

PAPER DETAILS

TITLE: YERİNDE DÖNÜSÜM BAĞLAMINDA KENT DOKUSU VE ENERJİ TÜKETİMİ İLİSKİSİNİN
İNCELENMESİ: KADIKÖY VAKA ÇALIŞMASI

AUTHORS: Halit BEYAZTAS

PAGES: 162-181

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1358202>

YERİNDE DÖNÜŞÜM BAĞLAMINDA KENT DOKUSU VE ENERJİ TÜKETİMİ İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ: KADIKÖY VAKA ÇALIŞMASI

Halit BEYAZTAŞ
Mimar Sinan Üniversitesi, Türkiye
beyaztashalit@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9572-7816>

ÖZ

Türkiye büyük bir kentsel dönüşüm süreci yaşamaktadır. Kentsel yenileme olarak da adlandırılan bu süreç mahalle ve bina (yerinde dönüşüm) ölçeklerinde gerçekleşmektedir. Literatürde kentsel dönüşüm süreci irdelenirken daha çok mahalle ölçeğindeki dönüşüm sorunsalına odaklanılmaktadır. Fakat bina ölçekli dönüşüm ile ilişkili problemlerin karakteristiği farklılık arz etmektedir. Bunlardan bir tanesi doku farklılaşmasıdır. Yerinde yenileme süreciyle, mevcut kentsel doku ve onun mikro-iklim özellikleri değişmektedir. Sokak içerisindeki az katlı mevcut bir yapı dönüşüm geçirerek çok katlı bina olarak inşa edilmekte ve dokudaki komşu binaları gölgelemektedir. Bu durumda mevcut binaların enerji tüketim performansının etkilenmesi öngörülebilir. Bu çalışmanın amacı, yeniden inşa edilen çok katlı binaların dokudaki mevcut binalar üzerindeki etkisinin enerji açısından incelenmesidir. Kentsel yenileme aktivitesinin çok yüksek olması nedeniyle örnek çalışma alanı Suadiye (Kadıköy, İstanbul) olarak seçilmiştir. Bilgisayar simülasyon metodolojisi kullanılarak, bir referans binanın enerji performansı üç doku senaryosu için hesaplanmıştır: temel durum (kırsal doku), 1960 kentsel dokusu ve 2019 dokusu (yenileme sonrası). Yapı kabuğunun sabit tutulduğu bu çalışmada kent dokusunun bina enerji tüketimine etkisi açıkça gözlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre kırsal dokudan 1960 dokusuna geçiş sürecinde referans binanın aydınlatma ve ısıtma enerji tüketimi artmıştır. 2012 yılında çıkan 6306 sayılı kentsel dönüşüm kanunu ile kent dokusu optimize edilerek enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Fakat uygulamada, 1960 dokusundan 2019 dokusuna dönüşümde referans binanın enerji tüketimi artmaya devam etmiştir. Başka bir ifadeyle, doku değişimi enerji tüketimini azaltmak yerine artırmıştır. Deprem riski ile zorunlu olarak yaşanan bu yüksek maliyetli dönüşüm sürecinin hedeflerinden bir tanesi de enerji tasarrufunun sağlanması olarak belirtilmiştir. Bu amaçla, yenilenen binalarda kabuk yalıtımı zorunlu tutulmuştur. Fakat yapı kabuğundan bağımsız olarak, kent dokusunun karakteristiği de enerji tüketimi üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple, kent dokusunun optimizasyonu dönüşüm sürecinin bir parçası olarak değerlendirilmeli ve bunu destekleyici yasal düzenlemeler gerçekleştirilmelidir. Kent dokusuna müdahale edilmeden önce potansiyel etki analizi yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Kentsel Dönüşüm, Kent Dokusu, Bina Enerji Performansı, Simülasyon, İstanbul

INVESTIGATION OF URBAN TEXTURE AND ENERGY CONSUMPTION RELATIONSHIP IN THE CONTEXT OF URBAN TRANSFORMATION: KADIKÖY CASE STUDY

ABSTRACT

Turkey is undergoing a major transformation process. This process, also called urban renewal, takes place at neighborhood and building (on-site transformation) scales. The literature focuses on

transformation problem of the neighborhood scale; however, the characteristics of the problems associated with building scale transformation differ. One of these is texture differentiation. With the on-site renewal process, the existing urban texture and its micro-climate characteristics change. An existing low-rise building in the street is transformed and built as a high-rise multi-storey building, which shades the neighboring buildings in the texture. In this case, it can be predicted that the energy consumption performance of existing buildings will be affected. The aim of this study is to examine the effect of reconstructed high-rise buildings on existing buildings in the texture in terms of energy performance. The study area is chosen as Suadiye (Kadıköy, Istanbul) because of the high urban renewal activity. Using computer simulation methodology, the energy performance of a reference building was calculated for three texture scenarios: base situation (rural texture), 1960 urban texture and 2019 texture (after renewal). In this study, in which the building envelope is kept constant, the effect of the urban texture on the building energy consumption is clearly observed. According to the results of the study, lighting and heating energy consumption of the reference building increased during the transition from rural to 1960 texture. With the urban transformation law numbered 6306 enacted in 2012, it would be possible to save energy by optimizing the urban texture. However, in practice, it is seen that energy consumption of the reference building is increased more in the transformation from the 1960 texture to the 2019 texture. In other words, texture change has increased energy consumption. One of the goals of this high-cost transformation process, which is necessarily experienced with earthquake risk in the first place, was stated as providing energy savings. For this purpose, envelope insulation is mandatory in reconstructed buildings. However, independent of the building envelope, the characteristics of the urban texture also play an important role in energy consumption. For this reason, the optimization of the urban texture should be evaluated as a part of the transformation process and legal regulations should be implemented to support this. Potential impact analysis should be done before intervening in the urban texture.

Keywords: *Urban Renewal, Urban Texture, Building Energy Performance, Simulation, Istanbul.*

GİRİŞ

1999 Marmara Depremi sonrasında, Türkiye'nin kentsel dönüşüm gündemi afet riski altındaki kentsel yerleşmeler üzerine odaklanmıştır. Kentsel dönüşüm ve gelişim kanun tasarı taslağında amaç; sağlıklı ve güvenli yaşam gereklilikleri kapsamında, kentsel standartlara uygun ve afete duyarlı sürdürülebilir gelişim prensipleri ile kentsel dönüşüm sürecinin uygulanması olarak belirtilmiştir (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, 2004). Bu ilkeler doğrultusunda mevcut yerleşim yerlerinin iyileştirilmesi ve/veya yeni yerleşim alanlarının açılması öngörülmüştür.

Ataöv ve Osmay tarafından yapılan çalışmada; Türkiye'de kentsel dönüşüm tarihsel olarak üç döneme ayrılmıştır: 1950-1980 arası, 1980-2000 arası ve 2000 sonrası şeklindedir (Ataöv & Osmay, 2007). Kentsel dönüşümün 'stratejik' olarak tanımlandığı bu son dönemde, yerel yönetimler ile özel sektör işbirliği artmıştır. 2011 yılında yaşanan Van Depremi ile birlikte, kentsel dönüşüm konusunda yasal-yönetimsel sorunların çözümü için 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun çıkarılmıştır (Resmi Gazete, 2012). Takip eden süreçte, 2012-2017 yılları arasında 480.000 konut dönüştürülmüştür ve 2023 yılına kadar 4 milyon konut dönüşüm planı yapılmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017). Toplamda ise 7 milyonun üzerinde konutun dönüşümü planlanmaktadır.

Kentsel dönüşüm kavramı ülkemizde temelde deprem tehdidi altındaki binaların oluşturduğu riski ortadan kaldırmak üzere ortaya çıkan bir olgu olsa da, deprem riski olmasa bile ülkemizin yaşlı ve sorunlu yapı stoku çökme nedeni ile kullanıcı için hayati risk taşımaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Ayrıca, her yıl ekonomik ömrünü tamamlamış yapılar, refaha bağlı talep ve nüfus artışından kaynaklanan ihtiyaçlar yılda yarım milyona yakın yeni konutun inşasını gerektirmektedir. Özellikle kentsel dönüşüm temelinde inşa edilen yapıların deprem odaklı olarak planlanması,

dönüştürülmesi ve yapılması, sürdürülebilir yapı gerekliliklerini tam olarak yerine getiremeyecektir. Bu durum ise gelecekte kentleri yeni sorunlarla karşı karşıya bırakacaktır. İMSAD (Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği) tarafından yapılan bir çalışmada; kentsel dönüşümün amaçları mutluluk üreten ekolojik mimari yapılar, enerji verimliliği sağlayan ve karbon salınımını minimuma indiren tasarımlar, yerel ve bölgesel olarak sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği sağlayan bütünsel projeler olarak ele alınmasının gerekliliği olarak ifade edilmiştir (Aydöner, 2013). İstanbul özelinde ise, Kocabaş mevcut kentsel dönüşümü; İstanbul için beşinci kentsel yenileme süreci olarak tanımlamış ve bunun sürdürülebilir kentsel yenileme için bir geçiş dönemi olacağını beklendiğini ifade etmiştir (Kocabaş, 2005). 2011 yılına kadar geçen süreci düşük karbon salımlı kentsel yenileme kapsamında değerlendiren Kocabaş, pozitif adımların olduğunu ve bunların devam etmesi gerekliliğinin altını çizmiştir (Kocabaş, 2013).

Hâlihazırdaki kentsel dönüşüm için planlanan süreç ve içerik incelendiğinde, yukarıda ifade edildiği gibi uygulama alanı bulamamıştır. Yenileme sürecinin eserleri olarak ortaya çıkan yüksek yapılar ve bunların mevcut doku üzerindeki negatif etkilerinin belirginleşmesi ile ‘yatay mimari’ fikri ortaya çıkmış ve tartışılmaya başlanmıştır (Balamir, 2018; Turan, 2014). Yatay mimari yaklaşımını temel alan kentsel dönüşüm projeleri veya yeni toplu konut projeleri TOKİ ve Emlak konut ortaklığı tarafından uygulanmaya başlanmıştır. Bu projelerin ortak karakteristiği geniş alanlar üzerinde yapılmalarıdır. Fakat kent içi noktasal yapı bazlı yenileme, veya yerinde dönüşüm, projelerinde mevcut (düşey mimari) uygulama devam etmektedir.

Parsel bazında dönüşüm ve değişim etkin yaşandığı illerin başında İstanbul gelmektedir. 2018 yılı verilerine göre İstanbul şehrinde 61.964 binanın riskli olduğu tespit edilmiştir (O. K. Yılmaz, 2019). İstanbul’u 15,973 bina ile İzmir izlemektedir. Deprem açısından riskli bölge olarak tanımlanan Kadıköy ilçesinde kentsel dönüşüm açıkça gözlenmektedir. Kadıköy’de 2010 yılında verilen ruhsat sayısı 185 iken, 2016 yılında bu sayı 826’ya çıkmıştır (Berkmen & Turgut, 2019). Kadıköy ilçesinde başlayan kentsel dönüşüm çalışmaları ile yapılan/yapılmakta olan noktasal tek yapı ölçeğinde yenileme hareketleri, mevcut yapılaşma ve bu yapıların yakın çevresinde oluşturduğu etki bağlamında ortaya koyduğu çıktılar temel amaçları doğrulamamaktadır. Mimarlık disiplini açısından bakıldığında, binaların yakın çevresi ile oluşturduğu sosyal-kültürel ilişki, kullanıcılar ile kurduğu etkileşimi, binaların komşu binalar ile olan ilişkisi şeklinde yapı performansı ve kullanıcı memnuniyeti açısından birçok parametre sayılabilir. Farklı etkilere sahip olan bu parametrelerin içinde, binaların birbiri ile olan ilişkisinde fiziksel çevre verilerine uygun olarak tasarlanabilmesi mimari ve şehircilik açısından olduğu kadar hukuki açıdan da çok önemlidir. Çünkü, bu ilişki binaların enerji kullanım performanslarını doğrudan etkilemektedir.

Yaklaşık 7,5 milyon konutun dönüştürülmesi planlanan Türkiye için kentsel dönüşüm çok önemli bir fırsattır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017). Özellikle enerji ihtiyacının yaklaşık dörtte üçünün ithal edildiği ülkemizde, enerji-çevre sorununa ek olarak, kentsel dönüşüm ekonomik sürdürülebilirlik içinde önemli bir araç olarak ön plana çıkmaktadır. Enerji kullanımına ilişkin olarak yeni yapılarda zorunlu olarak uygulanmakta olan TS-825 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, yapılarda sadece ısı yalıtım katmanını kontrol etmektedir (TS-825, 2008). Isı yalıtımı olumlu zorunlu yasal bir uygulamadır. Ancak bu yönetmeliğin etki alanı tek bina ölçeğinde bir uygulamadır. Bina tipolojisi, bina-bina ilişkisi, bina-sokak ilişkisi, kent dokusu ve kent yoğunluğu bina enerji tüketim performansını önemli oranda etkilemektedir (Beyaztaş & Oral, 2020). Kent dokusu bina engel açısını etkilediği için aydınlatma performansı ve dolayısı ile enerji tüketimini etkilemektedir (Tekin, Özgünler, & Beyaztaş, 2018). Bina biçimi ve kent dokusuna bağlı olarak dış ortam kullanım konforu da etkilenmektedir (Serteser & Karadağ, 2018).

Kentsel alanda özellikle dönüşüm ile birlikte farklı dönemlerde inşa edilen binalar, imar planlarının da etkisi ile farklı ölçeklerde yan yana yer almaktadır. Ölçek olarak özgün dokudan farklı olan yeni binalar ile dokudaki mevcut binaların bir arada yer alması sonucu binalar birbirlerinin gölge alanları

içinde kalabilmektedir. Bu durum yapıların manzara, gün ışığı, güneş ve rüzgardan etkin faydalanabilme şartlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle güneşe bakan cephelerin gölge alanı içinde kalması ile bu etkiler belirgin şekilde artmaktadır. Gölge alanı içinde kalan binanın yıl genelinde daha fazla aydınlatma enerjisine ihtiyaç duymasının yanında, kış aylarında ise daha az doğrudan güneş ışığı alacağı için daha fazla ısıtma enerjisi tüketebileceği öngörülebilmektedir. Alan bazlı dönüşümlerde, özellikle kamu ortaklığıyla yapılan dönüşümlerde, fiziksel çevre parametreleri bir bütünlük içinde ele alınabilmektedir. Fakat, nokta bazlı parsel dönüşüm projelerinde bunun kontrolü ve yönetimi çok daha zor olmaktadır. Bu sebepten dolayı, nokta bazlı parsel dönüşüm projelerinde detaylı performans analizi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, mevcut dokudaki yapı karakteristiğinden bağımsız olarak yeni/yeniden inşa edilen yapıların, mevcut dokudaki komşu yapıların güneş haklarına ve dolaylı olarak enerji tüketimi üzerine olan etkisinin simülasyon yöntemi ile belirlenmesidir. Çalışmanın sonuçlarının tasarımcılara, kent plancılarına, yerel yönetimlere ve kanun yapıcılara önemli bilgi girdileri sağlaması hedeflenmiştir. Kentsel dönüşüm, özellikle alan bazlı dönüşüm, sürdürülebilirlik ve sosyal sürdürülebilirlik açısından çeşitli çalışmalarda irdelenmiştir. Bir yandan kentsel dönüşüm ile kullanıcıların yaşam koşulları iyileştirildiği için süreç başarılı değerlendirilirken (Uzun & Celik Simsek, 2015; Uzun, Çete, & Palancıoğlu, 2010); diğer taraftan, sosyal açıdan sürecin çıktılarının pozitif olmadığı tartışılmaktadır (Eranıl Demirli, Tuna Ultav, & Demirtaş-Milz, 2015; Güzey, 2009, 2016). Simülasyon analizine dayalı bu çalışma, kentsel dönüşümü doğrudan enerji performansı açısından incelemesi bakımından mevcut çalışmalardan ayrılmaktadır.

Fiziksel Çevre Hakları

Endüstrileşme ve kentleşme ile birlikte çeşitli çevresel sorunlar ortaya çıkmıştır. Çevre hakkı veya kent hakkı gibi terimler daha çok ikinci dünya savaşından sonra ortaya çıkan ve içeriği zaman içinde gelişen kavramlardır (Özcan, 2016). Fakat, güneş ve rüzgâr haklarının tarihsel sürecini ise çok eski zamanlara kadar götürmek mümkündür. En az iki bin yıl kadar önce insanlar güneş hakkı kavramını ve sınırlarını belirlemek için çalışmışlardır. Bu hak genellikle binaların ısınması ve gerekli olan güneş ışığından yararlandırılması konusunu kapsamıştır (Eisenstadt, 1982). Antik Romalılar “güneş hakkını” (ısınma ve doğal ışık olarak) irtifak hakkı, hükümet düzenlemeleri ve mahkeme kararları ile koruma altına almışlardır (Hayes, 1979; Jordan & Perlin, 1979; Unger, 2005). Ortaçağ İngiltere’inde oluşturulan “Duvara pencere açma kuralı/hakkı” veya güncel olarak Japonya tarafından kullanılan izin sistemi gibi daha yeni kurallar ise “güneş hakları” kavramını yeniden biçimlendirmiştir. Her iki rejim de bir parselde ulaşan ışık düzeyi, parseller arası geçiş, gün boyunca ve gündün güne değişen güneş ışığının konumu açısından güneş ışığından yararlanmayı tanımlamıştır veya kabul etmiştir. Bir zorunluluk olarak daha sonraki süreçte güneş ışığından yararlanma kentte bir hak olarak gündeme gelmiştir (Bronin, 2009). Güneş, rüzgâr ve yaya konforu üzerine Toronto şehri için yapılan bir çalışmada, planlama yaklaşımları üç başlık altında özetlenmiştir (Bosselmann, Arens, Dunker, & Wright, 1990). Burada; a) Temel ölçütler yapıların fiziksel özelliklerini tanımlayacak şekilde kesin standartlar olarak uygulamak. b) Performans standartlarında tasarımdan beklenen performans kesin olarak ifade etmek. Örneğin, Boston (ABD) imar kanunları şehir merkezindeki halk bahçelerine gündüz vakti ‘gün doğumundan sonraki ilk saat veya sabah 7:00 (hangisi daha geç ise)’ ile ‘gün batımından önceki son saat’ arasında yeni gölgelere izin vermez. (Chapter 384, 1993). c) Bölgelerde yeni yapılacak yapıların mevcut açık alanlar ve diğer yapılar üzerindeki etkileri tasarım aşamasında belirlemektir.

Solar haklar kişinin güneşe erişimi ile ilgili birçok teoriye dayalı olarak yorumlanmaktadır (Seong, Lim, Yeo, Goh, & Kim, 2006). Bu yaklaşımlardan ilkinde; güneş hakları kişinin güneşe doğrudan ulaşımının önüne geçen engelleri ortadan kaldırma hakkı olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir tanımda; yakın bina yüksekliklerinin kısıtlandırılması ile tüm komşu yapıların doğal aydınlatma, havalandırma ve görüntü alanına sahip olmalarını sağlamak temel alınmaktadır. Üçüncü tanım, yapının konut olarak kullanıldığı zaman diliminde doğrudan güneş ışığının bina içine alınmasıyla

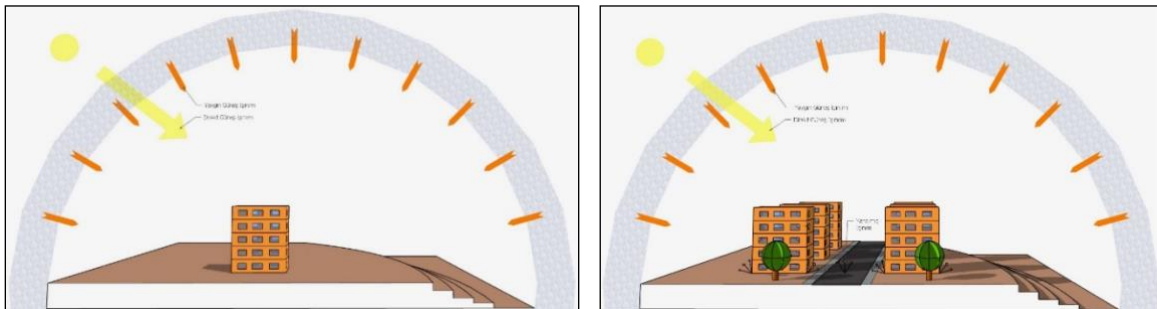
sağlanacak sağlık açısından yüksek standartlarda yaşam ortamının oluşturulması hakkıdır. Bu hak, yeni bir bina inşa edilirken tasarım ve saha konumlandırmasının var olan yapılarındaki hanelerin doğrudan güneş ışığına ulaşmalarına engel olmayacak şekilde yapılmasını gerektirmektedir. ABD’de güncel olarak farklı eyaletlerdeki birçok şehirde arazi kullanımı ve sürdürülebilirlik çerçevesinde güneş (erişim) hakları kanunlaştırılmıştır (DSIRE, 2020). Türkiye’de kentsel planlama süreci “güneş ve rüzgâra erişimi” bir hak olarak henüz tanımlanmamaktadır.

Enerji Performansını Etkileyen Parametreler

Binanın planlandığı yerin coğrafi konumu ve yakın çevrenin mikro-iklim özellikleri enerji performansının belirlenmesinde dikkate alınması gereken önemli fiziksel çevre verileridir. Bu veriler bina içi ve yakın çevresi için uygun iklim koşullarının oluşmasında, enerji tüketimi/tasarrufunun azaltılmasında etkin rol oynarlar. Küresel olarak başlayan enerji krizi ile birlikte binaların mevcut yenilenebilir kaynaklara bağlı olarak tasarlanmasının enerji yönetiminde ve çevre etkileşiminde daha verimli, sağlıklı ve sürdürülebilir sonuçlar doğuracağını Birleşmiş Milletler ve Paris İklim Anlaşmasını imzalayan bütün ülkeler kabul etmiştir (BM, 2015). Bu durum yapı üretiminde mümkün olduğu kadar herhangi bir enerji kullanmadan, yapının bulunduğu doğal çevre verilerini kaynak olarak kullanmayı; pasif yapı tasarımını ifade etmektedir.

Yılmaz (2006); binanın enerji performansını etkileyen başlıca tasarım parametrelerini; binanın yeri, binanın diğer binalara olan mesafesi ve konumlandırılış durumu, binanın yönü, binanın formu, binayı çevreleyen kabuk elemanlarının ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikleri, güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri olarak sınıflandırmıştır (Z. Yılmaz, 2006). Benzer çalışmalarda, ısıtma ve soğutma enerjisi korunumu için bina ölçeğinde tasarım parametreleri; bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri, bina biçimi, bina yönlendiriliş durumu ve bina aralıkları olarak belirtilmiştir (Berköz, E., Küçükdoğan, M., Yılmaz & Diğerleri, 1995; Moore, 1993). Bu çalışmalar sonucunda bina enerji performansını etkileyen faktörler; a) bina kabuk özellikleri ve b) bina çevre ilişkisi olarak özetlenebilir. Bu iki faktörün önemsel ağırlığı yapının yerleşim alanında yer aldığı konumun kentsel yoğunluğuna ve karakterine göre farklılık göstermektedir (Şekil 1). Fakat her durumda bütünlük olarak ele alınması gerekmektedir.

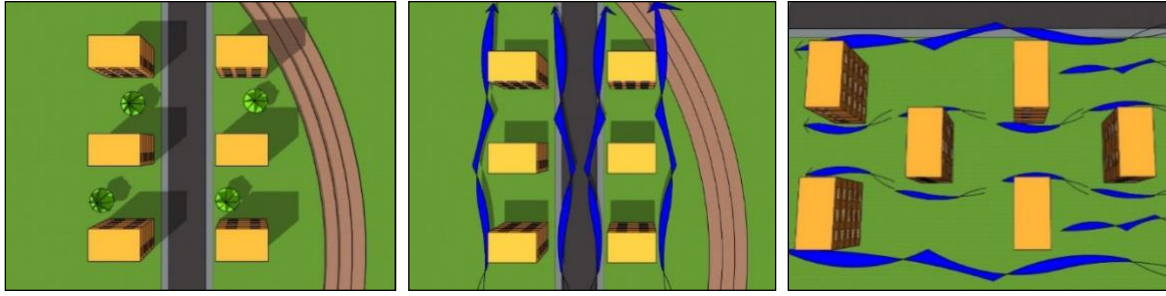
Düşük yoğunluklu yerleşim yerlerinde tasarımcı tüm bu parametreleri iklim bölgesinin ihtiyaçlarına göre tasarım sürecinde kontrol etmek zorundadır. Örneğin; güneşten kazancı en üst seviyeye çıkarırken kamaşma problemini önleyecek sistem geliştirmelidir. Saydamlık oranını optimize ederek de yaz-kış ve gece-gündüz durumlarında enerji tasarrufunu artırmak durumundadır. Aynı zamanda pasif havalandırmayı sağlamak için yaz rüzgarını etkili kullanacak sistemler geliştirmek ve kış rüzgarından korunmak gerekmektedir.



Şekil 1. Düşük yoğunlukta bina - çevre ilişkisi (solda) ve yüksek yoğunlukta bina-çevre-bina ilişkisi (sağda)

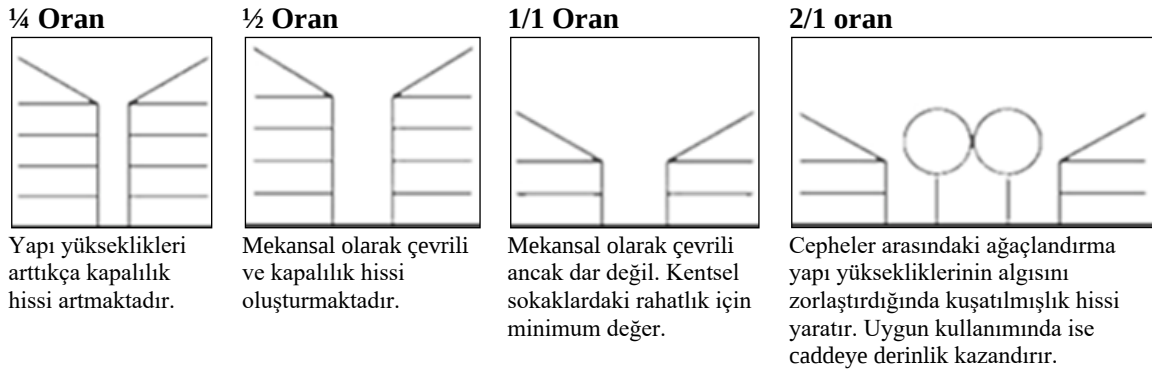
Yüksek yoğunluklu kent dokuları için ise bu parametreleri kontrol etmek birinci aşamada imar planları marifetiyle yapılmaktadır. Bina aralıklarının imar yönetmeliği ile optimize edilerek güneşten ve rüzgardan etkin yararlanma mümkün olabilmektedir. Bununla beraber, yüksek katlı yapılarda binaların dört yöne de bakan konut birimleri olabildiği için yönlenmeyi kontrol etmek mümkün

olamamaktadır. Bu durumda yapı kabuğunun daha etkin olarak kullanılması esnek çözümler sunabilmektedir.



Şekil 2. Binaın arazideki konumuna bağlı olarak güneş ve rüzgar hareketleri

Boyutsal ilişki açısından bina aralıklarında sadece bina-bina ilişkisi değil bina-sokak (yol)-bina ilişkisi de oldukça önemlidir. Bina-sokak ilişkisinin, insan algısına uyum gösteren ölçek ve oranlarla kurgulanması sokağın ya da caddenin yaya tarafından tercih edilmesini etkilemektedir. Bu oran aynı zamanda dış ortam mikro-iklim konforunu doğrudan etkileyen bir parametredir. Bu ilişki en iyi caddenin kesitiyle tanımlanmaktadır (Şekil 3). Ashihara (1970)'nin yaklaşımında, kentsel mekân olarak caddenin önemli özelliği cadde genişliğinin (D) yapı yüksekliğine (H) olan oranıdır (Ashihara, 1970). D/H 1'den daha büyük olursa, mekân genişler ve eğer 2'yi aşarsa çok daha geniş olur demektir. Ama eğer D/H 1'den küçük olursa, mekân gitgide daha da küçülür ve sonunda sıkışık bir hal alır. Denge D ve H'nin oranında 1'e ulaşınca elde edilir.



Şekil 3. Ashihara'nın yaklaşımına göre yol genişliğinin yapı yüksekliğine oranları.

Kaynak: Ashihara (1970)

Bina-sokak ilişkisinde sokak genişliği, sokaktan çekilme mesafesi ve bina yükseklikleri kadar bina yüzeyinde kullanılan kaplama malzemesinin rengi ve dokusu da sokağın aydınlık, karanlık, geniş ya da dar algılanmasında önemli bir etkiye sahiptir. İklim bölgesine göre yerel yönetimler tarafından imar yönetmelikleri bağlamında hazırlanabilecek ek düzenlemelerle sadece kullanıcının bireysel ısıtma-soğutma ekonomisi değil, bina dışı kentsel alanda da yaşanabilir, fiziksel çevre hakları korunmuş bina-bina, bina-sokak ilişkisinin yaşanabilir, sürdürülebilir ve sağlıklı çözüme ulaşması sağlanabilir.

METODOLOJİ

Vaka çalışması olarak ele alınan bu makalede amaç kent dokusunun bugünkü durumu ve geçmişteki durumlarının karşılaştırılması olarak bina enerji performansına etkisinin incelenmesidir. Bu çalışmada simülasyon metodu kullanılmıştır. Simülasyonların avantajı çeşitli senaryolar oluşturarak ve test ederek, en kötü ve en iyi senaryoların tespit edilebilmesine olanak sağlayabilmektedir. Çalışma özelinde, İstanbul'da mevcut bir yerleşim dokusu için bugünkü durum kent dokusu senaryosu ile

geçmiş durum kent dokusu senaryosu oluşturularak, bu doku değişiminin binaların enerji tüketimine ve aydınlatma performanslarına olan etkileri incelenmiştir. Geniş yapı stoklarının enerji tüketim performanslarının anlaşılabilmesi, tüketim davranışlarının yakından izlenebilmesi ve iyileştirme çalışmalarının geliştirilebilmesi için TABULA adında AB ülkelerini kapsayan bina tipoloji çalışması yapılmıştır (Loga, Stein, & Diefenbach, 2016). Bu tipoloji çalışması binaların enerji performanslarını da içermektedir. Bina tipolojileri ve bu tipolojilerin oluşturdukları dokuların bina enerji performansı üzerine etkilerini inceleyen bir çok çalışma TABULA sistemini kullanmıştır (Ballarini, Corgnati, & Corrado, 2014; Dascalaki, Drousta, Balaras, & Kontoyiannidis, 2011). TABULA sisteminin tanımladığı bina tipleri üzerinden referans bina modelleri oluşturulmuştur. Referans binaların enerji performansları üzerinden geniş kentsel dokuların enerji performansının analizleri ve iyileştirme önerileri geliştirilmiştir (Ballarini, Corrado, Madonna, Paduos, & Ravasio, 2017). Bu metodoloji kullanılarak, bu çalışmada doku içinden dokuyu temsil eden bir referans bina tanımlanmıştır. Referans binanın farklı dokular içindeki davranışı incelenmiştir. Çalışma alanın belirlemesi ve çalışma yönteminin uygulaması detaylı olarak aşağıda anlatılmıştır.

Çalışma Alanının Belirlenmesi

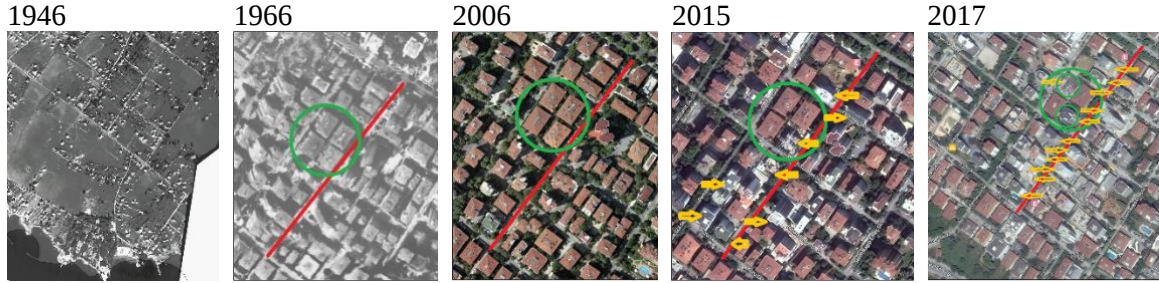
Kentsel dönüşümün yoğun yaşandığı Kadıköy (İstanbul) ilçesi Bostancı-Göztepe bölgeleri arasında kalan aksta yapılan incelemede dokuda heterojen bir değişimin olduğu, bina yenileme oranının aynı olmadığı, semtlere ve sokaklara göre farklılaştığı gözlenmiştir. Bazı sokaklarda sadece bir bina yenilenirken, bazı sokaklarda yenileme tamamen aks boyuncadır. Bu açıdan, içerisinde 40+ yaşlarında binaları barından ve %50'sinden fazlası yıkılıp yeniden inşa edilmiş olan sokaklar incelenmiştir. Böylece ada içindeki bina-bina ve bina-sokak ilişkisini analiz edebilme, bu değişimi güneş hakları açısından daha kolay değerlendirebilme imkanı verebileceği düşünülmüştür. Tanımlanan kritere uyan Suadiye mahallesinde yeralan Vapuryolu sokak çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 4).

Feneryolu mahallesindeki katmanlaşmayı inceleyen Arıkan (2016), 1952 yılından itibaren bölgeyi etkileyen 6 adet imar planını şöyle sıralamıştır: 1952 tarihli Bölgeleme Planı, 1964 tarihli Kat Nizamı Planı, 1973 tarihli Bölgeleme Planı ve Ekleri, 1985 tarihli İstanbul Genel Planı, 1990 tarihli Bölgeleme Planı, 2006 tarihli Uygulama İmar Planı ve 2008 tarihli U.İ.P Tadilatı (Arıkan & Gökmen, 2016). Bu planların herbiri yapıyı çevreyi farklı etkilemiştir. Bu sebepten dolayı herbir katmanın kendine has özellikleri mevcuttur. Suadiye mahallesinde, adada dört binanın yer aldığı ve 4-5 kat yüksekliğindeki binalardan oluşan kent dokusu bu çalışmanın odaklandığı doku tipidir. Şekil 4'de soldaki resimde görüldüğü gibi semtin tamamı belirtilen dokuyu homojen olarak yansıtmamaktadır. Bunun nedeni ise binaların inşaa edildikleri yıllarda geçerli olan imar kurallarıdır. Bununla beraber bu dokunun alanda baskın bir karakter olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 1982 yılında dörtlü doku (solda). Vapuryolu sokağın mevcut durumu (ortada). Mevcut durumda dört binanın yerleşimi (sağda). **Kaynak:** İBB Harita, <https://sehirharitasi.ibb.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 11.06.2019)

Seçilen sokak aksı mevcut ve yeni konutlardan oluşmaktadır. Mevcut hali ile 4-5 katlı olan yapılar yıkılarak, 10-19 aralığında değişken yükseklikte yüksek katlı olarak inşa edilmiştir/edilmektedir. Dokudaki değişim hava fotoğrafları üzerinden incelendiğinde, değişimin en yoğun 2011 ve sonrasında yaşandığı görülmektedir (Şekil 5). Dönüşüm geçiren binalar hava fotoğraflarında sarı ok ile gösterilmiştir.



Şekil 5. Sokak dokusunun değişimi.

Kaynak: İBB Harita, <https://sehirharitasi.ibb.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 11.06.2019)

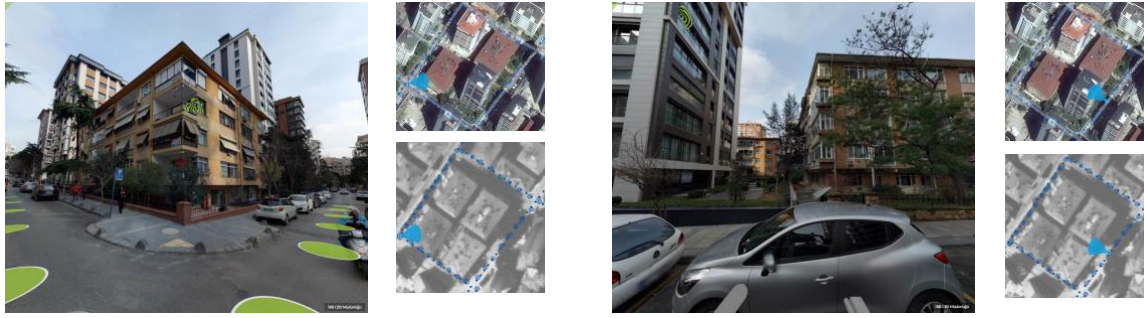
Bu sokağın seçilme nedenleri;

- Sokak aksında çok az sayıda eski bina olması, bu binaların bu bölgede yapılan ilk apartman örneklerinin özelliğini göstermesi,
 - Bir ada içinde eski ve yeni bina barındırması ve bu durumun bina-bina ilişkisinin araya sokak girmeden sorgulanabilmesi,
 - Sokak aksında yer alan binaların yaklaşık %70'inin yeniden inşa edilmesi ve yeni biçimlenmenin çok yüksek bir ölçek tanımlaması. Sokak genişliği değişmeden çok yüksek binaların yer alması ile bina-sokak ilişkisinin sorgulanabilmesi,
 - Yeni inşa etme koşullarının yasal bağlamında fiziksel şartların bina-bina, bina-sokak ilişkisinin kurgulanmasının sadece çekme mesafeleri ile tanımlanmaması gerekliliğinin, alanın mevcut verileri üzerinden olumsuzluklar içerebileceğinin bu sokak aksı ile gösterilebileceğinin düşünülmesidir.
- Sokak üzerinde seçilen çalışma alanı, üzerinde 1960'lı yıllardan beri dört bina bulunan ve Şekil 5'de görüldüğü gibi yakın zamana kadar bu karakterini koruyan adadır. Yeşil daire içinde alınan bu dörtlü yapı kütesinin performans analizi yapılmasına karar verilmiştir (Şekil 5). Bu yapı adasının 1966 ve 2019'daki yıllarındaki durumları modellenmiştir. Belirlenen sokak aksı üzerinden üç senaryo oluşturulmuştur:

Senaryo 1 (Temel durum-Kırsal doku/Tekil bina): Nizami kent dokusunun oluşmadığı, bölgenin 1946 hava fotoğraflarında görülen yarı-kırsal doku durumunu temsil eden senaryodur. Burada tekil bir bina ve yakın çevresinde onu gölgeleyecek herhangi bir yapının bulunmadığı varsayılmıştır.

Senaryo 2 (1960 dokusu): 1960 ve yakın tarihinde zemin+dört kattan oluşan ve bir yapı adasında ayrı parsellere ve mülkiyet haklarına sahip olsa da ölçek olarak benzer karaktere sahip dört ayrı binadan oluşan bir karakter söz konusudur (bkz. Şekil 4 soldaki resim). Mevcut durumda bu dokudan kalan bina örnekleri Şekil 6'da sunulmuştur. Eğer bu karakter sokak aksı boyunca nizami olarak tamamlanıp korunabilse idi, ya da sokak bu şekilde bugün var olsa idi; bina-bina, bina-sokak ilişkisinin güneş hakları açısından nasıl sonuçlar vereceği analiz edilmiştir. Bu analiz 1960 analizleri olarak isimlendirilmiştir.

Senaryo 3 (2019 dokusu): Dörtlü bina karakterini kısmen koruyan ve sokak aksı boyunca yaklaşık %70 oranında yeniden inşa edilen ve genellikle zemin+12,13,14 kattan oluşan bir değişim söz konusudur. Bu değişimde dörtlü bina grubunun yer aldığı adada iki bina yüksek katlı olarak yenilenmiştir. İki eski, iki yeni bina içeren adanın mevcut hali ile ölçek farklılığı analiz edilmiştir. Mevcut durumu ifade ettiği için bu analiz 2019 analizleri olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 6. Çalışma alanında yer alan dörtlü dokuya ait 2018 yılı sokak resimleri.
Kaynak: İBB Harita, <https://sehirharitasi.ibb.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 20.11.2020)

Çalışma Yönteminin Uygulanması;

Simülasyon metodu kullanılan bu çalışmada, seçilen kent dokusu ve bir örnek referans bina modellenmiştir. Referans bina olarak tanımlanan bina modeli 1960'lı yıllarda bu bölgede inşa edilen tipik bir konut binası özellikleri taşımaktadır. Referans bina tek yapı olarak, 1960 tipik dokusu içerisinde ve günümüz mevcut dokusu içinde bulunduğu şekli ile DesignBuilder programı kullanılarak modellenmiştir. Enerji performans simülasyonları yapılarak her bir alternatif için aylık ve yıllık enerji tüketim miktarı hesaplanmıştır. Enerji tüketim performansları detaylı bir biçimde analiz edilerek sonuç çıkarımları özetlenmiştir. Referans bina ve doku özellikleri aşağıda detaylı olarak tanımlanmıştır.

Mevcut Yapı Kabuğu Modellenmesi

Mevcut konut stoğunda bina kabuğunda ısı yalıtım tabakası bulunmamaktadır. Buna karşın bazı konut cephe kaplamalarında yaklaşık 2cm traverten mermer kaplamaları olduğu gözlemlenmiştir. Alanda yapılan gözlemlere göre dış duvar katmanları: iç sıva, tuğla duvar, dış sıva ve traverten kaplama olarak tanımlanmıştır. Bölücü duvar katmanları: boya altı alçı sıva, sıva, tuğla duvar, sıva, boya altı alçı sıva olarak tanımlanmıştır. Zemine oturan döşeme katmanları: ahşap kaplama, şap + düzeltme betonu, temel döşeme betonu, ve düzeltme betonu olarak tanımlanmıştır. Çatı altı tavanı ise; şap, tavan betonu ve iç sıva şeklinde tanımlanmıştır. Katmanlar Tablo 1'de detaylı şekilde görselleştirilmiştir.

Tablo 1. Referans bina yapı kabuğu katmanları

	Kabuk duvar katmanı	Bölücü duvar katmanı	Zemine oturan döşeme	Kat döşemesi.	Çatı altı tavan katmanı
Mevcut Yapı Kabuğu Modeli					

ANALİZ ve DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın simülasyon çıktılarının analiz ve değerlendirmesi iki açıdan yapılmıştır: nitel ve nicel değerlendirme. Nitel değerlendirme için gölge analizi ve nicel değerlendirme için enerji tüketim analizi yapılmıştır. Saatlik gölge analizleri için en kısa gün olan 21 Aralık ve en uzun gün olan 21 Haziran tarihleri seçilmiştir. Belirtilen tarihlerde saat 9:00, 12:00 ve 15:00 için gölge analizleri yapılmıştır. Enerji tüketim analizi ise tüm binanın yıllık ısıtma ve aydınlatma enerjisi tüketimi üzerinden yapılmıştır. Yapıların enerji performansına etki eden birçok parametre vardır. Bu çalışma kapsamında tüm bu parametrelerin sabit olduğu varsayılıp sadece kent dokusu değişken bir parametre olarak ele alındığının vurgulanması önemlidir.

Nitel Değerlendirme: Gölge Analizi

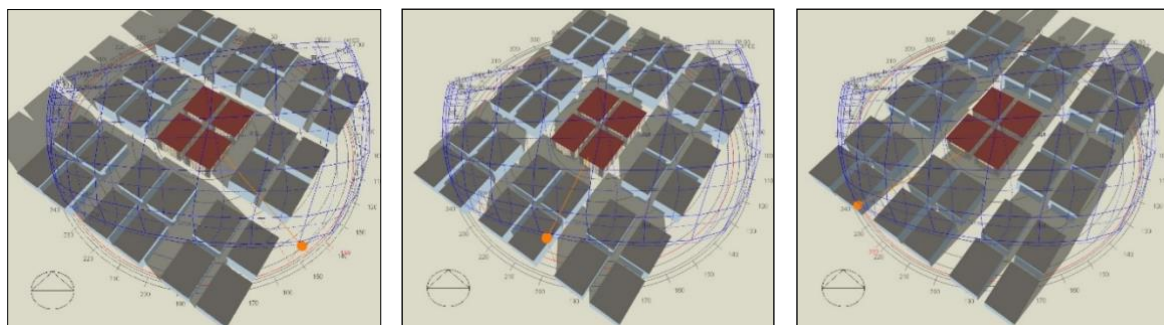
1960 dokusu gölge analizleri ve sonuçları

1960 dokusu olarak adlandırılan ve yapı adasında dört binadan oluşan bir doku modellenmiştir. Bu dokunun Aralık ve Haziran ayları için gölge boyu analizleri yapılmıştır.



Şekil 7. Yapı adası içindeki dört bina için ada içi ve yol ilişkisi.

Aralık ayı İstanbul ili için ısıtma istenen bir aydır. Güneşlenme süresinin kısa olması nedeni ile mümkün olabildiği kadar güneşten ısı ve ışık anlamında faydalanabilmek ısıtma ve aydınlatma ihtiyaçlarının kısmen de olsa karşılanabilmesi için önemlidir. Kış güneşinin yatay açısı nedeni ile saat 09:00'da güney-doğu yönüne bakan cepheler gölgede kalmaktadır. Bununla beraber, güney-batı yönüne bakan cepheler güneş almaya başlamıştır (Şekil 8). Saat 12:00'de güney yönünde yol aksında yer alan binaların güneşlenme yönünde zemin kat hariç tamamen güneş kazancı vardır. Böylece doğrudan güneş ısı ve ışığını pencereler aracılığı ile alabilmek mümkün olmaktadır. Kuzey yönünde yeralan binanın son katları hariç cepheleri gölge alanı içinde kalmaktadır. Saat 15:00 için yapılan analizde ada içinde ve kuzey yönünde yeralan binalar tamamen gölge alanı içinde kalmaktadır. Bu ısıtma ve aydınlatma açısından oldukça olumsuzdur. Sadece yol aksında güney yönünde yeralan binaların son katları güneşin ısı ve ışığından faydalanabilmektedir. Isıtma istenen ayda ve güneşin etkin saatlerinde bu durum olumlu değildir. Saat 12.00'de yol aksında yeralan bina cepheleri büyük oranda direk güneş ışığı alabilmektedir. Güneşlenme süresine bağlı olarak aralık ayı için bina biçimi, bina aralıkları ile güney yönünde yol aksında kalan binalar için daha verimli olduğu söylenebilir.

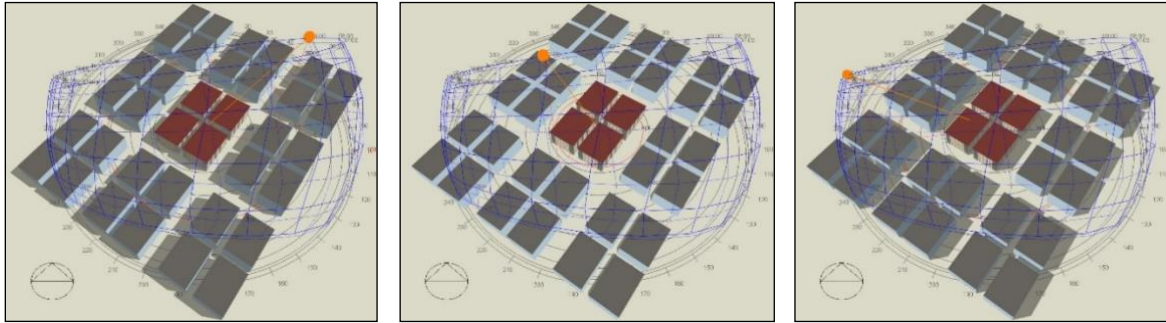


Şekil 8. 21 Aralık tarihli gölge analizi. Saat 09:00 (sol), 12:00 (orta), 15:00 (sağ)

Haziran ayı İstanbul ili için ısıtma ihtiyacının tamamen bittiği, kullanıcıya bağlı olarak kısmen soğutma ya da hiçbir enerji kullanımının istenmediği bir aydır. Güneşlenme süresi en uzun aydır. Güneşten ısı sabah saatlerinde ve güneşten ışık anlamında sürekli faydalanabilmek ısıtma ve aydınlatma ihtiyaçlarının karşılanabilmesi açısından önemlidir.

Saat 09:00 için yapılan analizde (Şekil 9) yol aksında doğu yönünde yer alan binaların güneşlenme yönündeki cepheleri güneşten özellikle ılık ve ısı anlamında faydalanabilmektedir. Ada içinde yer alan binaların güneşlenme yönünde yaklaşık son iki katı güneşten faydalanmakta alt katlar ise gölge alanı içinde yer almaktadır. Saat 12:00 için yapılan analizde yol aksında güney yönünde yer alan binaların güneşlenme yönündeki cepheleri güneşten ılık ve ısı anlamında faydalanabilmektedir. Ada içinde yer alan binaların güneşlenme yönünde neredeyse zemin kat dışında tüm katları güneşten faydalanmaktadır. Binaların güneşlenme yönüne bakan cepheleri için ısıtma anlamında öğle ve sonrası saatler için kullanıcıya bağlı kontrol edilmesi gerekebilir. Sokak aksının tamamı güneş etkisi altındadır. Öğle sonrası saatler için sıcak hissini artırabilir. Saat 15:00 için yapılan analizde yol aksında güney yönünde yer alan binaların güneşlenme yönündeki cepheleri güneşten özellikle ılık ve ısı anlamında tamamen faydalanabilmektedir. Güneşin etkisi öğle sonrası saatler için kullanıcıya bağlı olarak soğutma enerjisi gerektirebilir. Ada içinde yer alan binaların güneşlenme yönünde neredeyse zemin kat dışında tüm katları güneşten faydalanmaktadır. Aydınlatma açısından olumlu ancak, soğutma enerjisi ve güneş kontrolü gerektirebilir.

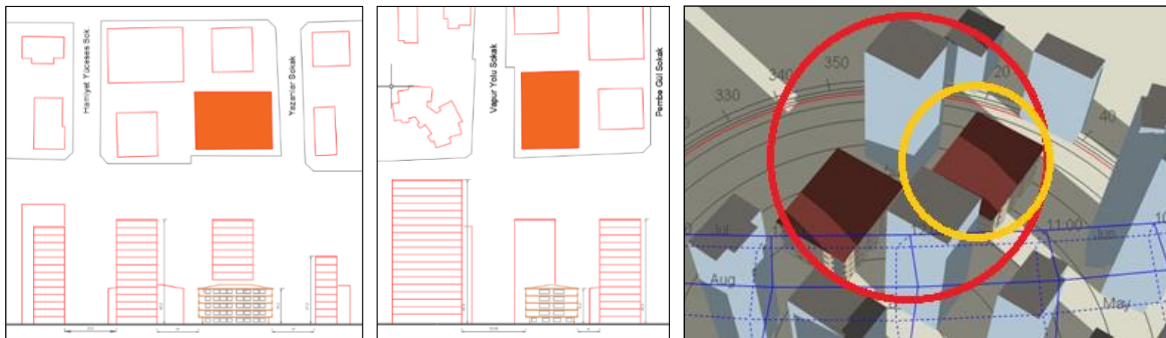
1960 dokusu üzerinden aynı adada yer alan dört bina için yapılan gölge analizlerine göre binaların yapı adası içindeki bina-bina ilişkisinde 6mt'lik mesafe güneş ısı ve ışığından yararlanma anlamında olumsuzdur. Ayrıca birbirine bakan cephelerde pencerelerin bu mesafede yakın olması mahremiyet alanları içinde olumlu değildir. Buna ek olarak, bu dokuda sokak genişliğinin (D) yapı yüksekliğine (H) olan oranı yaklaşık 1'dir. Ashihara'nın değerlendirmesine göre bu oran denge değeridir ve sokakta rahatlık algısı için minimum değerdir (Şekil 3). Bu ölçü bina-sokak ilişkisinde olumludur. Gölge analizleri de bu durumu doğrulamıştır. Sonuç olarak; bina- sokak ilişkisi olumlu, bina-bina ilişkisi olumlu değildir.



Şekil 9. 21 Haziran tarihli gölge analizi Saat 09:00 (sol), 12:00 (orta), 15:00 (sağ)

2019 dokusu gölge analizleri ve sonuçları

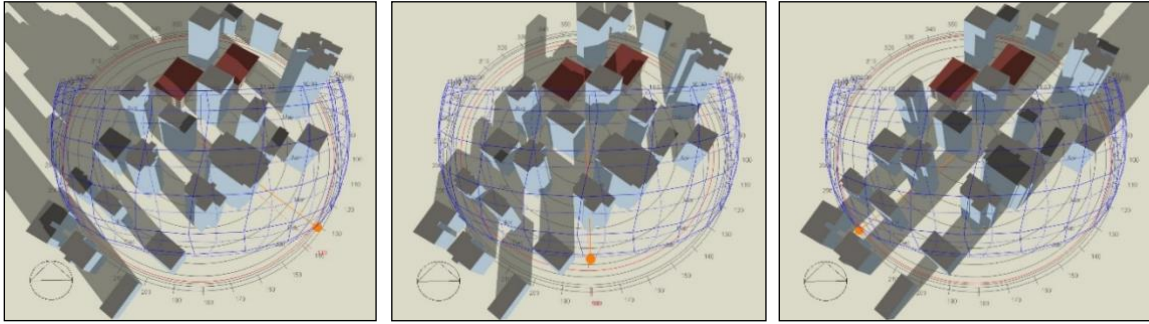
2019 dokusu için ada içinde yer alan bina-bina ve bina-sokak ölçüleri mevcut verilerden alınmıştır. Mevcut durum dokusu için Aralık ve Haziran ayları gölge boyu analizleri yapılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Yapı adasında dört bina için ada içi ve yol ilişkisi

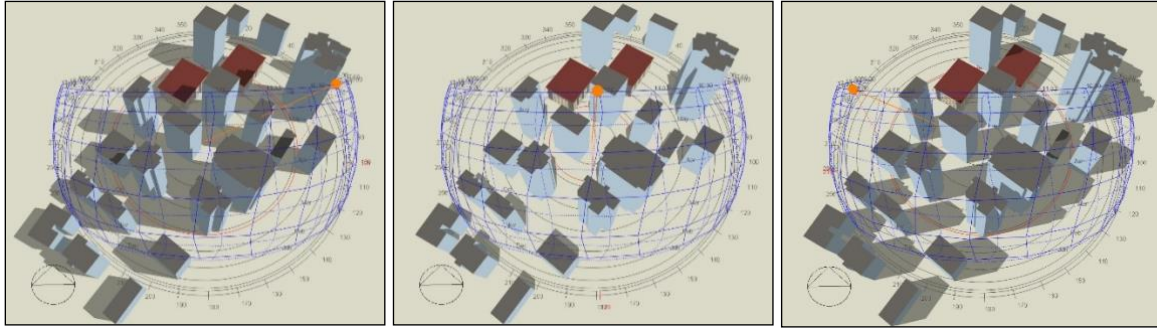
Aralık ayı İstanbul ili için ısıtma istenen bir aydır. Güneşlenme süresinin kısa olması nedeni ile mümkün olabildiği kadar güneşten ısı ve ışık anlamında faydalanabilmek ısıtma ve aydınlatma

ihtiyaçlarının kısmen de olsa karşılanabilmesi için önemlidir. 21 Aralık tarihli saat 9:00 için yapılan gölge analizine (Şekil 11) göre ada içinde yer alan binalar farklı yüksekliklere sahip olduğu için özellikle alçak katlı binalar yüksek katlı binaların uzun gölge alanı içinde kalmaktadır. Yüksek katlı binalardan güney yönünde olan binanın güneşlenme yönünde yer alan cephesi tamamen ısıtma ve aydınlatma için olumlu, kuzey yönünde yer alan binanın güneşlenme yönünde alt katları hariç hem doğu hem de güney yönünde ısıtma ve aydınlatma için olumlu koşullardadır. Sokak aksı bina genişliğinde güneş geliş açısı yönünde uzun gölgeler oluşturmaktadır. Sokak aksında yer alan binalar da bu gölge alanı içindedir. 21 Aralık tarihli saat 12:00 için yapılan gölge analizine göre; ada içinde yer alan binalardan 1960'lı olanlar güneşlenme yönünde tamamen gölge alanı içinde kalmaktadır; ısıtma ve aydınlatma açısından olumsuzdur. Yapı adası içindeki yüksek binalar yükseklik olarak değerlendirildiğinde güneşlenme yönünde yüzey alanının yaklaşık yarısı gölge alanı içindedir. 21 Aralık tarihli saat 15:00 için yapılan gölge analizine göre; ada içinde yer alan binalardan 1960'lı olan binaların güneşlenme yönünde neredeyse tamamı gölge alanı içinde kalmaktadır; ısıtma ve aydınlatma açısından olumsuzdur. Yüksek binalardan güney yönünde yer alan bina sokak karşısındaki yüksek binanın gölge alanı içindedir. Ada içinde kuzey yönünde olan bina ise yarı yarıya ada dışındaki yüksek binanın gölge alanı içindedir. Ada içi bina-bina ilişkisinde 1960'lı binalar neredeyse gün boyu, yüksek binalar ise kısmen güneşten faydalanamamaktadır. Burada en önemli konu bina aralıklarına göre yüksekliklerin çok fazla olmasıdır. Bu durum hem ada içi hem de ada dışındaki alanları da etkilemektedir. Isıtma ihtiyacının olduğu bir ay olarak gölge analizlerine göre doğrudan güneş kazancı yeterli görülmemektedir.



Şekil 11. 21 Aralık tarihli gölge analizi. Saat 09:00 (sol), 12:00 (orta), 15:00 (sağ)

Haziran ayı İstanbul ili için ısıtma ihtiyacının tamamen bittiği bir aydır. Güneşten kısmen sabah saatlerinde ısıtma, ve gün boyu aydınlatma amaçlı faydalanabilmek önemlidir. 21 Haziran tarihli saat 09:00 için yapılan gölge analizine (Şekil 12) göre ada içinde yer alan 1960'lı binalar güneşlenme yönünde her ikisinin de yüzey alanının yaklaşık %50'si ada içi ve dışındaki yüksek binaların gölge alanı içindedir. Ada içindeki yüksek binalar güneşlenme yönünde yüzey alanının tamamı güneşten doğrudan faydalanabilmektedir. 21 Haziran tarihli saat 12:00 için yapılan gölge analizine göre ada içinde yer alan yeni ve eski dört bina da güneşlenme yönünde doğrudan güneş kazanımına açıktır. Hava sıcaklığının bu ayda çok yükselmediği için öğle saatlerinde oluşan bu güneşlenme herhangi bir kontrol gerektirmez. Aydınlatma amaçlı da kazanç verimlidir. Sokak aksının yaklaşık olarak %100'ü güneş etkisindedir. İlerleyen yaz aylarında bu durum sokak kullanıcısı için ısı ve ışık anlamında olumsuzdur. Ağaçlandırma yapılması sokak gölgelemesi için önemli olacaktır. 21 Haziran tarihli saat 15:00 için yapılan gölge analizine göre ada içinde yer alan 1960'lı binalardan kuzey yönünde yer alan bina güneşlenme yönünde tamamen ada içinde kalan binanın gölge alanı içinde yer almaktadır. Güney yönünde olan binanın güneşlenme yönünde tüm yüzey alanı güneş kazanımına açıktır. Bu durum öğle ve sonrası için bu yüzeye komşu hacimlerde kullanıcıya bağlı olarak kısmen soğutma ihtiyacını doğurabilir ya da cephede güneş kontrol elemanları gerektirebilir. Ada içinde kalan yüksek binaların güneşlenme yönünde yüzey alanının tamamı güneş kazanımına açıktır. Bu binalarda da güneş kontrolü gerekebilir.



Şekil 12. 21 Haziran tarihli gölge analizi. Saat 09:00 (sol), 12:00 (orta), 15:00 (sağ).

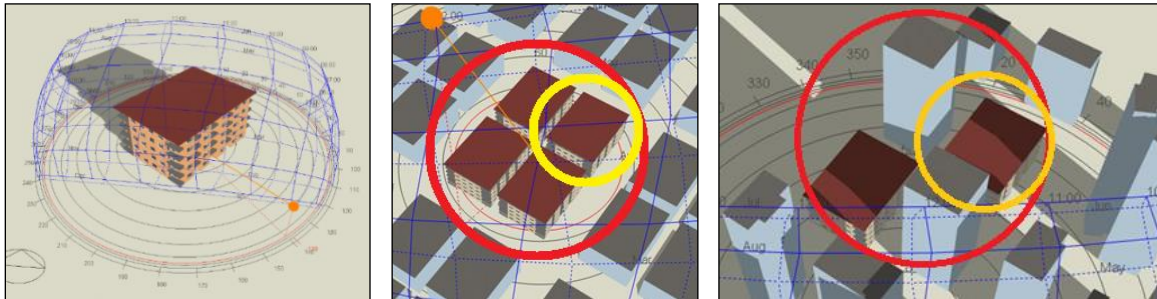
2019 dokusu üzerinden aynı adada yer alan dört bina için yapılan gölge analizlerine göre;

Binaların ada içindeki bina-bina ilişkisinde özellikle 1960'lı binalar ısıtma istenen dönemde yüksek binaların gölge alanı içinde kaldığından güneşten yeterince faydalanamamaktadır. Ada içindeki yüksek binalar ise genellikle ada dışında yer alan diğer yüksek binaların etki alanındadır. Genel olarak ada içindeki ölçek farklılığı hem psikolojik hem de ısısal anlamda verimli değildir. Sokak aksında binaların yeni ve yüksek olması yükseklik açısından daha homojen algılanabilir. Ancak sokak genişliği hiç değişmeden bina yüksekliklerinin eskiye göre 3-4 katına çıkması bina-sokak, bina-bina ilişkisi açısından olumlu değildir. Sokak aksında yer alan binalar aynı olmasa da zemin+12,13,14 ve 18 kattan oluşan binaların yüksekliği ortalama olarak zemin+12 kat (39mt) kabul edilirse; sokak genişliği değişmediği için 17mt'dir. Bu ölçülere göre bina-sokak ilişkisinde Ashihara'nın yaklaşımına göre değerlendirildiğinde, sokak genişliğinin (D) yapı yüksekliğine (H) olan oranı; $17/39=0.43$ 'dür. Bu orana göre sokak niteliğinin; daha dar ve karanlık hissini vermektedir. Yapı yükseklikleri arttığı için kapalılık hissi artmaktadır. Bu seçim sokak genişliği ve bina yüksekliği oranına bağlı olarak dar ve karanlık hissedilen sokak algısını güçlendirmektedir. Ada içinde dört binanın birbiri ile olan ilişkisi güneşlenme yönüne bağlı olarak aydınlatma ve ısıtma anlamında olumlu değildir. Bina- sokak ilişkisi olumlu, bina-bina ilişkisi olumlu değildir.

Nicel Değerlendirme: Enerji Tüketim Performansı

Kentsel doku değişiminin bina enerji tüketimi üzerine etkisinin incelendiği bu analizde, dokunun sadece ısıtma ve aydınlatma enerjisi tüketimine etkisi incelenmiştir. Analizler üç ayrı yerleşim doku türü için yapılmıştır (Şekil 13).

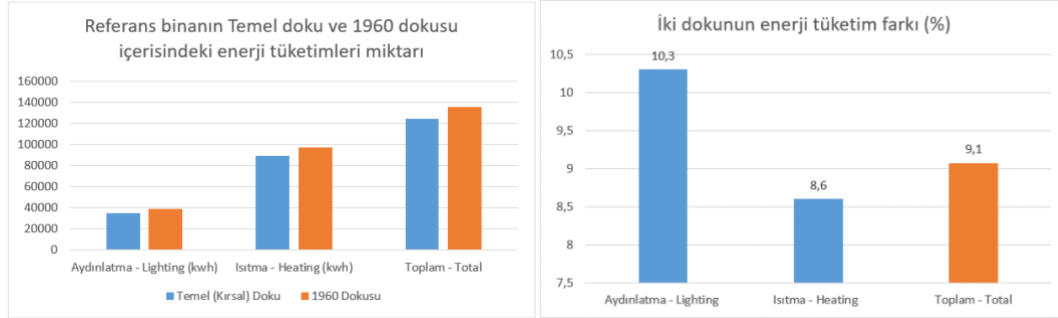
Senaryo 1'de tanımlanan doku türü Temel (kırsal) doku olarak tanımlanmış ve bu doku içinde yer alan bina referans bina olarak adlandırılmıştır. Referans binanın Referans binanın 1960 dokusu ve 2019 dokusu içindeki konumları Şekil 13'de sarı daire içine alınarak gösterilmiştir. Referans bina yapı kabuğunun ısı yalıtım tabakası içermediği kabul edilmiştir.



Şekil 13. Simulasyon modelleri: Temel doku (sol), 1960 dokusu (orta), 2019 dokusu (sağ)

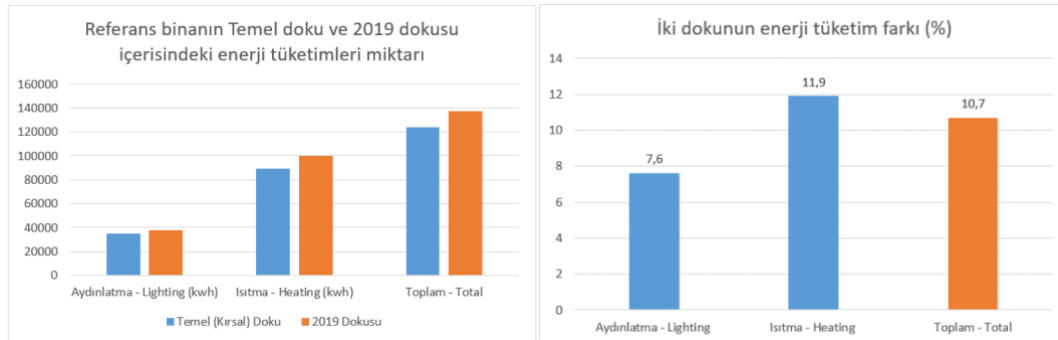
Yıllık Enerji Tüketim Analizi ve Sonuçları

Yıllık enerji tüketim analizinin yapılmasında binaların ısıtma ve aydınlatma enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Referans binanın 1960 dokusu içinde tükettiği enerji miktarı, aynı binanın temel doku içinde tükettiği enerji miktarı ile karşılaştırılmıştır. Temel doku ile karşılaştırıldığında, referans bina 1960 dokusu içinde % 10,3 oranında daha fazla aydınlatma enerjisi ve % 8,6 oranında daha fazla ısıtma enerji tüketmiştir (Şekil 14). Aydınlatma ve ısıtma enerjisi toplamı değerlendirildiğinde; 1960 dokusu içindeki bina %9,1 oranında daha fazla enerji tüketmiştir.



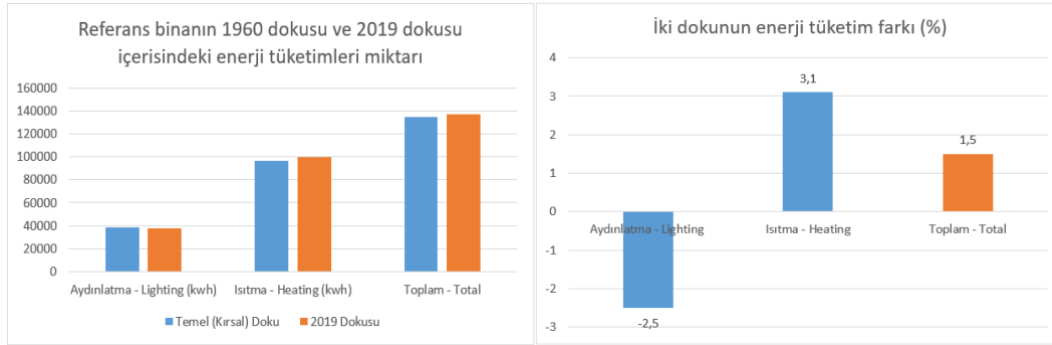
Şekil 14. Referans binanın Temel doku ve 1960 dokusu içindeki enerji tüketim karşılaştırması

Referans binanın 2019 dokusu içinde tükettiği enerji miktarı, aynı binanın kırsal doku içinde tükettiği enerji miktarı ile karşılaştırılmıştır (Şekil 15). Referans bina, 2019 dokusu içinde aydınlatma enerjisi için %7,6 oranında ve ısıtma için de %11,9 oranında daha fazla enerji tüketmiştir. Aydınlatma ve ısıtma enerjisi toplamı değerlendirildiğinde; 2019 dokusu içindeki bina %10,7 oranında daha fazla enerji tüketmiştir.



Şekil 15. Referans binanın Temel doku ve 2019 dokusu içindeki enerji tüketim karşılaştırması

Referans binanın 1960 dokusu içinde tükettiği enerji miktarı, aynı binanın 2019 dokusu içinde tükettiği enerji miktarı ile karşılaştırılmıştır (Şekil 16). Referans bina, 2019 dokusu içinde aydınlatma enerjisi için %2,5 oranında daha az ve ısıtma için de %3,1 oranında daha fazla enerji tüketmiştir. Aydınlatma ve ısıtma enerjisi toplamı değerlendirildiğinde; 2019 dokusu içindeki bina %1,5 oranında daha fazla enerji tüketmiştir.



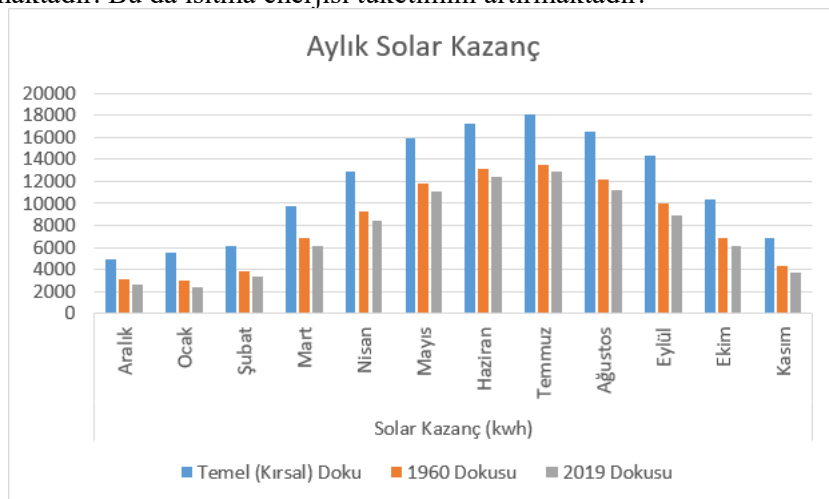
Şekil 16. Referans binanın 1960 ve 2019 doku içindeki enerji tüketim karşılaştırması

Aylık Enerji Tüketim Analizi ve Sonuçları

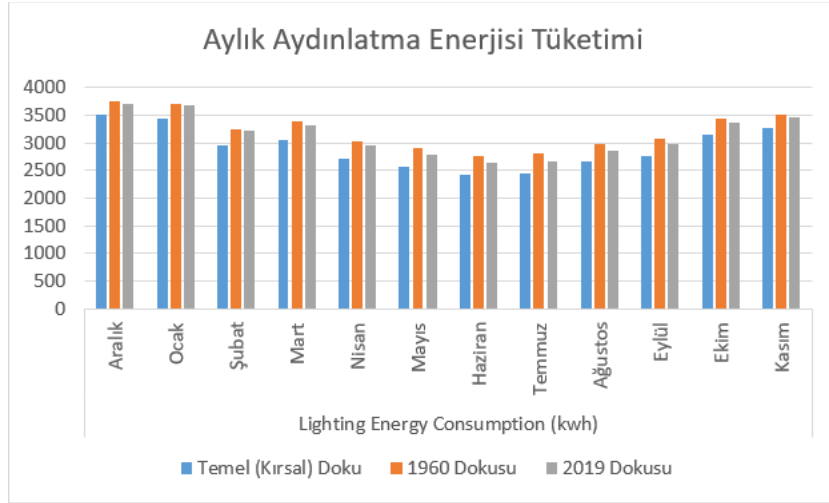
Yerleşim özellikleri farklı üç binanın, enerji tüketim davranışının detaylı analizi aylık ve mevsimlik ölçekte yapılmıştır. Solar kazanç grafiği incelendiğinde (Şekil 17), temel doku içindeki referans binanın solar kazancı en yüksektir. Temmuz ayında ortalama 18000 kwh değerine ulaşmaktadır. 1960 ve 2019 dokuları içerisindeki referans yapıların güneş kazanımları görece birbirine yakın olsa da 1960 dokusunun solar kazanımı daha fazladır. 2019 mevcut dokusunda referans bina komşu binaların gölgesinde kaldığı için solar kazanımı en az seviyededir. Solar kazanımlar kış mevsiminde bina enerji tüketimini azalttığı için pozitif olarak değerlendirilmektedir. Yaz mevsiminde ise soğutma enerjisi yükünü artırdığı için negatif olarak değerlendirilmektedir.

Referans binanın aydınlatma enerjisi tüketimi genel olarak yaz aylarında daha düşük iken kış aylarında daha yüksektir (Şekil 18). Temel doku içerisinde referans binanın güneş kazanımı en yüksek olduğu için aydınlatma enerjisi tüketimi de en azdır. 1960 dokusunda ada içindeki komşu bina mesafeleri düşük olduğu için enerji tüketimi en fazladır. 2019 mevcut durum dokusunda komşu binalar referans binadan daha yüksek olsa da bina aralıkları fazla olduğu için aydınlatma enerjisi tüketiminde görece pozitif etki etmiştir. Bu durumun yaz aylarında daha belirgin olduğu gözlenmektedir.

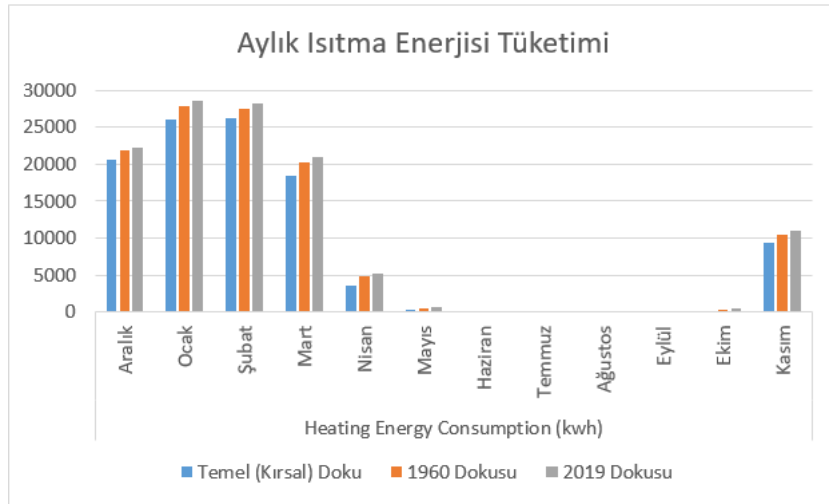
Ortalama aylık ısıtma enerjisi tüketim grafiği incelendiğinde (Şekil 19); güneş kazanım grafiği ile uyumlu olarak temel doku içinde referans bina alternatifi en az enerji tüketirken, 1960 dokusu en az enerji tüketen ikinci alternatif olmuştur. Referans bina en çok ısıtma enerjisini 2019 (mevcut durum) dokusu içerisinde tüketmektedir; çünkü kış ve bahar mevsimleri boyunca komşu binaların gölgesi etkisinde kalmaktadır. Bu da ısıtma enerjisi tüketimini artırmaktadır.



Şekil 17. Referans binanın Temel doku, 1960, 2019 dokusu içindeki güneş kazanç grafiği



Şekil 18. Referans binanın Temel doku, 1960, 2019 dokusu içindeki tükettiği aylık aydınlatma enerjisi



Şekil 19. Referans binanın Temel doku, 1960, 2019 dokusu içindeki tükettiği aylık ısıtma enerjisi grafiği

SONUÇ

Bu çalışmada kent dokusundaki değişimin bina enerji tüketim performansına olan etkisi vaka çalışması olarak incelenmiştir. Çalışma alanı olarak, Kadıköy bölgesinde çeşitli ölçütlere göre seçilen kent dokusunun değişimi ve değişimin bir referans bina üzerindeki etkisi incelenmiştir. İlçe geneline yayılan kırsal bir dokudan, 4-5 katlı apartman binalarının oluşturduğu nizami dokuya geçilmiş (1960'lar dokusu), oradan da kentsel dönüşümle günümüzde ortaya çıkan 12-19 katlı yüksek yapıların oluşturduğu yeni bir doku ortaya çıkmıştır (2019'lar dokusu). Çalışma kapsamında binaların doğrudan güneş ışığından faydalanabildiği kırsal doku 'Temel Doku' durumu olarak tanımlanmıştır. Temel doku içerisindeki bir referans binanın davranışı ve enerji tüketim performansı, aynı binanın 1960 ve 2019 dokuları içerisindeki performansı ile nitel (qualitatif) olarak gölge analizi yöntemiyle ve nicel (quantitatif) olarak enerji tüketim miktarları ile karşılaştırılmıştır.

Niteliksel olarak yapılan gölge analizi değerlendirme sonuçlarına göre; 1960 dokusunda bina-sokak ilişkisi irdelendiğinde, bina yüksekliği ve sokak genişliği ilişkisi olumludur. Sokak daha geniş ve aydınlık algılanmaktadır. Güneşlenme yönünde sokak aksının karşısındaki binalar ada içinde kalan

binaları gölgelememektedir. Ada içinde bina-bina ilişkisi incelendiğinde ise 6mt bina aralıkları, özellikle güneşlenme yönünde, kuzey yönündeki binaların gölge alanı içinde kalmasına neden olmaktadır. Bu durum güneşten doğrudan elde edilebilecek ısıtma ve aydınlatma enerjisini engellemektedir. Ada içindeki bina-bina ilişkisi olumlu değildir. 1960 dokusu için iyileştirme önerisi olarak, aynı ada içinde bina boyutu küçültülerek bina-bina aralıkları arttırılabilir. Başka bir ifadeyle, arka ve yan bahçe çekme mesafeleri arttırılmalıdır. Böylece güneşlenme yönünde oluşan olumsuz koşullar azaltılarak doğrudan kazanç arttırılabilir. Bina-sokak ilişkisinde ise bina yüksekliği-sokak genişliği oranı olumludur. Bu nedenle yapı yüksekliklerinin korunması önemlidir.

2019 dokusunda bina-sokak ilişkisi irdelendiğinde, bina yüksekliği ve sokak genişliği ilişkisi yeni inşa edilen bina yüksekliği üzerinden değerlendirildiğinde olumlu değildir. Karanlık ve dar sokak hissi vermektedir. Güneşlenme yönünde sokak aksının karşısındaki yüksek binalar ada içinde kalan binaları, uzun gölge boyundan dolayı, olumsuz etkilemektedir. Sokak aksı boyunca yeni inşa edilen yüksek katlı binalar sokağın daha dar ve karanlık olarak algılanmasına sebep olmaktadır. Yeni cephe renk ve malzeme tercihleri de bu algıyı desteklemektedir. Ada içinde bina-bina ilişkisi incelendiğinde ise bina yüksekliklerinin bina aralıklarına oranı çok fazla olması sebebiyle birbirinin güneş ısı ve ışık kazancını engellemektedir.

Analizlerin ortak sorunu olarak, her iki dokunun da sahip olduğu morfolojik özelliklere bağlı olarak yakın çevresinde pasif tasarım ilkelerini destekleyerek yapının enerji performansını arttıracak mikro iklim koşulları oluşturamadığı görülmektedir.

Niceliksel yöntem ile yapılan hesaplamalar niteliksel sonuçları doğrulamaktadır. Simülasyon yöntemi ile hesaplanan enerji tüketim sonuçlarına göre Referans Binanın 1960 kent dokusu içerisindeki ısıtma enerjisi tüketimi, aynı binanın Temel Doku içerisindeki enerji tüketiminden %8,6 fazladır, fakat aydınlatma enerjisi tüketiminde bu fark %10,3 oranındadır. Isıtma ve aydınlatma enerjileri toplamı karşılaştırıldığında arada %9,1 oranında tüketim farkı vardır.

Referans Binanın 2019 kent dokusu içerisindeki ısıtma enerjisi tüketimi, aynı binanın Temel Doku içerisindeki enerji tüketiminden %7,6 fazladır, fakat aydınlatma enerjisi tüketiminde bu fark %11,9 oranındadır. Isıtma ve aydınlatma enerji toplamı karşılaştırıldığında arada %10,7 oranında tüketim farkı vardır.

Son olarak, Referans Binanın 1960 kent dokusu içerisindeki ısıtma enerjisi tüketimi, aynı binanın 2019 kent dokusu içerisindeki enerji tüketiminden %3,1 fazladır, fakat aydınlatma enerjisi tüketimi %2,5 azdır. Isıtma ve aydınlatma enerji toplamı karşılaştırıldığında Referans Bina 2019 kent dokusu içinde %1,5 oranında daha fazla enerji tüketmiştir.

Bu sayısal veriler yorumlandığında şu çıkarımlar yapılabilir; a) Temel dokudan 1960 kent dokusuna geçiş ile Referans Bina ortalama yıllık %9 daha fazla enerji tüketmiştir. Bunun nedeni binaların birbirlerini gölgelerinde kalmalarıdır, yani arka ve yan bahçe çekme mesafelerinin optimizasyona ihtiyacı vardır. b) Kentsel dönüşümle bu optimizasyon yapılarak yeni dokuda enerji tüketimi azaltılabilirdi, fakat sonuçlar gösteriyor ki yeni doku (2019 dokusu) enerji tüketimini ortalama %1,5 oranında daha fazla arttırmış ve aradaki fark %10,7'ye çıkmıştır.

Deprem direnci yanında, enerji tasarrufu kentsel dönüşümün pozitif bir diğer çıktısı olarak hedeflenmiştir. Enerji tasarrufu için zorunlu olarak uygulanan TS-825 standardı sadece kabuk yalıtımını denetlediği için sınırlı bir tasarruf sağlamaktadır. Bu çalışmanın sonuçları gösteriyor ki yapı kabuğundan bağımsız parametrelerde yapı enerji tüketimini önemli oranda etkilemektedir. Bu sebeple, mevcut TS-825 yalıtım standardının kapsamının genişletilmesi veya destekleyici yeni standartların oluşturulması ihtiyacı de ortaya çıkmıştır.

Elde edilen veriler hali hazırda devam eden kentsel yenileme süreci için kanun yapıcılara, yerel yönetimlere, kent plancılarına ve tasarımcılara önemli bir girdi sunmaktadır. Enerji ithalatçısı konumundaki ülkemizde, yüksek maliyetli kentsel yenileme süreci deprem ile birlikte enerji tasarrufu açısından daha etkili bir araç olarak değerlendirilmelidir. Pasif tasarım ilkelerinden en iyi şekilde yararlanabilmek için süreç bütünlük olarak tasarlanmalıdır. Bu süreç ilk aşamasından itibaren kentsel planlama, mimari tasarım ve mühendislik saç ayaklarının tamamını içermelidir.

Sağlıklı ve yenellenebilir bir sonuçlara ulaşmak için, kent dokusu parametresinin yanında yapıların enerji performansına etki eden her bir parametrenin etkileri tekil olarak ve bütüncül olarak incelenmesi önemlidir.

KAYNAKÇA

- Arıkan, B., & Gökmen, G. P. (2016). Kentsel Mekânın Fiziksel Katmanları, Konut Dokusunun Oluşumu ve Feneryolu Mahallesi'nin "Risk"li Dönüşümü. *İdealkent*, 7(20), 966–998. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/466417>
- Ashihara, Y. (1970). *The Aesthetic Townscape* (translated by Lynne E. Riggs). MIT Press: MIT Press.
- Ataöv, A., & Osmay, S. (2007). Türkiye'de Kentsel Dönüşüme Yöntemsel Bir Yaklaşım. *METU JFA*, 24(2), 57–82. Retrieved from http://jfa.arch.metu.edu.tr/archive/0258-5316/2007/cilt24/sayi_2/57-82.pdf
- Aydöner, A. B. (2013). *Güvenli Yapılar Yol Haritası-1*. İstanbul. Retrieved from http://imsad.org/Uploads/Files/guvenliyapilaryolharitasi_1.pdf
- Balamir, M. (2018). İhanetler, İtiraf, İnşaatlar. *Mimarlık*, (399). Retrieved from <http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=413&RecID=4346>
- Ballarini, I., Corgnati, S. P., & Corrado, V. (2014). Use of reference buildings to assess the energy saving potentials of the residential building stock: The experience of TABULA project. *Energy Policy*, 68, 273–284. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2014.01.027>
- Ballarini, I., Corrado, V., Madonna, F., Paduos, S., & Ravasio, F. (2017). Energy refurbishment of the Italian residential building stock: energy and cost analysis through the application of the building typology. *Energy Policy*, 105, 148–160. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2017.02.026>
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü. (2004). *Kentsel Dönüşüm Kanun Tasarısı Taslağı*. Ankara.
- Berkmen, N. H., & Turgut, S. (2019). Kentsel Dönüşüm Kısacında "Bağdat Caddesi." *Megaron*, 14, 155–166.
- Berköz, E., Küçükdoğu, M., Yılmaz, Z., & Diğerleri, V. (1995). Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarım. In *TÜBİTAK-İNTAG 201*.
- Beyaztaş, H., & Oral, G. K. (2020). Optimizing Urban Texture and Building Typology for the Goal of Achieving Near-Zero High-Rise Residential Building. *Gazi University Journal of Science*, 33(3), 592–611. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gujs/issue/56657/654664>
- BM. (2015). *Adoption of the Paris Agreement. United Nation Framework Convention on Climate Change*. Retrieved from <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- Bosselmann, P., Arens, E. A., Dunker, K., & Wright, R. (1990). *Sun, wind, and pedestrian comfort: a study of Toronto's Central Area*. Toronto. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/0165c77h>
- Bronin, S. . (2009). Solar rights. *Boston University Law Review*, 89(4), 1217–1265.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017). *2018-2022 Stratejik Plan*. Ankara. Retrieved from

<http://www.sp.gov.tr/upload/xSPStratejikPlan/files/cV5EW+CSB.pdf>

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2019). Kartal'da Çöken Binanın Etrafındaki Riskli Olan 8 Bina Yıkılacak. Retrieved September 2, 2020, from <https://www.csb.gov.tr/kartalda-coken-binanin-etrafındaki-riskli-olan-8-bina-yıkılacak-bakanlik-faaliyetleri-25445>

Chapter 384. (1993). *An Act Protecting The Boston Public Garden*. Retrieved from <https://archives.lib.state.ma.us/actsResolves/1992/1992acts0384.pdf>

Dascalaki, E. G., Drousta, K. G., Balaras, C. A., & Kontoyiannidis, S. (2011). Building typologies as a tool for assessing the energy performance of residential buildings – A case study for the Hellenic building stock. *Energy and Buildings*, 43(12), 3400–3409. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2011.09.002>

DSIRE. (2020). Database of State Incentives for Renewables & Efficiency. Retrieved November 16, 2020, from <https://programs.dsireusa.org/system/program?type=44&>

Eisenstadt, M. M. (1982). Access to Solar Energy: The Problem and its Current Status. *Natural Resources Journal*, 22(1), 21–52. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/pdf/24882273.pdf?refreqid=excelsior%3Aece342bf09178bac9396212f47c465db>

Eranıl Demirli, M., Tuna Ultav, Z., & Demirtaş-Milz, N. (2015). A socio-spatial analysis of urban transformation at a neighborhood scale: The case of the relocation of Kadifekale inhabitants to TOKİ Uzundere in İzmir. *Cities*, 48, 140–159. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2015.06.013>

Güzey, Ö. (2009). Urban regeneration and increased competitive power: Ankara in an era of globalization. *Cities*, 26(1), 27–37. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2008.11.006>

Güzey, Ö. (2016). The last round in restructuring the city: Urban regeneration becomes a state policy of disaster prevention in Turkey. *Cities*, 50, 40–53. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2015.08.010>

Hayes, G. B. (1979). *Solar access law: Protecting access to sunlight for solar energy systems*. Ballinger.

Jordan, B., & Perlin, J. (1979). Solar Energy Use and Litigation in Ancient Times. *1 SOLAR L. REP*, 592–593.

Kocabas, A. (2005). The Emergence of Istanbul's Fifth Urban Planning Period: A Transition to Planning for Sustainable Regeneration? *Journal of Urban Technology*, 12(2), 27–48.

Kocabas, A. (2013). The transition to low carbon urbanization in Turkey: Emerging policies and initial action. *Habitat International*, 37, 80–87. <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2011.12.016>

Loga, T., Stein, B., & Diefenbach, N. (2016). TABULA building typologies in 20 European countries—Making energy-related features of residential building stocks comparable. *Energy and Buildings*, 132, 4–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.094>

Moore, F. (1993). *Environmental Control Systems*. New York: McGraw-Hill.

Özcan, A. (2016). New Experiences on Environmental Rights in Framework of Sustainability and an Ecopolitical Analysis: “Solar and Wind Rights.” *Alternatif Politika*, 8(1). Retrieved from <http://alternatifpolitika.com/site/dosyalar/arsiv/Subat2016-Sayi1/8GUNESRUZGARMAKALE.pdf>

Resmi Gazete. (2012). *6306 Sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliği*. Retrieved from <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16849&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

Seong, Y.-B., Lim, J.-H., Yeo, M.-S., Goh, I.-D., & Kim, K.-W. (2006). HELIOS: Solar rights analysis system for apartment buildings. *Solar Energy*, 80(6), 723–741.

- Serteser, N., & Karadag, I. (2018). Design for improving pedestrian wind comfort: a case study on a courtyard around a tall building. *Architectural Science Review*, 61(6), 492–499.
- Tekin, Ç., Özgünler, M., & Beyaztaş, H. (2018). Yapı Kabuğu Saydamlık Oranlarının Simülasyon Programı Aracılığıyla Belirlenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (41), 49–68. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpufbed/issue/41010/405793>
- TS-825. (2008). *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı*. Ankara.
- Turan, M. E. (2014). Hedef Dikey Mimariden Yatay Mimariye Geçiş! Retrieved from http://www.yapi.com.tr/haberler/hedef-dikey-mimariden-yatay-mimariye-gecis_125702.html
- Unger, S. C. (2005). Ancient Lights in Wrigleyville: An Argument for the Unobstructed View of a National Pastime. *Indiana Law Review*, 38, 533–564. Retrieved from <https://mckinneylaw.iu.edu/ilr/pdf/vol38p533.pdf>
- Uzun, B., & Celik Simsek, N. (2015). Upgrading of illegal settlements in Turkey; the case of North Ankara Entrance Urban Regeneration Project. *Habitat International*, 49, 157–164. <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2015.05.026>
- Uzun, B., Çete, M., & Palancıoğlu, H. M. (2010). Legalizing and upgrading illegal settlements in Turkey. *Habitat International*, 34(2), 204–209. <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2009.09.004>
- Yılmaz, O. K. (2019). Türkiye’de Kentsel Dönüşümün Uygulayıcı Aktörleri ve Yaptıkları Çalışmaların Sayısal Verileri. *Marmara Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 300–316. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/887976>
- Yılmaz, Z. (2006). Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 91, 7–15. Retrieved from https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/7af0926b294e47e_ek.pdf