



**KONUTLARDA KAPALI OTOPARKLARIN ENERJİ VERİMLİLİĞİ
AÇISINDAN TASARIM STANDARTLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

RAMAZAN CAN

ŞUBAT 2023

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANA BİLİM DALI

Yüksek Lisans

MİMARLIK

**KONUTLARDA KAPALI OTOPARKLARIN ENERJİ VERİMLİLİĞİ
AÇISINDAN TASARIM STANDARTLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

RAMAZAN CAN

ŞUBAT 2023

ÖZ

KONUTLARDA KAPALI OTOPARKLARIN ENERJİ VERİMLİLİĞİ AÇISINDAN TASARIM STANDARTLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

CAN, Ramazan

MİMARLIK YÜKSEK LİSANS

Danışman: Prof. Dr. Cüneyt ELKER

Ortak Danışman: Doç. Dr. Gülsu ULUKAVAK HARPUTLUGİL

Şubat 2023, 73 sayfa

Hava kirliliği, çevre kirliliği, kaynakların hızla tükenmesi gibi küresel sorunlar, sağlık ve konfor koşullarının giderek bozulması gibi olumsuzluklarla birlikte sürdürülebilirlik kavramını her geçen gün daha önemli hale getirmektedir. Ekolojik, ekonomik ve sosyokültürel alanlara etkisinden dolayı, sürdürülebilirlik esaslarının sağlanması gereken en önemli alanlardan biri de yapı sektörüdür. Artan nüfus ile teknolojinin de gelişmesine paralel olarak hız kazanan üretim ve tüketim döngüsü iyi yönetilemediği için ortaya çıkan iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi sorunlar geri dönülmesi zor bir noktaya geldiğinden dolayı enerji verimliliği, karbon salımının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması daha da önem kazanmıştır. Mimarlar mekân tasarımlarında pasif tasarım kriterlerini göz önünde bulundurarak özellikle enerji performansı yüksek yapılar üretme çabasındadır. Yapıların enerji tüketimleri harcanan toplam enerjideki oranları nedeniyle çok önemlidir. Yapıların büyük kısmını oluşturan konutlarda ise durum aynıdır. Konut yapılarının tasarımlarında enerji etkin bir yapı tasarımı için yapının konut olan bölümleri kadar ortak kullanım alanları da göz önünde bulundurulmalıdır. Ortak kullanım alanlarından olan kapalı otoparkların ise binaların enerji tüketimindeki payları çok fazladır. Bu yüzden yönetmeliklerde kapalı otopark alanlarının enerji verimliliğinin sağlanması ile ilgili düzenlemelere ihtiyaç vardır. Özellikle konutlardaki kapalı otoparkların binanın

enerji tüketimine etkisi, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Bu yüzden konut yapılarında otopark alanlarının tasarımı yapının enerji performansını olumlu yönde etkileyecek şekilde tasarlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Otopark, Enerji Verimliliği, Otopark Tasarımı, Sürdürülebilirlik



ABSTRACT

EVALUATION OF DESIGN STANDARDS OF RESIDENTIAL PARKING GARAGES IN TERMS OF ENERGY EFFICIENCY

CAN, Ramazan

M.Sc. in Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Cüneyt ELKER

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gülsu ULUKAVAK HARPUTLUGİL

February 2023, 73 pages

Global problems such as air pollution, environmental pollution, and rapid depletion of resources, together with negativities such as the gradual deterioration of health and comfort conditions, make the concept of sustainability more critical day by day. Due to its impact on ecological, economic and socio-cultural areas, the building sector is one of the most important areas where sustainability principles must be met. Energy efficiency, reduction of carbon emissions and use of renewable energy sources have gained even more importance as problems such as climate change and global warming, have emerged due to the fact that the production and consumption cycle, which has accelerated in parallel with the increasing population and the development of technology, cannot be managed well. Architects try to produce buildings with high energy performance, considering passive design criteria in building designs. The energy consumption of buildings is very important due to their ratio to the total energy consumed. The situation is the same for the residences, which constitute most of the buildings. In the design of residential buildings, common areas should be considered and the residential parts of the building for an energy-efficient building design. The share of indoor parking lots, which are among the common areas, in the energy consumption of the buildings is very high. Therefore, regulations are needed to ensure the energy efficiency of indoor parking areas. The effect of indoor parking garages, especially in residences, on the energy consumption of the building is an issue that

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma sırasında; değerli vaktini esirgemeden sorularımı hibir zaman cevapsız bırakmayan, danıŐtıęım tım sorunları güler yüzüyle ozen, gelecekteki meslek hayatım için örnek aldığım, tez çalıŐması sürecinde yardım ve katkılarıyla beni bilgilendiren ve yönlendiren tez danıŐmanım Prof. Dr. Cüneyt ELKER hocama, tez sürecinde hiçbir zaman yardımını esirgemeyen güler yüzü, sabrı ve enerjisi ile beni motive eden sevgili Gülsu ULUKAVAK HARPUTLUGİL hocama, her türlü desteği ile yanımda olan sevgili eŐim Emel Eda CAN' a, her zaman yanımda olan Tunahan PINAR' a, yardımlarından dolayı Melike PINAR' a, tez süreci boyunca bana destek olan RT Studio Mimarlık 'tan çalışma arkadaŐlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
SİMGELER / KISALTMALAR LİSTESİ	xiv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1 ARAŞTIRMA PROBLEMİNİN TANIMI.....	2
1.2 ARAŞTIRMA SORUSU.....	2
1.3 ARAŞTIRMANIN AMACI.....	3
1.4 ARAŞTIRMANIN KAPSAMI	3
1.5 ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	3
BÖLÜM II	5
LİTERATÜR TARAMASI	5
2.1 TANIMLAR	5
2.1.1 Sürdürülebilirlik	5
2.1.2 Karbon Salımı	6
2.1.3 İç Ortam Hava Kalitesi.....	6
2.1.4 Enerji Verimliliği	7
2.2 OTOPARK KAVRAMI	9
2.2.1 Açık Otoparklar.....	10
2.2.2 Kapalı Otoparklar.....	11
BÖLÜM III.....	13
TÜRKİYE’ DE OTOPARKLAR İLE İLGİLİ YASAL MEVZUAT	13

BÖLÜM IV	19
ÖRNEK ÇALIŞMA	19
4.1 MEVCUT YÖNETMELİKLERE GÖRE HAZIRLANAN BAZ MODEL ANALİZİ.....	26
4.2 ALTERNATİF MODEL 1	37
4.3 ALTERNATİF MODEL 2	39
4.4 ALTERNATİF MODEL 3	42
4.5 BULGULAR ve TARTIŞMA	45
BÖLÜM V.....	50
DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	50
KAYNAKÇA	53
ÖZGEÇMİŞ.....	57

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1: Otopark Yönetmeliği - 2021	15
Tablo 3.2: Otopark Yönetmeliği - 2021	15
Tablo 4.1: Örnek Çalışma İçin Hazırlanan Projenin Genel Bilgileri	24
Tablo 4.2: Örnek Çalışma İçin Hazırlanan Projenin Yapı Bileşenleri	25
Tablo 4.3: Bazı Önemli Malzemelerin Yansıtma Katsayıları (Elektrik Mühendisleri Odası 2022)	29
Tablo 4.4: Oda Verimi Tablosu (Elektrik Mühendisleri Odası 2022)	30
Tablo 4.5: Kirlenme (Bakım) Faktörü Tablosu (Elektrik Mühendisleri Odası 2022)	31
Tablo 4.6: Doğal Havalandırma Hesaplamaları	35
Tablo 4.7: Baz Model ve Alternatif Modellerin Veri Girdileri ve Değişkenlik Durumu	47
Tablo 4.8: Baz Model ve Alternatif Modellerin Veri Girdileri ve Değişkenlik Durumlarına Göre Enerji Tüketim Miktarları.....	48

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Chicago 1930'lar Sokak Dışı Park Yeri	10
Şekil 2.2: Denver, 1950. Park Yeri Olarak Kullanılan Arazi	11
Şekil 2.3: Kapalı Otopark Örneği	11
Şekil 2.4: Münih, Almanya.....	12
Şekil 3.1: TÜİK 2021 Yılı İlk Altı Ay Yapı Ruhsatına Göre Yüzölçümü ve Daire Sayısı İstatistikleri (TÜİK 2021).....	14
Şekil 3.2: TÜİK 2019-2021 Yılları Yapı Ruhsatlarındaki Konut Oranları (TÜİK 2021)	14
Şekil 3.3: Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği - 2017	16
Şekil 3.4: Türkiye’de Kişi Başına Düşen Araç Sayısının Yıllara Göre Değişim Grafiği (Torun vd. 2019).....	17
Şekil 4.1: Vaziyet Plan Şeması	20
Şekil 4.2: Bodrum Kat Plan Şeması.....	21
Şekil 4.3: Zemin Kat Plan Şeması	22
Şekil 4.4: 1.2.3. Kat Plan Şeması.....	22
Şekil 4.5: Çatı Katı Plan Şeması	23
Şekil 4.6: Örnek Çalışma 3D Görünümü.....	23
Şekil 4.7: AUTOCAD Ortamında Tel Çerçeve Yöntemiyle Hazırlanan Baz Model	27
Şekil 4.8: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Baz Model	27
Şekil 4.9: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Baz Model 3D.....	28
Şekil 4.10: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Baz Model 3D	28
Şekil 4.11: Baz Model BEP TR Analiz Sonuçları	32
Şekli 4.12: Baz Model Doğal Aydınlatma Verilerini Gösteren BEP TR Analiz Sonuçları	33

Şekil 4.13: Rüzgâr Basıncı Şeması.....	35
Şekil 4.14: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 1 Model 3D	37
Şekil 4.15: Alternatif 1 Modelde Otopark Alanının Aydınlatma İçin Yıllık Enerji Tüketimi	38
Şekil 4.16: Alternatif 1 Model Doğal Aydınlatma Verilerini Gösteren BEP TR Analiz Sonuçları.....	39
Şekil 4.17: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 2 Model 3D	40
Şekil 4.18: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 2 Model 3D	40
Şekil 4.19: Alternatif 2 Modelde Otopark Alanının Aydınlatma İçin Yıllık Enerji Tüketimi	41
Şekil 4.20: Alternatif 2 Model Doğal Aydınlatma Verilerini Gösteren BEP TR Analiz Sonuçları.....	42
Şekil 4.21: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 3 Model 3D	43
Şekil 4.22: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 3 Model 3D	43
Şekil 4.23: Alternatif 3 Modelde Otopark Alanının Aydınlatma İçin Yıllık Enerji Tüketimi	44
Şekil 4.24: Alternatif 3 Model Doğal Aydınlatma Verilerini Gösteren BEP TR Analiz Sonuçları.....	45

SİMGELER / KISALTMALAR LİSTESİ

Simgeler

%	: Yüzde
3D	: Üç Boyutlu Görsel
A	: Alan
a	: En
b	: Boy
cm	: Santimetre
CO	: Karbon Monoksit
CO ₂	: Karbondioksit
d	: Kirlenme Faktörü Kat Sayısı
E	: İstenilen Aydınlık Düzeyi
h	: Yükseklik
Hd	: Hava Değişim Sayısı (defa/saat)
kWh	: Kilovat Saat
m	: Metre
m ²	: Metrekare
NO ₂	: Nitrojen Dioksit
Q	: Mahale Üflenen Hava Debisi
V _m	: Mahalin Toplam Hacmi

Kisaltmalar

ASHRAE	: American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği)
AUTOCAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım Programı
BEP BUY	: Binalarda Enerji Performansı Bakanlık Uç Yazılımı
BEP İS	: Binalarda Enerji Performansı İşletim Sistemi Uygulaması
BEP TR	: Binalarda Enerji Performansı Yazılım Programı

BIM	: Building Information Modeling (Yapı Bilgi Modellemesi)
CAD	: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CFD	: Computational Fluid Dynamics (Hesaplama Akışkanlar Dinamiği)
Doç.	: Doçent
MAC	: Maximum Allowed Concentration (İzin Verilebilir Azami Yoğunluk)
Prof.	: Profesör
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
vd.	: Ve diğerleri
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

BÖLÜM I

GİRİŞ

Dünyadaki kaynaklar hızla tükenmektedir. Bu yüzden ülkeler bu konu üzerinde daha çok durmaya başlamıştır. Sanayi devriminin ardından üretim artmış buna bağlı olarak da şehirleşme hızlanmıştır. Şehirleşmenin sonucu olarak göç başlamış ve konut ihtiyacı artmıştır. Hızlı yapılaşma konut üretiminde malzeme seçimi, yerleşimi, insan sağlığı ve konforu gibi önemli konuların ihmal edilmesine sebep olmuştur. İhmal edilen konuların, günümüzde küresel ölçekte önlem almasını gerektirecek kadar büyük sorunlara sebep olabileceği görülmektedir. Bu sorunların başında enerji kaynaklarının tükenmesi gelmektedir (Ürük ve İslamoğlu 2019).

Tüketilen enerjinin büyük bir kısmı yapılar tarafından harcanmaktadır. Enerji tüketimindeki artış çevre kirliliği, küresel ısınma ve enerji kaynaklarında azalma gibi sorunları beraberinde getirdiğinden sürdürülebilir yapı ve enerji verimliliği gibi konular gündeme gelmiştir (Doğan vd. 2018).

Çevre dostu yapıların önemi gün geçtikçe artmış ve yeşil bina kavramı ortaya çıkmıştır. Enerji tüketiminin büyük bölümü yapılarda konfor şartlarının sağlanması için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma gereksinimlerinin karşılanması amacıyla kullanılmaktadır. Yapı çeşitliliği içinde büyük bölümünü oluşturan konut yapıları tüketilen enerjinin de büyük bölümünü harcamaktadır. Bu sebeple yapı sektöründe inşaattan kullanım aşamasına kadar her bölümde harcanan enerjinin verimliliğinin sağlanmasının çok önemli olduğu görülmektedir (Altun 2016).

Tüketimin büyük bölümünü oluşturan konut binalarında kapalı otopark alanlarının tüketimdeki payı dikkate alınmamaktadır. Kapalı otopark alanlarının aydınlatma ve havalandırma ihtiyacının karşılanması için harcanan enerji yapının enerji performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu alanların enerji verimliliği çerçevesinde değerlendirilmesi çok önemlidir. Enerji verimliliği yüksek yapılar için enerji etkin tasarım anlayışı ile hareket edilmeli bunun sağlanması için de yasa ve yönetmeliklerde gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

1.1 ARAŞTIRMA PROBLEMİNİN TANIMI

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de küresel ısınma ve çevre kirliliğinin artması ve enerji kaynaklarının hızla tükenmesi her geçen gün ciddi bir sorun haline gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının yanında asıl dikkat edilmesi gereken konu enerjinin verimli kullanılmasıdır. Türkiye’de enerjinin büyük bölümü sanayi ve yapı sektöründe kullanılmaktadır. Yapı sektöründe kullanılan enerjinin insan sağlığı ve konforundan ödün vermeksizin en aza indirilmesi amaçlanmalıdır. Yapı sektörünün büyük bir bölümünü konut yapıları oluşturmaktadır. Konut yapılarında enerji performansına yönelik yapının tamamı için önlemler alınmalıdır. Özellikle bodrum kattaki ortak alanlar ve kapalı otoparklar ile ilgili enerji verimliliğinin sağlanması konusunda yasal düzenlemeler yetersizdir.

Konut binalarının ortak alan kullanımlarının büyük kısmını oluşturan otopark alanlarında kullanıcı konforunu sağlamak için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma ihtiyaçlarından dolayı yüksek miktarda enerji kullanılmaktadır. Tüketilen bu enerjinin otopark tasarımlarında enerji verimliliğinin dikkate alınarak yapılması ile azaltılması mümkündür. Pasif tasarım ilkelerinin göz önünde bulundurulmasıyla tasarlanacak otopark alanlarının, özellikle aydınlatma ve havalandırma gereksinimlerinin karşılanması için ihtiyaç duyacağı enerjinin en aza indirilmesi amaçlanmalı ve bununla ilgili yasal düzenlemeler yapılmalıdır.

1.2 ARAŞTIRMA SORUSU

Bu kapsamda araştırmadaki temel soru; Enerji performansı yüksek konut yapı tasarımlarında otoparkların enerji verimliliği açısından tasarım kriterleri neler olmalıdır? Aşağıdaki alt sorular da çalışmanın cevap verdiği sorulardır:

1. Türkiye’de kullanılan mevcut otopark yönetmeliğinin koşulları nelerdir?
2. Konutlarda otopark çözümleri nelerdir?
3. Binalarda enerji verimliliği açısından otoparklar sorun teşkil ediyor mu?
4. Konut yapılarındaki kapalı otopark alanlarının yapının toplam enerji tüketimine etkisi nedir?
5. Kapalı otopark alanlarının enerji verimliliğinin sağlanması için alınması gereken önlemler nelerdir?

6. Yasal düzenlemeler açısından kapalı otopark alanlarında enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik yapılması gerekenler nelerdir?

1.3 ARAŞTIRMANIN AMACI

Konut yapılarındaki enerji tüketim oranları göz önüne alındığında bu yapılardaki enerji etkin tasarım kriterleri çok önem kazanmaktadır. Binaların hacim ve metrekare alanlarının önemli bir kısmını oluşturan otoparkların da enerji verimliliğine etkisi fazladır. Çalışmanın amacı Türkiye’de konutlarda kapalı otoparkların enerji verimliliği açısından tasarım standartlarının değerlendirilmesidir. Kapalı otopark alanlarında enerji verimliliğinin sağlanması için örnek bir çalışma üzerinden analizler yapılarak elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve yasal düzenlemeler ile ilgili önerilerde bulunmaktır.

1.4 ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Birinci bölümde giriş kısmı ile çalışmanın içeriğinden kısaca bahsedilmiştir. Problemin tanımı, araştırma sorusu, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi ve kapsamı anlatılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde detaylı bir literatür taraması yapılarak konunun öneminin daha iyi anlaşılması için bazı genel tanımlardan bahsedilmiş ve konu ile ilgili daha önce yapılan araştırmalar incelenmiştir.

Üçüncü bölümde imar yönetmeliği, otopark yönetmeliği ve binalarda enerji performans yönetmeliği gibi yasal düzenlemeler incelenerek kapalı otoparkların enerji verimliliği ile ilgili konunun mevzuatlardaki durumu incelenmiştir. Örnek çalışmada kullanılacak BEP TR programından bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde BEP TR programı kullanılarak örnek çalışma ve alternatif çalışmalar ile analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın son bölümünde elde edilen sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır. Konutlarda kapalı otopark alanlarında enerji verimliliğinin sağlanması için önerilerde bulunulmuştur.

1.5 ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Konutlarda kapalı otoparkların yapının enerji tüketimine etkisinin incelenmesi için örnek bir konut yapısı hazırlanarak baz model kabul edilmiştir. Baz model üzerinde sadece kapalı otopark alanında enerji verimliliğinin sağlanması için

değişkenler uygulanarak alternatif modeller oluşturulmuştur. Hazırlanan baz model ve alternatif modellerin enerji tüketimim ile ilgili analizleri, Çevre Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığı uç yazılımı BEP-BUY kullanılarak yapılmıştır. Ülkemizde enerji performans yönetmeliği kapsamında kullanılmak zorunda olan BEP TR uygulaması ile elde edilen baz model ve alternatif modellerin analiz sonuçları karşılaştırılarak enerji tüketimleri arasındaki farklar incelenmiştir. Konutlarda kapalı otopark alanlarının yapının enerji performansına etkilerinin iyileştirilmesi için alınması gereken önlemler ve yapılması gereken yasal düzenlemeler değerlendirilmiştir.

BÖLÜM II

LİTERATÜR TARAMASI

Bu çalışmada geniş bir literatür taraması yapılarak konut yapılarındaki kapalı otopark alanlarının enerji verimliliği açısından durumu ele alınmıştır. Günümüzde enerji tüketiminin her geçen gün artması ve enerji kaynaklarının hızla tükenmesi incelenmiştir. Otopark alanlarının yasal mevzuattaki yeri ve enerji verimliliği açısından yapılması gereken değişiklikler değerlendirilmiştir. Binalarda ve otopark alanlarında enerji verimliliği ile ilgili yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Enerji verimliliğinin sağlanması açısından otopark alanlarında dikkat edilmesi gereken tasarım kriterleri incelenmiştir. Çalışma enerji verimliliğinin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının önemini anlaşılması, yapı çeşitliliğinin büyük kısmını oluşturan konut binalarındaki kapalı otoparkların binanın enerji tüketimine etkisinin en aza indirilmesi konusunda bir kılavuz görevi görebilmesi açısından önemlidir.

2.1 TANIMLAR

Çalışma ile ilgili yapılan araştırmalarda üzerinde durulması önemli konular ve çalışmanın daha iyi anlaşılması için incelenmesi gereken konular ile ilgili bazı tanımlar yapılmıştır. Sürdürülebilirlik, enerji verimliliği, karbon salımı, iç ortam hava kalitesi, gibi tanımlar ile çalışmanın daha anlaşılabilir olması amaçlanmıştır.

2.1.1 Sürdürülebilirlik

Çevre kirliliğindeki artış, enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ülkelerin bu konularda çalışma yapmalarına neden olmuştur. Bu çalışmalar sonucunda ülkelerin birlikte ele aldıkları sürdürülebilirlik kavramı oluşmuştur (Geçimli ve Kaptan 2019).

Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için yapı sektörü başta olmak üzere her alanda sürdürülebilirliğin kabul görmesi ve uygulanması gerekir. Sürdürülebilir yapı yaklaşımı sonucunda yeşil bina tanımı ortaya çıkmıştır (Doğan vd. 2018).

Sürdürülebilir yapılar insan sağlığına duyarlı ve enerji verimli yapılar olmalıdır. Yapılarda insan sağlığını etkileyen en önemli konulardan biri yapı malzemelerinin üretiminde ve yapıların kendilerinde tüketilen enerji ihtiyacının karbon salımına olan etkisidir.

2.1.2 Karbon Salımı

Enerji fosil kaynaklardan üretilen enerji ve yenilenebilir enerji olarak iki şekilde elde edilmektedir. Petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlardan üretilen enerjinin miktarı yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji miktarından çok daha fazladır. Fosil kaynaklardan bilinçsizce enerji elde edilmesi sonucunda çevre kirliliği, sera gazı ve küresel ısınma gibi ciddi problemler ortaya çıkmıştır. Atmosfere salınan karbon molekülü sonucunda karbon salımı olarak adlandırılan durum meydana gelir. Karbon çevresel sorunlara neden olan kirleticilerin başında gelmektedir. Karbondioksit eşdeğeri olarak elde edilen sera gazı emisyonları “karbon salınımı veya karbon emisyonu” olarak da adlandırılır. Sera gazlarının büyük bir kısmını karbon molekülü oluşturur. Kyoto Protokolü’nde geçen altı adet sera gazının dört tanesinde karbon molekülü bulunur. Dünyada Karbon salımının artmasının başlıca sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Kahraman 2019):

- Sanayileşme
- Nüfus artışı
- Enerji talebinde artış
- Şehirleşme ihtiyacı
- Ormanların azalması
- Sera gazlarının fabrikalardan filtresiz bir şekilde doğaya salınması
- Araç sayısındaki artış.

2.1.3 İç Ortam Hava Kalitesi

Karbon salımının artması küresel ısınma ve beraberinde iklim değişikliği gibi küresel sorunlara yol açarken dış ve iç ortam hava kalitesini de olumsuz etkilemektedir. İç ortam hava kalitesinin insan sağlığı üzerinde önemli etkileri vardır. Yapılarda hem dış cephede hem de iç mekânlarda kullanılan malzemelerin insan sağlığı açısından uygun malzemelerden seçilmesi ve havalandırmaya dikkat edilmesi gerekir (İlkılıç ve Behçet 2006).

İç ortam hava kalitesi, tanımlaması zor karmaşık bir yapıya sahip olmakla birlikte temelde iç ortamdaki havanın temiz olması anlamına gelmektedir. İç ortam hava kalitesini tanımlamak ve sınırlarını net bir şekilde belirlemek zordur. Çünkü içerisinde bulunan ortama göre istenilen hava kalitesi algısı farklılık gösterebilir. Araştırmalar kirleticilerin seviyesinin dış ortamda iç ortamda bulunan kirleticilere göre daha temiz olduğunu göstermektedir. İnsanlar zamanlarının çoğunu iç ortamlarda geçirmektedir. Bundan dolayı iç ortam hava kalitesini düşüren kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırılmaması durumunda iç ortam hava kalitesinin insan sağlığı ve konforu bakımından üzerinde durulması gereken bir konu olduğu anlaşılmaktadır (O'Neill vd, 2020).

Doğal yollardan veya mekanik sistemlerle kapalı bir ortama verilmesi veya mahalde bulunan kirli havanın alınması havalandırma olarak tanımlanmaktadır. Kirli iç havanın uygun miktarda temiz hava ile değiştirilmesi de havalandırma olarak tanımlanabilir. Havalandırma yapılırken gereken temiz hava miktarı ortamın hacmine ortamdaki kişi sayısına ve ortamdaki gereken hava değişim katsayısına göre hesaplanabilir. Mahaldeki kirleticilerin tamamının miktarının ve yoğunluğunun kontrol edilebilmesi mümkün değildir. Karbondioksit ortamdaki kirleticilerin tamamını büyük oranda temsil ettiği kabul edilerek, ortam havalandırması CO₂ seviyesine göre yapılmalıdır (Bulut 2011).

Yapılarda iç ortam hava kalitesine dikkat edilmesi gereken mekânlardan biri de kapalı otopark alanlarıdır. Özellikle fosil tabanlı yakıtlar ile çalışan araçların çalışır halde ve sabit şekillerde bulunduğu otopark alanlarında havalandırma yapılarak iç ortam hava kalitesinin sağlanması insan sağlığı açısından önemlidir. Havalandırmayı mekanik sistemler ile sağlamak yerine doğal havalandırma yapılarak iç ortam hava kalitesinin sağlanması, havalandırmanın yapının enerji verimliliğine etkisini en aza indirecektir. Enerji ile ilgili en temel problem kaynakların sınırlı olması ve hızla tükenmesi olduğundan, sürdürülebilirlik kapsamında yapı sektöründe enerji tüketiminin pasif tasarım ilkeleriyle en aza indirilmesi amaçlanmalıdır. Bunun sağlanması için özellikle aydınlatma ve havalandırma tasarımlarında doğal yollar tercih edilmelidir.

2.1.4 Enerji Verimliliği

Sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar da önem kazanmaktadır. Ülkeler konu ile ilgili harekete geçerek enerji verimliliği ile

ilgili çalışmalarını hızlandırmıştır. Enerji verimliliğinin sağlanmasında üretim, dağıtım ve tüketimdeki kayıpların en aza indirilmesi gereklidir (EYODER 2020).

Enerji sektöründe, tasarruf ve verimlilik tanımları birbirinden farklıdır. Enerji tasarrufu kullanıcılar tarafından enerji ve enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasıyla tüketim miktarlarının azaltılmasıdır. Enerji verimliliği ise teknolojiyi daha aktif kullanarak hem üretimde hem de tüketimde kullanım kalitesini ve performansını azaltmadan, konfordan ödün vermeden enerji tasarrufu sağlanmasıdır (Kayın 2019).

Enerji yönetim sisteminde, enerjinin analizinden başlayarak; enerji harcamalarının fazla olduğu bölümlerin belirlenip tüketilen enerjinin tasarruflu harcanması istenir, enerji verimliliğini artırmak beklenir, sonrasında ise yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması talep edilir (Kırbaş 2019).

Elektrik enerjisi kullanılan enerji kaynakları içinde, kolay kullanımı, ülkemizde sistemsal açıdan yaygın olarak bulunması, insan hayatının her noktasında olması nedeniyle dünyada en çok tüketilen enerji çeşididir. Türkiye’de de dünyada olduğu gibi elektrik enerjisi tüketim açısından enerji kaynakları içerisinde birinci sırada gelmektedir (Kahraman 2019).

Ülkemizde de dünyada olduğu gibi sürdürülebilir bir yapı sektörü hedeflenmektedir. Bunun için yasal düzenlemeler ve ölçme değerlendirme sistemleri geliştirilmiştir. Günümüzde Türkiye de kullanılan BEP TR uygulaması ile yapıların enerji verimliliği analiz edilmekte ve derecelendirilmektedir. Yapılarda enerji verimliliği ile ilgili (Dikmen 2011; Çakmanus 2004; Aydın 2019; Çiftçi ve Balyemez 2019) birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda enerji etkin yapı tasarımları için yapılması gerekenler, enerjinin korunumu, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi gibi konular ele alınmıştır.

Yapı sektöründe konut yapılarının fazlalığı ve enerji tüketim miktarları dikkate alındığında enerji etkin tasarımların konut yapılarında da üzerinde durulması gerekmektedir. Konut yapılarında enerji verimliliği ile ilgili çalışmalara (Yağlıca 2020; Aydın 2017; Savaşkan 2015; Soğukoğlu ve Vatan 2014) bakıldığında ısı kayıpları, yalıtım, sertifika sistemlerinin önemi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının önemi gibi konuların incelendiği görülmüştür.

Yapılarda enerji tüketimine olumsuz etkisi olan alanlardan birisi de otopark alanlarıdır. Kapalı otopark alanları aydınlatma ve havalandırma gereksinimlerinden dolayı enerji tüketimiyle doğrudan ilişkisi bulunmaktadır. Yapının toplam enerji

tüketimine etkisi bakımından kapalı otopark alanlarının tasarım kriterlerinin ve enerji verimliliğine etkisinin incelenmesi gerekmektedir. Literatürde otoparklar (Kocaman 2020; Yıldırım 2019; Sultansu 2019) ile ilgili pek çok çalışma incelenmiştir. Kocaman'a (2020) göre kapalı otopark alanlarında aydınlatma yaparken led lambalar kullanmak enerji tasarrufu artırmaktadır. Yıldırım (2019) otoparkların tasarımlarının nasıl olması gerektiği ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Sultansu (2019) kapalı otoparklarda mekanik havalandırma sistemleri ile ilgili teknik incelemelerde bulunmuştur.

Yukarıdaki literatür taraması kısmında sürdürülebilirlik, karbon salımı, iç ortam hava kalitesi ve enerji verimliliği konularıyla ilgili tanımlamalar yapılmıştır. Yapı çeşitliliğinde büyük paya sahip olan konut yapıları tanımları yapılan konulardaki etkileri bakımından üzerinde durulması gereken bir husustur. Konut yapılarının inşasında kullanılan malzemelerin üretiminde, inşaat aşamasında ve kullanımı sırasında tüketilen enerji, enerjinin de büyük bölümünün fosil kaynaklardan elde edildiği düşünüldüğünde doğrudan ya da dolaylı olarak ciddi miktarda karbon salımına sebep olmaktadır. Kapalı alanlardan oluşan konut yapılarında iç ortam hava kalitesi de insan sağlığı ve konforu bakımından ihmal edilmemesi gereken bir konudur. Konutlardaki kapalı otopark alanları kapalı hacimler içerisinde ortak müştemilat alanları ile en büyük hacmi oluşturmaktadır. İç ortam hava kalitesinin sağlanması için gereken havalandırma ihtiyacının karşılanması ve aydınlatma ihtiyacından dolayı enerji verimliliği konularında yapının enerji performansına büyük oranda etki etmektedir. Daha önce yapılan araştırmalar değişik tip yapılardaki enerji verimliliği konusunu farklı açılardan ele almışsa da kapalı otopark alanlarının yapılarda enerji verimliliğine etkisi açısından bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada otoparkların enerji verimliliği açısından mekânsal olarak tasarım kriterleri açısından incelenmesi yapılmıştır.

2.2 OTOPARK KAVRAMI

Otomobil, insanların harcamalarında konuttan sonra gelen en büyük harcama kalemi olmuştur. Otomobil sahipliği insanlara daha kısa zamanda daha fazla yolculuk yapabilme imkânı sağlayarak aktivite zenginliği sunmuştu. Bireysel araç sahipliği toplu taşımaya göre daha özgür ve rahat imkanlar sunduğu için daha tercih edilir hale gelmiştir. Otomobil sahipliğinin artması beraberinde kentsel yayılma problemini getirmektedir (Yetişkul ve Şenbil 2018).

Otomobil ile yapılan her yolculuk bir park yerinden başlayıp yine bir park yerinde bitmektedir. Özel kullanımda olan otomobillerin genelde günde ortalama 3 saatleri hareket halinde geçerken 20 saatten çoğu herhangi bir park alanında geçmektedir. Buldukları park alanı ortalama $25 m^2$ bir alan kaplar ve özel otomobiller günde en az iki farklı lokasyonda (ev ile işyeri gibi) park etme alanına ihtiyaç duymaktadırlar (Can 2019).

Otopark, motorlu kara taşıtlarının toplu şekilde park ettikleri açık ya da kapalı alandır. Dünyada nüfusun hızla artması, teknolojinin gelişimi ve ekonomideki gelişmeler ile artan refah düzeyi sonucunda dünyada ve ülkemizde araç sahipliği artmakta ve daha fazla otopark alanına ihtiyaç duyulmaktadır (Yıldırım 2019).

2.2.1 Açık Otoparklar

Artan nüfus beraberinde araç kullanımını da artırmıştır. Hızlı yaşam araç ihtiyacını vazgeçilmez kılarken, araçların park ihtiyacı için peyzaj alanları kullanılmaktadır. Sanayi devrimi ile üretim hızlanmış ve belirli merkezlerde yoğunlaşmıştır. Yoğunlaşan kentlerde büyük binaların yapılmasıyla, araç sayısının ve kullanımının artmasıyla yeşil alanlar azalmış çevre ve hava kirliliği gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Ulaşımın motorlu taşıtlarla yapılmasından dolayı açık otoparklar şehirlerin mecburi alanları haline gelmiştir. Açık otoparklar genellikle şehir görünümüne ve çevreye olumsuz etki etmektedir. Araç sayısının nüfus artış hızından daha hızlı bir şekilde artması kentlerde otopark sorunlarının da artmasına sebep olmaktadır (Pour 2016).



Şekil 2.1: Chicago 1930'lar Sokak Dışı Park Yeri (Pour 2016)



Şekil 2.2: Denver, 1950. Park Yeri Olarak Kullanılan Arazi (Pour 2016)

2.2.2 Kapalı Otoparklar

Yer üstünde ve yerin altında pek çok otopark alanı yapılmıştır ve yapılmaktadır. İnşa edilen yer altında ve kimi yerin üstündeki otoparklar, kapalı otopark şeklinde kullanılmaktadır. Ayrıca Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca yapılan son düzenlemelere göre yapı ruhsatı taleplerinde her daireye en az bir otopark olması zorunlu hale getirilmiştir. Dolayısıyla üretilecek otopark alanlarının bir bölümü kapalı otopark şeklinde olacaktır (Kocaman 2020). Yılmaz (2018)'a göre yanlış aydınlatma yapılan kapalı otoparklar araç sürücüleri ve yayalar açısından korkutucu ve tehlikeli olabilmekte ve aydınlatmanın yeterli ve doğru yapıldığı kapalı otoparklarda güvenli park alanı koşulları sağlanmış olmaktadır.



Şekil 2.3: Kapalı Otopark Örneği (Anonim 2022)



Şekil 2.4: Münih, Almanya (Can 2019)

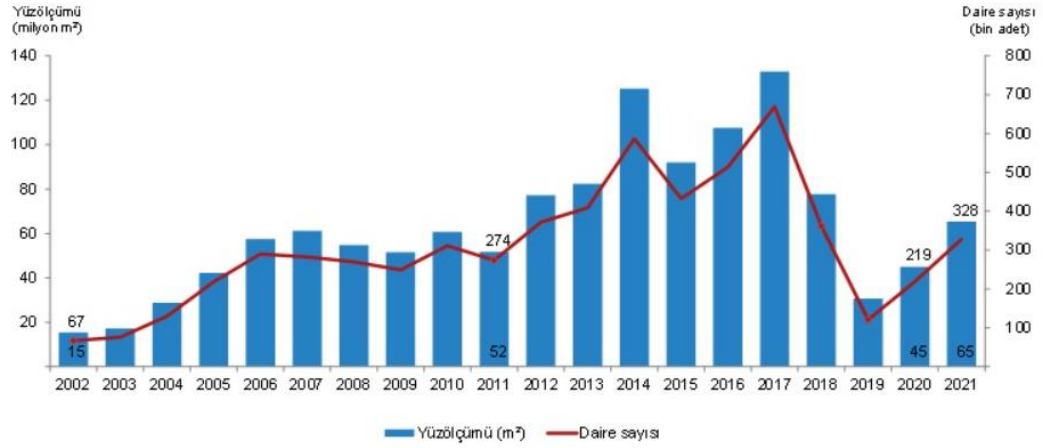
BÖLÜM III

TÜRKİYE’ DE OTOPARKLAR İLE İLGİLİ YASAL MEVZUAT

Türkiye’de 1950 yılından sonra hızlı şekilde şehirleşme sürecine girilmiştir. Bu tarihlerde şehirlerde nüfus hızlı bir biçimde artarken, şehirlerin yoğunlukları da önemli ölçülerde artış göstermiştir. Şehirlerin hızla gelişmesi ve yoğunluklarının artmasının bir nedeni de hususi araç sahipliğinin az olması ulaşımın toplu taşımayla gerçekleşmesidir. Şehirleşmenin arttığı ilk yıllarda özel araç kullanımının az olması ve ulaşımın büyük bir bölümü toplu taşımayla sağlanmasından dolayı otopark ihtiyacı hissedilememiştir. Şehirleşmenin ve nüfusun hızlı bir şekilde artması sonucunda konut üretimi de her geçen yıl artmıştır. Şekil 3.1 ve 3.2 de de gösterilen TÜİK (2021) verilerine göre,

“sadece 2021 yılının ilk altı ayında belediyeler tarafından verilen yapı ruhsatlarının bir önceki yılın aynı dönemine göre bina sayısı %88,4, yüzölçümü %45,3, değeri %93,7, daire sayısı %49,8 arttığı görülmektedir. Yapı ruhsatı verilen yapıların 2021 yılının ilk altı ayında toplam yüzölçümü 65,4 milyon m² iken; bunun 38,5 milyon m²'si konut, 14,4 milyon m²'si konut dışı ve 12,5 milyon m²'si ise ortak kullanım alanı olarak gerçekleşmiştir. Yapılan bu yapıların kullanım izni alanlarının çeşitliliğine bakıldığında yarısından fazlasını konut yapılarının oluşturduğu görülmektedir. Yapı kullanma izin belgesi verilen yapıların 2021 yılının ilk altı ayında toplam yüzölçümü 57,1 milyon m² iken; bunun 31,8 milyon m²'si konut, 13,6 milyon m²'si konut dışı ve 11,7 milyon m²'si ise ortak kullanım alanı olarak gerçekleşmiştir” (TÜİK, 2021).

Yapı ruhsatına göre yüzölçümü ve daire sayısı, Ocak-Haziran 2002-2021



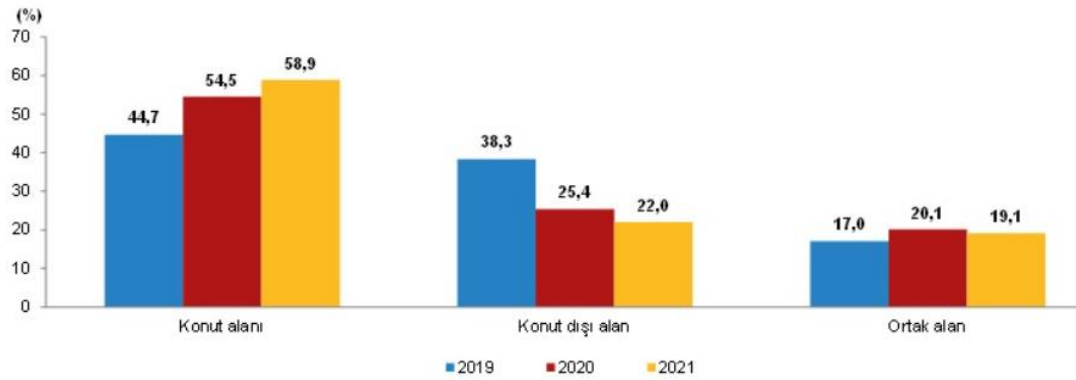
Yapı ruhsatı, Ocak-Haziran 2019-2021

	2021	2020 ^(r)	2019 ^(r)	Bir önceki yılın ilk altı ayına göre değişim oranı (%)	
				2021	2020
Bina sayısı	63 401	33 653	22 611	88,4	48,8
Yüzölçümü (m ²)	65 388 622	44 988 778	30 803 810	45,3	46,0
Değer (TL)	153 390 165 506	79 194 348 607	49 325 509 680	93,7	60,6
Daire sayısı	328 042	219 000	121 325	49,8	80,5

(r) Yapı izin istatistikleri 2019 ve 2020 yılları verileri revize edilmiştir.

Şekil 3.1: TÜİK 2021 Yılı İlk Altı Ay Yapı Ruhsatına Göre Yüzölçümü ve Daire Sayısı İstatistikleri (TÜİK 2021)

Yapı ruhsatına göre konut, konut dışı ve ortak alanların yüzölçümü payları, Ocak-Haziran 2019-2021



Şekil 3.2: TÜİK 2019-2021 Yılları Yapı Ruhsatlarındaki Konut Oranları (TÜİK 2021)

Türkiye’deki yapılaşma hızı ve konut yapılarının oranları dikkate alındığında bu yapılarda üretilen otopark alanlarındaki yıllık enerji tüketim miktarları ülke ekonomisine çok ciddi zararlar vermektedir. Ayrıca özel otomobil kullanımının

artmasıyla otopark sorunları başlamış ve bu konuda yasal düzenlemelere gidilmek zorunda kalınmıştır (Can 2019).

Otoparklar ile ilgili yapılan son resmi düzenleme, tablo 3.1’ de görüldüğü gibi 22 Şubat 2022 yılında uygulanmaya giren otopark yönetmeliğidir. Daha sonra bu yönetmelikte değişiklik yapan yönetmelikler ile sürekli yenilenmiştir. Son halini ise otopark yönetmeliğinin bazı maddelerinin yine değiştirilerek uygulamaya alındığı 16 Haziran 2022 tarihinde almıştır. Tablo 3.2’ de en son uygulanan otopark yönetmeliğinde meskenlerdeki kullanım zorunlulukları ile ilgili de tekrar yapılan düzenlemeler görülmektedir.

Tablo 3.1: Otopark Yönetmeliği - 2021

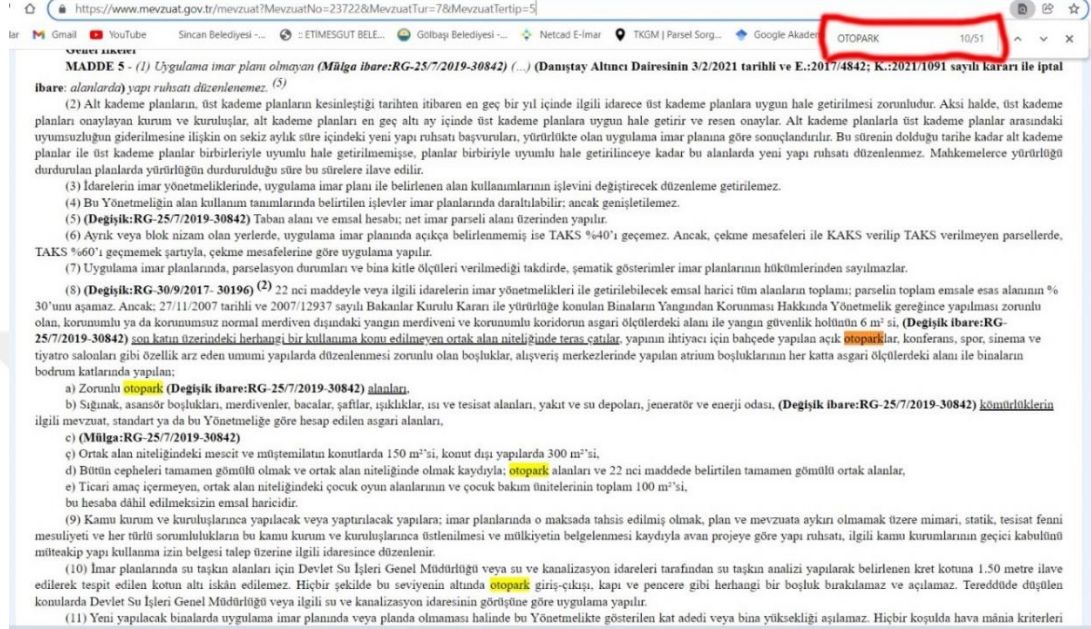
Yönetmeliğin Yayımlandığı Resmî Gazete'nin		
	Tarihi	Sayısı
	22/2/2018	30340
Yönetmelikte Değişiklik Yapılan Yönetmeliklerin Yayımlandığı Resmî Gazetelerin		
	Tarihi	Sayısı
1.	31/5/2018	30437
2.	7/9/2018	30528
3.	7/12/2018	30618
4.	31/5/2019	30790
5.	31/12/2019	30995 (5.Mükerrer)
6.	24/3/2020	31078
7.	30/6/2020	31171
8.	19/12/2020	31339
9.	25/3/2021	31434
10.	21/10/2021	31635
11.	16/6/2022	31868

Tablo 3.2: Otopark Yönetmeliği - 2021

Kullanım Çeşitleri	Otopark zorunluluğu
1- Meskenler (Değişik: RG-25/3/2021-31434)	80 m ² altı her 3 daire için 1 adet 80 m ² den 120 m ² ye kadar (120 m ² hariç) her 2 daire için 1 adet 120 m ² den 180 m ² ye kadar (180 m ²) hariç her daire için 1 adet 180 m ² ve üzeri her daire için 2 adet

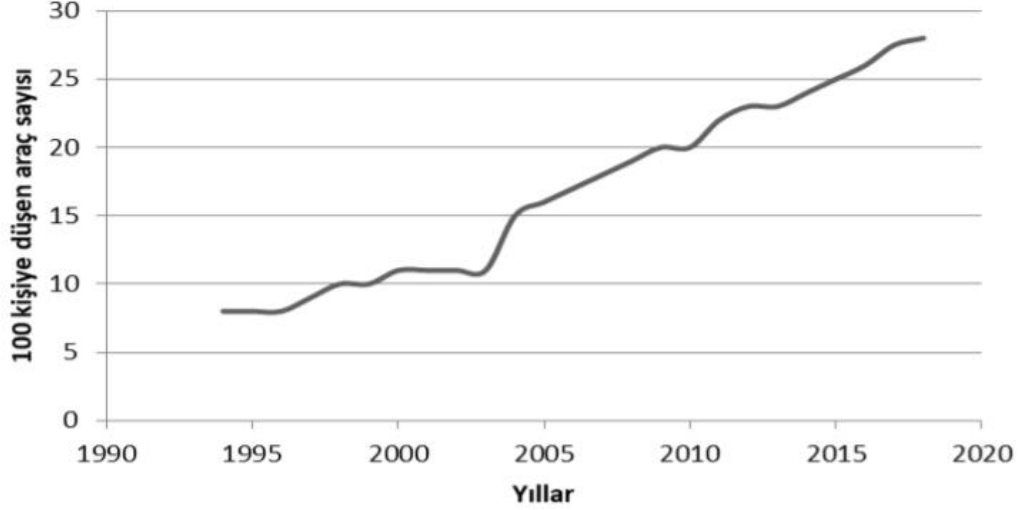
Şekil 3.3’de de görüldüğü gibi planlı alanlar imar yönetmeliğinin 51 yerinde otopark ibaresi geçmektedir. Bunların çoğunu tanımlamalar oluşturmaktadır. Resmî Gazete'nin (2017) İkinci Bölüm Genel İlkeler 5. madde 8. fıkra d bendinde, “*Bütün cepheleri tamamen gömülü olmak ve ortak alan niteliğinde olmak kaydıyla; otopark*

alanları ve 22. maddede belirtilen tamamen gömülü ortak alanlar” denilmektedir (Resmi Gazete 2018: 5). Otopark çözümlerindeki bu sınırlayıcı yaklaşım otoparkların daha önemli konular üzerinden ele alınmasından ise çözülebilirliğinin sağlanmasına yoğunlaşılmasına neden olmaktadır.



Şekil 3.3: Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği - 2017

Türkiye İstatistik Kurumundan elde edilen verilerin gösterdiğine göre 2008 ve 2017 yılları arasındaki nüfus 71,5 milyon kişiden 80,8 milyona yükselerek nüfus artış oranı %13 olmuştur. Bu yıllarda arası ulaşım araçlarındaki sayı 13,7 milyon adetten 22,2 milyon adede yükselerek %62 oranında artmıştır. Otomobilin bütün ulaşım araçlarındaki payı ise 6,7 milyon iken 12 milyon seviyelerine yükselerek %79 artmıştır TÜİK verilerine bakıldığında trafikte bulunan otomobil sayısının nüfus artışı miktarı ile paralel şekilde arttığı, şekil 3.4 de anlaşıldığı gibi aynı zamanda araç sayısındaki artış hızının nüfus artış hızına göre 6 kat fazla şekilde olduğu gözlenmektedir (Torun vd. 2019).



Şekil 3.4: Türkiye’de Kişi Başına Düşen Araç Sayısının Yıllara Göre Değişim Grafiği
(Torun vd. 2019)

Literatür araştırmaları daha önce kapalı otopark alanlarının binaların enerji performansının değerlendirilmesi konusunda bir çalışma yapılmadığını göstermektedir. Mevcut imar yönetmeliğinde otopark kavramı pek çok yerde geçmesine karşın bu maddelerin kapalı otoparkların konut yapılarının enerji performansını artıracak düzenlemelerden ziyade yeterlilikleri ve araçların yerleşim düzenlemeleri ile ilgili olduğu görülmektedir. Yine projelendirme sürecinde uyulması gereken otopark yönetmeliğinde de enerji performans kriterleri açısından bir düzenleme bulunmamaktadır. İlk defa 01.04.2010 tarihinde çıkan ve yapılan değişikliklerle son halini 19.02.2022 tarihinde tamamlayan binalarda enerji performansı yönetmeliğinde de kapalı otoparkların binaların enerji performansına yönelik etkileri ve yapılması gereken düzenlemeler ile ilgili bir madde bulunmamaktadır. Tüketilen enerji miktarında binaların payı göz önüne alındığında konut yapılarındaki enerji tüketimi önemli derecede fazladır. Yapılan çalışmanın konut yapılarında enerji tasarrufu ile ilgili yapının ortak alan hacminin büyük bir bölümünü oluşturan otopark alanlarının enerji tüketimine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bunun nedeni ise kapalı otopark alanlarının binaların enerji performansına yönelik olumlu sonuçlar vermesi için mevcut imar yönetmeliğinde, otopark yönetmeliğinde ve binalarda enerji performansı yönetmeliğinde gerekli ve yeterli maddelerin olmamasıdır.

“Türkiye de yeni yapılacak olan yapılarda ve eski binalarda enerji performans değerlendirmesi yapmak için Enerji Performansı Uygulaması (BEP TR) kullanılmaktadır. ÇŞB’ ye (2022) göre,

“...binalarda enerji performansı uygulaması BEP-TR 2, asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemleri ile ilgili bilgileri içeren belge olarak tanımlanabilecek Enerji Kimlik Belgesini düzenlemek için kullanılan ve Bakanlık internet adresinden erişim sağlanan yazılım programıdır. BEP-TR 2. versiyon yazılımı ana hatlarıyla iki parçadan oluşmaktadır. Bunlar, çevrim içi ve dışı olarak masaüstünde çalışan binalarda enerji performansı bakanlık uç yazılımı (BEP-BUY) ve web tabanlı olarak çalışan binalarda enerji performansı sunucu uygulaması (BEP-İS) olarak isimlendirilir.” (ÇŞB 2022: 47).

Bu çalışmada da kapalı otopark alanlarının konut yapıların da ki enerji tüketim verilerine etkisini incelemek için Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı uç yazılımı BEP-BUY kullanılmıştır. Türkiye de enerji performans yönetmeliklerince yasal olarak da kullanılmak zorunda olan BEP TR 2 uygulaması ile analiz edilen baz model ve baz model ile kıyaslamak için hazırlanan alternatif model analizleri karşılaştırılmıştır.

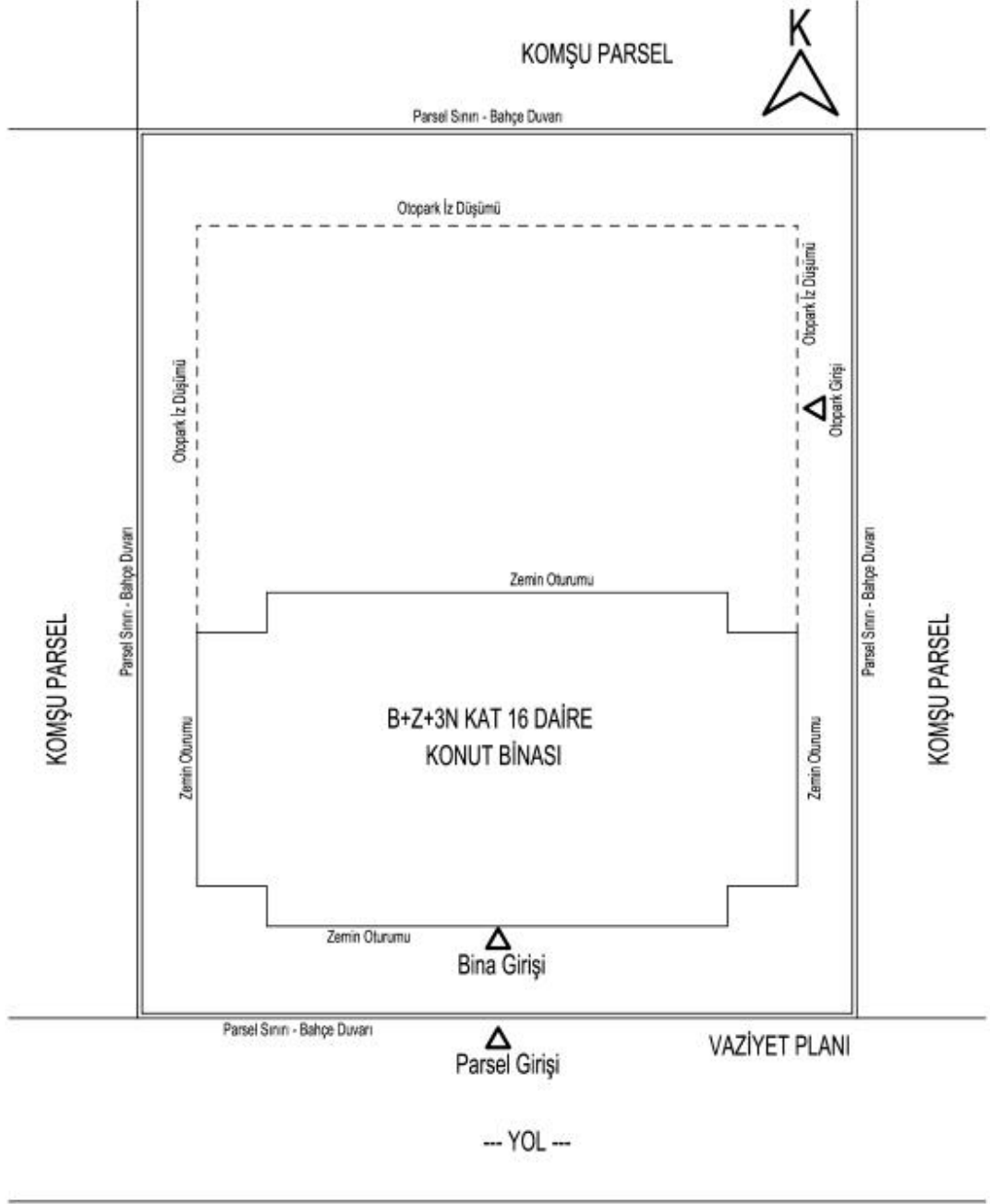
BÖLÜM IV

ÖRNEK ÇALIŞMA

Hazırlanan konut binasının lokasyon bilgisi BEP-TR programında, özellikler bölümünün bina bilgileri kısmına girilmektedir. Lokasyon bilgisi Ankara ili Çankaya ilçesi olarak belirlenmiştir.

Konutlarda kapalı otoparkların binanın enerji verimliliğine etkisinin karşılaştırmalı analiz yapılarak değerlendirilmesi için hazırlanan proje bodrum, zemin ve 3 normal kattan oluşmaktadır. Proje hazırlanırken mevcut imar yönetmeliği olan planlı alanlar imar yönetmeliği, otopark yönetmeliği, yangın yönetmeliği, ısı yalıtım yönetmeliği, binalarda enerji performansı yönetmeliği gibi uyulması zorunlu yönetmelikler dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Bina girişi şekil 4.1’de görüldüğü üzere cephe yol cephesidir. Parsel girişi de bu tek yol cephesinden sağlanmaktadır. Diğer cepheleri komşu parsellere bakmaktadır. Yapının bulunduğu parsel ayırık nizamdır. Bundan dolayı yapı bütün komşu parsellerden çekme mesafeleri uygulanarak oturtulmuştur. Dolayısı ile komşu parsellerdeki binalar ile bitişik cephesi yoktur. Sonuç olarak yapının bodrum katı dâhil tamamı kendi parsel sınırları içerisindedir.



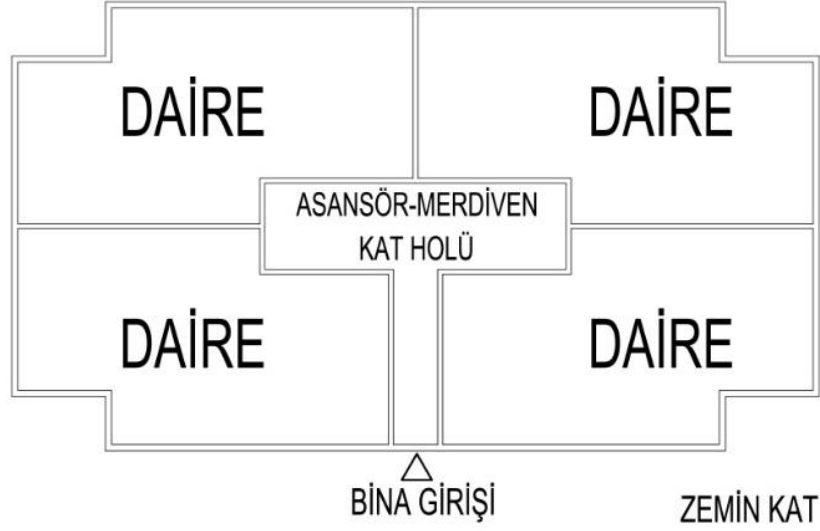
Şekil 4.1: Vaziyet Plan Şeması

Yapının zemin kat iz düşümüne denk gelen bodrum katında zorunlu müştemilat alanları yer almaktadır. Yine şekil 4.2’ de belirtildiği üzere, bodrum katta müştemilat alanları ile bitişik halde, otopark yönetmeliğine göre gerekli ve yeterli miktarda araç sayısını karşılayabilen otopark kısmı bulunmaktadır.



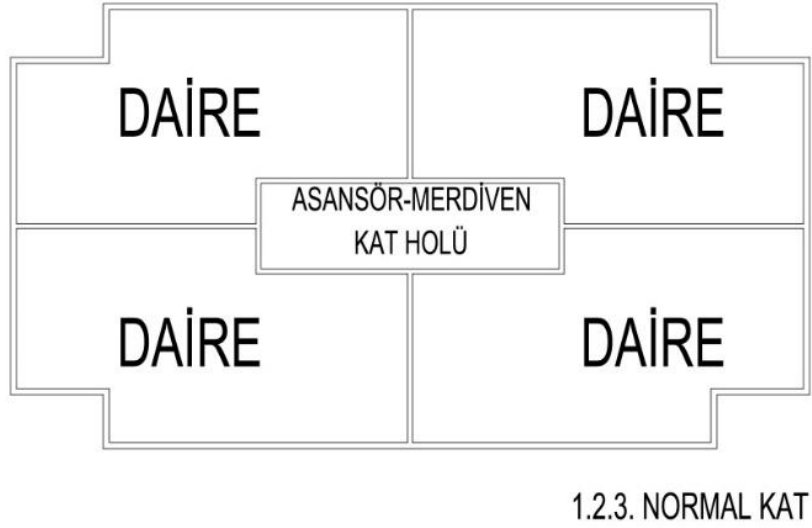
Şekil 4.2: Bodrum Kat Plan Şeması

Zemin katta bina giriş holü, asansör merdiven ve kat holünden oluşan çekirdek kısmı ve 4 adet bağımsız daire bulunmaktadır. Zemin katta bulunan bina girişi, yapının tek yol cephesine bakan taraftan verilmiştir.



Şekil 4.3: Zemin Kat Plan Şeması

Yapıda üç adet normal kat bulunmaktadır. Normal katlarda her katta dört adet bağımsız daire ve kat holü bulunmaktadır. En üst katta asansör ve merdiven kulesi yer almaktadır.



Şekil 4.4: 1.2.3. Kat Plan Şeması



Şekil 4.5: Çatı Katı Plan Şeması

Böylece yapı toplam on altı daire müştemilat alanı ve otopark alanından oluşmaktadır. Yapıda bulunan daireler 120 m^2 ile 180 m^2 aralığındadır. Müştemilat alanı 561 m^2 otopark alanı 660 m^2 şeklindedir. Otopark alanı mevcut otopark yönetmeliğine göre düzenlenen otopark sonucunda elde edilmiştir. Yapının toplam inşaat alanı 3528 m^2 büyüklüğündedir. Kat yükseklikleri bodrum katta $3,85 \text{ m}$ diğer katlarda ise 3 m olarak düzenlenmiştir.



Şekil 4.6: Örnek Çalışma 3D Görünümü

Mevcut yönetmeliklere göre hazırlanan projenin genel bilgileri Tablo 4.1’ de gösterilmektedir. Bu bilgiler BEP TR uygulamasına girilerek öncelikle projenin değişken olmadan analizleri yapılacak ve enerji tüketim verileri incelenecektir.

Tablo 4.1: Örnek Çalışma İçin Hazırlanan Projenin Genel Bilgileri

ÖRNEK ÇALIŞMA İÇİN HAZIRLANAN PROJENİN GENEL BİLGİLERİ	
PROJE ADI	
ÖRNEK ÇALIŞMA	
ALAN	
3528 m²	
BİNA TİPİ	
APARTMAN	
KONSTRÜKSİYON TİPİ	
TUĞLA VEYA BLOK ALÇAK BİNA	
BİNANIN KORUNMA (YALITIM) DURUMU	
KORUNMALI	
BULUNDUĞU İL	
ANKARA	
BULUNDUĞU İLÇE	
ÇANKAYA	
SIZDIRMAZLIK BİLGİLERİ	DİKDÖRTGEN OLMAYAN KOMPLEKS KAT PLANI VAMI?
	YOK
	SIZDIRMAZ BANT OLMAYAN KAPI PENCERE VARMI?
	YOK
BİTİŞİK BİNA VARMI?	
YOK	
SIVA YAPILMIŞ DUVAR VARMI	
VAR	
ISIL KÖPRÜLERİ	ÇATI ISI KÖPRÜSÜ TİPİ
	Çatı tavan döşemesi yalıtımlı, dıştan yalıtımlı duvar, giriş yalıtımsız
	BALKON ISI KÖPRÜSÜ TİPİ
	Dıştan yalıtımlı dış duvarı olan balkon döşemesi
	KOLON ISI KÖPRÜSÜ TİPİ
	Dıştan yalıtımlı dış duvarı olan kolon
	KÖŞE ISI KÖPRÜSÜ TİPİ
	Dıştan yalıtımlı dış duvar
	BÖLME DUVAR ISI KÖRÜSÜ TİPİ
Dış ortama temas eden, yalıtımlı iç duvar (dıştan yalıtımlı duvar birleşimli)	
ARA KAT DÖŞEME ISI KÖPRÜSÜ TİPİ	
Dıştan yalıtımlı dış duvar ile birleşen, dıştan yalıtımlı ara kat döşemesi	
TOPRAĞA BASAN DÖŞEME ISI KÖPRÜSÜ TİPİ	
Dıştan yalıtımlı dış duvar ile birleşen, döşeme altı yalıtımlı toprak üstü döşeme	
İKLİMLENDİRİLMİYEN ZONA BASAN ISI KÖPRÜSÜ TİPİ	
Dıştan yalıtımlı dış duvar ile birleşen, iklimlendirilmeyen zona basan altı yalıtımlı döşeme	
PENCERE KAPI AÇIKLIKLARI ISI KÖPRÜSÜ TİPİ	
Dıştan yalıtımlı dış duvar ile dışarıdan birleşen pencere çerçevesi	
FOTOVOLTAİK SİSTEMLER	
YOK	
KOJENERASYON SİSTEMLERİ	
YOK	
MEKANİK ISITMA SİSTEMİ	
KOMBİ (HER DAİRE İÇİN)	
MEKANİK SOĞUTMA SİSTEMİ	
YOK	
MEKANİK SICAK SU SİSTEMİ	
KOMBİ (HER DAİRE İÇİN)	

Tablo 4.1'in Devamı

MEKANİK HAVALANDIRMA SİSTEMİ	BEP TR Konutlarda Havalandırma tipini Doğal Havalandırma Olarak Otomatik Şekilde Tanımladığı İçin Havalandırma Sistemi Girişi Yapılmamıştır. Ayrıca değerlendirilmiştir.
-------------------------------------	---

Tablo 4.1' de belirtilen genel bilgiler binanın hem baz hem de alternatif modellerinde aynı şekilde girilecektir. Mevcut yönetmeliklere göre hazırlanan projenin yapı bileşenleri bilgisi ise aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Bu bilgiler BEP TR uygulamasına girilerek öncelikle projenin değişken olmadan analizleri yapılarak enerji tüketim verileri incelenmiştir.

Binanın yapı bileşenleri ile ilgili özellikleri Tablo 4.2' de gösterilmiştir. Yapı bileşenleri tablosunda aydınlatma ile ilgili bilgi verilmemiştir. Çünkü BEP TR uygulamasında aydınlatma bilgileri bölge özelinde tanımlanmaktadır. Analiz yapmak üzere hazırlanan bütün bina modellerinde, aydınlatma yapının otopark kısmı hariç bütün bölgelerinde aynı tip, sayı ve şiddette kullanılmıştır.

Tablo 4.2: Örnek Çalışma İçin Hazırlanan Projenin Yapı Bileşenleri

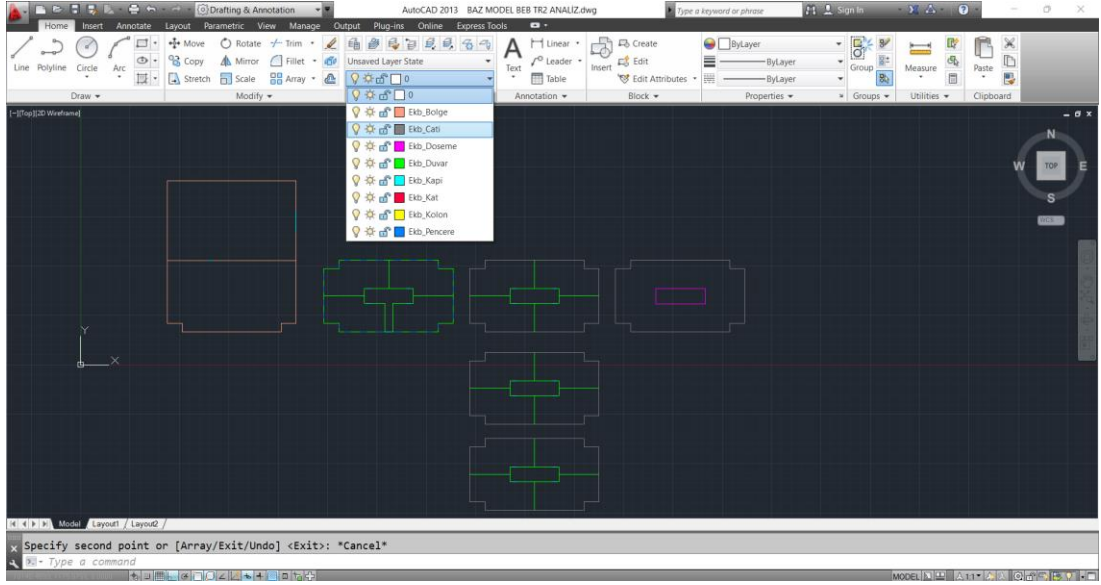
ÖRNEK ÇALIŞMA İÇİN HAZIRLANAN PROJENİN YAPI BİLEŞENLERİ TABLOSU	
TEMEL	Sentetik Malzemedeki Kaplamalar 2 cm
	Düzeltilme Beton 5 cm
	Hasır Çelikli Beton 15 cm
	Tesisat Dolgusu 20 cm
	Donatılı Beton 50 cm
	Düzeltilme Beton 5 cm
	Polimer Bitümlü Su Yalıtım Örtüleri 3 mm
	Grobeton 10 cm
	Blokaj 15 cm
BETONARME PERDE DUVARLAR	Sadece Alçı Kullanılarak (Agregasız) Yapılmış Sıva 2 cm
	Donatılı Beton 30 cm
	Düzeltilme Sıvası 2 cm
	Polimer Bitümlü Su Yalıtım Örtüleri 3 mm
	Mineral ve Bitkisel Lifli Isı Yalıtım malzemeleri 5 cm
	Sadece Alçı Kullanılarak (Agregasız) Yapılmış Sıva 2 cm
ARAKAT DÖŞEMELER	Ahşap 8 mm
	Ekstrüde Polistren Köpüğü 4 mm
	Çimento Harçlı Şap 5 cm
	Donatılı Beton 25 cm
	Sadece Alçı Kullanılarak (Agregasız) Yapılmış Sıva 2 cm

Tablo 4.2'nin devamı

DIŞ DUVAR LAR	Sadece Alçı Kullanılarak (Agregasız) Yapılmış Sıva 2 cm	
	Bims 20 cm	
	Düzeltilme Sıvası 2 cm	
DIŞ DUVAR LAR	Mineral ve Bitkisel Lifli Isı Yalıtım malzemeleri 5 cm	
	Sadece Alçı Kullanılarak (Agregasız) Yapılmış Sıva 2 cm	
BÖLME DUVARLAR	Sadece Alçı Kullanılarak (Agregasız) Yapılmış Sıva 2 cm	
	Tuğla 8,5 cm	
	Mineral ve Bitkisel Lifli Isı Yalıtım malzemeleri 4 cm	
	Tuğla 8,5 cm	
PENCERELER	Saydam Materyal	Isı ve Güneş Kontrollü Yalıtım Camları
	Çerçeve Tipi	PVC
	Pencere Tipi	Açılabilir
	Pencere Sayısı	64 Adet (150 cm x 150 cm) 16 Adet (180 cm x 200 cm) 16 Adet (90 cm x 220 cm)
	Toplam Pencere Yüzey Alanı	233,28 m²
KAPILAR	Kapı Tipi	Metal (Isı Yalıtımlı) (Sadece Daire Giriş Kapıları Girilmiştir)
	Kapı Yüksekliği	220 cm
ÇATI DÖŞEMESİ	Isı Yalıtımı 10 cm	
	Betonarme Döşeme 25 cm	
	Tavan Sıvası 2 cm	
ÇATI ÖRTÜŐÜ	Kiremit 6 cm	
	Su Yalıtımı 6 mm	
	Kaplama Tahtası 2 cm	
	Mertek 10 cm	

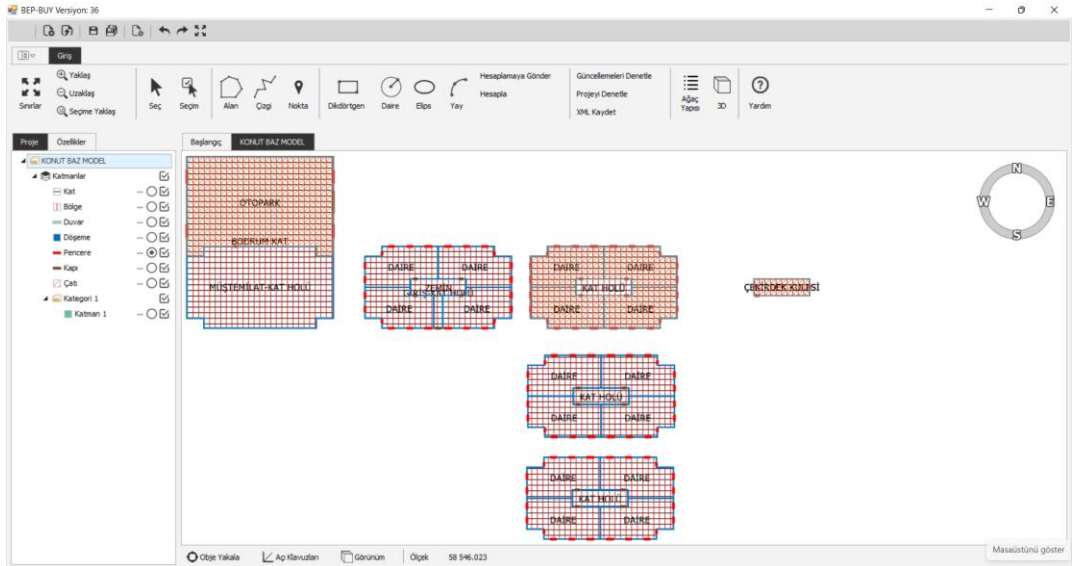
4.1 MEVCUT YÖNETMELİKLERE GÖRE HAZIRLANAN BAZ MODEL ANALİZİ

Baz model tel çerçeve metodu ile CAD ortamında çizilerek Binalarda Enerji Performansı Uygulaması (BEP-TR 2) ile analiz için hazırlanmıştır. CAD ortamında hazırlanan proje şekil 4.7' deki gibi görülmektedir.

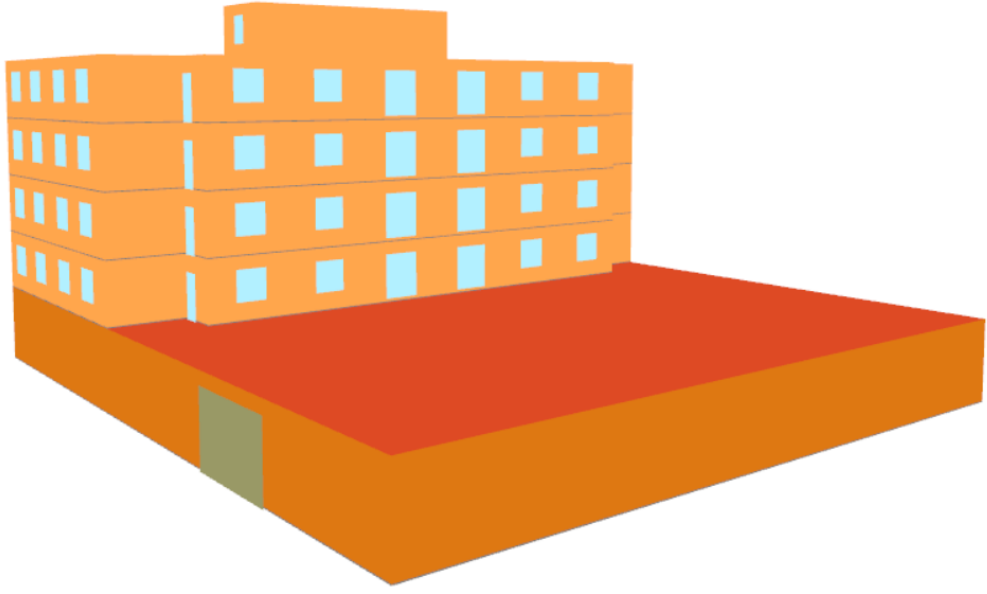


Şekil 4.7: AUTOCAD Ortamında Tel Çerçeve Yöntemiyle Hazırlanan Baz Model

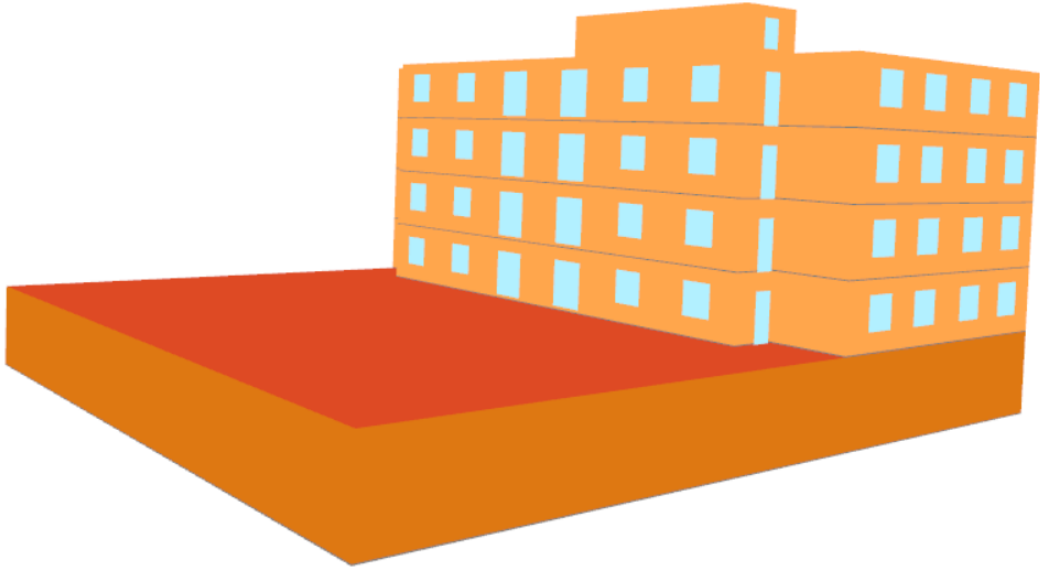
CAD ortamında hazırlanan baz modelde BEP TR de bilgi girişlerini yapmak üzere kat, bölge, duvar, döşeme, pencere, kapı, çatı katmanları oluşturulmuştur. Şekil 4.8'deki hazırlanan kat çizimleri ve oluşturulan katmanlara, BEP TR uygulaması ile yönetmeliklere uygun şekilde veri girdileri sağlanmıştır.



Şekil 4.8: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Baz Model



Şekil 4.9: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Baz Model 3D



Şekil 4.10: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Baz Model 3D

Hazırlanan baz modelde otopark alanı tamamen gömüde olarak çözümlenmiştir. Bu nedenle otopark alanı doğal havalandırma ve doğal aydınlatmadan faydalanamamaktadır. Otopark alanı ısıtılmayan alan olduğu için herhangi bir mekanik ısıtma girdisi yoktur. Yine BEP TR uygulamasında konutlarda havalandırma doğal kabul edildiği için otopark alanına herhangi bir mekanik havalandırma

girilmemiştir. Otopark alanının aydınlatması hacim tamamen gömüde olduğu için tamamen yapay aydınlatma ile sağlanmak zorundadır. Gereken yapay aydınlatma miktarı aydınlatma hesabı yapılarak belirlenmiştir.

Otopark alanı aydınlatma hesabı yapılırken alanın eni, boyu, armatürün yerden yüksekliği, otopark alanında kullanılan yer, duvar ve zemin malzemelerinin yansıtma katsayıları, kirlenme durumu, temizlenme süresi, mekânda ihtiyaç duyulan minimum aydınlık şiddeti, aydınlatma armatürünün gücü ve ışık akısı bilgileri gerekmektedir (Elektrik Mühendisleri Odası 2022).

$$a \text{ (en)} = 33 \text{ m}$$

$$b \text{ (boy)} = 20 \text{ m}$$

$$A \text{ (alan)} = 660 \text{ m}^2$$

$$h \text{ (yükseklik)} = 3,85 \text{ m}$$

Tavan: Beyaz (0.70-0.90)

Duvar: açık gri (0.40-0.60)

Zemin: beton (0.10-0.50)

Otopark alanının endeksi: $a \times b / h \times (a + b)$ formülü ile hesaplanmıştır. Bu formüle göre otopark alanının endeksi 3,23 olarak bulunmuştur.

Alan endeksi (k) hesaplandıktan sonra tavan, duvar ve zemin malzemelerinin yansıtma katsayıları tablo 4.3'ten bulunarak elde edilen sonuçlara göre tablo 4.4' ten oda verimi bulunmuştur.

Tablo 4.3: Bazı Önemli Malzemelerin Yansıtma Katsayıları (Elektrik Mühendisleri Odası 2022)

Malzeme	%	Duvar Boyaları	%
Koyu Kahverengi	0,10-0,20	Meşe Açık Renk	0,25-0,35
Açık Sarı	0,60-0,70	Sunta Krem Rengi	0,50-0,60
Açık Yeşil	0,45-0,55	Alçı Sıva	0,90
Açık Kırmızı	0,30-0,50	Eloksallı Alüminyum	0,85
Gök Mavisi	0,35-0,45	Beton	0,10-0,50
Beyaz	0,70-0,90	Cam-Gümüş-Ayna	0,85-0,90
Pembe	0,45-0,55	Granit	0,20-0,25
Açık Gri	0,40-0,60	Beyaz Mermer	0,60-0,65
Kahverengi	0,20-0,30	Kireç Badana	0,40-0,45

Tablo 4.4: Oda Verimi Tablosu (Elektrik Mühendisleri Odası 2022)

TAVAN	0,8				0,5				0,3	
DUVAR	0,5		0,3		0,5		0,3		0,1	0,3
ZEMİN	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1
Oda indeksi k	ODA VERİMİ η									
0,6	0,24	0,23	0,18	0,18	0,2	0,19	0,15	0,15	0,12	0,15
0,8	0,31	0,29	0,24	0,23	0,25	0,24	0,2	0,19	0,16	0,17
1	0,36	0,33	0,29	0,28	0,29	0,28	0,24	0,23	0,2	0,2
1,25	0,41	0,38	0,34	0,32	0,33	0,31	0,28	0,27	0,24	0,24
1,5	0,45	0,41	0,38	0,36	0,36	0,34	0,32	0,3	0,27	0,26
2	0,51	0,46	0,45	0,41	0,41	0,38	0,37	0,35	0,31	0,3
2,5	0,56	0,49	0,5	0,45	0,45	0,41	0,41	0,38	0,35	0,34
3	0,59	0,52	0,54	0,48	0,47	0,43	0,43	0,4	0,38	0,36
4	0,63	0,55	0,58	0,51	0,5	0,46	0,47	0,44	0,41	0,39
5	0,66	0,57	0,62	0,54	0,53	0,48	0,5	0,46	0,44	0,4
Oda indeksi k = $a \times b / h \times (a + b)$							3,23			

Armatür cinsi: Floresan lamba (80W-6080 lümen)

Aydınlatma tipi: Direkt aydınlatma

Temizleme süresi: 3 yıl

Kirlenme durumu: Çok kirlenme

Armatür cinsi, aydınlatma tipi, temizlenme süresi ve kirlenme durumu bilgilerine göre kirlenme (bakım) faktörü (d) verisi tablo 4.5'ten elde edilmiştir. Buna göre otopark alanının kirlenme faktörü 3,10 olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.5: Kirlenme (Bakım) Faktörü Tablosu (Elektrik Mühendisleri Odası 2022)

Armatür Cinsi	Aydınlatma Tipi	Temizleme Süresi			Kirlenme Durumu
		1 YIL	2 YIL	3 YIL	
Aktor Filamanlı Lâmba (Enkandesean)	Direkt	-	-	-	Az Kirlenme
		1,35	1,55	-	Normal Kirlenme
	Yarı Direkt	1,65	2,15	-	Çok Kirlenme
		1,25	1,40	-	Az Kirlenme
	Karışık	1,45	1,80	-	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Yarı Endirekt	1,25	1,40	-	Az Kirlenme
		1,45	1,80	-	Normal Kirlenme
	Endirekt	-	-	-	Çok Kirlenme
		1,35	1,55	-	Az Kirlenme
-	1,65	2,15	-	Normal Kirlenme	
-	-	-	-	Çok Kirlenme	
Flüoresan Lâmba	Direkt	-	-	-	Az Kirlenme
		1,40	1,70	1,90	Normal Kirlenme
	Yarı Direkt	1,85	2,55	3,10	Çok Kirlenme
		1,25	1,40	1,55	Az Kirlenme
	Karışık	1,45	1,80	2,06	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Endirekt	1,35	1,55	1,75	Az Kirlenme
		1,65	2,15	2,50	Normal Kirlenme
	-	-	-	Çok Kirlenme	
	-	1,25	1,45	-	Az Kirlenme
-	-	-	-	Normal Kirlenme	
-	-	-	-	Çok Kirlenme	

Kapalı otopark alanlarında istenilen minimum aydınlık şiddeti 75 lüks' tür (Kocaman 2020). Yeterli aydınlatma için toplam ne kadar ışık akısına ihtiyaç duyulduğu: $d \times E \times A$ / mekân verimi formülü ile hesaplanmıştır. Buna göre: $3,10 \times 75 \times 660 / 0,52 = 295,096$ lümen ışık akısı gerekmektedir. Kullanılan floresan lamba 6080 lümen ışık akısı üretmektedir. Toplam gereken ışık akısı kullanılan armatürün ışık akısına bölünerek, otopark alanının gerekli düzeyde aydınlatılabilmesi için kaç adet armatüre ihtiyaç duyulduğu hesaplanmıştır.

$295,096$ (Toplam gereken ışık akısı) / 6080 (Bir adet armatürden elde edilen ışık akısı)

= 48,53 Adet armatür

Yapılan hesaplamalar sonucu otopark alanında istenilen aydınlık seviyesinin tamamen yapay aydınlatma ile sağlanabilmesi için 48 adet 80 W (6080 Lümen) toz korunumlu IP5X Floresan lamba kullanılmıştır. Kullanılan armatürlerin her biri birbirinden bağımsız olarak ihtiyaç halinde otomatik açılıp kapanan armatürler olarak tanımlanmıştır. Lamba sayısı ve teknik bilgileri BEP TR programına girildikten sonra BEP TR analiz sonuçları elde edilmiştir.

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
	Final	Primary	M2	M2Co2	Primary/Regen	M2Regen	M2Co2Gain		
Toplam	230005,48	253048,18	123,51	29,84	0,00	0,00		C 89	C 90
Isıtma	166406,82	167903,98	81,95	19,24	0,00	0,00		B 77	
Sıhhi Sıcak Su	36516,70	36721,66	17,92	4,20	0,00	0,00		C 96	
Soğutma	8783,44	15704,80	7,67	2,07	0,00	0,00		E 138	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	18298,51	32717,74	15,97	4,32				G 187	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı:		2048,78	Binanın Toplam Alanı:		3525,1	On Hesap Sonuç Raporu		Excel					
Net Enerji	Net Enerji Ref	Net Enerji Detaylı	PhiZones	PhiHeatings	PhiCoolings	Aydınlatma	Doğal Aydınlatma	İç Kazançlar	Güneş Kazançları	Isı Geçiş Zon	Isı Geçiş Malzeme	Havalandırma	İklimlendirme
pe	LampType	LampCount	Al	El	IntendedLightingL	ArtificialLightingLe	FyValue	FyValueGr	NeededLampCount	Result			
numu	Fluoresan (80 W)...	48	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	104,73	0,72	1,00	-13,63	7.350,48			
	Enkandesan (10...	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	14,44	5,19	5,19	41,93	2.670,38			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	121,96	0,82	1,00	-3,24	360,86			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	130,83	0,76	1,00	-4,24	352,22			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	131,57	0,76	1,00	-4,32	355,73			
	Enkandesan (75 ...	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	45,75	1,64	1,64	2,56	483,41			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	360,86			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	354,24			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	357,75			
	Enkandesan (10...	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	79,44	0,94	1,00	-0,22	566,85			
	Enkandesan (10...	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	90,71	0,83	1,00	-0,69	226,30			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	360,86			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01			
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	354,24			

Şekil 4.11: Baz Model BEP TR Analiz Sonuçları

Şekil 4.11’de belirtilen analiz sonuçlarına göre yapının aydınlatma tüketimi yıllık 18298,51 kWh olarak hesaplanmıştır. Bunun yapının otopark alanına ait olan kısmı ise yıllık 7350,48 kWh olmuştur. Yine BEP TR analiz sonuçlarında Şekil 4.12’de görüldüğü üzere tamamen gömüde olan otopark alanı doğal aydınlatmadan faydalanamamaktadır.

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yl)	(kg CO2/m2.yl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yl)	(kg CO2/m2.yl)		
	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain	EkbClass	Co2Class
Toplam	230005,48	253048,18	123,51	29,84	0,00	0,00	0,00	C 89	C 90
Isıtma	166406,82	167903,98	81,95	19,24	0,00	0,00	0,00	B 77	
Sıhhi Sıcak Su	36516,70	36721,66	17,92	4,20	0,00	0,00	0,00	C 96	
Soğutma	8783,44	15704,80	7,67	2,07	0,00	0,00	0,00	E 138	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	18298,51	32717,74	15,97	4,32				G 187	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı: 2048,78 Binanın Toplam Alanı: 3525,1 On Hesap Sonuç Raporu Excel

ZoneId	ZoneArea	Day	Hour	Result
33	45,88	365	19	0,00
33	45,88	365	20	0,00
33	45,88	365	21	0,00
33	45,88	365	22	0,00
33	45,88	365	23	0,00
14	670,72	365	6570	0,00
15	561,70	365	6570	0,00
4	128,96	365	6570	1.174.392,05
5	128,96	365	6570	1.078.420,32
6	121,71	365	6570	2.005.084,00
7	121,71	365	6570	1.911.131,66
8	60,38	365	6570	0,00
9	128,96	365	6570	1.184.965,37
10	128,96	365	6570	1.078.420,32
11	128,96	365	6570	1.886.012,61
12	128,96	365	6570	1.787.421,07
13	45,88	365	6570	0,00

Şekil 4.12: Baz Model Doğal Aydınlatma Verilerini Gösteren BEP TR Analiz Sonuçları

Makine Mühendisleri Odası'na göre (2015), kapalı alanlarda havalandırma yapılmasının en önemli sebebi insan sağlığına olan etkileridir. Yapılarda otoparkta geçirilen zaman 1-15 dakika civarında öngörülmektedir. Bu yüzden insan sağlığı ve konforu için otopark alanlarında havalandırma yapılması zorunlu olmalıdır. Araçlardan yayılan gazların sağlık üzerindeki etkileri;

- Nitrojen dioksit (NO₂): Soluk alıp vermede zorlanma yapar, kronik bronşite sebep olabilir, enfeksiyon durumunda dayanma gücünü azaltır.
- Karbon monoksit (CO): Kanda bulunan oksijen seviyesini azaltır. Zehirlenme yoluyla Türkiye' de çok karşılaşılan ölüm nedenidir.
- Kurum (C): Sülfür dioksit oluşmasını artırır. (SO₂), akciğerlerin enfeksiyona kapmasına neden olur (Makine Mühendisleri Odası 2015).

Karşılıklı şekilde bulunan açıklıkların, katın toplam alanındaki payının %2,5 miktarını geçmeyen otopark tiplerinde hem doğal havalandırma hem de mekanik havalandırma yapılabilir. Açıklığın alandaki oranının %2,5 seviyesinden düşük olduğu otopark tiplerinde ise mekanik havalandırma yapılmalıdır. Araçlardan yayılan karbon monoksit, nitrojen dioksit, benzen, toz ve diğer kirleticilerin dışarı atılması için otopark alanının tamamında havalandırma yapılır (Makine Mühendisleri Odası 2015).

Günlük Havalandırma Debisi:

Havalandırma yapılacak otopark alanında hava debisi hesabının yapılması için kapasite belirlenir. Hesap farklı kriterlere göre yapılabilir.

1. Hava değişim sayısı,
2. Birim alan için sabit hava miktarı,
3. CO yayılım miktarı, yöntemlerinden birisine göre hesaplanır.

Birim Alan İçin Sabit Hava Debisi:

Hava değişim sayısı yöntemi BS 7346-7 İngiliz standardında tarif edilmiştir. Otopark hacmindeki havanın saat başına 6 defa değiştirilmesi gerekir İçerideki kirli hava ile dışardaki temiz havanın değiştirilme sıklığı hacimdeki havanın yenilenmesidir. Saat başına yenilenme ölçüsü saatlik hava değişim sayısı şeklinde tanımlanmaktadır. Hacimdeki kirlenme oranı temiz hava ihtiyacının ne sıklıkla değiştirilmesi gerektiğini belirler. Sonuç olarak hava ihtiyacı aşağıdaki şekilde hesaplanır (The BSI Standarts 2007).

$$Q = H V$$

Q: Mahale üflenen hava debisi (m³/h)

Hd: Hava değişim sayısı (defa/saat)

Vm: Mahalin toplam hacmi (m³)

Alan= 660 m² ve h = 3,85 m

$$V_m = A \times h = 657 \times 3,85 = 2541 \text{ m}^3$$

Otopark hava değişim sayısı (Hd) = 6 defa/h olması gerekir (The BSI Standarts 2007)

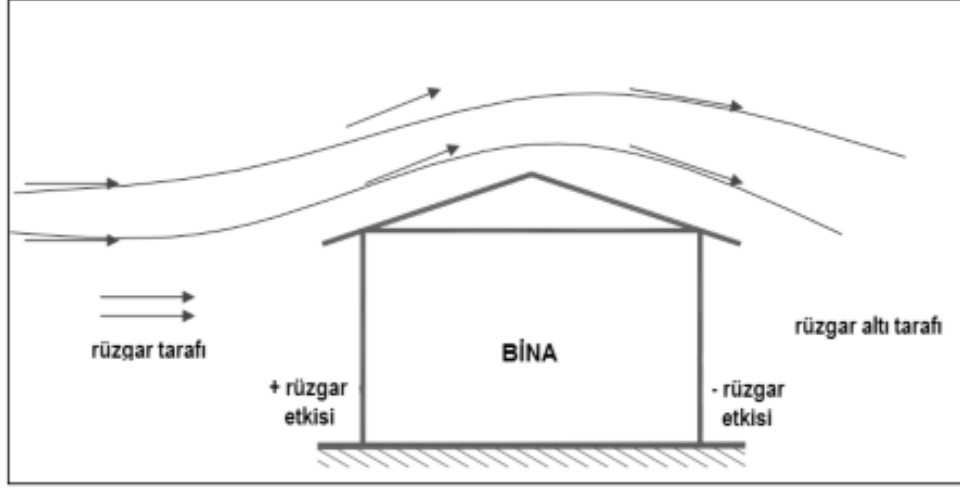
Buna göre hava ihtiyacı:

$$Q = H V$$

$$Q = 6 \text{ defa/h} \times 2541 \text{ m}^3$$

$$Q = 15246 \text{ m}^3/\text{h}$$

Rüzgâr basıncı; rüzgârın hızı yönü çarptığı yüzey konumu ve çevrede bulunan binalara göre yüzeylerde oluşturduğu basınç farkıdır. Şekil 4.13'te rüzgar basınç şeması gösterilmiştir. Binalardaki açıklıklar rüzgârın oluşturduğu bu basınç farklarından doğal olarak faydalanarak havalandırma imkânı sağlar. Karşılıklı cephelerde açılacak pencereler ile doğal havalandırma sağlanabilir. Açıklıkların arasındaki mesafe kapalı otoparklarda en fazla 20 m olmalıdır (ASHRAE 1997).



Şekil 4.13: Rüzgâr Basıncı Şeması (ASHRAE 1997)

Duman Tahliye Sistemi:

$H_d = 10$ defa/h (The BSI Standarts 2007)

Buna göre hava ihtiyacı:

$$Q = H V$$

$$Q = 10 \text{ defa/h} \times 2541 \text{ m}^3$$

$$Q = 25410 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bu hesaplara göre tablo 4.6 da görüldüğü gibi egzoz için gereken debi miktarı günlük havalandırmanın sağlanması için gereken miktardan fazladır. Bu nedenle duman tahliyesi için gereken debi miktarı baz alınmış ve havalandırma sisteminde frekans kontrollü fan seçilmiştir.

Tablo 4.6: Doğal Havalandırma Hesaplamaları

OTOPARK HAVALANDIRMA- DUMAN EGZOZ FANI TABLOSU								
NOTASYON	SERVİS ALANI	TİP	GÜNLÜK		DUMAN EGZOZ		ELEKTRİK	ADET
			HAVA DEBİSİ	CİHAZ DIŞI BASINÇ KAYBI	HAVA DEBİSİ	CİHAZ DIŞI BASINÇ KAYBI	GÜCÜ	
			[m ³ /h]	[Pa]	[m ³ /h]	[Pa]	[kWh/S]	
							V/PH/HZ	

Tablo 4.6'nin Devamı

DEF	OTOPARK	Aksiyel-Çift Kademeli	16000	500	26000	600	7	380/3/50	1
------------	----------------	------------------------------	--------------	------------	--------------	------------	----------	-----------------	----------

Duman tahliye fanımızın bir saatteki enerji tüketimi 7 kWh günlük nominal elektrik tüketimi 168 kWh olarak hesaplanmıştır. Bunu yıllık olarak düşünürsek 61320 kWh tüketimi vardır.

Kapalı alandaki kirli havanın temiz hava ile değiştirilmesi için doğal havalandırma tercih edilmelidir. Gereken miktarda temiz havanın kapalı alana alınması, uygun şekilde sirkülasyonunun sağlanması ve kirlenen havanın dışarı atılması ile ideal şekilde doğal havalandırma yapılmış olur (Soysal ve Demiral 2007).

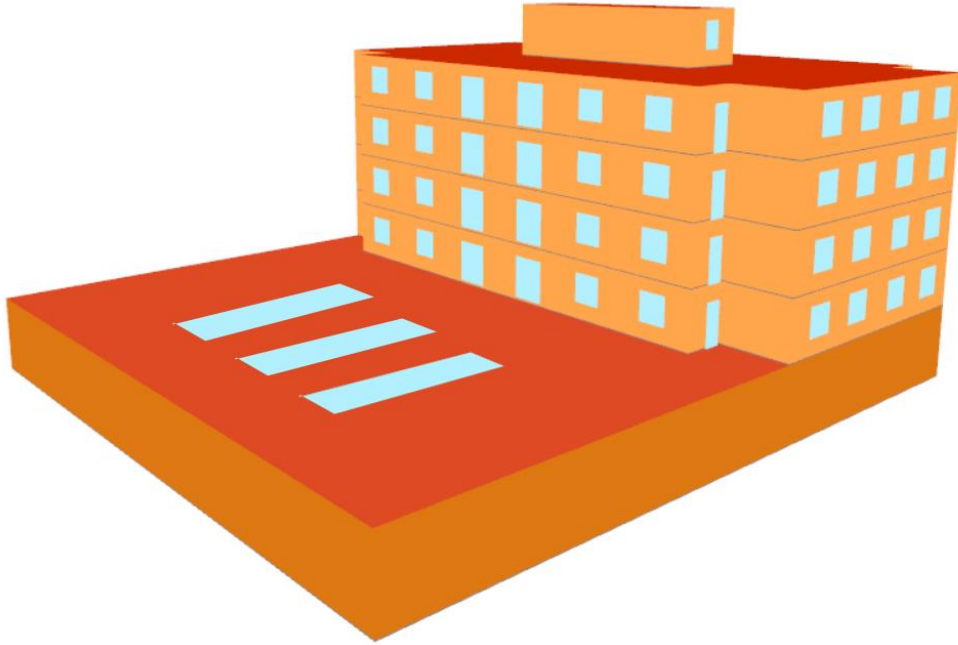
Yapıların tasarım aşamasında havalandırma ile ilgili göz önünde bulundurulması gereken konular dikkate alındığında, havalandırma ihtiyacının:

- hava kalitesi iyi ve yapının kapalı alanlarında hava kirliliğine sebep olmayan, bu yüzden insan sağlığı ve konforu açısından kullanıcıya zararı olmayan,
- enerji tüketmeyerek yapıların enerji performansına katkıda bulunan,
- enerji tüketimi olmadığı için çevresel kirliliğe yol açmayan,
- yapı inşaat maliyetlerini ve kullanım giderlerini artırmayan bir havalandırma sağlanması mümkün olacaktır (Köksal 2001).

Baz model üzerinde mekanik havalandırma sistemi ile ilgili yapılan bu çalışmada konutlardaki otopark havalandırmasının neden gerekli olduğu değerlendirilmiştir. Gerekli olan havalandırma ihtiyacının hesaplanması sonrasında bu miktarın mekanik havalandırma ile sağlanması için gereken çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda kapalı otopark alanı mekanik havalandırma ile havalandırıldığındaki enerji tüketim miktarı bulunmuştur. Baz model analizleri yapıldığında elde edilen enerji tüketim miktarında mekanik havalandırma için harcanan miktar dahil değildir. BEP TR analiz sonucundaki harcanan enerji miktarı ile mekanik havalandırma için harcanan enerji miktarı toplandığında mekanik havalandırma da analiz sonucuna dahil olsaydı ne kadar enerji tüketimi olurdu sorusunun cevabı bulunmuştur.

4.2 ALTERNATİF MODEL 1

Birinci alternatif modelde yapının başka hiçbir özelliği değiştirilmeden kapalı otoparkın çatı kısmına 18 m^2 saydam yüzey açılarak gün ışığından faydalanması sağlanmıştır. Otopark alanının çatı kısmına açılan 18 m^2 saydam yüzey yapı bileşenleri tablosunda belirtilen, yapının diğer saydam yüzeylerinde kullanılan ile aynı malzemeden tanımlanmıştır. Tanımlanan saydam yüzey ile yapıdaki toplam saydam yüzey alanı da 233,28 metrekareden 18 metre kare artarak 251,28 metrekare olmuştur. Eklenen 18 m^2 saydam yüzeyin BEP TR uygulamasına veri girdileri yapıldıktan sonra alternatif model için analiz çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 4.14: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 1 Model 3D

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
Toplam	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain	EkbClass	Co2Class
	226161.32	248943.17	121.51	28.93	0,00	0,00		C 87	C 88
Isıtma	166406.82	168111.07	82,05	19,24	0,00	0,00		B 77	
Sıhhi Sıcak Su	36516.70	36750.01	17,94	4,20	0,00	0,00		C 96	
Soğutma	8783.44	16662.19	8,13	2,07	0,00	0,00		E 138	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	14454.35	27419.90	13,38	3,41				G 185	
FotoVoltaiik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı: 2048,78 **Binanın Toplam Alanı:** 3525,1 On Hesap Sonuç Raporu Excel

Net Enerji | Net Enerji Ref | Net Enerji Detaylı | PhiZones | PhiHeatings | PhiCoolings | Aydınlatma | Doğal Aydınlatma | İç Kazançlar | Güneş Kazançları | Isı Geçiş Zon | Isı Geçiş Malzeme | Havalandırma | İklimlendirme

pe	LampType	LampCount	AI	EI	IntendedLightningLe	ArtificialLightningLe	FyValue	FyValueCr	NeededLampCount	Result
numlu...	Fluoresan (80 W)...	48	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	104,73	0,72	1,00	-13,63	3 506,32
	Enkandesan (10...)	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	14,44	5,19	5,19	41,93	2.670,38
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	121,96	0,82	1,00	-3,24	360,86
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	130,83	0,76	1,00	-4,24	352,22
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	131,57	0,76	1,00	-4,32	355,73
	Enkandesan (75 ...)	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	45,75	1,64	1,64	2,56	483,41
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	360,86
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	354,24
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	357,75
	Enkandesan (10...)	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	79,44	0,94	1,00	-0,22	566,85
	Enkandesan (10...)	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	90,71	0,83	1,00	-0,69	226,30
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	360,86
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	354,24

Şekil 4.15: Alternatif 1 Modelde Otopark Alanının Aydınlatma İçin Yıllık Enerji Tüketimi

Şekil 4.15'teki analiz sonuçlarına göre yapının aydınlatma tüketimi yıllık 14454,35 kWh olarak hesaplanmıştır. Bunun yapının otopark alanına ait olan kısmı ise yıllık 3506,32 kWh olmuştur. Yine BEP TR analiz sonuçlarında Şekil 4.16'da görüldüğü üzere tamamen gömüde olan otopark alanı çatı kısmına şeffaf yüzeyler eklendiğinde doğal aydınlatmadan faydalanmaktadır.

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıfı	Co2 Sınıfı
	Nihai (kWh/yl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain		
Toplam	226161,32	248943,17	121,51	28,93	0,00	0,00		E 87	C 88
Isıtma	166406,82	168111,07	82,05	19,24	0,00	0,00		B 77	
Sıhhi Sıcak Su	36516,70	36750,01	17,94	4,20	0,00	0,00		C 96	
Soğutma	8783,44	16662,19	8,13	2,07	0,00	0,00		E 138	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	14454,35	27419,90	13,38	3,41				G 185	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı: 2048,78 Binanın Toplam Alanı: 3525,1

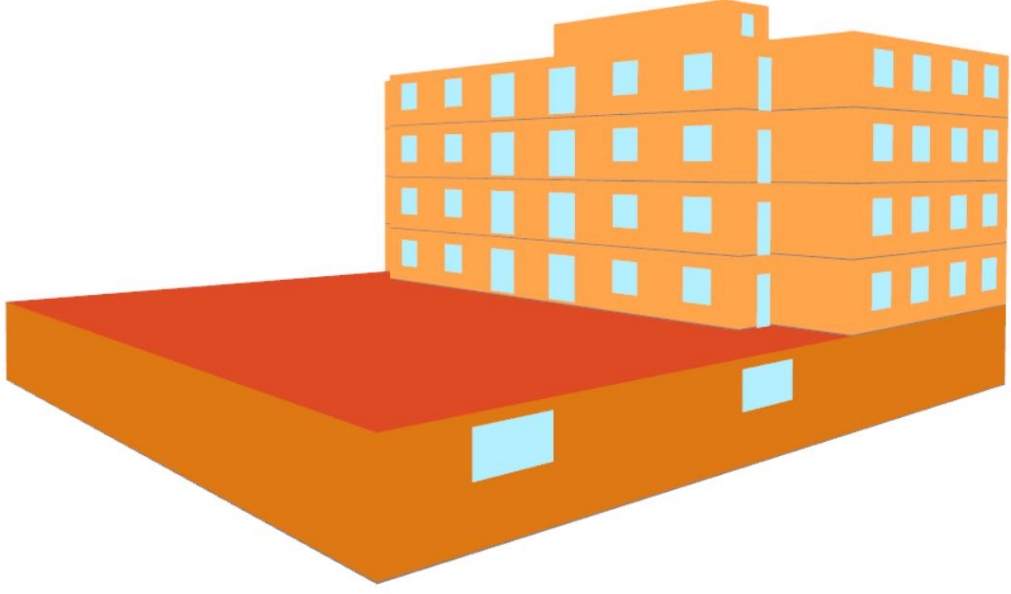
On Hesap Sonuç Raporu Excel

Net Enerji	Net Enerji Ref	Net Enerji Detaylı	PhiZones	PhiHeatings	PhiCoolings	Aydınlatma	Doğal Aydınlatma	İç Kazançlar	Güneş Kazançları	Isı Geçiş Zon	Isı Geçiş Malzeme	Havalandırma	İklimlendirme
ZoneId	ZoneArea	Day	Hour	Result									
33	45,88	365	22	0,00									
33	45,88	365	23	0,00									
14	670,72	365	6570	484.602,82									
15	561,70	365	6570	0,00									
4	128,96	365	6570	1.174.392,05									
5	128,96	365	6570	1.078.420,32									
6	121,71	365	6570	2.005.084,00									
7	121,71	365	6570	1.911.131,66									
8	60,38	365	6570	0,00									
9	128,96	365	6570	1.184.965,37									
10	128,96	365	6570	1.078.420,32									
11	128,96	365	6570	1.886.012,61									
12	128,96	365	6570	1.787.421,07									
13	45,88	365	6570	0,00									
23	45,88	365	6570	1.894.583,26									
24	128,96	365	6570	1.184.965,37									
25	128,96	365	6570	1.078.420,32									

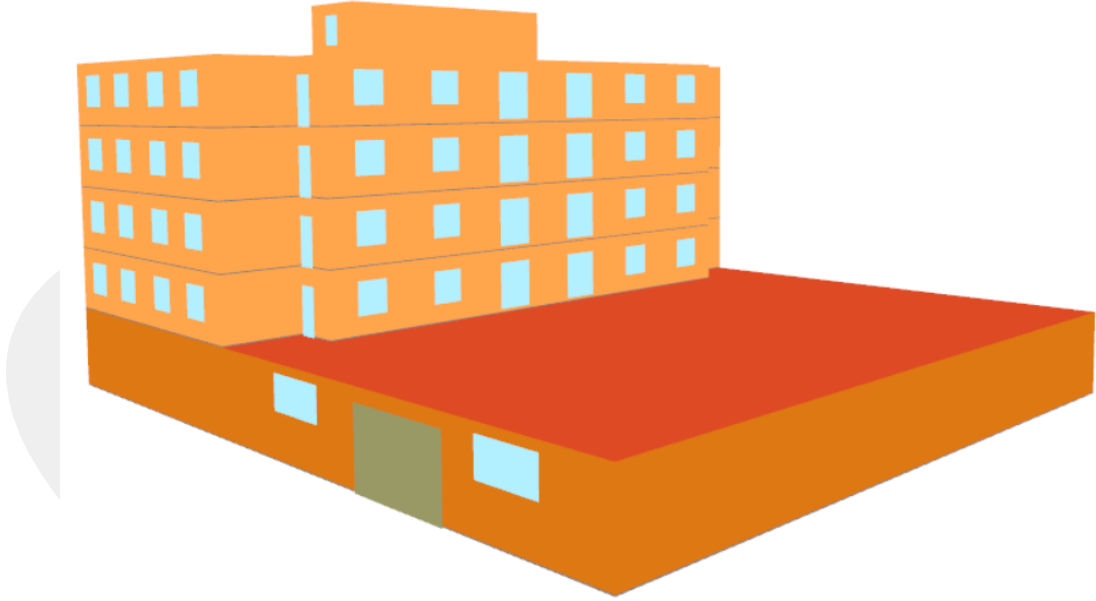
Şekil 4.16: Alternatif 1 Model Doğal Aydınlatma Verilerini Gösteren BEP TR Analiz Sonuçları

4.3 ALTERNATİF MODEL 2

İkinci alternatif modelde baz modeldeki tesviyeler değiştirilerek tamamen gömüdeki kapalı otopark alanının bir kısmı açığa çıkarılarak veya kuranglez yapılarak yan cephelerden pencere açılmasıyla gün ışığı alacak şekilde modellenmiştir.



Şekil 4.17: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 2 Model 3D



Şekil 4.18: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 2 Model 3D

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain		
Toplam	226155,29	248931,73	121,50	28,93	0,00	0,00		C 87	C 88
Isıtma	166406,82	168111,07	82,05	19,24	0,00	0,00		B 77	
Sihhi Sıcak Su	36516,70	36750,01	17,94	4,20	0,00	0,00		C 96	
Soğutma	8783,44	16662,19	8,13	2,07	0,00	0,00		E 138	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	14448,32	27408,46	13,38	3,41				G 185	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı: 2048,78 **Binanın Toplam Alanı:** 3525,1

On Hesap Sonuç Raporu Excel

pe numlu...	LampType	LampCount	AI	EI	IntendedLightingL	ArtificialLightingLe	FyValue	FyValueCr	NeededLampCount	Result
	Fluoresan (80 W)...	48	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	104,73	0,72	1,00	-13,63	3.500,29
	Enkandesan (10...	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	14,44	5,19	5,19	41,93	2.670,38
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	121,96	0,82	1,00	-3,24	360,86
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	130,83	0,76	1,00	-4,24	352,22
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	131,57	0,76	1,00	-4,32	355,73
	Enkandesan (75 ...	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	45,75	1,64	1,64	2,56	483,41
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	360,86
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	354,24
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	357,75
	Enkandesan (10...	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	79,44	0,94	1,00	-0,22	566,85
	Enkandesan (10...	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	90,71	0,83	1,00	-0,69	226,30
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	360,86
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	354,24

Şekil 4.19: Alternatif 2 Modelde Otopark Alanının Aydınlatma İçin Yıllık Enerji Tüketimi

Şekil 4.20' deki analiz sonuçlarına göre yapının aydınlatma tüketimi yıllık 14448,32 kWh olarak hesaplanmıştır. Bunun yapının otopark alanına ait olan kısmı ise yıllık 3500,29 kWh olmuştur. Yine BEP TR analiz sonuçlarında Şekil 4.21'de görüldüğü üzere tamamen gömüde olan otopark alanı yan yüzeylerden şeffaf yüzeyler eklendiğinde doğal aydınlatmadan faydalanmaktadır.

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain	EkBClass	Co2Class
Toplam	226155,29	248931,73	121,50	28,93	0,00	0,00		C 87	C 88
Isıtma	166406,82	168111,07	82,05	19,24	0,00	0,00		B 77	
Sıhhi Sıcak Su	36516,70	36750,01	17,94	4,20	0,00	0,00		C 96	
Soğutma	8783,44	16662,19	8,13	2,07	0,00	0,00		E 138	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	14448,32	27408,46	13,38	3,41				G 185	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

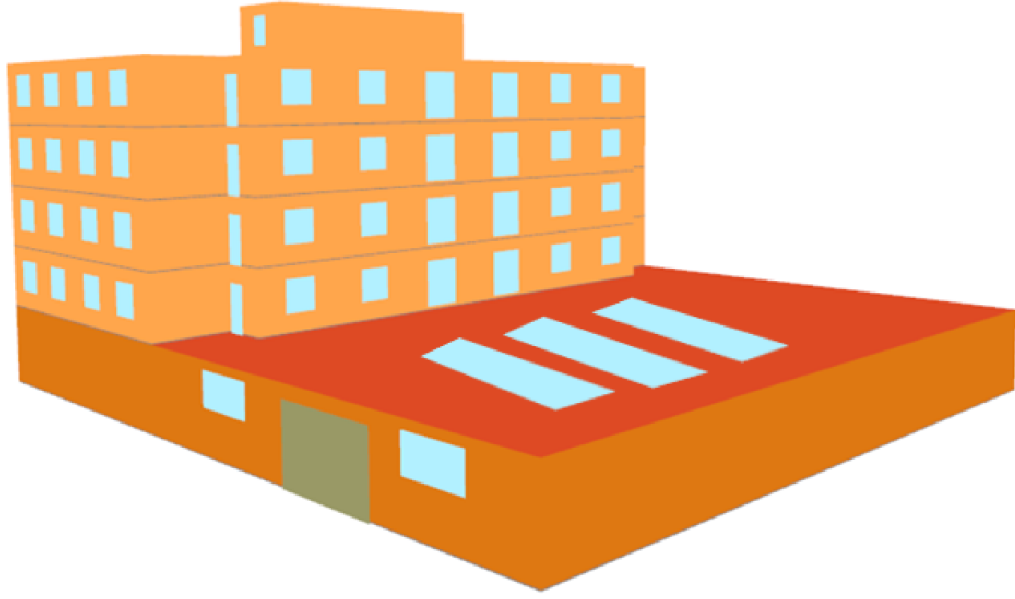
Toplam Kullanım Alanı: 2048,78 **Binanın Toplam Alanı:** 3525,1 [On Hesap Sonuç Raporu](#) [Excel](#)

Net Enerji	Net Enerji Ref	Net Enerji Detayı	PhiZones	PhiHeatings	PhiCoolings	Aydınlatma	Doğal Aydınlatma	İç Kazançlar	Güneş Kazançları	Isı Geçiş Zon	Isı Geçiş Malzeme	Havalandırma	İklimlendirme
ZoneId	ZoneArea	Day	Hour	Result									
33	45,88	365	22	0,00									
33	45,88	365	23	0,00									
14	670,72	365	6570	370.325,12									
15	561,70	365	6570	0,00									
4	128,96	365	6570	1.174.392,05									
5	128,96	365	6570	1.078.420,32									
6	121,71	365	6570	2.005.084,00									
7	121,71	365	6570	1.911.131,66									
8	60,38	365	6570	0,00									
9	128,96	365	6570	1.184.965,37									
10	128,96	365	6570	1.078.420,32									
11	128,96	365	6570	1.886.012,61									
12	128,96	365	6570	1.787.421,07									
13	45,88	365	6570	0,00									
23	45,88	365	6570	1.894.583,26									
24	128,96	365	6570	1.184.965,37									
25	128,96	365	6570	1.078.420,32									

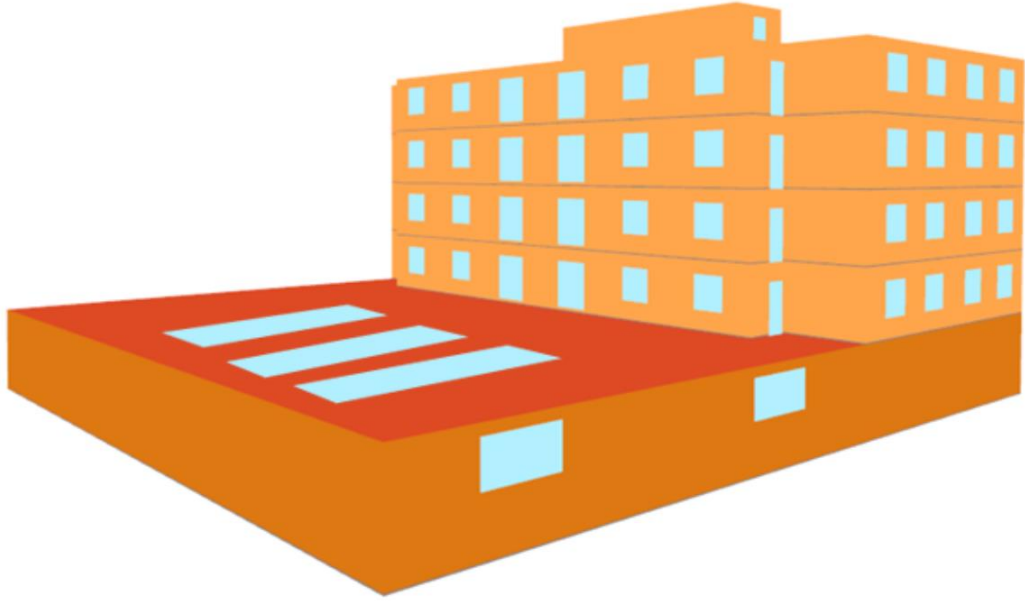
Şekil 4.20: Alternatif 2 Model Doğal Aydınlatma Verilerini Gösteren BEP TR Analiz Sonuçları

4.4 ALTERNATİF MODEL 3

Üçüncü alternatif modelde birinci alternatif modeldeki çatı ışıklığı eklenmiş ve ikinci alternatif modelde olduğu gibi yan cephelerden gün ışığı alacak şekilde modellenmiştir.



Şekil 4.21: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 3 Model 3D



Şekil 4.22: BEP TR Masaüstü Uzantısı BEP BUY Yazılımı ile Hazırlanan Alternatif 3 Model 3D

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
Toplam	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain	EkbClass	Co2Class
	225751,45	248165,65	121,13	28,83	0,00	0,00		C 87	C 88
Isıtma	166406,82	168111,07	82,05	19,24	0,00	0,00		B 77	
Sıhhi Sıcak Su	36516,70	36750,01	17,94	4,20	0,00	0,00		C 96	
Soğutma	8783,44	16562,19	8,13	2,07	0,00	0,00		E 138	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	14044,48	26642,38	13,00	3,32				G 185	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı: 2048,78 **Binanın Toplam Alanı:** 3525,1

On Hesap Sonuç Raporu Excel

Net Enerji | Net Enerji Ref | Net Enerji Detaylı | PhiZones | PhiHeatings | PhiCoolings | Aydınlatma | Doğal Aydınlatma | İç Kazançlar | Güneş Kazançları | Isı Geçiş Zon | Isı Geçiş Malzeme | Havalandırma | İklimlendirme

pe	Lamp Type	LampCount	AI	BI	IntendedLightingLl	ArtificialLightingLeI	FyValue	FyValueCr	NeededLampCount	Result
numu...	Fluoresan (80 W)...	48	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	104,73	0,72	1,00	-13,63	3.096,45
	Enkandesan (10...	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	14,44	5,19	5,19	41,93	2.670,38
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	121,96	0,82	1,00	-3,24	360,86
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	130,83	0,76	1,00	-4,24	352,22
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	131,57	0,76	1,00	-4,32	355,73
	Enkandesan (75 ...	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	45,75	1,64	1,64	2,56	483,41
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	360,86
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	354,24
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	357,75
	Enkandesan (10...	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	79,44	0,94	1,00	-0,22	566,85
	Enkandesan (10...	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	75,00	90,71	0,83	1,00	-0,69	226,30
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	360,86
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	395,01
	Kompakt Fluores...	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100,00	123,06	0,81	1,00	-3,37	354,24

Şekil 4.23: Alternatif 3 Modelde Otopark Alanının Aydınlatma İçin Yıllık Enerji Tüketimi

Şekil 4.24'deki analiz sonuçlarına göre yapının aydınlatma tüketimi yıllık 14044,48 kWh olarak hesaplanmıştır. Bunun yapının otopark alanına ait olan kısmı ise yıllık 3096,45 kWh olmuştur. Yine BEP TR analiz sonuçlarında Şekil 4.25'de görüldüğü üzere tamamen gömüde olan otopark alanı yan yüzeylerden şeffaf yüzeyler eklendiğinde doğal aydınlatmadan faydalanmaktadır.

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
	Final	Primary	M2	M2Co2	Primary/Regen	M2Regen	M2Co2Gain		
Toplam	225751,45	248165,65	121,13	28,83	0,00	0,00		EkbClass	Co2Class
Isıtma	166406,82	168111,07	82,05	19,24	0,00	0,00		B 77	C 88
Sıhhi Sıcak Su	36516,70	36750,01	17,94	4,20	0,00	0,00		C 96	
Soğutma	8783,44	16662,19	8,13	2,07	0,00	0,00		E 138	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	14044,48	26642,38	13,00	3,32				G 185	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı: 2048,78 Binanın Toplam Alanı: 3525,1

On Hesap Sonuç Raporu Excel

Net Enerji	Net Enerji Ref	Net Enerji Detaylı	PhiZones	PhiHeatings	PhiCoolings	Aydınlatma	Doğal Aydınlatma	İç Kazançlar	Güneş Kazançları	Isı Geçiş Zon	Isı Geçiş Malzeme	Havalandırma	İklimlendirme
ZoneId	ZoneArea	Day	Hour	Result									
33	45,88	365	22	0,00									
33	45,88	365	23	0,00									
14	670,72	365	6570	854.927,94									
15	561,70	365	6570	0,00									
4	128,96	365	6570	1.174.392,05									
5	128,96	365	6570	1.078.420,32									
6	121,71	365	6570	2.005.084,00									
7	121,71	365	6570	1.911.131,66									
8	60,38	365	6570	0,00									
9	128,96	365	6570	1.184.965,37									
10	128,96	365	6570	1.078.420,32									
11	128,96	365	6570	1.886.012,61									
12	128,96	365	6570	1.787.421,07									
13	45,88	365	6570	0,00									
23	45,88	365	6570	1.894.583,26									
24	128,96	365	6570	1.184.965,37									
25	128,96	365	6570	1.078.420,32									

Şekil 4.24: Alternatif 3 Model Doğal Aydınlatma Verilerini Gösteren BEP TR Analiz Sonuçları

4.5 BULGULAR ve TARTIŞMA

Mevcut yönetmeliklere göre hazırlanan baz modelde projenin genel bilgileri ve yapı bileşenleri bilgileri sabit tutulmuştur. Baz model konut binasının otopark alanı tamamen gömüde olduğu için pencere bulunmamaktadır ve doğal aydınlatmadan faydalanmamaktadır. Otopark alanının beklenen düzeyde aydınlatılması için kullanılan yapay aydınlatma yapılan hesaplamalar sonucu çıkan yapay aydınlatma elemanları ile sağlanmaktadır. Buna göre kapalı otopark alanında 48 Adet 80 Watt 6080 Lümen Toz Korumalı IP5X Floresan kullanılmıştır. Aydınlatma anahtarı otomatik açma kapama şeklindedir. Konut yapılarında havalandırma zorunluluğu olmamasına rağmen insan sağlığı ve konforu için havalandırma yapılması gerekmektedir. Gereken havalandırmanın sağlanabilmesi için mekanik havalandırmadan faydalanılmaktadır. Mekanik havalandırmanın yıllık enerji tüketim miktarı yapının toplam enerji tüketim miktarından ayrı olarak analiz edilmiştir. Baz modele gereken havalandırmanın sağlanması için kullanılan mekanik havalandırmanın yıllık enerji tüketim miktarı 61320 kWh olarak hesaplanmıştır. Baz model toplam enerji tüketim miktarı havalandırma için harcanan enerji tüketimi hariç 18298,51 kWh/Yıl olmuştur. Otopark alanının enerji tüketimi ise yine havalandırma için

harcanan enerji hariç 7.350,48 kWh/Yıl olarak hesaplanmıştır. Mekanik havalandırma için kullanılan havalandırma sistemi için harcanan enerji ile birlikte otopark alanının toplam enerji tüketimi 68670,48 kWh olarak hesaplanmıştır.

Birinci alternatif model analizlerinde projenin genel bilgileri ve yapı bileşenleri baz model ile aynı şekilde girilmiştir. Birinci alternatif modelde baz modele göre tek değişken olarak yapının otopark alanının çatı kısmına 18 m² açılabilir pencere eklenmiştir. Böylece otopark alanı doğal aydınlatmadan faydalanacaktır. Yapay aydınlatma olarak ise baz model ile aynı şekilde 48 Adet 80 Watt 6080 Lümen Toz Korumalı IP5X Floresan kullanılmıştır. Aydınlatma anahtarı da baz modeldeki gibi otomatik açma kapama şeklindedir. Havalandırma zorunluluğu olmamasına rağmen insan sağlığı ve konforu için gereken havalandırma, çatı kısmına açılan pencereler ile enerji tüketimine gerek kalmayacak şekilde doğal olarak sağlanmaktadır. Birinci alternatif modelin toplam enerji tüketimi 14454,35 kWh/Yıl olmuştur. Otopark alanının enerji tüketimi ise 3.506,32 kWh/Yıl olarak hesaplanmıştır.

İkinci alternatif model analizlerinde projenin genel bilgileri ve yapı bileşenleri baz model ile aynı şekilde girilmiştir. Birinci alternatif modelde baz modele göre tek değişken olarak yapının otopark alanının karşılıklı iki yan cephesine toplam 4 adet açılabilir pencere eklenmiştir. Her bir yan cepheye 4,5 m² olarak ikişer adet eklenen pencerelerin toplan alanı 18 m² dir. Böylece otopark alanı doğal aydınlatmadan faydalanacaktır. Yapay aydınlatma olarak ise baz model ile aynı şekilde 48 Adet 80 Watt 6080 Lümen Toz Korumalı IP5X Floresan kullanılmıştır. Aydınlatma anahtarı da baz modeldeki gibi otomatik açma kapama şeklindedir. Havalandırma zorunluluğu olmamasına rağmen insan sağlığı ve konforu için gereken havalandırma, yan cephelere eklenen pencereler ile enerji tüketimine gerek kalmayacak şekilde doğal olarak sağlanmaktadır. İkinci alternatif modelin toplam enerji tüketimi 14448,32 kWh/Yıl olmuştur. Otopark alanının enerji tüketimi ise 3.500,29 kWh/Yıl olarak hesaplanmıştır.

Üçüncü alternatif model analizlerinde projenin genel bilgileri ve yapı bileşenleri baz model ile aynı şekilde girilmiştir. Üçüncü alternatif modelde baz modele göre tek değişken olarak yapının otopark alanının karşılıklı iki yan cephesine toplam 4 adet açılabilir pencere ve çatı kısmına 18 m² açılabilir pencere eklenmiştir. Her bir yan cepheye 4,5 m² olarak ikişer adet eklenen pencerelerin toplan alanı 18 m²'dir. Böylece otopark alanı doğal aydınlatmadan faydalanacaktır. Yapay aydınlatma olarak ise baz model ile aynı şekilde 48 Adet 80 Watt 6080 Lümen Toz Korumalı IP5X

Floresan kullanılmıştır. Aydınlatma anahtarı da baz modeldeki gibi otomatik açma kapama şeklinde-dir. Havalandırma zorunluluğu olmamasına rağmen insan sağlığı ve konforu için gereken havalandırma, yan cephelere eklenen pencereler ile enerji tüketimine gerek kalmayacak şekilde doğal olarak sağlanmaktadır. Üçüncü alternatif modelin toplam enerji tüketimi 14044,48 kWh/Yıl olmuştur. Otopark alanının enerji tüketimi ise 3096,45 kWh/Yıl olarak hesaplanmıştır.

Hazırlanan baz model ve alternatif modellerin yukarıda belirtilen veri girdileri ve değişkenleri tablo 4.7 de enerji tüketim miktarları ise tablo 4.8 de gösterilmiştir.

Tablo 4.7: Baz Model ve Alternatif Modellerin Veri Girdileri ve Değişkenlik Durumu

Konut Binası Modelleri	Baz Model	Alternatif 1 Model	Alternatif 2 Model	Alternatif 3 Model
Proje Genel Bilgileri	Örnek Çalışma İçin Hazırlanan Proje	Baz Model ile Aynı	Baz Model ile Aynı	Baz Model ile Aynı
Yapı Bileşenleri Bilgileri	Örnek Çalışma İçin Hazırlanan Proje	Baz Model ile Aynı	Baz Model ile Aynı	Baz Model ile Aynı
Toplam İnşaat Alanı	3528 m ²	3528 m ²	3528 m ²	3528 m ²
Otopark Alanı	660 m ²	660 m ²	660 m ²	660 m ²
Aydınlatma Şekli	Sadece Yapay Aydınlatma (48 Adet 80 Watt 6080 Lümen Toz Korumalı IP5X Floresan Lamba/Otomatik Açma Kapama)	Doğal Aydınlatma ve Yapay Aydınlatma (48 Adet 80 Watt 6080 Lümen Toz Korumalı IP5X Floresan Lamba/Otomatik Açma Kapama)	Doğal Aydınlatma ve Yapay Aydınlatma (48 Adet 80 Watt 6080 Lümen Toz Korumalı IP5X Floresan Lamba/Otomatik Açma Kapama)	Doğal Aydınlatma ve Yapay Aydınlatma (48 Adet 80 Watt 6080 Lümen Toz Korumalı IP5X Floresan Lamba/Otomatik Açma Kapama)

Tablo 4.7'nin Devamı

Kapalı Otoparkta Bulunan Pencere Alanı	Yok	18 m ² (Açılabilir Çatı Penceresi)	18 m ² (Yan Cephelere Karşılıklı Açılan Normal Açılır Pencere)	18 m ² (Açılabilir Çatı Penceresi) ve 18 m ² (Yan Cephelere Karşılıklı Açılan Normal Açılır Pencere)
Doğal Aydınlatma Miktarı	Yok	484.602,82	370.325,12	854.927,94
Havalandırma Şekli	Mekanik Havalandırma (temiz hava ve egzoz için enerji tüketimi)	Doğal Havalandırma	Doğal Havalandırma	Doğal Havalandırma

Tablo 4.8: Baz Model ve Alternatif Modellerin Veri Girdileri ve Değişkenlik Durumlarına Göre Enerji Tüketim Miktarları

Konut Binası Modelleri	Baz Model	Alternatif 1 Model	Alternatif 2 Model	Alternatif 3 Model
Havalandırma İçin Harcanan Enerji Miktarı	61320 kWh/Yıl 92,90 kWh/m ² .Yıl	Yok	Yok	Yok
Yapının Toplam Enerji Tüketimi (kWh/Yıl)	18298,51 kWh/Yıl	14454,35 kWh/Yıl	14448,32 kWh/Yıl	14044,48 kWh/Yıl
Havalandırma Hariç	16,94 kWh/m ² .Yıl	13,38 kWh/m ² .Yıl	13,38 kWh/m ² .Yıl	13,00 kWh/m ² .Yıl
Yapının Toplam Enerji Tüketimi (kWh/Yıl)	79618,51 kWh/Yıl	75774,35 kWh/Yıl	75768,32 kWh/Yıl	75364,48 kWh/Yıl
Havalandırma Dâhil	22,56 kWh/m ² .Yıl	21,47 kWh/m ² .Yıl	21,47 kWh/m ² .Yıl	21,36 kWh/m ² .Yıl
Otopark Alanının Toplam Enerji Tüketimi (kWh/Yıl)	7350,48 kWh/Yıl	3506,32 kWh/Yıl	3500,29 kWh/Yıl	3096,45 kWh/Yıl
Havalandırma Hariç	11,13 kWh/m ² .Yıl	5,31 kWh/m ² .Yıl	5,30 kWh/m ² .Yıl	4,69 kWh/m ² .Yıl

Tablo 4.8'in Devamı

Otopark Alanının Toplam Enerji Tüketimi (kWh/Yıl)	68670,48 kWh/Yıl	64826,32 kWh/Yıl	64820,29 kWh/Yıl	64416,45 kWh/Yıl
Havalandırma Dâhil	104,04 kWh/m ² .Yıl	98,22 kWh/m ² .Yıl	98,21 kWh/m ² .Yıl	97,60 kWh/m ² .Yıl

Buna göre mekanik havalandırma için harcanan enerji miktarı göz önünde bulundurulmaksızın her alternatif modeldeki otopark alanının harcadığı enerji miktarı ve yapının toplam enerji tüketiminde ciddi düşüş olduğu görülmektedir. Yapılan bütün analizlerde yapının toplam enerji tüketimi otopark alanının enerji tüketimi hariç 10948,03 kWh/Yıl olarak hesaplanmıştır. Tablo 4.8'den anlaşılacağı gibi yapının toplam enerji tüketimindeki farklar sadece otopark alanının enerji tüketimindeki farklardan kaynaklanmaktadır. Otopark alanının toplam enerji tüketimleri ise; baz modelde 68670,48 kWh/Yıl, birinci alternatif modelde 3506,32 kWh/Yıl, ikinci alternatif modelde 3500,29 kWh/Yıl, üçüncü alternatif modelde 3096,45 kWh/Yıl olarak hesaplanmıştır.

BÖLÜM V

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Türkiye kalkınmakta olan ve nüfusu hızla artan bir ülkedir. Bu büyüme ve gelişme enerji ihtiyacını da her geçen gün artırmaktadır. Artan nüfusa bağlı olarak yapılaşmanın artması, araç sayısındaki artış, üretimin artması, sanayideki büyüme enerji ihtiyacını artıran başlıca unsurlardır. Ulaşım kolaylığı ve kullanım kolaylığı ile elektrik enerjisi Türkiye de en çok kullanılan enerji türüdür.

Türkiye’de elektrik enerjisi üretiminde çoğunlukla fosil kaynaklar kullanılmaktadır. Bu da beraberinde çevre kirliliği ve hava kirliliği gibi ciddi sorunlar oluşturmaktadır. Ayrıca enerji kaynaklarının hızla tükenmesi tüm dünyada olduğu gibi Türkiye için de önemli bir sorun haline gelmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve enerji verimliliği gibi konular gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasının yanında yapılması gereken en önemli iş kullanılan enerjinin verimliliğinin sağlanmasıdır.

Ülkemizde kullanılan enerjinin büyük bölümü sanayide kullanılmaktadır. Enerjinin sanayiden sonra en fazla kullanıldığı yer konut yapılarındadır. Konut yapılarındaki enerji tüketim oranları göz önüne alındığında bu yapılardaki enerji etkin tasarım kriterleri çok önem kazanmaktadır. Binaların ortak kullanım alanlarının önemli bir kısmını oluşturan otoparkların da enerji tüketimine etkisi fazladır.

Yapılan kaynak taramalarında otopark alanları ile ilgili çalışmaların genelde sayı, minimum maksimum alan hesabı, yeterli veya yetersiz olması perspektifinde ele alındığı gözlemlenmiştir. Konut binalarının ortak alan kullanımının büyük kısmını oluşturan otopark alanlarında kullanıcı konforunu sağlamak için aydınlatma ve havalandırma ihtiyaçlarından dolayı yüksek miktarda enerji kullanılmaktadır. Tüketilen bu enerjinin otopark tasarımlarında enerji verimliliğinin dikkate alınarak yapılması ile azaltılması mümkündür. Pasif tasarım ilkelerinin göz önünde bulundurulmasıyla tasarlanacak otopark alanlarının, özellikle aydınlatma ve

havalandırma gereksinimlerinin karşılanması için ihtiyaç duyacağı enerjinin en aza indirilmesinin yapılan çalışmayla mümkün olduğu görülmektedir.

Örnek çalışma üzerinde yapılan analizler sonucunda yapının otopark alanında sadece aydınlatma gereksiniminin bir kısmının doğal olarak karşılanması durumunda bile ciddi enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Bunun yanında zorunlu olmamasına rağmen havalandırma yapılması gereken bu alanlarda doğal aydınlatma için açılacak pencereler ile havalandırmanın da doğal yollardan karşılanması yine önemli enerji tüketimlerinin önüne geçmemizi sağlamaktadır. Hazırlanan örnek çalışma on altı dairelik konut binası, zorunlu müştemilat alanları ve yaklaşık 660 m² otopark alanından oluşmaktadır. Otopark alanının tamamen gömüde olduğu baz model de doğal aydınlatma ve doğal havalandırmadan yararlanamayan alan aydınlatma ihtiyacını karşılamak için yıllık 7350,48 kWh elektrik tüketmektedir. Hâlbuki bu hacimde açılacak basit birkaç pencere ile bu tüketim yaklaşık yarı yarıya azaltılabilir. Otopark alanının havalandırma tüketimi ise yıllık 61320 kWh olarak hesaplanmıştır. Açılan pencereler ile hacmin havalandırmasının doğal olarak sağlanması durumunda, havalandırma için enerji harcanmasına gerek kalmayacaktır. Sonuç olarak:

- a. Yapı tasarımlarında pasif tasarım ilkelerine bağlı kalarak hareket edilmelidir.
- b. Konut binalarındaki kapalı otoparklar alanlarında havalandırma ihtiyacının tamamının, aydınlatma ihtiyacının ise mümkün olduğunca fazla şekilde doğal olarak sağlanması ile ilgili düzenlemelere ihtiyaç vardır.
- c. Doğal havalandırma ve doğal aydınlatma ihtiyacı binalarda enerji performans yönetmeliğinin kuralları çerçevesinde hesaplanarak dikkate alınmalıdır.

İmar yönetmeliklerinde ve Bina Enerji Performansı Yönetmeliğinde dikkat edilmeyen kapalı otopark alanlarının binaların enerji performansına etkisi ile ilgili konu aynı zamanda ülkemizi küresel anlaşmalar yaparak katıldığımız sıfır enerji hedeflerinden de uzaklaştırmaktadır. Yapılan çalışmada ortaya konulan sonuçların, imar yönetmeliklerinde ve Bina Enerji Performansı Yönetmeliğinde kapalı otopark alanlarının doğal aydınlatma ve doğal havalandırma ile ilgili zorunluluklar eklenmesiyle, ülke ekonomisine ve hedeflerine ciddi katkıları olacağı kanıtlanmıştır. Yasal düzenlemeler ile ilgili olarak:

- a) Yönetmeliklere eklenecek “kapalı otopark alanlarında yapılan hesaplamalar sonucunda ihtiyaç duyulan doğal havalandırma ve doğal aydınlatmayı sağlayacak şekilde pencere açılması zorunludur” şeklinde basit bir madde bile eksikliğin giderilmesi için yeterli olacaktır.
- b) Mevcut ya da yapılacak olan yasal düzenlemelerin uygulanması ve denetlenmesi yapılmalıdır.

Her yıl milyonlarca m² inşaat yapıldığı ve bunun büyük bir bölümünün konut yapıları olduğu düşünüldüğünde çalışmanın önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Kısıtlı sürede ve kısıtlı imkânlarla yapılan bu araştırmanın geliştirilmesi ve kapsamının artırılması problemin çözümü için daha çok fayda sağlayacaktır. Bu çalışmada konu yeni yapılacak olan konut yapıları üzerinden ele alınmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda mevcut yapılar ile ilgili alınması gereken önlemlerin incelenmesi ve diğer yapı çeşitleri içinde kapsamlı araştırmaların yapılması gerekir.

KAYNAKÇA

- ALTUN Ayşe Fidan (2016), *Ulusal ve Uluslararası Yeşil Bina Sertifikasyonlarının Enerji Performansı Açısından Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Anonim (2022), *Otopark Görseli*, https://www.tr3d.com/up/galeri/1fl/_proje.jpg, ET. 01.05.2022.
- ASHRAE Fundamentals (1997), *Binalar Etrafında Hava Akışı*, Çev. GENCELİ Osman, Tesisat Mühendisleri Derneği, İstanbul.
- AYDIN Dinçer (2017), *Yüksek Konut Yapılarında İç Ortam Kalitesinin Enerji Verimliliği ve Kullanıcı Konforuna Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi, Edirne.
- AYDIN Özlem (2019), “Binalarda enerji verimliliği kapsamında yapılan projelerin değerlendirilmesi: Türkiye örneği”, *Mimarlık ve Yaşam*, Cilt 4, Sayı 1, ss.55-68.
- BULUT Hüsamettin (2011), “Havalandırma ve İç Hava Kalitesi Açısından CO2 Miktarının Analizi”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, ss. 1679-1689, İzmir.
- CAN Mesut (2019), *Türkiye’ de İleri Otopark Sistemleri İzmir Alsancak Otopark Uygulama Örneği ve Öneriler Sunulması* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul.
- ÇAKMANUS İbrahim (2004), “Enerji verimli bina tasarım yaklaşımı”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Cilt 84, ss. 20-27.
- ÇİFTÇİ Edanur ve BALYEMEZ Süleyman (2019), “Enerji verimliliği açısından yüksek yapılar ve sürdürülebilirlik”, *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, Cilt 15, Sayı 58, ss. 127-141.
- ÇŞB (2022), *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. BEP TR Uygulaması Enerji Kimlik Belgesi*, https://beptr.csb.gov.tr/bep-web/BEP-TR_E%C4%9Fitim_K%C4%B1lavuzu.pdf, ET. 01.012.2022.
- DİKMEN Çiğdem Belgin (2011), “Enerji etkin yapı tasarım ölçütlerinin örnekleme”, *Politeknik Dergisi*, Cilt 14, Sayı 2, ss. 121-134.

- DOĞAN Melike, AKTEN Murat ve SEÇME Destan (2018), “Çevre dostu binalar ve yeşil bina sertifika sistemleri”, *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1, ss. 19-27.
- ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI (2022), https://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=48544&tipi=34&sube=0&harf=A, ET. 01.012.2022.
- EYODER (2020), *Enerji Verimliliği ve Yönetimi Derneği, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023*, http://www.yegm.gov.tr/document/20180102M1_2018.pdf, ET. 01.06.2021.
- GEÇİMLİ Meryem ve KAPTAN Burak B. (2019), “İçmimarlık ve sürdürülebilirlik ilişkisi: ekolojik, ekonomik ve sosyal/kültürel açıdan inceleme”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 21, Sayı 1, ss. 191-201.
- İLKILIÇ Cumali ve BEHÇET Rasim (2006), “Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Ve Çevre Üzerindeki Etkisi”, *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, Cilt 5, Sayı 1, ss. 66-72.
- KAHRAMAN Gökhan (2019), “Türkiye’de Kentleşmenin Enerji Tüketimi ve Karbon Salınımı Üzerine Etkisi”, *Journal of the Institute of Science and Technology*, Cilt 9, Sayı 3, ss.1559-1566.
- KAYIN Özgür (2019), *Binalarda Enerji Modellemesi, Enerji Performans Analizi ve Yenilenebilir Enerji Kullanımının Çevre Dostu Yeşil Bina Uygulama Örneği Kapsamında Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- KIRBAŞ İbrahim (2019), “Binalarda enerji verimliliği uygulamaları: MAKU mühendislik mimarlık fakültesi örneği”, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2, ss. 141-149.
- KOCAMAN Behçet (2020), “Kapalı Otopark aydınlatmasında floresan ve led lambanın enerji verimliliği açısından karşılaştırılması”, *Journal of the Institute of Science and Technology*, Cilt 10, Sayı 3, ss.1640-1648.
- KÖKSAL Yüksel (2001), “Kapalı Mahallerde Hava Kalitesinin İyileştirilmesi”, *V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, ss. 625 - 645, İzmir.
- MAKİNE MÜHENDİSLERİ ODASI (2015), *Havalandırma Tesisatı*, MMO Yayınları, Ankara.

- O'NEILL Zheng D., LI Yanfei, CHENG Hwakong C., ZHOU Xiaohui ve TAYLOR Steven T. (2020), "Energy savings and ventilation performance from CO2-based demand controlled ventilation: Simulation results from ASHRAE RP-1747 (ASHRAE RP-1747)", *Science and Technology for the Built Environment*, Cilt 26, Sayı 2, ss. 257-281.
- POUR Ouldouz Haji Mohamadi (2016), *Açık Otoparklar Üzerine Bir İnceleme ve Tasarım Stratejilerinin Geliştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- SAVAŞKAN Mustafa Onur (2015), *Yüksek Enerji Performanslı Konut Yapıları İçin Bım Tabanlı Bir Açık Kaynak Bilgi Sistemi Modeli* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- SOĞUKOĞLU Mehmet ve VATAN Meltem (2014), "Mevcut betonarme konut binalarında enerji verimliliğinin artırılması için mimari çözüm önerileri", *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, Cilt 6, Sayı 21, ss. 13-22.
- SOYSAL Ahmet ve DEMİRAL Yücel (2007), "Kapalı ortam hava kirliliği", *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, Cilt 6 Sayı 3, ss. 221-226.
- SULTANSU Sinem (2019), *Kapalı Bir Otoparkın Jet Fanlı Havalandırma ve Duman Kontrol Sisteminin CFD Analizi* (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- TORUN Ahmet Refah, KAYA Şeyma Helin ve KUŞVURAN Elif (2019), "Hibrit Araç Kullanma Potansiyelinin Adana İli Özelinde Araştırılması", *Artibilim Adana Alparslan Türkiye Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 2, Sayı 2, ss. 6-14.
- TÜİK (2021), *Haber Bülteni*, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yapi-Izin-Istatistikleri-Ocak-Haziran,-2021-37462>, ET. 25.03.2022.
- ÜRÜK Zerrin Funda ve İSLAMOĞLU KÜLÜNKOĞLU Asiye Kübra (2019), "BREEAM, LEED ve DGNB yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin standart bir konutta karşılaştırılması", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Sayı 15, ss.143-154.
- YAĞLICA Ayşen Özge (2022), *Enerji Verimliliği Bağlamında Yapı Tasarım Kriterleri ve Yeşil Bina Sertifikalandırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- YETİŞKUL Emine ve ŞENBİL Metin (2018), "Ankara'da otopark sorunu ve çözüm önerileri", *MEGARON*, Cilt 13, Sayı 2, ss. 250-262.
- YILDIRIM Hatice (2019), "Otopark alanlarının tasarım ilkeleri ve kullanıcı talepleri: Süleyman Demirel Üniversitesi yerleşkesi örneği", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2, ss. 176-188.

YILMAZ Emre (2018), *Aydınlatma Uygulamaları: İç Mekân, Dış Mekân ve Özel Aydınlatma Uygulamaları*, Özel Ofset Matbaa, Ankara.

