

Manuscript ID: <https://doi.org/10.38027/iccaua2023tr0016>

## Investigation of Passive Design Criteria in terms of Thermal Comfort and Energy Consumption for Mosques: Istanbul Case

\* <sup>1</sup> Ph.D. Candidate. **Ahmet Bircan Atmaca**, <sup>2</sup> Professor Dr. **Gülay Zorer Gedik**  
Building Physics Group, Department of Architecture, Yildiz Technical University, Istanbul 34349, Turkey. 1 & 2  
E-mail 1: [abatmaca@yildiz.edu.tr](mailto:abatmaca@yildiz.edu.tr), E-mail 2: [ggedik@yildiz.edu.tr](mailto:ggedik@yildiz.edu.tr)

### Abstract

The thermal comfort level of the mosques affects the prayer efficiency, the activity duration and the health of the users. Also, it is an important parameter to keep energy consumption at a minimum level while providing acceptable thermal comfort in the indoor environment. In order to ensure thermal comfort and to use energy effectively, it is necessary to pay attention to passive design criteria in the design process of mosques. Within the scope of this study, design criteria such as location, environment variables, building form, plan scheme, etc. were investigated according to the regulations and standards, manuscripts in the literature. This paper will be a base for researchers in future studies on mosques.

**Keywords:** Thermal comfort; Mosque; Religious Building; Building Envelope; Building Type.

## Camiler için Isıl Konfor ve Enerji Tüketimi açısından Pasif Tasarım Ölçütlerinin İncelenmesi: İstanbul Örneği

### Özet

Camilerin ısı konfor düzeyi kullanıcıların ibadet verimini, aktivite süresini ve sağlığını etkilemektedir. Ayrıca, iç mekanda kabul edilebilir ısı konfor sağlanırken enerji tüketimini en az düzeyde tutmak önemli bir parametredir. Isıl konfor sağlamak ve enerji tüketiminin etkin şekilde kullanmak için camilerin tasarım sürecinde pasif tasarım ölçütlerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında konum, çevre değişkenleri, bina biçimi, plan şeması gibi tasarım ölçütleri literatürdeki makaleler, standartlar ve yönetmeliklere göre incelenmiştir. Bu çalışma camiler üzerine yapılacak gelecek çalışmalar ve araştırmacılar için bir altlık oluşturacaktır.

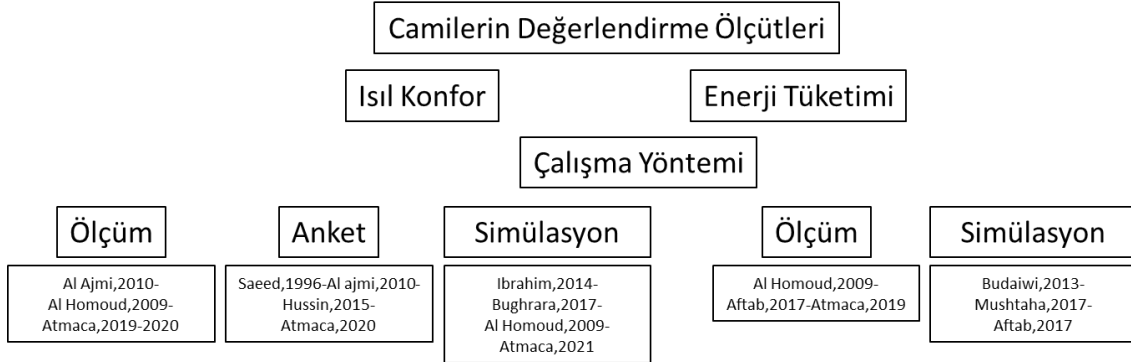
**Anahtar Kelimeler:** Isıl Konfor; Cami; Dini Yapı; Yapı Kabuğu; Bina Türü.

### 1. Giriş

Isıl konfor, kişinin bulunduğu ısı çevreden memnun olma durumudur (ISO 7730, 2005). Binalarda kullanıcıların ısı konfor düzeyini artırmak için 1897 yılından günümüze kadar deneysel, ölçme ve anket gibi çeşitli yöntemlerle birçok çalışma yapılmaktadır (Taleghani, Tenpierik, Kurvers, & Van Den Dobbelssteen, 2013). P. O. Fanger, 1970'li yıllarda yüksek okul öğrenim çağındaki 1300 kişi üzerinde araştırma yaparak ılıman nemli iklim bölgelerindeki iklimlendirilmiş binalarda, sabit çevre koşullarını saptamak için bir model geliştirmiştir (Van Hoof, 2008). Bu modelde, psikolojik algı ile istatistiksel veriler birleştirilmiş ve kişilerin ısı duyarlılığını öngören bir ölçek hazırlanmıştır. Fanger, kişilerin memnuniyet duyularını sayısal verilere aktardığı PMV (Ortalama Isıl Duyum-Predicted Mean Vote) — PPD (Ortalama Memnuniyetsizlik Oranı-Predicted Percentage Dissatisfied) ölçeğini, ortam sıcaklığı, hava devinim hızı, ortalama ışınım sıcaklığı, bağıl nem, kişilerin aktivite seviyesi ve giysi yalıtım değeri parametrelerinden oluşturmuştur (Fanger, 1972). ASHRAE Standart 55 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) ve ISO 7730 (International Organization for Standardization) standartlarında PMV-PPD ısı konfor ölçeği yer almaktadır (ASHRAE 55, 2013; ISO 7730, 2005).

Dini yapıların kullanım yoğunluğu ve kullanım saatleri ofis, okul, alışveriş merkezi, hastane gibi bina tiplerinden oldukça farklıdır. Bu nedenle ısı konfor yönünden diğer bina tiplerinden ayrı değerlendirilmelidir. Ancak dini yapıların ısı konfor düzeyinin ve enerji tüketiminin belirlenmesi hakkında oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazılarında ortam ısı konforunu belirlemek için ölçümler yapılmıştır (Al-ajmi, 2010; Al-Homoud, Abdou, & Budaiwi, 2009; A. B. Atmaca & Zorer Gedik, 2019). Bazı çalışmalarda kullanıcıların ısı hislerini saptamak için standartlarda var olan 7'li skalaya göre hazırlanan anketler yapılmıştır (Al-ajmi, 2010; A. B. Atmaca & Zorer Gedik, 2020; Hussin, Salleh, Chan, & Mat, 2015; Saeed, 1996). Günümüz teknoloji imkanları kullanılarak simülasyon programları aracılığıyla camilerin ısı konfor düzeyinin belirlenmesi ve tasarım senaryolarının oluşturulması mümkündür (Al-Homoud, 2009; Atmaca, Zorer Gedik, & Wagner, 2021; Bughrara, Arsan, & Akkurt, 2017; Ibrahim, Baharun, Nawi, & Junaidi, 2014). Camilerin kabul edilebilir ısı konfor düzeyinden ödün vermeden enerji tüketiminin minimum düzeyde olması gerekmektedir. Bu nedenle enerji tüketimi üzerine mevcut durumu belirlemek için ölçüm yöntemi kullanılmaktadır (Aftab, Chen, Chau, & Rahwan, 2017; Al-Homoud et al., 2009; Atmaca & Zorer Gedik, 2019). Enerji tüketimini minimize etmek için simülasyon yöntemi ile camilerin

tasarımı üzerine senaryolar geliştirilmektedir (Aftab et al., 2017; Atmaca, Zorer Gedik, & Wagner, 2021; Budaiwi, Abdou, & Al-Homoud, 2013; Mushtaha & Helmy, 2017). Camilerin ısı konfor ve enerji tüketimi alanlarında oluşturulan Şekil 1’de literatürdeki araştırmaların yöntemi ve çalışma konuları kaynakça isimlerine göre belirtilmiştir.

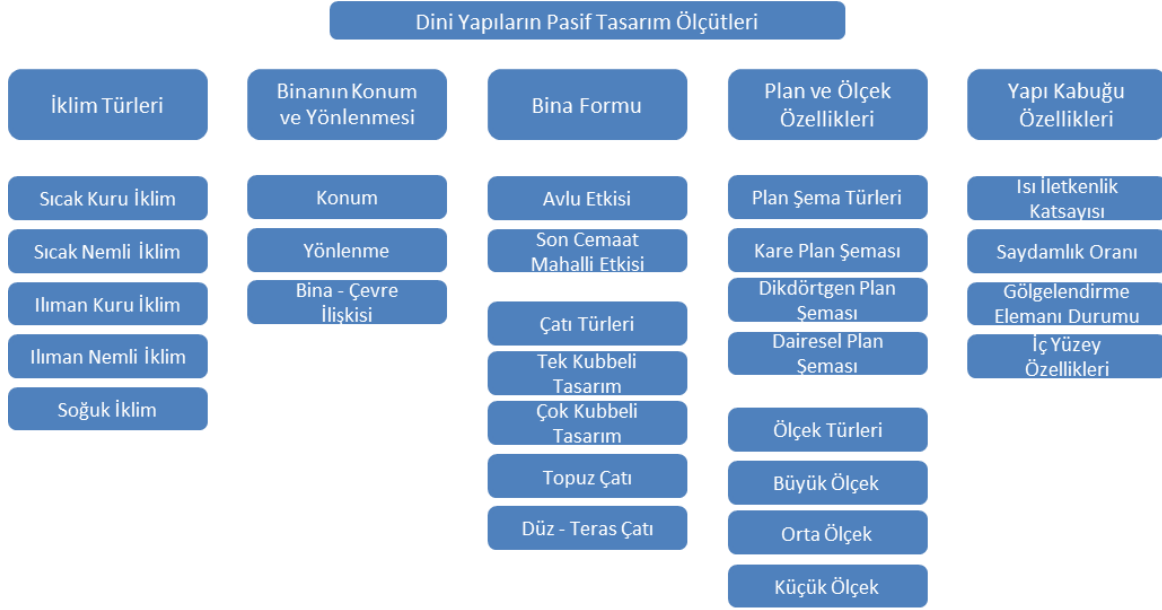


Şekil 1. Cami Değerlendirme Ölçütleri Literatür Sınıflandırması.

Binalarda enerji tüketen materyallerin artması, teknoloji ürünlerinin günlük hayata daha çok girmesi enerji kullanımını artırmaktadır. Isıtma, soğutma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, konut ve ticari binalarda tüketilen enerjinin yaklaşık %50’sini oluşturmaktadır. Çeşitli bina türlerinde (konut, hastane, okul, avm vb.) enerjinin verimli kullanımı için birçok çalışma yapılmaktadır. Ancak Türkiye’de camilerin tasarım, yapım ve kullanımında enerjinin etkin kullanımı ve ısı konfor koşullarının sağlanmasına yönelik herhangi bir yönetmelik ya da rehber niteliğinde bir çalışma bulunmamaktadır. Türkiye’de Diyanet İşleri Başkanlığı’nın verilerine göre 2009 yılında 80,636, 2021 yılı itibarıyla 89,817 adet cami bulunmaktadır (“Republic of Türkiye, Presidency of Religious Affairs,” n.d.). L. Zeren tarafından hazırlanan Türkiye iklim haritasındaki ılıman nemli iklim bölgesinde bulunan illerdeki cami sayısı, Türkiye toplam cami sayısının yaklaşık %25’ini oluşturmaktadır (Zeren, 1990). Sayıları giderek artan, toplumda birçok kişinin aynı anda kullanmasına olanak sağlayan cami yapılarının ısı konfor koşullarının sağlanması ve enerjinin etkin kullanımı için mevcut ve yeni tasarlanacak camilere yönelik pasif tasarım kriterlerini içeren bütüncül şekilde bir çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışmada camilerin minimum enerji tüketimiyle ısı konfor düzeyinin kabul edilebilir aralıklarda tutulması için pasif tasarım kriterleri incelenmiş, literatür ve standartlardaki değerler belirtilmiştir. Bu çalışma camiler üzerine yapılacak gelecek araştırmalar için bir altlık oluşturacaktır.

## 2. Yöntem

Dini yapı grubu içinden camiler çok sayıda kişinin aynı anda toplanarak ibadet edebildiği, sohbet edebildiği veya turizm amacıyla gezilebilen farklı amaçlar doğrultusunda kullanılan, çeşitli yaş gruplarına hizmet eden toplum kullanımına açık binalardır. Geçmişten günümüze kadar camilerin tasarım, yapım ve kullanım özellikleri, teknolojinin ve inşaat tekniklerinin gelişmesi ile değişmiştir. Ancak binaların yapı fiziği kuralları açısından pasif ve aktif özellikleri gelişmekle birlikte ilkesel olarak benzer kalmıştır. Doğal enerji kaynaklarının azaldığı 21. yüzyılda camilerin minimum enerji tüketimi ile konfor koşullarının sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında camiler özelinde ve yapı fiziği bina tasarım kuralları çerçevesinde ölçütler analiz edilerek incelenmiştir. Şekil 2 çalışma kapsamında hazırlanan camilerin pasif tasarım ölçütlerini göstermektedir. Pasif tasarım kriterleri 5 ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar iklim türleri, konum ve yönelme, bina formu, binanın plan ve ölçek türü, binanın yapı kabuğu özelliklerinden oluşmaktadır. Bu tasarım ölçütleri literatürdeki kaynaklar ve yönetmeliklere göre camiler özelinde incelenmiştir.



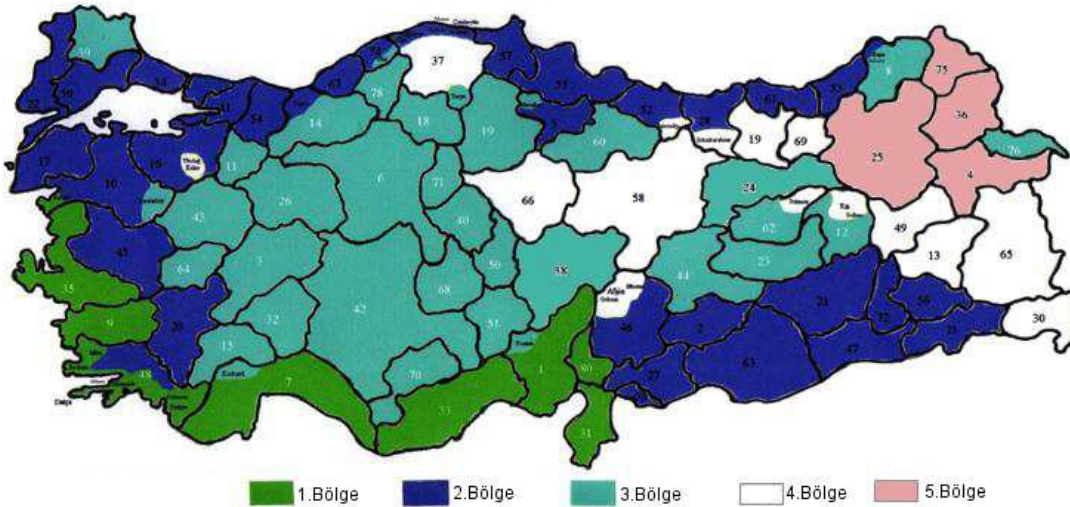
Şekil 2. Cami Pasif Tasarım Ölçütleri.

### 3. Bulgular

#### 3.1. İklim Türüne göre Tasarım

Binaların yapı kabuğu özelliklerini ve iç ortam ısı konfor parametrelerini etkileyen önemli bileşenlerden biri yapıların bulunduğu coğrafyadaki iklim faktörüdür. İklim; hava sıcaklığı, hava nemi, rüzgâr yönü ve hızı, güneşlenme süresi, yağışlar gibi parametrelerden oluşmaktadır.

L.Zeren tarafından hazırlanan çalışmada Türkiye, mimari tasarım açısından 5 farklı iklim tipine ayrılmıştır. Bunlar Ilıman-Nemli, Ilıman-Kuru, Sıcak-Nemli, Sıcak-Kuru, Soğuk iklim sınıflandırmalarıdır. Marmara Bölgesi ve İstanbul ili Ilıman-nemli iklim tipine girmektedir (Zeren, 1990). Bununla birlikte Köppen iklim sınıflandırmasına göre Türkiye 10 iklim sınıfına ayrılmıştır. Bu iklim sınıfları şu şekildedir; 1. BSh yarı kurak step iklimi (sıcak), 2. BSk yarı kurak step iklimi (soğuk), 3. Cfa kışı ılık, yazı çok sıcak ve her mevsim yağışlı iklim, 4. Cfb kışı ve yazı sıcak ve her mevsim yağışlı iklim, 5. Csa kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak iklim (akdeniz iklimi), 6. Csb kışı ılık, yazı sıcak ve kurak iklim, 7. Dfa kışı şiddetli, her mevsim yağışlı, yazı çok sıcak iklim, 8. Dfb kışı şiddetli, her mevsim yağışlı, yazı sıcak iklim, 9. Dsa kışı şiddetli, yazı kurak ve çok sıcak iklim, 10. Dsb kışı şiddetli, yazı kurak ve sıcak iklim (Klimatoloji Müdürlüğü, n.d.). İstanbul ve Türkiye'nin büyük bir kısmı Csa iklim sınıfına girmektedir. Türk Standartları Binalarda Isı Yalıtım Kuralları 825 standardına göre Türkiye beş farklı ısıl bölgeye ayrılmıştır. Şekil 3'te İstanbul ili ve Marmara bölgesinin genel olarak 2. Bölgede olduğu görülmektedir.



Şekil 3. TS 825'e göre Türkiye'nin Isıl Bölgeleri (TS 825, 2013)

#### 3.2. Yapının Konumu ve Yönlenmesi

Yapıların yerleşim yapılacağı arazi koşullarında iklim tipi, bitki örtüsü, güneşlenme faktörü, hâkim rüzgâr yönü gibi parametrelere göre konumlandırılması gerekmektedir. Bu parametreler tasarımcıların bina tasarımına yön

vermektedir. Binaların araziye yerleşiminde arazinin formunu en az düzeyde bozarak, hafriyat ve dolgu gerektirmeden mevcut eğime uygun bir şekilde yerleştirilmesi önemlidir.

Yapıların yönlendirilmesi güneş, rüzgâr, manzara, gürültü ve yapı çevresindeki değişkenler ile ilişkilidir. Yönlendirmede belirtilen değişkenlerden hangisinin daha etkin olacağına iklim koşulları ve yapıda alınacak tasarım kararları etkili olmaktadır (Zorer, 1992).

Cami yapılarının yönlendirmesi Mekke, Arabistan (Kible doğrultusunda) şehrine doğru olmaktadır. Türkiye’de camilerin yönlendiriliş doğrultuları Güneydoğu-Kuzeybatı ekseninde yer almaktadır. Namaz ibadeti kibleye doğru olmaktadır. Camilerdeki açıklıkların konumu ve türleri bu yön dikkate alınarak yapılmaktadır.

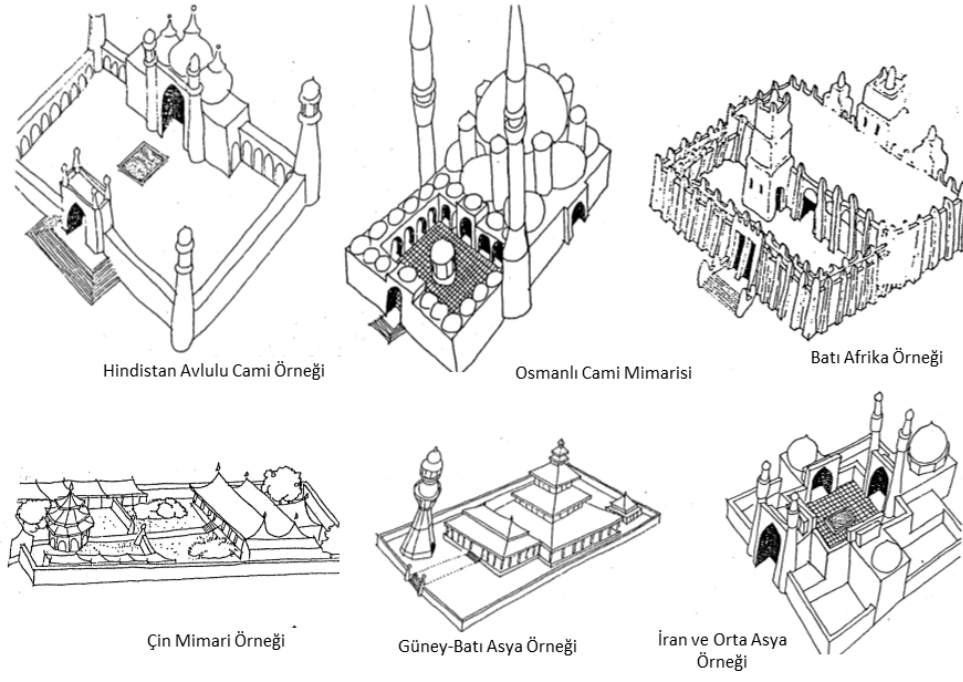
### 3.2.1 Yapı Çevre İlişkisi

Yapıların çevresi ile olan ilişkisi ısıl, görsel ve işitsel konfor koşullarını etkilemektedir. Yapılar birbirleri için güneş ve rüzgâr gibi doğal unsuları kesici ya da yansıtıcı etkide bulunabilmektedir. Yapıların birbirleri ile uygun aralıkları iklim tipine göre değişiklik göstermektedir. Binaların çevresinde ağaçlıklı doğal ortamların bulunması bölgenin mikroklimasını etkilemektedir. Yapıların çevresindeki trafik yoğunluğu, konut-sanayi bölgesi olma durumu gibi parametreler iç ortam hava kalitesini etkilemektedir.

### 3.3. Yapının Formu

İslam dininin insanları bir arada ibadet etmeye teşvik etmesi, mescitlerin ve camilerin var olma gereksinimine neden olmuştur. İslam dininin ilk yıllarında yapılan mescitler, insanların baş yüksekliği seviyesinde, dört tarafı duvarlarla çevrili basit geometri bir mimari forma sahipti. Zamanla insanların güneş ışınlarından rahatsız olması nedeniyle mescidin üst bölümü hurma ağaçları ile örtülmüştür. İslamiyet’in farklı coğrafyalarda, toplumlarda yayılışı ile çeşitli mimari üsluplarda camiler ve mescitler inşa edilmiştir. İslam dininde cami mimarisinde olması gereken herhangi bir kural bulunmamaktadır. Fakat toplumlardaki mimarinin gelişimi ve kültürel etkileşim ile cami mimarisi gelişmiş ve çeşitlenmiştir. İlk zamanlar zeminleri toprak olan cami zeminleri sonra ki yıllarda çakıl taşları ile kaplanmıştır. Müslüman insan sayısının artması ile Hz. Ömer döneminde Mekke ve Medine’deki camiler genişletilerek yenilenmiştir. Hz. Osman döneminde işlenmiş taş, sütun ve alçı; çatıda Hint meşesi kullanılmıştır (Göncüoğlu & Kumbasar, 2006). Temel amacı ibadet etmek için kullanılan camiler farklı işlevlere de hizmet etmektedir. Plan düzlemlerinde işlevlerine göre çeşitli bölümlere ayrılan bu dini yapılar esas olarak 2 bölümden oluşmaktadır. Camiler, camideki insanların ibadet edebilmeleri için yan hizmetlerde kullanılan dış mekân elemanları ile ibadetin gerçekleştiği alanda bulunan iç mekân elemanları olmak üzere iki bölüme ayrılır. Dış mekân elemanlarında avlu, minare, revak, şadırvan, musalla taşı, tuvaletler, külliye, arasta(çarşı), son cemaat mahalli ve külliye kısımları bulunmaktadır. İç mekân elemanları, namaz kılınan ibadet alanı (harim), minber, mihrap, vaaz kürsüsü, imam ve müezzin odaları, ilk cemaat mahalli, hünkâr mahfili, müezzin mahfili gibi bölümlerden oluşmaktadır.

Camilerin yapı biçim ölçütü mimari yorumlama ve kültürel etkilere göre farklılıklar gösterse de İslam dininin geçmişten günümüze gelinen sürecinde kubbe, son cemaat mahalli, avlu-revaklı tasarım, minare yapısal elemanları vardır. Şekil 4 İslam dünyasındaki kültürel özellikleri gösteren cami formlarını göstermektedir.



Şekil 4. İslam dünyasındaki kültürel özellikleri gösteren cami örnekleri (Duysak, 2000)

### 3.3.1. Cami Formu Kubbe İlişkisi

Cami mimarisinde yapım tekniklerinin ve teknolojisinin gelişmesi, birçok kişinin aynı anda tek bir çatı altında toplanabilmesini, ibadet ve sohbetlerde birçok kişinin konuşmacıyı görebileceği, sesin ve görüntünün kesintiye uğramayacağı şekilde toplanılmasını mümkün kılmaktadır. İnanışa göre tek bir kubbenin altında toplanılması birliği, Allah'ın karşısında düzenli ve bir bütün şeklinde ibadet edilmesi ile bütünlük ruhunu temsil etmektedir. Bu nedenle mimari tasarımların gelişimi sürecinde çok kubbeli tasarımlardan tek kubbeli tasarımlara geçiş yapılmaya çalışılmış ve bu sürecin en büyük örneği Mimar Sinan'ın 1575 yılında yapılan Selimiye Cami'nde görülmüştür. Klasik Osmanlı Cami mimarisinde yaşanan gelişmişlik günümüze kadar kültürel miras olarak gelmiştir. Ancak dini yapıların kubbeli tasarım ölçütü çok daha eskilere dayanmaktadır. 537 yılında kilise olması için yapılan 1453 yılında camiye çevrilen Ayasofya Cami ise dini yapıların kubbeli tasarım ölçütü açısından önde gelen şaheser yapılardan biridir. Kubbe ölçütü, birliği, bütünlüğü, işlevselliği, ihtişamı, düşmanlara korkuyu vb. birçok anlamı bünyesinde barındırmaktadır. Şekil 5 gelişim sırasına göre cami ve kubbenin çeşitlerini göstermektedir.



Şekil 5. Gelişim Sürecine göre Cami ve Kubbe Çeşitleri (Sarıhan, 2015)

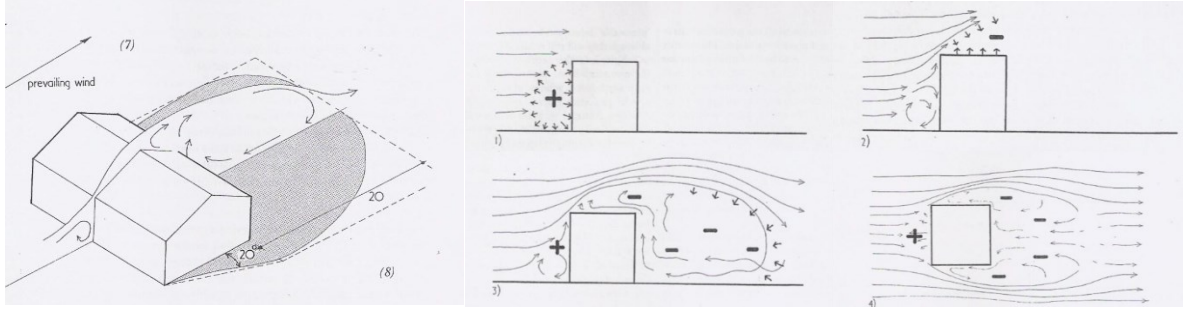
### 3.3.2. Son Cemaat Mahallili Tasarım

Son cemaat mahalli, camilerin ana ibadet alanının kapalı olduğu zamanlarda ya da cami iç bölümünün dolu olduğunda temiz yerde namaz kılmak üzere, güneş ışınlarından ve yağmurdan korunmak için yapılmış cami mimari ögesidir. Anadolu'da son cemaat mahalli tasarımı ögesi, Anadolu Beylikleri zamanında Akdeniz ülkeleri arasındaki ticari ilişkiler sebebiyle Floransa veya Venedik kiliselerinden etkilenilerek Selçuklu devrinde cami mimarisine girmiştir (Öz, 1987).

Son cemaat mahalli camilerin üslup ve tasarımına göre yarı açık veya tamamıyla kapalı şekilde ana ibadet alanı devamında yer almaktadır. Bu bölüm genellikle caminin giriş bölümü tarafında Kuzeybatı yönünde bulunmaktadır. Son cemaat mahallinin, cami ana ibadet alanına hava akımının doğrudan girmesini engellediği, dış ortam ile iç ortam arasında bağlantı sağladığı ve iç ortamın dış hava koşullarından doğrudan etkilenmesini engellediği çalışmalarda belirtilmektedir (Atmaca & Zorer Gedik, 2019a).

### 3.3.3. Avlulu-Revaklı Tasarım

Camiler yerleşim yapılacağı bölgeye ve arazi şartlarına göre avlulu ya da avlusuz yapılmaktadır. Ancak genellikle şadırvan, musalla taşı, tuvalet gibi donatılar nedeniyle bu öğeleri bir arada tutacak bir avluya ihtiyaç duyulmaktadır. Camilerin tarihsel gelişim süreci incelendiğinde avlulu ve revaklı tasarım daha çok karşımıza çıkmaktadır. Camilerin avluları revaklar ya da duvarlar ile çevrilmektedir.

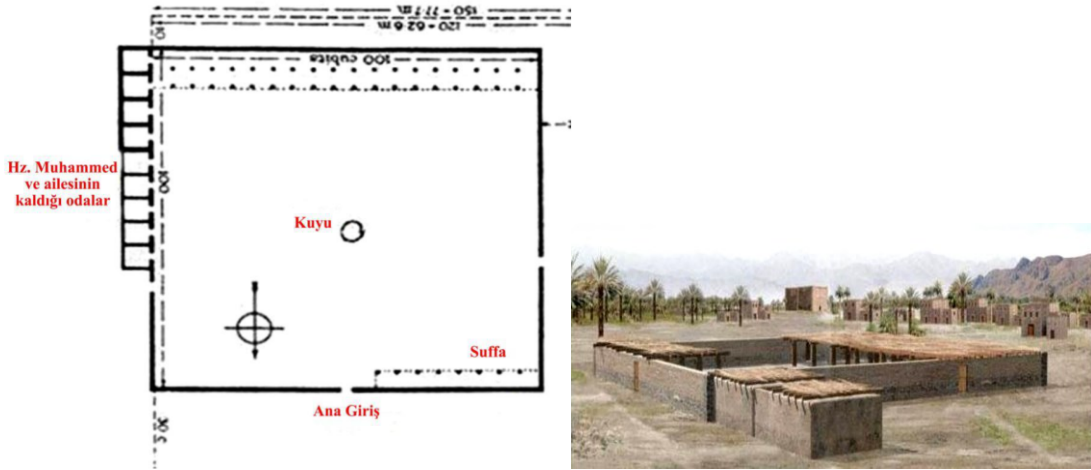


Şekil 6. Yapı Arkasında Oluşabilecek Rüzgâr Hareketleri (Watson & Labs, 1983)

Şekil 6'da binaların çevresinde oluşan rüzgâr hareketleri gösterilmektedir. Aşırı rüzgârlı veya yağmurlu günlerde cami avluları birçok insan için kullanılan alanlar olmaktadır. Revak yüksekliği avlu içindeki güneş ışınlarının ve cami ana ibadet alanına girecek hava akımının şiddetini ve miktarını etkilemektedir. Revak duvarları rüzgâr engeli olarak da kullanılmaktadır. Rüzgârın avlu kullanıcılarını rahatsız etmemesi ve burgaç oluşturmaması için en fazla rüzgâr gölgesi genişliği için revak yüksekliği uzunluğunun yüksekliğine oranının 11-12 olması durumunda gerçekleşir. (Watson & Labs, 1983). Rüzgâr engellerinin yani revak duvarlarının geçirgen bir şekilde malzeme ile oluşturulması veya tarihi camilerde olduğu gibi burma demirli pencere açıklıkları olması revak arkasındaki alanda oluşacak rüzgârın hızını etkilemektedir.

### 3.4. Camilerin Plan ve Ölçek Boyutu Özellikleri

İslam dininin peygamberi Hz. Muhammed (s.a.v.)'in konutu inşa edilen ve etrafı duvarlarla çevrilen ilk mescit olma özelliğine sahiptir. Şekil 7'de belirtilen plan şeması ve temsili resimde, plan şemasının kare olduğu ve boyutsal özelliklerinin yerel malzemelerden yapılmış duvar ve hurma ağacı yapraklarıyla örtülmüş üst örtüden olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Medine'de Hz. Muhammed (s.a.v.)'in Konutu ve Temsili Resmi (Akar, 2019; Karakoca, 2017)

İslam dininin büyümesi, farklı coğrafyalara yayılması ile cami biçim ve plan şemaları çeşitli kültürlerden etkilenecek yerel özelliklerle bütünleşmeye başlamıştır. Orta Asya, Ortadoğu, Arap yarımadası ve kuzey Afrika gibi Müslümanların yoğun yaşadığı bölgelerde cami mimarisi yerel malzeme ve kültürel özelliklerden esinlenilerek oluşturulmuştur. Orta Asya'da Karahanlılar ile başlayan Müslümanlık faaliyetleri ilk olarak Hazara Cami'sinde merkezi kare planlı ve kubbe örtülü cami, tuğla ve ahşap malzemelerden oluşturulmuştur. Anadolu'da ise Selçuklu, Artuklu, Danişmentli gibi devlet ve beyliklerle farklı bölgelerde ilk cami örnekleri görülebilmektedir.

Osmanlı Devleti ile cami mimarisi tarihinin en önemli çağlarından birini yaşamıştır. İznik, Bursa, Edirne ve İstanbul'da Mimar Sinan'ın ve diğer mimarların birçok anıtsal ölçekte cami tasarımları günümüze kadar ulaşmıştır. Osmanlı cami mimarisinin temel birimleri "kubbe-kare-küp" olmuştur (Kuban, 1958; Oral, 2006). Tek kubbenin

yetmediği açıklıklarda yardımcı elemanlarla desteklenerek daha büyük açıklıklar oluşturulmuştur. Edirne Üç Şerefeli Cami Klasik Osmanlı cami mimarisinin başlangıcı kabul edilmiştir. Caminin kubbesi altı büyük ayak üzerine oturtulmuştur. Mimar Sinan'ın Selimiye Cami'nde sekiz ayak üzerine oturtulmuştur bir kubbe vardır.

Cumhuriyet dönemi cami mimarisinde, geçmişten gelen kültürel miras ile günümüz teknolojisi, yapım teknikleri ve ihtiyaçlarına göre şekillenen arayışlar bulunmaktadır. Buradaki camilerin plan şemaları incelendiğinde, kare, dikdörtgen, dairesel, üçgen, çokgen, altıgen, sekizgen ve onikigen gibi tasarım örnekleri görülebilmektedir (Akbulut, 2017). Tablo 1'de cumhuriyet sonrası yapılan modern üsluptaki cami örnekleri yer almaktadır. Bu örneklerde kare plan, altıgen plan, dairesel plan şemaları yoğunluktadır.

**Tablo 1.** Cumhuriyet Sonrası Dönemde Yapılan Çağdaş Cami Örnekleri.

Yapının Adı	İl	Yapım Yılı	Kişi Kapasitesi	Plan Şeması	Örtü Sistemi	Son Cemaat Mahalli
Kınalıada Cami	İstanbul	1964	100	Düzensiz Altıgen	Piramidal Çatı	Yok
Etimesgut Cami	Ankara	1967	300	Düzensiz Altıgen	Düz Çatı	Yok
Batıkent Cami	Ankara	1983	250	Düzenli Altıgen	Türk Üçgeni Plaklar	Var
Tek Cami	Ankara	1988	400	Düzenli Sekizgen	Yat-Dikey Çizgiler	Var
TBMM Cami	Ankara	1989	500	Kare Yayvan	Kademeli Piramidal	Var
Derinkuyu Cami	Nevşehir	1989	-	Üçgen Plan	Yapısal Bütünlük	Yok
Buttim Cami	Bursa	1996	300	Kare Plan	Kademeli Örtü	Var
Eyüp Cami	Bursa	1996	350	Kare Plan	-	Yok
Refiye Soyak C.	İstanbul	2004	400	Kare Plan	Piramidal Çatı	Var
Şakirin Cami	İstanbul	2009	500	Kare Plan	Pendantif Askılı Kemer	Var
Yeşil Vadi Cami	İstanbul	2010	300	Dairesel Plan	Kubbeli	Var
Sancaklar Cami	İstanbul	2013	500	Kare Plan	Düz Plak	Var
M. İlahiyat Cami	İstanbul	2015	4500	Düzenli Onikigen	Kubbeli	Var
GOSB Cami	Gebze	2015	2185	Kare Plan	Kubbeli	Var
İTÜ Cami	İstanbul	2019	2500	Kare Plan	Kubbeli	Var

### 3.4.1. Camilerin Ölçek Boyutu Özellikleri

Cami plan şemalarının büyüklüklerinin belirlenmesi ve sınıflandırılmasına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Alan büyüklüğü, kullanıcı yoğunluğu ve yerleşim bölgesine göre gruplandırmalar yapılmaktadır. Diyanet İşleri Başkanlığı tarafından 2012 yılında nihai halini alan Cami Bilgi Bankası ile Türkiye'de bulunan tüm camilerin fiziksel büyüklükleri, kullanıcı sayıları ve ısıtma-soğutma sistemi gibi özelliklerine erişilebilmektedir. Bu sınıflandırma sisteminde ve cami ihtiyaçlarının belirlenmesinde puanlama sistemine gidilmiştir. Tablo 2'de camilerin fiziki özelliklerine yönelik hazırlanan sınıflandırma çeşitleri gösterilmektedir. 2007 yılında A. Onay tarafından hazırlanan çalışmada Ulu Camiler için min. 750 m<sup>2</sup>, merkez camileri için min. 500 m<sup>2</sup>, çarşı camileri için min. 150 m<sup>2</sup> olması gereken alanlar belirtilmiştir (Onay, 2007). M. Oral tarafından hazırlanan çalışmada cami ölçekleri A tipi 256 m<sup>2</sup> (orta büyüklükte cami), B tipi 400 m<sup>2</sup> (büyük cami), C tipi 729 m<sup>2</sup> (merkez cami) büyüklüğünde belirtilmiştir (Oral, 2006).

**Tablo 2.** Camilerin gruplandırılması ve sınıflandırılmasına yönelik ölçütler (Onay, 2007)

Camilerin Sınıfları	Cami Toplam Puanı	Kullanıcı Sayısı	Cami Alanı	Cami Bulunduğu Yer	İbadete Açık Olduğu Vakitler
1.Sınıf Cami (Ulu Camiler)	86 puan ve üzeri	Min. 500 Kişi	Min. 750 m <sup>2</sup>	İl-İlçe Merkezi	Beş Vakit
2.Sınıf Cami (Merkez)	76-85 puan	Min. 250 Kişi	Min. 500 m <sup>2</sup>	İl-İlçe Merkezi	Beş Vakit

Camiler)	arası				
3.Sınıf Cami (Çarşı Camileri)	55-75 puan arası	Min. 100 Kişi	Min. 150 m <sup>2</sup>	İl-İlçe Merkezi	Beş Vakit
4.Sınıf Cami (Mahalle Camileri)	55-75 puan 30-54 puan arası	Min. 20 Kişi Min. 15 Kişi	Min. 75 m <sup>2</sup>	İl-İlçe-Belde Merkezi	Beş Vakit
5.Sınıf Cami (Mescit Tipi)	29 puan ve altı	-	-	-	Beş Vakit

Cami yapılarında boyut özellikleri ile birlikte kullanıcı sayısı ve kişi başına düşen alan miktarı ibadetin uygun şartlarda yapılmasını mümkün kılmaktadır. Literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde, minimum ve olması gerekli kişi başına düşen birim alan 0.50 m<sup>2</sup> ile 0.96 m<sup>2</sup> arasında değişmektedir (Al-Homoud et al., 2009; Oral, 2006). Çalışmalarda kişiler için ibadet etme birim alanı 0,71 m<sup>2</sup> (0,65 m x 1,1 m) önerilmektedir.

### 3.5. Yapı Kabuğu Özellikleri

Yapı kabuğunu oluşturan opak ve saydam alanların ortalama ısı iletkenlik direncinin artması ya da ısı geçirme katsayısının düşmesi kabuktan ısı akışını azaltmaktadır. Bu durum iç ortamın ısı konfor düzeyinin korunması için kullanılan enerji tüketim miktarını etkilemektedir. Toplam ısı iletkenlik katsayısı, yapı kabuğunda bulunan malzemelerin kalınlıklarına ve özgül ısı geçirgenlik direncine bağlıdır. Tablo 3'te TS 825 standardında Türkiye 2. Bölgede (İstanbul) binalarda sağlanması gereken ısı iletim katsayısı sınır değerleri belirtilmiştir. Yapılan çalışmalarda İstanbul için optimum ısı iletkenlik katsayısını duvarda 0,33 W/m<sup>2</sup>K, temelde 0,25 W/m<sup>2</sup>K, çatıda 0,25 W/m<sup>2</sup>K, pencerede 0,9 W/m<sup>2</sup>K olarak belirtilmiştir (Atmaca et al., 2021).

**Tablo 3.** Yapı Kabuğu Isı İletkenlik Katsayısı (U değeri) (TS 825, 2013)

Bölge / Eleman	U <sub>D</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>T</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>t</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>P</sub> (W/m <sup>2</sup> K)
1. Bölge	0,66	0,43	0,66	1,8
2. Bölge	0,57	0,38	0,57	1,8
3. Bölge	0,48	0,28	0,43	1,8
4. Bölge	0,38	0,23	0,38	1,8
5. Bölge	0,36	0,21	0,36	1,8

#### 3.5.1. Saydamlık Oranı

Saydam alanların iç mekân ısı konforunu etkileyen üç temel özelliği vardır. Güneş ışınları aracılığıyla ısıtma özelliği, ısı kayıplarını azaltma özelliği ve gün ışığından yararlanma özelliği başlıca özellikleridir. Binaların günışığından optimum düzeyde yararlanması, iç ortamda kullanılacak aydınlatma enerji tüketim miktarını etkilemektedir. Günışığı kullanıcıların psikolojik ve fizyolojik durumlarını, verimliliklerini, sağlık durumlarını vb. etkilemektedir. Binalar için günışığı standardında, yapılar için sağlanması gereken sınır değerler, çalışma düzleminde min. aydınlık düzeyi 100 lx, güneşlenme süresi min. 1,5 saat, yatay görüş açısı min. 14° olması gerektiği belirtilmektedir (EN 17037, 2018).

Güneş ışınları ile iç ortamın ısıtılması kış mevsiminde istenen, yaz mevsiminde kaçınılan bir durumdur. Bu nedenle güneş ışınlarından hem korunma hem yararlanma sağlanmalıdır. Güneş ışınlarından günışığının geçişini engellemeyen ancak güneş enerjisinde gelen ısı dalgalarını yansıtan cam malzemelerin kullanılması güneş kontrolünün sağlanmasını bu durumda soğutma yüklerinin düşmesini sağlayacaktır.

#### 3.5.2. Açıklık Sayısı, Konumu ve Gölgeleme Elemanı Durumu

Yapı kabuğunda oluşturulan saydamlık oranına ek olarak açıklıkların sayısı, konumu ve gölgeleme elemanı durumu enerji tüketimi ve ısı konfor açısından önemlidir. Hâkim rüzgâr yönü ve güneş ışınlarının geliş açısına göre ve yapma çevre değişkenlerine göre açıklıkların konumlandırılması gerekmektedir. EN 17037 Binalar için Günışığı standardında gök sınır çizgisi, zemin sınır çizgisi, yatay görüş açısı, yapı dışı engellerin açıklıklarla olan ilişkileri, açıklıkların birbirleri ile olan ilişkileri belirtilmektedir.

Güneş ışınlarının yazın ısıtıcı etkisinden kaçınmak, iç ortamda çalışma düzleminde kamaşma oluşmasını engellemek için saydam alanlarda gölgeleme elemanları kullanılmaktadır. Binalarda kullanılan gölgeleme elemanlarının optimum düzeyde yarar sağlayabilmesi için yönlere ve açıklıklara özel boyutlarda tasarlanması gerekmektedir. Güneş ışınlarının yıl içinde kıştan yaza doğru ve gün içinde sabah ve akşamdan öğleye doğru yatay düzleme gelen enerji miktarı ve geliş açısı artmaktadır (Göksu, 2016). Türkiye'de güneş ışınlarının geliş açısı yapı kabuğu yüzeyinde güney yönünde en büyük açısına ulaşır, yaz ve kış mevsiminde bu yönden dik açıyla gelir.

Camilerin saydam alanları geçmişten günümüze kadar çeşitli yöntemlerle güneş ışınlarından korunmaktadır. Taşıyıcı sistem şartları ve yapı kabuğu kesitinin fazla olması nedeniyle geçmiş yıllarda yapılan geleneksel camilerin iç ortamı, saydam alanlar küçük tutularak ve yapı kesiti geniş tutularak güneş ışınlarının ısıtıcı etkisinden



korunmuştur. Günümüzde gölgelendirme elemanları ve güneş kontrol özellikli camlar ile iç ortam fazla güneş enerjisi ışınlarından korunmaktadır. Yatay düşey gölgelendirme elemanının tüm yönlerde uygulanması ısıtma yükü enerji tüketiminin artmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle gölgelendirme elemanları analizler yapılarak kullanılmalıdır. Yapılan çalışma kapsamında %50 saydamlık oranına sahip motif gölgelendirme elemanları ile yatay düşey gölgelendirme elemanları benzer enerji tasarrufuna etki etmektedir (Atmaca et al., 2021). Çeşitli motif ve süslemeler ile saydam alanlar önünde oluşturulan cephe elemanları aracılığıyla çift yönlü kazanç elde edilmektedir. Şekil 8’de cami cephesindeki süsleme-motif özellikli gölgelendirme elemanı kullanımına örnekler bulunmaktadır.



**Şekil 8.** Cami Cephesi Gölgelendirme Elemanları (a - Hafıza 15 Temmuz Cami-2019, b - Şakirin Cami-2009, c - Marmara İlahiyat Cami-2015, d - İTÜ Cami-2019)

#### 4. Sonuç

Camilerin ısı konfor düzeyi kullanıcıların ibadet verimini, aktivite süresini ve kullanıcıların sağlıklarını etkilemektedir. Ayrıca camilerde ısı konfor düzeyi kabul edilebilir aralıklarda tutulurken enerji tüketiminin en az düzeyde olması önemli bir parametredir. Isıl konfor düzeyini sağlarken enerjiyi en az düzeyde tüketmek için camilerin tasarım sürecinde pasif tasarım ölçütlerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada camilerin pasif tasarım kriterleri iklim türleri, binanın konumu ve yönlenmesi, bina formu, plan şeması ve ölçek özellikleri, yapı kabuğu özellikleri olmak üzere beş ana başlık altında literatürden yararlanılarak incelenmiştir. Bu çalışmanın camilerin ısı konfor ve enerji tüketimi ile ilgili yapılacak çalışmalara altlık oluşturulması beklenmektedir.

#### Acknowledgements

Yazarlar, bu makalenin Yıldız Teknik Üniversitesi-YTÜ'de doktora derecesi için gerekli koşulların kısmen yerine getirilmesi amacıyla sunulduğunu belirtmek isterler. Bu çalışma, kamu, ticari veya kar amacı gütmeyen sektörlerdeki finansman kuruluşlarından herhangi bir özel hibe almamıştır.

#### Kaynakça

- Aftab, M., Chen, C., Chau, C. K., & Rahwan, T. (2017). Automatic HVAC control with real-time occupancy recognition and simulation-guided model predictive control in low-cost embedded system. *Energy and Buildings*, 154, 141–156. Elsevier B.V. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.077>
- Akar, M. (2019). Türkiye’de güncel cami mimarisi üzerine bir araştırma: İstanbul Esenler ilçesi örneği. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Akbulut, N. (2017). Türkiye’de çağdaş cami mimarisi tasarımında yenilikçi yaklaşımlar. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Al-ajmi, F. F. (2010). Thermal comfort in air-conditioned mosques in the dry desert climate. *Building and Environment*, 45(11), 2407–2413.
- Al-Homoud, M. S. (2009). Envelope thermal design optimization of buildings with intermittent occupancy. *Journal of Building Physics*, 33(1), 65–82.
- Al-Homoud, M. S., Abdou, A. A., & Budaiwi, I. M. (2009). Assessment of monitored energy use and thermal comfort conditions in mosques in hot-humid climates. *Energy and Buildings*, 41(6), 607–614.

- ASHRAE 55. (2013). Thermal environmental conditions for human occupancy. ASHRAE Standard.
- Atmaca, A. B., & Zorer Gedik, G. (2019). Evaluation of mosques in terms of thermal comfort and energy consumption in a temperate-humid climate. *Energy and Buildings*, 195, 195–204. Elsevier B.V. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.04.044>
- Atmaca, A. B., & Zorer Gedik, G. (2020). Determination of thermal comfort of religious buildings by measurement and survey methods: Examples of mosques in a temperate-humid climate. *Journal of Building Engineering*, 30(February), 101246. Elsevier Ltd. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2020.101246>
- Atmaca, A. B., Zorer Gedik, G., & Wagner, A. (2021). Determination of optimum envelope of religious buildings in terms of thermal comfort and energy consumption: Mosque cases. *Energies*, 14(20).
- Amen, M. A. (2021). The Assessment of Cities Physical Complexity through Urban Energy Consumption. *Civil Engineering and Architecture*, 9(7), 2517–2527. <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090735>
- Aziz Amen, M. (2022). The effects of buildings' physical characteristics on urban network centrality. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(6), 101765. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101765>
- Amen, M. A., Afara, A., & Nia, H. A. (2023). Exploring the Link between Street Layout Centrality and Walkability for Sustainable Tourism in Historical Urban Areas. *Urban Science*, 7(2), 67. <https://doi.org/10.3390/urbansci7020067>
- Amen, M. A., & Nia, H. A. (2020). The Effect of Centrality Values in Urban Gentrification Development: A Case Study of Erbil City. *Civil Engineering and Architecture*, 8(5), 916–928. <https://doi.org/10.13189/cea.2020.080519>
- Aziz Amen, M., & Nia, H. A. (2018). The dichotomy of society and urban space configuration in producing the semiotic structure of the modernism urban fabric. *Semiotica*, 2018(222), 203–223. <https://doi.org/10.1515/sem-2016-0141>
- Amen, M. A., & Kuzovic, D. (2018). The effect of the binary space and social interaction in creating an actual context of understanding the traditional urban space. *Journal of Contemporary Urban Affairs*, 2(2), 71–77. <https://doi.org/10.25034/ijcua.2018.3672>
- Amen, M. A., & Nia, H. A. (2021). The Effect of Cognitive Semiotics on The Interpretation of Urban Space Configuration. <https://doi.org/doi:10.38027/iccaua2021227n9>
- Aziz Amen, M. (2017). The inspiration of Bauhaus principles on the modern housing in Cyprus. *Journal of Contemporary Urban Affairs*, 1(2), 21–32. <https://doi.org/10.25034/ijcua.2017.3645>
- Budaiwi, I. M., Abdou, A. A., & Al-Homoud, M. S. (2013). Envelope retrofit and air-conditioning operational strategies for reduced energy consumption in mosques in hot climates. *Building Simulation*, 6(1), 33–50.
- Bughrara, K. S. M., Arsan, Z. D., & Akkurt, G. G. (2017). Applying underfloor heating system for improvement of thermal comfort in historic mosques: The case study of Salepçioğlu Mosque, Izmir, Turkey. *Energy Procedia* (Vol. 133, pp. 290–299). Elsevier Ltd.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Klimatoloji Müdürlüğü, Ş. (n.d.). KÖPPEN İKLİM SINIFLANDIRMASINA GÖRE TÜRKİYE İKLİMİ.
- Duysak, N. (2000). 20. yüzyıl Türkiye'sinde cami tasarımı ve geleneksel cami. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- EN 17037. (2018). BS EN 17037 Daylight in buildings. European Standard.
- Fanger, P. O. (1972). Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering. *Applied Ergonomics* (Vol. 3). Denmark. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Göksu, A. U. (2016). Farklı iklim bölgelerinde gölgeleme elemanı olarak PV sistemlerin ofis binalarının enerji performansına etkisinin değerlendirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Göncüoğlu, S. F., & Kumbasar, Z. (2006). Mosques from Tradition to the Future. İstanbul: The İstanbul Metropolitan Municipality.
- Van Hoof, J. (2008). Forty years of Fanger's model of thermal comfort: Comfort for all? *Indoor Air*.
- Hussin, A., Salleh, E., Chan, H. Y., & Mat, S. (2015). The reliability of Predicted Mean Vote model predictions in an air-conditioned mosque during daily prayer times in Malaysia. *Architectural Science Review*, 58(1), 67–76. Taylor and Francis Ltd. Retrieved June 1, 2021, from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00038628.2014.976538>
- Ibrahim, S., Baharun, A., Nawı, M., & Junaidi, E. (2014). Assessment of thermal comfort in the mosque in Sarawak, Malaysia. *International Journal of Energy and Environment*, 5(3), 327–334.
- ISO 7730. (2005). ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria, 2005. Management.
- Karakoca, E. (2017). İstanbul'daki çağdaş camilerin mekan kuruluşları açısından incelenmesi. Maltepe Üniversitesi.
- Kuban, D. (1958). Interior Space Establishment in Ottoman Religious Architecture (1st ed.). İstanbul: İstanbul

Teknik Üniversitesi.

- Mushtaha, E., & Helmy, O. (2017). Impact of building forms on thermal performance and thermal comfort conditions in religious buildings in hot climates: a case study in Sharjah city. *International Journal of Sustainable Energy*, 36(10), 926–944.
- Onay, A. (2007). A Study on the Grouping and Classification of Mosques in Turkey and Determining the Needs of Officer. *Journal of Sakarya University Faculty of Theology*, 16, 77–121.
- Oral, M. (2006). Günümüz cami mimarisinde kimlik ve nitelik sorunu-Konya örneği-. Selcuk Üniversitesi.
- Öz, T. (1987). *Istanbul Camileri* (2nd ed.). Ankara / Turkey: Turkish History Association.
- Türkiye Cumhuriyeti Diyanet İşleri Başkanlığı. (n.d.). Retrieved March 20, 2023, from <https://stratejigelistirme.diyamet.gov.tr/sayfa/57/istatistikler>
- Saeed, S. A. R. (1996). Thermal comfort requirements in hot dry regions with special reference to Riyadh Part 2: For Friday prayer. *International Journal of Ambient Energy*, 17(1), 17–21.
- Sarıhan, F. Z. (2015). Türk mimarisinde cami imajı algısı: Biçim-form üzerinden bir yaklaşım, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi.
- Taleghani, M., Tenpierik, M., Kurvers, S., & Van Den Dobbelen, A. (2013). A review into thermal comfort in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 201–215.
- TS 825. (2013). *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*. Türk StandartlarEnstitüsü (Vol. 15189).
- Watson, D., & Labs, K. (1983). *Climatic design: Energy-Efficient Building Principles and Practices*, copyright by McGraw-hill. McGraw-Hill Book Company.
- Zeren, L. (1990). *Fiziksel Çevre Kontrolü Dersi Notları*, İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Zorer, G. (1992). *Yapılarda Isısal Tasarım İlkeleri*, Yıldız Teknik Üniversitesi Basımevi, İstanbul.