



Siirt Yerleşim Dokusunda Bina Oryantasyonunun Gölge-Güneş Dinamiği ve Enerji Performansı Üzerine Ampirik Bir Değerlendirme

Servet Şeker İnalcan

*Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
servetinalcan@gmail.com*

Prof. Dr. Hava Özyılmaz

*Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
havvaozy@dicle.edu.tr*

ÖZET

İnsanların günlük yaşam içerisinde işlerini daha kolay bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için enerjiye ihtiyaçları olmaktadır. Nüfusun artışı, konforal yaşam şartlarına talep, endüstrileşme, teknolojik gelişmeler vb. enerjiye olan ihtiyacı arttıran gelişmeler olmaktadır. Artan enerji ihtiyacı ve sürdürülebilirlik gereksinimleri, bina tasarımında enerji etkinliğini zorunlu kılmakta olup, bu anlamda "bina oryantasyonu (yönlenme)" kritik bir tasarım parametresi olarak öne çıkmaktadır. Çalışmada, Siirt kent yerleşim dokusu içinde, Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) tarafından Evren Mahallesi'nde inşa edilen konut yerleşiminin çevresel performansını değerlendirmek için sayısal simülasyon ve modelleme yöntemleri belirlenmiştir. Analizler, Yapı Bilgi Modelleme (BIM) entegrasyonu kapsamında, Autodesk Revit Simülasyon yazılımı kullanımıyla yapılmış olup, bina oryantasyonunun yarattığı gölge-güneş dinamiklerinin enerji performansı üzerindeki etkisinin ampirik olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Yapılan ampirik değerlendirmeyle, bina yönü parametresinin enerji etkinliği üzerinde belirleyici bir role sahip olduğu kanıtlanmıştır. İdeal enerji performansı için gerekli açı derecesi tespit edilmiş olup, güney yönünden ziyade güneydoğu cephelerinin daha verimli olduğu ve ana yaşam mekanlarının bu yönde konumlandırılması gerektiği bulgusuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak, optimal bina oryantasyonunun, enerji kayıplarını azaltmada ve binaların enerji performansını artırmada ne denli kritik olduğu ile BIM tabanlı simülasyonların, enerji etkin tasarımların geliştirilmesinde etkin bir araç olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Autodesk Revit Simülasyon Programı, Bina yönlendirmesi (oryantasyon), Enerji, Gölge-Güneş Analizi

An Empirical Evaluation of Building Orientation on Shadow-Sunlight Dynamics and Energy Performance in the Urban Fabric of Siirt

ABSTRACT

People need energy to perform their daily tasks more easily. Developments such as population growth, demand for comfortable living conditions, industrialization, technological advancements, etc., increase the need for energy. The growing energy demand and sustainability requirements make energy efficiency mandatory in building design, and in this sense, "building orientation" stands out as a critical design parameter. In this study, numerical simulation and modeling methods were determined to evaluate the environmental performance of a residential settlement built by the Housing Development Administration (TOKİ) in Evren Neighborhood within the urban fabric of Siirt. The analyses were carried out using the Autodesk Revit Simulation software within the scope of Building Information Modeling (BIM) integration, aiming to empirically assess the impact of shadow-sun dynamics created by building orientation on energy performance. Through the empirical evaluation, it has been proven that the building orientation parameter plays a decisive role in energy efficiency. The required angle for ideal energy performance has been determined, and it has been found that southeast façades are more



efficient than southern ones, and main living spaces should be positioned in this direction. Consequently, it has been determined that optimal building orientation is critical in reducing energy losses and improving the energy performance of buildings, and that BIM- based simulations are an effective tool in developing energy-efficient designs.

Keywords: Autodesk Revit Simulation Software, Building orientation, Energy, Shadow- Sun Analysis

1. GİRİŞ

Küresel enerji krizi ve iklim değişikliği, kaynakların sürdürülebilir kullanımını her sektörde olduğu gibi yapıllı çevre için de acil bir zorunluluk haline getirmiştir. Bir sistemin iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanmakta olan enerji, yenilenebilir (güneş, rüzgâr, su, jeotermal) olmak üzere iki ana kaynaktan elde edilmektedir. Fosil yakıtlara dayalı yenilenebilir kaynakların tükenme riski ve çevresel etkileri, temiz ve güvenilir enerji olan yenilenebilir kaynakların kullanımını küresel bir önceliğe dönüştürmüştür.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), küresel elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji payının 2022'de %29'dan 2025'te %35'e çıkacağını öngörmektedir. Bu yönde, Avrupa Birliği'nin (AB) 2050 iklim-nötr hedefi ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP28)'de belirlenen "2030'a kadar yenilenebilir kapasitenin üç katına çıkarılması" gibi küresel taahhütler, enerji korunumu ve dönüşümü konusundaki ortak iradeyi yansıtmaktadır.

Türkiye'de küresel eğilimler ile uyumlu adımlar atılmaktadır. 2024'te elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payı %50'yi aşmış olup, Türkiye Ulusal Enerji Planı (2023 -2035) ile bu oranın 2035'te %55-60 seviyelerine çıkarılması hedeflenmektedir. Ancak, enerji korunumu yalnızca üretim kaynaklarının değişimiyle değil, aynı zamanda tüketimin azaltılmasıyla da sağlanmalıdır. Bu noktada, toplam enerji tüketiminin yaklaşık %35-40'ından ve ısıtma-soğutma enerjisinin ise %70'inden sorumlu olan bina sektörü, en kritik müdahale alanını oluşturmaktadır.

Binalarda enerji korunumuna yönelik yaklaşımlar; aktif sistemlerin verimliliğini artırmak ile pasif tasarım stratejileriyle enerji ihtiyacını en baştan minimize etmek olmak üzere iki farklı ana ekseninde gelişim göstermektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) yönetmelikleri de bu ikili hedefi desteklemekte, 2023 itibarıyla büyük ölçekli yeni binaların en az "B" sınıfı enerji performansı göstermesini ve enerjisinin en az %5'ini yerinde yenilenebilir kaynaklardan sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. 2025'ten itibaren geçerli olacak ve kademeli olarak yaygınlaştırılacak "Neredeyse Sıfır Enerjili Binalar" (NSEB) hedefi ise, enerji korunumunda nihai aşamayı işaret etmektedir. 1 Ocak 2025 tarihinden itibaren bu uygulamanın 2.000 metrekare (m²) üzeri tüm binalarda yaygınlaştırılması ve kullanılan enerjinin en az yüzde 10'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması zorunluluğu getirilmiştir. Buna göre 1 Ocak 2025 tarihinden itibaren ise Türkiye'nin enerji ithalatında yıllık azalmanın 7.5 milyar TL'ye ulaşması hedeflenmektedir.

Pasif stratejiler, bu hedeflere ulaşmada en maliyet-etkin yöntemlerdir. Mekanik sistemlere minimum bağımlılıkla, binanın iklim ve çevre ile uyumunu sağlayarak ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerini dengelemeyi amaç edinmişlerdir. Bu stratejiler arasında, binanın güneş, rüzgâr ve ışık gibi doğal enerji akışlarıyla kurduğu ilişkiyi doğrudan şekillendiren bina oryantasyonu (yönlenme), en temel ve etkili müdahale alanlarından biri olmaktadır. Enerji korunumu hedefini yerel ölçekte somutlaştırmayı amaçlayan bu çalışmada, küresel ve ulusal enerji verimliliği politikaları ile NSEB hedefleri doğrultusunda, pasif tasarımın en temel adımı olan bina oryantasyonunun, Siirt'in kendine özgü koşullarında nasıl optimize edilebileceği araştırılmaktadır. Sayısal simülasyonlar aracılığıyla, mevcut doku içindeki konutların yönlenme performansını analiz ederek, teorik bilgi ile uygulama arasındaki boşluğa ışık tutularak, yeni yapılacak binaların tasarımına ve mevcut bina stoğunun iyileştirilmesine yönelik, bağlama duyarlı, uygulanabilir ve bilimsel temelli bir karar destek önerisi sunma hedeflenmektedir.



1.1. Çalışmanın Problemi

Doğru yönlendirme, kışın güneşten pasif ısı kazanımını optimize ederken, yazın ise aşırı ısı yükten ve soğutma ihtiyacından kaçınmayı mümkün kılmaktadır.

Ancak, teorik olarak kabul gören "optimum yönlendirme" ilkeleri (örneğin Kuzey Yarımküre için genel geçer "güney cephesi" kuralı), özellikle var olan kentsel dokularda, arazi yapısı, parselasyon, yol ağları ve komşu yapıların gölgeleme etkileri gibi fiziksel kısıtlarla karşılaşmaktadır. Bu durum, enerji korunumu hedefi ile kentsel gerçeklik arasında bir uyumsuzluk yaratabilmektedir. Sıcak-kurak iklim bölgesindeki dağlık bir topoğrafyaya sahip Siirt gibi kentlerde, bu kısıtlar daha belirgin hale gelmekte ve genel kuralların yerel bağlamda sorgulanmasını gerektirmektedir.

Bu durum, literatürdeki teorik ideal ile uygulamadaki gerçeklik arasında bir çelişki yaratmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın temel problemi; "Siirt kentsel dokusundaki fiziksel kısıtlar altında, bina oryantasyonunun gölge-güneş dinamiği ve buna bağlı enerji performansı üzerindeki gerçek etkisinin ne olduğu ve genel geçer "güney yönü" kuralının bu bağlamda geçerliliğinin ampirik olarak test edilmesi" olarak belirlenmiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Sıcak-kurak iklim kuşağında yer alan Siirt ilindeki mevcut kentsel dokuda, bina oryantasyonunun neden olduğu gölge ve güneş ışınımı dinamiklerini sayısal simülasyon yöntemleriyle ampirik olarak analiz etmek ve bu dinamiklerin binaların ısıtma-soğutma enerji performansına olan etkisini ortaya koymak hedeflenmiştir. Bu anlamda, teorik optimum ile yerel koşullar altındaki gerçek optimum arasındaki farkı göstererek, bölgeye özgü, kısıtlı parsellerde dahi uygulanabilir, enerji etkin tasarım ve yönlendirme ilkeleri için bir veri tabanı ve karar destek önerisi sunulmuştur.

1.3. Çalışmanın Kapsamı

Çalışma alanındaki blokların konum, yön (oryantasyon), form, aralık gibi yapısal çevre parametreleri incelenmiştir.

Bloklar için yapılan yön analizi doğrultusunda, tasarım modeli oluşturulmuş ve mevcut doku ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Mevcut durum ve örnek model için, yılın kritik dönemlerini (gündönümleri ile ekinokslar) temsil eden tarihlerde dijital gölge ve güneş ışınımı analizleri yapılmıştır. Performans değerlendirmesi, bina cephelerinin ve çatılarının maruz kaldığı güneş enerjisi miktarı, gölgelenme süreleri, düzenleri ve bu verilerin ilişkisi üzerinden yapılmıştır. Çalışma, aktif sistemlerden ziyade, pasif tasarım stratejileri ve bina kabuğu performansı ile sınırlandırılmıştır.

1.4. Çalışmanın Yöntemi

Belli bir doğal sistemin, bilgisayar tabanlı araçlarda simüle edilerek, fiziksel ve yapısal çevre şartlarına karşı vereceği tepkinin öngörülmesi ile bilimsel veriler oluşturulur.

Çevresel simülasyonlar ve modellemede kullanılan teknolojiler ve yöntemler; matematiksel modeller (diferansiyel denklemler, istatistiksel modeller, stokastik süreçler), bilgisayar simülasyon teknikleri (Agent-based modeling (ajan tabanlı modelleme, sistem dinamiği, Monte Carlo simülasyonları), veri kaynakları (uydu gözlemleri, yer istasyonu verileri, sensör ağları, IOT cihazları) olmaktadır.

Türkiye'de çevresel modelleme çalışmaları; Meteoroloji Genel Müdürlüğü hava ve iklim modelleri, su yönetimi ve havza modelleme çalışmaları, akademik araştırma projeleri ile ÇŞİDB'nin modelleme faaliyetleri olmaktadır.

Çevresel modelleme ve simülasyon prensiplerinin, detaylandırılmasında somut bir yazılım olan Revit kullanılmıştır.



Revit yazılımının tercih edilme nedenleri;

- BIM entegrasyonu; tek model ile çoklu analizler, parametrik değişiklik yönetimi, disiplinlerarası koordinasyon özelliklerine sahip olmaktadır.
- Gelişmiş güneş ve gölge analiz araçları; dinamik güneş yolu simülasyonu, solar radiation tool özelliklerine sahip olmaktadır.
- Kullanım kolaylığı ve erişilebilirlik; sezgisel arayüz, minimum öğrenme eğrisi özelliklerine sahip olmaktadır.
- Veri doğruluğu ve güvenilirlik; bilimsel hesaplama altyapısı, kalibrasyon ve validasyon özelliklerine sahip olmaktadır.
- Verimlilik ve iş akışı optimizasyonu; hızlı analiz kapasitesi, zaman ve maliyet tasarrufu özelliklerine sahip olmaktadır.
- Görselleştirme ve sunum yetenekleri; yüksek kaliteli çıktılar, etkili iletişim araçları özelliklerine sahip olmaktadır.
- Entegrasyon ve uyumluluk; Autodesk ekosistemi, üçüncü parti yazılım uyumluluğu özelliklerine sahip olmaktadır.
- Ölçeklenebilirlik; proje büyüklüğü esnekliği, ekip çalışması desteği özelliklerine sahip olmaktadır.
- Eğitim ve destek altyapısı; kapsamlı öğrenme kaynakları, yerel ve küresel destek özelliklerine sahip olmaktadır.
- Gelecek yönelimi ve sürekli gelişim; düzenli güncellemeler, yapay zeka ve makine öğrenmesi entegrasyonu özelliklerine sahip olmaktadır.

Türkiye bağlamında, Revit yazılımının tercih edilme nedenleri; yerel iklim verileriyle uyumluluk (Türkiye meteorolojik bölgelerine özgü güneş verileri ile yerel saat dilimi ve yaz saati uygulaması desteği), yerel regülasyonlara uygunluk (imar yönetmeliklerindeki gölge analizi gereklilikleri ile Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) raporları için uygun veri çıktıları) ile yerel kullanıcı desteği (Türkçe arayüz ve dokümantasyon ile yerel teknik destek ve eğitim hizmetleri) olmaktadır (Autodesk. 2023).

Teorik bir çerçeveden uygulamaya gelindiğinde revid yazılımı çalışmada yöntem olarak kullanılmıştır.

Araştırma, nicel verilere dayalı ampirik bir alan çalışmasıdır ve aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir.

1. Literatür ve Kuramsal Çerçeve: Enerji etkin bina tasarımı, pasif güneş stratejileri, bina oryantasyonunun performansına etkisi ve sıcak-kurak iklim mimarisi konularında literatür taraması yapılarak kuramsal bir zemin oluşturulmuştur.
2. Saha Çalışması ve Veri Toplama: Belirlenen örnek alanda, bina geometrileri, kot farkları, sokak dokusu ve bitki örtüsü gibi veriler saha gözlemi ve mevcut haritalar üzerinden toplanmış ve dijital ortama aktarılmıştır.
3. Dijital Modelleme ve Simülasyon: Toplanan verilerle mevcut durumun ve teorik modelin 3B dijital modelleri oluşturularak, gölge ve güneş analizleri yapılmıştır.
4. Ampirik Analiz ve Karşılaştırma: Simülasyon çıktıları nicel olarak (ışınım değerleri, gölgelenme saatleri) karşılaştırılmıştır. Mevcut dokudaki farklı yönlendirilmiş binaların performansları birbiriyle ve teorik modelle kıyaslanmış, literatürdeki genel ilkelerle örtüşen ve sapma gösteren bulgular tespit edilmiştir.
5. Bulguların Yorumlanması ve Sonuç: Elde edilen ampirik veriler, Siirt'in yerel koşulları (iklim, doku, kısıtlar) bağlamında yorumlanmış ve bina ölçeğinde enerji performansını optimize etmeye yönelik yönlendirme tavsiyeleri geliştirilmiştir.

2. ALAN ÇALIŞMASI

Çalışma alanı tanımı kapsamında; Siirt ili genel yerleşim özellikleri, örneklem alanının seçim kriterleri ve genel özellikleri ile mevcut yerleşim dokusunun yapma ve fiziksel çevre parametrelerinin analizi yapılmıştır.

2.1. Siirt İli Genel Yerleşim Özellikleri

Siirt; geçmişte Esart, Sairt, Siird gibi farklı şekil ile sert, üç yer, sırt gibi farklı anlamlarda kullanılmaktadır. Bu durumun nedeni, Anadolu ve Mezopotamya'nın birleştiği noktada farklı kültürlerle sahip uygarlıkların (Sami, Babil, Asur, Med, Pers, Roma, Part, Sasani) hüküm sürmesidir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan Siirt ili, 41° doğu boylamı ile 37° kuzey enlemi üzerinde bulunur. 5473 km² yüzölçümüyle Türkiye topraklarının % 0.71'ini oluşturan Siirt; kuzey yönünde Bitlis, doğu yönünde Van ile Hakkari, güney yönünde Şırnak ile Mardin, batı yönünde ise Batman iline komşu olmaktadır (Şekil 2.1).

Siirt ilinin iklimi, genel olarak Karasal İklim ile Akdeniz İklimi arasında bir geçiş özelliği göstermektedir. Ancak ağırlıklı olarak, 1991-2020 iklim periyodu dikkate alındığında, Karasal İklim etkisi hâkim olmaktadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü).

Siirt ilinin kara üzerindeki yer şekli oluşumlarına bakıldığında doğu ve güney yönünde dağlık bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Siirt ilinin kuzey yönü ulaşım elverişli yer yapısına sahip olmasına rağmen, yapılan yatırımların azlığı nedeniyle şehir bu yönde gelişim gösterememiştir. Siirt ilinden Batman iline doğru yer alan arazinin jeomorfolojik yapısına bakıldığında yer yer ova şeklinde düzlüklere rastlanılmaktadır. Bu durumun doğal sonucu olarak, Siirt ilinin doğu yönüne kıyasla batı yönünde daha çok gelişim gösterdiği gözlenmiştir.

Siirt kentinin planlama tarihi 1964 yılında başlamış olup, ilk planlarda kuzey ve kuzeybatı yönünde gelişim öngörülmüştür. 1992 yılında onaylanan revizyon planıyla kentin doğu ve güneydoğu kesimlerine yönelik yeni gelişme alanları belirlenmiş, askeri bölgelerin plana dahil edilmesi, sanayi alanları oluşturulması ve Bağtepe yerleşiminin düzenlenmesi gibi önemli kararlar alınmıştır. 1995'te hazırlanan revizyon planı ise nüfus projeksiyonunu artırarak konut ve altyapı alanlarını genişletmiştir. Günümüzde ise kent, plansız gelişen alanların da eklenmesiyle geleneksel dokunun yanında modern site yerleşmelerini içeren, farklı yapılaşma dokularının bir arada bulunduğu bir görünüm sergilemektedir. Konut alanları; meskun alanlar, ifrazlı alanlar ve planlı konut gelişim alanları olarak üçe ayrılmakta olup, kentsel doku içinde ulaşım, yeşil alan ve sosyal donatı dağılımı plan kararlarıyla şekillenmektedir (Siirt (Merkez) Revizyon-İlave İmar Planı Açıklama Raporu).



Şekil 2.1 Türkiye Haritası - Renkli Türkiye Siyasi Haritası ile Kapsamlı, Detaylı Bölgeler ve İller Atlası (Anonim, 2022)

2.2. Örneklem Alanının Seçim Kriterleri ve Genel Özellikleri

2023 yılında, Siirt il merkezinin Evren Mahallesinde, 258 adet konuttan oluşan yerleşim alanı örnek olarak seçilmiştir. Enerji korunumu özelinde düşünüldüğünde, bu seçimin yapılma nedenleri;

- Blokların günümüz yapı malzemesi, tekniği ve teknolojisi kullanılarak, yakın geçmişte (2023) inşa edilmesidir.
- Eğimli arazi üzerinde yer alan toplu konutlara yönelik çalışmaların az sayıda bulunması ile arazi yapısına bağlı blokların gölge etkisinin incelenmek istenmesidir.



Şekil 2.4 A plan tipi



Şekil 2.5 B plan tipi

2.3. Yapma Çevre ve Fiziksel Çevre Parametreleri

Yapılı çevre; doğal çevreden bağımsız olarak, insan eliyle yapılmış fiziksel ortamların tamamını ifade etmektedir. Çok katmanlı bir yapıya sahip olan yapma çevre; tek bir binadan, kentsel altyapının bütününe kadar gelişim göstermektedir. Bu anlamda, tasarım kararları kapsamında şekillendirilmiş parametreler bina konumu, bina yönü, bina formu, bina aralığı ve bina kabuğu olmaktadır.

Bina konumu; coğrafi koordinatların ötesinde, arazinin fiziksel ve iklimsel özellikleri, ulaşım ve erişilebilirlik imkânları, kentsel ve sosyal çevre ile uyumu ve görsel-peyzaj değerlerini de kapsayan çok boyutlu bir bağlam olarak tanımlanır.

Bina yönü; belli bir yön, eğim, manzara vb. göre konumlanışını ifade etmektedir. Bu parametre, yaz aylarında serinletici gölgeler ile kış aylarında ısıtıcı güneşten yararlanmayı sağlayacak doğal konfor koşulları, estetik algı, yapı ömrü gibi birçok faktörle ilişki içerisinde olmaktadır.

Bina formu; bir yapının üç boyutlu geometrik şekli ile en, boy ve yükseklik ölçüleri bina



formunu belirlemektedir. Yapıların görsel olarak en belirgin kimliğini oluşturan formlar, aynı zamanda mekanlara ait konfor, verimlilik, organizasyon vb. belirleyici olmaktadır.

Bina aralıkları; binaların ayrı, tek yönde bitişik, çift yönde bitişik nizamda olma durumları güneş ve rüzgar alma durumlarını etkilemektedir. Bina aralıklarının neden olduğu açık hava geometrileri, ısı adaları ile yeni mikro iklimsel bölgelerin oluşumuna yol açmaktadır.

Bina kabuğu; binaları dış çevreden ayırarak sınır oluşturan katmanlar (dış duvar, temel, çatı) kabuğu oluşturmaktadır. Bina kabuğu görsel bir maske olmanın ötesinde; ısı, ışık, ses, hava vb. ilk karşılandığı ve içerdiği malzemelerin kalite, kalınlık, tür vb. göre yanıtlandığı yerlerdir.

Fiziksel çevre, yapıları çevre için alan yaratması ile dış koşulların tümünün standartlaşmış nicel verilerini içermesi açısından önemli olmaktadır. Sürdürülebilir tasarım anlayışında topoğrafya, iklim ve yeşil doku birbiriyle sıkı bir ilişki içerisinde olmaktadır.

Topoğrafya; yer yüzeylerinin tabii ve suni özelliklerinin meydana getirdiği şeklin betimlemesi topoğrafya olarak tanımlanmaktadır.

İklim; belli bir yerde uzun bir süre boyunca gözlemlenen sıcaklık, ışınım, nem, hava basıncı, rüzgâr, yağış ve şekli gibi meteorolojik olayların ortalaması iklim olarak adlandırılmaktadır. Bina tasarımında meteorolojik veriler, enerji verimliliği açısından yönlendirici olmalıdır.

Yeşil Doku; ekolojik yapı tasarımının temelinde yer alan bitki örtüsü ile su elemanları yeşil dokuyu oluşturmaktadır. Suni ya da doğal yollarda oluşturulan yeşil dokular, ısı adası oluşumunu azaltarak mikro- iklim alanların önüne geçmektedir.

3. BULGULAR

3.1. Mevcut Yerleşim Dokusunun Yapma Çevre ve Fiziksel Çevre Parametrelerinin Analizi

Siirt Evren Mahallesi'ndeki TOKİ konutlarının yapıları çevresini oluşturan beş temel parametre (konum, yön, form, aralık, kabuk) ile fiziksel çevresini oluşturan üç temel parametre (topoğrafya, iklim ve yeşil doku) analiz edilmiştir. Bunlar;

Bina konumu incelendiğinde, yerleşimin eğimli topoğrafyaya uyumlu teraslama ile kurulduğu, ulaşım ve sosyal donatılar açısından iyi planlandığı, ancak konumun tasarımın bir sonucu olarak kaldığı, sürdürülebilir bir tasarım sürecinin başlangıç parametresi olarak ele alınmadığı tespit edilmiştir.

Bina yönü analizleri, blokların birbirini minimum gölgeleyecek şekilde yerleştirildiğini göstermiştir. Ancak, A ve B tipi bloklar arasında (41°, 68°, 90°, 180°) önemli yönelme farklılıkları bulunmakta ve bu farklılıkların, pasif iklimlendirme sistemleriyle tam olarak desteklenmediği, mekansal yerleşimde sorunlara yol açabildiği görülmüştür (Şekil 2.6).

Bina formu açısından, tüm blokların dikdörtgen şekilde ve standart bir şablon üzerine inşa edildiği belirlenmiştir. Bu formun inşaat kolaylığı sağladığı, ancak iklimsel tepkiden uzak, yerel bağlamla bütünleşmeyen ve dönüşüme kapalı tekdüze bir karakter oluşturduğu değerlendirilmiştir.

Bina aralıkları, doğal kot farkları sayesinde güneşlenme ve havalandırma için yeterli görülmüş, sosyal alanlar ve mahremiyet açısından olumlu bulunmuştur. Ancak, bu aralıkların rüzgar ve gölge analizlerine dayalı performans odaklı bir tasarımla belirlenmediği bir eksiklik olarak kaydedilmiştir.

Bina kabuğu değerlendirmesinde ise, iklimsel gerekliliklere uygun yüksek performanslı yalıtım malzemelerinin, gölgeleme elemanlarının ve dinamik kabuk teknolojilerinin kullanılmadığı tespit edilmiştir. Cephelelerdeki renk, pencere boyutu ve türü çeşitliliğinin

yetersiz olduğu ve kabuğun diğer parametrelerle bütünleşik bir "sebebe" olarak değil, bir "sonuç" olarak kaldığı sonucuna varılmıştır.

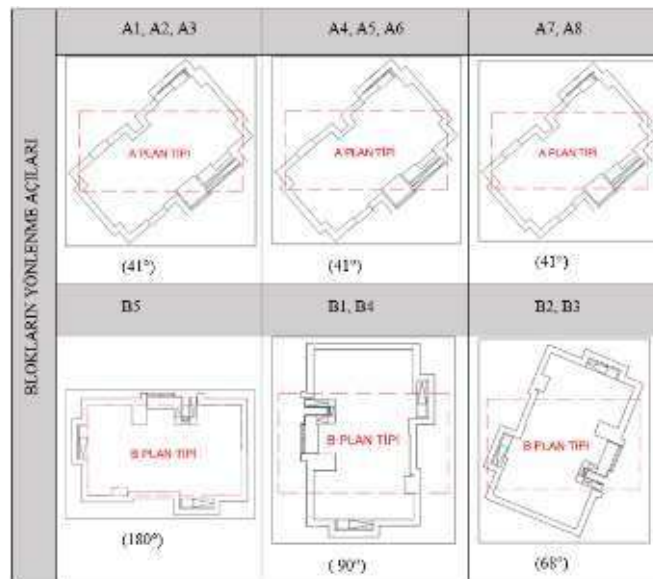
TOKİ konutlarının yapıllı çevre parametrelerinin, işlevsel ve görsel temel ihtiyaçları karşıladığı, ancak enerji performansı, iklimsel uyum ve sürdürülebilirlik açısından bilimsel analizlere ve bütünleşik bir tasarım sürecine dayanmadığı, bu nedenle önemli optimizasyon potansiyeli barındırdığı ortaya konmuştur.

Topoğrafya analizine göre, proje alanı eğimli bir plato üzerinde yer almaktadır. Yerleşim, bu eğimi teraslama yöntemiyle şekillendirmiş ve bu sayede manzara avantajı sağlanmıştır. Ancak, teraslamanın doğayı tahrip edebilen ve maliyetli bir yöntem olduğu, ayrıca arazi kotlarındaki düzensizliğin blok yüksekliklerinde ve dolayısıyla oluşan gölge boylarında standart olmayan farklılıklara yol açtığı tespit edilmiş olup, teorik olarak en uygun yerleşim bölgesi olan "termal kuşak" (vadi ile dağ yamacı arası) gözlemlenmediği görülmüştür.

İklim parametresi değerlendirildiğinde, Siirt'in sıcak-kurak iklim özelliklerine uygun pasif tasarım stratejilerinin (güneş kontrolü, doğal havalandırma, nem düzenlemesi) yeterince uygulanmadığı görülmüştür. Projede, iklimsel konforu ve enerji verimliliğini sağlamak üzere gerekli iklim verilerine dayalı simülasyonların ve tasarım önlemlerinin eksikliği önemli bir bulgu olarak öne çıkmaktadır.

Yeşil doku incelendiğinde, yerleşimde oyun parkları ve yeşil alanlar planlandığı, mevzuata uygun şekilde ağaçlandırma yapıldığı (A tipi: 368, B tipi: 250 adet ağaç) belirlenmiştir. Ancak, dikilen ağaçların gölge boylarının bina gölgelerine kıyasla çok kısa olması nedeniyle, bina gölgelemesine anlamlı bir katkı sağlamadığı ve bu nedenle analizlerde dikkate alınmadığı vurgulanmıştır. Yeşil dokunun mikro-iklime olumlu etkileri teorik olarak kabul edilmekle birlikte, projedeki uygulamanın bu potansiyeli tam olarak karşılamadığı sonucuna varılmıştır.

TOKİ konutlarının fiziksel çevre parametrelerinin, enerji performansını doğrudan etkileyecek şekilde (örneğin rüzgar koridorları, gölge optimizasyonu, ısı adası etkisinin azaltılması için) bütünleşik bir tasarım anlayışıyla ele alınmadığı, daha çok mevzuatı karşılayan ve temel ihtiyaçlara cevap veren standart bir yaklaşımın benimsendiği tespit edilmiştir. Bu durum, sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği açısından bir optimizasyon fırsatının kaçırıldığını göstermektedir.



Şekil 2.6 Blokların yönlenme açıları

3.2. Gölge Analizi

Revit aracılığıyla, incelenen çalışma alanında yer alan bloklar ve ticaret yapısına ait gölgelerin konum, zaman ve mevsimle nasıl değişeceği bilgisi elde edilmektedir.

Çalışma alanında yer alan blokların gölgelerine ait sayısal veriler, bilimsel çalışma için önemli olmaktadır. Konunun daha iyi anlaşılması için bloklara ait sayısal veriler yorumlandığında;

1m² kaç feet kare (ft²) eder? Sorusunun cevabı; 1 metrekare, yaklaşık 10.764 ft² eşit olmaktadır.

Dönüşüm Formülü:

1 m²=10.7639 ft² (tam değer)

Hesaplama Örneği:

5 m² = 5 × 10.764 = 53.82 ft²

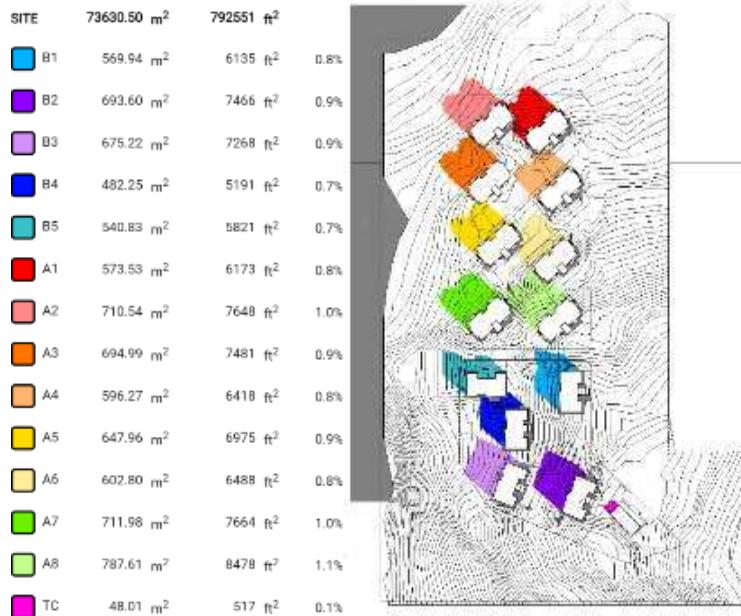
10 m² = 10 × 10.764 = 107.64 ft² şeklinde olmaktadır.

Çalışma alanı toplam gölge metrekaresi 21 Mart, 21 Haziran, 23 Eylül ve 21 Aralık tarih ve saat 09.00- 12.00- 15.00 -17.00'da sabit olup, 73630.50 m² olmaktadır.

Yüzdelerik gölge oluşumu hesabı; belli tarih ve saate göre belirlenen blokların sahip olduğu gölge metrekaresinin toplam gölge metrekaresine oranı olmaktadır. Hesaplama örneği: X blok 21 Mart Saat 09.00 Ait Gölge Oluşumu 569.94 m² olmaktadır.

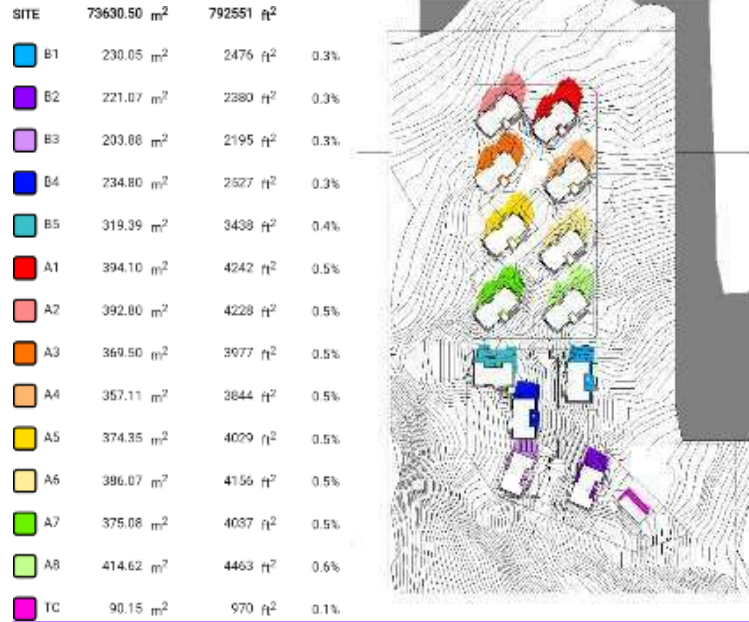
Yüzdelerik gölge oluşumu 569.94 m²/73630.50 m²= 0,0077 Yaklaşık değer olarak, % 0.8 olarak belirlenmiştir.

Her bir blok için gölge alan ölçümleri hem metrekare hem de fit kare olarak verilip, toplam alanın yüzdesel payı belirtilmiştir. Proje alanındaki blokların arazi üzerindeki kaplama oranları ve gölge performanslarıyla olan ilişkisini sayısal olarak analiz etmek amacıyla aşağıdaki şekiller hazırlanmıştır. Bu şekiller ile enerji etkin tasarım kararları için nicel bir altlık oluşturulmaya çalışılmış olup, elde edilen veriler incelenen tarih ve saate göre kıyaslamalı olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.1-Şekil 3.16).



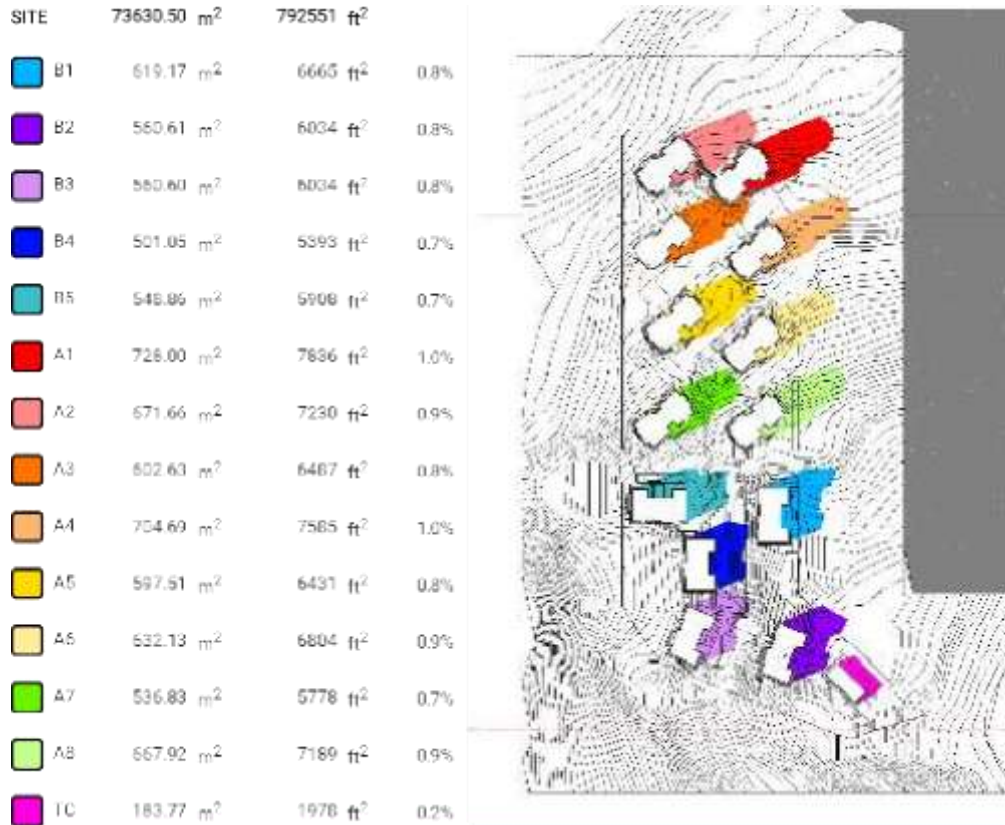
Gölge oluşumlarının A8, A2 ile A7 bloklarında yoğunlaştığı, B4 ile B5 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC'de ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.1 21 Mart Saat 9.00'a Ait Gölge Oluşumları



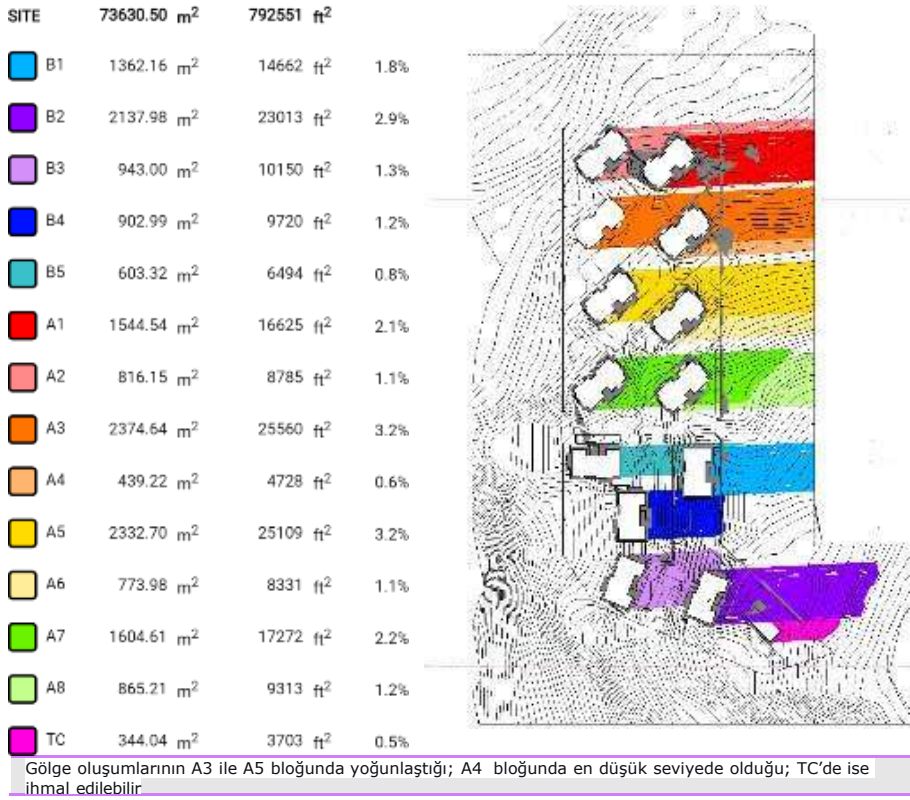
Gölge oluşumlarının A8 bloğunda yoğunlaştığı; B1, B2, B3 ile B4 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC'de ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.2 21 Mart Saat 12.00'a Ait Gölge Oluşumları

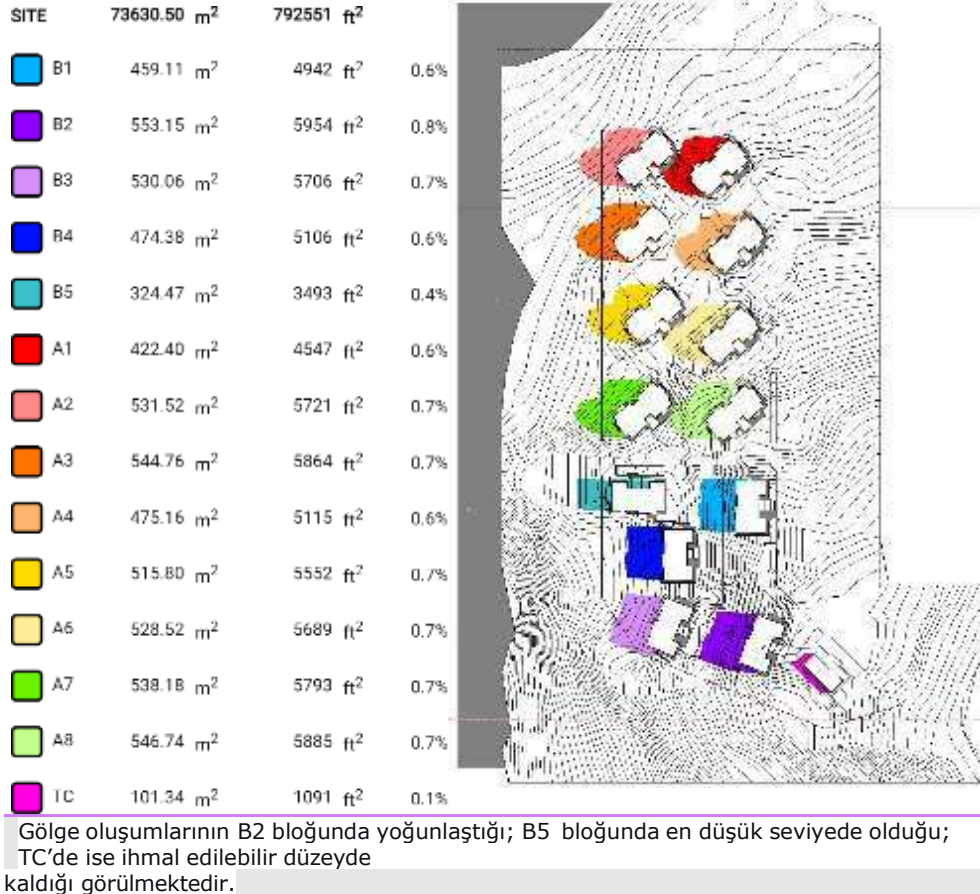


Gölge oluşumlarının A1 ile A4 bloklarında yoğunlaştığı; B4, B5 ile A7 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC'de ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.3 21 Mart Saat 15.00'a Ait Gölge Oluşumları



Şekil 3.4 21 Mart Saat 17.00'a Ait Gölge Oluşumları



Şekil 3.5 21 Haziran Saat 9.00'a Ait Gölge Oluşumları

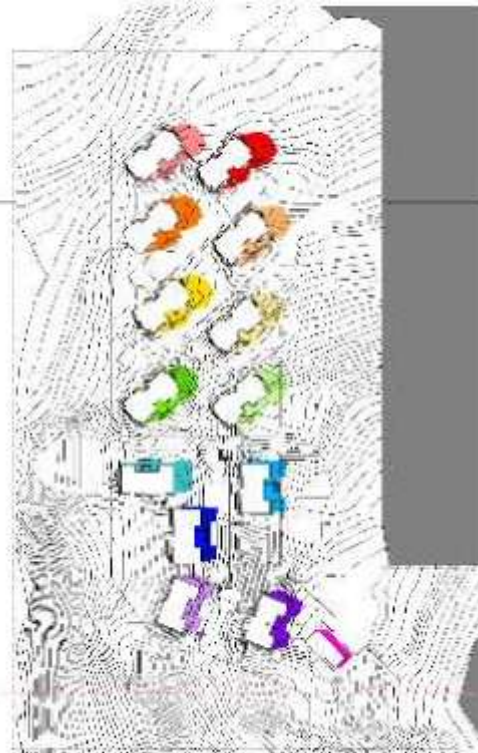
| SITE | 73630.50 m ² | 792551 ft ² | |
|------|-------------------------|------------------------|------|
| B1 | 82.65 m ² | 890 ft ² | 0.1% |
| B2 | 123.36 m ² | 1328 ft ² | 0.2% |
| B3 | 126.78 m ² | 1365 ft ² | 0.2% |
| B4 | 92.79 m ² | 999 ft ² | 0.1% |
| B5 | 105.44 m ² | 1135 ft ² | 0.1% |
| A1 | 143.26 m ² | 1542 ft ² | 0.2% |
| A2 | 147.57 m ² | 1588 ft ² | 0.2% |
| A3 | 146.21 m ² | 1574 ft ² | 0.2% |
| A4 | 134.57 m ² | 1448 ft ² | 0.2% |
| A5 | 141.72 m ² | 1525 ft ² | 0.2% |
| A6 | 150.64 m ² | 1621 ft ² | 0.2% |
| A7 | 144.13 m ² | 1551 ft ² | 0.2% |
| A8 | 151.96 m ² | 1636 ft ² | 0.2% |
| TC | 21.82 m ² | 235 ft ² | 0.0% |



Gölge oluşumlarının bütün A blokları ile B2, B5 bloklarında yoğunlaştığı; B1, B4 ile B5 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.6 21 Haziran Saat 12.00'a Ait Gölge Oluşumları

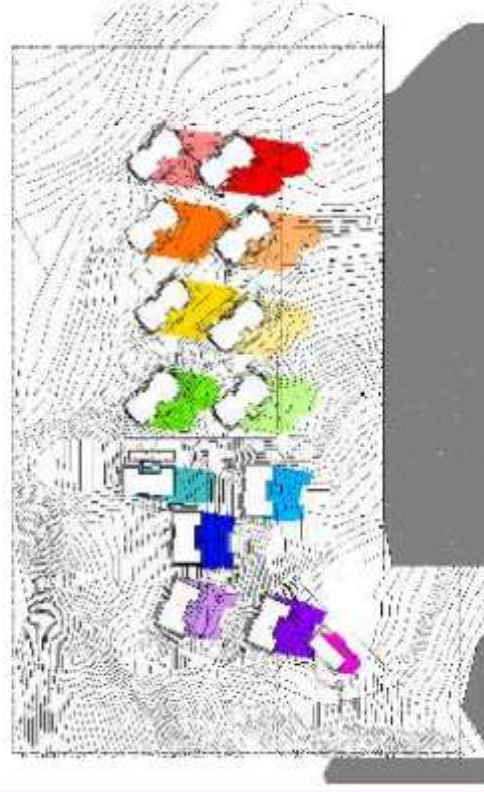
| SITE | 73630.50 m ² | 792551 ft ² | |
|------|-------------------------|------------------------|------|
| B1 | 216.35 m ² | 2329 ft ² | 0.3% |
| B2 | 241.18 m ² | 2596 ft ² | 0.3% |
| B3 | 248.55 m ² | 2675 ft ² | 0.3% |
| B4 | 225.92 m ² | 2432 ft ² | 0.3% |
| B5 | 226.61 m ² | 2439 ft ² | 0.3% |
| A1 | 319.37 m ² | 3438 ft ² | 0.4% |
| A2 | 308.48 m ² | 3320 ft ² | 0.4% |
| A3 | 326.90 m ² | 3519 ft ² | 0.4% |
| A4 | 304.59 m ² | 3279 ft ² | 0.4% |
| A5 | 321.22 m ² | 3458 ft ² | 0.4% |
| A6 | 296.36 m ² | 3190 ft ² | 0.4% |
| A7 | 266.91 m ² | 2873 ft ² | 0.4% |
| A8 | 303.42 m ² | 3258 ft ² | 0.4% |
| TC | 85.03 m ² | 915 ft ² | 0.1% |



Gölge oluşumlarının A bloklarının tümünde yoğunlaştığı; B bloklarının tümünde en düşük seviyede olduğu; TC ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.7 21 Haziran Saat 15.00'a Ait Gölge Oluşumları

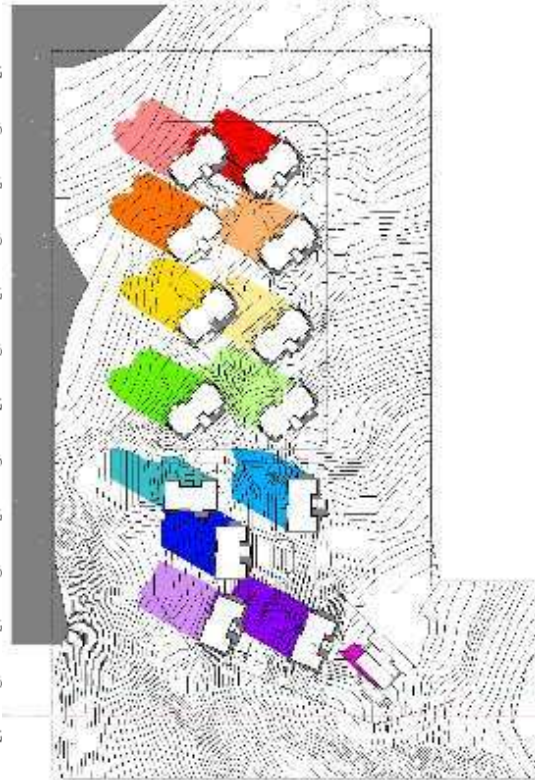
| SITE | 73630.50 m ² | 792551 ft ² | |
|------|-------------------------|------------------------|------|
| B1 | 464.31 m ² | 4998 ft ² | 0.6% |
| B2 | 516.84 m ² | 5563 ft ² | 0.7% |
| B3 | 509.67 m ² | 5486 ft ² | 0.7% |
| B4 | 432.88 m ² | 4659 ft ² | 0.6% |
| B5 | 415.13 m ² | 4468 ft ² | 0.6% |
| A1 | 803.03 m ² | 8644 ft ² | 1.1% |
| A2 | 572.99 m ² | 6168 ft ² | 0.8% |
| A3 | 780.95 m ² | 8406 ft ² | 1.1% |
| A4 | 756.88 m ² | 8147 ft ² | 1.0% |
| A5 | 685.87 m ² | 7383 ft ² | 0.9% |
| A6 | 702.69 m ² | 7564 ft ² | 1.0% |
| A7 | 590.50 m ² | 6356 ft ² | 0.8% |
| A8 | 745.70 m ² | 8027 ft ² | 1.0% |
| TC | 155.81 m ² | 1677 ft ² | 0.2% |



Gölge oluşumlarının A1 ile A3 bloklarında yoğunlaştığı; B1, B4 ile B5 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.8 21 Haziran Saat 17.00'a Ait Gölge Oluşumları

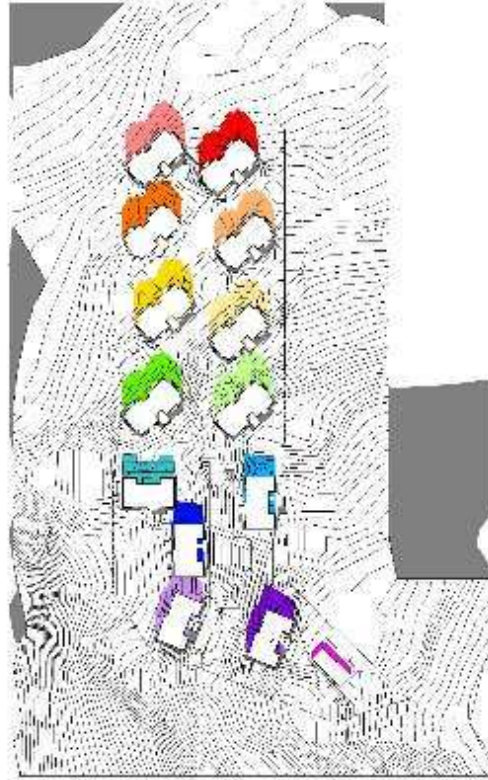
| SITE | 73630.50 m ² | 792551 ft ² | |
|------|-------------------------|------------------------|------|
| B1 | 859.57 m ² | 9252 ft ² | 1.2% |
| B2 | 890.26 m ² | 9583 ft ² | 1.2% |
| B3 | 898.90 m ² | 9676 ft ² | 1.2% |
| B4 | 692.82 m ² | 7457 ft ² | 0.9% |
| B5 | 711.18 m ² | 7655 ft ² | 1.0% |
| A1 | 687.35 m ² | 7399 ft ² | 0.9% |
| A2 | 926.28 m ² | 9970 ft ² | 1.3% |
| A3 | 988.03 m ² | 10635 ft ² | 1.3% |
| A4 | 764.98 m ² | 8234 ft ² | 1.0% |
| A5 | 932.00 m ² | 10032 ft ² | 1.3% |
| A6 | 679.70 m ² | 7316 ft ² | 0.9% |
| A7 | 991.30 m ² | 10670 ft ² | 1.3% |
| A8 | 1006.41 m ² | 10833 ft ² | 1.4% |
| TC | 95.67 m ² | 1030 ft ² | 0.1% |



Gölge oluşumlarının A8 bloğunda yoğunlaştığı; A1, A6 ile B4 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

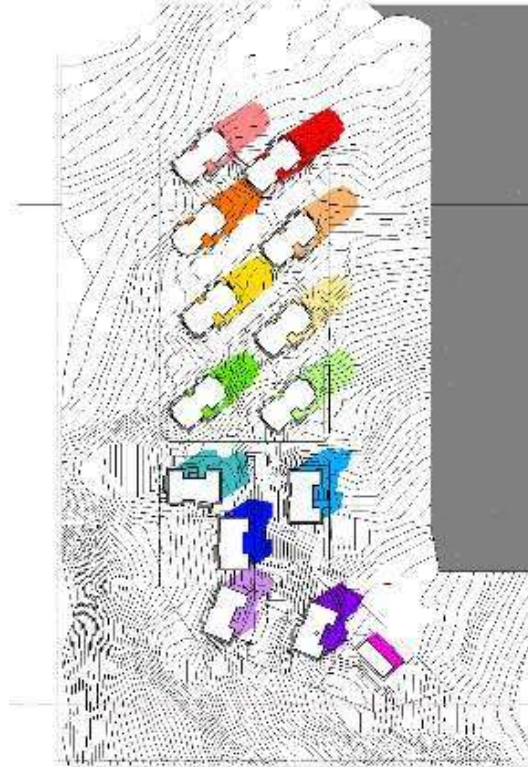
Şekil 3.9 23 Eylül Saat 9.00'a Ait Gölge Oluşumları

| SITE | 73630.50 m ² | 792551 ft ² | |
|------|-------------------------|------------------------|------|
| B1 | 198.69 m ² | 2139 ft ² | 0.3% |
| B2 | 301.11 m ² | 3241 ft ² | 0.4% |
| B3 | 277.75 m ² | 2990 ft ² | 0.4% |
| B4 | 204.38 m ² | 2200 ft ² | 0.3% |
| B5 | 282.53 m ² | 3041 ft ² | 0.4% |
| A1 | 420.28 m ² | 4524 ft ² | 0.6% |
| A2 | 429.47 m ² | 4623 ft ² | 0.6% |
| A3 | 407.41 m ² | 4385 ft ² | 0.6% |
| A4 | 378.76 m ² | 4077 ft ² | 0.5% |
| A5 | 403.56 m ² | 4344 ft ² | 0.5% |
| A6 | 418.99 m ² | 4510 ft ² | 0.6% |
| A7 | 413.43 m ² | 4450 ft ² | 0.6% |
| A8 | 450.78 m ² | 4852 ft ² | 0.6% |
| TC | 76.18 m ² | 820 ft ² | 0.1% |



Gölge oluşumlarının A1, A2, A3, A6, A7, A8 bloklarında yoğunlaştığı; B1 ile B4 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.10 23 Eylül Saat 12.00'a Ait Gölge Oluşumları

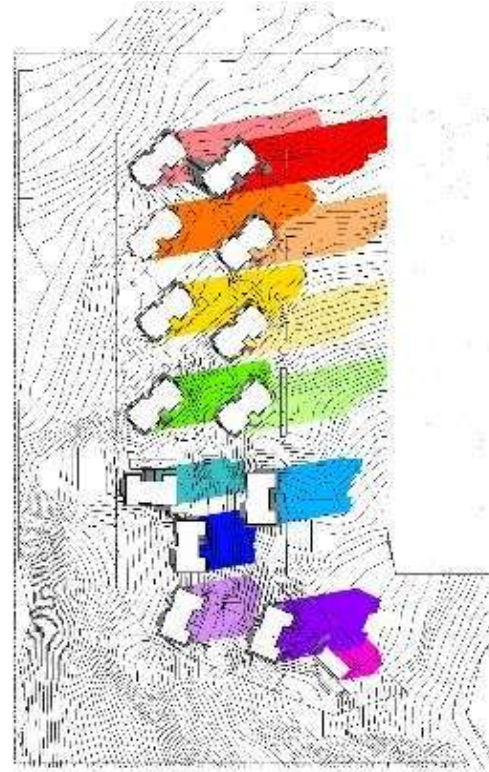


Gölge oluşumlarının A1, A2 ile A8 bloklarında yoğunlaştığı; A7, B2 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

| SITE | 73630.50 m ² | 792551 ft ² | |
|------|-------------------------|------------------------|------|
| B1 | 460.45 m ² | 4956 ft ² | 0.6% |
| B2 | 400.14 m ² | 4307 ft ² | 0.5% |
| B3 | 418.09 m ² | 4500 ft ² | 0.6% |
| B4 | 414.33 m ² | 4460 ft ² | 0.6% |
| B5 | 473.26 m ² | 5094 ft ² | 0.6% |
| A1 | 508.14 m ² | 5470 ft ² | 0.7% |
| A2 | 481.81 m ² | 5186 ft ² | 0.7% |
| A3 | 437.02 m ² | 4704 ft ² | 0.6% |
| A4 | 478.47 m ² | 5150 ft ² | 0.6% |
| A5 | 457.95 m ² | 4929 ft ² | 0.6% |
| A6 | 455.82 m ² | 4906 ft ² | 0.6% |
| A7 | 399.61 m ² | 4301 ft ² | 0.5% |
| A8 | 479.66 m ² | 5163 ft ² | 0.7% |
| TC | 132.04 m ² | 1421 ft ² | 0.2% |

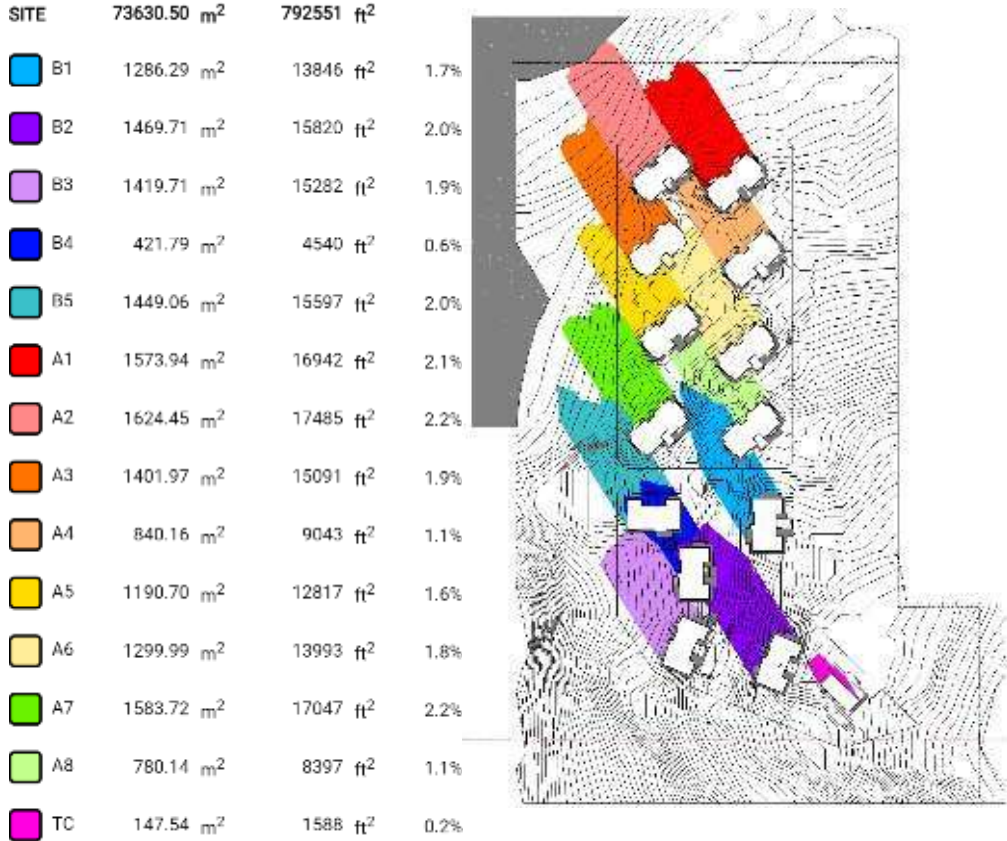
Şekil 3.11 23 Eylül Saat 15.00'a Ait Gölge Oluşumları

| SITE | 73630.50 m ² | 792551 ft ² | |
|------|-------------------------|------------------------|------|
| B1 | 1047.19 m ² | 11272 ft ² | 1.4% |
| B2 | 1215.98 m ² | 13089 ft ² | 1.7% |
| B3 | 922.67 m ² | 9932 ft ² | 1.3% |
| B4 | 648.01 m ² | 6975 ft ² | 0.9% |
| B5 | 665.58 m ² | 7164 ft ² | 0.9% |
| A1 | 1646.12 m ² | 17719 ft ² | 2.2% |
| A2 | 951.16 m ² | 10238 ft ² | 1.3% |
| A3 | 1419.88 m ² | 15283 ft ² | 1.9% |
| A4 | 1397.62 m ² | 15044 ft ² | 1.9% |
| A5 | 1285.68 m ² | 13839 ft ² | 1.7% |
| A6 | 1410.50 m ² | 15182 ft ² | 1.9% |
| A7 | 916.30 m ² | 9863 ft ² | 1.2% |
| A8 | 1403.89 m ² | 15111 ft ² | 1.9% |
| TC | 271.56 m ² | 2923 ft ² | 0.4% |



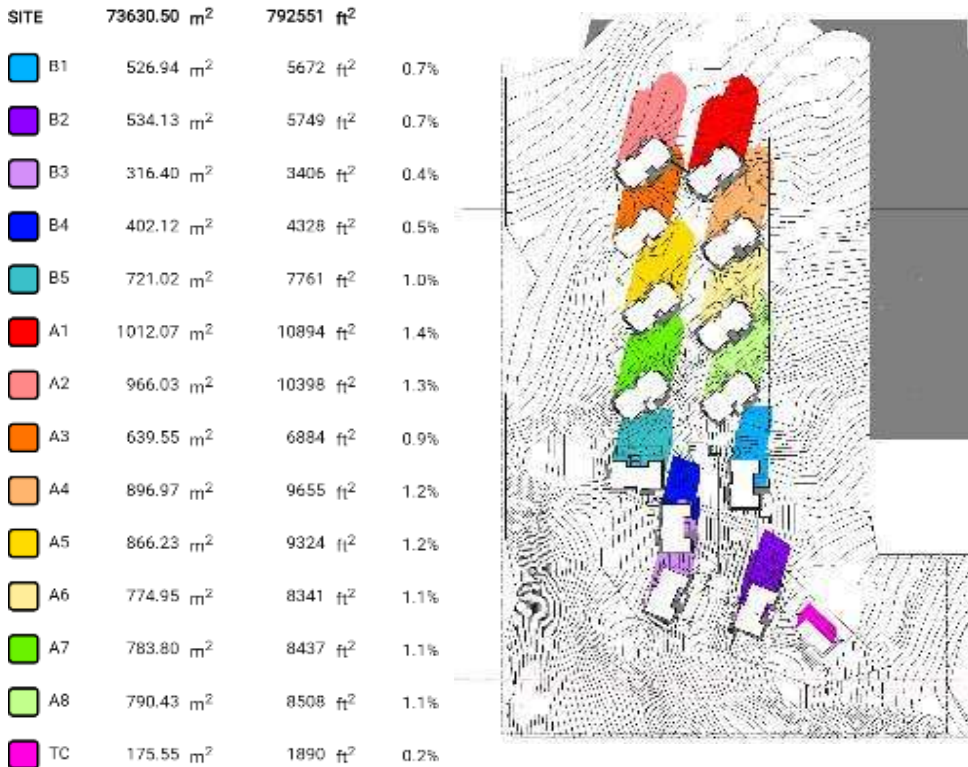
Gölge oluşumlarının A1 bloğunda yoğunlaştığı; B4 ile B5 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.12 23 Eylül Saat 17.00'a Ait Gölge Oluşumları



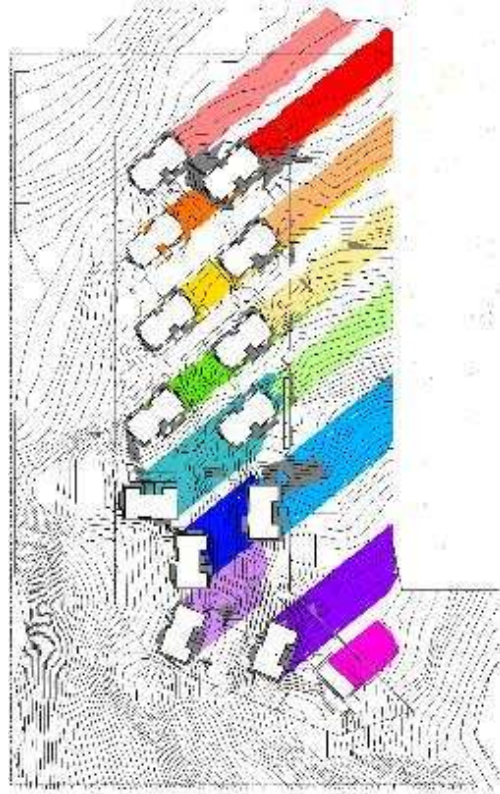
Gölge oluşumlarının A2 bloğunda yoğunlaştığı; B4 bloğunda en düşük seviyede olduğu; TC ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.13 21 Aralık Saat 9.00'a Ait Gölge Oluşumları

















Gölge oluşumlarının A1 bloğunda yoğunlaştığı; B3 bloğunda en düşük seviyede olduğu; TC ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

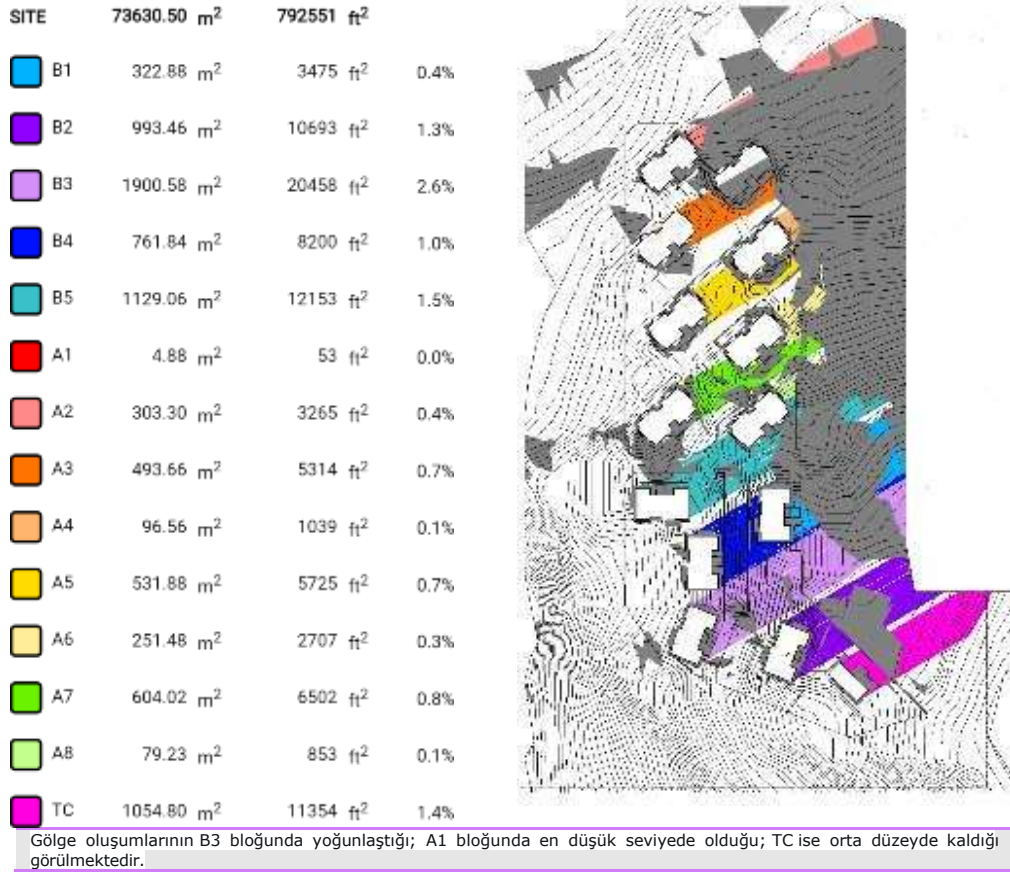
Şekil 3.14 21 Aralık Saat 12.00'a Ait Gölge Oluşumları



Gölge oluşumlarının B1 bloğunda yoğunlaştığı; A3 bloğunda en düşük seviyede olduğu; TC ise orta düzeyde kaldığı görülmektedir.

| SITE | 73630.50 m ² | 792551 ft ² | | |
|--|-------------------------|------------------------|------|--|
|  B1 | 1736.11 m ² | 18687 ft ² | 2.4% | |
|  B2 | 1600.78 m ² | 17231 ft ² | 2.2% | |
|  B3 | 962.82 m ² | 10364 ft ² | 1.3% | |
|  B4 | 703.05 m ² | 7568 ft ² | 1.0% | |
|  B5 | 1315.91 m ² | 14164 ft ² | 1.8% | |
|  A1 | 1288.85 m ² | 13873 ft ² | 1.8% | |
|  A2 | 1288.26 m ² | 13867 ft ² | 1.7% | |
|  A3 | 470.30 m ² | 5062 ft ² | 0.6% | |
|  A4 | 1244.82 m ² | 13399 ft ² | 1.7% | |
|  A5 | 546.30 m ² | 5880 ft ² | 0.7% | |
|  A6 | 1265.25 m ² | 13619 ft ² | 1.7% | |
|  A7 | 503.78 m ² | 5423 ft ² | 0.7% | |
|  A8 | 1161.64 m ² | 12504 ft ² | 1.6% | |
|  TC | 592.45 m ² | 6377 ft ² | 0.8% | |

Şekil 2.15 21 Aralık Saat 15.00'a Ait Gölge Oluşumları



Şekil 2.16 21 Aralık Saat 17.00'a Ait Gölge Oluşumları

3.3. Güneş Analizi

Güneş analizi, binanın enerji performansını ve pasif tasarım stratejilerini optimize etmek için yapılan kritik bir çalışmadır.

Konunun daha iyi anlaşılması için bloklara ait sayısal veriler yorumlandığında; Revid Simülasyon Programı kapsamında, bina dış kabuğu (çatı ile 4 cephe) yüzey alanına gelen yıllık kümülatif enerji değerini hesaplamak için Update düğmesine basılır. Bu sayede, kWh cinsinden enerji değeri ile m² başına düşen ortalama enerji miktarı belirlenir. Kullanılan bu ölçüte ek Custom solar grafiği ile analizin başlatıldığı ve sonlandırıldığı tarih ve saate ait bilgilere yer verilir.

Cumulative Insolation sonucu 78.038 km olup, güneş ışınlarının katettiği toplam mesafeyi ifade etmektedir.

Study Settings sonucu 171.494 m² olup, analiz edilen yüzey alanını ifade etmektedir. Renk Gradyanı:

Koyu renkler (örneğin mavi): Düşük enerji alan bölgeler (0-3 kWh/m²). Açık/sıcak renkler (sarı/kırmızı): Yüksek enerji alan bölgeler (5 kWh/m² ve üzeri).

Farklı lokasyonlara ait yıllık güneş enerjisi potansiyelleri bu şekilde açıklanmaktadır. Örnek: Seviye 5 (>1.200 kWh/m²): Türkiye'de Antalya veya Afrika'da Sahra Çölü gibi bölgeler olmaktadır.

Seviye 1 (<800 kWh/m²): Kuzey Avrupa'da bulutlu şehirler (Londra vb.) olmaktadır. Mevcut vaziyet planı içerisinde bulunan A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, B1, B2, B3, B4, B5 blokları ile ticaret yapısının 21 Mart, 21 Haziran, 23 Eylül Ve 21 Aralık tarihlerine ait güneş analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir. Örnek olarak; A1 bloğuna 21 Mart tarihinde düşen

enerji miktarı metrekare başına 0,48 kWh/m² olmaktadır. 21 Mart ve 21 Haziran tarihlerinde bina dış kabuğunda yüksek enerji alan bölgeler açık renkler ile 23 Eylül ve 21 Aralık tarihlerinde bina dış kabuğunda düşük enerji alan bölgeler koyu renkler ile ifade edilmiştir.

Blokların verimlilik sıralaması; Mevsimlere göre sıralama;

21 Mart: TC>A7>A8>B4>A1=A3=A4=A5=A6=B3>A2>B5>B1=B2

21 Haziran: TC>A7>A1=A2=A3=A4=A5=A6=A8>B3=B4>B2>B1>B5















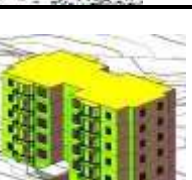





23 Eylül: TC>A7>A8=B4>A3>A1=A4=A5=A6=B3>A2>B5>B1=B2


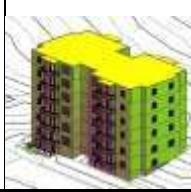




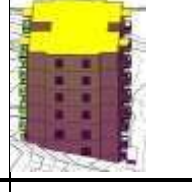
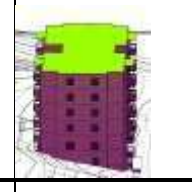




21 Aralık: TC>A7=A8=B4>A1=A3=B3>A4>A5>A2=A6>B1=B2>B5

Genel ortalama performansa göre sıralama;



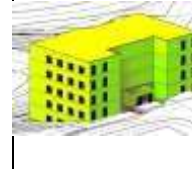
















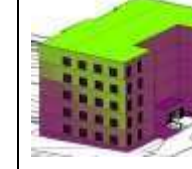

TC>A7>A8>B4>A1>A3>A4>A5>A6>B3>A2>B2>B1>B5

Yapılan analiz, bina bloklarının yıllık güneş enerjisi potansiyelini ve mevsimsel değişkenleri ortaya koymaktadır. Ticaret Yapısı (TC), tüm mevsimlerde en yüksek güneş enerjisi alımı ile öne çıkarken, B5 bloğu genel olarak en düşük performansı göstermektedir. A7, A8 ve B4 blokları da yüksek performanslı gruplarda yer almaktadır. Mevsimsel sıralamalardaki değişimler, güneşin açısı ve yüksekliğinin bina cepheleri ve çatıları üzerindeki etkisini açıkça yansıtmaktadır. Bu veriler, binaların yönlendirilmesi, cephe tasarımı, güneş kırıcı sistemler ve potansiyel güneş enerjisi sistemlerinin yerleşimi için doğrudan yol gösterici olmaktadır. (Şekil 3.17, Şekil 3.18).

| BLOK (kWh/m ²) | | 21 MART | 21 HAZİRAN | 23 EYLÜL | 21 ARALIK |
|----------------------------|------|---|---|--|---|
| A1 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,48 | | | | |
| 21 Haziran | 0,58 | | | | |
| 23 Eylül | 0,46 | | | | |
| 21 Aralık | 0,23 | | | | |
| A2 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,47 | | | | |
| 21 Haziran | 0,58 | | | | |
| 23 Eylül | 0,45 | | | | |
| 21 Aralık | 0,21 | | | | |
| A3 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,48 | | | | |
| 21 Haziran | 0,58 | | | | |
| 23 Eylül | 0,47 | | | | |
| 21 Aralık | 0,23 | | | | |
| A4 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,48 | | | | |
| 21 Haziran | 0,58 | | | | |
| 23 Eylül | 0,46 | | | | |
| 21 Aralık | 0,22 | | | | |
| A5 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,48 | | | | |
| 21 Haziran | 0,58 | | | | |
| 23 Eylül | 0,46 | | | | |
| 21 Aralık | 0,22 | | | | |

| | | | | | |
|------------|------|---|---|--|---|
| A6 | Veri | | | | |
| 21 Mart | 0,48 |  |  |  |  |
| 21 Haziran | 0,58 | | | | |
| 23 Eylül | 0,46 | | | | |
| 21 Aralık | 0,21 | | | | |
| A7 | Veri | | | | |
| 21 Mart | 0,50 |  |  |  |  |
| 21 Haziran | 0,60 | | | | |
| 23 Eylül | 0,48 | | | | |
| 21 Aralık | 0,24 | | | | |
| A8 | Veri | | | | |
| 21 Mart | 0,49 |  |  |  |  |
| 21 Haziran | 0,58 | | | | |
| 23 Eylül | 0,47 | | | | |
| 21 Aralık | 0,24 | | | | |

Şekil 3.17 Mevcut vaziyette A plan tipine sahip blokların güneş analiz verileri

| BLOK (kWh/m ²) | | 21 MART | 21 HAZİRAN | 23 EYLÜL | 21 ARALIK |
|----------------------------|------|---|---|--|---|
| B1 | Veri | | | | |
| 21 Mart | 0,40 |  |  |  |  |
| 21 Haziran | 0,49 | | | | |
| 23 Eylül | 0,39 | | | | |
| 21 Aralık | 0,18 | | | | |
| B2 | Veri | | | | |
| 21 Mart | 0,40 |  |  |  |  |
| 21 Haziran | 0,50 | | | | |
| 23 Eylül | 0,39 | | | | |
| 21 Aralık | 0,18 | | | | |
| B3 | Veri | | | | |
| 21 Mart | 0,48 |  |  |  |  |
| 21 Haziran | 0,57 | | | | |
| 23 Eylül | 0,46 | | | | |
| 21 Aralık | 0,23 | | | | |
| B4 | Veri | | | | |
| 21 Mart | 0,49 |  |  |  |  |
| 21 Haziran | 0,57 | | | | |
| 23 Eylül | 0,47 | | | | |
| 21 Aralık | 0,24 | | | | |
| B5 | Veri | | | | |
| 21 Mart | 0,41 |  |  |  |  |
| 21 Haziran | 0,45 | | | | |
| 23 Eylül | 0,40 | | | | |
| 21 Aralık | 0,17 | | | | |
| TC | Veri | | | | |
| 21 Mart | 1,00 |  | | | |
| 21 Haziran | 1,18 | | | | |

| | | | | | |
|-----------|------|---|---|--|--|
| 23 Eylül | 0,97 |  |  |  | |
| 21 Aralık | 0,44 | | | | |

Şekil 3.18 Mevcut vaziyette B plan tipine sahip bloklar ile TC'nin güneş analiz verileri

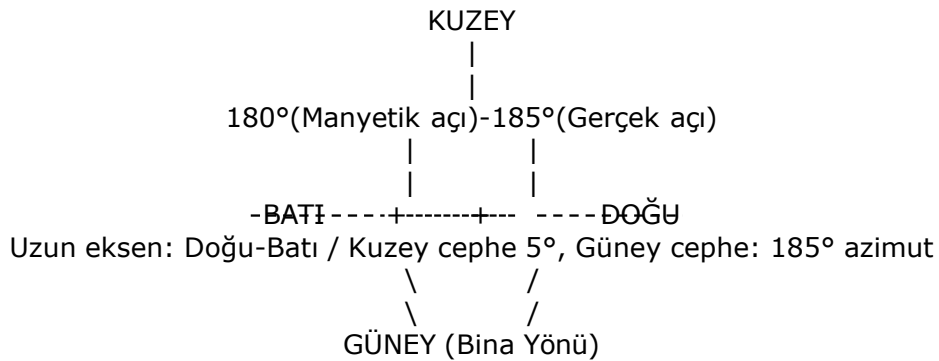
3.4. Örnek Tasarım Modeli Simülasyonu

Güneş ışığından maksimum oranda yararlanmak için bina konumu ve mevsimler önemli olduğu kadar bina yönleri de önemli olmaktadır. Yaz aylarında güneş yeryüzüne uzak mesafedeyken, kış aylarında daha yakın mesafede olmaktadır. Siirt'te kış güneş yüksekliği 28°, yaz güneş yüksekliği 75° olmaktadır. Bu durumun doğal sonucu olarak, daha sığ bir açığa yaz aylarında, daha dik bir açığa ise kış aylarında ihtiyaç duyulmaktadır.

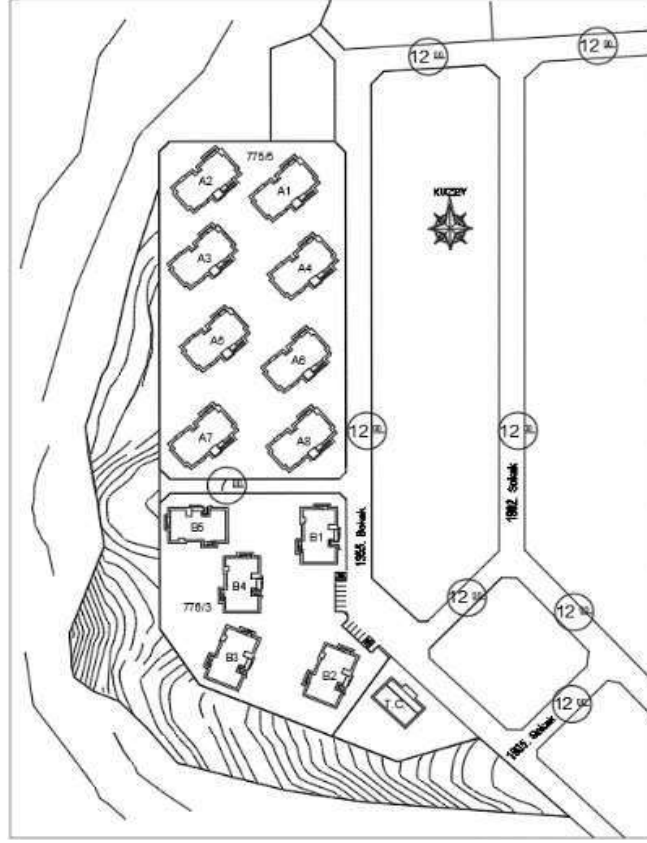
Siirt ili yılda ortalama 2.828 saat güneş ışığı ile 1.800-2.000 kWh/m² güneş enerjisi almaktadır. Siirt ili için bulunduğu enleme en yakın güneş açısı dereceleri verimli olmaktadır. Kış aylarında açı derecelerini arttırmak gerekebileceği gibi yaz aylarında açı derecelerini azaltmak gerekmektedir. İlkbahar ve Sonbahar aylarında ise enleme eşit (37°) açı dereceleri verimi arttıracaktır.

Çalışma alanı içerisinde yer alan blokların plan geometrisi dikdörtgen şeklinde olmaktadır. Blokların güneş enerjisinden maksimum oranda yararlanması amacıyla uygun yerleşim parametreleri belirlendikten sonra dikdörtgen şekilli blokların uzun kenarının doğu-batı (90°-270°/±10°) yönünde olması gerekmektedir. Blokların güney cephesinin minimum oranda gölge alması için diğer bloklar ile olan mesafe olabildiğince arttırılmalıdır.

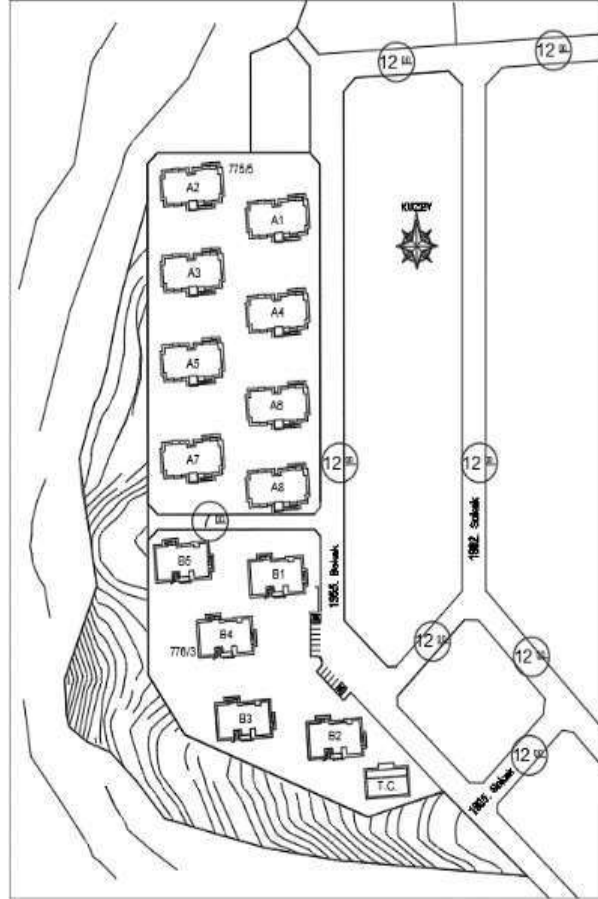
Yukarıda bahsedilen dikdörtgen binalar için dikkate alınması gereken yerleşim açıları aracılığıyla Siirt ili yıllık enerji ihtiyacının %45-60'ının elde edilmesinde avantaj oluşturacaktır. Siirt ili için uygun yerleşime sahip olmayan binalardaki 15° sapma %7, 30° sapma %18 ve 45° sapma %35'lik enerji kaybına yol açmaktadır. Revid simülasyon programında yapılan açı analizleri sonucunda A ile B plan tipine sahip blokların bina yerleşimlerinde, uzun eksen Doğu-Batı ekseninde olup Kuzey yönüyle 5°, Güney yönüyle ise 185° azimut açısı yapması gerekmektedir. Simetrik bina formunun plan tiplerinde uygulanması sonucunda, en verimli cepheler için güneydoğu yönü ideal olmaktadır (Şekil 3.19-Şekil 3.23).



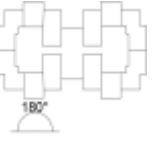
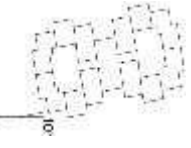




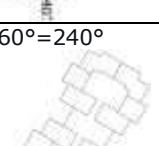
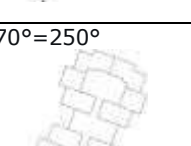
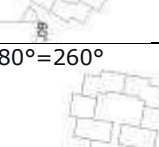
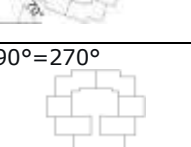
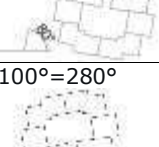
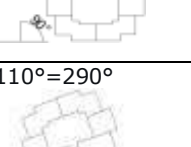
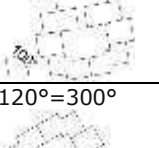
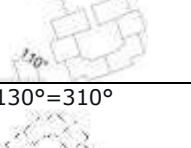
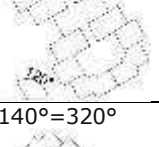
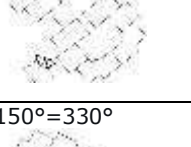
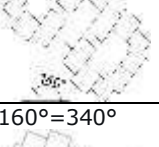
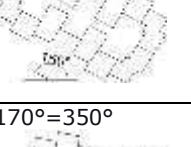
Şekil 3.19 Çalışma alanı ideal bina yerleşim yönü




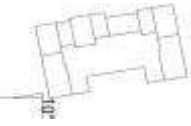


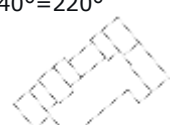

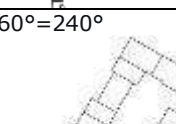

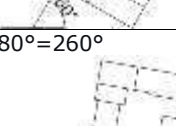
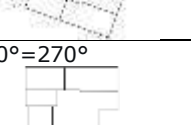
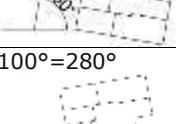
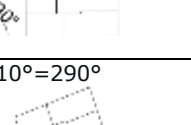
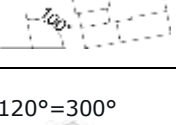
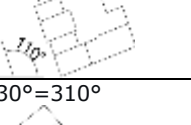




Şekil 3.20 Mevcut vaziyet planı



Şekil 3.21 Düzenlenmiş vaziyet planı

| A PLAN TİPİ AÇI DEĞERLERİ | TARİH | GÜNEŞ A. | GÜNEŞ A. | TARİH | A PLAN TİPİ AÇI DEĞERLERİ |
|--|------------|-----------|-----------|------------|--|
| $0^\circ=180^\circ=360^\circ$  | 21 Mart | 0,51 | 0,53 | 21 Mart | $10^\circ=190^\circ$  |
| | 21 Haziran | 0,61 | 0,62 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,49 | 0,49 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,24 | 0,23 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★★ ★★ | ★★★ ★★ | Performans | |
| $20^\circ=200^\circ$  | 21 Mart | 0,50 | 0,48 | 21 Mart | $30^\circ=210^\circ$  |
| | 21 Haziran | 0,59 | 0,57 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,47 | 0,45 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,22 | 0,20 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★★ ★ | ★★★ ★ | Performans | |
| $40^\circ=220^\circ$  | 21 Mart | 0,48 | 0,45 | 21 Mart | $50^\circ=230^\circ$  |
| | 21 Haziran | 0,58 | 0,55 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,46 | 0,43 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,23 | 0,21 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★★ ★★ | ★★★ ★ | Performans | |
| $60^\circ=240^\circ$  | 21 Mart | 0,42 | 0,39 | 21 Mart | $70^\circ=250^\circ$  |
| | 21 Haziran | 0,52 | 0,49 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,40 | 0,37 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,19 | 0,17 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★★ | ★★★ | Performans | |
| $80^\circ=260^\circ$  | 21 Mart | 0,36 | 0,33 | 21 Mart | $90^\circ=270^\circ$  |
| | 21 Haziran | 0,46 | 0,43 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,34 | 0,31 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,15 | 0,13 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★ | ★★ | Performans | |
| $100^\circ=280^\circ$  | 21 Mart | 0,30 | 0,27 | 21 Mart | $110^\circ=290^\circ$  |
| | 21 Haziran | 0,40 | 0,37 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,28 | 0,25 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,11 | 0,09 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★ | ★ | Performans | |
| $120^\circ=300^\circ$  | 21 Mart | 0,24 | 0,27 | 21 Mart | $130^\circ=310^\circ$  |
| | 21 Haziran | 0,34 | 0,37 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,22 | 0,25 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,07 | 0,09 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★ | ★ | Performans | |
| $140^\circ=320^\circ$  | 21 Mart | 0,30 | 0,33 | 21 Mart | $150^\circ=330^\circ$  |
| | 21 Haziran | 0,40 | 0,43 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,28 | 0,31 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,11 | 0,13 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★ | ★★ | Performans | |
| $160^\circ=340^\circ$  | 21 Mart | 0,39 | 0,45 | 21 Mart | $170^\circ=350^\circ$  |
| | 21 Haziran | 0,49 | 0,55 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,37 | 0,43 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,17 | 0,21 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★★ | ★★★ ★ | Performans | |

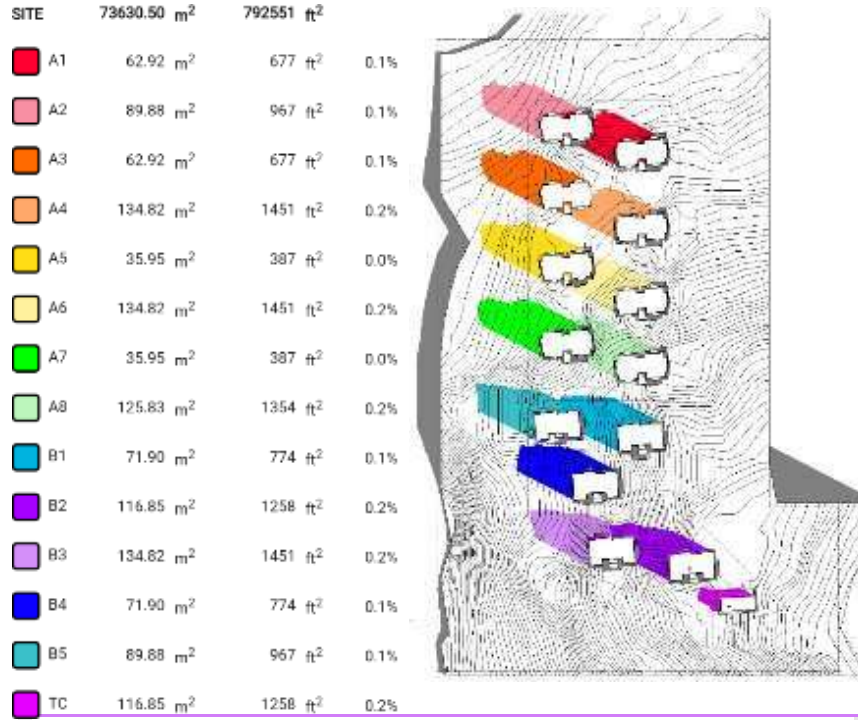
Şekil 3.22 A1 bloğun farklı açı verileri ile değerlendirilmesi

| B PLAN TİPİ AÇI DEĞERLERİ | TARİH | GÜNEŞ A. | GÜNEŞ A. | TARİH | B PLAN TİPİ AÇI DEĞERLERİ |
|---|------------|----------|------------|------------|--|
| 0°=180°=360°  | 21 Mart | 0,44 | 0,46 | 21 Mart | 10°=190°  |
| | 21 Haziran | 0,54 | 0,54 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,43 | 0,43 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,20 | 0,19 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★★ ★ | ★★★★ ★★ | Performans | |
| 20°=200°  | 21 Mart | 0,44 | 0,42 | 21 Mart | 30°=210°  |
| | 21 Haziran | 0,52 | 0,50 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,42 | 0,40 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,18 | 0,16 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★★ ★ | ★★★★ | Performans | |
| 40°=220°  | 21 Mart | 0,41 | 0,39 | 21 Mart | 50°=230°  |
| | 21 Haziran | 0,49 | 0,47 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,39 | 0,37 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,15 | 0,14 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★★ | ★★ | Performans | |
| 60°=240°  | 21 Mart | 0,37 | 0,35 | 21 Mart | 70°=250°  |
| | 21 Haziran | 0,45 | 0,43 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,35 | 0,33 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,12 | 0,11 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★ | ★★ | Performans | |
| 80°=260°  | 21 Mart | 0,33 | 0,40 | 21 Mart | 90°=270°  |
| | 21 Haziran | 0,41 | 0,49 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,31 | 0,39 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,10 | 0,18 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★ | ★★★★ | Performans | |
| 100°=280°  | 21 Mart | 0,35 | 0,30 | 21 Mart | 110°=290°  |
| | 21 Haziran | 0,43 | 0,38 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,33 | 0,28 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,11 | 0,09 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★ | ★ | Performans | |
| 120°=300°  | 21 Mart | 0,25 | 0,30 | 21 Mart | 130°=310°  |
| | 21 Haziran | 0,33 | 0,38 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,23 | 0,28 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,07 | 0,09 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★ | ★ | Performans | |
| 140°=320°  | 21 Mart | 0,35 | 0,38 | 21 Mart | 150°=330°  |
| | 21 Haziran | 0,43 | 0,46 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,33 | 0,36 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,11 | 0,13 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★ | ★★ | Performans | |
| 160°=340°  | 21 Mart | 0,40 | 0,42 | 21 Mart | 170°=350°  |
| | 21 Haziran | 0,48 | 0,50 | 21 Haziran | |
| | 23 Eylül | 0,38 | 0,40 | 23 Eylül | |
| | 21 Aralık | 0,15 | 0,16 | 21 Aralık | |
| | Performans | ★★★ | ★★★★ | Performans | |

Şekil 3.23 B1 bloğun farklı açı verileri ile değerlendirilmesi

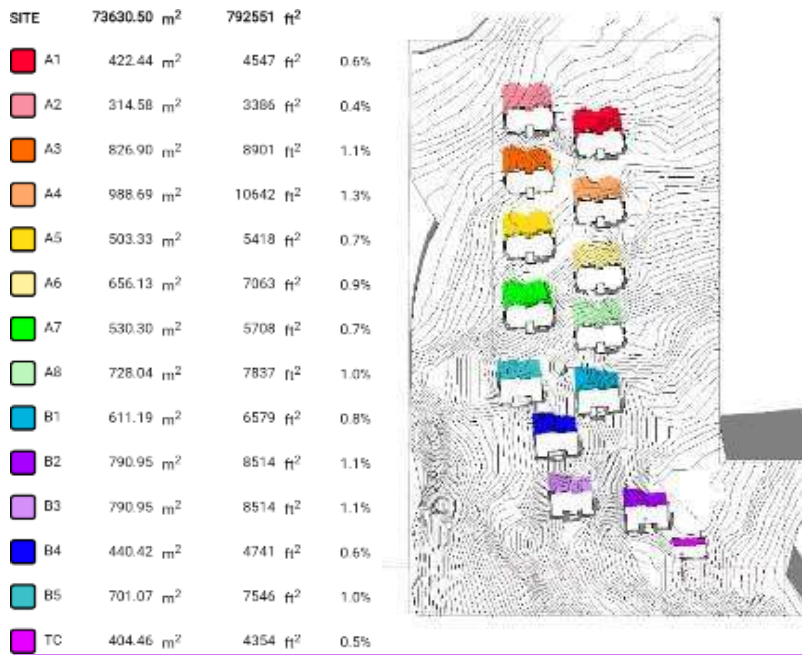
3.4.1. Gölge Analizi

Çalışma alanı içerisinde bulunan A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, B1, B2, B3, B4, B5 blokları ile ticaret yapısının düzenlenmiş vaziyet planına göre; 21 Mart, 21 Haziran, 23 Eylül Ve 21 Aralık tarihlerine ait gölge analizlerine aşağıda yer verilmiştir. Her blok ile ticaret yapısı renklerle kodlanmış olup, metrekare cinsinden gölge alan ölçüleriyle, listelenmiştir (Şekil 3.24-Şekil 3.39).



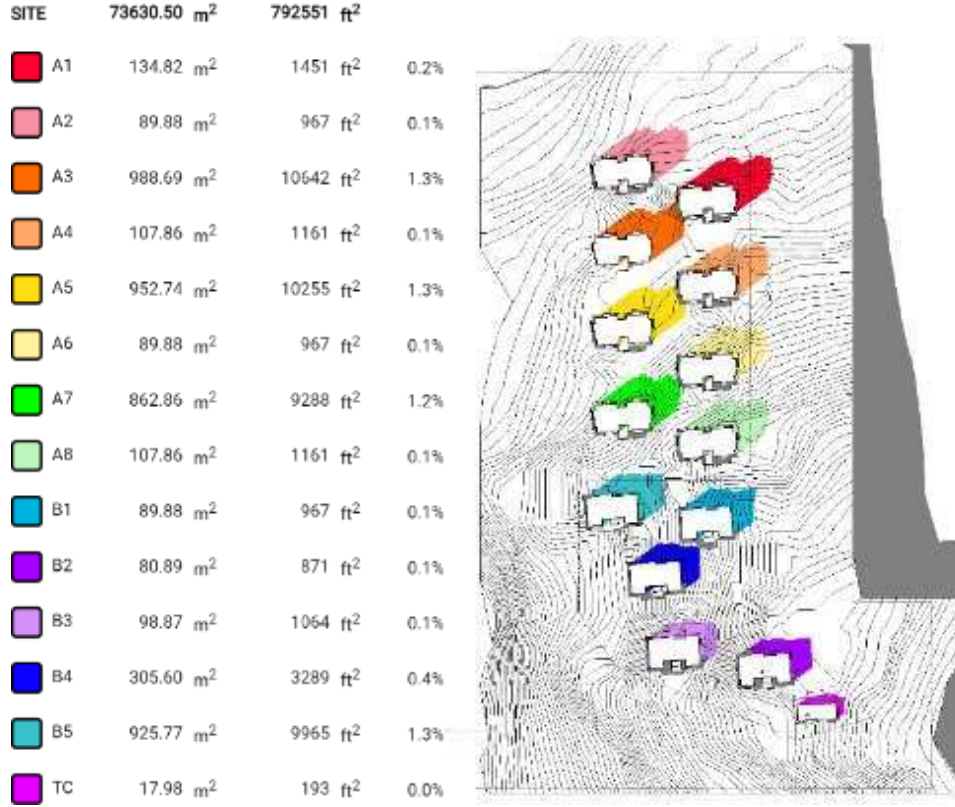
Gölge oluşumlarının A4, A6, A8, B2, B3 blokları ile TC'de yoğunlaştığı; A5, A7 bloklarında en düşük seviyede olduğu görülmektedir.

Şekil 3.24 21 Mart Saat 9.00'a Ait Gölge Oluşumları



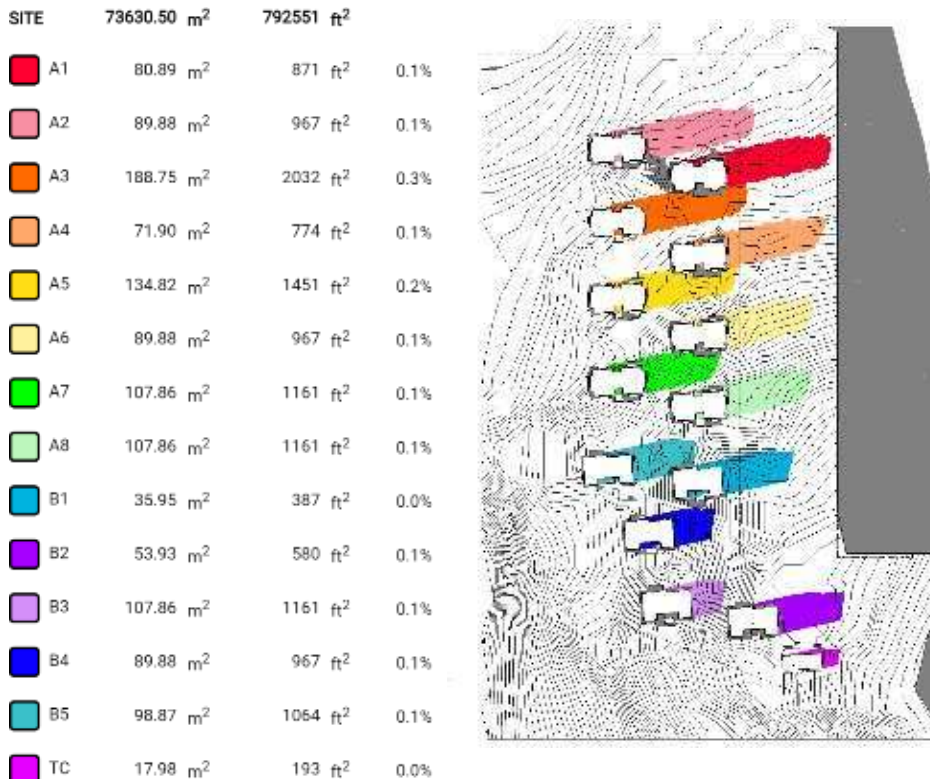
Gölge oluşumlarının B2 ile B3 bloklarında yoğunlaştığı; A2 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC'de ise orta düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.25 21 Mart Saat 12.00'a Ait Gölge Oluşumları



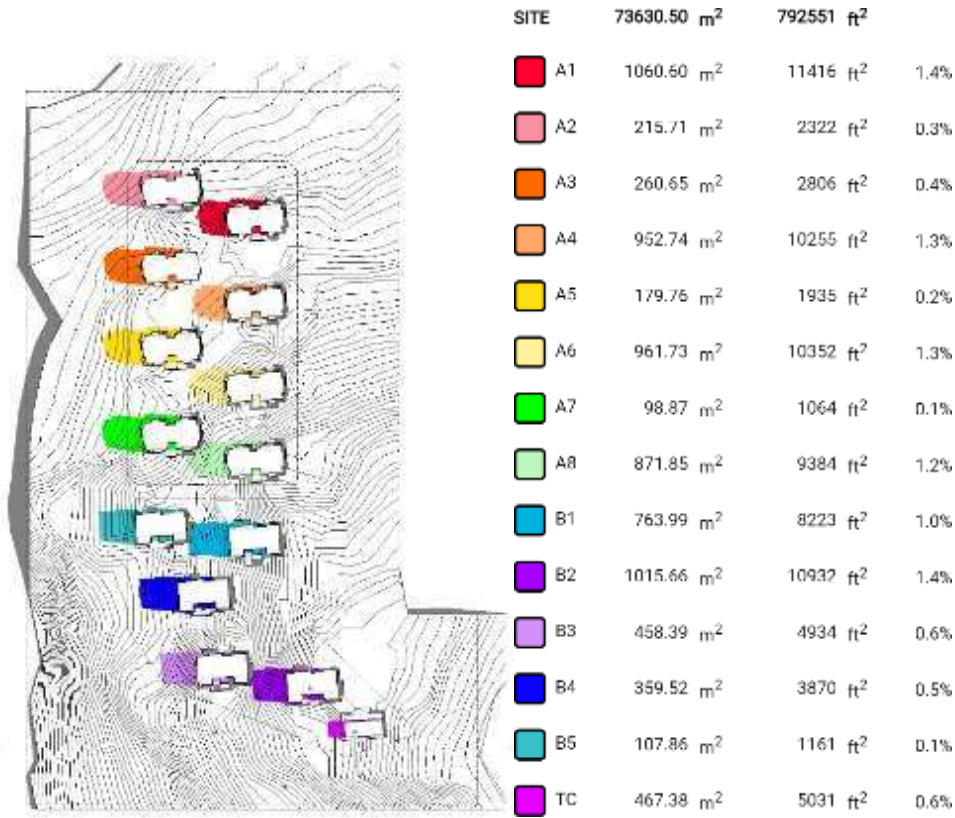
Gölge oluşumlarının A3, A5 ile B5 bloklarında yoğunlaştığı; A2, A4, A6, A8, B1, B2 ile B3 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC'de ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.26 21 Mart Saat 15.00'a Ait Gölge Oluşumları



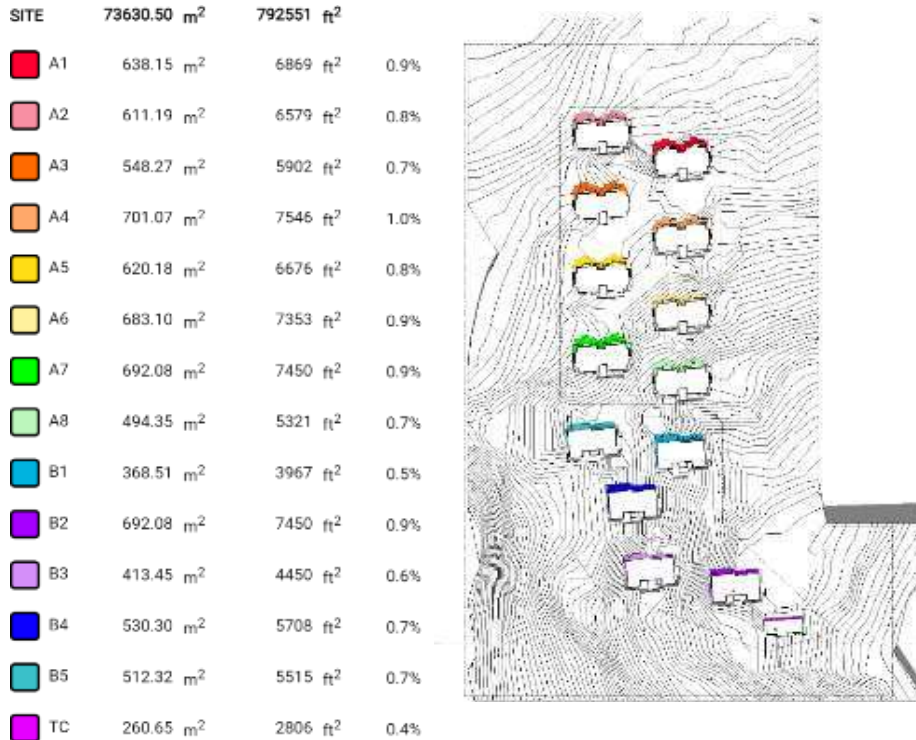
Gölge oluşumlarının A3 bloğunda yoğunlaştığı; B1 bloğunda en düşük seviyede olduğu; TC'de ise ihmal edilebilir

Şekil 3.27 21 Mart Saat 17.00'a Ait Gölge Oluşumları



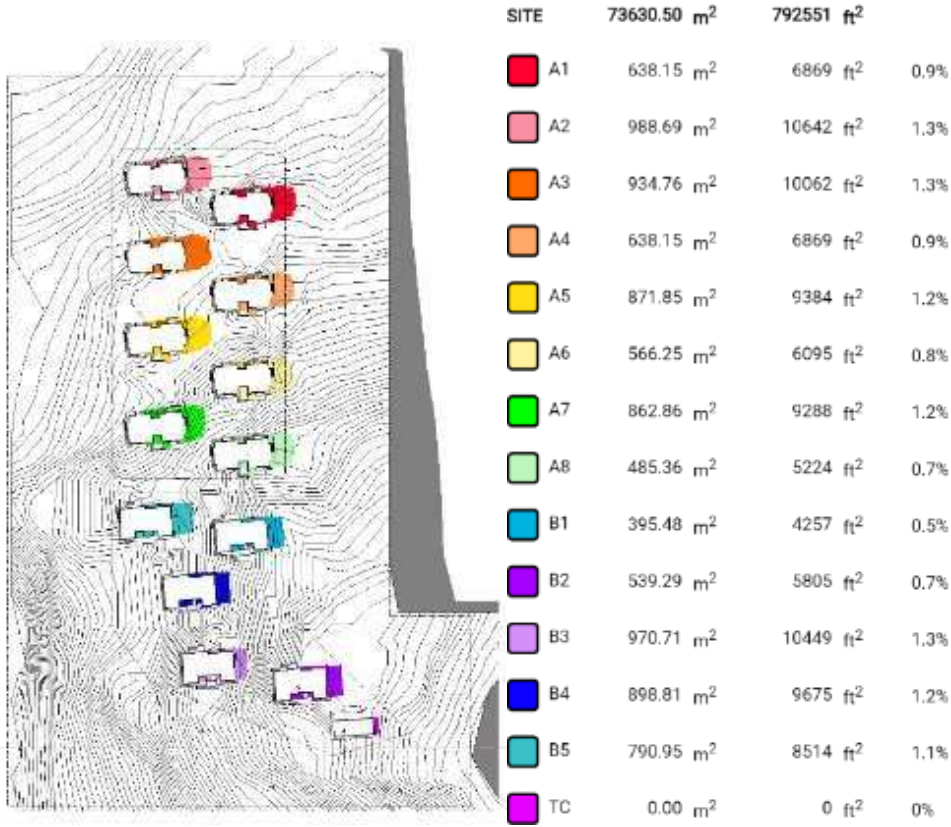
Gölge oluşumlarının A1 ile B2 bloklarında yoğunlaştığı; A7, B5 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC'de ise orta düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.28 21 Haziran Saat 9.00'a Ait Gölge Oluşumları



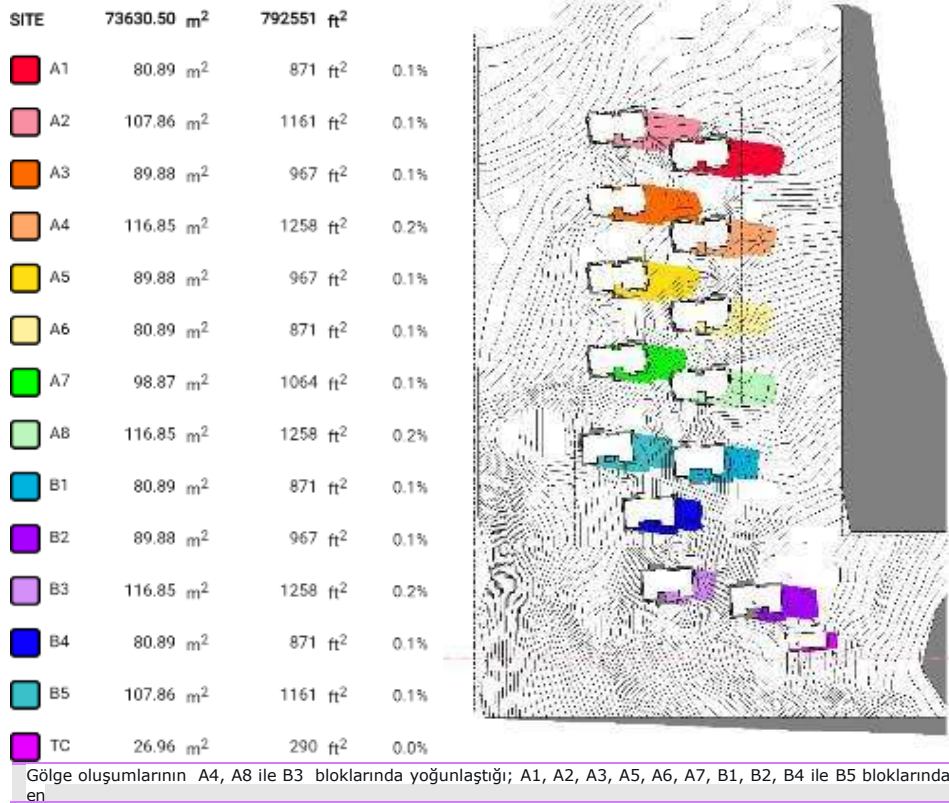
Gölge oluşumlarının A4 bloğunda yoğunlaştığı; B1 bloğunda en düşük seviyede olduğu; TC'de ise orta düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.29 21 Haziran Saat 12.00'a Ait Gölge Oluşumları

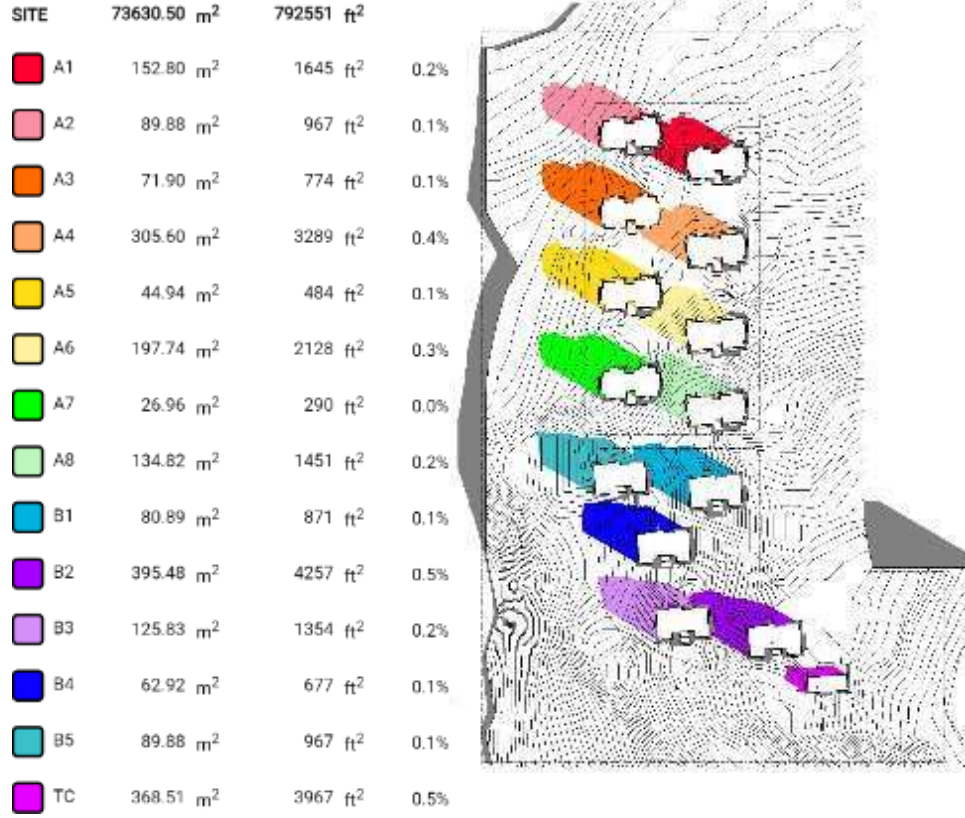


Gölge oluşumlarının A2, A3 ile B3 bloklarında yoğunlaştığı; B1 bloğunda en düşük seviyede olduğu; TC'de ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı görülmektedir.

Şekil 3.30 21 Haziran Saat 15.00'a Ait Gölge Oluşumları

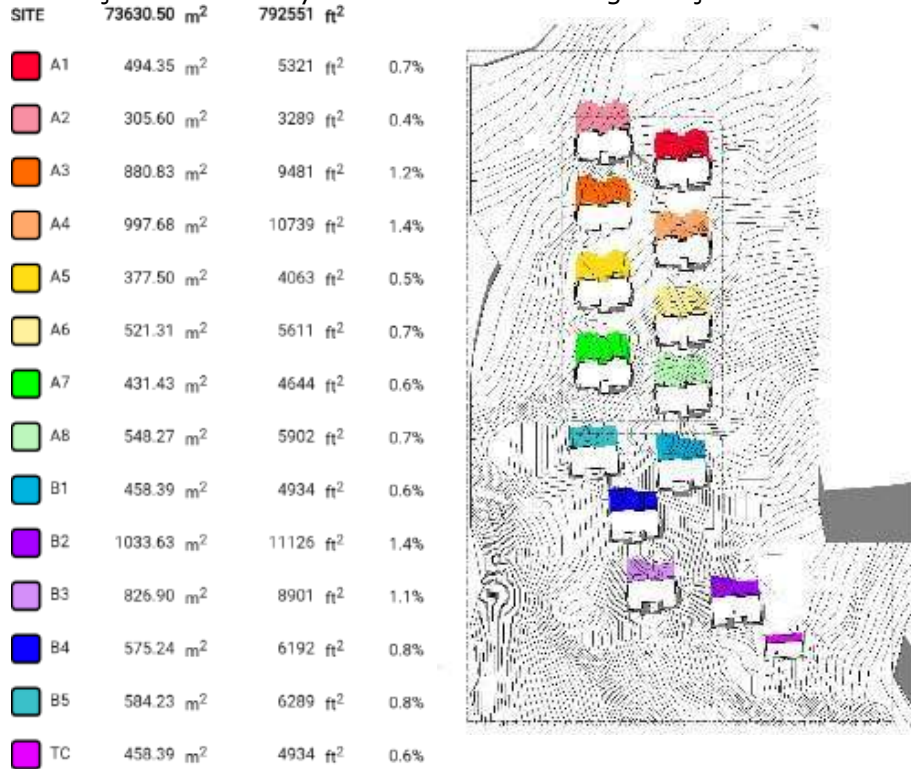


Şekil 3.31 21 Haziran Saat 17.00'a Ait Gölge Oluşumları



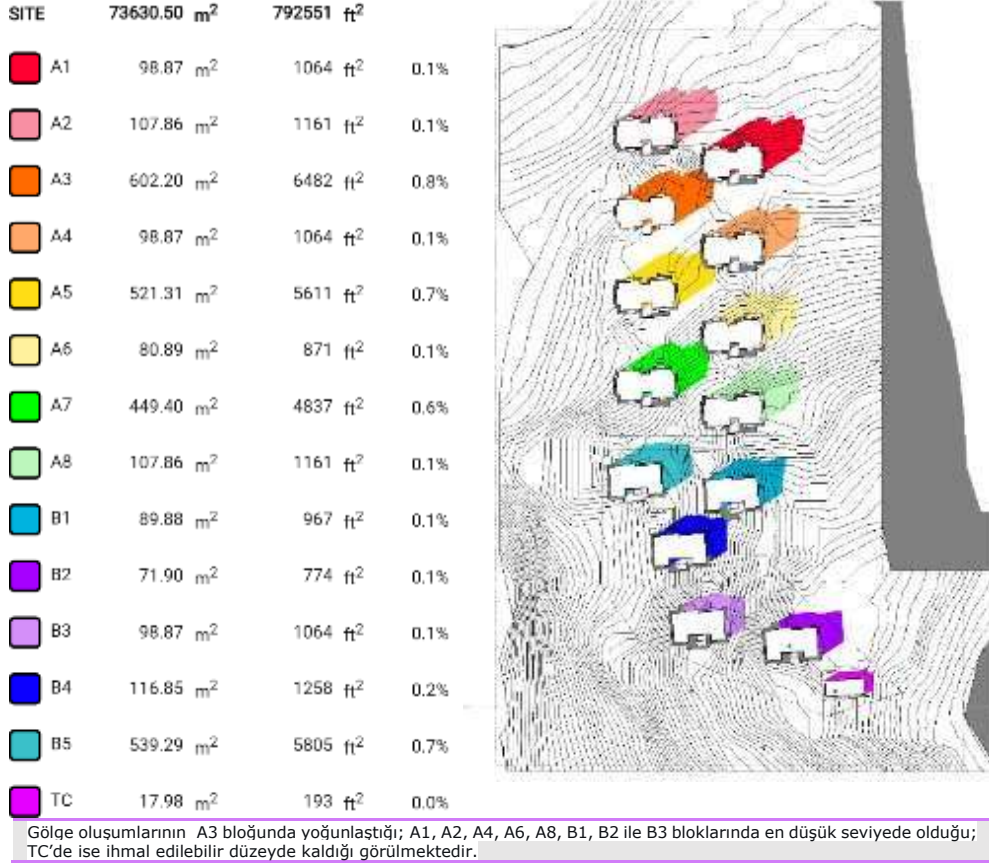
Gölge oluşumlarının B2 bloğu ile TC'de yoğunlaştığı; A2, A3, A5, B1, B4, B5 bloklarında en düşük seviyede olduğu görülmektedir.

Şekil 3.32 23 Eylül Saat 9.00'a Ait Gölge Oluşumları

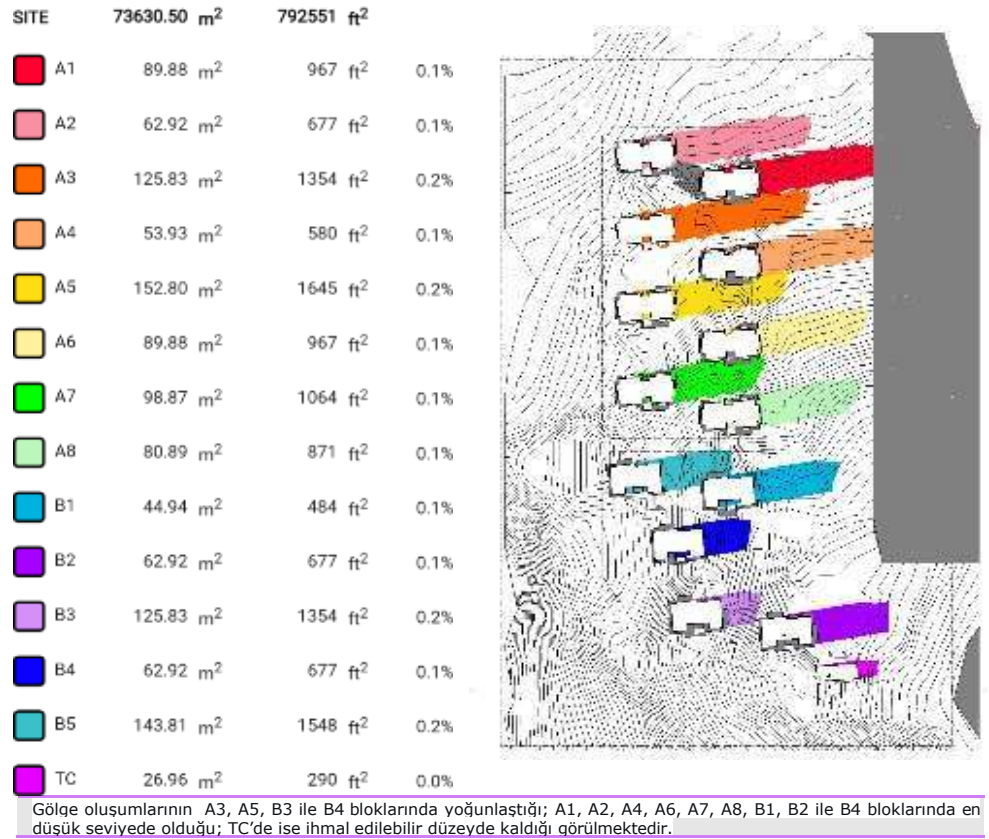


Gölge oluşumlarının A4 ile B2 bloklarında yoğunlaştığı; A2 bloğunda en düşük seviyede olduğu; TC'de ise orta düzeyde kaldığı görülmektedir.

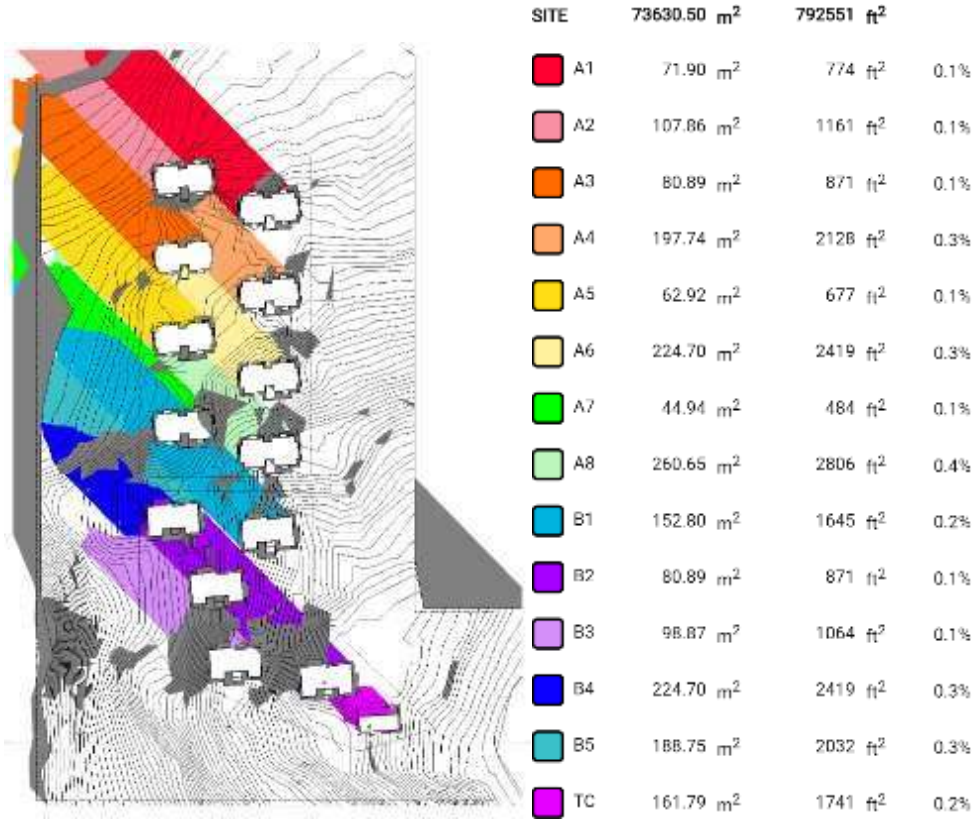
Şekil 3.33 23 Eylül Saat 12.00'a Ait Gölge Oluşumları



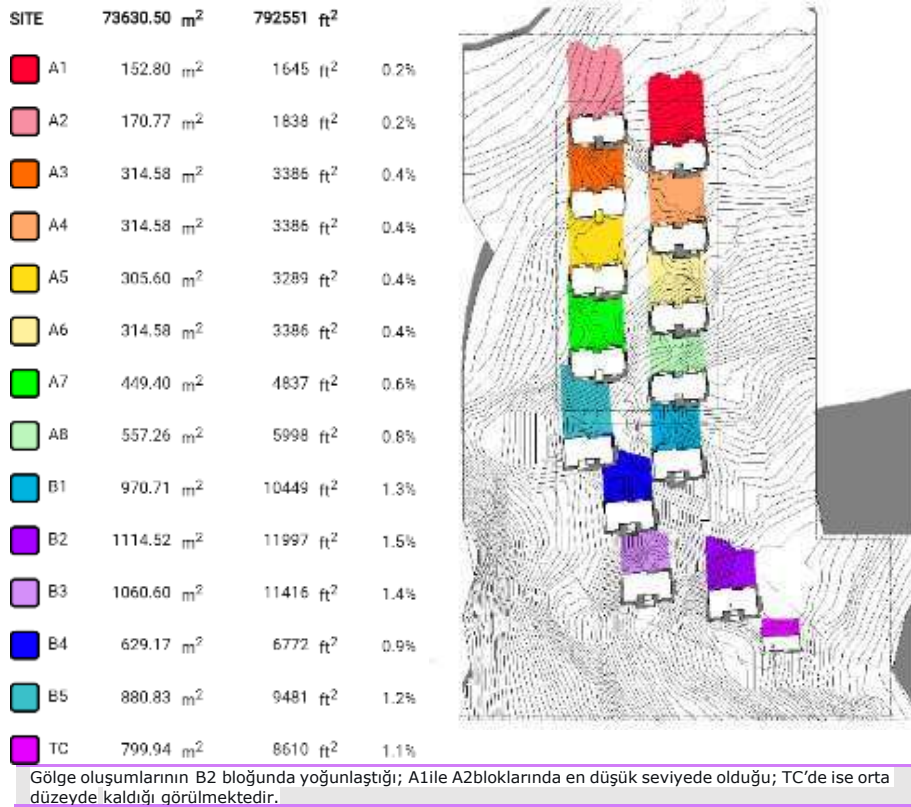
Şekil 3.34 23 Eylül Saat 15.00'a Ait Gölge Oluşumları



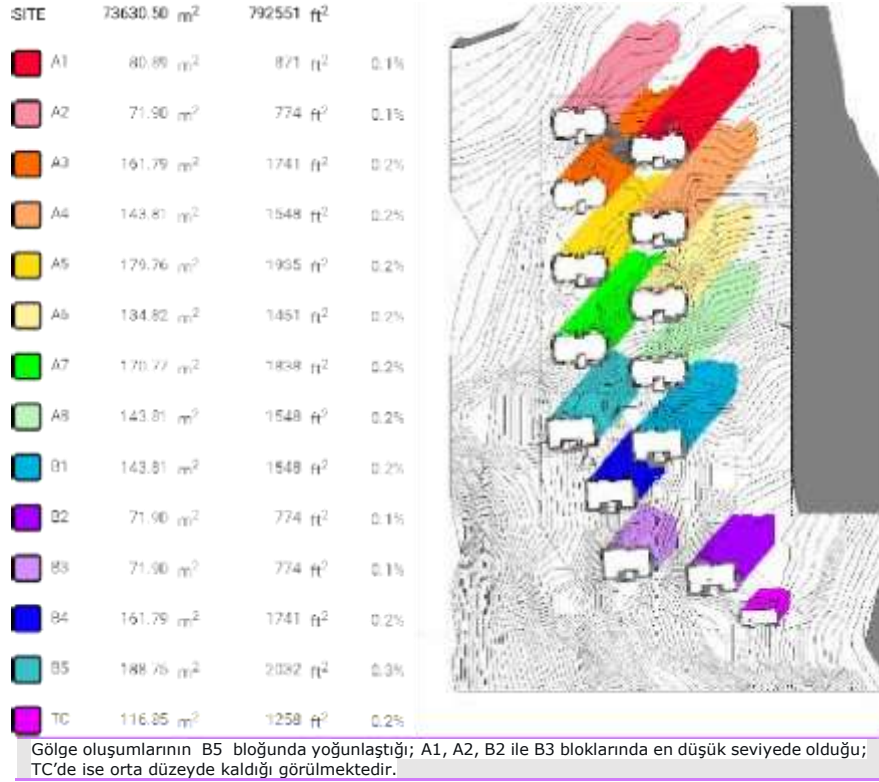
Şekil 3.35 23 Eylül Saat 17.00'a Ait Gölge Oluşumları



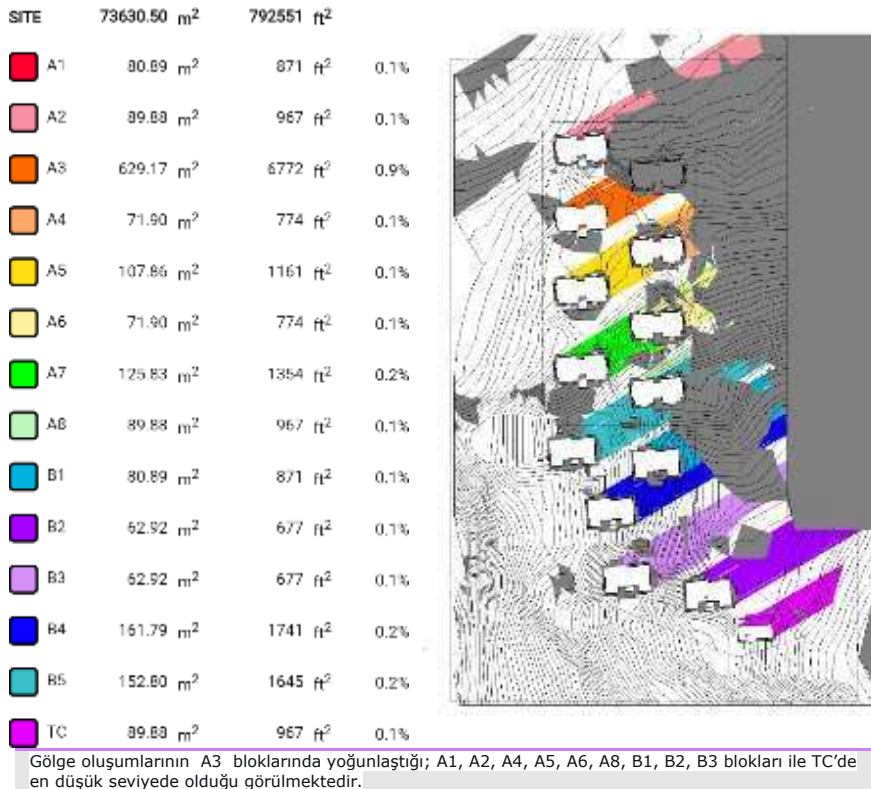
Gölge oluşumlarının A8 bloğunda yoğunlaştığı; A1, A2, A3, A5, A7, B2 ile B3 bloklarında en düşük seviyede olduğu; TC'de ise orta düzeyde kaldığı görülmektedir.
 Şekil 3.36 21 Aralık Saat 9.00'a Ait Gölge Oluşumları



Şekil 3.37 21 Aralık Saat 12.00'a Ait Gölge Oluşumları



Şekil 3.38 21 Aralık Saat 15.00'a Ait Gölge Oluşumları



Şekil 3.39 21 Aralık Saat 17.00'a Ait Gölge Oluşumları


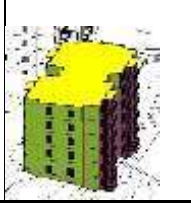

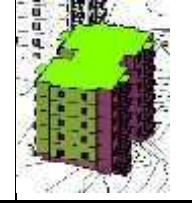

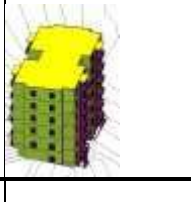
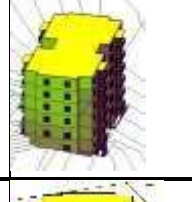
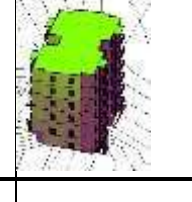
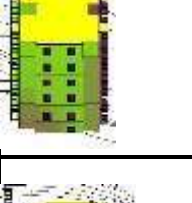
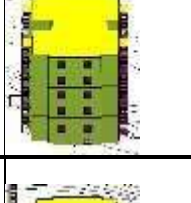

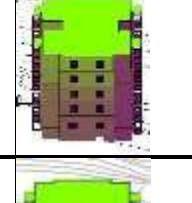
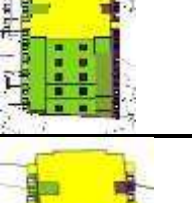
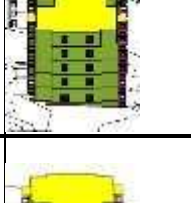
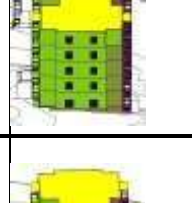
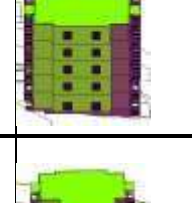
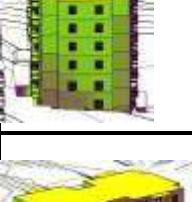
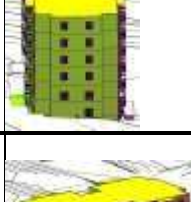
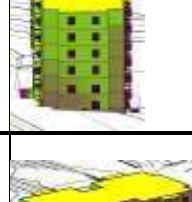
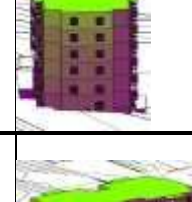
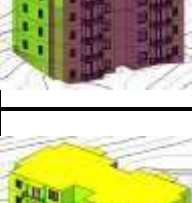
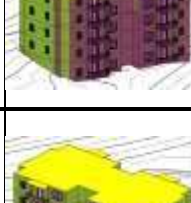
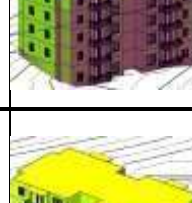
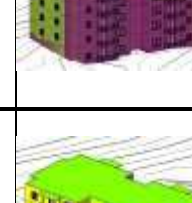
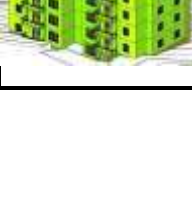


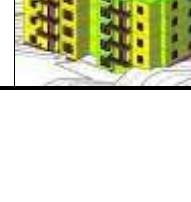
3.4.2. Güneş Analizi





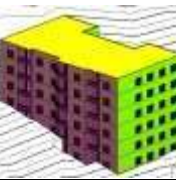
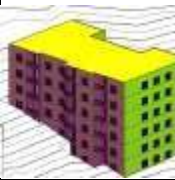
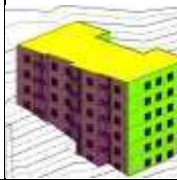
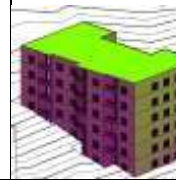



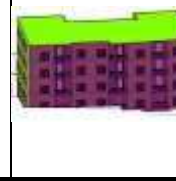


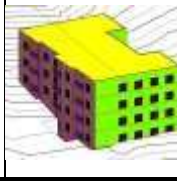
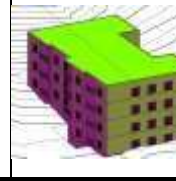


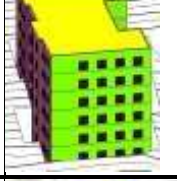




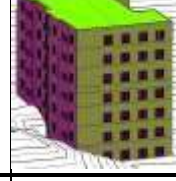


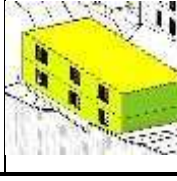
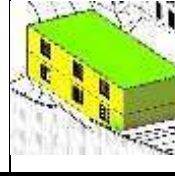
Çalışma alanı içerisinde bulunan A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, B1, B2, B3, B4, B5 blokları ile ticaret yapısının 21 Mart, 21 Haziran, 23 Eylül ve 21 Aralık tarihlerine ait güneş analizlerine aşağıda yer verilmiştir (Şekil 3.40, Şekil 3.41).

Genel ortalama performansa göre sıralama;

TC>A7>A8=B4>A1=A3=A4=A5>A2>A6>B3>B1>B2>B5

Açı optimizasyonu tüm bloklarda pozitif etki yaratmış, özellikle kötü açığa sahip B bloklarında çarpıcı iyileşmeler sağlamıştır. Sistem genel verimliliği önemli ölçüde artmıştır. Sistem genelinde ortalama %10,6 verim artışı olmuştur. A Bloklarında %8,9-9,4 iyileşme, B Bloklarında %10,6-16,3 iyileşme olmuştur. Bu sıralama ile A bloklarının genel olarak daha yüksek performans gösterdiği, B blokları içinde ise B4'ün A blokları seviyesine ulaştığı net şekilde görülmektedir (Tablo 3.1).

| BLOK (kWh/m ²) | | 21 MART | 21 HAZİRAN | 23 EYLÜL | 21 ARALIK |
|----------------------------|------|---|---|--|---|
| A1 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,52 | | | | |
| 21 Haziran | 0,63 | | | | |
| 23 Eylül | 0,50 | | | | |
| 21 Aralık | 0,25 | | | | |
| A2 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,51 | | | | |
| 21 Haziran | 0,63 | | | | |
| 23 Eylül | 0,51 | | | | |
| 21 Aralık | 0,25 | | | | |
| A3 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,52 | | | | |
| 21 Haziran | 0,63 | | | | |
| 23 Eylül | 0,51 | | | | |
| 21 Aralık | 0,25 | | | | |
| A4 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,52 | | | | |
| 21 Haziran | 0,63 | | | | |
| 23 Eylül | 0,50 | | | | |
| 21 Aralık | 0,24 | | | | |
| A5 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,52 | | | | |
| 21 Haziran | 0,63 | | | | |
| 23 Eylül | 0,50 | | | | |
| 21 Aralık | 0,24 | | | | |
| A6 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,52 | | | | |
| 21 Haziran | 0,63 | | | | |
| 23 Eylül | 0,50 | | | | |
| 21 Aralık | 0,23 | | | | |
| A7 | Veri |  |  |  |  |
| 21 Mart | 0,54 | | | | |
| 21 Haziran | 0,65 | | | | |
| 23 Eylül | 0,52 | | | | |
| 21 Aralık | 0,26 | | | | |

| | | | | | |
|----------------------------|------|--|------------|----------|-----------|
| A8 | Veri |     | | | |
| 21 Mart | 0,53 | | | | |
| 21 Haziran | 0,63 | | | | |
| 23 Eylül | 0,51 | | | | |
| 21 Aralık | 0,26 | | | | |
| BLOK (kWh/m ²) | | 21 MART | 21 HAZİRAN | 23 EYLÜL | 21 ARALIK |
| B1 | Veri |     | | | |
| 21 Mart | 0,45 | | | | |
| 21 Haziran | 0,55 | | | | |
| 23 Eylül | 0,44 | | | | |
| 21 Aralık | 0,20 | | | | |
| B2 | Veri |     | | | |
| 21 Mart | 0,44 | | | | |
| 21 Haziran | 0,56 | | | | |
| 23 Eylül | 0,43 | | | | |
| 21 Aralık | 0,20 | | | | |
| B3 | Veri |     | | | |
| 21 Mart | 0,53 | | | | |
| 21 Haziran | 0,63 | | | | |
| 23 Eylül | 0,51 | | | | |
| 21 Aralık | 0,25 | | | | |
| B4 | Veri |     | | | |
| 21 Mart | 0,54 | | | | |
| 21 Haziran | 0,63 | | | | |
| 23 Eylül | 0,52 | | | | |
| 21 Aralık | 0,26 | | | | |
| B5 | Veri |     | | | |
| 21 Mart | 0,47 | | | | |
| 21 Haziran | 0,52 | | | | |
| 23 Eylül | 0,46 | | | | |
| 21 Aralık | 0,20 | | | | |
| TC | Veri |     | | | |
| 21 Mart | 1,08 | | | | |
| 21 Haziran | 1,27 | | | | |
| 23 Eylül | 1,05 | | | | |
| 21 Aralık | 0,48 | | | | |

Şekil 3.40 Düzenlenmiş vaziyette A plan tipine sahip blokların güneş analiz verileri Şekil 3.41 Düzenlenmiş vaziyette B plan tipine sahip bloklar ile TC'nin güneş analiz verileri

Tablo 3.1 Mevcut ortalama ile düzenlenmiş ortalama verilerinin karşılaştırılması

| BLOK | MEVCUT ORTALAMA | DÜZENLENMİŞ ORTALAMA | ARTIŞ MİKTARI | ARTIŞ ORANI | PERFORMANS DURUMU |
|------|-----------------|----------------------|---------------|-------------|-------------------|
| A1 | 0,54 | 0,59 | +0,05 | %9,3 | İyi |
| A2 | 0,53 | 0,58 | +0,05 | %9,4 | İyi |
| A3 | 0,54 | 0,59 | +0,05 | %9,3 | İyi |
| A4 | 0,54 | 0,59 | +0,05 | %9,3 | İyi |
| A5 | 0,54 | 0,59 | +0,05 | %9,3 | İyi |
| A6 | 0,53 | 0,58 | +0,05 | %9,4 | İyi |
| A7 | 0,56 | 0,61 | +0,05 | %8,9 | En Yüksek |
| A8 | 0,55 | 0,60 | +0,05 | %9,1 | Çok İyi |



| | | | | | |
|----|------|------|-------|-------|----------|
| B1 | 0,47 | 0,53 | +0,06 | %12,8 | Orta |
| B2 | 0,47 | 0,52 | +0,05 | %10,6 | Orta |
| B3 | 0,52 | 0,58 | +0,06 | %11,5 | Orta-iyi |



| | | | | | |
|----|------|------|-------|-------|-------------------|
| B4 | 0,54 | 0,60 | +0,06 | %11,1 | İyi |
| B5 | 0,43 | 0,50 | +0,07 | %16,3 | En Fazla İyileşen |
| TC | 0,90 | 0,97 | +0,07 | %7,8 | Referans |

3.5. Gölge ve Güneş Analizi Bulgularının Karşılaştırılması

Gerçekleştirilen gölge ve güneş analizleri, mevcut yerleşim dokusu ile örnek tasarım modeli üzerinden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer alan blokların araziye ilk yerleşim açısı ile son yerleşim açısına dair belirlenen dört tarihe göre birtakım veriler elde edilmiştir.

Mevcut yerleşim düzeni analizi; mevcut yapılaşmada, blokların oryantasyonu, yükseklikleri ve aralarındaki mesafelerde standart bir yaklaşımın olmadığı gözlemlenmiştir. Yaz dönemi analizlerinde, yanlış yönlendirilmiş bina yüzeylerinin aşırı güneş ışınımına maruz kaldığı ve soğutma yüklerini artırdığı tespit edilmiştir. Güneş ışınımı simülasyonları, çatı yüzeylerinin ve bazı cephelerin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğunu, ancak bu potansiyelin mevcut tasarımda etkin kullanılmadığını göstermiştir.

Örnek tasarım modeli analizi; kuramsal çerçevede belirtilen pasif tasarım ilkelerinden optimum oryantasyon ile uygun bina aralıkları doğrultusunda geliştirilen model üzerinde yapılan analizler anlamlı iyileşmeler göstermiştir. Güneye yönlendirilmiş ve uygun açıyla konumlandırılmış ana cephelerde kışın maksimum güneş ışınımı elde edilirken, yazın güneşten korunma sağlanmıştır. Hesaplanan bina aralıkları, kış günlerinde kritik saatlerde gölgelenmeyi minimize edecek şekilde belirlenmiştir.

Güneş analizi sonucunda son veri değerlerinde, ilk verilere göre iyileşme tespit edilmiştir. Gölge analizi sonucunda blokların hangi yönde gölge ile güneşe maruz kaldığı tespit edilmiştir. Bu sayede, bloklar için enerji korunumu açısından en verimli cepheler ile mekanlar belirlenmiştir.

Bu bulgular, literatür çalışmalarıyla ilginç bir karşıtlık ve tamamlayıcılık ilişkisi içerisinde olmaktadır.

Kuzey Yarım Küre’de, binaların uzun cephelerinin ve ana yaşam mekânlarının güneye yönlendirilmesi, kışın pasif ısı kazanımını maksimize ederken, yazın aşırı ısınmanın kontrol altına alınmasına olanak tanır (Baker, Steemers; 2000). İdeal koşullar için geçerli bir tasarım kuralı olarak kabul edilen bu ilke, Siirt’teki mevcut kentsel dokuda test edildiğinde, çalışma alanının arazi parselasyonundan kaynaklanan bir zorunlulukla, bu ilkeye uymayacak şekilde inşa edildiği tespit edilmiştir. Bu durum, genel optimum yön (güney) ilkesinin bu sahada fiziksel olarak uygulanamaz olduğu anlamına gelmektedir. Ancak, yapılan simülasyon analizleri, enerji verimliliği açısından avantajlı olan cephe yönünün güneydoğu olduğu verisiyle önemli bir özgün bulgu elde edilmiştir.

Optimum yön ilkesi farklı çalışmalarda benzer sonuçlar oluşturabilmektedir.

Sıcak-kurak iklim bölgesinde yaz aylarındaki soğutma yüklerinin azaltılması amacıyla güney yönünden ziyade güneydoğu yönlendirmesi daha uygun olabilmektedir. Özgün çalışmada, bu yönün hangi spesifik cephelerde ve mekanlarda avantaj sağladığının detaylandırılmasına yönelik bulgular elde edilmiştir (Batur, Yıldız; 2022).

Saf güney yönlendirmesinin gölgeleme etkinliğini azalttığı, güneydoğu yönlendirmesinin ise gölgelenmeden daha az etkilenecek daha dengeli sonuçlar verebilmektedir. Siirt’teki mevcut dokuda, sabit yönler rağmen oluşan gölgelenme, ideal güney yönlendirmesinin potansiyelini azaltmakta ve güneye tam dönük olmayan ancak gölgelenmeden daha az etkilenen güneydoğu cephelerinin neden bu anlamda daha "verimli" çıktığını açıklamaya yardımcı olmaktadır (Demir, Öztürk; 2023).



4. SONUÇ

Coğrafi konumu itibariyle Türkiye önemli güneş enerji potansiyeline sahip olmaktadır. Günlük güneşlenme süresi 6,5-7 saat gibi yüksek bir aralıkta olmaktadır. Bu anlamda, enerji etkin bina tasarımlarında güneş enerjisinden yeteri kadar yararlanılmadığı görülmüştür. Binalarda enerjinin verimli bir şekilde kullanımını sağlamak adına, kullanılacak pasif (bina tasarım aşamasında yapılan güneş odaları, doğu ve güneye bakan cam yüzeyler vb.), aktif (güneş toplayıcıları, güneş pilleri gibi teknolojik ürünler) ve karma sistemlerin başarılı olduğu görülmüştür (Kılıç Demircan, Gültekin; 2017). Ancak bina stoğunun büyüklüğü ve bu sistemlerin uygulanabilirliğinin maliyetli olması nedenleri dezavantaj oluşturmaktadır. Bu durumun doğal sonucu olarak, binalar neredeyse tükettiği enerji miktarlarına yakın kayıplar yaşayabilmektedir. Enerji etkin bina tasarımlarında fiziksel çevreye ait ölçütlerin doğru bir şekilde tanımlanarak, kullanılması gerekmektedir. Bu doğrultuda, yapma çevre verilerine ait alınacak kararların döngüsel sonuçları olacağı düşünülerek, hareket edilmelidir.

Bu genel prensipler, Siirt ili özelinde yapılan vaka çalışmasının temelini oluşturmaktadır. Siirt ili; coğrafi konumu, mikro- iklimi, engebeli topoğrafyası, sosyo-ekonomik yapısı ve kademeli kentleşme süreci ile enerji etkin ve iklime duyarlı bir mimari tasarım için hem zorluklar hem de benzersiz fırsatlar barındırmaktadır. Bu temel özellikler, bir sonraki süreçlerde detaylandırılacak olan yerel mimari dokuyu ve ondan türetilen tasarım parametrelerini doğrudan şekillendiren ana etmenler olmaktadır. Siirt ili vaka örneğinde, kuramsal çerçevede bir binanın enerji performansının, tasarımın en erken aşamasında, bina- arazi-iklim ilişkisini bütüncül bir şekilde kurgulayan ve bu kurguyu bilimsel yöntemlerle optimize eden bir anlayışla belirlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu anlayışla yürütülen çalışmanın bulguları, evrensel kabul gören tasarım kurallarının dahi yerel bağlamda mutlaka test edilmesi ve yerel verilerle yeniden yorumlanması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Örneğin, Kuzey Yarım Küre için temel bir ilke olan "optimum güney yönlenme" kuralı, Siirt'teki arazi parselasyonu ve mikro-iklim koşulları nedeniyle beklenen verimi sağlamamış; simülasyon analizleri, bu sahada güneydoğu yönlenmesinin gölgelenmeden daha az etkilenecek, daha dengeli bir enerji performansı sağlayabileceğini göstermiştir. Bu durum, iklim-responsif tasarımın teoriden pratiğe geçişinde yerel koşulların belirleyici rolünü kanıtlamaktadır. Üretilen enerjinin yarıdan fazlasının binalarda kullanıldığı düşünüldüğünde, bina tasarım aşamasında bina yerleşim ve yönlenmesi önemli olmaktadır. Bina yerleşim ve yönlenme kararlarının bilimsel veriler ve simülasyon araçları (Revit gibi BIM yazılımları) ile desteklenmesi, enerji verimliliğini ve konforu artırmakta; aynı zamanda sürdürülebilir ve iklime duyarlı tasarım ilkelerinin uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, benzer toplu konut projelerinde pasif tasarım stratejilerinin erken aşamada dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Mevcut yerleşim dokusu ile pasif tasarım ilkeleri (optimum oryantasyon ile uygun bina aralıkları) doğrultusunda geliştirilen örnek model karşılaştırması, doğru bir yerleşim ve yönlendirme stratejisi ile toplam enerji tüketiminde %23.8'e varan bir azalma sağlanabileceğini kanıtlamıştır. Bu iyileşme, yerleşim ölçeğinde planlama kararlarının uzun vadeli enerji etkilerinin ne kadar kritik olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Enerji etkin bina tasarımlarına yönelik, yerinde yapılması gereken denetimlerin yeterince ya da hiç yapılmaması büyük bir eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun doğal sonucu olarak, binalarda büyük oranda enerji kayıpları yaşanmaktadır. TS 825 standartları doğrultusunda, ısı yalıtım hesaplama programı olarak kullanılan Türkiye Gazbeton Üreticileri Birliği (TGÜB) ve yapıların enerji performansını değerlendiren Enerji Kimlik Belgesi (EKB) uygulamalarına ek yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmeye yönelik uygulamalar geliştirilerek, daha sağlıklı sonuçlara ulaşılması sağlanmalıdır. Bu anlamda, binalarda enerji korunumu için önerilerde bulunulmuştur. Bu öneriler şu şekilde özetlenebilir;

- Yerel iklim ve arazi analizi kapsamında, kentsel tasarım ve mimari proje aşamalarında detaylı gölge-güneş ve mikro-iklim analizleri yapılmalı, genel geçer kurallar yerine analize dayalı optimum çözümler aranmalıdır.
- Pasif tasarımın bütüncül entegrasyonu kapsamında; yönlenme, bina formu, hacimlerin



yerleşimi ve kabuk performansı birbiriyle uyumlu olacak şekilde bütüncül bir stratejiyle kurgulanmalıdır.

- Binalardaki enerji kayıpları, enerjinin bilinçsiz bir şekilde kullanılmasıyla birleştiğinde olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu olumsuz sonuçları azaltmak amacıyla kişilerde bilinç düzeyi artırılmalıdır. Site sakinlerine yönelik bilinçlendirme programları düzenlenip, katılımın sağlanması ile enerji korunumunun uzun vadeli tasarrufla ilişkisi anlatılmalıdır.
- Enerji etkin bina tasarımının başarılı olabilmesi, yalnızca teknik bilgiye değil, uluslararası anlaşmalardan yerel yönetmeliklere kadar uzanan karmaşık hukuki çerçevenin doğru anlaşılmasına ve bu çerçevede içinde yaratıcı, uygulanabilir çözümler geliştirilmesine bağlı olmaktadır. Bu anlamda, politika yapıcı ve uygulayıcı kurumların; yerel iklim verilerine dayalı tasarım kılavuzları, mevcut bina stoku için finansman modelleri (düşük faizli krediler, vergi indirimleri, hibe programları vb.) ile performans bazlı değerlendirme zorunlulukları getirmeleri gerekmektedir.

Sonuç olarak, sürdürülebilir ve enerji etkin yerleşimlerin analitik bir yaklaşımla ve tasarımdan işletmeye kadar tüm süreçleri kapsayan bütüncül bir strateji ile mümkün olabileceği unutulmamalıdır. Hem yeni yapılanmalar hem de mevcut geniş konut stoğu için sunulan bulgu ve öneriler, Siirt özelinde somut bir yol haritası sunmakta, benzer iklim ve dokusal özelliklere sahip diğer kentler için de bir metodoloji ve ilham kaynağı oluşturmaktadır.

5. KAYNAKÇA

- Anonim. (2022). Türkiye Haritası - Renkli Türkiye Siyasi Haritası ile Kapsamlı, Detaylı Bölgeler ve İller Atlası.
- ASHRAE. (2021). Handbook-Fundamentals: Solar Geometry and Building Design, Chapter 14, Climatic Design Information, pp. 14.1-14.12. Atlanta: ASHRAE.
- Autodesk. (2023). Revit Help Documentation: Solar Analysis and Shadow Studies. Autodesk Knowledge Network.
- Autodesk. (2024). Autodesk Green Building Studio User Guide, Bölüm: "Whole Building Energy Analysis".
- Baker, N., & Steemers, K. (2000). Energy and Environment in Architecture: A Technical Design Guide. Londra: E & FN Spon.
- Batur, M. & Yıldız, B. (2022). Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde konut tipolojilerinin yönlendirmesinin enerji performansına etkisi. Mimarlık ve Yaşam Dergisi, 7(1), 37-52.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). Binalarda Enerji Performansı
- Yönetmeliği (BEP-TR). Ankara: Resmi Gazete'de yayımlanan son hali.
- Demir, A. & Öztürk, K. (2023). Kentsel yoğunluk ve bina yönlendirmesinin yazlık konutlarda enerji tüketimi üzerindeki birleşik etkisi: Akdeniz bölgesi örneği. İklimlendirme Dergisi, 18(2), 67-84.
- Fathy, H. (1986). Natural Energy and Vernacular Architecture: Principles and Examples with Reference to Hot Arid Climates. Chicago: University of Chicago Press.
- Givoni, B. (1998). Climate Considerations in Building and Urban Design. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Kılıç Demircan, R., & Gültekin, A. B. (2017). Binalarda Pasif ve Aktif Güneş Sistemlerinin İncelenmesi. II. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu, 10(1), 36-51.
- Kosir, M. (2016). Climate Adaptability of Buildings: Bioclimatic Design in the Light of Climate Change. Cham: Springer.
- Lechner, N. (2014). Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects (4. baskı). Hoboken: Wiley.
- Lynch, K. (1984). Site Planning (3. baskı). Cambridge: MIT Press.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2020). 1991-2020 Dönemi İklim Verileri. Ankara.
- Siirt Belediyesi. (2005). Siirt (Merkez) Revizyon-İlave İmar Planı Açıklama Raporu. Siirt.
- Siirt şehir rehberi. (2023). <https://sehrisiirt.com> Erişim tarihi: 19.12.2024