



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Bir Tasarım Ögesi Olarak Gün Işığı: Jean Nouvel

 Zeynep BAHAR^a,  Şengül YALÇINKAYA^{b,*}

^aİç Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, TÜRKİYE

^bİç Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: sengulyalcinkaya@ktu.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.894120

ÖZ

Doğal ışık geçmişten günümüze kadar birçok mimar tarafından bir tasarım olgusu olarak ele alınarak tasarımlarında farklı ve özgün olarak kullanılmıştır. Günümüzde de gelişen teknoloji ve malzemelerle beraber ortaya konulan sistem ve uygulamalar doğal ışığın tasarım ögesi olarak kullanılmasına alternatif yollar sunmaktadır. Yakın dönemde tasarımlarında kullandığı sistem ve strüktürlerle ünlü mimar Jean Nouvel, gün ışığını etkin kullanımına özgün örnekler vermiştir. Yapıların mekânlarda oluşturduğu etki ve tasarım anlayışında doğal ışığın yeri; mekâna alınış ve kullanım biçimi yönüyle önemli veri kaynağı olacağı düşünüldüğünden, Jean Nouvel'in tasarımları çalışmada konu edinilmiştir. Tasarımcının; tasarım ögesi olarak doğal ışık üzerine genel eğilimlerinin izlenebileceği bir diyagram oluşturulmuştur. Bunun için Jean Nouvel'in, gün ışığını etkin kullandığı yapıları analiz edilmiştir. Sonuç olarak mekânda kullanılan doğal ışık mekâna karakteristik bir özellik katarak; mekânda ışık gölge oyunları ile hareketlilik, yüzeylerde desen oluşumu gibi unsurlar, mekânları anlamlandırıp yapı ile bütünleşmesine yardımcı olmaktadır. Işık sayesinde mekânlarda oluşan bu hareketlilik ve deneyimsel kurgular, kullanıcıların yapıyı ışık ile ilişkilendirmesini sağlamaktadır. Aynı şekilde ışığın yer değiştirici rolü ile mekâna sunduğu bu çeşitlilikler, onu mekânın yapı taşı haline getirmiştir

Anahtar Kelimeler: Gün ışığı, İç mekân tasarımı, Doğal ışık, Tasarım, Jean Nouvel.

Daylight as a Design Element: Jean Nouvel

ABSTRACT

Many architects have treated natural light as a design element and used it differently and uniquely throughout history. Advances in technology and materials have led to the emergence of new systems and applications, providing us with alternative ways to use natural light as a design element. Jean Nouvel, an architect who is famous for the systems and structures he used in his recent designs, has provided original examples of his effective use of daylight. This paper focused on Jean Nouvel's designs because they are an important source of data in terms of the effect of an architectural structure on spaces, the significance of natural light in design, and the way light is let in and used there. The study included a diagram keeping track of the general trends of how Jean Nouvel used natural light as a design element. For this, the study addressed his buildings where he uses daylight effectively. With such elements as dynamic play of light/shadow and patterns on surfaces, the natural light gives a sense of character and meaning to space and helps it integrate with the building. The dynamism and experiential fictions evoked by natural light allow users to associate the building with light. In the same way, the transposing role of light and the diversity it brings to spaces make it one of their building blocks.

Keywords: Daylight, Interior Design, Natural Light, Design, Jean Nouvel

I. GİRİŞ

Antik çağlardan itibaren insanlar ışığı, yaşama mekânlarına alarak görsel konforlarını tamamlamak amacıyla kullanmışlardır. İnsan ve barınma ihtiyacı olduğu sürece doğal ışık da, mekânlarda var olmuştur. Mimarlıkla birlikte ışık mekânlarda, o günün anlayış ve teknolojileri ile birlikte kullanılmaya çalışılmıştır. Doğal ışığı mekânlarda etkin kullanan mimarlar; eserlerindeki ışık kullanımlarını kendi tasarım anlayışlarıyla örtüştürerek aktarmışlardır. Doğal ışığın işlevsel yönünün yanı sıra anlamsal ve psikolojik bir boyutu da vardır. Mimari mekân ışığı alırken, birçok yapının strüktürel kurgusu da ışığın üstlendiği anlamsal role uygun bir şekilde biçimlenmektedir [1]. Doğal ışığın; günümüz modern mimarlığındaki kullanımı daha çok görsel konfor karşılama ihtiyacına cevap verecek şekilde olabilmektedir. Fakat bulunduğumuz teknoloji çağının mimari alanda sunduğu birçok malzeme, sistem ve teknolojiler mekânlara doğal ışığın alınabilmesini kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda küreselleşme ve yapılaşmanın arttığı günümüzde, yapıların daha ekolojik ve sürdürülebilir ilkelerine dayalı tasarlanması öncelik haline gelmeye başlamıştır. Bu bağlamda bakıldığında yapıların sürdürülebilir olması için kullanılacak basit ve etkili yöntemlerden birinin; doğal ışık kullanımı olduğu düşünülebilir. İç mekân tasarımlarına doğal ışığın dâhil edilmesinin, yapıların enerji kazanımını artırmaya da katkı sağlamaktadır. Gün ışığı bir tasarım ögesi olarak düşünüldüğünde; ışığın, iç mekânda kullanım yeri, kullanım biçimi, tasarım anlayışında yeri, mekânda yaratılan etki, kullanılan sistem türü, mekânı oluşturan sınırlayıcı elemanların şekli, istenilen anlamsal etki vb. unsurlarla birlikte düşünülmelidir. Tüm bu bağlamlarda doğal ışığın mimari mekânda tasarım ögesi olarak kullanımı, mekânda farklı anlamların ve özgün sonuçların ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

Doğal ışığın mekânlarda kullanımı üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında; ışığın anlamsal, psikolojik, davranışsal ve algısal etkilerini [1-2-3-4-5-6], mimarlar tarafından doğal ışığın kullanımını [1-7-8-9] ve sürdürülebilirlik üzerinden gün ışığı sistemlerini [10-11-12-13] inceleyen çalışmaların olduğu görülmüştür. Günümüz mimarlarından Jean Nouvel yapılarını doğal ışık yönüyle ele alan herhangi bir çalışmaya rastlanmamış, sadece yapılarındaki malzeme kullanımının [14] ele alındığı çalışma bulunmaktadır.

Çalışmada Jean Nouvel'in tasarım ögesi olarak doğal ışık üzerine genel eğilimlerin izlenebileceği bir diyagram oluşturulmak amaçlanmıştır. Çalışmanın doğal ışığın geçmişten günümüze kullanımı, kullanım şekli, düşünsel yapısı, güncel uygulama ve sistemleriyle ilgili elde edilen verileri, sonraki tasarımlar için kaynak oluşturabileceği gibi aynı zamanda, iç mekân tasarımında doğal ışığın daha etkin kullanılmasına, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

A. TASARIMDA DOĞAL IŞIK KULLANIMI

Işık, mekânlara kimlik kazandıran renk, doku, malzeme öğelerinin hem görünür olmalarında hem de mekânların estetik gücünü artırmasında rol oynamaktadır. Kişinin mekânı algılanmasında psikolojik ruh hali ve hareketleri ışık sayesinde çeşitlenebilmekte ve mekânın genel hatlarını algılatıp, mekândan hissedilmesi istenen anlamsal etkiyi etkin ve anlamlı hale getirmektedir [8]. Görme bir mekânın algılanması ve kavranmasındaki en önemli etkenlerden birisidir. Bunu sağlamanın temel koşulu ise doğal ışıktır. Kahn doğal ışığın söz konusu önemini şu şekilde belirtmiştir: “Bir mekân doğal ışığa sahip olmadıkça gerçekten mekân değildir.” [13]¹. Altan (1983) ise ışık – mekân hakkında: “Mekânlar ışık marifetiyle değiştirilebilir, hatta yaratılabilirler veya uzaklaştırılabilirler, objeler öne çıkarabilirler, dokular değiştirilebilir, mekâna yeni bir hava, yeni bir anlam verilebilir.” [15]. Rasmussen (1994) ise ışığın zamana bağlı hareketiyle oluşan dinamiği ele alarak ışığın mekânda kontrol edilemez olduğunu söylemiştir. Bunların dışında ışık, mekâna alınış yönü-biçimi ve yapının formu ile de yakından

¹J. Lobell, *Between Silence and Light, Spirit in the Architecture of Louis I Kahn*, Boston, USA: Shambhala Publications, 1979. Aktaran: P. Demirel Etlı, “Sürdürülebilir mimarlık kapsamında mimarlık ofislerinde ışığın tasarımdaki rolü ve önemi,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2013.

ilişkilidir. Çünkü bir yapının tepe açıklığının boyutu değiştirildiğinde veya cephesinin herhangi bir yerinde başka açıklıklar açıldığında mekânın tüm denge ve uyumu bozulmaktadır [16]. Doğal ışığın tasarımı ve mekânın deneyimlenmesi yönünden kullanımı, ışığı mekâna alma biçiminin yanı sıra yapının cephe strüktür tasarımının da doğrudan etkisi olmaktadır. Doğal ışık; mimari mekân içindeki sınırlayıcılar olan yüzey ve zeminlerin sahip olduğu biçim, renk ve malzeme türünden yansımaları sonucu iç mekânda bir alan oluştururken bu alanın oluşmasına imkân veren temel unsur bina değil, binanın sahip olduğu strüktürel yapısıdır [17].

Doğal ışığın mekân kullanımındaki etkileri fizyolojik – psikolojik veya işlevsel – anlamsal olarak ikiye ayrılmaktadır. İşlevsel olarak doğal ışık, mekânın kullanıcıları için görsel açıdan konforda olması, mekânda yapılan eylemin verimliliğini artırması, kullanıcıların fiziksel ve psikolojik gereksinmelerinin yerine getirilmesini sağlamalıdır [9]. Tasarımda mekâna alınacak doğal ışığın miktarının bağlı olduğu birçok fiziksel değişken bulunmaktadır. Doğal aydınlatma tasarım sürecindeki temel fiziksel değişkenler yapının konumu, yönlendiği ile cephelerde açılan açıklıklar, bu açıklıkların boyutları, konumları, yönelişleri ve pencereler şeklinde sıralanabilmektedir. Bunların haricinde yapının çevresindeki yapılar, doğal veriler (topografya, bitki örtüsü, iklim vb.) ve iç mekândaki yüzeylerin sahip olduğu özelliklerde etken olan diğer unsurlardandır [9]². Işığın fizyolojik kullanımındaki bina ve çevre dinamiklerinin haricinde mekân ve kullanıcı gereksinimleri de ışığın kullanım derecesini etkilemektedir. Gün ışığının aydınlatma işlevinin yanı sıra ısıtma özelliği de bulunmaktadır. Bu nedenle soğuk iklimin hâkim olduğu, güneş ışığının çok etkili olmadığı yerlerde, doğal ışık mekânda konfor koşullarını artırmak nedeni ile istenen bir tasarım öğesi olmaktadır. Sıcak iklimlerde ve güneşin çok etkili olduğu yerlerde ise güneşin mekânda oluşturabileceği parlama, kamaşma ve fazla ısı artışı gibi olumsuzluklara neden olarak kullanıcıların görsel konforunu azaltmamak adına özel önlemler alınmaya çalışılmaktadır [8].

Tasarımda ışığın görsel konfor koşullarını karşılayan işlevsel anlamının yanında kişilerin mekân deneyimlemesi boyunca hissettiği ve/veya hissetmesi istenen anlamsal boyutu bulunmaktadır. Mimari bir mekânda bulunan kullanıcı; mekânı deneyimlerken, mekânın biçimi, mekândaki ışığın miktarı, yönü, şiddeti, mekânda oluşturduğu etki ile birlikte birtakım duygulara kapılır ve bu andan itibaren mekân, kullanıcı için anlamlı hale gelmeye başlar. Bu bağlamda görülür bir şekilde ölçütü bulunmayan fakat kullanıcıların duygu ve hisleri ile anlamlandırılan boyut, doğal ışığın mekândaki anlamsal boyutunu açıklamaktadır [17]. Anlamsal anlamda mekâna kazandırdığı en önemli özellik değişken ve monoton olmamasıdır. Yapının strüktürü, mevsimsel ve gün içindeki hareketli değişim ve gün ışığının yoğunluğu ile ortaya çıkan renklerin çeşitliliği, mekânda yaşanan deneyimleri zenginleştirmektedir. Doğal ışığın mekânda oluşturduğu anlamsal boyutu tanımlamak için bazı ışık türleri tanımlanmıştır. Fransız mimar ve aydınlatma teorisyeni Henri Ciriani doğal ışığın anlamsal boyutta türlerini anlayabilmek için bir sıralama yapmıştır. Ciriani, doğal ışık türlerini hareketli (hissedilen) ışık, aydınlık (dengeli) ışık, ışıldayan ışık ve resimsel ışık olarak dört temel alanda sınıflandırmıştır [17]³.

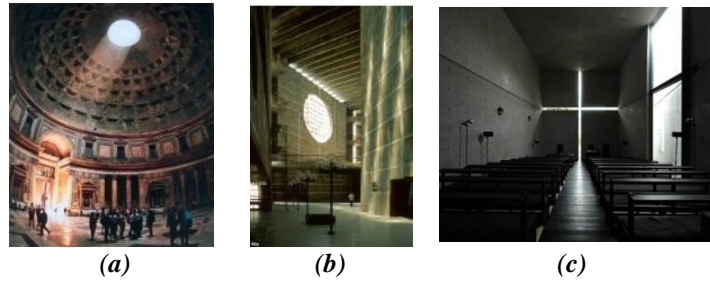
Mimari mekân, sınırları ile birlikte kullanıcılar tarafından algılanabilmekte ve içindeki yaşam ile bütünleşerek de bir anlam ifade etmektedir [18]. Mekânsal unsurlar, mekânı algılamak için sınırlılıklara, yönlendirmelere ve belirleyici özelliklere sahiptir [19]. Işık; mekânı algılama ve anlamlandırmada önemli bir rol oynamaktadır. Mekânlardaki renk, strüktür, malzemenin algılanması; ışığın mekân içindeki oluşumları ile gerçekleşmektedir. Mekânın görsel olarak algılanması ışık, mekânsal organizasyon, renk algılanması [20] ve malzeme özellikleri ile ortaya çıkmaktadır. Işığın mekânda oluşturduğu ışık-gölge yansımaları bile mekân algılanmasını güçlendirmekte ya da yanlış kullanım sonucu zayıflatabilmektedir. Gölge, ışığın mekâna geliş yönüne, yüzeyin dokusuna göre

²L. Sze-Hui Au, *Innovative Daylighting Systems*, Cardiff, UK: Cardiff University, 1999. Aktaran: P. Özmen, “20. yüzyıl başlarından 1980’lere kadar uzanan süreçte modern mimarlıkta doğal ışık kullanımının irdelenmesi,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2010.

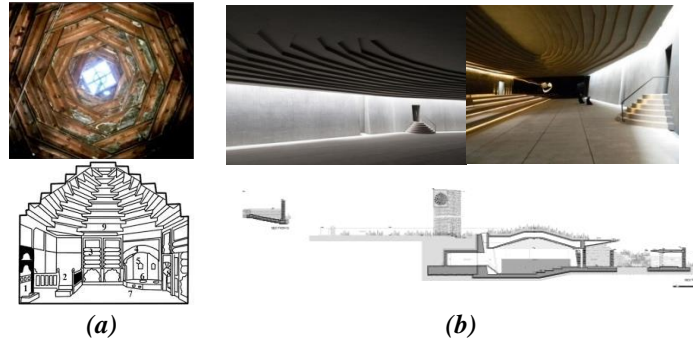
³H. Ciriani, “Four Lights,” *L’Architecture D’Aujourd’hui*, vol. 274, pp. 75-82, 1991. Aktaran: F. Özorhon, “Mimari mekân kimliğini belirleyen yönüyle doğal ışık,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2002

oluşmakta ve mekânda oluşturduğu karşılık hali ile mekâna zenginlik katmakta [8], mekânı hareketlendirmekte ve yüzeylerde yeni desen ve biçimler tanımlamaktadır.

Mimari mekândaki doğal ışık, kullanıcıların mekânı algılayış ve kavrayış biçimini, mekâna yükledikleri anlamları etkilemektedir. Mekânı deneyimlerken algılama şeklimiz, mekân hakkında nasıl hissettiğimiz ve aynı zamanda doğal ışığın mekâna alınış şekli sonucu mekânda oluşan ışık – gölge oyunlarının mekân yüzeylerinde oluşturduğu desenler ile ilgilidir. Mekânlarda doğal ışık ile oluşturulan işlevsel ve anlamsal etkiler kullanıcı belleklerinde mekânı hatırlatan yerler olarak kalmaktadır. Doğal ışığın etkin kullanıldığı ikonikleşmiş yapılar ve tasarımlarda doğal ışığı güçlü kullanmış mimarlar ve yapıları bulunmaktadır (Şekil 1). Diğer taraftan Türkiye’de geleneksel mimariden günümüz mimarisine gün ışığının etkin kullanımı ile ilgili farklı örneklerle rastlanılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Doğal Işığın Tarihteki Yapılarda Kullanımı (a) Pantheon Tapınağı [21] (b) Bangladeş Parlamento Binası [22] (c) Işık Kilisesi [23]



Şekil 2. Gün Işığının Türkiye'deki Geleneksel Konutta ve Günümüz Mimarisinde Kullanımı (a) Kırılmaç (Karlanguş-Tüteklikli) Örtü, Erzurum yöresi [24] (b) Sancaklar Camii [25]

Sürdürülebilir mimari için belirlenen ilkelerden biri olan gün ışığının etkin kullanımı hem yapılar hem de çevre için fayda sağlamaktadır. Sürdürülebilirlikte önemli bir rolü olan gün ışığının kullanımı sayesinde enerjiden tasarruf sağlanmakta ve küresel ısınma azaltılmaktadır [26]⁴. Gün ışığının kullanımının hem fizyolojik hem de insanlar üzerindeki psikolojik etkisinden de dolayı kullanımının artırılması gerektiği düşünülmektedir. Gün ışığı yapılarda sadece doğal aydınlatma sağlamamaktadır. Bunun yanı sıra yapılarda doğal ışığın kullanılması ile yapay aydınlatmanın kullanım miktarı azaltılarak kullanılan enerjinin azaltılması, doğal ışığın kullanıldığı zaman aralıklarında mekânda ısısal gereksinimin de karşılanabilmesi sağlanmaktadır [26].

B.DOĞAL İŞIĞININ KULLANIMI İLE İLGİLİ ÖNE ÇIKAN SİSTEMLER VE TEKNOLOJİLER

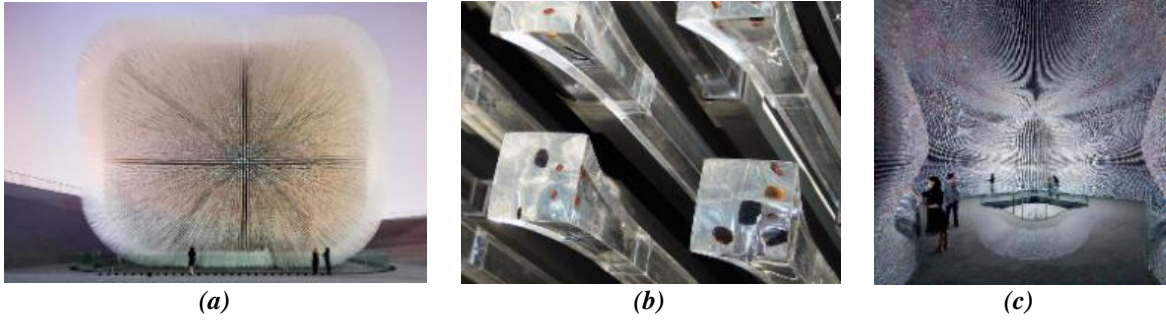
Günümüzde teknoloji çağının mimari alanda sunduğu birçok malzeme, sistem ve teknolojiler mekânlara doğal ışığın alınabilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu sistemler geçmişte yapı strüktüründeki

⁴M. Guzowski, *Daylighting For Sustainable Design*, New York, USA: McGraw-Hill Education, 2000. Aktaran: E. Tatar, "Sürdürülebilir mimarlık kapsamında çalışma mekânlarında gün ışığı kullanımı için bir öneri," *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 17, s. 1, ss. 147-162, 2013.

oluşumları biçimlendirerek, gün ışığının mekâna alınabilmesini sağlamıştır. Gün ışığını mekâna alabilmek için konutlarda özel çatı oluşumları ve tepe açıklıkları kullanılmıştır. Gün ışığı sistemlerinin gelişmesinde iklimsel değişim, fazla ışık kirliliğinin önüne geçilmek istenmesi gibi nedenlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Teknolojinin gelişiminin bize sunduğu imkânlardan birisi de gün ışığının kullanımına yönelik geliştirilen sistem ve teknolojiler olmuştur. Bu sistem ve teknolojiler gün ışığını mekâna alırken aynı zamanda sıcak havalarda fazla gün ışığının girmesini engelleyen, fazla ışığı yansıtan ya da gün ışığını iç mekândaki diğer alanlara taşıyan kanallar şeklinde çeşitlenebilmektedir.

Brissoleiller, gün ışığını kontrol ederek iç mekâna alan sistemlerden birisidir. Brisesoleiller “Le Corbusier” tarafından geliştirilen bir sistem olmuştur. Le Corbusier; güneşli iklimlerde tasarlanan konutların cephelerindeki basit beton duvar unsurları kullanarak popüler hale gelmiştir. Camlı cephe giydirme sistemlerinde yazın iç mekânın fazla ısınmasını önlemek ve soğuk günlerde sera etkisinden yararlanmak için gölgeleme aparatlarının gerekliliği sonucu ortaya çıkmıştır. Brisesoleillerde, teknolojik ilerlemeler ile değişen bir mimari tarz geliştirilmiştir. Brisesoleillerin en bilinen örnekleri Santiago Calatrava tarafından tasarlanan Milwaukee Sanat Müzesi’nin kinetik kanatları ve Nouvel’in Dünya Arap Enstitü Müzesi’nin yapıya ışığın akışını kontrol eden hareketli diyafram soleillerdir[27].

Fiber optikler günümüzde kullanımı pek yaygın olmayan yeni bir teknoloji sistemidir. Bu sistemde şeffaf fiber optikler içerisine yerleştirilen bitki tohumları, gün içerisinde güneş ışığını içine çekerek, ışığı iç mekâna aktarmakta ve aynı zamanda ışığı depolamaktadır. Depolanan gün ışığı akşamları mekân aydınlatması sağlamaktadır. Fiber optik kullanımının örneği olarak Heatherwick Studio tarafından Şangay’da yapılan Birleşik Krallık Pavyonu örnek verilmektedir. Pavyondaki fiber optikler sayesinde iç mekân sadece gün ışığı ile aydınlatılmaktadır [28].



Şekil 3.(a) Fiber Optik teknolojili UK Pavyonu (b) Fiber Optik içerisindeki tohumlar (c) Fiber Optik UK pavyonu iç mekân doğal aydınlatma [28]

Gün ışığının mekâna alınmasını sağlayan camlar, günümüzdeki teknolojileriyle birlikte çeşitlenmekte ve ışığın mekâna direk alınması sonucu oluşabilecek kamaşma, parlama gibi sorunlara çözüm olabilmektedir. Bu gelişmiş cam malzemelerden olan holografik optik elemanlar, bir film tabakası üzerine bazı desenlerin çizilmesi ve iki cam arasına yerleştirilmesi sonucunda, güneş ışığının direk ışınlarını yansıtmakta ve gök ışınları mekâna alınarak mekân içerisinde daha homojen bir doğal ışık dağılımı sağlamaktadır. Aynı zamanda bu cam kullanımı sayesinde doğal ışık, daha derin noktalara iletilebilmektedir. Pencere dışına yerleştirilen holografik optik sistemlere ise Zenithal ışık kılavuz sistemleri denilmektedir. Kullanım amacına göre cepheye ya da cephe üst kısmına 45°'lik açı ile konumlandırılmaktadır [29].

Holografik optik elemanların işlevine benzer bir işleve sahip olan bir diğer çağdaş sistem ise ışık raflarıdır. Işık rafları da gün ışığını taşıyarak başka noktalara iletmektedir. Yapıların çatılarına yerleştirilen ışık tüpleri, aldığı ışığı yansıtıcı borularla birlikte diğer mekânlara aktarmaktadır [30].

Günümüzde enerjinin etkin kullanımı, sürdürülebilirlik, doğayı koruma kavramları ile daha da ön plana çıkan doğal ışık kullanımı teknolojinin sunduğu olanaklar ile de gelişmekte ve daha fazla yapıya uygulanabilmektedir. Yapıların cephelerinde bulunan camların yeni teknolojili holografik optik elemanlardan ya da yansıtıcı özellikteki camlar ile yapılması durumunda, gün ışığı mekânlarda hem

daha fazla alana ulaşabilecek hem de fazla gün ışığının oluşturacağı olumsuzlukların önüne geçilebilecektir. Fiber optik gibi henüz çok yaygın olmayan teknoloji yapılarında ise gün ışığının mekâna iletilebilmesinin yanı sıra ışığın depolanarak akşamları kullanılması da enerji bakımından olumlu bir dönüş sağlayabilecektir. Bu sistemler, doğal ışığın yapılarıdaki etkinliğini artırmanın yollarını sunmaktadır.

II. ARASTIRMA TASARIMI

Çalışmada gelişen teknolojik ve yapım teknikleri sonucunda, doğal ışığın tasarımdaki kullanım yaklaşımlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bunun için Jean Nouvel yapıları üzerinden konu ele alınmıştır. Nouvel belli bir üslup ile kendini sınırlandırmayan ve deneyselciğin mimarlık anlayışına sahiptir. Tasarımlarında gün ışığını etkin ve özgün kullanmaktadır. Çalışmada Jean Nouvel'in seçilen yapıları, doğal ışığın iç mekân tasarımına etkisi, kullanılan sistemler, tasarım anlayışında doğal ışığın yeri, doğal ışığın kullanım biçimi açısından analiz edilmiştir. Daha sonra analiz sonuçları kategorize edilerek, genel eğilimin izlenebileceği bir diyagram oluşturulmuştur. Tasarımda doğal ışığın kullanımını oluşturan faktörler çok boyutlu ortaya konulmuştur.

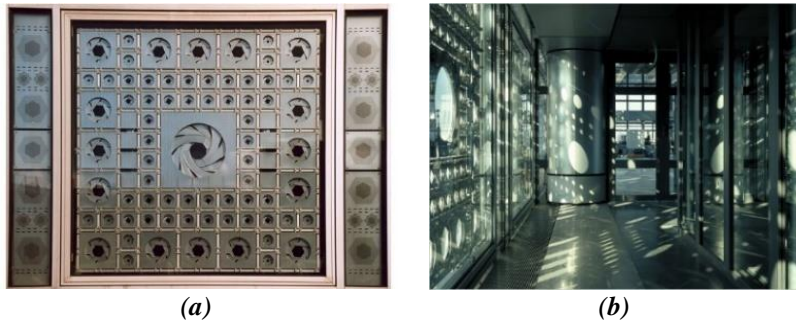
III. ANALİZ VE BULGULAR

A. JEAN NOUVEL YAPILARINDA DOĞAL IŞIĞIN İÇ MEKÂN TASARIMINA ETKİSİ

Çalışmada Jean Nouvel'in Fransa'da bulunan Arap Dünya Endüstri Müzesi, İspanya'daki Torre Agbar ofis yapısı, Katar'daki Doha Tower ofis yapısı ve Birleşik Arap Emirlikleri'ndeki Abu Dhabi Louvre Müzesinden doğal ışığın kullanımını üzerine analizler elde edilmiştir.

A.1. Arap Dünya Endüstri Müzesi

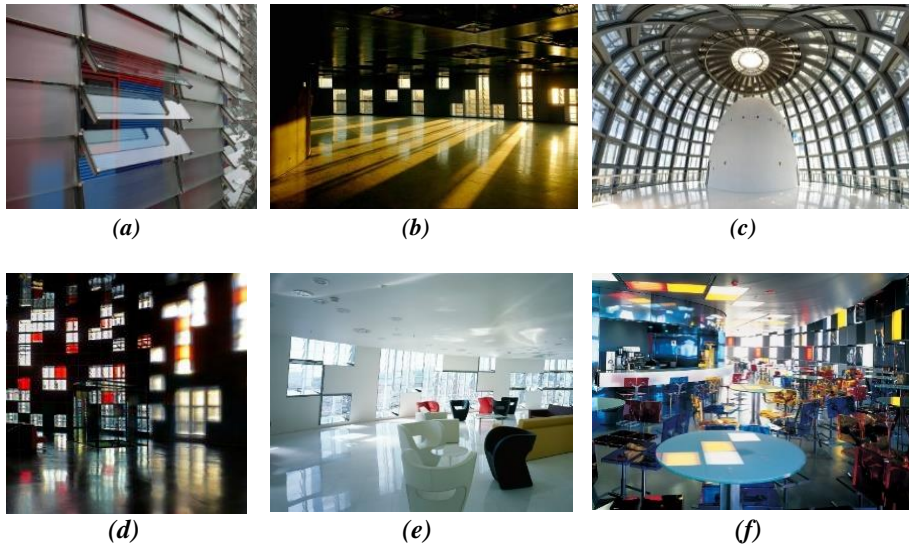
Arap Dünya Endüstri Müzesi Nouvel tarafından 1981-1987 yılları arasında Paris'te bir kültür yapısı işleviyle hizmet vermektedir. Nouvel, doğal ışığı yapıda etkin bir şekilde kullanmıştır. Yapının ana özelliği ve yenilikçi unsuru güney cephede bulunan güneş ısısına ve parlamaya karşı koruyan brisesoleiller olmuştur [31]. Yapının tüm cephesi etkin bir şekilde doğal ışık alırken özellikle güney cephesinin bu özelliği yapıya karakteristik bir özellik kazanmıştır. Yapının güney cephesinde bulunan ışığa duyarlı motor kontrollü diyaframlar (Şekil 4a) sayesinde mekânda sürekli hareketlilik olmaktadır. Işığa duyarlı diyaframlar, güneş ışığının şiddetine göre kapanıp açılmakta ve bu hareketlilik iç mekândaki yüzeylerde ışık-gölge etkisiyle desen oluşmasını sağlamaktadır (Şekil 4b). Doğal ışığın mekânda oluşturduğu bu dinamik etki iç mekânda, mekânı değiştirici ve deneyimi geliştirici bir rol oynamaktadır [3].



Şekil 4. Arap Dünya Enstitüsü Müzesi ve Gün Işığı (a) Işığa duyarlı motor kontrollü diyafram cephesi (b) İç mekânda doğal ışık desen oluşumu [32]

A. 2. Torre Agbar (Torre Kulesi)

Torre yapısı Nouvel tarafından 1999-2005 yılları arasında İspanya Barselona’da yapılmış ve ofis yapısı olarak kullanılmaktadır. Torre Agbar yapısında doğal ışık, sürdürülebilirlik ilkesi kapsamında yapı tasarımında rol almıştır. Doğal ışığın iç mekâna alınmasını sağlayan pencereler, bu yapı için havalandırma sağlamanın yanı sıra enerji depolanmasını da sağlamış, ayrıca yapıda iç mekâna doğal ışığı en etkili şekilde alabilmek için özel brielama ve fotoelektrik cam paneller kullanılmıştır [33-34]. Bu fotovoltaik cam paneller tarafından üretilen enerji depolanmakta ve geceleri aydınlatma için kullanılmaktadır [34]. Mimar sürdürülebilirlik kapsamında, mekânda doğal aydınlatma kullanımının etkin olması ve aynı zamanda doğal ışığın mekândaki tasarımsal gücünü kullanmak için çift cidarlı tasarladığı yapının ilk katmanında toprak tonları, mavi, yeşil ve gri renklerde cilalı [33] renkli alüminyum levhalar eklemiştir. Güneşin mevsimsel ve gün içindeki hareketleri renkli alüminyum levhalara yansımaları ile iç mekânda karesel şekil yansımaları (Şekil 5b,5d,5f) oluşturulmuştur. Aynı zamanda açılı cam panjurlar (Şekil 5a) gün ışığının açılı hareketlerle mekâna alınmasını sağlamıştır. Torre Agbar yapısında doğal ışık iç mekân tasarımında daha çok görsel konfor sağlanması [35] (Şekil 5c, 5e) ve sürdürülebilirlik amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 5. Torre Agbar Yapısı (a) Açılı cam panjurlar [33] (b) İç mekân [33] (c) Kubbe [36] (d) Giriş kısmı [37] (e) Dinlenme alanı [37] (f) Kafeterya alanı [38]

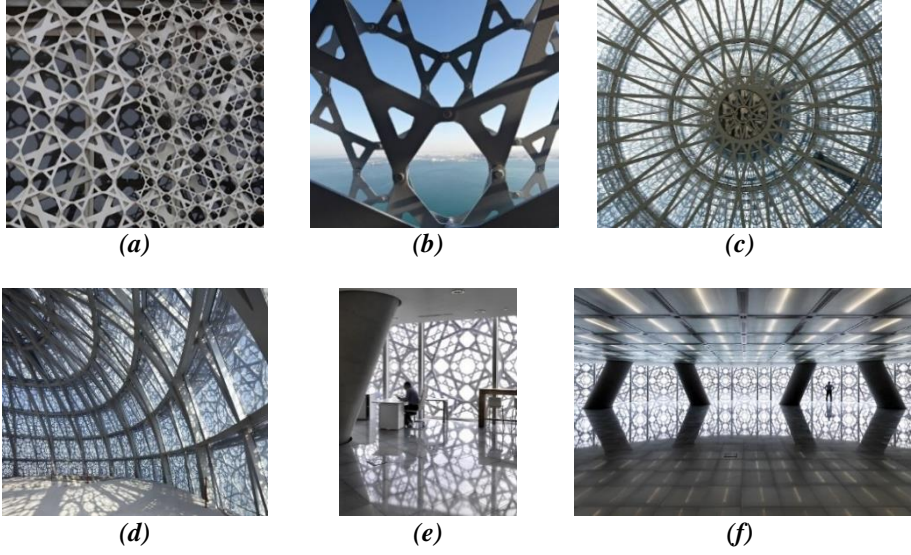
A.3. Doha Tower (Doha Kulesi)

Doha Tower Nouvel tarafından 1999-2005 yılları arasında Katar Doha’da bulunan ve içerisinde ofisler, restoran ve son iki katında konut bulunan kompleks bir yapıdır. Doha Tower yapısı genel konstrüksiyon tasarımı bakımından Torre Agbar yapısına benzemektedir. Her iki yapıda da çift cidarlı cephe strüktür tasarımı yapılmıştır. Doha Tower’da hem gün ışığından faydalanmak hem de Katar’ın sıcak hava ikliminden etkilenmemek için *müşrefiyelerden*⁵ esinlenerek tasarlanan dört kelebek birimini farklı açı ve boyutlarda (Şekil 6a,6b) güneşin geliş açısına göre üst üste bindirilmesi ile oluşturulmuştur [39]. Aynı zamanda iklimin sıcak olması nedeni ile delikli bir strüktür tasarlanmıştır. Bu strüktür sayesinde hem gün ışığı mekâna etkili alınmış hem de mekânda maksimum gölgeleme sağlanmıştır [40]. İç camlarda da fazla güneş ışınlarını yansıtmak için yansıtıcı camlar [40] kullanılması sayesinde de doğal ışığı iç mekâna kontrollü bir şekilde almayı başarmıştır. Katar gibi sıcak bir iklimde dahi günümüz teknolojik çözümler sayesinde doğal ışık iç mekân tasarımına katılabilmektedir. Yapının strüktürel yapısı sayesinde ışığın mekâna aktarılırken oluşturduğu ışık – gölge sayesinde mekân yüzeylerinde desen oluşumu da sağlanmıştır (Şekil 6d,6e). Ayrıca doğal ışık 360° yapının tüm yönlerinden mekâna alınmaktadır (Şekil 6c,6f). Doha Tower örneği sayesinde de doğal ışığın iklimsel durumlarda da mekâna etkili bir şekilde alınabilme yolları gösterilmiş olmuştur.

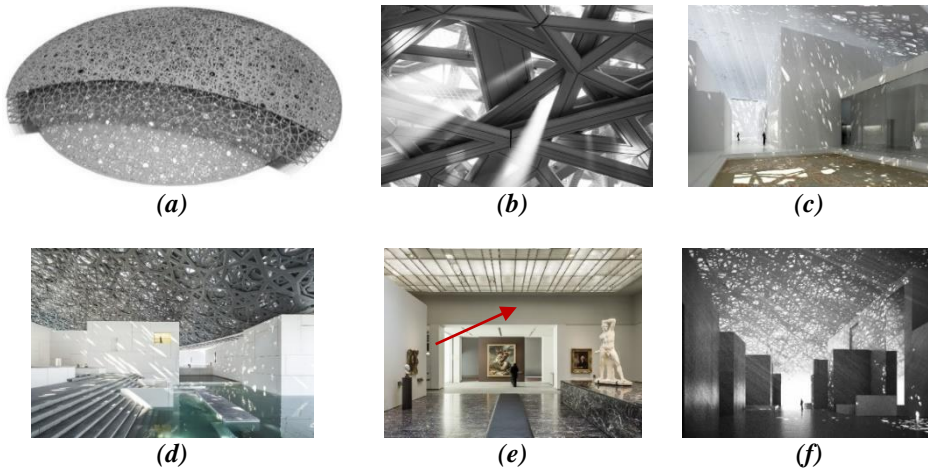
⁵ Müşrefiye, genellikle Arap evlerinde bulunan ve ahşap kafeslerle oluşturulan bir tür cumbalı pencere elemanıdır.

A.4. Louvre Abu Dhabi Müzesi

Louvre Abu Dhabi Müzesi 2013-2017 yılları arasında Birleşik Arap Emirlikleri Abu Dhabi'deki Saadiyat Adası'nda bulunan ve karadan herhangi bir şekilde ulaşımı olmayan bir ada müzesidir. Müzenin en önemli mimari özelliği parametrik tasarım yoluyla yapılan ağ şeklindeki kubbe tasarımı olmuştur. Bu karmaşık kubbe tasarımı üst üste binen sekiz katmanda çeşitli boyut ve açılarda tekrarlanması ile oluşturulmuştur [43] (Şekil 7a). Doğal ışığın sekiz katmanlı kubbeden süzülerek (Şekil 7b) mekâna aktarılması ile mekânda bir ışık yağmuru efekti oluşturulmuştur [44] (Şekil 7c,7f). Bu yağmur efekti kullanıcılara iç mekânda sinematik ve hareketli bir mekân deneyimi yaşatarak doğal ışık mekânda etkinleştirilmiştir [44]. Aynı zamanda mekâna süzülen güneş ışınları iç mekânda bulunan havuzlardan kırılıp yansımaktadır. Yansıyan ışınlar ise suyun hareketiyle birlikte mekân yüzeylerine hareketlilik katmaktadır (Şekil 7d). Müzenin iç mekânlarındaki müze galerilerinde, yan pencerelerden alınan veya 'zenithal' aydınlatma yoluyla filtrelenmiş doğal ışık bulunmaktadır. Güneş ışığını yakalamak ve galeri alanlarına yönlendirmek için mekânların tavanlarında cam ayna ve cam tavanlar kullanılmaktadır [45] (Şekil 7e). Louvre Abu Dhabi Müzesi'nde ışık anlamsal yönüyle kullanılarak kinetik etki yaratılmıştır.



Şekil 6. Doha Tower Yapısı (a) Cephe düzeni [41] (b) Cephe sistem bağlantıları [41] (c) 360° doğal ışığın mekâna alınımı [41] (d) 360° doğal ışığın mekânda desen oluşumu [41] (e) Ofis birimine doğal ışığın yansımaları [42] (f) İç mekâna doğal ışığın alınımı [42]



Şekil 7. Louvre Abu Dhabi Müzesi (a) Parametrik kubbe tasarımı (b) Doğal ışığın kubbeden geçişi (c) Doğal ışığın iç mekânda oluşturduğu desenler (d) Doğal ışığın havuzlara yansımaları (e) Kapalı mekânlarda ışık tüpleri ve cam tavan kullanımı (f) İç mekânda ışık yağmur efekti [44]

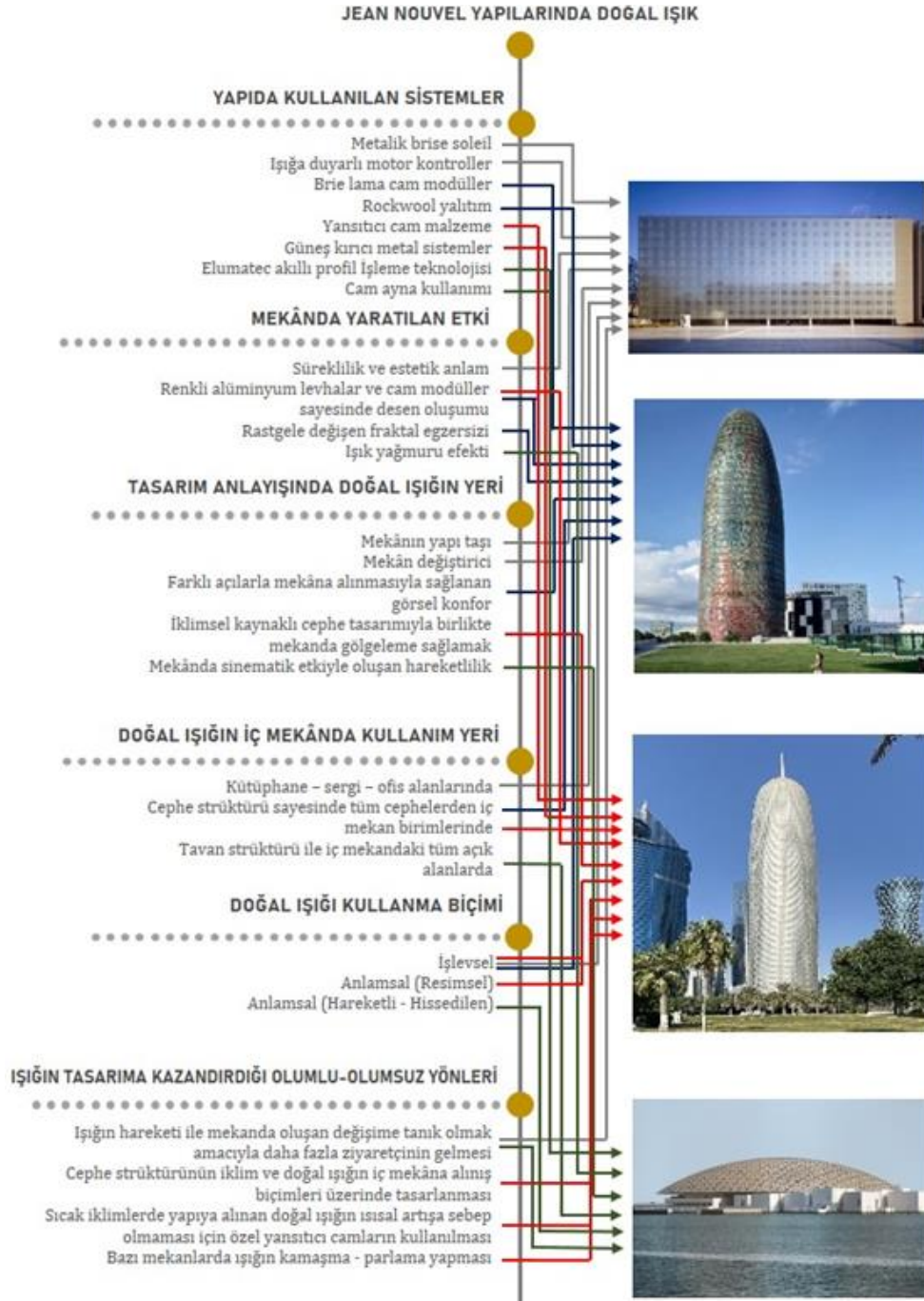
Jean Nouvel'in dört yapısına ait veriler birlikte değerlendirildiğinde (Tablo 1);

- Jean Nouvel genellikle yapılarında ışık yardımıyla yağmur efektleriya da tasarımın yapıldığı yerin kültürü ile bağlantılı desenleri, cephe tasarımda kullanarak oluşturduğu delikli strüktürler yardımıyla ışığın mekâna alınımını kontrol edebilmekte ve mekânda oluşan desen, ışık – gölge oyunlarıyla mekânlara hareketlilik ve estetiklik katmanın basit yollarından olduğunu belirtmektedir.
- Jean Nouvel'in doğal ışığı iç mekâna genellikle tüm cephelerden ve tepeden almayı tercih etmektedir. Fakat kimi yapılarında mekânda oluşturmak istediği etkiden dolayı sadece tepe ya da sadece tek cepheden mekâna almayı da tercih etmektedir.
- Nouvel sürdürülebilirlik ve enerji verimliliğinin günümüz dünyasında çok önemli olduğundan ve kendi tasarımlarında da kullandığı malzeme ve sistemlerin uzun yıllar kullanılabilir olmasına dikkat ediyor. Ayrıca Nouvel bütün ışık mimarlıklarının en baştan beri kendisini etkilediğini belirterek, Arap mimarisinde ışığın maşrabiyelerden delip geçişinin etkisinin kendi tasarımlarında da ilham olduğunu belirtmiştir. Tasarımlarında ışığı kırılma, titreşim, şeffaflık ve doku üzerindeki oynamalarla kullanmıştır [50]. Örneğin Abu Dhabi Müzesi'nde yapının delikli kubbe tasarımı sayesinde güneşin gün boyunca hareketiyle iç mekâna alınan ışığın, mekânda sinematik bir etkiyle hareketlilik katması amaçlanarak tasarımda doğal ışık etkinleştirilmiştir.
- Nouvel genellikle tasarımlarını yaparken yapılarında, cephe tasarımına ve bu cephe tasarımının iç mekâna ışığın alınımına etkisi olduğu için malzemelerin hem sürdürülebilir olması hem de uzun ömürlü olmasına dikkat etmektedir. Genel olarak metal brisesoleiller, ışığa duyarlı motor kontrollü sistemler, şeffaf ve yarı saydam brie lama cam modüller, yansıtıcılık için alüminyum plakalar, güneş kırıcı metal plakalardır. Ayrıca Elumatec profil işleme teknolojisini katmanlı cephe tasarımlarında kullanmaktadır.
- Jean Nouvel tasarımlarında doğal ışığı genellikle işlevsel amaçla kullanmaktadır. Gün ışığından maksimum düzeyde yararlanmak için dairesel kuleler, kubbeler tasarlayarak her yönden mekâna ışık alınımını sağlamıştır. Fakat Louvre Abu Dhabi müzesi gibi bazı yapılarında da ışığı anlamsal olarak kullanmıştır. Bu tarz yapılarda amacı kullanıcılar hissettirmek istediklerini ışıkla bağdaştırmıştır.
- Doğal ışık kullanımının tasarıma kazandırdığı olumlu ve olumsuz yönleri bakımından bakıldığında ise yapılmış olan yapıların çoğunluğunda doğal ışık kullanımı, tasarıma olumlu katkılar sağlamıştır. Örneğin Dünya Arap Enstitüsü Müzesindeki ışığa duyarlı motor kontrollü diyaframlar sayesinde iç mekândaki yüzeylerde, sürekli hareketlilik sağlandığından kullanıcıların çoğunluğu bu değişimlere şahit olmak için müzeye gelip değişimi beklemektedir. Aynı şekilde Louvre Abu Dhabi müzesinde de insanların üstüne mekânda ışık yağmur gibi yağıyormuş hissi hissettirdiği için insanlar bunu deneyimlemeye, gündüz ve gece mekândaki ışığın dolaşımını izlemeye gelmektedir. Ek olarak sıcak bir iklimde bulunan yapıda ışık, mekânda herhangi bir ısı yükselmesi ya da olumsuzluk yapmamaktadır. Mimar bu amaçla mekâna havuzlar tasarlayarak bunun önüne geçmiştir. Doha Tower yapısında maşrabeyalardan ilham alınarak tasarlanan cephe tasarımı sayesinde mekânda oluşturduğu desenlerin haricinde iyi derecede gölgeleme de sağlamaktadır [48]. Doha Tower'ın yapı strüktüründen dolayı ışık mekâna strüktürün aralarından sızarak gelmekte; mekâna direk nüfuz etmemektedir. Aynı zamanda yapı Katar gibi sıcak bir ülkede bulunduğu için mimar bunu göz önüne alarak camları da yansıtıcı camlar şeklinde tasarlayarak doğal ışığın fazla girmesinin önüne geçmeye çalışmıştır.

Tablo 1. Jean Nouvel Yapılarında Tasarım Ögesi Olarak Gün Işığı

Jean Nouvel Yapılarında Doğal Işık	Arap Dünya Endüstri Müzesi	Torre Agbar	Doha Tower	Abu Dhabi Louvre Müzesi
Kullanılan Sistem	ADE'nin güney cephesinde ısısal koruma sağlayan metalik brissoleiller bulunmaktadır. Aynı zamanda sistem ışığa duyarlı motor kontrollü diyaframlar içermektedir [31].	Cephedeki ikinci katmanda brie lama cam modüller kullanılmıştır. Ayrıca enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik için 4500 pencere gün ışığından en iyi şekilde yararlanabilmek için tasarlanmıştır [47].	Yapı strüktürünün ilk katmanında güneş ısısından korumak ama ışığı da mekâna almak adına yansıtıcı özellikteki cam malzeme ve ikinci katmanında da güneş kırıcı kelebek birimler kullanılmıştır [14].	Elumatec akıllı profil işleme teknolojisi [49] ile çelik ve alüminyum kullanılarak oluşturulan ağ desenli kubbeden ışığın süzülerek mekana girmesi sağlanmıştır. İç mekânlara doğal ışığın taşınması için zenithal [45] ve cam aynalar kullanılmıştır.
Mekânda Yaratılan Etki	Güney cephedeki sistem sayesinde mekâna sürekli hareketlilik ve estetik anlam katılmıştır.	Yapının iç katmanındaki açıklıklar, ikinci katmandaki renkli alüminyum levhalar ve cam modüller sayesinde zamansal ışık değişimleriyle iç mekân yüzeylerinde desen oluşumu sağlanmıştır.	Doğal ışığın cephedeki strüktür ilebirlikte iç mekândaki yüzeylerde ışık-gölge ile desen oluşturmaktadır.	Her bir ışık ışınının tavan strüktüründeki katmanlardan nüfuz ederek mekânda ışık yağmuru efekti oluşturmaktadır [44].
Tasarım Anlayışında Doğal Işığın Yeri	Yapıda ışık bir yapı taşı ve mekânı değiştirici olarak kullanılmaktadır.	Doğal ışık, açılı ve hareketli cam panjurlar ve kübik açıklıklardan iç mekâna kontrollü bir şekilde alınarak görsel konforun üst seviyede olması sağlanmaktadır.	İklimin sıcak olmasından dolayı gün ışığını mekâna etkili almak için yapı delikli strüktür şeklinde tasarlanmış ve mekânlarda da gölgeleme sağlanmıştır [40].	Doğal ışığın gün içindeki hareketi ile mekânlarda sinematik etki ve hareketlik oluşturmaktadır [44].
Doğal Işığın İç Mekânda Kullanım Yeri	Işık, güney cephede bulunan sergi – kütüphane ve ofis birimlerine alınmaktadır [32].	Doğal ışık mekâna tüm cephelerden ve tavandan alınmaktadır.	Yapı şekli ve strüktürü sayesinde doğal ışık tüm yüzeylerinden mekâna alınabilmektedir.	Tavan strüktüründen iç mekânlara alınması sağlanmıştır.
Doğal Işığı Kullanma Biçimi	İşlevsel	İşlevsel	İşlevsel ve anlamsal (resimsel)	Anlamsal (hareketli- hissedilen)
Doğal Işığın Kazandırdığı Olumsuz Yönler	Kullanıcılar cephe diyaframlarının mekânda oluşturduğu hareketliliği gözlemlemek için mekânda daha fazla zaman geçirmektedir [46].	-	Doğal ışığın cephe tasarımı sayesinde mekânda oluşturduğu desenlerin haricinde iyi derecede gölgeleme de sağlamaktadır [48].	Ziyaretçiler doğal ışığın kubbeden süzülmesi ile oluşturduğu yağmur efektini deneyimlemek için de müzeye gelmektedir [44].

Bu noktadan yola çıkarak veriler kategorize edildiğinde Jean Nouvel'in doğal ışığı tasarımda kullanma yaklaşımı, Şekil 8' deki diyagram ile görselleştirilmiştir. Nouvel tasarımlarında doğal ışığı cephe strüktürü ile birlikte çalıştırarak biçimlendirdiği ve ışığın etkisini kontrol ederek mekânlarda doğal ışığın etkisini güçlendirdiği ve çeşitlendirdiği görülmektedir. (Şekil 8).



Şekil 8. Jean Nouvel Yapılarında Doğal Işık Kullanım Yollarının Genel Diyagramı

IV. SONUÇ

Doğal ışık, mimari mekânın biçimlenmesinde renk, doku, malzeme gibi tasarım öğelerinin görünür olmasına, mekân deneyiminin zenginleşmesine katkı sağladığı bilinmektedir. Günümüzde gelişen teknolojiler, beraberinde birçok yeni yapıım sistemleri ve malzemeler sunmaktadır. Bu yeni sistem ve

malzemeler, doğal ışığı iç mekân tasarımlarına katmanın yollarını, ışık ile mekânda oluşturulacak etkinin mekânı tanılamadaki gücünü ortaya koymaktadır. Doğal ışığın mekâna alınış biçimi, yönü, mevsimsel ve zamana göre hareketi ve şiddeti mekâna farklı anlamlar kazandırmaktadır.

Jean Nouvel de yapmış olduğu çoğu tasarımlarında gün ışığını mekânda etkin bir şekilde kullanmış ve kullanıcılara eşsiz deneyimler yaşatabilmiştir. Yapılarında kullandığı metalik brisesoleiller, yansıtıcı camlar, ışığa duyarlı motor kontrollü sistemler, güneş kırıcı teknolojiler ve brie lama camlar sayesinde mekâna aldığı ışığı kontrol edebilmiş aynı zamanda yapıların enerji verimli yapılar olmasını da sağlayabilmiştir. Doğal ışık tasarımlarındaki ritmi, mekân karakterini de etkileyerek mekanlarda süreklilik, çeşitli efekt oluşturma hissi, yüzeylerde değişken desen oluşumu ile mekanlara kimlik kazandırarak mekanların doğal ışıkla ilişkilendirilmesine katkı sağlamıştır. Yapı strüktürünün etkisiyle doğal ışığın mekâna yansması mimarın mekâna katmak istediği etki ile yakından ilişkili olmaktadır. Nouvel tasarladığı müze yapısında ziyaretçilerin mekânda yağmur efektini deneyimlemesini istediği için yapının tavan strüktürüne parametrik tasarım sayesinde ağ kubbe tasarlamıştır. Bu ağ kubbe tavan, ışığın mekâna direk gelmesini önleyerek, kubbedeki farklı katmanlardan süzülmesi ile istediği efekti mekânda oluşturabilmesini sağlamıştır. Yani tasarımcının mekânda oluşturmak istediği etki, nasıl bir tasarım kararı alması gerektiği yönünde tasarımcıya kılavuzluk etmektedir. Doğal ışık çoğu zaman görsel konfor ihtiyaçlarını karşılamak için cephelerdeki açıklıklardan iç mekâna alınmıştır. Ama doğal ışığın sadece görsel konfor sağlamanın yanında anlamsal ihtiyaçları karşılaması için de kullanıldığı görülmüştür. Işık kendi başına mekânın ana tasarım ögesi olarak kullanıldığında mekânın yapıtaş-yer değiştirici rolünü üstlenmiştir. Doğal ışığın mekâna kattığı tüm bu olumlu yönlere karşın olumsuz yönleri ile de karşılaşılabilir. Işığı mekâna alırken kullanma yönü, biçimi, gün ışığının şiddeti dikkati alınması gereken önemli unsurlardandır. Çünkü ışık mekânda görsel konfor sağlayabildiği gibi fazla ve kontrolsüz şekilde alınması ile de kamaşma ve parlama sorunları doğurabilmektedir. Jean Nouvel yapılarında genellikle gün ışığını tüm cephelerden mekâna almayı tercih etmiştir. Ama bunu yaparken tasarladığı cephe strüktürünü ve kullandığı cam malzemeleri mekânda kamaşma ya da parlama yapmamasını göz önüne alarak belirlemiştir. Buna ek olarak Nouvel gün ışığını mekânda etkin kullanması sonucu ısısal sorunlar yaşamamak için bazı yapılarında mekân içerisine küçük havuzlar ekleyerek, suyun hareketleri ile hem ısı sorununa çözüm bulmuş hem de ışığın suda yaptığı kırılmalar sonucu mekânda ışık oyunları oluşmasını sağlamıştır. Kısacası doğal ışık tasarımlara katılmak istediğinde işlev, yapı ve mekânlar üzerinden önemli okumalar yapılması gerekmektedir. Işığın nasıl alınacağı, mekânda oluşturulmak istenen etkiye nasıl cevap vereceği, tasarıma katacağı olumlu veya olumsuz yönleri, tasarım aşamasında iken dikkatlice analiz edilmeli ve bu analiz sonuçlarına göre yapım sistem ve malzemeleri seçilmelidir.

Günümüzde de enerji korunumu ve ekolojik çevre kavramlarının öne çıkması ile birlikte mekanlarda doğal ışık kullanımına yönelik sistem ve teknolojiler de gelişmektedir. Aynı şekilde doğal ışığın tasarıma katılmasının da önemli bir gereklilik olduğu düşünülmektedir. Doğal ışık mekânların statik durumdan dinamik duruma geçişini sağlayabilen en basit ve etkili yollardan birisi olarak görülmesi, mekân tasarımının gün ışığının katılmasındaki önemini de göstermektedir.

V. KAYNAKLAR

[1] G. Yıldız, “Doğal ışığın mimari mekânı biçimlendirmesi ve anlam boyutu üzerine (Louis I Kahn ve Tadao Ando),” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1995.

[2] A.B. Tefvikler, “Daylighting and its effects on interior atmospheres,” M.S.thesis, Department of Interior Architecture and Environmental Design and Institute of Fine Arts, Bilkent University, Ankara, Turkey, 1996.

- [3] B. Atabay, “Doğal ve yapay ışığın mekânı anlamlandırma gücü ve bir arada bulunma dinamikleri,” Yüksek Lisans tezi, Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2010.
- [4] M. Elibaidi, “Effect of daylight on students’ behavior in libraries,” M.S. thesis, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Çankaya University, Ankara, Turkey, 2017.
- [5] G. Sedef, “Doğal ışığı duygu durum üzerindeki etkileri Sancaklar Camii incelemesi,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2018.
- [6] D. Bayhan, “Gün ışığı almayan kapalı mekânlarda gün ışığı etkisi yaratan uygulamaların kullanıcı algısına etkisi üzerine bir çalışma,” Yüksek Lisans tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2018.
- [7] G. Üçüncü, “Gün ışığı kullanımı açısından Le Corbusier, Alvar Aalto ve Tadao Ando arasındaki benzerlikler ve farklılıklar,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 1995.
- [8] D. Tezel, “Mekân tasarımında doğal ışığın etkileri,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2007.
- [9] P. Özmen, “20. yüzyıl başlarından 1980’lere kadar uzanan süreçte modern mimarlıkta doğal ışık kullanımının irdelenmesi,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2010.
- [10] O. Omar, “Advanced daylight technologies for sustainable architectural design,” M.S. thesis, The Department of Architecture Faculty of Engineering, Alexandria University, Alexandria, Egypt, 2008.
- [11] M. Moayed, “İç mekânda gün ışığı kullanımının sürdürülebilir tasarım kriterleri,” Yüksek Lisans tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2011.
- [12] A. Taghizadeh Sapchi, “Sürdürülebilir müzelerde mekânsal tasarım kriterleri ve gün ışığı kullanımı,” Yüksek Lisans tezi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2016.
- [13] P. Demirel Etlı, “Sürdürülebilir mimarlık kapsamında mimarlık ofislerinde ışığın tasarımdaki rolü ve önemi,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2013.
- [14] K. Akkaş, “Jean Nouvel yapılarında malzeme kullanımı üzerine bir araştırma,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye, 2019.
- [15] İ. Altan, “Mimaride ışık gölge ilişkilerinin psikolojik etkileri üzerine bir araştırma,” Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1983.
- [16] S.E. Rasmussen, *Experiencing Architecture*, Cambridge, USA: The MIT Press, 1964.
- [17] F. Özorhon, “Mimari mekân kimliğini belirleyen yönüyle doğal ışık,” Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2002.
- [18] J. Joedicke, *Space and Form in Architecture*, Stuttgart, Germany: Karl Kramer Verlag, 1985.
- [19] Ş. Ö. Gür, *Mekân Örgütlenmesi*, Trabzon, Türkiye: Gür Yayıncılık, 1996.

- [20] E. Aksugür, “Renk çeşitlerinin özellikleri ayrı iki ışık kaynağı altında, mekânın algılanan büyüklüğüne etkisi,” Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1977.
- [21] Anonim. (2021, 18 Ocak). *Pantheon Tapınağı* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.shutterstock.com/search/roman+pantheon>.
- [22] Anon, *Louis I. Kahn ve Tarih*, İstanbul, Türkiye: Boyut Yayın Grubu, 2002.
- [23] Anonim. (2021, 24 Ocak). *Işık Kilisesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.archdaily.com/101260/ad-classics-church-of-the-light-tadao-ando>.
- [24] Y. Gök ve A. Kayserili, “Geleneksel Erzurum evlerinin kültürel coğrafya perspektifinden incelenmesi,” *Doğu Coğrafya Dergisi*, c. 18, s.30, ss. 175-216, 2013.
- [25] Anonim. (2021, 5 Mart). *Sancaklar Camii* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.archdaily.com/516205/sancaklar-mosque-emre-arolat-architect>.
- [26] E. Tatar, “Sürdürülebilir mimarlık kapsamında çalışma mekânlarında gün ışığı kullanımı için bir öneri,” *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 17, s. 1, ss. 147-162, 2013.
- [27] M. Roginska-Niesluchowska, “The relationship between architectural detail and light in contemporary architecture,” presented at The 1st Virtual International Conference on Advanced Research in Scientific Fields, Slovakia, Dec. 3-7, 2012.
- [28] Heatherwick. (2021, 3 Mart). *UK Pavilion* [Çevrimiçi]. Erişim: <http://www.heatherwick.com/projects/spaces/uk-pavilion/>.
- [29] B. Manav, T. Kutlu, ve M.Ş. Küçükdoğu, “Mimaride kullanılan cam türlerinin aydınlatma açısından incelenmesi,” 5. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu’nda sunuldu, İzmir, Türkiye, 2009.
- [30] A.K. Yener, “Binalarda gün ışığından yararlanma yöntemleri: Çağdaş teknikler,” VIII. Ulusal Tesistat Kongresi’nde sunuldu, İzmir, Türkiye, 2007, ss. 231-241.
- [31] Anonim. (2020, 3 Aralık). *Arap Dünya Endüstri Müzesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.archdaily.com/162101/ad-classics-institut-du-monde-arabe-jean-nouvel>.
- [32] Anonim. (2020, 24 Aralık). *Arap Dünya Endüstri Müzesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://visuallexicon.wordpress.com/2017/10/04/arab-world-institute-jean-nouvel/>.
- [33] Anonim. (2020, 3 Aralık). *Agbar Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://en.wikiarquitectura.com/building/agbar-tower/#>.
- [34] Anonim. (2021, 2 Ocak). *Agbar Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://barcelonalowdown.com/torre-agbar-barcelonas-21st-century-icon/>.
- [35] Anonim. (2021, 2 Ocak). *Agbar Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.thoughtco.com/buildings-and-projects-by-jean-nouvel-4065275>.
- [36] Anonim. (2021, 18 Ocak). *Agbar Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.pedelta.com/structural-review-of-the-dome-of-agbar-tower-p-45-en>.
- [37] Anonim. (2020, 14 Kasım). *Torre Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <http://www.jeannouvel.com/en/projects/tour-agbar/>.

- [38] Anonim. (2021, 18 Ocak). *Agbar Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.tecnospa.com/ko-kr/projects/agbar-tower>.
- [39] Anonim. (2020, 30 Kasım). *Doha Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://thetowerinfo.com/buildings-list/doha-tower/>.
- [40] Anonim. (2020, 3 Aralık). *Doha Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://en.wikiarquitectura.com/building/doha-tower-burj-doha/>.
- [41] Anonim. (2020, 8 Kasım). *Doha Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <http://www.jeannouvel.com/en/projects/doha-9-high-rise-office-tower/>.
- [42] Anonim. (2020, 3 Aralık). *Doha Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: https://archnet.org/sites/15150/media_contents/108722.
- [43] Anonim. (2021, 2 Ocak). *Louvre Abu Dhabi Müzesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://thespaces.com/louvre-abu-dhabis-giant-dome-creates-a-rain-of-light/>.
- [44] Anonim. (2020, 18 Kasım). *Louvre Abu Dhabi Müzesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.archdaily.com/883157/louvre-abu-dhabi-atelier-jean-nouvel>.
- [45] Anonim. (2021, 2 Ocak). *Louvre Abu Dhabi Müzesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.arc magazine.com/louvre-abu-dhabi-uae/>.
- [46] Anonim. (2020, 18 Kasım). *Arap Dünya Endüstri Müzesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.damlatoker.com/mercekte-arap-dunya-enstitusu-jean-nouvel/>.
- [47] G. Nastase, M. Hornet, A. Şerban, and R. Gavriluc, "Office buildings with double-skin façade in Europe," *Bulletin of the Transilvania University of Braşov*, vol. 5, no. 54, pp. 231-236, 2012.
- [48] Anonim. (2021, 10 Ocak). *Doha Kulesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.scalemag.online/dohas-most-famous-highrise-building/>.
- [49] Anonim. (2020, 21 Kasım). *Louvre Abu Dhabi Müzesi* [Çevrimiçi]. Erişim: https://www.elumatec.com/upload/customer-magazine/file/elumatec_AG_360Grad_2018-01_TR-U23y.pdf.
- [50] Anonim. (2021, 10 Ocak). *Jean Nouvel* [Çevrimiçi]. Erişim: http://www.yapi.com.tr/haberler/jean-nouvel-kopyala--yapistir-mimarliga-karsiyim_49979.html.