeli plan şemasına sahip İstanbul'daki on dört cami ile zirve eseri olarak kabul edilen Edirne'deki Selimiye Camii incelenmiştir. Çalışmada, ele alınan on beş yapının iç mekâna giren gün ışığının mekândaki dağılımının ve bu dağılımı etkileyen parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada yerinde ışık ölçümü ve simülasyon analizi olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Öncelikle yapıların dijital modelleri oluşturulmuş daha sonra bu modeller, doğal ışık simülasyon programı olan Velux Daylight Visualiser'e aktararak elde edilen lüks değerleri yerinde ışık ölçümünden sağlanan değerler ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen tüm sayısal veriler, karşılaştırmalı analiz tablolarına aktarılmış ve bu tablolar kullanılarak Mimar Sinan camilerinde mekân-ışık analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda Mimar Sinan camilerinde ışığın mekân ile ilişkisi hakkındaki gözleme dayalı nitel araştırmaların bir kısmının analitik sonuçlarla karşılık bulduğu, bir kısmının ise karşılık bulmadığı görülmüştür. Ayrıca, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından dini yapılar için önerilen lüks değerlerine göre, bu camilerde genel olarak doğal aydınlatmanın yeterli olduğu anlaşılmaktadır. Araştırmanın bulgularına göre Mimar Sinan'ın, cami mimarisinde ışığın sayısal çokluğundan ziyade, daha homojen bir ışığa sahip mekânlar oluşturmayı amaçladığı, özellikle zirve eseri olarak nitelendirilen Selimiye Camii'nde, en dengeli, düzgün, eşit ve homojen bir mekân-ışık ilişkisini sağlama hedefinde olduğu düşünülmektedir.

SADAKAT SAFİYYE MUMCUOĞLU TÜRKER; B.Arch., M.Arch., PhD.

She received her bachelor's degree (2015) from Gazi University Department of Architecture, master's (2019), and PhD. (2024) degrees from Gazi University Department of Architecture. Her main research interests include architectural history, historical mosques, 3D, and simulation programs in architecture. ss.mumcuoglu@yobu.edu.tr

CEMİLE NAKİŞ KARAMAĞARALI; B.A., M.A., PhD.

She received her bachelor's degree (1988) from Hacettepe University, Department of Archaeology and Art History, and her master's (1991) and PhD. (2000) degrees from Hacettepe University, Department of Art History. Her main research interests include the history of art and architecture, pre-Islamic Turkish architecture, and Turkish-Islamic architecture. nakis@gazi.edu.tr