

GELENEKSEL KONUT BİNALARINDA PASİF TASARIM STRATEJİLERİNİN İNCELENMESİ: TEKİRDAĞ ERTUĞRUL MAHALLESİ *

Gizem Turgutlugil¹, Esma Mihlayanlar²

¹Mimarlık Ofisi, Tekirdağ, Türkiye,
gizemchic92@gmail.com, 0009-0005-1105-1174

²Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye,
emihlayanlar@trakya.edu.tr, 0000-0002-0020-2839

Özet

Sanayileşme süreci ve artan dünya nüfusu doğal kaynakların tüketimini arttırmış, küresel ısınma ve çevre kirliliği gibi sorunlara neden olmuştur. Enerjinin büyük bir kısmı binaların ısıtma, soğutma ve havalandırmasında kullanılmaktadır. Bu amaçla da doğal kaynakların kullanımını azaltmak ve enerji verimliliğini arttırmak amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiş, sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmıştır. Geleneksel binalar, iklimsel ve coğrafi özelliklerle uyum göstererek ve konfor şartlarını sağlayacak şekilde inşa edilmiştir. Bu binalarda iklimsel verilere uygun planlama, konum, yapım sistemi, malzeme ve cephe özellikleriyle gerekli konfor şartlarının sağlandığı bilinmektedir. Bu çalışmada Tekirdağ İli Ertuğrul Mahallesi'nde bulunan örnek olarak seçilen geleneksel konutların, fiziksel dış ortam koşulları ve yapı özelliklerine göre analizleri yapılarak, binaların pasif tasarım stratejileri incelenmektedir. Çalışmada incelenen Tekirdağ geleneksel dokusu içinde yer alan örnek binaların; doğal çevre verileri (iklim, hâkim rüzgâr, gün ışığı vb) ile yapay çevre verileri (bina yeri, yönelim, diğer binalara göre konum, form ve kabuk vb) açısından; ısıtma, soğutma, havalandırma ve gün ışığı değerlerini mümkün olduğunca sağladığı görülmektedir. Ancak yenilenen sokak dokuları içerisinde bu binaların çevresindeki diğer binaların gölgesinden önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir. Çalışmanın ısıtma, soğutma, havalandırma aydınlatma şartlarına uygun olan geleneksel binaların özelliklerinin belirlenmesi açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fiziksel Dış Koşullar, Pasif Tasarım, Enerji Verimliliği, Geleneksel Konut, Tekirdağ.

ANALYSIS OF PASSIVE DESIGN STRATEGY IN TRADITIONAL HOUSING: TEKİRDAĞ ERTUĞRUL NEIGHBORHOOD

Abstract

The industrialization process and the increasing world population have increased the consumption of natural resources, leading to problems such as global warming and environmental pollution. A large part of energy is consumed for heating, cooling and ventilation for buildings. For that purpose, various solutions have been developed and sustainability became a crucial issue as a concept for decreasing the use of natural resources and increasing energy efficiency. It is known that, traditional buildings were constructed by considering climatic and geographic compatibility and comfort. These buildings were planned suitable to climatic data in terms of location, system of construction, material and facade characteristics, providing comfortable conditions. In this study, selected traditional buildings which are located in Tekirdag, Ertugrul neighborhood have been analyzed according to physical exterior situation and features of the buildings, and their passive design strategy. In the study, it is observed that the sample buildings located within the traditional fabric of Tekirdağ meet heating, cooling, ventilation, and daylighting values concerning both natural environmental data (such as climate, prevailing winds, daylight, etc.) and artificial environmental data (building location, orientation, position relative to other buildings, form, and envelope, etc.). However, it is noted that within renewed street fabrics, these buildings are significantly affected by the shadows cast by surrounding buildings. It is believed that identifying the distinctive characteristics of these traditional buildings that facilitate ideal conditions for heating, cooling, ventilation, and lighting will contribute to the field.

Keywords: Physical Outdoor Conditions, Passive Design, Energy Efficiency, Traditional Housing, Tekirdağ.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Geliş/Received: 12.12.2023 Kabul/Accepted: 20.03.2024

Turgutlugil, G., ve Mihlayanlar, E. (2024). Geleneksel Konut Binalarında Pasif Tasarım Stratejilerinin İncelemesi: Tekirdağ Ertuğrul Mahallesi. *KARESİ Journal of Architecture*, 3(1): 1-24.

*Bu çalışma Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık ABD Tamamlanan Yüksek Lisans Tezinden Oluşturulmuştur.

1. GİRİŞ

Uluslararası Enerji Ajansı'na göre önemli oranda enerji tüketen binalar, dünyada kullanılan elektriğin yarısından, doğalgazın ve atmosfere salınan sera gazlarının ise üçte birinden sorumludurlar (IEA, 2023). Enerjinin her alanda yüksek oranda kullanımı farklı çevresel etkilere neden olmaktadır. Küresel olarak yaşanan iklim değişikliği etkilerinin gün geçtikçe artış göstermesi bu konuda çeşitli önlemler alınmasını gerektirmiştir. İklim değişikliği ile ilgili çalışmaların hukuki temelini Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi (BMİDÇ) oluşturmaktadır. 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren sözleşmeye Türkiye 24 Mayıs 2004 tarihinde katılmıştır (URL1). Küresel ısınmanın yanında sera gazı kullanımına da dikkat çekmek ve bazı bağlayıcı yükümlülükler ortaya koymak amacıyla Kyoto Protokolü, 1997 yılında 3.Taraflar Konferansı'nda kabul edilerek, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye Protokolü, 2009 yılında imzalamıştır (URL2). 2020 sonrası iklim değişikliği rejimine yön veren Paris Antlaşması, 2015 yılında BMİDÇS 21.Taraflar Konferansı'nda kabul edilip, 4 Kasım 2016'da yürürlüğe girmiştir. Paris Antlaşması'nın uzun dönemli hedefi; endüstrileşme öncesi döneme kıyasla küresel sıcaklık artışının 2°C'nin altında tutulabilmesidir. Türkiye Paris Anlaşmasını 7 Ekim 2021 tarihinde onaylayarak 2053 yılı için net sıfır emisyon hedefi ilan etmiştir. BMİDÇS 27. Taraflar Konferansında daha önce ilan edilen 2030 yılına kadar %21'e varan artıştan azaltım hedefinin, Ulusal Katkı Beyanı (NDC) güncellenerek, %41'e yükseltildiği açıklanmıştır (URL3). Anlaşma hedeflerine ulaşılabilmesi için fosil yakıt kullanımı azaltılarak, sürdürülebilir temiz enerji kaynaklarına yönelmeli ve her sektörde enerji verimliliği sağlanmalıdır.

Günümüzde enerjinin büyük bir kısmının konutlarda kullanılıyor olması, binalarda pasif tasarım stratejilerinin ve enerji verimliliğin önemini arttırmaktadır. Pasif tasarım yaklaşımı yerel iklimden en yüksek düzeyde yararlanarak binada iklimlendirme sistemlerinin kullanımının azaltılmasını amaçlamaktadır (Çamaş & Çetintahra, 2022). Binalarda enerji kullanımının büyük bir bölümünün ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ihtiyaçlarına harcanması, mimari tasarımdan başlayarak bu giderleri azaltacak önlemler alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (Ören, 2010).

Enerji verimliliğin artırılması sadece ısıtma ve soğutma giderlerinin azaltılmasıyla sağlanamamaktadır. Yeni enerji sistemleri ve enerji tasarrufu yöntemleri kullanılarak enerjiyi daha verimli kullanmayı gerektirmektedir. Yeni yapım yöntemleri ve malzemeler de enerji tasarrufuna katkıda bulunacaktır. Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi, sürdürülebilir binalar sayesinde enerji kullanımında %60'lık bir düşüşün 2050'ye kadar mümkün olduğunu iddia eden bir çalışma yayınlamıştır (Liang, vd, 2015). Sürdürülebilir mimarlığı, geleneksel binalar üzerinden incelemek de günümüz yapılarının tasarımına yön vermektedir. Geleneksel yapılar; ekolojik ve düşük enerji tüketimli malzemeler kullanılarak yapıldığı için doğal çevreye katkı sağlamaktadır (Taşçı & Pekdoğan, 2018). Geleneksel binalarda

bölgenin ham madde ve kaynaklarına göre malzeme seçimi yapılmakta, malzeme çeşitliliği artmaktadır (Yüksek & Esin, 2013).

Literatürde geleneksel yapıım sistemleri ile inşa edilen binaların sürdürülebilir tasarım prensipleri ve çevresel özellikleri hakkında ulusal ve uluslararası pek çok çalışma bulunmaktadır (Oikonomou & Bougiatioti, 2011, Muşkara, 2017, Samalavičius & Traškinaitė, 2021, Dişli & Duysak Mankır, 2021, Güney Yüksel & Söğüt, 2021). Bu binaların ekolojik dengeyi koruyan, bulunduğu yerin iklimsel ve coğrafi özelliklerine uyumlu (Çakıcı & Takva 2023), konfor sağlayan (Anna-Maria, 2009, Nguyen, vd, 2011), doğal malzemelerin kullanıldığı ve enerji korunumları sayesinde ilave önlemler gerektirmeden ısıyı soğuyabilen buna bağlı olarak da enerji tüketiminin daha az olduğu bilinmektedir (Harputlugil & Çetintürk, 2005). Geleneksel konutlar, insanların doğa ile uyumlu yaşayabileceği, yol gösterici ve öğretici binalardır (Özdemir & Ekici, 2020). Yeni yapılan ve yenilenen binaların da geleneksel mimari ilkelerine uygun yapılmasının hem sürdürülebilir gelişime katkı sağlayacağı hem de mimari denge ve eşitliğin sağlanmasına katkıda bulunacağı düşünülmektedir (Oikonomou & Bougiatioti, 2011). Tüm bu özellikler bu binaların sürdürülebilirlik kriterlerini barındırdığı ve günümüzdeki binalara örnek olabilecek nitelikte olduklarıdır (Gezer, 2013; Ahmadpour & Vural, 2023). Mimari tasarım aşamasında iklim, topoğrafya, bitki örtüsü, yönlenme ve hâkim rüzgâr gibi doğal çevre verileri (Dikmen, 2011) ile binanın konum, form, bina kabuğu, kullanılan malzeme, çevredeki binaların özellikleri gibi yapay çevre verileri de göz önüne alınarak planlama yapıldığında, enerjiyi etkin şekilde kullanan tasarımlar oluşacaktır. Doğal ve yapay çevre verilerinin dikkate alındığı enerji etkin yapı tasarımında, ısıtma, soğutma, havalandırma ve doğal aydınlatmada enerji tasarrufu sağlanmalı, tasarım aşamasında bu yönde kararlar verilmelidir. Sürdürülebilir binalarda, tasarım aşamasında belirlenen tasarım ölçütleri ve bu doğrultuda seçilen çevreye duyarlı malzeme ve yapıım teknikleri kullanılmaktadır. Sürdürülebilir bina tasarımında, yüksek enerji verimliliği sağlanması, çevreye verilen zararın minimumda tutulması ve doğal kaynakların korunması gerekmektedir (Dikmen, 2011). İklim özelliklerine bağlı olarak binaların enerji tüketimleri değişiklik göstermektedir. Sıcak iklim bölgelerinde soğutma yükü artarken (Lebied vd., 2018), soğuk iklim bölgelerinde ısıtma yükü artış göstermektedir. Çin'deki geleneksel yapıların, zamanının kısıtlı imkanlarıyla inşa edilmesine rağmen yeni yapılara göre ekolojik yönden daha iyi olduğu belirtilmektedir (Han & Yang, 2018). Yapılan çalışmada günümüz yapılarının havalandırma giderlerinin yaşam standartlarının gelişmesiyle birlikte daha da arttığı gözlemlenmiştir. Yeni kırsal yerleşimlerin artmasıyla birlikte buradaki binalar için gerekli enerji tasarrufu sağlayan yeni teknolojilerin de yaygınlaştırılmasıyla soğuk iklimde binanın ısı yalıtımının yapılması, pasif enerji stratejilerinin uygulanması ve iç mekân fonksiyonlarındaki uygun planlama ile birlikte enerji kullanımının belirgin bir şekilde azaldığı sonucuna ulaşılmıştır (Yan, vd, 2017). Binaların pasif sistem

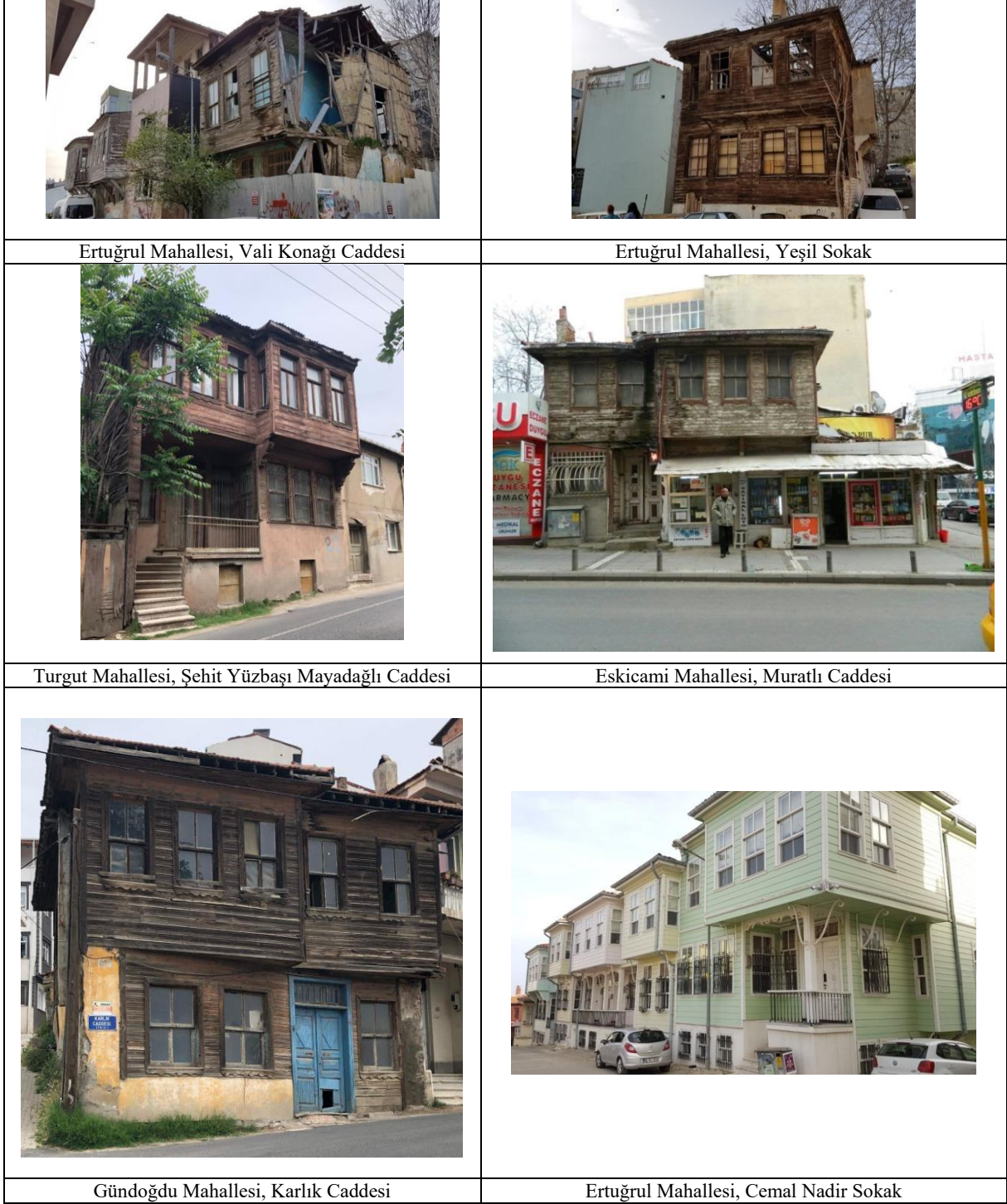
olarak tasarlanması ile konfor koşullarının sağlanması için ihtiyaç duyulacak enerji miktarı asgari seviyeye indirgenebilmektedir (Çetintaş & Rezafar, 2022).

Sıcak ve nemli bir bölgelerde ısı yalıtımının artırılmasına ek olarak, yaz aylarında güneş ışınlarının azaltılmasına ve havalandırılmaya dikkat edilmesi gerektiği (Sow, 2016), pencerelerde perde ve panjur kullanımı önerilmektedir. Binanın ısı direncinin artırılıp, yaz ve kış korumasının yapılmasıyla enerji tüketiminden %50 oranında tasarruf edileceği sonucuna ulaşılmıştır (Han ve Yang, 2018).




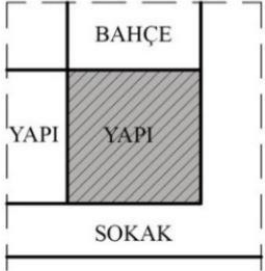
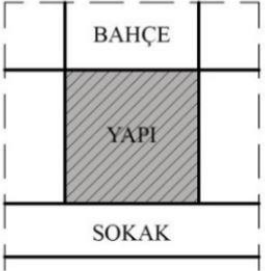
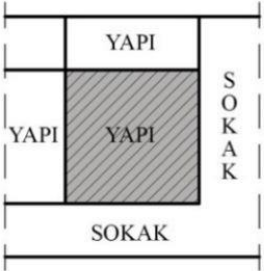
Bu çalışmada ana hedef, geleneksel konutların dış ortam koşullarına göre şekillenen pasif tasarım stratejilerini ılıman nemli iklim özellikleri taşıyan Tekirdağ üzerinden incelemektir. Örnek olarak seçilen geleneksel binaların pasif tasarım stratejilerinin belirlenmesinde literatür, yerinde yapılan inceleme ve gözlem ile birlikte simülasyon aracı kullanılarak elde edilen sonuçlar yorumlanmaktadır. Çalışmanın geleneksel mimarideki pasif tasarım yöntemlerinin uygulandığı bu binaların özelliklerinin belirlenmesi ve kullanımlarının sürekliliği açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu binaların çoğu günümüzde aynı ya da farklı fonksiyonlarla kullanılabilir. Tekirdağ İlinde çok sayıda var olan geleneksel konutların gelecek nesillere sağladıkları bu özelliklerle birlikte aktarılmaları önemli görülmektedir.

2. TEKİRDAĞ'DA KENT DOKUSUNUN OLUŞUMU VE GELENEKSEL KONUTLARIN ÖZELLİKLERİ

Tekirdağ'da organik ve ızgara düzende oluşan sokaklar, kent merkezi dokusunu meydana getirmektedir. Konutlar da bu düzene göre konumlanmaktadır. Deniz kenarındaki yapılar denize yönelirken, sokak düzeni içindeki yapılar sokağa yönelmektedir. Kentin dokusunda, yapı tiplerinin belirlenmesinde ve sokakların oluşumunda tarım alanlarının verimli olması ve zengin bir ticari hayata olanak vermesi aynı zamanda şehrin İstanbul'a yakınlığına bağlı olarak yeniliklerin ve değişen mimari eğilimlerin etkisinde kalmaktadır (Şık, 2013). Tekirdağ'da, yapılan bir inceleme kapsamında geleneksel konutların oturma alanları ve arsa sınırları büyüklüğünün; ortalama oturma alanının 85 m², ortalama arsa alanının ise bahçeli olan konutlarda 165 m² olduğu tespit edilmiştir (Satkın, 2012). Günümüze ulaşan konutların büyük çoğunluğu sokak dokusu içerisindeki yapılardır. Şekil 1'de genel olarak Tekirdağ geleneksel dokusunu oluşturan farklı mahallelerden konut örnekleri verilmektedir. Binalar genellikle ya sokağa komşu bir bahçe ya da arka bahçe de yer almaktadır (Şekil 2, Turgutlugil, 2019).



Şekil 1. Tekirdağ'ın çeşitli mahallelerindeki konut örnekleri.

SOKAĞA BİTİŞİK ARKA BAHÇESİ SOKAĞA AÇILAN NİZAM	SOKAĞA BİTİŞİK ARKA BAHÇELİ NİZAM	SOKAĞA BİTİŞİK ARKA BAHÇESİZ NİZAM
		
323 ada 1 parsel, Ertuğrul Mahallesi	313 ada 20-21-22 parsel, Ertuğrul Mah.	315 ada 17-18 parsel, Ertuğrul Mah.
		

Şekil 2. Tekirdağ geleneksel konutlarında sokak ve bahçe ilişkisi.

Diğer yapıların bulunduğu parsellere oranla daha küçük bir yüz ölçümüne sahip konutlar ise parselin tamamına yerleşmiştir. Bahçeli olan yapılara oranla bu tipteki konutlar daha az sayıdadır. Deniz kenarındaki yapılar ise zaman içinde meydana gelen depremler, artçı sarsıntılar ve yangınlarla birlikte zarar görmüş ve günümüze ulaşamamıştır. Ekonomik zorluklar ve buna bağlı göçler de kent dokusunu etkilemiştir. Tekirdağ'daki geleneksel konutlar incelendiğinde çoğunlukla ahşap karkas ve kâgir sistemlerin bir arada kullanıldığı görülmektedir. Yapılar bodrum katlarında taş yığma olarak yapıp diğer katlar ahşap karkas olarak tamamlanmıştır. Kaplama malzemesi olarak birinci ve ikinci kat cephelerinde yatay olarak ahşap kaplanmış bazı yapılar ise ahşap kullanılmadan sıvanmıştır. Mahalle içerisinde günümüze ulaşmış veya ulaşamamış birçok tarihi yapı bulunmaktadır. Ertuğrul Mahallesi; Türk, Musevi ve Ermeni mahalleleri olmak üzere farklı milletlerden mahallelerle çevrelenmektedir. Bu sebeple de çevrede farklı kültürlere ait yapıların izlerine rastlamak mümkündür.

Çalışmada Ertuğrul Mahallesi'ndeki günümüze ulaşan geleneksel konutların bir bölümü incelenmiştir. Konutların konumuna göre incelenmesi bakımından Ertuğrul Mahallesi kendi içinde üç çalışma bölgesine ayrılmıştır (Şekil 3). Bölgeler denize dik doğrultuda; referans kabul edilen ana ulaşım yollarına göre belirlenmiştir. Şekil 4'te Ertuğrul Mahallesi bölgelendirilmesinde seçilen binaların yer aldığı sokak dokusu gösterilmektedir (Turgutlugil, 2019).



Şekil 3. Ertuğrul Mahallesi'nde belirlenen çalışma bölgeleri ve seçilen binaların mahalle içindeki yeri.



Şekil 4. Ertuğrul Mahallesi'nde belirlenen bölgelerde (a, b, c, d) yer alan binaların sokak dokusu içindeki yeri.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye'deki geleneksel mimari incelendiğinde iklim özelliklerine göre binaların farklı biçim ve özelliklerde yapıldıkları görülmektedir. Bu çalışmada ılıman–nemli iklim bölgesi özellikleri taşıyan, çok sayıda geleneksel mimari örneklerinin bulunduğu, Tekirdağ İlindeki geleneksel konutların fiziksel dış ortam koşullarına göre analiz edilmesi ve yapı özelliklerinin pasif tasarım stratejileri açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Öncelikli olarak Tekirdağ İlindeki kentsel sit alanlarından biri olan Ertuğrul Mahallesi'ndeki farklı yapı özelliklerine sahip geleneksel konutlar belirlenmiştir (Turgutlugil, 2019). Bu konutların fiziksel dış ortam ve yapı özelliklerine göre analizinin sayısal veriler üzerinden değerlendirilebilmesi için DesignBuilder simülasyon programı kullanılmıştır. DesignBuilder programı, EnergyPlus hesap motoru kullanılarak binalarda kullanılan enerji, karbon, aydınlatma vb performansları analiz eden gelişmiş bir arayüzdür.

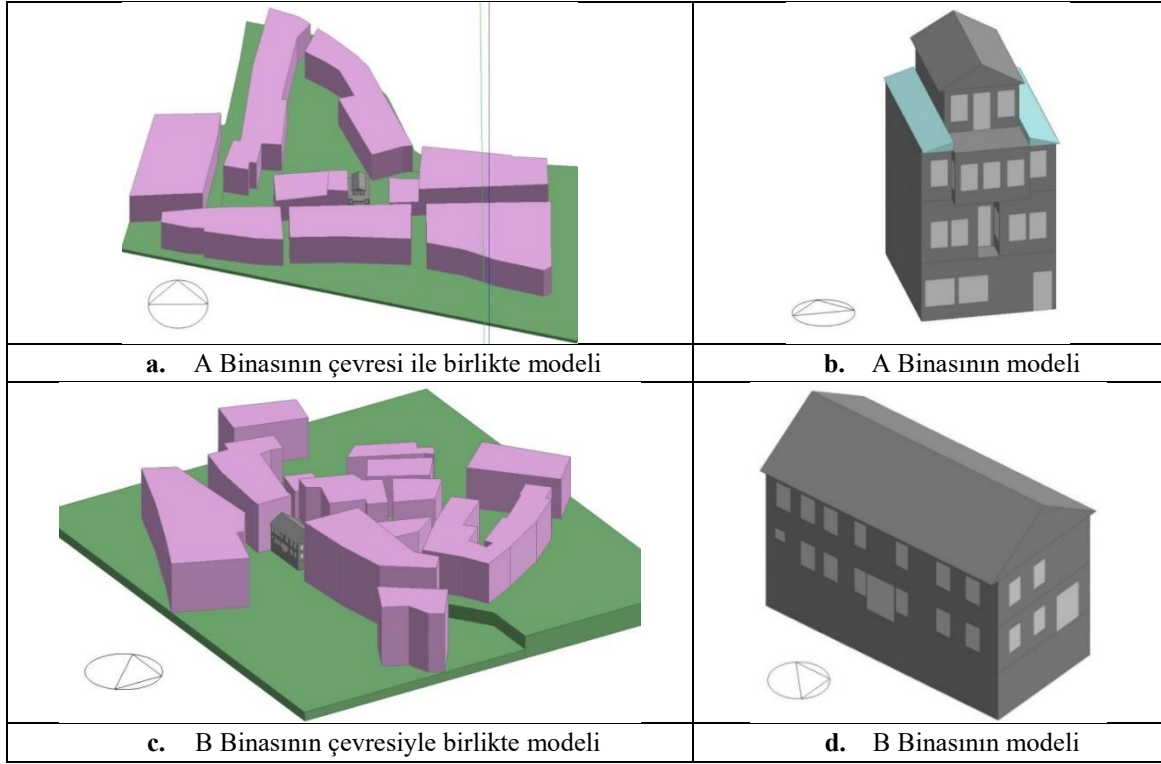
3.1. İncelenen Geleneksel Konutların Analizi İçin Verilerin Girilmesi

Örnek olarak seçilen binaların DesignBuilder programı yoluyla analizleri yapılmadan önce plan, kesit özelliklerinden faydalanılarak sırasıyla;

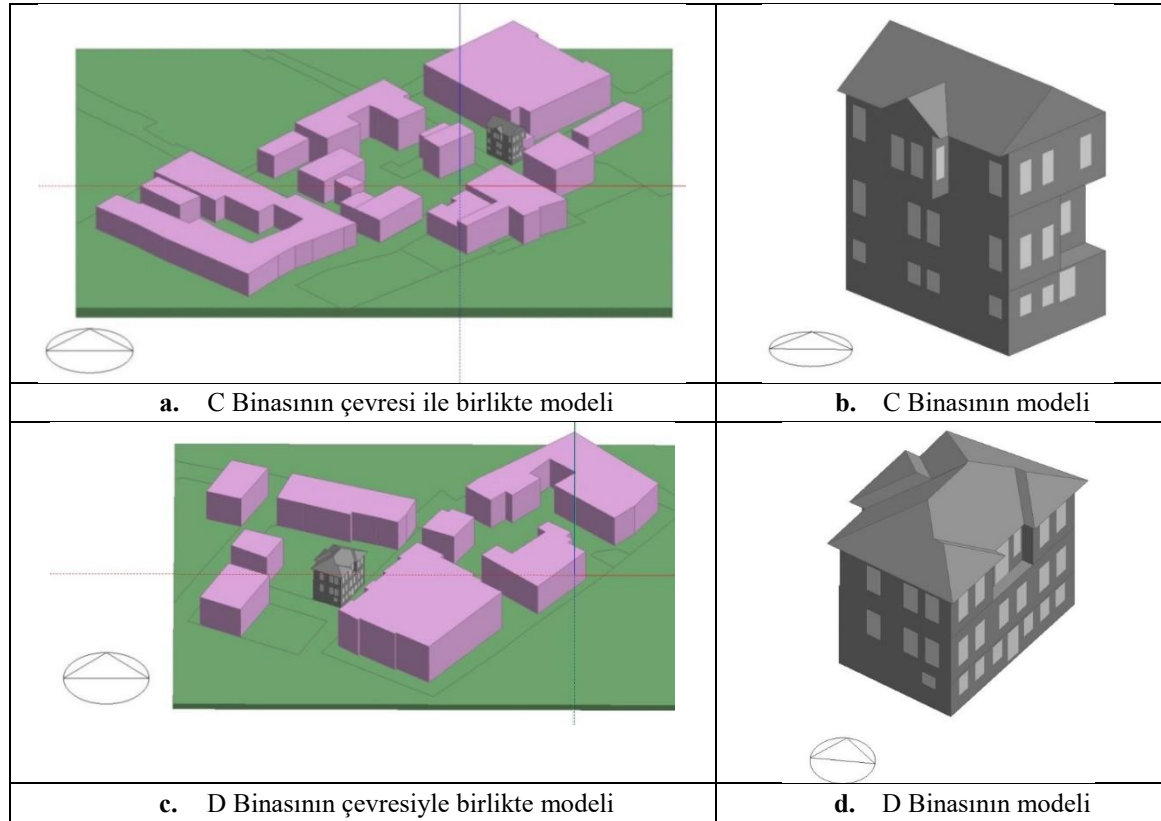
- Bina modellerinin oluşturulması,
- Isıl bölgelerin (zonların) belirlenmesi,
- İklim verilerinin girilmesi,
- Binaların yapım sistemi ve malzeme özelliklerinin atanması,

işlemleri gerçekleştirilmektedir (Turgutlugil, 2019).

Örnek olarak seçilen binaların analizlerinden önce bina ve çevresiyle birlikte modelleri yapılmaktadır (Şekil 5, Şekil 6). Seçilen binalarda her kat kendi içerisinde ısı bölgelere (zonlara) ayrılmıştır (Şekil 7).



Şekil 5. A ve B Binasının Design Builder programında hazırlanan modeli.



Şekil 6. C ve D Binasının Design Builder programında hazırlanan modeli.

DesignBuilder programı, Tekirdağ İli için sıcaklık analizi sonuçlarını, İstanbul'un 2002 yılı meteorolojik verilerine göre oluşturmaktadır. Aralık ayı için belirlenen ortalama sıcaklık 7,87°C iken Haziran ayındaki ortalama sıcaklık 21,60°C olmaktadır. Tekirdağ Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan sonuçları değerlendirdiğimizde ise son beş yılın Aralık ayı ortalaması 7,29°C iken Haziran ayı sıcaklık ortalaması 22,20°C olmaktadır. Programda kullanılan sıcaklık değerleri ile meteoroloji değerleri birbirine oldukça yakındır. Bu durum hesap sonucu elde edilecek değerlerin gerçeğe yakın olduğunu bize göstermektedir. İç ortam sınır şartları ve bina yapı elemanları ile ilgili diğer özellikler de programda belirtilmektedir.



Şekil 7. İncelenen binaların zemin kat ısı bölgeleri (zonları).

Örnek binaların yapım sistemi incelendiğinde benzer özellikte olduğu görülmektedir. Binalar bodrum ve iki kattan oluşmaktadır. Ahşap iskelet sistemde olup, arası kerpiç, tuğla gibi dolgu malzemeleri ile doldurulmuştur. Binaları oluşturan bodrum, dış duvar, zemin vb yapı elemanlarının katman kabülleri ve programa tanımlanan termofiziksel özellikleri Tablo 1- 4 arasında gösterilmektedir. Binalarda bodrum doğal taş (sıvalı), zemin ve birinci katlar ahşap iskelet arası harman tuğla dolgu ve ahşap kaplamalı olarak belirlenmiştir. Yapı elemanlarını oluşturan katmanların kalınlık ve ısı iletkenlik özelliklerine

bağlı olarak ısı geçirgenlik değerleri (U değeri) hesaplanmıştır (Tablo 1- 4). Yalıtımsız bu elemanların U değerlerinin TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı (TS 825, 2013) de 2. Derece Gün Bölgesinde yer alan Tekirdağ da yapı elemanları için tavsiye edilen U değerlerinden (Tablo 5) büyük olmasına rağmen günümüzde yaygın kullanılan betonarme gibi yapı elemanların U değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Bodrum kat duvarlarında kullanılan malzemeler ve özellikleri.

Malzeme	Kalınlık d (m)	Isıl İletkenlik λ (W/mK)	Yoğunluk δ (kg/m ³)	U Değeri (W/m ² K)
Kireçli Alçı Sıva	0,02	0,80	1300	1,19
Doğal Taş	0,50	1,44	1600	
Kireçli Alçı Sıva	0,02	0,80	1300	

Tablo 2. Dış Duvar kullanılan malzemeler ve özellikleri.

Malzeme	Kalınlık d (m)	Isıl İletkenlik λ (W/mK)	Yoğunluk δ (kg/m ³)	U Değeri (W/m ² K)
Ahşap Kaplama	0,02	0,13	593	1,34
Harman Tuğlası + Ahşap İskelet	0,15	0,85	1500	
	0,15	0,13	593	
Ahşap Bağdadı Çıta	0,02	0,13	593	
Kireçli Alçı Sıva	0,02	0,80	1300	

Tablo 3. Zeminde kullanılan malzemeler ve özellikleri.

Malzeme	Kalınlık d (m)	Isıl İletkenlik λ (W/mK)	Yoğunluk δ (kg/m ³)	U Değeri (W/m ² K)
Doğal taş kaplama	0,02	1,44	1600	0,41
Harç	0,10	0,72	1650	
Toprak zemin	1,50	0,74	1900	

Tablo 4. Ahşap döşeme, çatı, pencere ve kapı malzemeleri ve özellikleri.

Malzeme	Kalınlık d (m)	Isıl İletkenlik λ (W/mK)	Yoğunluk δ (kg/m ³)	U Değeri (W/m ² K)
Ahşap kaplama (zemin)	0,03	0,15	700	1,36
Ahşap kiriş + Hava boşluğu	0,20	0,13	593	
Ahşap kaplama (tavan)	0,02	0,15	700	
Çatı	Kiremit, Membran, Ahşap taşıyıcı			0,65
Pencere	Ahşap doğramalı çift cam			2,66
Kapı	Ahşap			2

Tablo 5. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı (TS 825, 2013) de tavsiye edilen U değerleri.

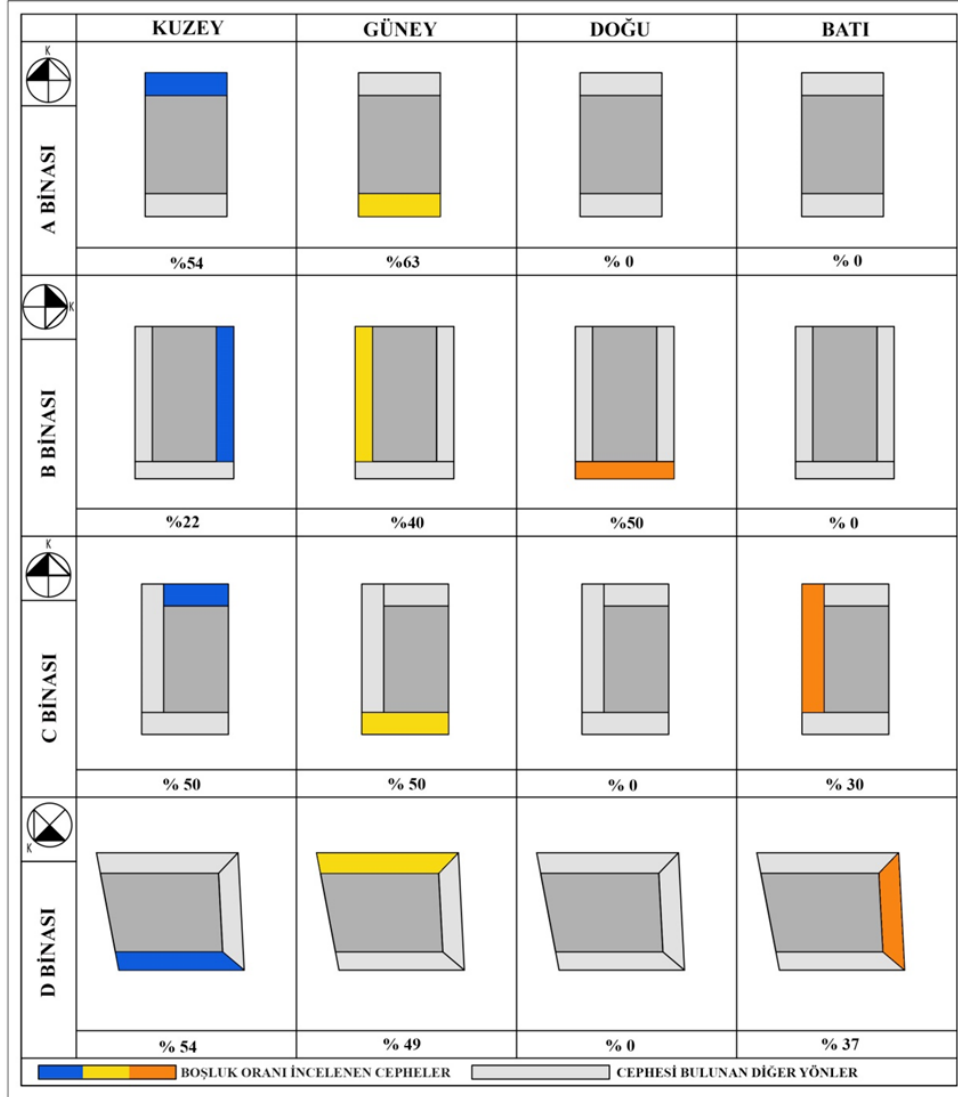
U Değeri (W/m ² K)	U _{duvar}	U _{tavan}	U _{döşeme}	U _{pençere}
2. DG Bölgesi	0,57	0,38	0,57	1,8

4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışma alanı içinde örnek olarak seçilen binalar pasif tasarım stratejileri açısından sırasıyla havalandırma, gün ışığı, sıcaklık, ısı konfor ve ısı denge açısından incelenmiştir. Aşağıda sırasıyla bu incelemeler yer almaktadır.

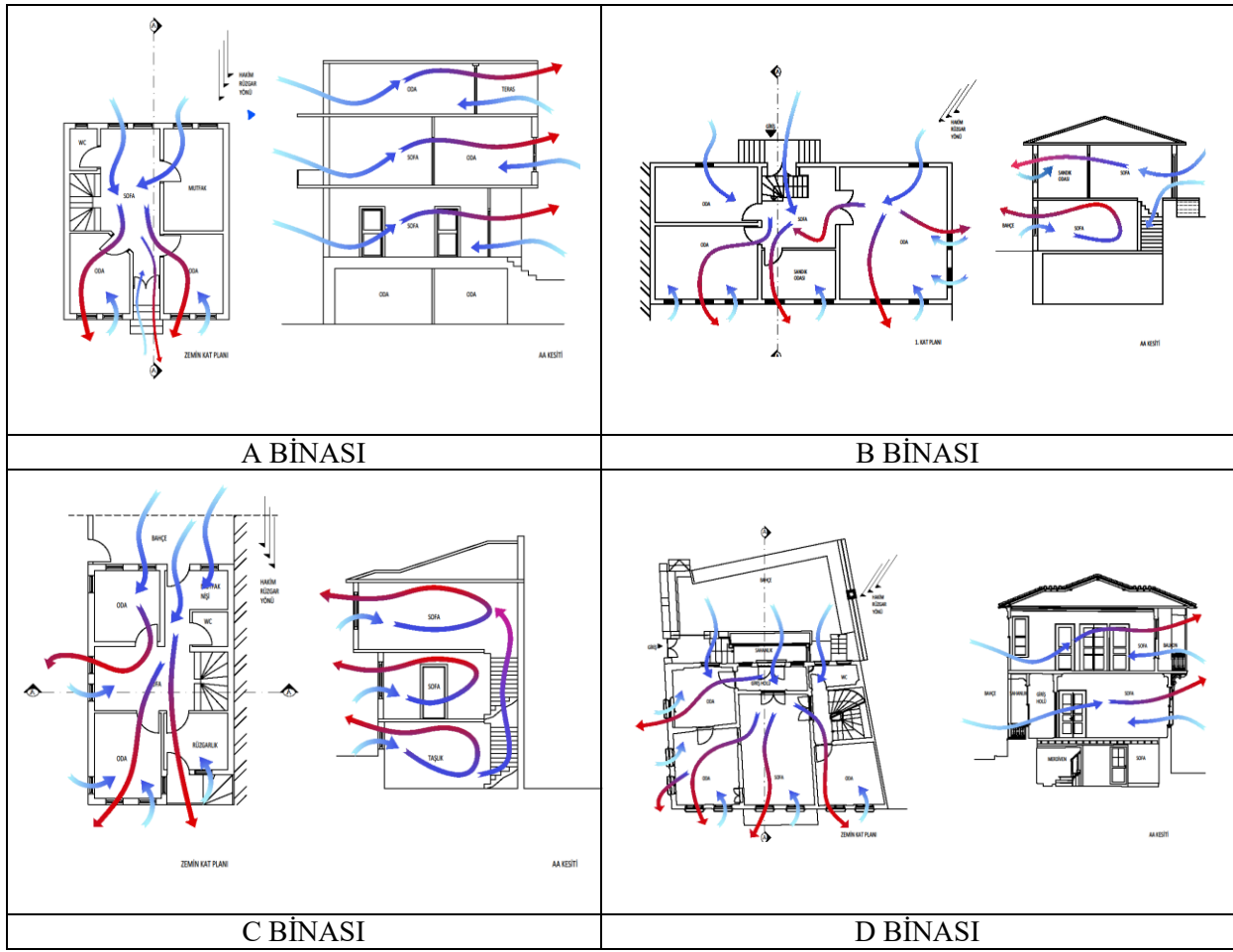
➤ Havalandırma Analizi

Binalar öncelikle yönlere göre cephelerindeki doluluk ve boşluk alanları açısından değerlendirilmiştir. Cephe aldıkları Kuzey, Güney, Doğu, Batı yönleri ve bu yönlerde bulunan pencere ve kapı açıklıklarının cephe oranı açısından binaların durumu Şekil 8’de gösterilmektedir. Güney cephesindeki yüzey açıklıkları bakımından %63 oranla en fazla açıklık A binasında bulunmaktadır. B ve D binalarında ise %50 ye yakın bir oran gözlenmektedir. Ancak A binasının Güney cephesi Doğu ve Batı cephelerine oranla daha dar bir yüzeye sahiptir. B ve D binalarında ise tam tersi bir durum mevcuttur. Bu nedenle Güney cephesinden maksimum oranda fayda sağlamada B ve D binaları daha avantajlı olacaktır. C binası incelendiğinde ise dar olan cepheler Kuzey ve Güney iken, geniş cephelerden Doğu cephesi bitişik, Batı cephesinde ise %30 oranında açıklık bulunduğu görülmektedir.



Şekil 8. Ertuğrul Mahallesi'nde belirlenen binaların cephe aldığı yönler ve cephelerdeki boşluk oranları.

Şekil 9'da Ertuğrul Mahallesi'ndeki örnek binaların zemin kat plan ve kesit üzerinde, hakim rüzgar referansıyla, pencere ve kapı gibi hava giriş çıkış noktalarından doğal hava akış diyagramları gösterilmektedir. İncelenen geleneksel binalarda çoğunlukla iki cephe açık diğer iki cephe ise bitişik veya sağır duvar olarak yer almaktadır. Zemin kat ve kesitlerinde doğal havalandırma hareketine göre hâkim rüzgâr olan kuzeyden esen poyraz, A binasında kuzey güney yönlü olarak içeriğe alınmaktadır. B binasında ise, sadece 1.Katta karşılıklı olarak rüzgâr bina içerisinde dolaşabilmektedir. Zemin katta ise Batı cephesinden alınabilmektedir (Turgutlugil, 2019).

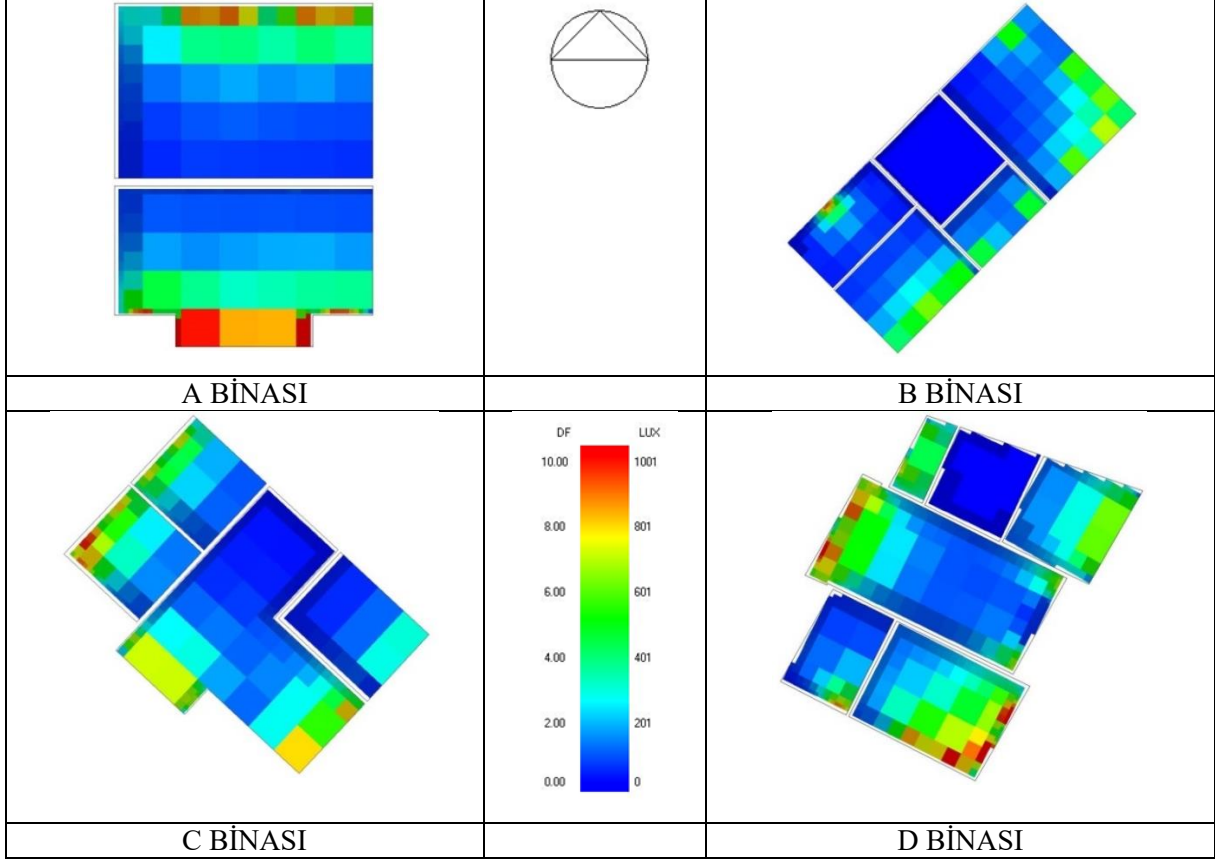


Şekil 9. Ertuğrul Mahallesi'nde örnek binalarda doğal hava akışının incelenmesi.

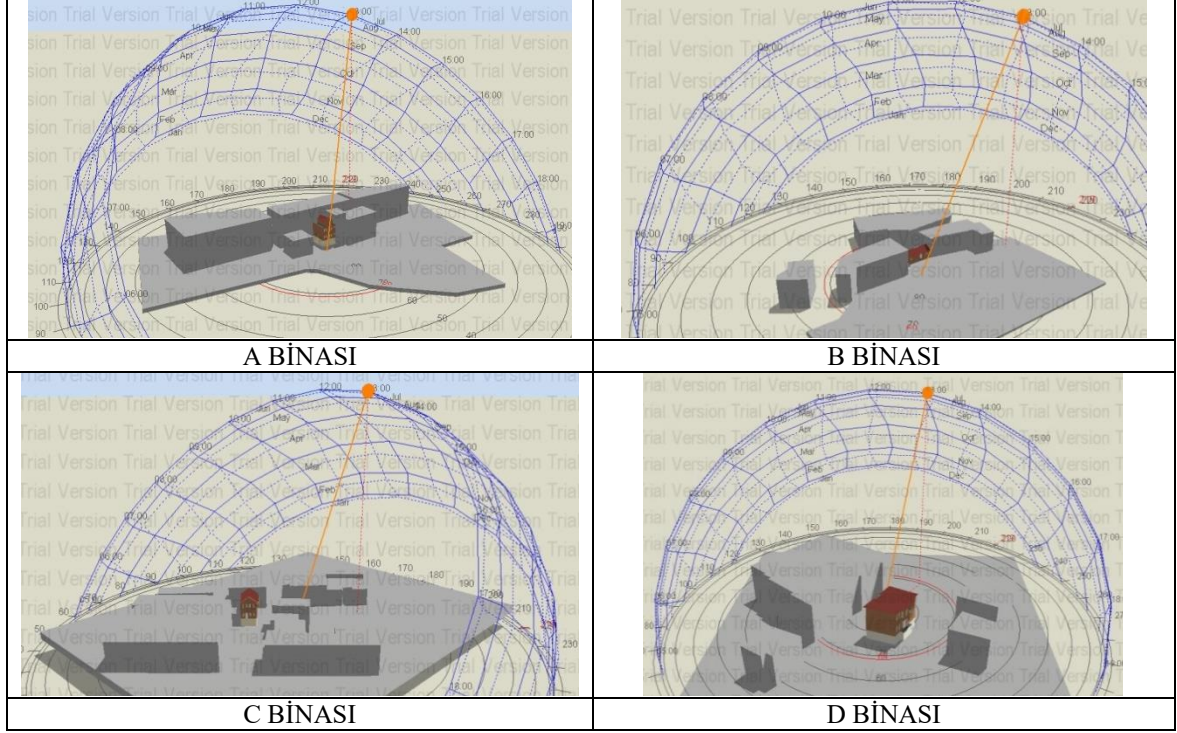
➤ Gün Işığı Analizi

Binaların gün ışığı aydınlık düzeyi değerleri birinci kat planları üzerinden analiz edilmektedir (Şekil 10). Gün ışığından faydalanmada konutlar için görsel konfor koşullarının sağlanması için istenen aydınlık düzeyleri mekan (banyo, mutfak, salon, yatak odası vb) özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Konutlarda aydınlık düzeyi banyo, koridor vb 100 Lux iken, mekandaki aktivite durumuna göre (çalışma, okuma vb) bu değer 500 Lux'e çıkmaktadır (Sümengen & K. Yener 2015). İncelenen binaların pencere bulunan cephelerinde aydınlık düzeylerinin 400 Lux'e çıktığı belli noktalarda daha da yükseldiği görülmektedir. Bitişik cephelerde ise bu değer ışığın ulaşmadığı noktalarda 200 Lux'ün altına düşmektedir. En yüksek aydınlık değerlerine cephe yüzeylerindeki pencerelerin en yüksek oranda olduğu D binasında ulaşılmaktadır. Cephelerdeki gün ışığı etkisi ve gölge boylarının analiz edilmesi için 21 Haziran ve 21 Aralık saat 13:00'deki durumlarına göre binalar sokak dokusu içerisinde incelenmektedir (Şekil 11, Şekil 12). 21 Aralık'ta güneş ışınlarının daha eğik gelmesiyle birlikte binaların üzerine düşen gölge boyları daha da uzamakta ve gölgeli alanlar da

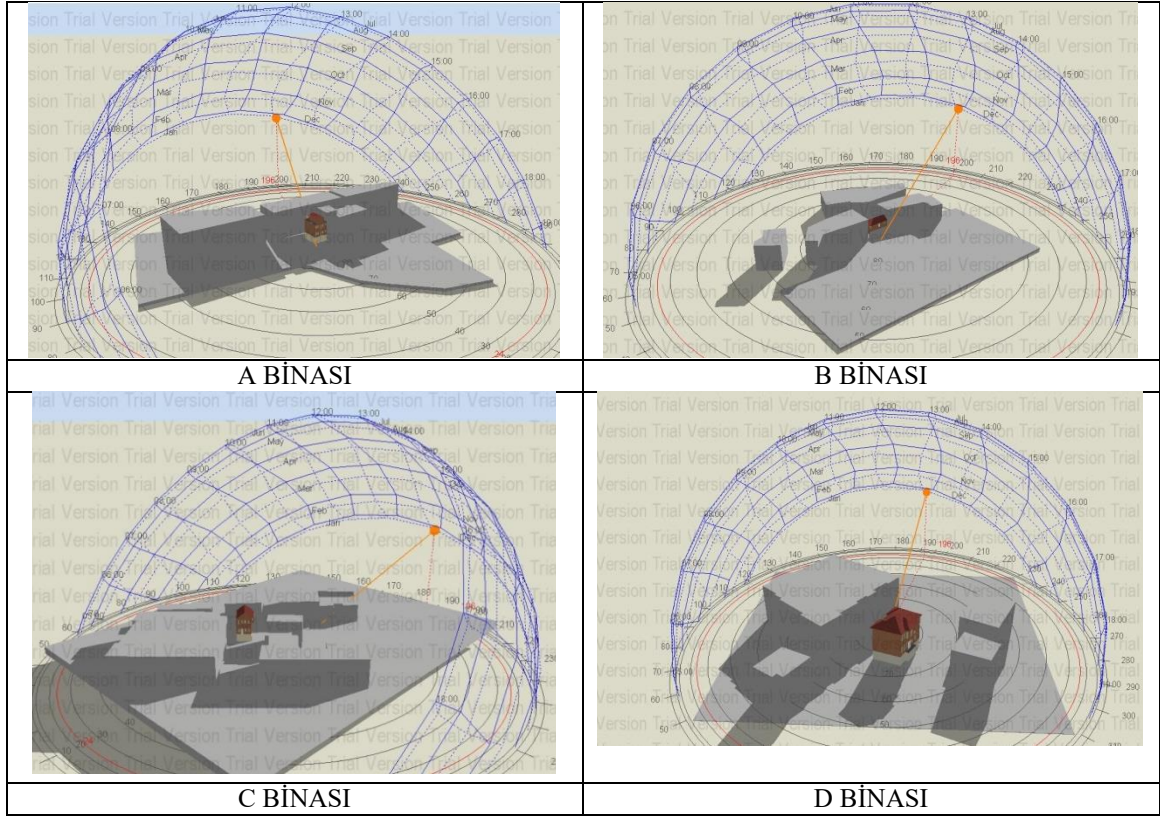
artmaktadır. A ve B binalarının tamamen gölge etkisi altında kaldığı görülmektedir. Özellikle kent dokusu içerisinde eski ve yeni binaların bir arada bulunduğu alanlarda kat yükseklikleri belirlenirken yüksek binaların gölge etkilerinin dikkate alınması gerektiği görülmektedir.



Şekil 10. Ertuğrul Mahallesi'ndeki binalarda günışığı analizleri.



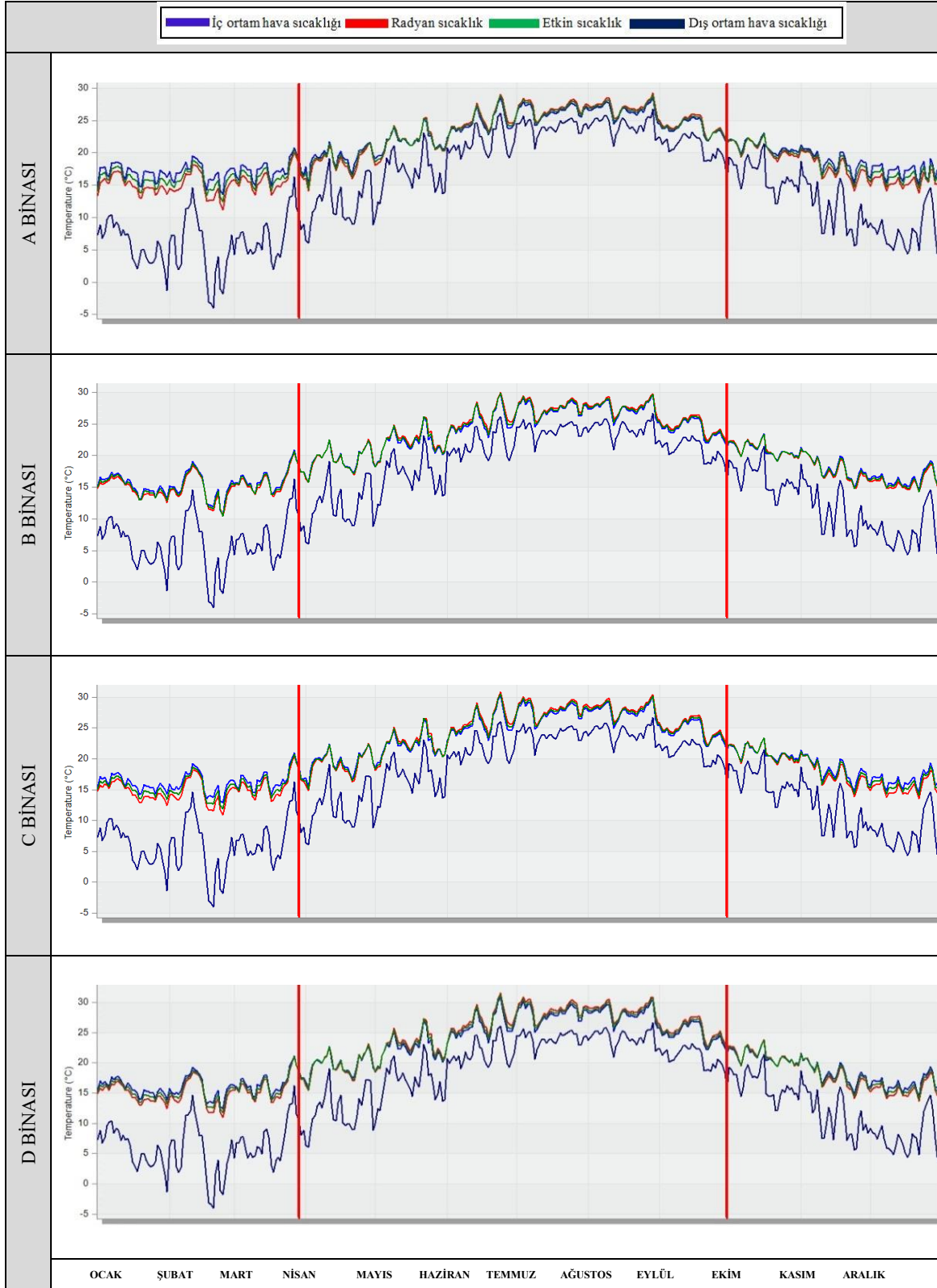
Şekil 11. Binaların 21 Haziran'da çevresiyle birlikte gölge durumları.



Şekil 12. Binaların 21 Aralık'ta çevresiyle birlikte gölge durumları.

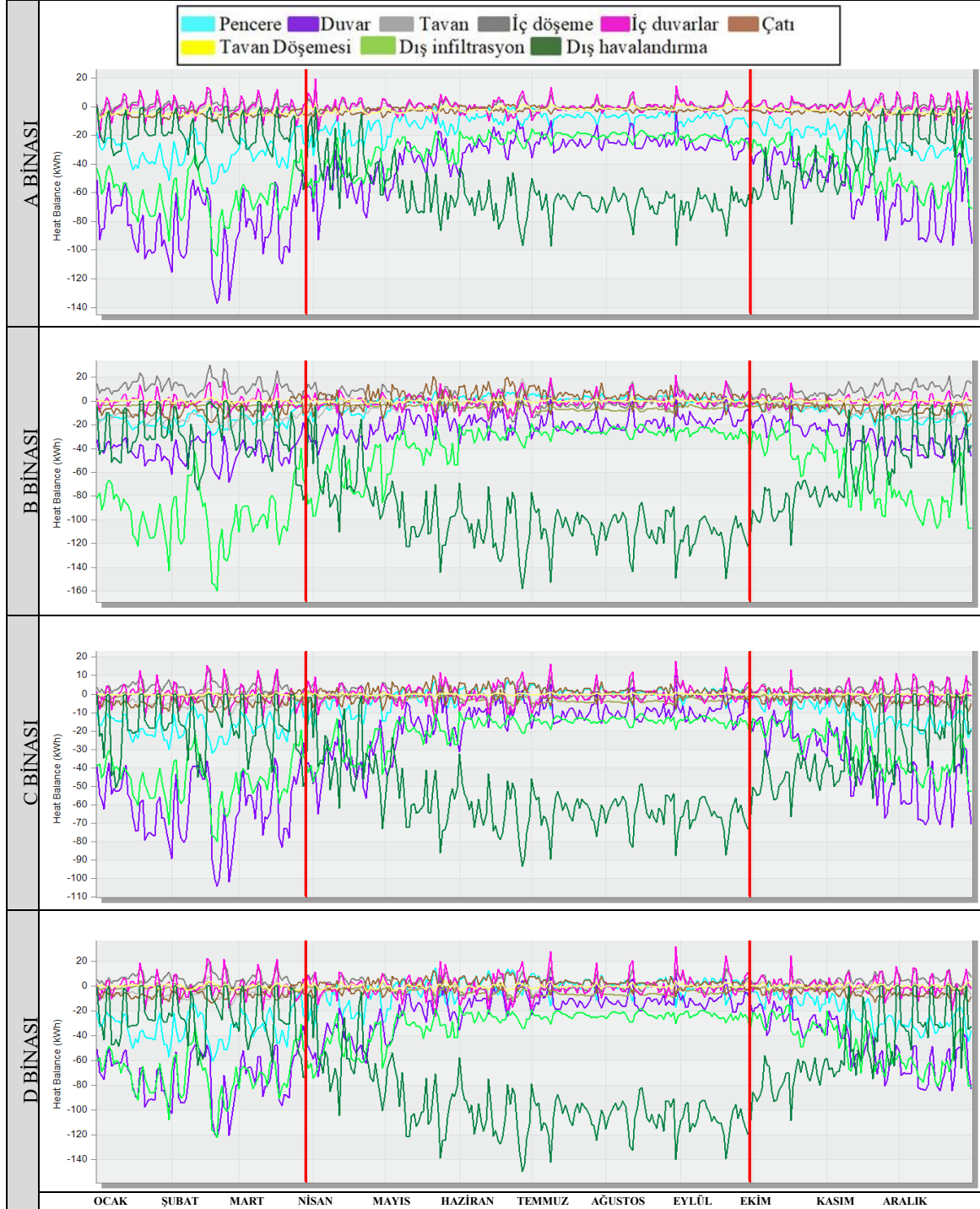
➤ Sıcaklık ve Isıl Denge Analizi

İncelenen binaların yıllık iç ve dış ortam sıcaklıkları, radyan ve etkin sıcaklıklarının aylara göre değişimi Şekil 13’de verilmektedir. İç yüzey sıcaklığı etkisini gösteren radyan sıcaklığının iç ortam hava sıcaklığına yakın olması iç ortamın konfor şartları açısından olumlu görülmektedir. Mevsimsel olarak değişim gösteren dış ve iç hava sıcaklıkları kış döneminde daha düşük yaz döneminde daha yüksek değerlerdedir. İç ortam ve radyan sıcaklığın ortalaması olarak alınan etkin sıcaklık iç ortam ve radyan sıcaklık değerlerinin arasında kalmaktadır. İç ortam sıcaklıkları tüm mevsimlerde dış ortam sıcaklığının üzerinde radyan ve etkin sıcaklıklara yakın seyretmektedir. Binaların Ocak ayı sıcaklık ortalamaları yaklaşık aynı değerlerde olup, kış aylarında 15-17°C arasında değişiklik göstermektedir. Temmuz ayı ortalamaları incelendiğinde ise A ve B binalarında sıcaklık değeri ortalama 27°C ye yakın seyrederken, C ve D binalarında bu değer 28°C ye ulaşmaktadır. ASHRAE (Handbook of Fundamentals 2001)’de pasif olarak ısıtılıp serinletilmesi ön planda olan konut ve benzeri içsel ısı kazancı düşük binalar için, 18°C ile 26°C arasındaki sıcaklıkların “mekan konfor sıcaklık aralığı” olduğu belirtilmektedir (U. Harputlugil & Çetintürk, 2005). Hesaplanan iç ortam sıcaklıklarının bu değerlere yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 13. İncelenen binaların mevcut durumda sıcaklıklarının yıl içerisindeki değişimi.

Şekil 14'te binaların yapı elemanlarına bağlı olarak ısı dengesi değişimi gösterilmektedir. Duvar, pencere, tavan gibi elemanlarda kış döneminde kayıplar artarken yaz döneminde havalandırmaya olan ihtiyacın da artış gösterdiği görülmektedir. Bu özellikle B binasındaki çapraz havalandırma performansının biraz daha düşük olmasıyla ilişkilendirilebilir.



Şekil 14. İncelenen binaların yapı elemanlarına bağlı olarak ısı dengesi değişimi.

İncelenen örnek binaların yönlenme, form, bina aralıkları ve bina kabuğundaki farklılıklar açısından topluca değerlendirilmesi Tablo 6 da gösterilmektedir. Ortalama sıcaklık, cephe boşluk oranları, ile aydınlatma düzeyi değerleri de Tablo 7 de verilmektedir.

Tablo 6. İncelenen binalardaki pasif tasarım stratejileri.

	Yönlendirme ve Bina Aralıkları	Bina Formu	Binanın Diğer Binalara Göre Konumu	Bina Kabuğundaki Açıklıklar
A BİNASI	İki yöne bitişik dar Güney cephe	Kareye yakın Dikdörtgen	Yoğun konut dokusu içinde, dar bir sokak üzerinde	Kuzey-Güney yönlü açıklıklar
B BİNASI	Tek yöne bitişik geniş Güney cephe	Dikdörtgen	Yoğun konut dokusu içinde, dar bir sokak üzerinde	Doğu-Güney yönlü açıklıklar
C BİNASI	Tek yöne bitişik dar Güney cephe	Dikdörtgen	Yoğun konut dokusu içinde, dar bir sokak üzerinde	Kuzey-Güney doğrultulu ve Batı cephe ile desteklenen açıklıklar
D BİNASI	Ayrık geniş Güney cephe	Kareye yakın Dikdörtgen	Benzer özellikteki geleneksel konutların bulunduğu sokak üzerinde	Kuzey-Güney doğrultulu ve Batı cephe ile desteklenen açıklıklar

Tablo 7. İncelenen binaların ort sıcaklık, cephe boşluk oranları, aydınlatma düzeyi değerleri.

	Ocak Ayı Sıcaklık Ort. (°C)	Geniş Yüzeyle Cepheler ve Bu Cephelerdeki Boşluk Oranları (%)	En Yüksek Aydınlık Düzeyi (Lux)
A BİNASI	17,47	Doğu- Batı % 0 - % 0	Güney 800
B BİNASI	16,81	Kuzey- Güney % 22 - % 40	Güney 600
C BİNASI	16,32	Doğu-Batı % 0- % 30	Güney 800
D BİNASI	16,14	Kuzey-Güney % 54 - % 49	Güney 1000

İncelenen binaların iç ortam sıcaklıkları, aydınlatma ve havalandırma özelliklerini sadece binaların cephe aldığı yönler ve yüzey açıklıkları etkilememektedir. Binalar içinde buldukları çevre ile birlikte değerlendirilmelidir. Örneğin; A binasının, gün ışığı alan cephelerinden biri olan güney cephesi, dar bir yüzeye sahiptir. Aynı zamanda binanın karşısındaki günümüz yapım sistemi ile yapılmış binaların güneşi engellemesiyle birlikte binaya ulaşan gün ışığı da azalmaktadır. Özellikle kent dokusu içerisinde eski ve yeni binaların bir arada bulunduğu alanlarda kat yükseklikleri belirlenirken yüksek binaların gölge etkileri dikkate alınmalıdır. Yenilenen sokak dokuları içerisinde bu geleneksel binaların çevresindeki diğer binaların gölgesinden önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir. Analiz edilen binalar

üzerinden değerlendirme yapılarak Tekirdağ İli özelinde düşünüldüğünde binalar birbirinin gün ışığını kesmeyecek şekilde planlanmalıdır. Özellikle kentsel sit alanı olan mahallelerde mevcut geleneksel binaların kat yüksekliklerine uyularak yeni binalar tasarlanmalıdır. Tekirdağ'da hâkim rüzgârın Kuzey yönlü poyraz olması bu cephelerde pencere açıklıkları bırakılması gerektiğini göstermektedir. Binaların Güney cephelerinin Batı ve Doğu cephelerine oranla geniş yüzeylere sahip olması durumunda açıklıkların da artırılması ısı konforunun artırılmasına yardımcı olacak ve Kuzey–Güney doğrultulu hava hareketi doğal havalandırmayı sağlayacaktır.

Yüzey açıklıklarının az olması her ne kadar güneş ışınlarının içeriye girmesini engellese de kış aylarındaki ısı kaybını önleyerek iç ortam sıcaklıklarını olumlu etkilemektedir. Diğer binalara göre yüzey açıklıkları daha az olan B binasında Aralık ayı ortalama iç ortam sıcaklığını 18°C'ye ulaştırmaktadır. Tam tersi durum incelendiğinde, Güney ve Batı cephelerinde diğer binalara göre daha çok açıklık bulunan D binasında ise Temmuz ayı iç ortam sıcaklıkları diğer binalara göre farklılık göstererek 29°C'ye ulaşmaktadır. Bu durum aynı zamanda içeriye giren gün ışığı miktarının en fazla olduğu bina olmasını sağlayarak aydınlatma değerlerini yükseltmektedir. Yunanistan'ın güneyinde yer alan Florina şehrindeki geleneksel binalar üzerinde pasif tasarım stratejilerinin incelendiği bir çalışmada binaların, eski Yugoslavya, Bulgaristan, Romanya ve Türkiye ile pek çok ortak karakteristiğe sahip olduğu belirtilmektedir. Binaların genel yapı karakteristiğini güneyden ve doğudan gelen hâkim rüzgâr oldukça etkilemiştir. Mümkün olduğunca güneş ışığı ve pasif güneş ısısından en iyi şekilde yararlanacak şekilde pencere açıklıkları güney ve doğu yönlerinde planlanmıştır. Pencere alanlarının oda alanlarına olan oranı üst katlarda %10-%30 arasında değişiklik göstermektedir. Alt katta ise bu oranın %5-%15 aralığında olduğu görülmektedir. Bu durumda zemin seviyesinde yer alan ve kış mevsiminde yaşanan mekânlar, duvar kalınlığı ve pencere sayısı bakımından ısı konforu sağlamaktadır. Yaz mevsiminde yaşanan üst katlarda ise ince duvarlar ve artan pencere sayısı ile düşük termal ısı ve artan havalandırma koşullarına sahip olmaktadır (Oikonomou vd., 2010).

Bu çalışmada incelenen örnek binalarda ise zemin katlardaki pencerelerin aynı hizada üst katta da devam ettiği ancak üst katta yer alan pencerelerin zemin katlardaki pencerelere oranla yüksekliğinin daha fazla olduğu gözlemlenmektedir. Böylelikle artan pencere yükseklikleri ile beraber üst katlarda daha etkin havalandırma sağlanmaktadır. Aynı zamanda tüm binalar için yaz aylarında doğal havalandırma için kuzeyden esen hâkim rüzgâr yapı içerisinde dolaşabilecek şekilde açıklıklar bırakılmalıdır. Özellikle D binasında güney cepheleri için güneşten koruyucu önlemler alınabilir. Vietnam'da yapılan bir çalışmada da pasif tasarım stratejilerine göre simülasyon programı yardımıyla geleneksel binalar incelenmektedir. Doğal havalandırma, bina yönelimi ve binanın şekli, güneş kontrolü en sık kullanılan stratejiler olmuştur. Aynı zamanda gölgeleme elemanlarının oldukça iyi performans gösterdiği; ancak açıklıkların

dağılımının doğal havalandırma ve aydınlatmayı iyileştirecek şekilde planlanması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır (Nguyen vd., 2011).

5. SONUÇ

Herhangi bir mekanik yöntemle başvurmadan pasif tasarım stratejileri ile tasarlanan ve temini kolay malzemelerle yapılan geleneksel binalar, günümüz mimarisine her açıdan ışık tutmaktadır. Çalışma kapsamında, Tekirdağ İli Ertuğrul Mahallesi'nde seçilen dört bina pasif tasarım stratejileri, açısından incelenmiştir. Örnek olarak seçilen binalar, benzer yapım sistemi ve malzeme özelliklerine sahiptir. Ancak kendi içlerinde kapladığı alan, biçim, yönelme ve yüzey açıklıkları açısından farklılıklar göstermektedir.

Ilıman nemli iklim özelliği gösteren Tekirdağ' da hem rüzgâr hem de güneş önemli iklimsel öğelerdir. Analiz edilen binalara ve iklime uygun bina tasarımındaki dikkat edilmesi gerekli planlama kararları benzer bir çalışmada aşağıdaki maddelerle özetlenmektedir.

- Yer seçimi ve topoğrafya: Yamaçların üst kısımlarında yerleşimin yapılması güneşten faydalanma konusunda yarar sağlamaktadır.
- Yönlendirme ve bina aralıkları: Binaların güneşten faydalanmasını sağlamak amacıyla geniş yüzeyleri güneye yönlendirilmelidir. Rüzgârdan fayda sağlamak amacıyla da yapılar ayrık konumlandırılmalıdır.
- Bina biçimi ve planlama: Binalar dikdörtgen planlanmalı ve geniş cepheleri güneye yönlendirilmelidir. Pencere hâkim rüzgâr yönüne karşı açılmalıdır.
- Bina kabuğu: Yapının Batı cephesindeki saydam yüzeyler minimumda tutulmalıdır. Güneyde bulunan yapı boşlukları fazla tutulmalı ancak kışın rüzgârdan korunma amacıyla panjur, kepenk gibi önlemler alınmalıdır (Sargın, 2011).

Çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında doğal çevre verileri (iklim, hâkim rüzgâr, gün ışınımı vb) ile yapay çevre verileri (bina yeri, diğer binalara göre konum, form ve kabuk vb) binaların ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma özelliklerini etkilediği görülmektedir. Tekirdağ geleneksel dokusu içinde yer alan; belirlenen kabul koşulları ile seçilen örnek binaların, hiçbir yalıtım katmanı ve mekanik sistem kullanılmadan, pasif tasarım stratejileri ile ısıtma, soğutma ve havalandırma için istenilen şartlara yakın değerlerle bu koşulları sağladığı söylenebilir. Bu örneklerin çoğu günümüzde benzer veya yeni fonksiyonlarıyla restorasyon ve renovasyon uygulamalarıyla özel veya tüzel kişiler tarafından kentte kazandırılmaya çalışılmaktadır. Binaların özgün hali konut olmasına rağmen çoğu günümüzde ticaret amaçlı (kafe, sosyal tesis vb) hizmet vermektedirler. Bu ve benzer çalışmalar

sürdürülebilir mimari örneklerinin yeni nesillere aktarılması açısından oldukça önemlidir. Kentteki tüm paydaşların bu örneklerin korunması için aynı oranda duyarlılık göstermesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Ahmadpour S. F., & Vural N. (2023). Tebriz Kenti Geleneksel Konutlarının İklimle Uyumlu Tasarım Ölçütlerinin Analizi, *Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Dergisi*, 10(98),1969-1980.
- Anna-Maria V., (2009). Evaluation of a Sustainable Greek Vernacular Settlement and its Landscape: Architectural Typology and Building Physics. *Building and Environment* 44, 1095-1106.
- Çakıcı F. Z. & Takva Ç. (2023). Climate-sensitive Design in Traditional Residential Architecture: Kars Karakurt Houses. *International Journal of Built Environment and Sustainability* 10:3.s: 1–11.
- Çamaş N.Ç. & Çetintahra G.E., (2022). Kentsel Mekân Düzenlerinin Pasif Havalandırma Ve Güneşlenme Kriterleri Üzerinden Sorgulanması, *Eksen*, Cilt 3, Sayı 2, 38-57.
- Çetintaş K. F., & Rezafar A., (2022), Binalarda Pasif Soğutma Yöntemleri ve Geleneksel Mimarideki Uygulamalarının İncelenmesi, *Kapı / Trakya Journal of Architecture and Design* 2(2), p: 37 - 56.
- Dikmen Ç., (2011). Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi. *Politeknik Dergisi*, Cilt:14 Sayı: 2, s.121-134.
- Dişli G. & Duysak Mankır, A. (2021). Geleneksel Akşehir Evlerinde İşlevsel Sistemlerin Ekolojik ve Enerji Etkin Tasarım Ölçütleri Açısından İncelenmesi, *Türk İslâm Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi* 16/32: 257-286.
- Gezer H., (2013). Geleneksel Safranbolu Evlerinin Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* Yıl: 12 Sayı: 23, s. 13-31.
- Güney Yüksel, F. C., & Söğüt, M. A. (2021). Geleneksel Bodrum Evlerinde Sürdürülebilirliğin Konut Tipolojisi Bakımından İncelenmesi. *Mimarlık ve Yaşam*, 6(1), 77-93.
- Han J., & Yang X. (2018). Analysis Of Passive Energy – Saving Retrofitting of Rural Residential Houses in Southern Anhui Province – A Case in Hongcun. *Energy Procedia*, 152, s. 470-474.
- Harputlugil G. U. & Çetintürk N., (2005). Geleneksel Türk Evi'nde ısı konfor koşullarının analizi: Safranbolu Hacı Hüseyinler Evi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20, s.77–84.
- International Energy Agency, (2023). <https://www.iea.org/energy-system/buildings>
- Liang X., Wang Y., & Roskilly T. (2015). Reduce Household Energy Consumption Using Passive Methods. *Energy Procedia*, 75, s. 1335-1340.
- Lebied M., Sick F., Choulli Z., & El Bouardi A. (2018). Improving the Passive Building Energy Efficiency Through Numerical Simulation–A Case Study for Tetouan Climate in Northern Of Morocco. *Case Studies in Thermal Engineering*, 11, s.125–134.
- Muşkara Ü. (2017). Kırsal Ölçekte Geleneksel Konut Mimarisinin Korunması: Özgünlük. *Selçuk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi* (37), 437-448.
- Nguyen A., Tran Q., Tran D. & Reiter S. (2011). An Investigation On Climate Responsive Design

- Strategies of Vernacular Housing In Vietnam. *Building & Environment* 46, s. 2088-2106.
- Oikonomou A. & Bougiatioti F. (2011). Architectural Structure and Environmental Performance of the Traditional Buildings in Florina, NW Greece. *Building and Environment* 46 (2011) 669-689.
- Ören C. (2010). *Ofis Binalarında Yıllık Enerji Tüketimini Azaltan Parametrelerin İncelenmesi ve Pasif Yöntemlerin Enerji İhtiyaçlarına Etkileri.* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Özdemir S. & Ekici B. B., (2020). Evaluation Of The Energy Performance Of Traditional Harput Houses: Şefik Gül House Sample, *International Journal of Innovative Engineering Applications* vol. 4, issue 2, p:64-72.
- Samalavičius A. & Traškinaitė D., (2021). Traditional Vernacular Buildings, Architectural Heritage and Sustainability, *Journal of Architectural Design and Urbanism*, Vol 3 No 2, 2021 pp. 49-58.
- Sargın H. (2011). *Geleneksel Konut Dokularının Sürdürülebilirliği: Bergama Örneği.* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, , İstanbul, Türkiye
- Satkın M. (2012). Osmanlı Dönemi Tekirdağ Evleri, Tekirdağ Valiliği, Tekirdağ.
- Sow O. (2016). *Adapting Passive Design Strategies for Sustainable Urban Development: A Bim Model for Dakar.* (Yüksek Lisans Tezi) Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Sümengen Ö. & K. Yener A. (2015). Binalarda Aydınlatma Enerji Performansının Belirlenmesinde Günışığına İlişkin Değişkenlerin İncelenmesi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(3):135-148.
- Şık B. (2013). *Tekirdağ'da Geleneksel Ahşap Konutların Malzeme Sorunları ve Koruma Yöntemleri Üzerine Bir Metodoloji Çalışması: Tekirdağ'dan Bir Konut Örneği.* (Yüksek Lisans Tezi), Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Taşçı B., & Pekdoğan T., (2018). Kozbeyli Kırsal Yerleşiminde Geleneksel Konut Mimarisinin Ekolojik Sürdürülebilirlik Bağlamında İncelenmesi, *TÜBAV Bilim* 11 (1) s: 1-18.
- TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları (2013). Türk Standardları Enstitüsü Ankara.
- Turgutlugil G., (2019), *Pasif Enerji Tüketimi Açısından Tekirdağ Geleneksel Konut Mimarisinin İncelenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- URL1: <https://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-erceve-sozlesmesi.tr.mfa>, T.C Dışişleri Bakanlığı (2023)
- URL2: <https://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa>, T.C Dışişleri Bakanlığı (2023)
- URL3: <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>, T.C Dışişleri Bakanlığı (2023)
- Yan Y., Kong Q., Cao Y., Zhang X., Ai J., & Meng X. (2017). Investigation on Passive Energy-Saving Technologies Of Demonstration Houses in Taohai Pasture. *Procedia Engineering*, 205, s. 2910–2917.
- Yüksek İ. & Esin T. (2013). Analysis of Traditional Rural Houses in Turkey in Terms of Energy Efficiency, *International Journal of Sustainable Energy*, s.643-658.

