



FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI

ARAP YARIMADASI'NDA İNŞAAT SEKTÖRÜNDE
ENERJİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASHEM ADNAN MOHAMMED ZAEEM

İSTANBUL, 2022



FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI

ARAP YARIMADASI'NDA İNŞAAT SEKTÖRÜNDE
ENERJİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASHEM ADNAN MOHAMMED ZAEEM
(180201031)

Danışman
(Prof. Ümit Doğay Arınç)

İSTANBUL, 2022

04/07/2022

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Tezli Yüksek Lisans programı 180201031 numaralı Hashem Adnan MOHAMMED ZAEEM'ın hazırladığı "Arap Yarımadası'nda İnşaat Sektöründe Enerji Sürdürülebilirliği" konulu Yüksek Lisans tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, 04/07/2022 Pazartesi günü saat 16:00'da yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **Kabulüne Oy Birliği** ile karar verilmiştir.

Düzeltilme verilmesi halinde:

Adı geçen öğrencinin Tez Savunma Sınavı .../.../20... tarihinde, saat ...:... da yapılacaktır.

Tez adı değişikliği yapılması halinde: Tez adının

şeklinde değiştirilmesi uygundur.

Jüri Üyesi		Karar
1.	Prof. Dr. Ümit Doğay ARINÇ (Danışman)	Kabul
2.	Dr. Öğr. Üyesi Jülide ERDİNÇ	Kabul
3.	Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN	Kabul

**2. Danışman varsa doldurulması gerekmektedir.*

ETİK BİLDİRİM

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bağlı olduğum üniversite veya bir başka üniversitedeki başka bir çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

Hashem Adnan Mohammed Zaeem

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen değerli hocam **Prof. Ümit Doğay Arıncı**'a, sürekli çalışmama ve ilerlememe motive eden ve her adımda yanımda olan babam ve anneme, yoğun çalışmalarım sırasında sabır gösterdiği ve bana katlandığı için eşim Wafa, bu tezin yazılmasında katkı sağlayan kişi ve manevi destekleyen tüm dostlara şükranlarımı bir borç bilirim.

Hashem Adnan Mohammed Zaeem

ARAP YARIMADASI'NDA İNŞAAT SEKTÖRÜNDE ENERJİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Hashem Adnan Mohammed Zaeem

ÖZET

İnsanın Temel Temel ihtiyacı sağlıklı bir yaşam sürmektir. Enerji tasarruflu binalar, sağlıklı bir iklim sağladığı ve daha fazla insanı ve doğayı koruduğu için, insanlar yaşamlarının %90'ını bina içinde geçirdiğinden, binanın temel işlevi, insanların ihtiyaç duyduğu ortamı sağlamak olmalıdır. Sağlıklı bir yapı, kullanıcının biyolojik, psikolojik ve sosyal yapısından kaynaklanan ihtiyaçlarına, dış ve iç fiziksel ve sosyal çevresinin özellikleri ile cevap verir.

Enerji verimli yapısının sürdürülebilir olması için binanın temiz enerjisinin ömrü boyunca kesintisiz olarak sürdürülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda sürdürülebilirliğin ön koşulu olan “Enerji Tasarruflu Bina Önerisinin Sürdürülebilirlik Süreç Modeli”, “Sağlıklı Binaya Ulaşmak”; Enerji verimli bir bina için sürdürülebilirlik değerlendirmesi.

Bu araştırma, şu anda inşa edilen binalardaki israf miktarını ve bunların çevre ve insanlar üzerindeki olumsuz etkilerini ve sürdürülebilir ve enerji tasarruflu binalardan yararlanmada farkın nasıl olacağını ele aldığımız 5 bölümden oluşmuştur. Araştırma, teknolojik çözümler, bina maliyetiyle ilgili çözümler, inşaat çözümleri veya sürdürülebilir kalkınmadan bina için çevre ile ilgili çözümler vb. farklı sınıflandırmalarda birçok farklı akıllı çözüm türünü içermektedir. Arap Yarımadası'nda, gelişmiş ülkelerin ulaştığı akıllı çözümlerin modellerinin incelenmesi ve karşılaştırılması ve bölgedeki çevre ve sıcak iklime uygun olarak uygulanmaya çalışılmasına da değinilmiştir.

Bina sektörü, Arap Yarımadası'nda, en fazla enerji ve elektrik tüketen sektörlerden biridir. Kentsel yoğunluğun çoğu, büyük ölçüde konut binaları tarafından temsil edilen şehirlerde yoğunlaşmıştır. Bu nedenle, enerji verimliliği stratejilerinin

uygulanmasına yönelik ilk adım, bu binalardaki enerji tüketiminin miktarını ve performansını ölçmek ve kullanım şekillerini anlamakla başlar.

Anahtar kelimeler: arap yarımadası, inşaat sektörü, enerji sürdürülebilirliği, enerji verimliliği, pratik çözümler.



Construction Sustainability in The Arab Peninsula

Hashem Adnan Mohammed Zaeem

ABSTRACT

The Basic Basic need of man is to lead a healthy life. Since energy efficient buildings provide a healthy climate and protect more people and nature, since people spend 90% of their lives inside the building, the main function of the building should be to provide the environment that people need. A healthy structure responds to the needs of the user arising from his biological, psychological and social structure with the characteristics of his external and internal physical and social environment.

In order for the energy efficient structure to be sustainable, the clean energy of the building must be maintained uninterruptedly throughout its life. In this context, "Sustainability Process Model of Energy Saving Building Proposal", "Achieving a Healthy Building", which is the prerequisite of sustainability; Sustainability assessment for an energy efficient building.

This research consists of 5 parts, where we discuss the amount of waste in currently constructed buildings and their negative effects on the environment and people, and how the difference will be in benefiting from sustainable and energy efficient buildings. Research, technological solutions, building cost related solutions, construction solutions or environmental related solutions for building from sustainable development etc. It includes many different types of smart solutions in different classifications. In the Arabian Peninsula, it was also mentioned that the models of smart solutions reached by developed countries were examined and compared and tried to be applied in accordance with the environment and hot climate in the region.

The building sector is one of the sectors that consume the most energy and electricity in the Arabian Peninsula. Much of the urban density is concentrated in cities, which are largely represented by residential buildings. Therefore, the first step towards implementing energy efficiency strategies starts with measuring the amount

and performance of energy consumption in these buildings and understanding their usage patterns.

Keywords: arabian peninsula, construction sector, energy sustainability, energy efficiency, practical solutions.



ÖNSÖZ

Bu tez, Arap Yarımadası'ndaki binaların; yüksek olan enerji tüketimlerini, düşürebilmemiz, sürdürülebilir hale getirebilmemiz ve temiz havaya sahip olabilmemiz için binaların iyileştirilmesiyle ilgilidir. Yerel kaynakların doküman eksikliği en büyük zorluk idi. Memleketim Yemende süren savaş nedeniyle sık sık elektrik ve internet kesilmesine rağmen, hazırladığım bu önemli ve mütevazi tezimin Yemen'e ve Arap Yarımadası ülkelerine ufuk açacağı olacağı ümidindeyim.

Haziran 2022

Hashem Adnan Mohammed Zaeem

İÇİNDEKİLER

İçindekiler Tablosu

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
ÖNSÖZ	ix
SEMBOLLER	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	14
RESİM LİSTESİ	16
TABLO LİSTESİ	17
KISALTMALAR	19
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	5
1. TOPLAM TÜKETİLEN ENERJİ	5
1.1. ARAP YARIMADASI:	5
1.1.1. Birincil Güç Kaynağı :	5
1.1.2. Nihai Enerji Tüketimi:	6
1.1.3. Arap Yarımadası'ndaki ülkeler grubu:	9
1.2. HER ÜLKE İÇİN NİTEL ANALİZ:.....	11
İKİNCİ BÖLÜM	13
2. BİNA SEKTÖRÜNDE ENERJİ TÜKETİMİ	13
2.1. İKLİM ÖZELLİKLERİ.....	13
2.2. MEVCUT BİNALARIN ENERJİ TÜKETİM DURUMLARI.....	14
2.3. MEVCUT BİNALARIN ALANLARI.....	15
2.4. KLİMA SİSTEMİ YAYGINLIK ORANLARI	16
2.5. ENERJİ DESTEKLERİ	18
2.6. MEVCUT BİNALARDA ENERJİ TÜKETİMİ EĞİLİMLERİ.....	19
2.6.1. Arap Yarımadası'ndaki genel eğilimler	20
2.6.2. Arap Yarımadası ülkeler grubundaki eğilimler	23
2.6.3. Enerji Kullanma verimliliği göstergeleri	24

2.6.4. Bina Sektöründe Kişi Başına Düşen Enerji Tüketim Miktarı...	25
2.7. ALANA GÖRE BİNALARDA ENERJİ KULLANIMI	27
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	31
3. ARAP YARIMADASI'NDA MEVCUT ENERJİ VERİMLİLİĞİ	
POLİTİKALARI	31
3.1. BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ POLİTİKALARI.....	31
3.2. BİNA SINIFLANDIRMA SİSTEMLERİ.....	35
3.3. ENERJİ PERFORMANSI VE ENERJİ PERFORMANSI MİNİMUM STANDARTLARINI GÖSTEREN İŞARETLER SİSTEMLERİ .	37
3.4. BİNA SEKTÖRÜNDE ENERJİ SÜRDÜLEBİLİĞİNİ GELİŞTİRMEYEBİLECEK POLİTİKA SEÇENEKLERİ	40
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	42
4. BİNA SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ OTANSİYELİNİN	
ANALİZİ	42
4.1. ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN MİNİMUM STANDARTLARIN İYİLEŞTİRİLMESİ SÜRECİNDEN DOĞABİLECEK FAYDALAR.....	42
4.1.1. Ticari Binalarda Entegre (LED) Sistemlerinin Etkisi.....	46
4.2. YENİ BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ PROGRAMLARININ ETKİSİ	47
4.2.1. Binaların Dış Kaplamasındaki Termal Performans.....	47
4.2.2. Binalarda Entegre Enerji Performansı.....	48
BEŞİNCİ BÖLÜM.....	50
5. ARAP YARIMADASI'NDAKİ BİNA SORUNUNA PRATİK ÇÖZÜMLER	
.....	50
5.1. BÖLGENİN İNCELENMESİ:.....	50
5.1.1. Bölgeyi İtina İle Seçmek	51
5.1.2. Binanın Karbon Ayak İzini Azaltmak	51
5.1.3. Yağmur Suyundan Faydalanmak:	52
5.1.4. Gözenekli Su Geçirgen Döşeme Veya Açık Izgara Döşeme Kullanımı	52
5.2. İKLİM	53
5.2.1. İklimi İyi Anlamak.....	53
5.2.2. Güneş Sonsuz Enerji Kaynağıdır	53
5.2.3. Güneş Işınımını Kontrol Etmede Ağaçların Önemi	55

5.2.4. Doğu Ve Batıda Uzun Boylu Ağaçlar Dikmek	56
5.2.5. Ekilmiş Çatı Yüzeyleri Isı Kaybını Azaltır.....	57
5.3. RÜZGAR HAREKETİ	58
5.4. BİNANIN DOĞRU YÖNLENDİRİLMESİ	61
5.4.1. Alanlar Ve Odalar (Rock, B. A. (1997)	62
5.4.2. Pencere Alanının Duvar Alanına Oranı.....	63
5.4.3. Doğal Aydınlatma İçin Tasarım	64
5.4.3.1. Ufuk Görünümünü Korumak	65
5.4.3.2. Gün Işığı Katsayısı.....	65
5.4.3.3. Tasarımda gün ışığı faktörü değerleri tahkik edilmelidir.....	66
5.4.3.4. Gündüz Tavan Aydınlatması.....	67
5.4.4. İç Avlu Ve Faydaları	68
5.4.4.1. Güneş Tüpleri.....	68
5.5. DOĞAL HAVALANDIRMA.....	69
5.5.1. İki taraflı doğal havalandırma.....	71
5.5.2. Tek Taraflı Doğal Havalandırma	71
5.5.3. Doğal Havalandırmanın Verimliliğini Artırmak İçin Uygun Şekilde Tasarlanmış İç Bölmeler.....	72
5.6. RÜZGÂR YAKALAYICILARI (MALQAF)	72
5.7. GÖLGELEME	74
5.8. BİNANIN KABUĞU	76
5.8.1. Isı Yalıtımı	77
5.8.2. Pencerelerin Özellikleri.....	78
5.9. SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILARDA NANOTEKNOLOJİK MALZEMELER	80
5.9.1. Nanoteknolojik Malzemelerin Mimari Uygulamaları.....	81
5.9.1.1. İnşaat sektöründe Nanoteknoloji kullanımı	81
5.9.1.2. Enerji	81
SONUÇ ve ÖNERİLER	82
KAYNAKÇA.....	86

SEMBOLLER

C	: Dokunun kapasitansı
H	: Isı miktarı
M_x, M_y, M_{xy}	: Moment Bileşenleri
N_x, N_y, N_{xy}	: Normal Kuvvet Bileşenleri
q	: Faz yükü
t	: Zaman
u,v	: Yer değiştirme vektörü bileşenleri
w	: Açısal hız
XC	: Kapasitif reaktans
XL	: Endüktif reaktans
α	: Asal gerilme doğrultusundan sapma açısı
ρ	: Yoğunluk
σ_x, σ_y, σ_{xy}	: Kabuk iç gerilmeleri

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 Kişi başına gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) daki değişiklikler 1990-2015(IEA 2019)	2
Şekil 1. 2 Güneş Enerjisi Kaynakları, (IEA,2019).....	6
Şekil 1. 3 Nihai enerji tüketimi (IEA,2019).....	7
Şekil 1. 4 Kişi başına nihai enerji tüketimi, elektrik tüketimi ve karbon emisyonlarındaki değişimler (IEA,2019).....	8
Şekil 1. 5 Kişi başı elektrik tüketimi (IEA,2019).....	8
Şekil 1. 6 Kişi başına yıllık karbon emisyonları (IEA,2019).....	9
Şekil 1. 7 Kişi başına gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH)daki değişiklikler Arap Yarımadası ülkelerinde (ULUSLARARASI PARA FONU, 2020).....	11
Şekil 1. 8 Arap Yarımadası'nda toplam birincil enerji arzının kişi başına düşen payındaki değişimler (IEA,2020).....	11
Şekil 2. 1 Arap Yarımadası'nın bir yıl boyunca günlük sıcaklıkları topografik haritasıpayındaki değişimler (Krarti ve Ihm, 2016).....	14
Şekil 2. 2 Arap Yarımadası'nın topografik haritası (Krarti ve Ihm, 2016)	15
Şekil 2. 3 Toplam yıllık elektrik tüketimi ve ortalama ortam sıcaklığı Suudi Arabistan'da 2020 (Krarti and others,2020).	15
Şekil 2. 4 Arap Yarımadası'nda yapı sektöründe toplam enerji kullanımı, 1990 – 2019 (IEA,2020)	22
Şekil 2. 5 Arap Yarımadası'nda enerji tüketiminde yıllık eğilimler, 1990-2019(IEA,2020).	22
Şekil 2. 6 Arap Yarımadası'nda inşaat sektörünün toplam nihai enerji tüketimi içindeki payı, 1990 – 2019 (IEA,2020).....	23
Şekil 2. 7 Arap Yarımadası'nda elektrik üretimi için enerji karışımı, 2019	

(IEA,2020).	23
Şekil 2. 8 Binalarda nihai enerji tüketimi, 2019 . (IEA,2020)	24
Şekil 2. 9 Binalarda toplam elektrik tüketiminde kişi başına düşen payBölgelerde, 1990 – 2020. (IEA,2020)	26
Şekil 2. 10 Konutlarda kişi başına yıllık toplam enerji tüketimi Arap Yarımadası'nda, 1990 – 2020. (IEA,2020)	27
Şekil 2. 11 Ülkelere göre hane halkı elektrik tüketimi, 1990 – 2019. (IEA,2019)	29
Şekil 4. 1 Arap Yarımadası'ndaki enerji tasarrufu Hedeflerinin topografik haritası (%) (IEA,2020)	49
Şekil 5. 1 Bölgenin ve binanın incelenmesinde dikkate alınacak faktörler	50
Şekil 5. 2 Arap Yarımadasında Bina Konumu Belirlenirken Dikkate Alınmayan Faktörler	51
Şekil 5. 3 Arap Yarımadası'ndaki rüzgar yönleri (1999)(Passive Cooling of Buildings).....	59
Şekil 5. 4 Binalarda Doğal Havalandırma Tasarımında Rüzgar Yönü Ve Hızının Analizi ((1999)Passive Cooling Of Buildings).....	61
Şekil 5. 5 Doğal Havalandırmanın Faydaları	70
Şekil 5. 6 Isı Yalıtım Etkisi (ARABIA, P. I. S. ,2007).	77

RESİM LİSTESİ

Sayfa

Resim 5. 1 Yağmur suyu geri dönüşümünün faydaları.....	52
Resim 5. 2 Açık Izgara Sistemi Katmanlari (EPA,2009).....	53
Resim 5. 3 Bölgedeki Binalarda Güneşin Hareketi.....	55
Resim 5. 4 Yıl Boyunca Yaprak Döken Ağaçların Bınaya Faydası	56
Resim 5. 5 Binanın Doğu ve Batı Cephesine Dikilen Uzun Boylu Ağaçlar	57
Resim 5. 6 Güneş Işığının Boş ve Ekili Tavanlardaki Yansimasi.....	58
Resim 5. 7 Menfezler ()1999(Passive Cooling of Buildings).	59
Resim 5. 8 Binanın Doğru Yönlendirilmesi.....	62
Resim 5. 9 Pencere yüksekliklerine göre içeriye giren güneş ışığı.....	65
Resim 5. 10 Yüksekliklere Göre Tavandan Aydınlatma (Reinhart, C. F., ...	67
Resim 5. 11 İç Avludan Sağlanan Faydalar	68
Resim 5. 12 Güneş Tüpleri (https://7br.online/)	69
Resim 5. 13 Pencere Yüksekliğinin Konut Sakinleri Ve Binalar Üzerindeki Etkisi..	71
Resim 5. 14 Doğal Hava Hareketinin Tipik Bir Yatay Izdüşümü(Nazer, H.,.....	72
Resim 5. 15 Doğal Havalandırma İçin Malqaf Veya Rüzgar Tutucu (https://blue6ird.blogspot.com/2019/07/?view=mosaic)	73
Resim 5. 16 Malqaf Hava Çalışması (Abbas Saeed, Khader, & Abdul Latif.....	74
Resim 5. 17 Pencere Gölgeleme Faydaları(Jordan Green Building Council, 2018).	75
Resim 5. 18 Güneş Kırıcılar (Jordan Green Building Council, 2018).	76
Resim 5. 19 Pencerelerin Enerji Tasarrufu Oranına Etkisi (Hassouneh, K., Alshboul, A., & Al-Salaymeh, A, 2010).....	80

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. 1 Arap Yarımadası'ndaki ülke gruplarının özellikleri,2019(IEA,2020)	9
Tablo 1. 2 Arap Yarımadası Ülkelerinde Temel Makroekonomik Göstergeler . (IEA, 2019 – World Bank, 2020- United Nations, 2017).	12
Tablo 2. 1 Arap Yarımadası'nda kişi başına düşen GSYİH bazında kişi başına düşen yerleşim alanı (IEA-ETP,2018).	16
Tablo 2. 2 Arap Yarımadası'nda satılan toplam klima sayısı (bin olarak), 2013-2018(Jraia, 2019).	17
Tablo 2. 3 Arap Yarımadası'ndaki enerji DESTEKLERİ (IMF, 2019).	18
Tablo 2. 4 Elektrik fiyatları ve enerji kullanım göstergeleri Arap Yarımadası ülkelerindeki karbon emisyonları.	19
Tablo 2. 5 Seçilen bölge ve ülkelerde yapı sektöründeki enerji yoğunluğu (kWh/m ²),2000, 2006 ve 2012	28
Tablo 2. 6 Seçilen ülkelerde konut binaları için rapor edilen enerji yoğunluğu değerleri. (Ecofys, 2013).	30
Tablo 2. 7 Seçilmiş Arap Ülkelerinde Konut Dışı Binalar İçin Raporlanan Enerji Yoğunluğu Değerleri. (Ecofys, 2013).	30
Tablo 3. 1 Arap Yarımadası ülkelerindeki binalar için enerji verimliliği düzenlemelerinin gerçekliği	34
Tablo 3. 2 Arap Yarımadası ülkelerinde Enerjide Liderlik Belgesine sahipbina sayısı 26Aralık 2017'ye kadar(USGBC, 2017).	36
Tablo 3. 3 Arap Yarımadası ülkelerindeki Klimalar minimum enerji performans....	38
Tablo 3. 4 Arap Yarımadası'ndaki ülkelerde aydınlatma armatürlerinde Enerji Verimliliği Düzenlemeleri	39

Tablo 4. 1 Arap Yarımadası'ndaki Aydınlatma için Minimum Enerji Verimliliği Hedefleri (A-U4E,2017.B-IEA,2019).....	44
Tablo 4. 2 Arap Yarımadası'ndaki Buzdolapları için Minimum Enerji Verimliliği Standartlarının Potansiyel Faydaları (A-U4E, 2017.B-IEA,2019).	44
Tablo 4. 3 Arap Yarımadası'ndaki klimalar için minimum enerji verimliliği standartlarının potansiyel faydaları (A-U4E,2017.B-IEA,2019).	45
Tablo 4. 4 Aydınlatma, Buzdolabı ve Klimalar Arap Yarımadası Konut Binalarında için geliştirilmiş minimum enerji performans standartlarından elde edilen kümülatif faydalar, 2020-2030 (A-U4E, 2017.B-IEA, 2019).	45
Tablo 4. 5 Kamu binalarında hazırlayıcı entegre LED aydınlatma ünitelerinin kullanımına ilişkin faydalar Arap Yarımadası'nda ticaret ve ilişkin faydalar (Önceki çalışmaların sonuçları).	47
Tablo 4. 6 Arap Yarımadası'ndaki tüm yeni binalarda bina kaplamasistemlerinin ekonomik ve çevresel faydaları (Karti2015).	48
Tablo 4. 7 Enerji tasarrufu ve yaşam döngüsü maliyet düşürme değerleri(Krarti and Ihm, 2016).....	49
 Tablo 5. 1 Ticari binalarda gün ışığı katsayısı (Reinhart, C. F., Mardaljevic, J., & Rogers, Z. 2006).....	66
Tablo 5. 2 Konut binalarında gün ışığı katsayısı (Reinhart, C. F.,Mardaljevic, J., & Rogers, Z. 2006).....	67
Tablo 5. 3 Önerilen güneş tüplerinin mekan kullanımına göre boyutları.....	69

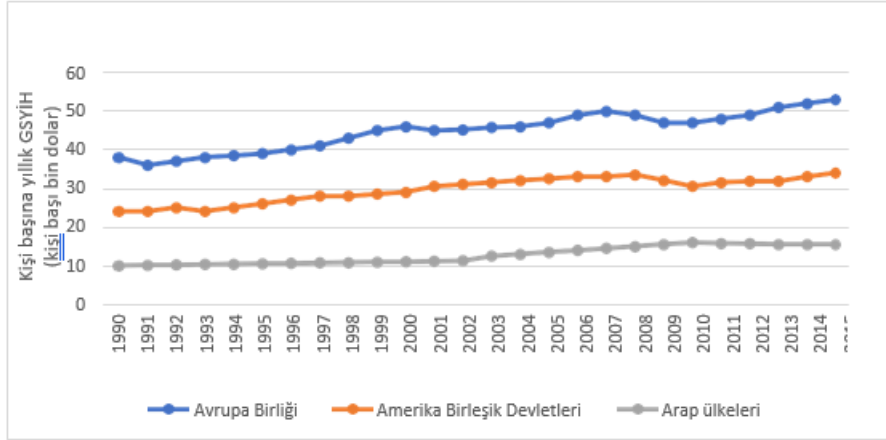
KISALTMALAR

a.e.	Aynı eser/yer
a.g.e.	Adı geçen eser
a.y.	Yazara ait son zikredilen yer
b.a.	Eserin bütününe atıf
bkz.	Bakınız
bkz.: aş.	Eserin kendi içinde aşağıya atıf
bkz.:yuk.	Eserin kendi içinde yukarıya atıf
C.	Cilt
çev.	Çeviren
ed. veya haz.	Editör/yayına hazırlayan
k.g.	Karşı görüş
karş.	Karşılaştırınız
s.	Sayfa/sayfalar
t.y.	Basım tarihi yok
v.d.	Çok yazarlı eserlerde ilk yazardan sonrakiler
y.y.	Basım yeri yok

GİRİŞ

1990-2015 yılları arasında Arap bölgesinde toplam birincil enerji arzı nüfus artışı nedeniyle üç katına çıktı, ancak bu dönemde gayri safi yurt içi hasıla sadece %60 oranında arttı, bu Arap bölgesinde enerji yoğunluğunda bir artışa ve enerji verimliliğinde bir düşüşe işaret ediyor. Arap bölgesindeki Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, Toplam Birincil Enerji Arzı ve Nüfus Artışı.

Yılları arasında Arap Yarımadası'nda ve özellikle Körfez bölgesinde kişi başına düşen Gayri safi yurt içi hasıla dünya ortalaması göre çok az yükselmiştir, ancak Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri gibi benzer göstergelerin çok altında kalmıştır. Bununla birlikte, kişi başına düşen Gayri safi yurt içi hasıla Arap bölgesi içinde özellikle Körfez İşbirliği Konseyi ülkeleri ve diğer Arap ülkeleri arasında büyük bir eşitsizlik kaydetti. 1990 – 2015 yılları arasında bölgede kişi başı birincil enerji kullanımı önemli ölçüde artarak 2015 yılında dünya ortalamasına yani kişi başına 2 ton petrol eşdeğerine ulaşmıştır. Avrupa birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ise kişi başına düşen enerji kullanımı çok daha yüksek şekilde 1.1. 2008 yılından itibaren düşüşe geçerek 2020 yılında kişi başı 3-7 ton petrol eşdeğer olmuştur.



Şekil 1. 1 Kişi başına gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) daki değişiklikler 1990-2015(IEA 2019)

1. Bu Raporda geçen Arap Bölgesi kelimesi Umman, Filistin, Katar, Kuveyt, Lübnan, Libya, Mısır, Fas, Suudi Arabistan Krallığı, Moritanya, Yemen, Ürdün, Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn, Tunus, Cezayir, Suriye Arap Cumhuriyeti, Sudan ve Irak'ı ifade etmektedir.
2. Enerji verimliliği (yani Enerji Yoğunluğunun tersi) Toplam yerel üretimin, birincil enerji arzına bölünmesi anlamına gelir.

Amaç

Bu tez, Arap Yarımadası'ndaki binaların enerji performansının iyileştirilmesi ve yarımada da mevcut olan güneş enerjisinin kullanımı ve Arap Yarımadası'ndaki inşaat sektörünün ihtiyacının belirlenmesi ve yarımada ülkelerinde söz konusu sektördeki tüketim endeksini ve verimliliğini etkileyen ana faktörlerin belirlenmesinden elde edilebilecek faydaların bir değerlendirmesini sunmaktadır. **Körfez İşbirliği Konseyi Ülkeleri, Yemen** bölgedeki bir dizi enerji verimliliği programının faydalarını belirlemek için enerji politikalarının ve yeni enerji tasarruflu binalarda sürdürülebilirliklerinin bir tanımını ve dört enerji politikası grubunun aşağıdaki şekilde değerlendirilmesini içermektedir.

1. İşgücünde yaygın olarak kullanılan enerji yoğun ürünler için en katı minimum enerji performans standartlarının benimsenmesi.
2. Enerji tüketimini azaltmak için binaların iyileştirilmesi ve tadilatı.

3. Enerji tüketmeyen binalara ulaşmak için yenilenebilir enerji sistemlerini entegre etmek.
4. Binalarda enerji verimliliği için entegre yasaların oluşturulması. Yeni binalar yasalar uygulanmalı .

Önem

İnşaat sektöründe enerjini sürdürülebilirliği tasarım ve uygulama mekanizmasında devrim oluşturur. Kara ve hava üzerindeki etkisini değiştirerek küresel ısınmayı ve insanları israftan kurtarır. Doğadan rüzgardan doğa ile uyumdan dolayı binaların neden olduğu kirliliği azaltılmasında yardımcı olur. Sağlıklı bir ortamda İnsanların yaşamlarını ve inşaat malzemeleri kullanmasına yardımcı olmaktadır.

Varsayım

Bu çalışma, enerji verimli binalar için bir sürdürülebilirlik süreç modeli önerisine dayanmaktadır.

- Sağlıklı bir vücuda sahip olun
- Enerji verimli binaların sürdürülebilirlik değerlendirmesi
- Enerji verimli binaların sürdürülebilir yönetimi

Yöntem

Her şeyden önce, çalışma Arap Yarımadası bölgesinde enerji verimli bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bu ekonomik büyümeyi sürdürülebilir kılarak getirilebilecek ekonomik sürdürülebilirliği sağlamayı amaçlamaktadır. enerji verimli binalarla ilgili çalışmalar incelenerek, eski yapı ve standartlara sahip binalardır. Vektörler arasındaki alanlar, kullanıcı ihtiyaçları, ulaşım ve özel uygulama ve harici ve dahili sosyal uygulamalar için tanımlanır. Ardından, Sürdürülebilirlik Kaynağı, ön ve kapsamlı tanımları ve kriterleri içerir. Konuya iyi uyarlanmış sağlıklı bir formun tanımı ve kriterleri. belirlenmelidir.

Alınan tüm bilgilerden yararlanma kullanım açısından daha kapsamlıdır. Bu bağlamda durum rayından çıkana kadar hangi aşamalardan geçmiştir. Buradan modelleme yeniden modelin dışına, temelden temele adım atmış olursunuz.



BİRİNCİ BÖLÜM

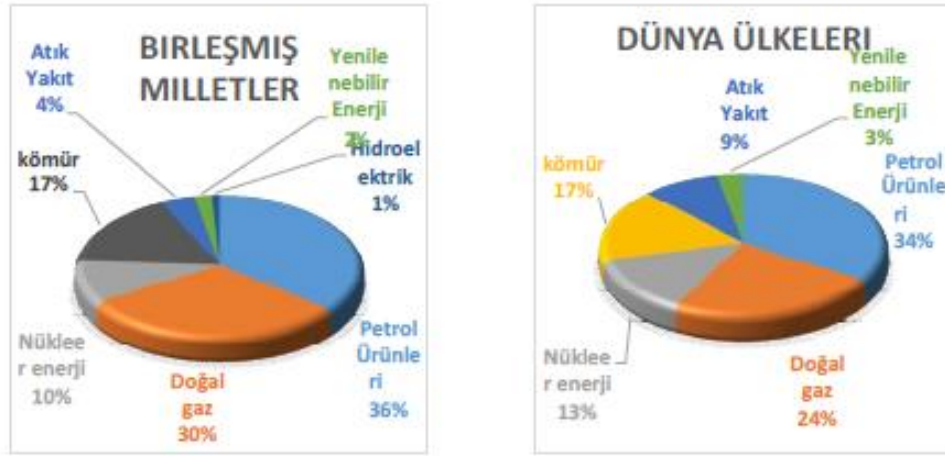
1. TOPLAM TÜKETİLEN ENERJİ

1.1. ARAP YARIMADASI:

1.1.1. Birincil Güç Kaynağı :

Son 20 yılda Arap Yarımadaı Ekonomisini desteklemek için petrol ürünleri ve doğalgaz tüketmeye odaklandı. 2018 yılında birincil enerji ihtiyacını karşılamak için Biyoyakıt ve atıklara (%2), Hidroelektriğe (%1) temel olarak petrol ürünlerine (%50) ve Doğalgaza (%46) itimat ediyordu. Ayrıca Arap Bölgesi ek olarak yenilenebilir enerji, hidroelektrik ve nükleer enerji (Karbon yaymayan enerji kaynakları) gibi diğer enerji kaynaklarını da kullanmıştır. Böylelikle dünyanın birincil enerji arzının %18'ni oluşturmuştur, Avrupa birliği %28, Amerika Birleşmiş Devletleri ise %17 oranına sahiptir.



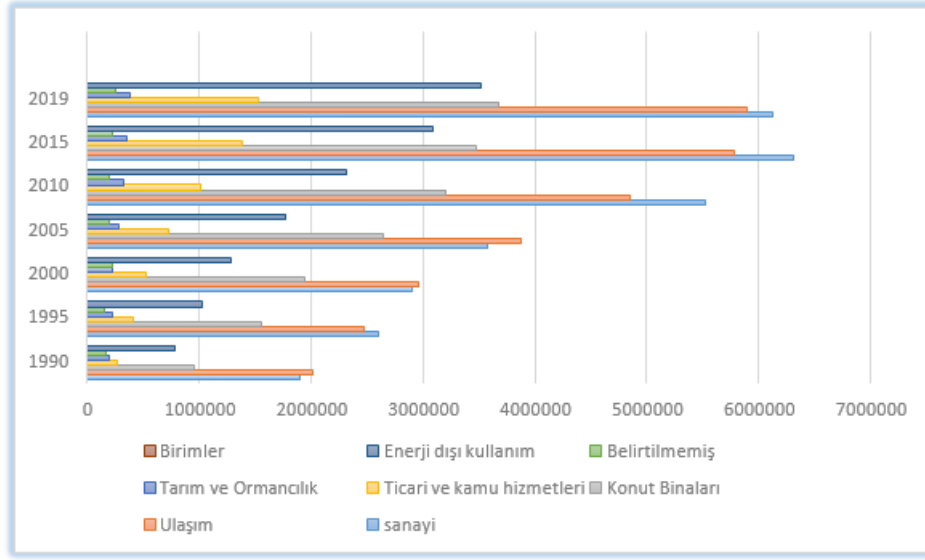


Şekil 1. 2 Güneş Enerjisi Kaynakları, (IEA,2019)

1.1.2. Nihai Enerji Tüketimi:

Şekil (1.3) 1990-2019 yılları arası Arap Yarımadası'ndaki Toplam nihai Enerji Tüketimindeki yıllık değişiklikleri ve dağılımını göstermektedir. Arap Yarımadası, 1990 yılından bu yana toplam nihai enerji tüketiminin yıllık ortalama

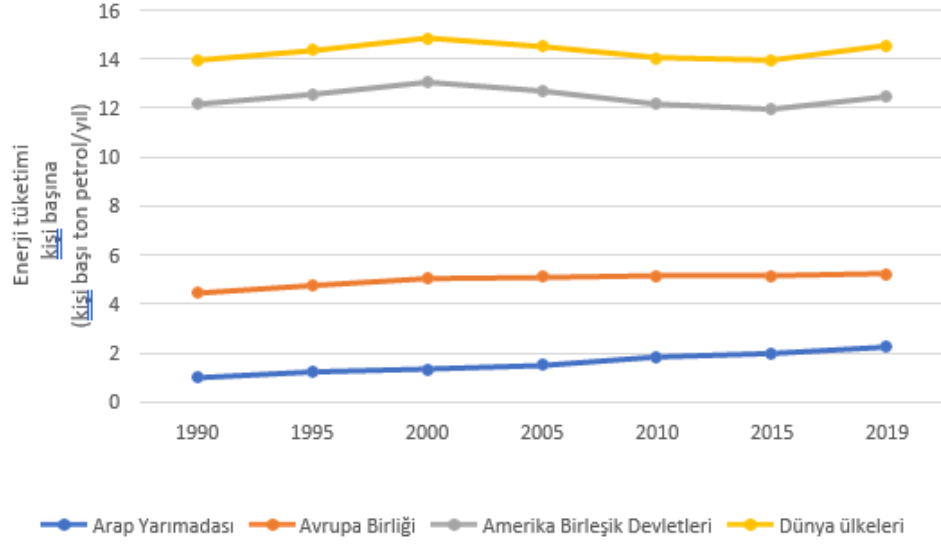
%10'luk büyüme oranıyla enerji tüketiminde bir artışa tanık oldu. (IEA, 2017)



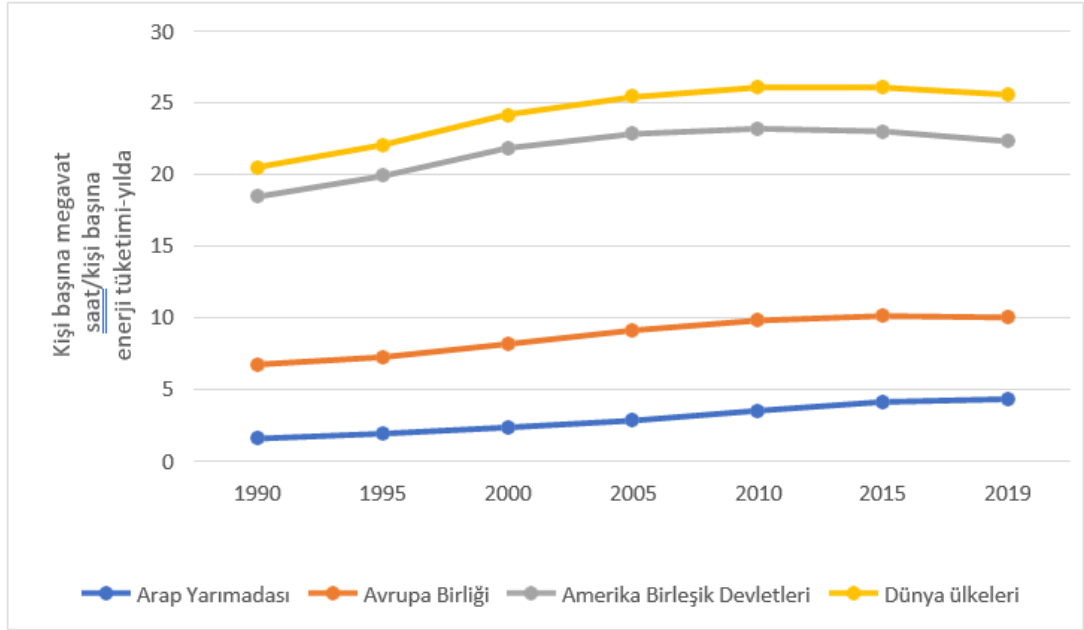
Şekil 1. 3 Nihai enerji tüketimi (IEA,2019)

Şekil 1.3'te gösterildiği gibi bölgede kişi başı nihai enerji ve elektrik tüketim payı oldukça düşüktür. Arap Yarımadası'nda kişi başı enerji kullanımı ve elektrik tüketimi küresel orana yakın olmakla birlikte Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik devletlerine nazaran çok daha düşüktür (şekil 1.4). Bu da kişi başı karbon emisyonunun küresel orana göre düşük olmasına neden oldu, Avrupa Birliğin ve Birleşmiş Milletlere göre daha da fazla düşük bir oran (şekil 1.5). Buna rağmen Arap Yarımadası'nda kişi başına düşen enerji kullanımı ve karbon emisyonu aşırı bir artış gösterirken, Avrupa Birliği ve Birleşmiş Milletler'de bu oran gerilemiştir. Arap Yarımadası'nda önümüzdeki on yılda, yüksek nüfus artışı, kentleşmenin hızlanması ve yaşam standartlarının yükselmesi Bununla birlikte daha fazla konfor isteği sonucu elektrik talebi başta olmak üzere, enerji tüketiminin artmaya devam etmesi bekleniyor. Ayrıca Arap Yarımadası bölgesinde bazı ev eşyalarının düşük fiyatlı olması daha çok kullanıcının erişmesini sağlayacak ve enerji tüketimi artacak. Arap Yarımadası ülkelerinde kentsel alanlarda yıllık nüfus artış hızları bölgesel ortalama olarak %2 ile

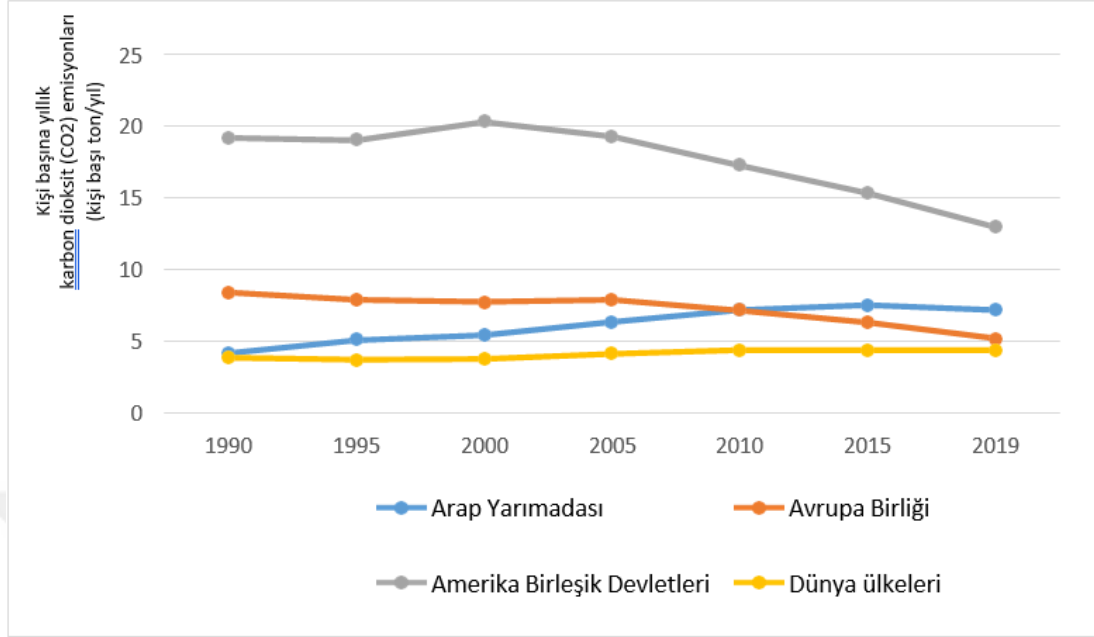
%6 arasında değişmektedir yani bölgesel olarak %3.8 oranında artmaktadır. Önümüzdeki on yılda Arap Yarımadası'nda inşaata toplam 4.3 trilyon dolar harcaması bekleniyor; Bu da mevcut inşaat pazarının %80'lik bir kümülatif büyümeyi temsil ediyor. (UN-Habitat, 2013).



Şekil 1. 4 Kişi başına nihai enerji tüketimi, elektrik tüketimi ve karbon emisyonlarındaki değişimler (IEA,2019).



Şekil 1. 5 Kişi başı elektrik tüketimi (IEA,2019)



Şekil 1. 6 Kişi başına yıllık karbon emisyonları (IEA,2019)

1.1.3. Arap Yarımadası'ndaki ülkeler grubu:

Arap Yarımadası veya Arap Adası 9 Arap devletinden oluşur ve 1. Tabloda gösterildiği gibi coğrafi konum, kültürel eğilimler ve yaşam standardı dâhil olmak üzere çeşitli kriterlere göre üç gruba ayrılır. Ayrıca tablo 1'de 2019 (IEA,2020) verilerine dayanarak her bölgenin nüfusu, Kişi başına düşen Gayri safi yurt içi hasıla'yı ve birincil enerji arzını göstermektedir. Körfez İşbirliği konseyi ülkeleri, Arap ülkeleri ve Ortadoğu ülkeleri ile karşılaştırıldığında en düşük nüfusa sahip olmakla birlikte, birincil enerji kullanımlarında ve kişi başına düşen Gayri safi Yurt içi hasıla'da en yüksek değere sahiptir. (IEA, 2020)

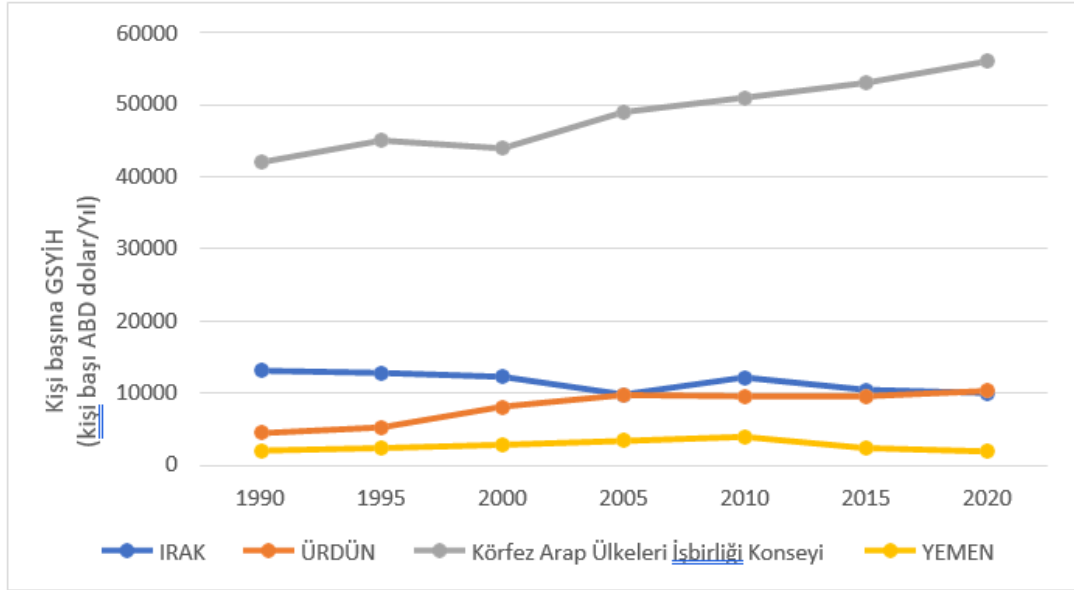
Tablo 1. 1 Arap Yarımadası'ndaki ülke gruplarının özellikleri,2019(IEA,2020)

Ülkeler grubu	Ülkeler	Nüfus (Milyon)	kişi başına yıllık gelir Toplam(ABD dolar/yıl)	kişi başına yıllık ton petrol eşdeğeri enerji tüketimi
Irak	Irak	40,22	10003	0,942
Ürdün	Ürdün	10,20	10306	1,109

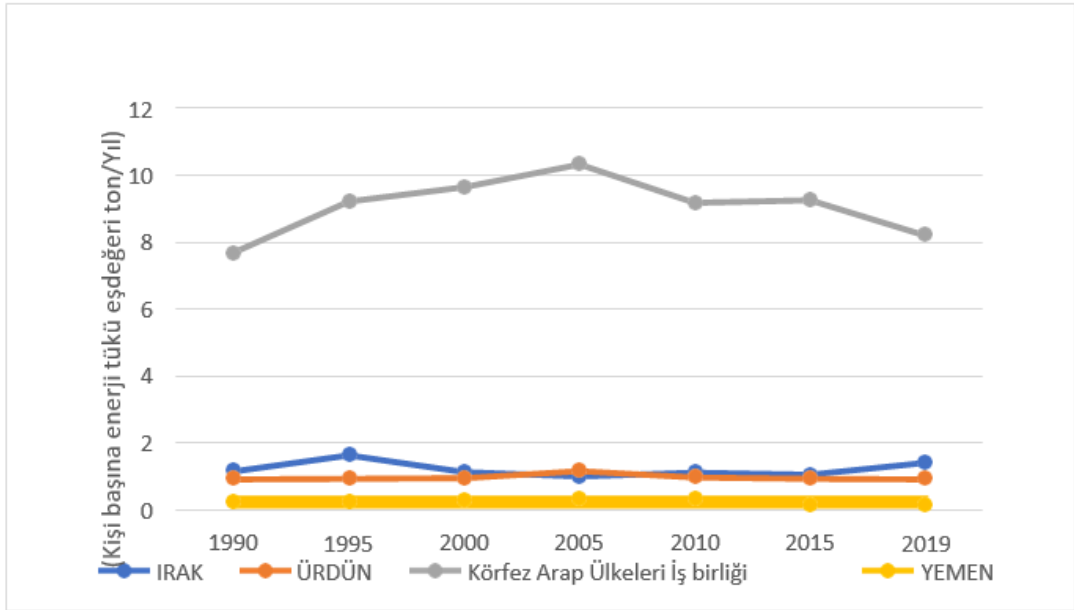
(Körfez Arap Ülkeleri İşbirliği Konseyi)	Bahreyn, Kuveyt, Umman, Katar,Suudi Arabistanve Birleşik Arap Emirlikleri	53,23	55601	7,870
Yemen	Yemen	29,83	1972	0,212

Şekil 1.7 ve şekil 1.8’de 1990-2015 yılları arası sırasıyla Arap Yarımadası’ndaki ülkelerin kişi başı GHYİS ve toplam birincil enerji arzındaki değişiklikleri göstermektedir. Tahmin edildiği üzere Arap Yarımadası ülkeleri ve özellikle Körfez İşbirliği Konseyi kişi başı ekonomik gelir payı ve enerji tüketiminde çok yüksek seviyeler kaydetti. Yemen ise 1990-2020 yılları arasında Arap Yarımadası’nda ekonomi ve enerji tüketimi açısından en düşük seviyeyi kaydetti.

Enerji yoğunluğuna veya birincil enerji arzının birim başının ekonomik gelirine bakıldığında enerji üretimi en düşük ülkesi olan yemen 2000 yılından bu yana enerji üretiminde en yüksek seviyeyi kaydettiğini gösteriyor. ve bu seviyelerde gerileme görülmektedir.



Şekil 1. 7 Kişi başına gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH)daki değişiklikler Arap Yarımadası ülkelerinde (ULUSLARARASI PARA FONU, 2020).



Şekil 1. 8 Arap Yarımadası'nda toplam birincil enerji arzının kişi başına düşen payındaki değişimler (IEA,2020)

1.2. HER ÜLKE İÇİN NİTEL ANALİZ:

Tablo 1.2, 2019 yılı (IEA, 2019 – World Bank, 2020- United Nations, 2017) verilerine dayanarak Arap Yarımadası ülkelerindeki temel makroekonomik göstergeleri içermektedir. Şekil 1.9 ve şekil 1.10’da Arap Yarımadası ülkelerini temsil eden bu makroekonomik göstergelerin değişimlerini göstermektedir. Bu şekiller 1990-2019 yılları arasında toplam birincil enerji arzının kişi başına düşen payı, kişi başına düşen Gayri safi Yurt İçi hasılı ve Gayri Safi Yurt İçi Hasılın toplam birincil enerji arzına oranının değişimlerini göstermektedir. Beklenildiği gibi Körfez İşbirliği Konseyi Ülkelerinden olan Suudi Arabistan Krallığı kişi başına düşen enerji tüketimi ve ekonomik gelir payı açısından çok daha yüksek değerler kaydetti. En az gelişmiş Arap Ülkelerini temsil eden Yemen ise Ekonomi ve enerji kullanımı açısından en düşük göstergeleri kaydetti.

Tablo 1. 2 Arap Yarımadası Ülkelerinde Temel Makroekonomik Göstergeler . (IEA, 2019 – World Bank, 2020- United Nations, 2017).

Ülke	Nüfus (Milyon)	Kişi başına GSYİH kişi başına 2020 Satın alma gücü paritesi doları)	Kişi başına toplam birincil enerji arzı (kişi başına ton petrol eşdeğeri)	Toplam birincil enerji arzı/GSYİH (ton petrol eşdeğeri/1.000\$ Satınalma gücü paritesi 2020)
Irak	40,22	10003	1,41	0,14
Ürdün	10,20	10306	0,913	0,088
Suudi Arabistan	34,22	46273	0,135	0,0029
Birleşik Arap Emirlikleri	9,77	58931	5,39	0,091
Umman	4,67	29045	4,71	0,16
Katar	2,75	91897	9,4	0,10
Bahreyn	1,53	49057	14,6	0,30
Kuveyt	4,42	41735	8,82	0,21
Yemen	29,83	1972	0,143	0,072

A. NÜFUS VERİLERİ (2020, BANK WORLD).

B. 2019 YILI SATIN ALMA GÜCÜ PARİTESİ (SATIN ALMA GÜCÜ PARİTESİ) CİNSİNDEN DOLAR CİNSİNDEN GSYİH VERİLERİ (2019, BANK WORLD)'DEN ALINMIŞTIR.

C. TOPLAM BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARINA İLİŞKİN VERİLER (2020, IEA).

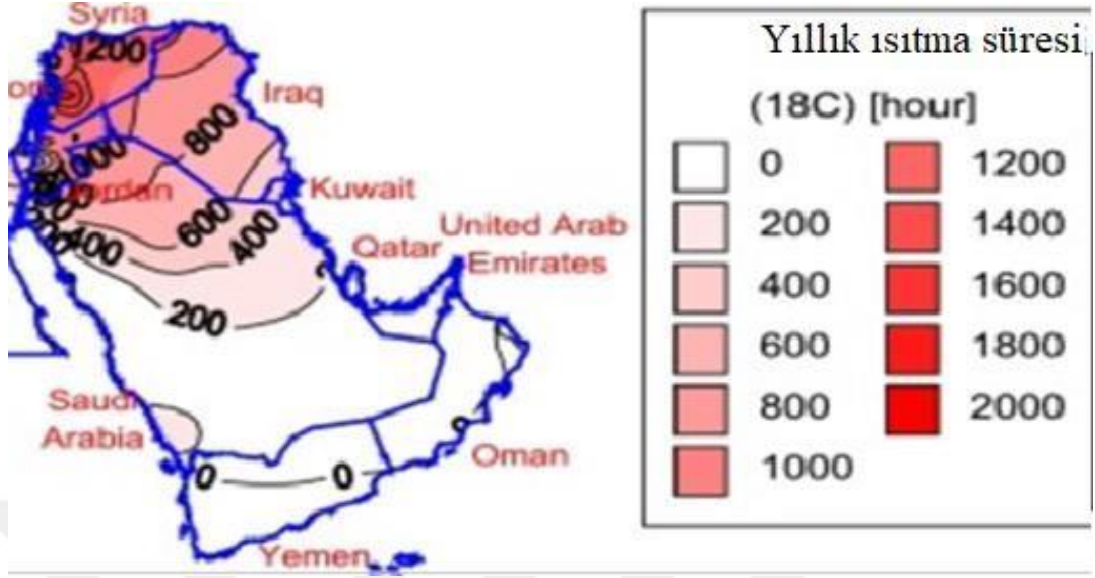
İKİNCİ BÖLÜM

2. BİNA SEKTÖRÜNDE ENERJİ TÜKETİMİ

Bu bölüm, iklim koşulları, mevcut bina kapasitesi, klima sistemlerinin yayılma oranları, enerji desteği ve geçerli düzenlemeler ve standartlar dâhil olmak üzere Arap Yarımadası'ndaki bina sektöründe enerji kullanımının ana nedenlerini incelemektedir. Ayrıca, genel olarak Arap Yarımadası bölgesinde farklı düzeylerde yapı sektöründeki enerji tüketimi eğilimlerini ve ülkelerin bireysel durumlarını sunmaktadır. Daha sonra Arap yarımadasındaki meskûn ve gayrimeskûn binalar için tahmini enerji verimliliği önlemlerini sunar, bölgedeki ve seçilen ülkelerdeki konut ve ticari binalardaki ortak son kullanımları tartışır.

2.1. İKLİM ÖZELLİKLERİ

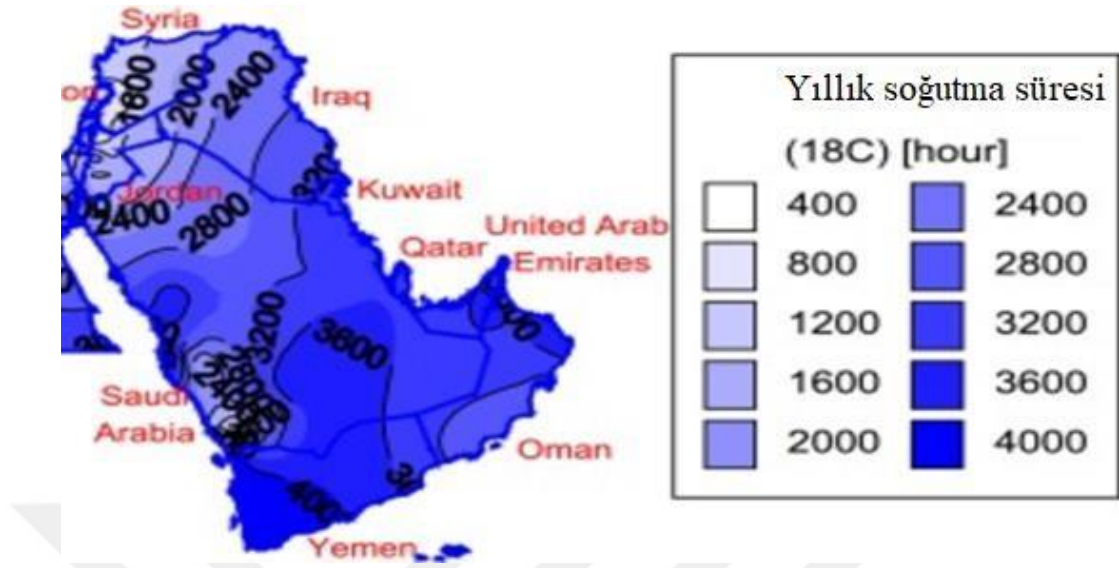
Arap Yarımadası'ndaki günlük ısıtma ve soğutma dereceleri toplam 162 şehir için saatlik hava durumu verileri kullanılarak tahmin edildi (**Krarti and Ihm,2016**). Şekil 2.1, saatlik iklim verilerinin mevcut olduğu Arap bölgesi için 18 santigrat derecelik temel sıcaklıklara dayalı olarak yılın günlük ısıtma sıcaklıklarının topografik haritasını göstermektedir. Şekil 2.2, 18 santigratlık temel sıcaklıktan yılın günlük soğutma derecelerini gösteren benzer bir haritasını sunmaktadır. Şekil 2.2'da gösterildiği gibi, Arap Yarımadası'nın kuzeyindeki günlük Isıtma Sıcaklıkları, Arap Yarımadası'ndaki çöllerdeki günlük ısıtma sıcaklıklarını aşmaktadır. Bu, orta bölgede bulunan şehirlerin Kuzey Arap Yarımadası şehirlerine nazaran binalardaki sıcaklıkları ayarlamak ve binaların içinde uygun sıcaklık seviyesini korumak için soğutma kullanma ihtiyacını artırıyor. (**Krarti and Ihm, 2016**)



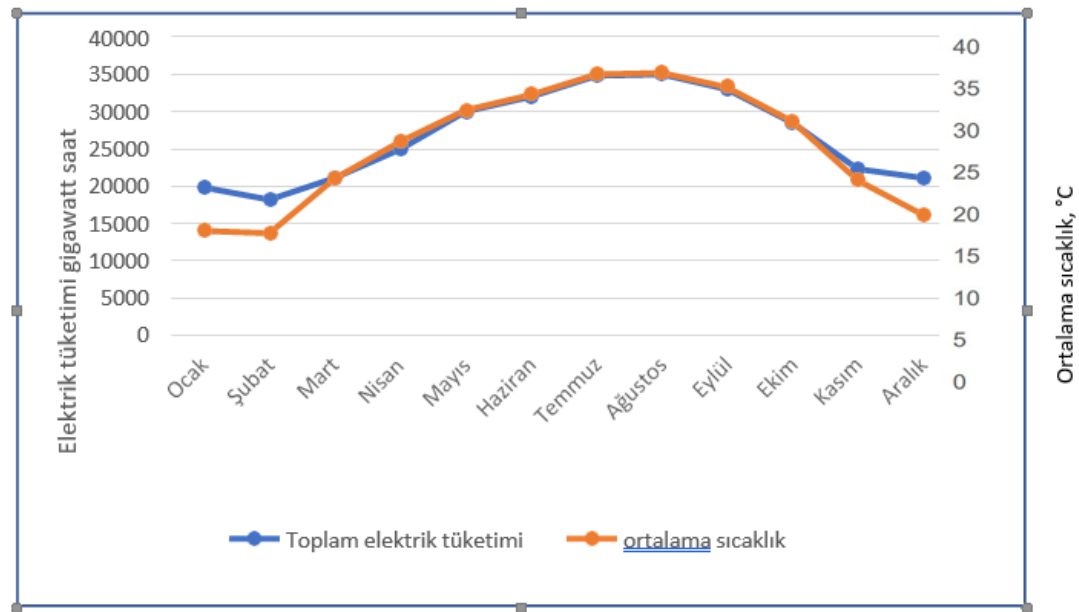
Şekil 2. 1 Arap Yarımadası'nın bir yıl boyunca günlük sıcaklıkları topografik haritasıpayındaki değişimler (Krarti ve Ihm, 2016)

2.2. MEVCUT BİNALARIN ENERJİ TÜKETİM DURUMLARI

Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinde binaların çoğu klimalı olduğu için binalar sektöründeki enerji tüketiminin iklim koşulları ile alakalı olduğu ortaya çıkmaktadır (Krarti,2015). Örneğin, şekil 2.1, Suudi Arabistan Krallığı'ndaki toplam aylık elektrik tüketiminin ortalama ortam sıcaklığı ile yakından ilişkili olduğunu gösterirken, elektrik talebinin Kış aylarında kaydedilen seviyelere nazaran iki katına çıktığı yaz aylarında klimanın önemini açıkça göstermektedir.



Şekil 2. 2 Arap Yarımadası'nın topografik haritası (Krarti ve Ihm, 2016)



Şekil 2. 3 Toplam yıllık elektrik tüketimi ve ortalama ortam sıcaklığı Suudi Arabistan'da 2020 (Krarti and others,2020).

2.3. MEVCUT BİNALARIN ALANLARI

Arap Yarımadası'nda bina sayısı ve bina alanları ile ilgili bir doküman bulunmamaktadır. Bununla birlikte bazı araştırmalar bir kısım Arap ülkelerinde meskûn ve gayrimeskûn binaların alanlarını tahmin etmek için nüfus sayımlarından sınırlı da olsa veriler kullanmıştır. Bina alanlarını tahmin etmek için bazı modeller geliştirildi ve enerji performansını değerlendirmek için kullanıldı. Kişi başına 11.5

metrekare. Ayrıca bir çalışmada Ortadoğu’da kişi başına 18.65 metrekare olduğu ileri sürüldü. Uluslararası Enerji Ajansı, bir ülke veya bölgenin kişi başına düşen GSYİH’ine bağlı olarak kişi başına düşen konut inşaat alanını ölçen bir model ortaya koymuştur (2016.IEA-ETP). Uluslararası Enerji Ajansı’nın Bina Sektörü modeline göre Tablo 2.1 kişi başına düşen aile yaşam hanesinin ortalama, minimum ve maksimum değerlerini göstermektedir.

Tablo 2. 1 Arap Yarımadası’nda kişi başına düşen GSYİH bazında kişi başına düşen yerleşim alanı (IEA-ETP,2018).

Kişi başına GSYİH (2012’de kişi başına ABD doları)	ortalama değer	en düşük değer	maksimum değer
0	12 m ² bir kişi için	7 m ² bir kişi için	30 m ² bir kişi için
10 000	23 m ² bir kişi için	9 m ² bir kişi için	50 m ² bir kişi için
20 000	34 m ² bir kişi için	17 m ² bir kişi için	62 m ² bir kişi için
30 000	44 m ² bir kişi için	25 m ² bir kişi için	68 m ² bir kişi için
40 000	49 m ² bir kişi için	30 m ² bir kişi için	71 m ² bir kişi için
50 000	51 m ² bir kişi için	31 m ² bir kişi için	72 m ² bir kişi için
60 000	52 m ² bir kişi için	32 m ² bir kişi için	73 m ² bir kişi için

2.4. KLİMA SİSTEMİ YAYGINLIK ORANLARI

Arap Yarımadası’nda GSYİH verilerini kullanarak kişi başına düşen konut alanı ortalama 24.2m² olmakla birlikte kişi başı 11.6 metrekare ile 48.1 metrekare arasındadır, bu değerlerde Suudi Arabistan’a yakın ve Yemen’e göre daha az değerdedir. Kişi başına düşen konut alanı 17.9 metrekaredir ve 24.2 metrekare olan ortalamanın altındadır. Yeşil alanlarda insanların kalabalık olduğu ülkede bu değerler bekleniyor, ancak yine de en düşük değer olan kişi başı 11.6 metrekareden daha fazladır.

Şekil 2.2 ve şekil 2.3’da görüldüğü gibi Arap Yarımadası’nın büyük bölümünde sıcak bir iklimin olması soğutma sisteminin olması zorunlu kılıyor. Bu nedenle konut ve ticari binalarda uygun sıcaklığı korumak için klima sisteminin olması zorunludur, aynı keza yiyeceklerin daha uzun süre saklamak için buzdolabına da sahip olmak gerekir. Ancak klimaların yaygınlığı ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Körfez İşbirliği konseyi ülkelerindeki tüm binalarda klima bulunmasına rağmen (klima yaygınlık oranı %100) etkin cihazların kullanımı (mekanik ekipmanlar) ülkeye ve yaşam standartlarına bağlıdır. Tablo 2.2 seçili Arap ülkelerinde meskûn binalarda klima sistemleri ve buzdolaplarının yaygınlık oranlarını göstermektedir. Ayrıca Arap Yarımadası ülkelerinde klimaların yaygınlık oranlarının tahminine işaret eder. Bir dizi çalışma, klima sistemlerinin ve ekipmanlarının yaygınlık oranlarının ülkedeki kişi başına düşen gelir düzeyine bağlı olduğunu göstermektedir. Irak, Ürdün ve Yemen’de konutlarda klima sistemlerinin yaygınlık oranı şu anda %50-60 arasında değişmektedir ve 2030 yılına kadar %80’i aşması beklenmektedir. Yemen’de devam eden savaş ve düşük temel hizmetler nedeniyle klima ve buzdolabı yaygınlık oranları düşmüştür, söz konusu elektriğin konut ve ticari binaların %60’ına ulaşmamaktadır. Şekil 2.4’de gösterildiği gibi Arap Yarımadası ülkeleri arasında iklim koşullarındaki büyük değişiklikler Körfez İşbirliği konseyi ülkeleri ve diğer ülkeler arasında özellikle meskûn binalar içinde klimaların muhtemel çalışma saatlerini etkilemektedir.

Tablo 2. 2 Arap Yarımadası'nda satılan toplam klima sayısı (bin olarak), 2013-2018(Jraia, 2019).

Ülke	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Irak	315	320	193	187	179	157
Suudi Arabistan	2226	2238	2164	1926	1827	1365
Birleşik Arap Emirlikleri	713	739	763	731	718	606
Umman	297	321	320	296	286	260
Katar	275	284	286	278	244	217
Bahreyn	82	78	77	80	81	74
Kuveyt	214	217	225	211	209	206

2.5. ENERJİ DESTEKLERİ

Arap Yarımadası'nda enerji fiyatları büyük ölçüde desteklenmektedir Tablo 2.3. Tablo 2.2 Arap Yarımadası ülkelerinde hanehalkının elektrik fiyatlarını, mevcut elektrik üretim kapasitesini, kişi başına düşen elektrik tüketimini ve karbon emisyonlarını göstermektedir. Tablo 2.2, özellikle Körfez İşbirliği Konseyi'nin petrol ihraç eden ülkelerindeki enerji desteğinin dünyadaki en yüksek oranlar arasında olduğunu göstermektedir ve bazı Arap ülkelerinde kişi başına düşen elektrik tüketimi ve karbon emisyonlarını yüksek olmasının nedenini açıklamaktadır (Tablo 2.3). Uluslararası Enerji Ajansı'na göre Arap ülkeleri dünyanın en büyük enerji sübvansiyonlarıdır. Enerjiyi destekleyen ülkelerin ilk on sırasında başta Kuveyt, Suudi Arabistan ve Katar olmak üzere altı Arap mevcut. Ayrıca Körfez İşbirliği Ülkeleri özellikle yaz aylarında binaları iklimlendirmeden doğan büyük yükler nedeniyle dünyadaki kişi başına düşen en yüksek elektrik tüketimini de kaydediyor. Enerji tüketim seviyeleri Arap ülkeleri arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Bölge aynı zamanda elektrikte dâhil olmak üzere dünyanın en az enerji tüketen ülkelerinden bazılarını içermektedir. Örneğin, Yemen'deki ortalama bir kişi Tablo 2.3'de belirtildiği gibi yılda 147 kWh tüketmektedir. Bu da muhtemelen kırsal alanda enerjiye erişim yetersizliği nedeniyleledir.(Ameer and Krarti, 2016).

Tablo 2. 3 Arap Yarımadası'ndaki enerji DESTEKLERİ (IMF, 2019).

Ülke	Toplam Destek (Milyar ABD doları)	kişi başına Toplam destek (ABD doları)	Kişi başına elektrik desteği (ABD doları)
Irak	0,495	13,37	0,00
Ürdün	1,424	208,67	89,9
Suudi Arabistan	106,556	3395,03	352,54
Birleşik Arap Emirlikleri	28,961	3022,85	337,03
Umman	7,267	1718,97	102,13
Katar	14,471	5995,25	1041,12
Bahreyn	3,94	3224,74	1179,72
Kuveyt	14,097	3429,95	409,78
Yemen	0,359	12,69	6,08

Tablo 2.4 Arap Yarımadası'nın elektrik enerjisi üretmek için 129.269 megavat kullanılabilir kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir. Bunun %6'sı yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir ve bu kaynakların çoğunluğunu hidroelektrik santrallerden oluşturmaktadır. Arap Yarımadası'ndaki çoğu ülkeler, ulusal yenilenebilir enerji planlarının bir parçası olarak, 2030 yılına kadar elektrik ihtiyaçlarının %10 ila

%100'ünü yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak karşılamak için hedefler belirledi. (IRENA, 2016) .

Tablo 2. 4 Elektrik fiyatları ve enerji kullanım göstergeleri Arap Yarımadası ülkelerindeki karbon emisyonları.

Ülke	Elektrik maliyeti (ABD dolar/kilovatsaat)(1)	Yeteneği nesil elektrik (MW)(2)	Kişi başı enerji tüketimi (kilovatsaat)(3)	Kişi başı toplam nihai enerji tüketimi (ton petrol eşdeğeri)(3)	kişi başı ikinci emisyonlar karbon dioksit ton d panelleri(4)
Irak	0,00	25,600	1,218	0,496	4,812
Ürdün	0,092	4,882	2,288	0,73	3,003
Suudi Arabistan	0,013	46,400	9,926	4,60	19,529
Birleşik Arap Emirlikleri	0,080	29,348	12,916	5,805	23,202
Umman	0,026	8,750	6,588	4,548	15,443
Katar	0,022	8,900	17,460	8,769	45,423
Bahreyn	0,008	3,889	20,190	4,568	23,450
Kuveyt	0,007	18,00	14,951	4,523	25,224
Yemen	0,041	1,500	1,47	0,095	0,865

1. 2014 yılında konut binalarında tahmini ortalama fiyatlar 500 kWh tüketime göre (2015, RCREEE).
2. 2015 yılı verileri (2016, IRENA.)3. 2015 verileri (2017, IEA.)
3. 2014 yılı verileri (2013 yılı Sudan hariç) alınmıştır (Bank World, 2017).

2.6. MEVCUT BİNALARDA ENERJİ TÜKETİMİ EĞİLİMLERİ

Bu bölüm, bir bütün olarak Arap Yarımadası bölgesindeki ve bazı ülkelerdeki bina sektörünün enerji tüketiminin son yirmi yılda rapor edilen verilere dayalı olarak bir değerlendirmesini sunmaktadır (IEA,2019). Bir yandan enerji tüketimindeki genel

eğilimlerin, diğer yandan bina ve konutların enerji karışımının tartışılmasını ve değerlendirmesini içerir.

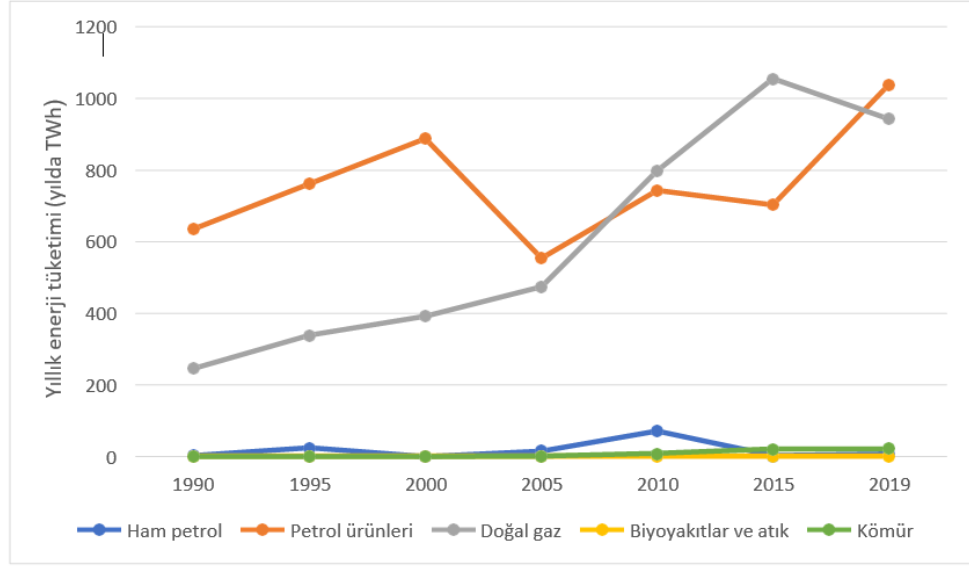
2.6.1. Arap Yarımadası'ndaki genel eğilimler

Şekil 2.4, Arap Yarımadası'nda Bina sektöründeki toplam nihai enerji tüketiminin, petrol ürünlerinden elektrik kullanımına geçişten sora 1990'dan itibaren istikrarlı bir şekilde arttığını göstermektedir. Şekil 2.5, bina sektöründeki enerji karışımının 2015 yılında Arap Yarımadası ülkelerindeki binalardaki toplam nihai enerji tüketiminin %41'ini temsil eden petrol ürünleri lehine kaydığını göstermektedir. Binalarda toplam yıllık nihai enerji tüketimi, Şekil 2.6'te gösterildiği gibi, 1990'dan itibaren aşırı derecede artmıştır bu da yıllar ve binalardaki toplam enerji kullanımı arasında doğrusal bir eğilim olduğunu göstermektedir. Bu aşırı eğilim devam ederse Arap Yarımadası ülkelerinde binalar 2030 yılına vardığımızda (526 TWh) harcayacaktır bu da 2015'te kaydedilen enerji tüketiminin iki katıdır. Şekil 2.7, 1990-2015 yılları arasında bina sektörünün toplam nihai enerji tüketimindeki payının %18-23 Aralığında kaldığını göstermektedir ve çoğunlukla konut kullanımına aittir. Birincil enerji arzının nihai enerji tüketimine dönüştürülmesinden kaynaklanan rapor edilen yeterliliklere dayanarak bina sektörünün Arap Yarımadasındaki toplam birincil enerji arzındaki payı 1990-2005-2019 yılları için Şekil 2.8'da gösterildiği gibi olduğu tahmin edilmektedir. Bina sektörünün toplam birincil enerji arzı içindeki payı ağırlıklı olarak aydınlatma ve soğutma sistemlerinden kaynaklanan yüksek talebi karşılamak için 1990 yılında %23 iken 2015 yılında %28'e yükselmiştir. Arap yarımadasındaki ticari ve kamu binalarının tükettiği toplam enerjinin %88'ini elektrik oluşturmaktadır. Bina sektöründeki toplam nihai enerji tüketiminin %21'ini petrol ürünleri sağlarken, doğalgazın %10'unu ve yenilenebilir enerjinin %9'unu sağlamaktadır. Özellikle su ısıtma, yemek pişirme ve ısıtma gibi elektrikli olmayan enerji taleplerini karşılamak için kullanılır. (Krarti and Ihm, 2016),

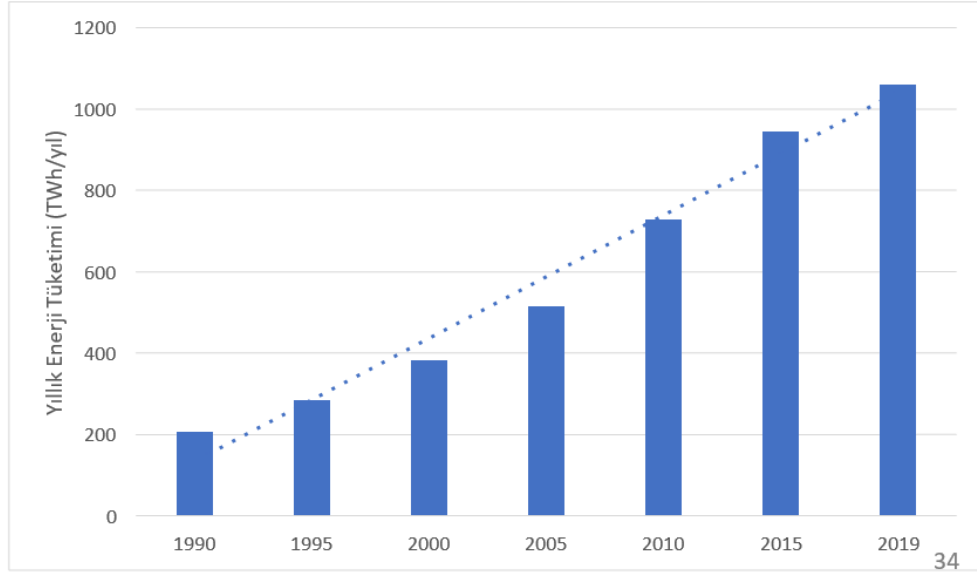
Ek olarak, toplam nihai enerji tüketimi ve buna karşılık gelen toplam birincil enerji arzı, enerji dışı kullanımları içerir (petrokimya endüstrilerinde kullanılanlar gibi endüstriyel işlemlerde ara ürünler olarak kullanılan enerji ürünleri). Arap yarımadasında enerji dışı kullanımın payı 2015 yılında toplam nihai enerji tüketiminin

%15'inden fazlasını oluştururken, Arap bölgesindeki Körfez İşbirliği Konseyi'nin petrol ve doğalgaz üreten ülkelerinde bu pay daha yüksektir. Örneğin, 2015 yılında Suudi Arabistan'da enerji dışı kullanımın toplam nihai enerji tüketimi içindeki payı yaklaşık %27 idi. Bu nedenle, bina sektöründe kullanılan enerjinin fiili payı, daha ncetartışılandan daha yüksektir (2015 yılında kullanılan enerjinin toplam nihai tüketiminin pay yaklaşık %25'e ve kullanılan toplam birincil enerji arzının sadece %31'e ulaştı).

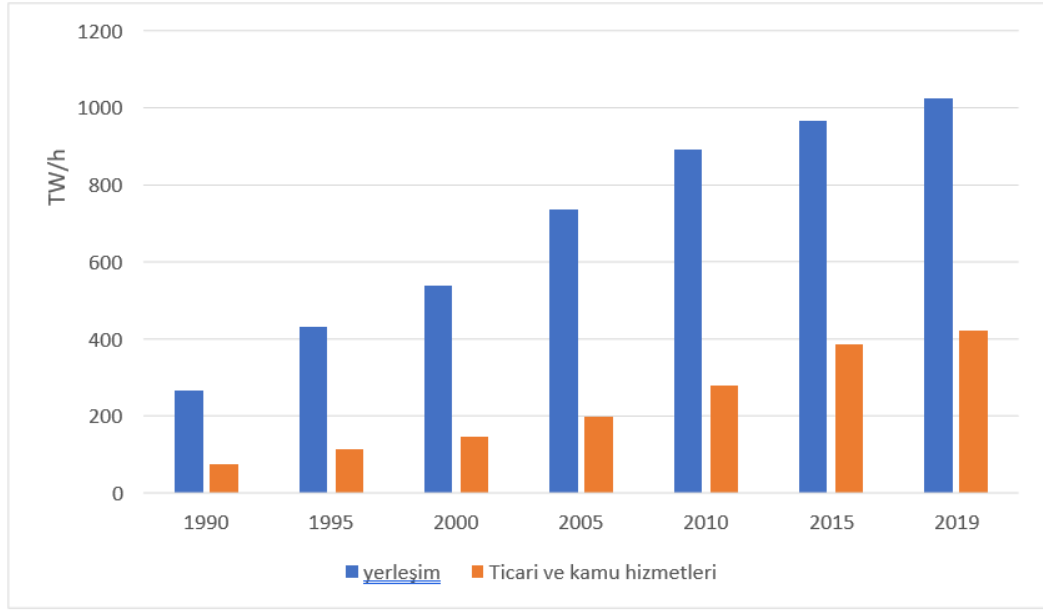
2015 yılında Arap Yarımadası'nda binalarda kullanılan enerjinin %60'nı elektrik enerjisi oluştururken, toplam nihai enerji tüketiminin sadece %19'unu oluşturmuştur (sadece kullanılan toplam nihai enerji tüketimi dikkate alındığında %22'dir) yenilenebilir enerjiden %3 ve kömürden %2 oranında küçük katkılarla.



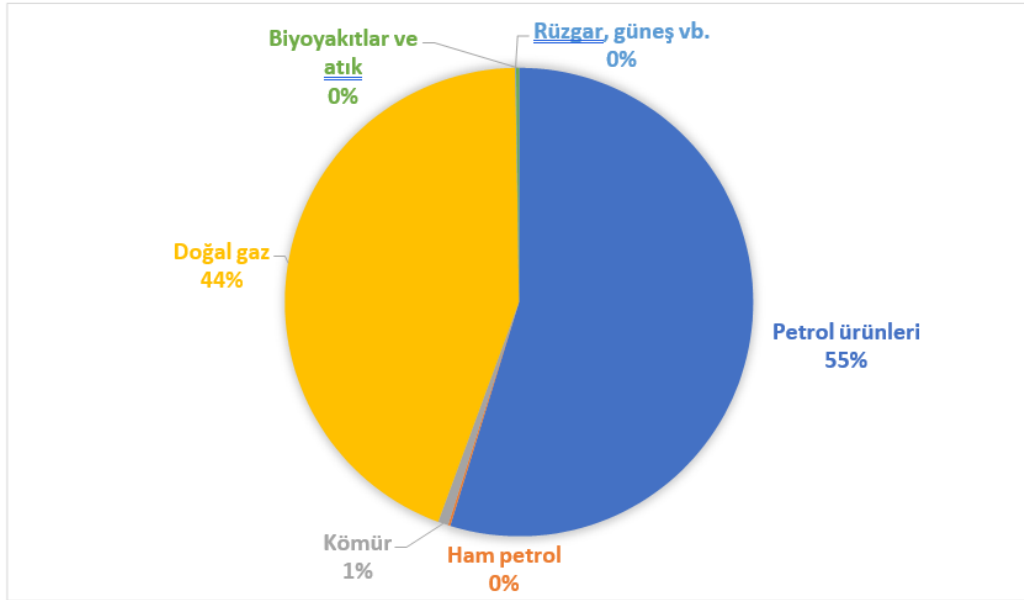
Şekil 2. 4 Arap Yarımadası'nda yapı sektöründe toplam enerji kullanımı, 1990 – 2019 (IEA,2020)



Şekil 2. 5 Arap Yarımadası'nda enerji tüketiminde yıllık eğilimler, 1990-2019(IEA,2020).



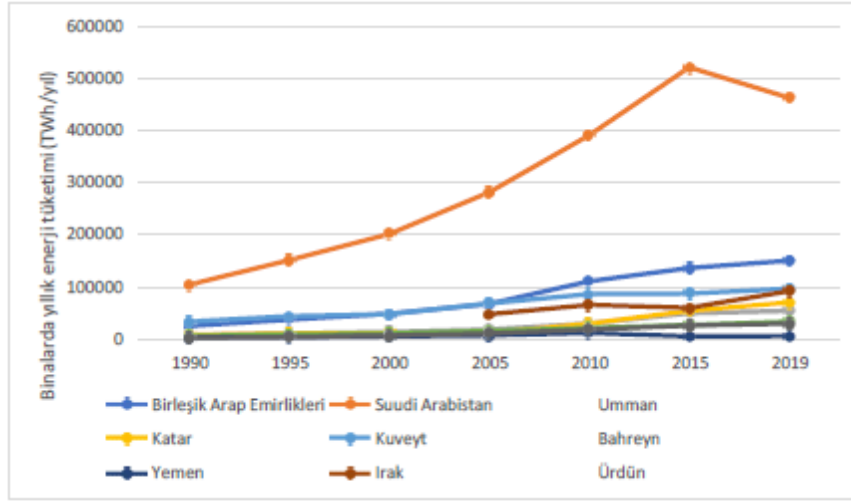
Şekil 2. 6 Arap Yarımadası'nda inşaat sektörünün toplam nihai enerji tüketimi içindeki payı, 1990 – 2019 (IEA,2020).



Şekil 2. 7 Arap Yarımadası'nda elektrik üretimi için enerji karışımı, 2019 (IEA,2020).

2.6.2. Arap Yarımadası ülkeler grubundaki eğilimler

Arap Yarımadası'nda 1990-2019 yılları arası bina sektöründe yıllık enerji tüketimi ülke grupları arasında farklılık göstermektedir (şekil 2.9). Arap Yarımadası ve Orta Doğu bölgesindeki ülke grupları arsında 2010 yılından itibaren binalarda tüketilen enerjinin en büyük payı önceki bölümlerde bahsedilen faktörlerden dolayı Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerine ait. Ancak 2015 yılında Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinde bina sektörü toplam nihai enerji tüketiminin sadece %15'ini oluşturuyordu ve bu oran Arap Yarımadası bölgesindeki en düşük oran (Şekil 2.10). 2015 yılında Irak, Ürdün ve'de da binaların payı nihai enerji tüketimin toplamı %37'sini oluşturdu.



Şekil 2. 8 Binalarda nihai enerji tüketimi, 2019 . (IEA,2020)

2.6.3. Enerji Kullanma verimliliği göstergeleri

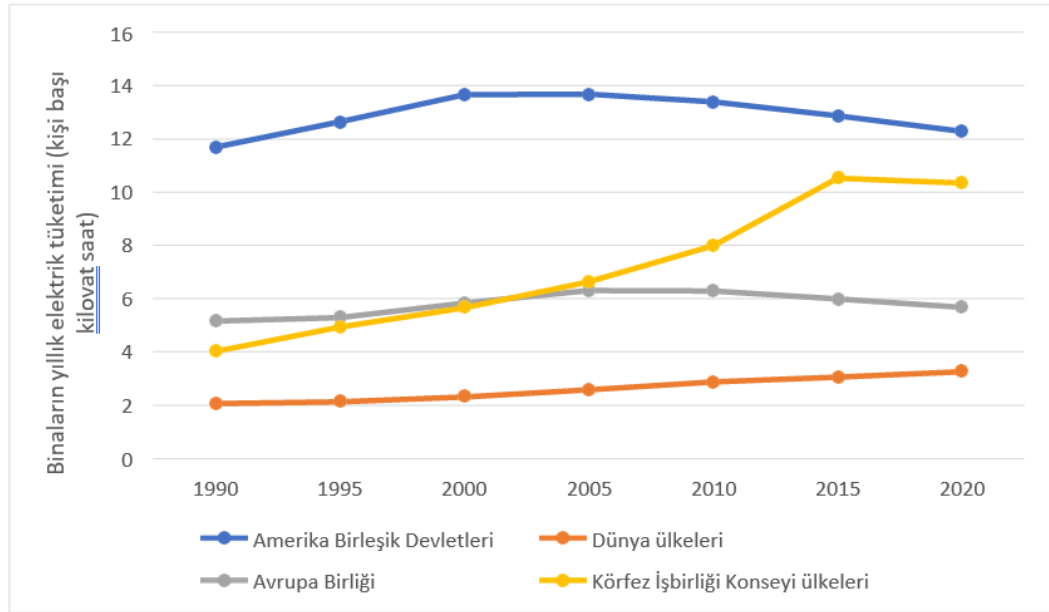
Bina sektöründe enerji verimliliğini değerlendirmek ve karşılaştırmak için iki gösterge kullanılmaktadır: Kişi başına tüketim Enerji, bölgelere göre binaların enerji tüketimi. Bu bölüm, Arap Yarımadası'ndaki enerji verimliliğine ilişkin bu iki gösterge için tahminler sunmaktadır. Her iki gösterge de mevcut verilere dayanmaktadır ve yanıt vermeyen enerji talebini yansıtmamaktadır. Bazı ülkelerde, özellikle de en az gelişmiş ülkelerde enerji tüketimi, temel insan ihtiyaçlarını karşılayan asgari hizmet düzeyine sınırlı erişim nedeniyle azaltılabilir. Bölgede asgari temel hizmetlere erişimi olmayan nüfusun birçok kesimi bulunmaktadır (UNFCCC, 2013). Yemen'deki karşılanamayan enerji talebi, düşük gelir, yüksek teknoloji maliyeti ve ya zayıf altyapı

(elektrik şebekeleri) ya da yüksek enerji fiyatları nedeniyle enerjiye erişim eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Daha gelişmiş ülkelere gelince, karşılanamayan talep, enerji arzındaki (Irak'ta olduğu gibi) sık sık yaşanan kesintilerden veya ekipmanın zayıf penetrasyon oranlarından (Körfez İşbirliği Konseyi dışındaki ülkelerdeki klimalar gibi) kaynaklanmaktadır. Temiz Kalkınma Mekanizması kapsamında belirli projeler kapsamında karşılanmayan talep, birkaç ülkede minimum hizmetler için temel değerler kullanılarak tahmin edilmiştir (Hayashi ve Michaelowa, 2012; Howells ve diğerleri, 2005; Horst ve Hovorka, 2008).

2.6.4. Bina Sektöründe Kişi Başına Düşen Enerji Tüketim Miktarı

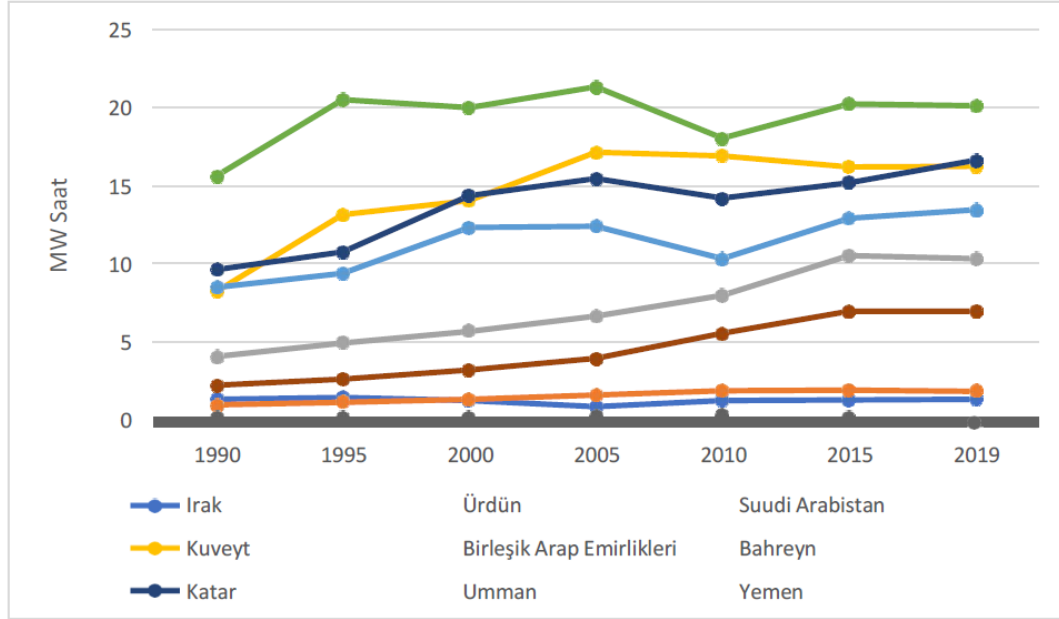
Arap bölgesindeki binalarda ortalama kişi başına enerji tüketimi 1990 (kişi başına 1.475 kilovat) ve 2019 (kişi başına 2.665 kilovat) yılları arasında neredeyse iki katına çıktı (IEA, 2019). Bununla birlikte Şekil 2.9'da gösterildiği gibi (IEA, 2019) Arap bölgesinde binalarda kullanılan kişi başına düşen enerji küresel olarak, Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri dâhil olmak üzere gelişmiş ülkelerde bildirilen değerlere kıyasla düşük kalmaktadır. Buna Karşılık, binalarda kişi başına düşen enerji tüketimi küresel ortalamaya göre oldukça üzerinde kalmasına rağmen 2009'dan bu yana hem Avrupa Birliği'nde hem de Amerika Birleşik Devletleri'nde düşüş göstermiş. Aynı gözlemler şekil 2.9'de gösterildiği gibi binalardaki kişi başına elektrik tüketimi için de geçerli olabilir. 2010 yılından bu yana Arap bölgesindeki binalarda kişi başına elektrik tüketimi küresel ortalamanın biraz üzerinde olmuştur. Buna ek olarak, elektriğin bina sektörünün enerji ihtiyacının karşılanmasındaki rolü artmakta ve 1990'da binalardaki toplam enerji tüketiminin yüzde 34'ten 2019'da yüzde 60'a yükselmiştir.

Bina sektöründe toplam enerji ve elektrik tüketiminin kişi başına düşen payı, Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'te gösterildiği gibi Arap Yarımadası'ndaki ülkeler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinde diğer ülkelere göre çok daha yüksektir. Daha önce de belirtildiği gibi, Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinde yapı sektöründe kullanılan enerjinin büyük çoğunluğunu elektrik enerjisi, diğer ülkelerde ise daha az oranda oluşturmaktadır.



Şekil 2. 9 Binalarda toplam elektrik tüketiminde kişi başına düşen pay Bölgelerde, 1990 – 2020. (IEA,2020)

Şekil 2.7-2.8, dört Arap ülkesi grubundaki meskun ve gayrimeskun binalarda kişi başına toplam enerji tüketimi ve kişi başına toplam elektrik tüketimindeki genel eğilimleri göstermektedir. Bazı verilerin tartışmalı olduğu doğrudur (bu ülkelerde 1995'ten önce kişi başına enerji tüketiminin, muhtemelen yemek pişirmek için biyoyakıtların yoğun kullanımı nedeniyle doğu ülkelerindekine benzer olduğunu gösteriyor), özellikle az gelişmiş Arap ülkelerinin verileri, ancak sonuçlar Ülke grupları arasındaki genel eğilimlerin belirlenmesine katkıda bulunur. Ve şekil 2.11, yukarıda yapılan gözlemleri doğrulamaktadır: Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinde kişi başına enerji tüketimi hem konut hem de ticari binalarda diğer ülke gruplarına göre çok daha yüksektir. En az gelişmiş Yemen ise bölgede ve dünyada kişi başına en düşük enerji tüketimini kaydetti.



Şekil 2. 10 Konutlarda kişi başına yıllık toplam enerji tüketimi Arap Yarımadası'nda, 1990 – 2020. (IEA,2020)

2.7. ALANA GÖRE BİNALARDA ENERJİ KULLANIMI

Arazi alanına göre binalarda enerji kullanımı, meşgul edilen alanların toplamını kullanarak enerji performansını ölçülmesini sağlar. Ancak bu ölçüyü bina işgal eden insanların sayısı, binada bulunan ekipmanların türü gibi faktörler dikkate alınarak kullanılmalıdır. Enerji fiyatlarından, sistemlerin maliyetlerinden ve enerjiye sahip olamamak gibi nedenlerden karşılanamayan ihtiyaçlarla ilgili taleplerin yanı sıra binaların dış kaplamasını iyileştirme, aydınlatma ve ısıtma sistemlerinin iyileştirilmesi genel olarak enerji kullanımını azaltır bu da alana göre enerji kullanımını azalmasına neden olur. Ayrıca binalara boş alanlar eklemek bir bütün olarak binaların enerji tüketimini artırırken alanlara göre enerji kullanımını azaltır.

Tablo 2,5, Uluslararası Enerji Ajansı enerji tüketim verilerine ve yukarıda bahsedilen ortalama alan tahminlerine dayalı Dünyada, Avrupa Birliği'nde, Amerika Birleşik Devletleri'nde, Çin'de ve Hindistan'da bina alanına göre rapor edilen enerji tüketimini veya enerji yoğunluğu olarak bilinen şeyi göstermektedir. Ayrıca Arap bölgesinde tüketim yoğunluğu değerlerini de gösterir.

Tablo 2,5'daki enerji tüketim yoğunluğu değerlerinden iki gözlem çıkarılabilir. Birincisi 2000-2012 yılları arsında Arap bölgesinde bina sektöründe büyük olasılıkla yaşam alanındaki iyileşme ve klima, aydınlatma, ev aletleri gibi enerji tüketen cihazların artmasından dolayı enerji tüketim yoğunluğu arttı. Diğer bölgelerde Arap bölgelerine nazaran bina sektöründe enerji kullanma yoğunluğu değerleri fazladır ancak bu değerler gün geçtikçe azalmaktadır. 2012 yılında dünya genelinde bina sektörünün enerji yoğunluğu 2000 yılı seviyelerine göre muhtemelen büyük ekonomilerde (Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği, Çin ve Hindistan dahil olmak üzere) bir dizi büyük enerji verimliliği programının uygulanmasının ardından yüzde 17,5 azaldı.

Tablo 2. 5 Seçilen bölge ve ülkelerde yapı sektöründeki enerji yoğunluğu (kWh/m²),2000, 2006 ve 2012

Ülke	2000	2006	2012
Dünya ülkeleri (A)	200	175	165
Avrupa Birliği (A)	223	215	187
Amerika Birleşik Devletleri (A)	212	207	197
Çin (A)	131	108	102
Hindistan (A)	195	180	165
Arap Yarımadası (B)	72	89	96

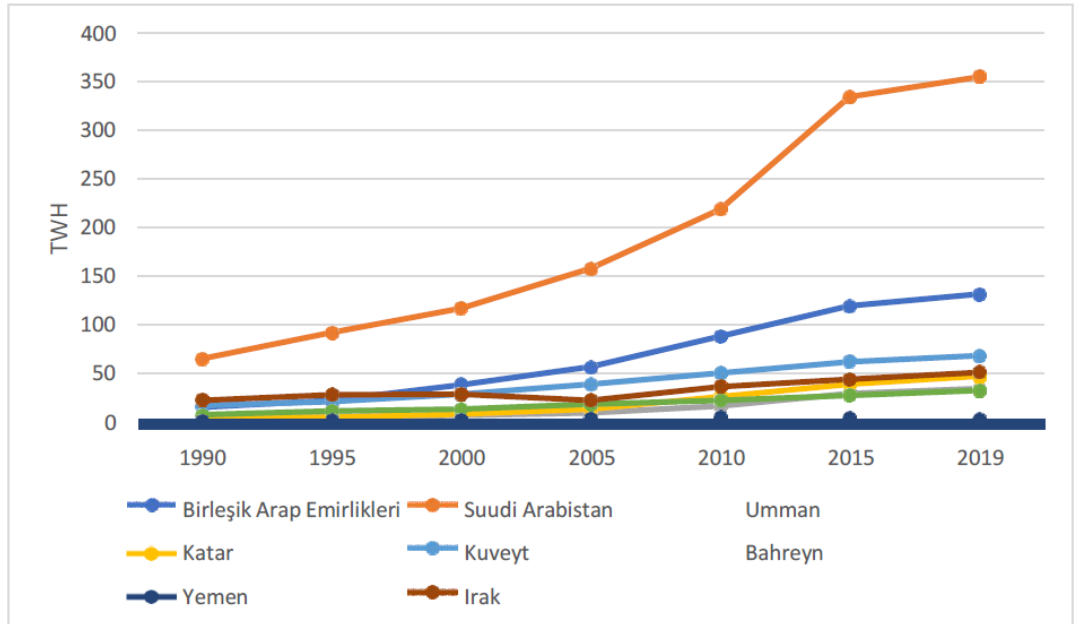
A-(IEA,2015).

B-Uluslararası Enerji Ajansı'ndan (IEA, 2017) alınan enerji verilerine ve binalar için ortalama tabanaları tahminlerine dayalı olarak tahmin edilmiştir.

Ancak binalarda kişi başına enerji tüketimi ile ilgili olarak yukarıda da belirtildiği gibi tüketim yoğunluk değerleri Arap bölgesinde enerji çok farklılık göstermektedir. Şekil 2.11, 1990-2019 yılları arası bu farklılıkları Arap ülkeleri arasında göstermektedir. Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerindeki binaların enerji yoğunluğu 1990'da 150 kWh/m²'den 2019'da 300 kWh/m²'ye çıktı. Aynı zamanda bu değer doğu ve batı ülkelerinde hafif bir artış gösterdi 1990 yılında 45 kWh/m² iken 2019 yılında bu değer 66 ve 85 kWh/m² oldu. Yemen'de ise bu değeryı dönem için

50 kWh/m² sabit kaldı. Büyük olasılıkla bu yaşam seviyesindeki sınırlı artış ve hava iklimlendirme sistemleri gibi bina sektöründeki çok enerji tüketen araçların eksikliğinden kaynaklanmakta.

Şekil 2,11, 1990-2019 döneminde dört Arap ülkeleri grubunun konutlardaki toplam nihai enerji ve elektrik tüketimi kapsamındaki enerji tüketimi yoğunluğundaki değişimi göstermektedir. Bu değerler Tablo 2.6 ve Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerindeki konutların rapor edilen enerji tüketimi ile uyusmaktadır. Suudi Arabistan'daki Tablo 2,6'te belirtilen konutların toplam alanını ve ilgili yıl için konutlara ilişkin Uluslar Arası Enerji ajansı verilerini kullanmaktadır (IEA, 2019). Tablo 2,7 mevcut meskûn binaların anketlerini ve denetimlerini kullanarak belirli ülkeler hakkında çok çeşitli kaynaklardan alınan verileri göstermektedir.



Şekil 2. 11 Ülkelere göre hane halkı elektrik tüketimi, 1990 – 2019. (IEA,2019)

Tablo 2. 6 Seçilen ülkelerde konut binaları için rapor edilen enerji yoğunluğu değerleri. (Ecofys, 2013)

Ülke(Şehir)	Bilgi Yılı	Analiz türü	Enerji yoğunluğu (kWh/m ² /yıl)	Kaynak
Suudi Arabistan (Cidde)	2011	inceleme, daireler	350	Taleb and Sharples,2011
Suudi Arabistan (Riyad)	2015	kalibre edilmiş modelleme, villalar	228	Alaidroos and Krarti, 2015
Birleşik Arap Emirlikleri (AlAin)	2008	İnceleme, Villalar	306	Radhi, 2009
Birleşik Arap Emirlikleri (Dubai)	2008	İnceleme, Villalar	269	Radhi, 2009

Tablo 2. 7 Seçilmiş Arap Ülkelerinde Konut Dışı Binalar İçin Raporlanan Enerji Yoğunluğu Değerleri. (Ecofys, 2013)

Ülke (Şehir)	Bilgi Yılı	Analiz türü	Enerji yoğunluğu (kWh/m ² /yıl)	Kaynak
Suudi Arabistan (Damam)	2011	inceleme, daireler	350	Fasiuddin ve Budaawi,2011
Suudi Arabistan (Damam)	2010	kalibre edilmiş modelleme, villalar	276-250	Fasiudddinand others,2010
Kuveyt (Kuveyt)	2011	İnceleme, Villalar	600-300	Alajmi, 2012
Bahriyn	2007	İnceleme, Villalar	805-100	Radhi, 2007

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ARAP YARIMADASI'NDA MEVCUT ENERJİ VERİMLİLİĞİ POLİTİKALARI

Arap Yarımadası gibi inşaat faaliyetinin yoğun olduğu ülkelerde yeni binalar için enerji verimliliği gerekliliklerin oluşturulması, uygulanması ve zorunlu kılınması yapı sektöründe enerji tüketimini azaltmaya yönelik en etkili yaklaşımdır. Binaların ömrü bazı ülkelerde 40 ila 50 yıl veya daha fazla olabilir. Bu nedenle, enerji tasarruflu binalarla ilişkili enerji tasarrufunun etkisi onlarca yıl sürer ve ülke çapında daha düşük enerji tüketimine ve daha düşük sera gazı emisyonlarına önemli ölçüde katkıda bulunur. Bazı Arap ülkeleri, binalarda veya ev aletleri (özellikle buzdolapları), soğutma sistemleri (klima ve soğutucular) ve aydınlatma armatürleri gibi enerji tüketen ekipmanlarda enerji verimliliği için yasalar, standartlar ve sınıflandırmalar geliştirmiştir. Akkor lambalar yerine Kompakt floresan ampuller (CFL) veya ışık yayan diyotlar (LED) kullanımı gibi. Ancak bu yasa ve standartların uygulanma düzeyi ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. **(EES, 2014; RCREEE, 2015; MEDENEC, 2015; WBG, 2016; World Bank, 2016; Krarti and Ihm, 2016)**

Bu bölümde Arap Yarımadası ülkelerinde hâlihazırda uygulanmakta olan sistem, düzenleyici yasalar ve binalar ile ilgili özel standartları ele alınacak.

3.1. BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ POLİTİKALARI

Binalarda enerji verimliliği kanunları (Buildings Energy Efficiency Codes-BEECs) binalara özel enerji standartları, termal bina yönetmelikleri, enerji tasarrufu bina yönetmelikleri veya enerji ile ilgili bina yönetmelikleri ile bilinir. Hükümetler ve enerji sorumlusu politikacılar, Bina içi ortam kalitesini korurken enerji tüketimini azaltmak ve binaların çevre üzerindeki etkilerini azaltmak için düzenleyici mekanizmalar olarak enerji verimliliği yasalarını kullanırlar. Bina enerji verimliliği yasaları Binaların enerji performansının iyileştirilmesi amacıyla genellikle zorunlu tasarım gerekliliklerini içerir. Bu yasalar 1970'lerden beri birçok ülkede geliştirilmiş

ve uygulanmıştır ve bazı ülkelerde binaların enerji tüketimini azaltmada etkili olduğu kanıtlanmıştır. Örneğin, enerji verimliliği yasalarının uygulanması ailelerin enerji kullanımını çoğu Avrupa Birliği Ülkelerinde azalmasına neden olmuştur. Enerji kullanımının azalma oranı Almanya ve Hollanda’da %22 ye ulaşırken Avrpanın güney ülkelerinde %6’ya vardı (IEA, 2019).

Yeni binalarda enerji verimliliği yasaları geliştirilirken tipik olarak iki yaklaşım göz önünde bulundurulur:

- Yönerge temeline dayalı yaklaşım: Bina enerji verimliliği yasaları pencereler, duvarlar, ısıtma ve soğutma ekipmanları gibi her bir yapısal elemanın enerji performansı için bir dizi minimum gereksinim içerir. Uyum iki yolda gerçekleşebilir, her bir yapısal eleman enerji performansı için minimum katı gerekliliklere uygun olmalıdır. Duvarların ve pencerelerin minimum termal performans seviyeleri U-values ve binalar için termal transfer katsayısının değerleri SHGC değerleri gibi Veya farklı yapısal elemanlar içindeki enerji performans koşulları arasındaki denge sağlamalıdır. Yönergelere dayalı yaklaşımların uygulanması ve tatbik edilmesi basit olsa da esneklikten yoksundurlar ve entegre bina tasarımını teşvik etmez. Ayrıca genellikle karmaşık binalarda uygun enerji performansı sağlamada başarısız olur.

Performansa dayalı yaklaşım: performansa dayalı binalar için enerji verimliliği yasaları, tüm binanın enerji tüketimi için gereksinimleri belirler. Bu nedenle, performansa dayalı binalarda enerji verimliliği yasaları, enerjiyi bina genelinde rasyonelleştirmek için binanın çeşitli unsurları arasında meydana gelen etkileşimlerden yararlanmak için entegre bir tasarım yaklaşımının benimsenmesini teşvik eder. Performansa dayalı binalarda enerji verimliliği yasaları için aşağıdakiler de dâhil olmak üzere çeşitli seçenekler geliştirilebilir ve uygulanabilir:

- Alt sistemlerin kısmi performansı: Toplam Termal Enerji Transfer Değerinin (OOTV) Analitik Yaklaşımını Kullanarak bina dış kaplamasının enerji performansının ele alınması gibi.

- Çoklu alt sistem performansı: Maksimum enerji kullanımı veya aydınlatma ve soğutma sistemleri talebinin ayarlanması gibi birden fazla bina alt sisteminin enerji performansının ele alınması, tüm binanın enerji performansının ele alınması değil.
- Tüm bina performansı. Aşağıdaki üç seçeneği kullanarak enerji tüketimi veya enerji maliyeti:
 - kWh/m² gibi sabit bir enerji tüketimi düzeyini kullanan sabit bir bütçe yaklaşımı, çalışma yerleri ve dâhili yükler dâhil olmak üzere temel varsayımlar olmalıdır.
 - Bir referans bina ile karşılaştırılmalı analiz kullanan özel bir bütçe yaklaşımı genellikle, referans bina, bir dizi yönergeye uyumlu olarak önerilen binanın kendisidir.
 - Enerji verimliliği özel önlemler çeşitleri için bir derecelendirme sistemi kullanan işaretleme sistemi.

Bölgede enerji verimliliği politikaları ve düzenlemeleri henüz emekleme aşamasındadır (**Asif 2015; RISE, 2016**). Arap Yarımadası'nda sınırlı gereksinimleri olan veya binalarda enerji verimliliği zorunlu olmayan birçok ülke var. Bazı düzenlemelerin bulunduğu ülkeler bile bugüne kadar yaptırım mekanizmaları tam olarak uygulanmaktadır (**Asif, 2015**) mevcut yasal sistemlerin ayrıntılı incelemelerine dayanarak inşaat sektöründe enerji verimliliği ile ilgili tablo 3.1, bu düzenlemelerin farklı ülkelerdeki durumunu özetlemektedir.

Arap Yarımadası'ndaki çoğu ülkede enerji verimliliği yasalarını uygulama taahhüdü, enerji verimliliği sistemlerinin uygulanmasındaki ana sorun olmaya devam ediyor. Birkaç ülke, genellikle aşağıdaki üç aşamaya ayrılan uygulama prosedürleri oluşturmuştur:

(Tasarım planlarının gözden geçirilmesi)(şantiye denetimi)(yapı kullanma izinler çıkartılması) ancak fiili uygulamaya güvenilmez. Tablo 3.1, enerji verimliliği yasalarının zorunlu olduğu ülkelerde uygulama mekanizmalarını göstermektedir.

Tablo 3.1, enerji verimliliği politikalarının uygulanmasında gösterdiği çabalara karşı, sürdürülebilir enerji düzenleyici göstergeler bazında her ülkenin aldığı puanları listelemektedir (RISE, 2016).

Tablo 3. 1 Arap Yarımadası ülkelerindeki binalar için enerji verimliliği düzenlemelerinin gerçekliği

Ülke	Yönetmelikler Binalarda Enerji Verimliliği	Zorunlu/Gönüllü
Irak	Enerji Verimliliği Spesifikasyonu Binalarda (2012)	Gönüllü
Ürdün	Binalarda Enerjinin Korunumu Kanunu (2010)	Zorunlu
Arap Emirlikleri Birleşik (Dubai)	Isı Yalıtım Koşulları (2003) Yönetmelik ve Spesifikasyonları	Zorunlu
	Yeşil Binalar (2011)	Gönüllü
Bahreyn	Isı yalıtım koşulları Ticari binalar (1999) ve türleri	Zorunlu
	Diğer Binalar (2013)	Zorunlu
Umman	Bilgi bulunmamaktadır	
Katar	Küresel Sürdürülebilirlik Değerlendirme Sistemi (GSAS) Tüm yeni kamu binaları (2012) Tüm yeni ticari binalar (2016) Tüm yeni konut binaları (2020)	Zorunlu
Kuveyt	R-6 Sayılı Enerjinin Korunumu Kanunu (1983) ve güncellendi (2014)	Zorunlu
Suudi Arabistan	Termal Performans Yasası (2014)	Zorunlu
Yemen	Bilgi bulunmamaktadır	

ANME, 2010; Liu and others, 2010; RCREEE, 2015; RCREEE, 2017, Krarti, 2015, Krarti and Dubey, 2017; Krarti and others, 2017

Ayrıca, yukarıda bahsedildiği gibi BAE ev aletleri ve aydınlatma armatürleri için enerji performansı ölçütleri ve minimum standartlar oluşturmuş ve bazı yenilikçi teşvikler ve finansman mekanizmalarıyla birçok ticari bina ve endüstriyel tesise enerji denetimleri uygulamıştır. Yeni binalarda enerji verimliliği yasası, uyumluluğun sağlanmasında hem bir yönerge yaklaşımını hem de bir performans yaklaşımı içerdiğinden, bölgedeki en gelişmiş yasalardan biridir. Koşullar inşaat tipine ve iklim bölgesine bağlıdır.

3.2. BİNA SINIFLANDIRMA SİSTEMLERİ

Arap yarımadasındaki bazı ülkeler, bazı enerji verimliliği yasalarına alternatif veya bunlara ek olarak, sürdürülebilir bina tasarımını teşvik etmek için bina sınıflandırma sistemlerini benimsemiş. En son verilere dayalı olarak Tablo 3.2’da özetlendiği gibi Arap bölgesindeki birçok yeni binaya özellikle Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik (LEED) sertifikaları verilmiştir (**USGBC, 2017**). BAE liderliğindeki Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerini de içerir, BAE en fazla sayıda LEED sertifikalı binaya (yaklaşık %90) sahiptir. Ayrıca, aşağıdaki bina sınıflandırma sistemleri uygulamaya konmuştur:

Katardaki körfez araştırma ve geliştirme örgütü tarafından Pennsylvania üniversitesi ile işbirliği içinde geliştirilen küresel sürdürülebilirlik değerlendirme sistemi (Genel yapı analiz sistemi) Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik (LEED) sistemine benzerdir (**GORD, 2010**). yerel çevresel ihtiyaçları göz önünde bulundurarak binaların çevre üzerindeki etkilerini azaltmaya kararlı olanlara yardımcı olmak için performansa dayalı derecelendirmeler etrafında inşa edilmiştir. Özellikle, küresel sürdürülebilirlik değerlendirme sistemi farklı ağırlıklara sahip aşağıdaki sekiz değerlendirme kategorisini dikkate alır: kentsel bağlantı, konum, enerji, su, yapı malzemeleri, iç ortam, kültürel ve ekonomik değer ve yönetim ve işletme.

Konut, ticari ve kurumsal binalar, enerji performansı referans seviyeleri yılda kWh/m² olarak ifade edilen ve Karbon emisyonları yılda kg/m² olarak ifade edilen temellere dayanarak sınıflandırılır. Küresel Sürdürülebilirlik Değerlendirme Sistemi, binanın dış kaplaması, aydınlatma, iklimlendirme sistemlerindeki iyileştirmelerin yanı sıra insanların konforunu da dikkate alarak, tasarım ve işletme aşamalarında enerji performansı ve karbon ayak izi gereksinimlerinin karşılanmasında bir miktar esneklik sağlar (**Sharifi ve Murayama, 2013**). 2016 yılından bu yana, küresel sürdürülebilirlik değerlendirme sistemi, katardaki tüm hükümet binaları için zorunlu bir derecelendirme sistemi olarak benimsenmiştir;

- Bina kabuğu, aydınlatma, iklimlendirme sistemlerindeki iyileştirmelerin yanı sıra insanların konforu da dikkate alınarak, tasarım ve işletme aşamalarında enerji performansı ve karbon ayak izi gereksinimlerinin

karşılanmasında esneklik (Sharifi ve Murayama, 2013). 2016 yılından bu yana, Küresel Sürdürülebilirlik Değerlendirme Sistemi, Katar'daki tüm hükümet binaları için zorunlu bir derecelendirme sistemi olarak benimsenmiştir;

- İnci sistemi, “Estidama” girişiminin bir parçası olarak Abu Dabi Kentsel planlama konseyi tarafından geliştirilen bir yeşil bina sertifikasyon sistemidir. İnci sistemi, Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik’e (LEED) benzer standartlar kullanılarak geliştirilmiştir ve birçok derecelendirme düzeyine sahiptir. Bu, işaretleme sistemine ve bir ile beş inci arasında değişen zorunlu ve isteğe bağlı not puanlarına dayalıdır. İnci sistemi, doğal sistemler, etkili enerji, değerli su, izleme araçları ve yenilikçi uygulama dâhil olmak üzere çeşitli kategorilerde sıcak iklimlerde ve kurak bölgelerde bulunan binaların tasarımı için özel olarak geliştirilmiştir. İnci sistemi, ya yönerge bir yaklaşım ya da performansa dayalı bir yaklaşım kullanarak binalarda minimum enerji performansı gerektirir. Minimumda yapılacak herhangi bir ek iyileştirme takdir puanlarına izin verebilir. 2010 yılından bu yana, Abu Dabi’deki tüm yeni inşaat işlerinin minimum bir inci sertifikasına sahip olması gerekmektedir. Yeni hükümet binalarının ise iki inci sertifikasına sahip olmaları.

Tablo 3. 2 Arap Yarımadası ülkelerinde Enerjide Liderlik Belgesine sahip bina sayısı 26Aralık 2017'ye kadar(USGBC, 2017).

Ülke	sertifika sahibi	Gümüş Sertifika	Altın sertifika	platin sertifika	İnceleniyor	Toplam
Irak	0	0	0	0	2	2
Ürdün	0	2	4	1	19	26
Arap Emirlikleri Birleşik (Dubai)	131	39	79	13	559	821
Bahreyn	0	1	0	0	20	21
Umman	1	3	2	0	24	30
Katar	0	1	3	12	81	97
Kuveyt	1	0	2	0	39	42
Suudi Arabistan	4	11	82	5	120	222
Yemen	0	0	0	0	1	1

3.3. ENERJİ PERFORMANSI VE ENERJİ PERFORMANSI MİNİMUM STANDARTLARINI GÖSTEREN İŞARETLER SİSTEMLERİ

Enerji İşaretleme Sistemleri ve Minimum Enerji Performansı Standartları (MEPS), ev aletleri, aydınlatma armatürleri ve klimalar dâhil olmak üzere enerji yoğun tüketen cihazlar için pazarları dönüştürmek adına güçlü araçlardır. Bu kurallar, en yeni ve enerji açısından en verimli teknolojilerin ve ürünlerin benimsenmesini destekler. Ev aletleri, bilgi ve iletişim ekipmanları, aydınlatma, ısıtma ve soğutma sistemleri ve diğer enerji yoğun tüketen ekipmanlara odaklanarak tüm son kullanımlar ve her tür yakıt için ürünleri kapsar. Enerji performansı ve minimum enerji performansı standartlarını gösteren sistemler kapsamındaki en yaygın yaklaşım, bir dizi yıldız veya alfabetik veyahut sayısal derecelendirme kullanan kategorik derece şemasıdır (bina müfettişlerinin yasalara uygunluk derecesini kontrol ederken anlamaları gibi tüketicilerin ürünleri satın alırken anlamaları kolaydır). Uygunluk göstergesi dereceleri ayrıca, piyasada daha fazla enerji verimli ürünler piyasaya çıktıkça, minimum enerji performans standartlarının dayattığı özel gereksinimlerin gözden geçirilmesi sürecini kolaylaştıracak bir çerçeve sağlar. Markalama sistemleri, tüketicilerin satın aldıkları ürünler hakkında bilinçli seçimler yapmalarını sağlamak için zorunlu olarak uygulanmaktadır. Normalde minimum enerji performans standartları, belirli kategorilerdeki ürünlerin piyasada satışının yasaklanmasıyla uygulanmaktadır.

Tablo 3.3 ve Tablo 3.4, enerji performansı derecelendirme sistemlerinin durumunu ve Arap bölgesindeki ev aletlerinin ve aydınlatma armatürlerinin minimum enerji performansı standartlarına tepkisi için gereksinimleri belirtir. Bazı Arap ülkeleri son zamanlarda belirli ürünler için enerji performansı için gösterge işaret sistemleri ve minimum standartlar geliştirmiş ve benimsemiştir. Ancak, bölgede satılan ev aletlerinin ve aydınlatma armatürlerinin uygun şekilde işaretlendiğinden ve minimum enerji performans standartlarının gerekliliklerini karşıladığından emin olmak için nitelikli denetim tesislerinin bulunmaması nedeniyle, çoğu Arap ülkesinde bu düzenlemelerin uygulanması zordur (Asif, 2015). Suudi Arabistan'daki enerji performansı gösterge derecelendirme sistemleri ve minimum standartlar, Arap bölgesinde geliştirilen ilk standartlar arasındaydı ve düzenli olarak gözden geçirilip

revize edildi. (SASO, 2012; SASO, 2013; SASO, 2014). İkinci eklenti, klimalar, buzdolapları, dondurucular ve çamaşır makineleri için Suudi Arabistan'daki gösterge derecelendirme sistemleri ve minimum enerji performans standartları hakkında kısa bir açıklama sağlar. Eklenti ayrıca, binanın dış kaplamasının bileşenlerini uygulanan ve Yakın zamanda onaylanan Binalarda Enerji Kanununu içerir.

Tablo 3. 3 Arap Yarımadası ülkelerindeki Klimalar minimum enerji performans

Ülke	Düzenleyici kurallar	Uygulama
Irak	Bilgi bulunmamaktadır	-
Ürdün	Klimalar, buzdolapları, dondurucular ve çamaşır makineleri	2014'ten beri sertifikalı
Arap Emirlikleri Birleşik (Dubai)	Enerji endeksleri için zorunlu standart klimalar için minimum enerji performansstandartları, Buzdolapları, çamaşır makineleri ve su ısıtıcıları Ev ve bulaşık makineleri	2013'ten beri benimsendi ve 2016'da revize edildi
Bahreyn	Enerji için zorunlu gösterge kriteri Klima	2015 yılında kabul edildi (Resmi Gazete 3223/2015)
Umman	Bilgi bulunmamaktadır	-
Katar	Enerji endeksleri için zorunlu standart Klima sistemlerinde enerji performansının minimum standartlar Hava (Standart QS 2663/2013), Buzdolapları/Dondurucular (Standart QS SASO 2664/2016) ve çamaşır makineleri (Standart QSSASO 2692/2016)	Zorunlu standart 2016 yılında uygulamaya konmuştur. Enerji gösterge işaretleri ve minimum standartlar için Klimaların enerji performansı
Kuveyt	Klimalar için minimum enerji performansstandartları	1938'den beri bir blogun parçası olarak kabul edildi Enerji tasarrufu uygulamaları binalar. Bu blog her yıl güncellenmektedir 2010 ve 2014
Suudi Arabistan	Enerji endeksleri ve standartları için zorunlu standart Klima sistemlerinde minimum enerji performansı SASO 2663/2014, SASO 2663/2018 ile Değiştirildi (ve buzdolapları ve dondurucular (SASO 2664/2013 (yerine, çamaşır makineleri, 2013/2692(SASO 2885/2018 ile değiştirildi) Çamaşır kurutma makineleri (SASO 2883/2017) Su Isıtıcıları (SASO 2884/2017(	Kullanım verimliliği için minimum standartlar kabul edilmiştir 2007'den beri klimalarda enerji Daha sonra enerji gösterge işaretleri kriteri uygulandı. Yıldaki enerji performansı için minimum standartlar 2012 ve 2013'teki kilit noktaların revizyonu ile yıl 2018 Enerji gösterge işaretleri kriteri uygulandı Enerji verimliliği için minimum standartlar içinde buzdolapları/dondurucular ve çamaşır makineleri 2013'teki kilit noktaların revizyonu ile 2018 yılı. İşlev işaretleri standardı uygulandı

		Enerji Verimliliği Asgari Standartları Çamaşır kurutma makineleri ve ısıtıcılarda enerji 2018 yılında su
Yemen	Bilgi bulunmamaktadır	-

EES, 2014; RCREEE, 2017; BM Çevre, 2018. adresinde bulunan resmi bilgiler kullanılarak ESCWA tarafından doğrulandı ve güncellendi. Eylül 2018'de Ülke

Tablo 3. 4 Arap Yarımadası'ndaki ülkelerde aydınlatma armatürlerinde Enerji Verimliliği Düzenlemeleri

Ülke	Verimlilik Düzenlemeleri binalarda enerji	Uygulama
Irak	Bilgi bulunmamaktadır	-
Ürdün	Aydınlatma için minimum enerji performans gerekliliklerine ilişkin mevzuat	Uygulama 2014'dan
Arap Emirlikleri Birleşik	Hükümet, Emirates Standardizasyon Kurumu'nun yasağını onayladı Akkor lambaların ithalat standartları ve ithalatsatışları Sağlayıcı kalitesiz(Hükümet Kararı Hayır34/2013)	İthalat bir yıl önce yasaklandı 2014 / Bir yıl önce yasaklanan satışlar 2015
Bahreyn	Ev aydınlatma lambaları için minimum enerji performans standartları 244/2009 AT Yönetmeliğine göre	2015 yılında kabul edildi (Gazete Resmi No. 3199/2015)
Umman	Bilgi bulunmamaktadır	-
Katar	Akkor lambaların ithalatının yasaklanması (Tungsten(Yasağın ilk aşaması lambaları içeriyordu 100watt ve 75 watt akkor. Uygulama başladı2014	Uygulama 2016'dan
Kuveyt	Binalarda akıllı LED aydınlatma sistemlerinin zorunlu kullanımı Genel (Elektrik ve Su Bakanlığı R-6/2014)	Uygulama 2014'dan
Suudi Arabistan	Enerji performansı ve minimum standartlar ilgilili zorunlu standartlar Enerji performansı (SASO 2870/2015(.	Uygulama 2016'dan
Yemen	Bilgi bulunmamaktadır	-

(EES, 2014; RCREEE, 2017; BM Çevre, 2018. Doğrulandı ve güncellendi Eylül 2018'de ülkeler).

3.4. BİNA SEKTÖRÜNDE ENERJİ SÜRDÜLEBİLİĞİNİ GELİŞTİRMEYE YÖNELİK POLİTİKA SEÇENEKLERİ

Enerji verimliliğini sağlamaya yönelik mevcut uygulamaları temel alarak ve benimsenen eğilimler ışığında.

Bu çalışmada açıklanan enerji tüketimi alanında, Arap Yarımadası'ndaki hükümetler, bölgedeki yeni ve mevcut binaların enerji sürdürülebilirliğini iyileştirmeyi amaçlayan çok çeşitli politika seçenekleriyle karşı karşıya kalmaktadır. Bölge için önerilen en önemli enerji politikaları şunlardır: Aşağıdakileri içeren büyük ölçekli güçlendirme programlarının uygulanması yoluyla mevcut binaların enerji verimliliğinin iyileştirilmesi Uygulanabilir ve enerji verimliliği ile ilgili tüm bina türlerini hedefleyen tedbirler, bir yandan Enerji yoğun binalarda ise özel olarak tasarlanmış enerji verimliliği önlemleri ile;

Bir yandan, her tür binayı hedefleyen eyleme geçirilebilir ve enerji verimli önlemleri içeren büyük ölçekli güçlendirme programlarının uygulanması ve diğer yandan özellikle enerji verimliliği için tasarlanmış önlemler yoluyla yoğun enerji tüketen mevcut binaların enerji verimliliğinin iyileştirilmesi.

Bina enerji performans yasalarını uygulayarak ve geliştirerek, her tür yeni binayı kapsayarak; havaalanları, ticari binalar ve büyük ofisler gibi enerji tüketimi yoğun binalar için belirli enerji performans gerekliliklerini uygulayarak yeni binaların enerji verimliliğini artırmak.

Binalarda enerji tüketen sistem ve ekipmanlar için enerji performans gerekliliklerinin belirlenmesi ve uygulanması. Ticari binalar (aydınlatma, ısıtma, soğutma ve ev aletleri) için minimum enerji performans standartları ile birlikte enerji performans gösterge derecelendirmesini koyularak iyileştirilmesi.

Yaygın ev aletleri için enerji performans gereksinimlerinin belirlenmesi ve uygulanmasının yanı sıra minimum enerji performans standartları (buzdolapları, klimalar, televizyonlar, çamaşır makineleri) ile birlikte enerji performans gösterge derecelendirmesini koyularak iyileştirilmesi.

Politikaları uygulamak için gerekli insan ve mali kaynakları ve kaynakları harekete geçirmek için gereken zaman koşullarını sağlamak Enerji verimliliği, çeşitli paydaşların kapasite geliştirmesi.

Arap ülkelerindeki binalar sektöründeki enerji tüketim kalıplarının tanıtılması, ilgili enerji performans göstergelerini belirleyerek ve ana bina dallarının her birinde enerji kaynağı bazında nihai enerji tüketim kalıplarına ilişkin düzenli ve sürdürülebilir istatistiksel verilerin toplanması sürecini uygulayarak ve güçlendirerek bilgiyi pekiştirmek.

Enerji verimliliği politikalarını uygulamak ve çeşitli paydaşların kapasitelerini geliştirmek için gerekli insan ve finansal kaynakları ve gereken zaman koşullarını sağlamak.

Yukarıda belirtilen politika ve programların geliştirilmesi ve uygulanması için kısa, orta ve uzun vadeli stratejiler ve eylem planları geliştirilmeli, binalarda enerji performansı ile ilgili bazı acil konuların ele alınması gerekliliği de dikkate alınmalıdır. Gerekli insan ve finansal kaynakları harekete geçirmek için gereken süre. Ayrıca, bölgenin bina sektöründe sürdürülebilir enerji sistemlerine geçişte başarılı olması için, aşağıdakiler de dâhil olmak üzere, sürece dâhil olan tüm operatörler için kapasite geliştirme ve eğitim gereklidir:

- Mimarlar;
- Tasarım ve uygulama süreçlerinde yer alan mühendisler;
- Müteahhitler.
- Ekipman tedarikçileri.
- Sahadaki işçiler (işçiler, amirler ve gözlemciler (denetmenler)).

Bina sakinlerinin, enerji verimliliğini sağlarken binaların sürdürülebilir bir şekilde çalışmasını sağlamak için bazı temel eğitimlere ihtiyacı olabilir. Enerji verimliliğinin sağlanması.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BİNA SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ OTANSİYELİNİN ANALİZİ

Arap Yarımadası'ndaki çoğu ülkede enerji verimliliği ile ilgili her türlü katı yasa ve uygulamanın bulunmaması nedeniyle, Arap bölgesindeki ister yeni ister mevcut binalarda enerji performansını iyileştirme potansiyeli eksik değildir. İyi tasarlanmış, hedefe yönelik enerji politikaları aracılığıyla enerji tüketimini azaltmak ve binaların sürdürülebilirliğini artırmak için bolca fırsat var. Bu bölümde, bu fırsatlardan bazılarının değerlendirilmesi, ayrıntılı analizlere ve rapor edilen çalışmalara dayanmaktadır. Aynı zamanda hem yeni hem de mevcut binalarda enerji verimliliğine ilişkin seçilmiş programların büyük ölçekli bir uygulamasının yaratabileceği potansiyel faydaları da sunar.

Enerji verimliliği programlarının binalardaki ekipman ve ev aletleri üzerindeki etkisi Aşağıdaki iki örnek, ev aletleri ve techizatları için enerji verimliliği programlarının bölgedeki binalarda yaratabileceği potansiyel faydaları göstermektedir.

4.1. ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN MİNİMUM STANDARTLARIN İYİLEŞTİRİLMESİ SÜRECİNDEN DOĞABİLECEK FAYDALAR

“United for Efficiency” girişimi (U4E, 2017), mevcut ev aletlerinin ve binalarda yaygın olarak kullanılan aletlerin enerji verimliliği için minimum standartların belirlenmesinden kaynaklanacak faydaları tahmin etti. Analiz, iklimler, buzdolapları ve aydınlatma dâhil olmak üzere konutlarda yaygın olarak kullanılan enerji tüketen ürünlerle ilgilidir. Çoğu Arap ülkesinde 2025 ve 2030'da hem elektrik tüketiminde hem de karbon emisyonlarında potansiyel yıllık tasarruflara gelince, bunlar aydınlatma ile ilgili Tablo 22'de özetlenmiştir, Tablo 13-14'te gösterildiği gibi, enerji verimliliği için minimum standartların güncellenmesi, uygulanması ve tatbik edilmesi, 2030 yılına kadar aydınlatma alanında (26.847 TWh/yıl) ve ardından

buzdolapları (13.851 TWh/yıl) ve ardından klimalar (11.271 TWh/yıl) eldeedilebilecek en yüksek elektrik tasarrufunun kaydedilmesine olanak sağlayacaktır ve temel senaryo projeksiyonlarına göre, bu tasarruflar sektördeki nihai enerji tüketiminin yüzde 1,9'unu (aydınlatma) yüzde 0,9'unu (buzdolapları) yüzde 0,8'ini (klima) temsil ediyor. Bölge Temel senaryo durumuna göre Uluslararası Enerji Ajansı'nın bölgeye ilişkin tahminleri doğrultusunda bölgede yıllık %3,1'lik bir büyüme oranına işaret etmektedir (**IEA, 2017**). Ayrıca, standartların ve yönetmeliklerin yokluğunda bile teknoloji geliştikçe enerji verimliliği daha yüksek ürünler kullanmanın yararlarını da yansıtır. Tablo 13-14'teki tasarruflar, özellikle gelecekteki enerji tüketim seviyelerinin tahmin edilmesi bir dereceye kadar belirsizlik içerebileceğinden oldukça küçüktür. Buzdolapları ve 2020'de minimum enerji verimliliği standartlarının daha sıkı uygulanmasına dayanan klimalara ilişkin Tablo 14. Buzdolapları konut binalarıyla sınırlıyken, aydınlatma ve klimalar hem konut hem de ticari binalarda enerji tüketimini etkileyebilir.

Tablo 4.1-4.2'te gösterildiği gibi, enerji verimliliği için minimum standartların güncellenmesi, uygulanması ve tatbik edilmesi, 2030 yılına kadar aydınlatma alanında (26.847 TWh/yıl), buzdolaplarında (13.851 TWh/yıl) ve ardından klimalar (11.271 TWh/yıl) elde edilebilecek en yüksek elektrik tasarrufunun kaydedilmesine olanak sağlayacaktır. Temel senaryo izdüşümlerine dayanarak bu tasarruflar sektördeki nihai enerji tüketiminin yüzde 1,9'unu (aydınlatma), yüzde 0,9'unu (buzdolabı) ve yüzde 0,8'ini (klima) temsil ediyor. Arap bölgesi Temel senaryo durumundaki projeksiyonlar, Uluslararası Enerji Ajansı'nın bölgeye ilişkin tahminlerine (**IEA, 2020**) uygun olarak Arap bölgesinde yıllık yüzde 3,1'lik bir büyüme oranına işaret ediyor. Ayrıca, standartların ve düzenlemelerin yokluğunda bile teknoloji geliştikçe daha enerji verimli ürünlerin kullanılmasıyla ilişkili faydaları da yansıtır. Tablo 4,1- 4.2'te gösterilen tasarruflar, özellikle gelecekteki enerji tüketim seviyelerinin tahmini bir dereceye kadar belirsizlik içerebileceğinden oldukça küçüktür.

Tablo 4. 1 Arap Yarımadası'ndaki Aydınlatma için Minimum Enerji Verimliliği Hedefleri (A-U4E,2017.B-IEA,2019).

Ülke	Elektrik Kullanımı (TWh/yıl) (A)		Enerji maliyeti milyon ABD (dolar/yıl) (A)		Karbon salınımı (milyon ton/yıl) (B)	
	2025	2030	2025	2030	2025	2030
Irak	1,333	1,387	10,70	11,1	1,351	1,406
Ürdün	0,442	0,468	88,40	93,6	0,284	0,300
Arap Emirlikleri Birleşik	3,100	3,200	361,1	367,3	2,038	2,072
Bahreyn	0,305	0,316	7,00	7,300	0,207	0,215
Umman	0,725	0,746	37,7	38,80	0,593	0,610
Katar	1,395	1,437	34,9	35,9	0,693	0,714
Kuveyt	1,571	1,618	15,7	16,2	1,355	1,396
Suudi Arabistan	8,000	3,200	361,1	367,3	2,038	2,072
Yemen	0,109	0,114	3,0	3,1	0,075	0,078

Tablo 4. 2 Arap Yarımadası'ndaki Buzdolapları için Minimum Enerji Verimliliği Standartlarının Potansiyel Faydaları (A-U4E, 2017.B-IEA,2019).

Ülke	Elektrik Kullanımı (TWh/yıl) (A)		Enerji maliyeti (milyon ABD (dolar/yıl) (A)		Karbon salınımı (milyon ton/yıl) (B)	
	2025	2030	2025	2030	2025	2030
Irak	0.511	1.020	4.10	8.20	0.518	1.034
Ürdün	0.117	0.243	23.4	48.6	0.075	0.156
Arap Emirlikleri Birleşik	0.400	0.700	40.9	85.7	0.231	0.484
Bahreyn	0,047	0,090	1,10	2,10	0,032	0,061
Umman	0,069	0,137	3,60	7,10	0,056	0,112
Katar	0,035	0,072	0,90	1,80	0,017	0,036
Kuveyt	0,180	0,325	1,80	3,30	1,56	0,280
Suudi Arabistan	0,800	1,500	40,4	77,20	0,600	1,200
Yemen	0,186	0,408	5,0	11,0	0,127	0,280

Tablo 4. 3 Arap Yarımadası'ndaki klimalar için minimum enerji verimliliği standartlarının potansiyel faydaları (A-U4E,2017.B-IEA,2019).

Ülke	Elektrik Kullanımı (TWh/yıl) (A)		Karbon salınımı (milyon ton/yıl) (B)	
	2025	2030	2025	2030
Irak	0,683	1,246	0,693	1,264
Ürdün	0,105	0,18	0,061	0,105
Arap Emirlikleri Birleşik	1,1	1,7	0,499	0,770
Bahreyn	0,021	0,033	0,008	0,012
Umman	0,117	0,2	0,057	0,097
Katar	0,051	0,085	0,015	0,026
Kuveyt	0,055	0,091	0,039	0,065
Suudi Arabistan	2,2	3,6	1,258	2,058
Yemen	0,04	0,082	0,083	0,170

Tablo 4. 4 Aydınlatma, Buzdolabı ve Klimalar Arap Yarımadası Konut Binalarında için geliştirilmiş minimum enerji performans standartlarından elde edilen kümülatif faydalar, 2020-2030 (A-U4E, 2017.B-IEA, 2019).

Ülke	Aydınlatma		Konut binalarındaki buzdolapları		Klima	
	Tasarruf Kullanım ak Elektrik (TWh) (A)	Sınır Emisyonlar Karbon Milyon ton(B)	Tasarruf Kullanım ak Elektrik (TWh) (A)	Sınır Emisyonlar Karbon Milyon ton(B)	Tasarruf Kullanım ak Elektrik (TWh) (A)	Sınır Emisyonlar Karbon Milyon ton(B)
Irak	11,8	12,0	5,6	5,7	7,3	7,4
Ürdün	3,9	2,3	1,3	0,8	1,1	0,6
Arap Emirlikleri Birleşik	27,2	12,3	4	1,8	10,7	4,8
Bahreyn	2,7	1,0	0,5	0,2	0,2	0,1
Umman	6,4	3,1	0,8	0,4	1,2	0,6
Katar	12,2	3,7	0,4	0,1	0,5	0,2
Kuveyt	13,8	9,8	1,9	1,4	0,6	0,40
Suudi Arabistan	70,3	40,2	8,7	5,0	22,5	12,9
Yemen	1,0	2,1	22,1	4,4	0,5	1,0

4.1.1. Ticari Binalarda Entegre (LED) Sistemlerinin Etkisi

Entegre LED armatürler, özellikle kurulum kolaylığı ve düşük maliyeti sayesinde gelişmiş kontrol yetenekleriyle ilişkilendirildikleri için ticari ve kamu binalarında giderek daha popüler hale geliyor. Entegre kontrol sistemleri ile birleştirilen bu armatürler, küçük veya açık alanlarda sensör görevi görerek bir yandan aydınlatma gücünün yoğunluğunu, diğer yandan aydınlatmada kullanılan enerjiyi azaltmaya ve ihtiyaca göre kademeli aydınlatma sağlamaya olanak tanır. Gün ışığına ve doluluk durumuna göre ışığı kontrol etmeye imkân sağlar. Bir saha çalışması, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki iki ticari binadaki entegre LED kontrol armatürlerinin performansını sunar (Shackelford and others, 2015). Her entegre LED modülünde bir LED lamba, bir sürücü, bir dizi doğal aydınlatma cihazı ve bir çalışma sensörü bulunur. Bu üniteler, mevcut T-8 ve T-12 floresan armatürlerini mevcut kablolama sistemleriyle değiştirmek üzere tasarlanmıştır. Analizde kontrollü entegre LED modüllerinin aydınlatmada tüketilen enerjinin %50'sinden fazlasını ve ticari binalardaki aydınlatma enerji yoğunluğunun %30'unu koruyabildiğini gösterdi. Buna göre, 2020'de başlayacak on yıllık bir uygulama planıyla, Arap bölgesindeki hem ticari hem de kamu binalarında floresan aydınlatma sistemlerini entegre LED üniteleriyle değiştirmek için büyük ölçekli programların benimsenmelidir. Arap ülkeleri için ihtiyatlı tahminlere göre, elektrik enerjisinden tasarruf yaklaşık %40 ve en yoğun talepte yaklaşık %20'dir. Çoğu Arap ülkesinde iklimlendirme yükleri nedeniyle sıcak yaz günlerinde (tüm KİK ülkeleri) elektrik talebinin arttığına tanık olduğu belirtilmelidir; aydınlatma yüklerinin azaltılması sonucunda bu yükler azalacaktır. Tablo 4.5, bu programların potansiyel faydalarını özetlemektedir. Yıllık elektrik enerjisi kullanımındaki tahmini toplam azalma, 2030 yılı sonunda 21.660 TWh, yani bölgedeki inşaat sektörü tarafından tüketilen toplam nihai enerjinin %1,5'i oranındadır özellikle gelecekteki enerjiye ilişkin doğru tahminlerin yokluğunda nispeten sınırlı bir azalma. Bu programlar, kamu ve ticari bina yenileme girişimleri yoluyla uygulanabilir.

Tablo 4. 5 Kamu binalarında hazırlayıcı entegre LED aydınlatma ünitelerinin kullanımına ilişkin faydalar Arap Yarımadası'nda ticaret ve ilişkin faydalar (Önceki çalışmaların sonuçları).

Ülke	Elektrik Kullanımı (TWh/yıl)		Tepe talep indirimi (MW)		Karbon salınımı (milyon ton/yıl)	
	2025	2030	2025	2030	2025	2030
Irak	0,101	0,202	762,960	1525,920	0,103	0,205
Ürdün	0,184	0,368	132,200	264,400	0,107	0,214
Arap Emirlikleri Birleşik	1,487	2,973	994,740	1989,480	0,674	1,347
Bahreyn	0,246	0,491	77,220	154,440	0,090	0,180
Umman	0,402	0,804	269,500	539,000	0,195	0,391
Katar	0,251	0,501	228,908	457,816	0,075	0,150
Kuveyt	0,615	1,229	720,00	1440,00	0,438	0,875
Suudi Arabistan	3,930	7,861	1545,660	3091,320	2,247	4,494
Yemen	0,066	0,133	57,600	115,200	0,138	0,276

4.2. YENİ BINALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ PROGRAMLARININ ETKİSİ

4.2.1. Binaların Dış Kaplamasındaki Termal Performans

Yukarıda bahsedildiği gibi, birçok Arap ülkesinde binalarda enerji tasarrufu için özel zorunlu gereklilikler yoktur. Zorunlu yasaların mevcut olan ülkelerde bile, gerekli ısı yalıtımının yetersiz uygulanmasının yanı sıra yaptırım prosedürlerinin gevşek olduğu görülmektedir (Asif, 2015). Bina kaplamasının enerji performansının iyileştirilmesi, binaların enerji tüketimini önemli ölçüde etkilemeden uygun iç ortam sıcaklığını artırabileceğinden, iklimlendirme olmayan binalara bile fayda sağlayacağına şüphe yoktur. Enerji performansının yüksek olduğu yerlerde daha fazla duvar ve yüzeyin yanı sıra pencerelerin daha iyi camlanmasıyla yeni binalarda da yıllık enerji tüketiminde ve en yüksek elektrik talebi anında %10'luk bir azalma sağlanabilir. Körfez İşbirliği Konseyi ülkeleri gibib sıcak iklime sahip ülkelerde tasarrufların daha yüksek olması bekleniyor. Tablo 4.6, yukarıda tartışılan alan tahminleri ve bir çalışma (Krarti, 2015) tarafından yürütülen aşağıdan yukarıya analiz yoluyla yeni binaların dış cephesindeki enerji performans koşullarının ekonomik ve çevresel faydalarını özetlemektedir. Analiz yalnızca 2014'ten önce bina enerji verimliliği yasalarına sahip olmayan ülkeleri içermektedir. Elektrik üretiminden kaynaklanan karbon emisyonları da ülkelerin emisyon faktörlerine dayanmaktadır. Yeni binaların enerji tüketimine yıllık katkısının %4 olduğu tahmin edilmektedir.

Tablo 4. 6 Arap Yarımadası'ndaki tüm yeni binalarda bina kaplamasistemlerinin ekonomik ve çevresel faydaları (Karti2015).

Bina Tipi	Enerji Tasarrufu (TWh/yıl)	En Yüksek Talepte Tasarruf (MW)	Karbon salınımı (milyon ton/yıl)
Konut Binaları	1,263	228	0,39
Ticari Binalar	0,17	96	0,532
Toplam	1,433	324	0,922

4.2.2. Binalarda Entegre Enerji Performansı

Enerji verimliliği açısından etkili olduğu kanıtlanmış stratejiler, Arap bölgesindeki enerji tüketiminin azaltılmasına etkin bir şekilde katkıda bulunabilir. Yeni binalarda enerji verimliliği stratejileri uygun şekilde uygulandığında, Arap bölgesindeki inşaat sektöründeki mevcut uygulamalara kıyasla %30'dan fazla enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

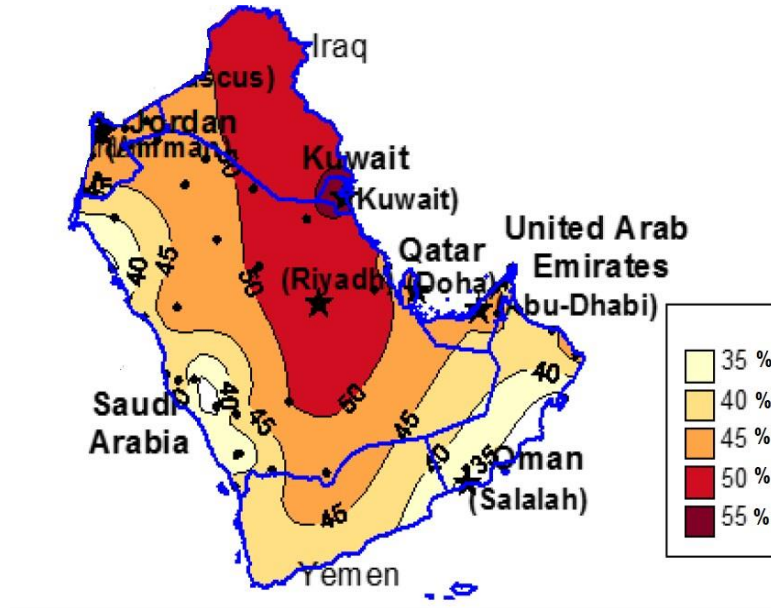
Seçilmiş Arap ülkelerinde enerji alanında yaşam döngüsü maliyetlerinde iyileşme süreci analiz edilerek, yüksek performanslı villaların uygulanmasının fizibilite koşulları ve maliyetleri değerlendirildi (Karti and Ihm, 2016). Tablo 4.7, optimum enerji verimliliği tasarımlarına ulaşmak için yıllık elektrik enerji tüketimini, otuz yıllık bir süre boyunca yaşam döngüsü maliyetlerindeki azalmaları ve inşaat maliyetlerindeki artışları özetlemektedir. Yaşam döngüsü maliyetlerindeki azalma, villaların temel tasarımına göre tahmin edilmektedir. İnşaat maliyetlerindeki artış, enerji verimliliği tasarımların kurulumunun ek maliyetlerini içerir. Tablo 4,7'de gösterildiği gibi, tüm Arap şehirlerinde yüzde 31 ile 56 arasında değişen enerji tasarrufu bulunmaktadır. Konut binalarının optimal tasarımı, tüm iklimlerde yaşam döngüsü maliyetleri açısından en düşük değerlere sahiptir ve yaşam döngüsü maliyetlerinde %13 ile %25 arasında değişen azalmalar bulunur. İklim ve gerekli enerji verimliliği önlemlerine bağlı olarak, temel tasarım maliyetlerine göre inşaat maliyetlerinde %2 ila %20 arasında değişen bir artışla birlikte, enerji verimliliği optimizasyon seçeneklerinin uygulanmasının artan maliyetleri makul düzeydedir. Yaşam döngüsü maliyetlerindeki azalma, temel olarak, yıllık enerji tüketimindeki düşüşle ilişkili olan daha düşük işletme maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Binaların ömrü boyunca, enerji maliyetlerindeki yıllık düşüş, enerji verimliliği standartlarının

uygulanması için bina maliyetlerindeki artışı geride bırakmaktadır (Krarti and Ihm, 2016).

Tablo 4. 7 Enerji tasarrufu ve yaşam döngüsü maliyet düşürme değerleri(Krarti and Ihm, 2016).

Ülke	Şehir	Optimum enerji tasarrufu	Yaşam döngüsü maliyetlerinde optimum azalma (%)	Optimum tasarım için artan inşaat maliyetleri (%)
Ürdün	Amman	45	15	17
Arap Emirlikleri Birleşik	Daubi	43	16	11
Umman	Maskat	32	14	2
Katar	Dauha	47	17	14
Kuveyt	Kuveyt	56	25	20
Suudi Arabistan	Riyad	55	22	20

Şekil 4.1, enerji verimliliği önlemlerinin optimal analizine dayalı olarak Arap bölgesindeki konut binalarında elde edilebilecek potansiyel yıllık enerji tasarrufunun topografik haritasını göstermektedir (Krarti and Ihm, 2016). Optimum tasarımlar kullanılarak yıllık %35-55 birincil enerji tasarrufu sağlanabilir. En yüksek tasarruf sıcak iklimlerde, özellikle Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinde elde edilir.



Şekil 4. 1 Arap Yarımadası'ndaki enerji tasarrufu Hedeflerinin topografik haritası (%) (IEA,2020)

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. ARAP YARIMADASI'NDAKİ BİNA SORUNUNA PRATİK ÇÖZÜMLER

Belirli bir mimari veya kentsel tasarımın iklimsel olarak verimli olduğuna nasıl karar verilebilir?

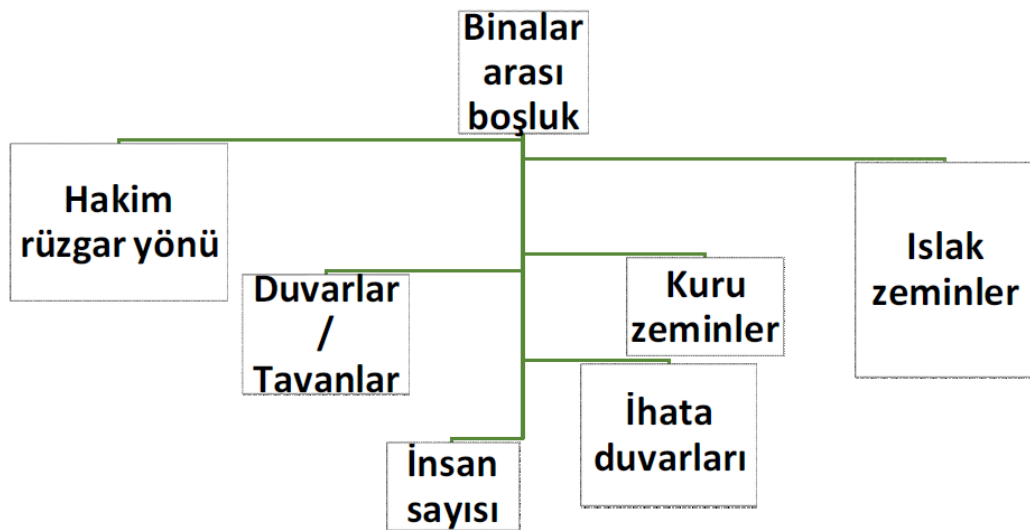
İki tasarım alternatifinin verimliliği nicel olarak nasıl karşılaştırılabilir?

Tasarım alternatifinin değerlendirebileceği temelde değerlendirme için net bir sayısal kritere ihtiyaç duyar ve tasarımcı genellikle bu kriteri tanımlamada sorunla yaşar, bu nedenle genel bölgeden yürüyerek inşaata, iç ve dış mekân ile cephe arasındaki ilk bağlantı noktası olduğu için temel eleman olarak binanın kabuğundan başlayacağız.

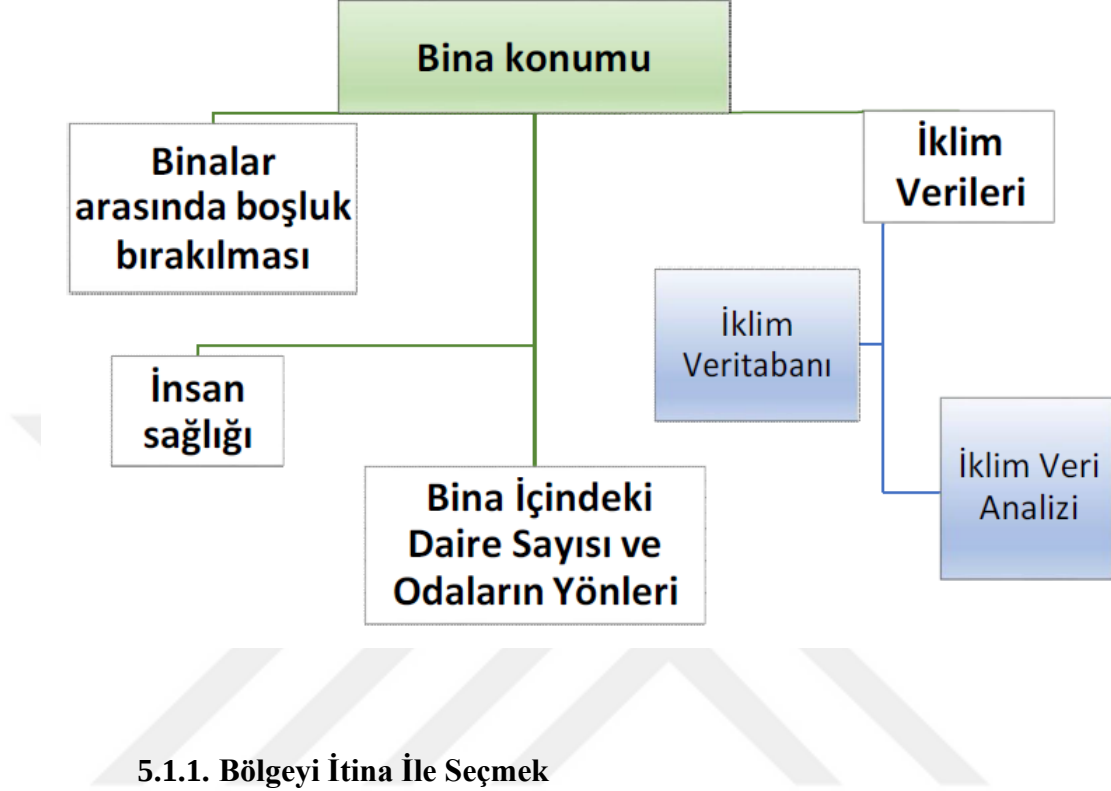
5.1. BÖLGENİN İNCELENMESİ:

Bölgeyi inceleyerek, ister aylık ortalamaların saatlik grafik değerleri üzerinden, isterse de mevcut detaylı bir günlük veri tabanı üzerinden hesaplama yapılarak, kentsel mekânın her bir unsuru için iklimsel veriler sağlanabilir.

Şekil 5. 1 Bölgenin ve binanın incelenmesinde dikkate alınacak faktörler



Şekil 5. 2 Arap Yarımadasında Bina Konumu Belirlenirken Dikkate Alınmayan Faktörler



5.1.1. Bölgeyi İtina İle Seçmek

Binanın konumu, ana girişten binaya kadar olan yarıçapı 800 metreyi geçmeyen bir alanda en az beş temel hizmet biriminin bulunduğu, önceden geliştirilmiş bir alanda seçilmesine özen gösterilmelidir.

Bu, hizmete ulaşmak için olan mesafeleri azaltmaya yardımcı olur, böylece maliyetleri düşürür ve arabalardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını düşürür. Temel hizmetler arasında ticari pazarlar, bankalar, okullar, ibadet merkezleri, halka açık parklar, eczaneler, restoranlar, halk kütüphaneleri, posta merkezleri ve fırınlar yer alır.

5.1.2. Binanın Karbon Ayak İzini Azaltmak

Konut tasarımı yapılırken, açık ekili alan kentsel alanlarda toplam arsa alanının

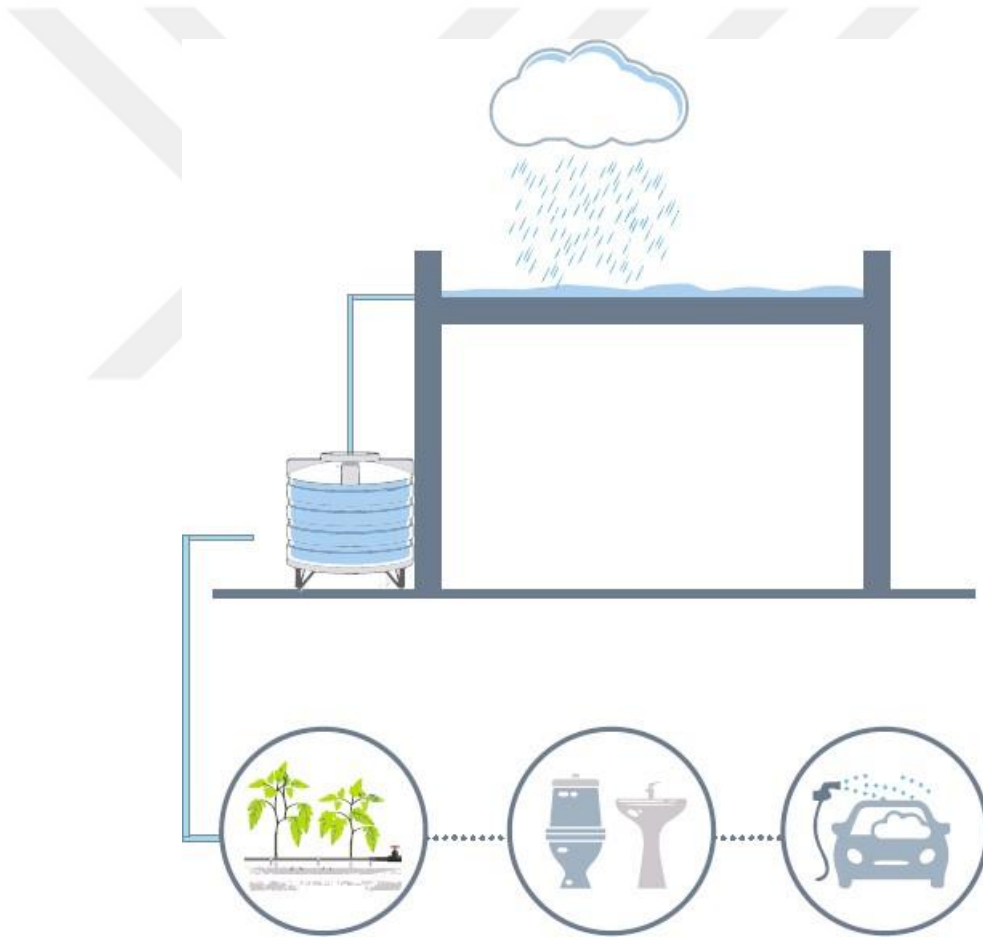
%25'i ve düzensiz alanlarda toplam arsa alanının %40'ı sağlanarak açık alanlarda yüzdesi arttırılmalıdır, açık alanlardaki bu artış:

- Dış sıcaklıkları değişir.

- Kentsel ısı adalarının etkisini azaltır.
- Doğanın tadını çıkarmanız için size daha fazla şans verir!.

5.1.3. Yağmur Suyundan Faydalanmak:

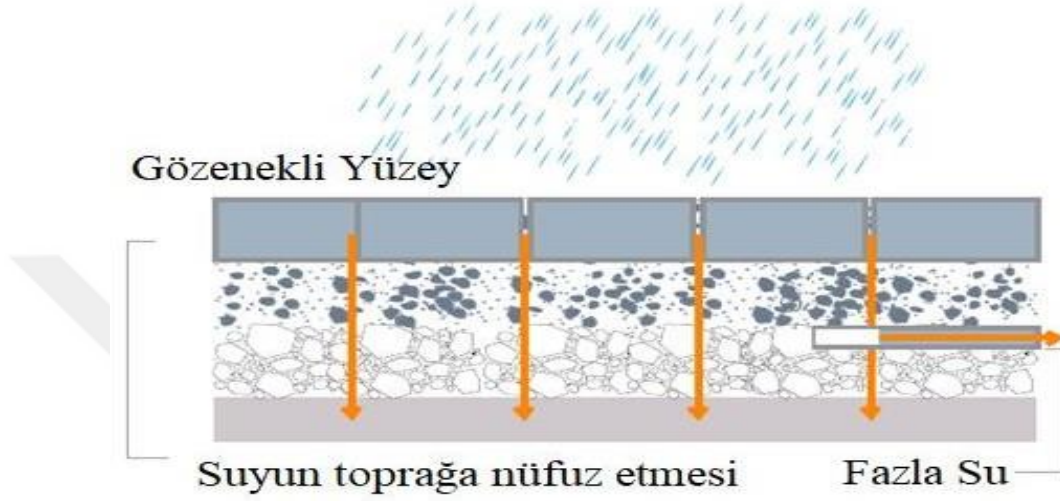
Yağmur suyu; binalarda su tüketimini azaltmak amacıyla, mahsulleri sulamak, arabaları ve tuvaletleri yıkamak için su toplama sistemleri aracılığıyla toplanabilir. Su toplama yüzeyleri 200 metrekare ve üzeri olan binalarda, su toplama sistemleri kurulmalıdır.



Resim 5. 1 Yağmur suyu geri dönüşümünün faydaları

5.1.4. Gözenekli Su Geçirgen Döşeme Veya Açık Izgara Döşeme Kullanımı

Gözenekli yüzeyler ve açık ızgara kaplama, suyun toprağa ulaşması için bunların içinden geçmesine izin verir. Bu zeminler kirleticileri filtreler, yüzey akışını azaltır ve yağmur suyunu depolar. Bina çevresindeki zeminde geçirgen karolar kullanmak su tasarrufuna katkıda bulunur. (EPA,2009).



Resim 5. 2 Açık Izgara Sistemi Katmanlari (EPA,2009).

5.2. İKLİM

Binalar; sakinlerine, dış iklim koşullarından etkilenmeyecek konforlu bir iç ortam sağlamadır. İklimi incelemek, enerji verimli binaların tasarımında dikkate alınması gereken ilk adımdır. Güneşin ve rüzgârın yönüne göre bina tasarımı enerji tasarrufu için birçok fırsat oluşturur.

5.2.1. İklimi İyi Anlamak

Arap Yarımadası'nın iklimi üç iklim bölgesine ayrılmıştır; Her biri farklı tasarım stratejileri gerektirir. Kışları soğuk ve yağışlı iken, yazın kuru, ılıman ve sıcak bir iklime sahiptir. Sıcaklıklar Ocak ayında 8°C iken Temmuz ayında 38°C olmaktadır.

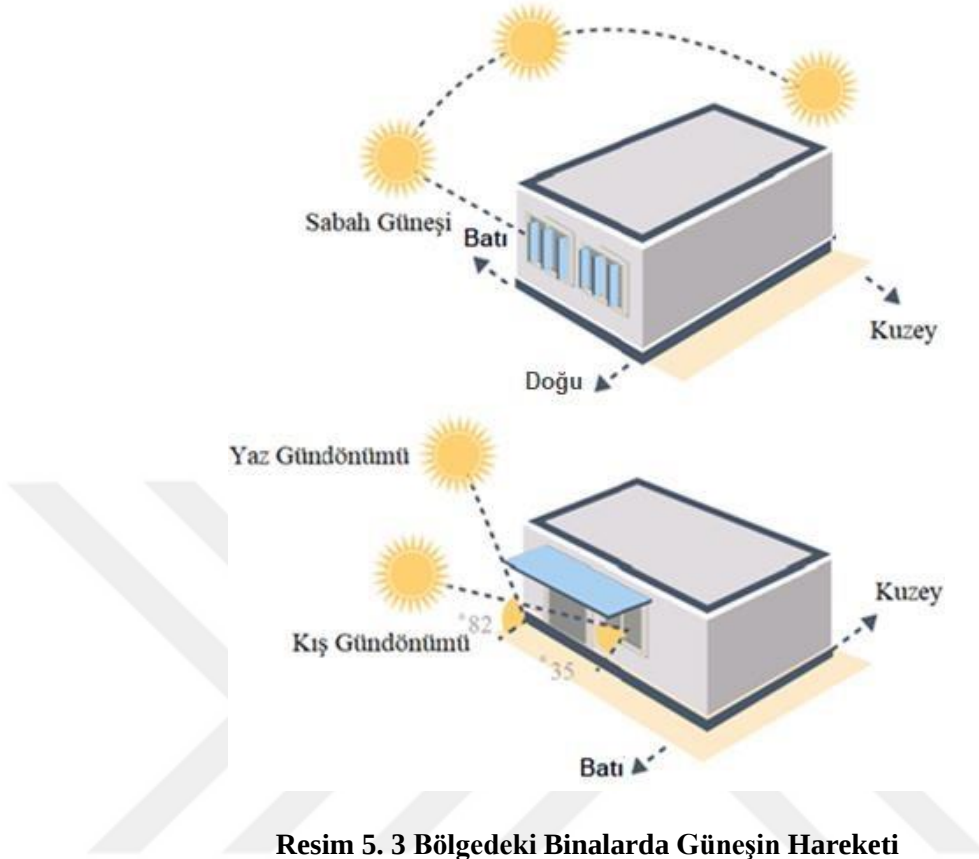
5.2.2. Güneş Sonsuz Enerji Kaynağıdır

Güneş yolu diyagramı, güneşin coğrafi konum ve enlemlere göre hareketini anlamada yardımcı olan bir tasarım aracıdır. Güneş yolu diyagramından güneşin düşey

açıları, yükselme açıları ve yıl boyunca farklı zamanlarda güneşin yatay açıları bilinebilir. Arap Yarımadasında Yaz gündönümünde, güneş gökyüzünde yüksektir ve ortalama yükselme açısı 82 derece iken, kış gündönümünde Aralık yükseklik açısı öğle saatlerinde yaklaşık 38 derecedir. Bu açıların bilgisi, enerji verimli eko-binalar tasarlamak için çok önemlidir.

Güneş Işığını Elde Etmek İçin Mi Yoksa Engellemek İçin Mi Tasarlamalıyız?

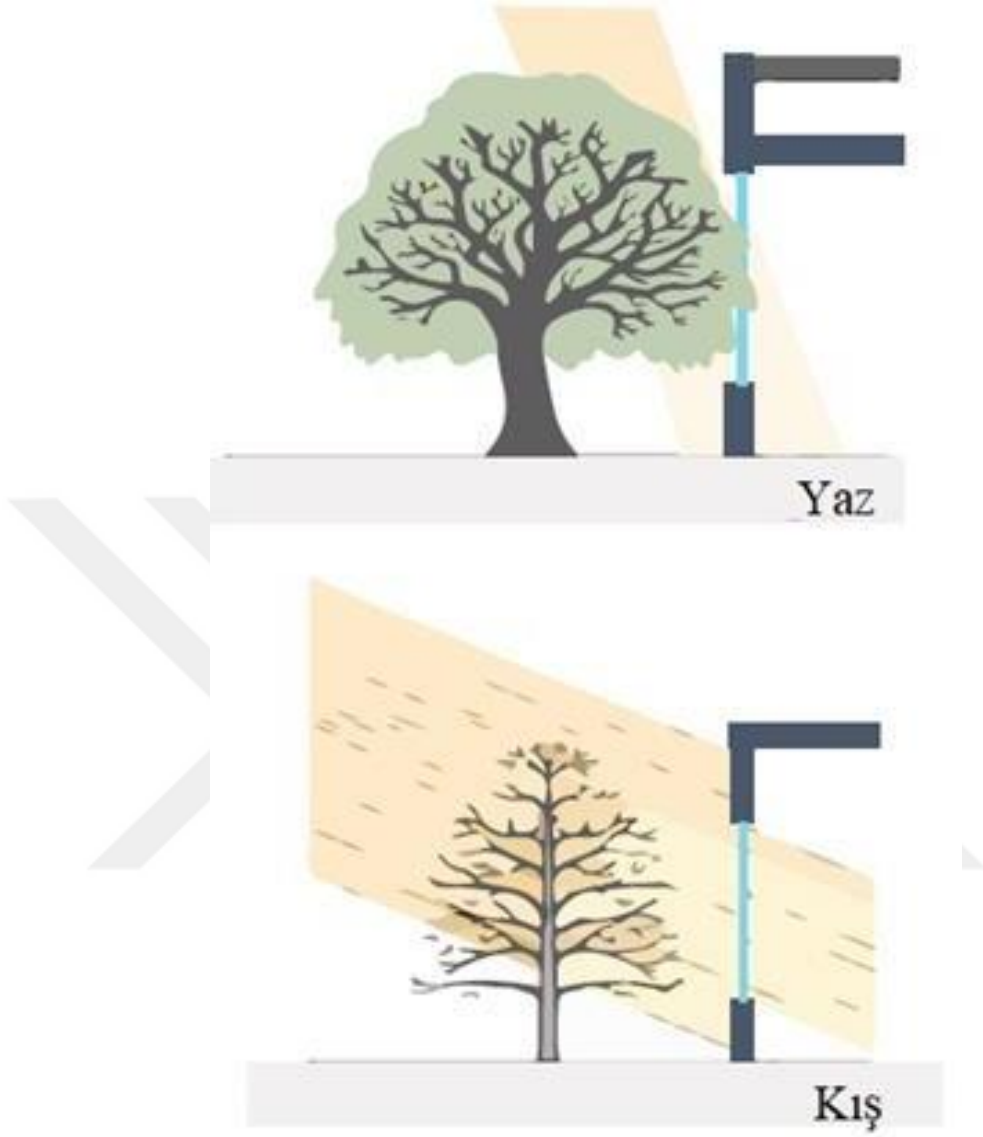
Bina tasarımında; kış güneşi binaya engelsiz olarak girmelidir. Ancak yaz güneşinin binaya girmesi engellenmelidir. Yaz aylarında iç sıcaklığı yükselttiği ve soğutma yüklerini artırdığı için doğrudan güneş ışığının binaya girmesini önlemek önemlidir. Ancak kışın güneş, iç sıcaklığı artıran ve binadaki ısıtma yüklerini azaltan doğal bir ısıtma kaynağıdır. Gün doğumu ve gün batımı sırasında güneşin yükselme açıları daha alçak ve daha şiddetlidir ve kontrol edilmesi zordur. Güneyden gelen güneş ışınları gökyüzünde dik ve yüksektir, bu da yaz aylarında onu engellemek için uygun gölgeleme araçlarının tasarlanmasını kolaylaştırır.



Resim 5. 3 Bölgedeki Binalarda Güneşin Hareketi

5.2.3. Güneş Işınımını Kontrol Etmede Ağaçların Önemi

Ağaçlar binaların gölgelenmesine yardımcı olabilir. Yaprak döken ağaçlar yaz aylarında güneş ışıınının %85'ine kadarını engeller. Kışın yapraklar döküldüğünde güneş ışınlarının %70'inin dallarının arasından geçmesine izin verirler. Genel bir kural olarak ağaçlar, gölgelik binanın tabanından çizilen 45 derecelik bir açı çizgisi boyunca dikilmelidir.



Resim 5. 4 Yıl Boyunca Yaprak Döken Ağaçların Bınaya Faydası

5.2.4. Doğu Ve Batıda Uzun Boylu Ağaçlar Dikmek

Doğu ve batı cephesindeki uzun ağaçlar, alçak güneş ışığının binaya ulaşmasını engelleyebilir ve rüzgârdan korunmasını sağlayabilir. Doğrudan güneş ışınlarından korunmayan doğu ve batı cepheleri Yaz aylarında, binadaki iç sıcaklığı 2°C arttırabilir.



Resim 5. 5 Binanın Doğu ve Batı Cephesine Dikilen Uzun Boylu Ağaçlar

Arap Yarımadası bölgesi, güneş ışınımının yoğunluğu ile bilinir. Buna göre düz yüzeyler gün boyunca en yüksek oranda güneş ışınımı alır. Güneş ısısı çatıdan binaya iletilir ve yaz aylarında iç sıcaklıklarda ve soğutma yüklerinde artışa neden olur. Kış mevsiminde ise çatılardan ısıların %25'i kaybolur, bu da çatının ısı yalıtımının önemini arttırmaktadır.

Güneş ışınlarını yansıtmak ve bina içine iletilen ısıyı azaltmak için binanın çatısının açık renklerle boyanması aşağıdaki özelliklere göre tercih edilir:

- Soğurma katsayısı 0,30'dan fazla
- Emisyon (yayınım) 0,75'ten az olmamalıdır (emisyon, yüzeyin ne kadar güneş ışınımı ve ısı yaydığının bir ölçüsüdür).

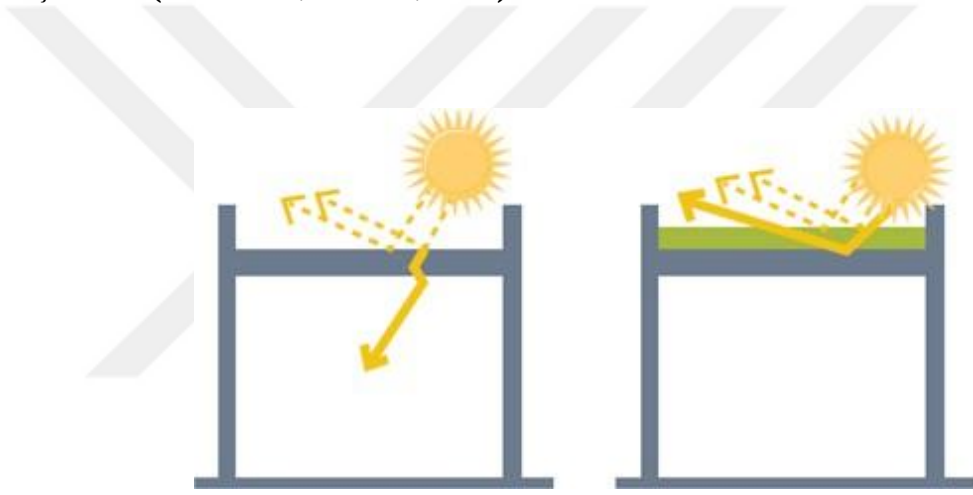
Güneş yansıtma indeksi 0,70'den az olmamalıdır (güneş yansıma değeri 0 ile 1 arasındadır, burada 0 değeri malzemenin tüm güneş enerjisini emdiğini ve 1 değeri toplam yansımayı belirtir).

5.2.5. Ekilmiş Çatı Yüzeyleri Isı Kaybını Azaltır

Ekilmiş yeşil çatı, binanın çatısını bitkilerle ve toprağı ekinlerle kısmen veya tamamen kaplayan bir çatıdır. Çatı ekiminin birden fazla faydası vardır; Yüzeyi yalıtırlar ve ısı kaybını azaltırlar, ısı adası etkisini ve güneş ışınımının yoğunluğunu

azaltırlar, böylece ısıtma ve soğutma yüklerini ve enerji tüketimini azaltırlar. Bitkili çatılar, ısıtma ve soğutma için tüketilen enerjiyi %17 oranında azaltabilir. Çatıların ekilmesi mümkün olmadığı durumlarda, çatılara dağıtılan bitkili havuzlar uygulanabilir ve etkili sonuçlar alınabilir. Kentsel Isı Adası Etkisi: (Goussous, Jawdat, 2015).

Kentsel alanlarda çevredeki kırsal alanlara göre insan faaliyetleri nedeniyle meydana gelen ısınmadır. Bir milyonluk bir şehrin ortalama hava sıcaklığı, çevresinden 1-3°C daha yüksek olabilir ve akşamları aradaki fark 12°C'ye kadar çıkabilir.(Goussous, Jawdat, 2015).



Resim 5. 6 Güneş Işığının Boş ve Ekili Tavanlardaki Yansımasi

- **Soğuk Çatı Teknolojisinin Kullanımı**

Yüksek yansıtıcılığa sahip bir çatı kaplamasının kullanılmasıdır. Boya genellikle beyaz veya açık renklidir, güneş ışınımını engelleyen ve çatıyı daha serin tutan yansıtıcı bir yüzey oluşturur. Bu, yazın soğutma için gerekli olan enerji ve elektrik tasarrufuna katkıda bulunur. Soğuk tavanlar, tek katlı bir binada havayı soğutmak için gereken enerji kullanımını %15'e kadar azalttığı için bina yüzeylerinin %80 ila %100'ünde tercih edilir.

5.3. RÜZGAR HAREKETİ

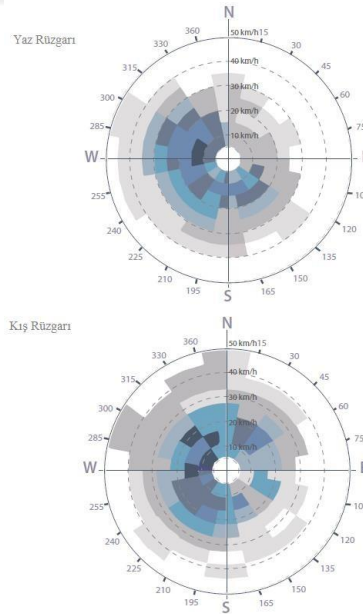
Rüzgâr hareketi, iklim bölgesi ve mevsimin rüzgâr frekans gülü diyagramı kullanılarak incelenir. Arap Yarımadası'nda yıllık ortalama rüzgâr hızı 10 m

yükseklikte 7 m/s'den fazla iken bina içindeki menfezlerde 3.16 m/s'dir. Arap Yarımadası'nda Rüzgârların çoğu batı ve güneybatıdan yoğunlaşırken, sonbahar ve ilkbahar rüzgârları güney ve doğudan esiyor. Menfezleri, yazın serin esintilere izin verecek ve kışın doğrudan rüzgârları engelleyecek şekilde binaları yönlendirmek ve tasarlamak önemlidir.



Resim 5. 7 Menfezler ()1999(Passive Cooling of Buildings).

Şekil 5. 3 Arap Yarımadası'ndaki rüzgar yönleri (1999)(Passive Cooling of Buildings).



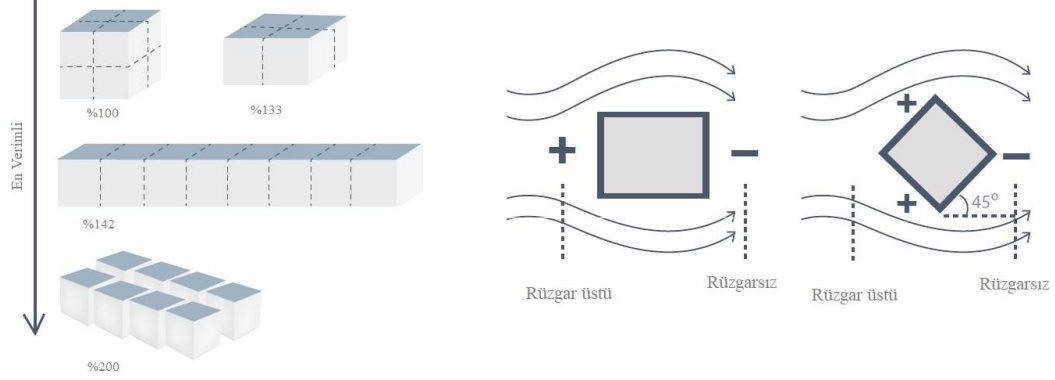
Rüzgâr hızı, ağaç gibi rüzgâr kırıcılar ile kontrol edilebilir. Rüzgâr kırıcılar rüzgâr basıncını ve rüzgâr hızını %75-85 oranında azaltır. Kırıcıların yüksekliği, rüzgâr kırıcıların tasarımında en önemli faktördür, çünkü rüzgâr kırıcının önündeki ve

arkasındaki korunan alanın kapsamı, kırıcıların uzunluğuna bağlıdır. Rüzgâr hızının kontrol edilmesi, binaların yan taraflarındaki basınç farkını ortadan kaldırarak, kışın sıcak havayı bina içinde, soğuk havayı dışarıda tutar. Sonuç olarak, rüzgâr kırıcılar soğuk kış rüzgârlarını engelleyerek ısıtma için tüketilen enerjiyi azaltır. Rüzgâr kırıcılar, yüksek basınç alanından ısı yükü veya hava sızıntısı yoluyla ısı kazancının azalması nedeniyle soğutma yüklerini de azaltır. Yüksekliklerinin beş katına yerleştirilen rüzgâr kırıcıları, binada gerekli olan ısıtma ve soğutma yüklerinin azalması nedeniyle %15-20 oranında enerji tasarrufu sağlayabilir.

Rüzgâr yönü ve hızının analizi, binalarda doğal havalandırma tasarlamının önemli bir bileşenidir. Bina rüzgâr yönüne dik olduğunda rüzgârın bina üzerine estiği tarafta yüksek basınç bölgesi oluşur. Bu nedenle binanın rüzgâr yönünden 45 derece döndürülmesi ek basınç alanları oluşturacak ve doğal havalandırmanın verimini artıracaktır.

Binaları tasarlama, boşlukları yönlendirme, görev dağıtma, cepheleri tasarlama şeklimiz binalardaki enerji tüketimini etkiler ve bölgenin iklim özelliklerine uygun olmalıdır. Benzer iç mekânlara sahip binaların işgal edildikleri süre boyunca enerji tüketimleri değişir, inşaat aşamasındaki malzeme ihtiyaç miktarları ise kabuğun alanındaki farklılığa göre değişmektedir. Duvar alanının bina hacmine oranı, bina ısı kazancı ve kaybı oranını etkiler. Binada dış koşullara maruz kalan alanı ne kadar büyük olursa, ısı kaybı o kadar büyük olur ve ısı kayıplarını gidermek için enerji tüketimi o kadar fazla olur. Dikey olarak yapılan binalar gibi kompakt bir tasarım, tek konut birimlerine kıyasla daha az enerji harcar ve daha verimlidir. **((1999) Passive Cooling Of Buildings).**

Şekil 5. 4 Binalarda Doğal Havalandırma Tasarımında Rüzgar Yönü Ve Hızının Analizi ((1999) Passive Cooling Of Buildings).



Bina planının şekli, binaya düşen güneş ışınının miktarı ile ilgili olduğu için enerji tüketimini etkiler. Doğu ve batı cephelerinde cephe boyutlarının cepheye dik olan güneş ışınımının yoğunluğuna maruz kaldıkları için küçültülmesi tercih edilir:

- Dikdörtgen şekli en çok sıcak ve ılıman iklimler için uygundur.
- Tüm cephelerde eşit miktarda güneş ışınımı olduğu için kare şekli soğuk alanlarda daha uygundur.

5.4. BİNANIN DOĞRU YÖNLENDİRİLMESİ

Sürdürülebilir tasarımındaki en önemli adımlardan biri de binanın doğru yönlendirmesidir. Bu şekilde, ısıtma ve soğutma yükleri %82 azaltabilir. Birçok çevresel strateji, güneş ve rüzgârın hareketini hesaba katarak binayı doğru yöne yönlendirmeye dayanır. Uygun yönlendirme, binada kurulduğunda güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji sistemlerinin dayandığı temeldir. Bina, uzun eksenini güneşe bakacak veya güneşe 15 dereceden fazla olmayan bir açıyla olacak şekilde yönlendirilmelidir. Güney cephesi gün boyunca güneş ışınımına en uzun süre maruz kalan cephedir, ancak yazın önünü keserek ve kışın girmesine izin vererek cepheyi gölgelemek ve güneş ışınlarını kontrol etmek kolaydır. Doğu ve batı cepheleri ise güneş açıları alçak seviyededir ve güneş ışınımı şiddetlidir bu yüzden gölgeleme zordur.

Kullanım şekline, doluluk saatlerine ve iç ısı kazancı miktarına göre Bina içindeki odaların yönlendirilmesi ve boş alanların dağılımı dikkate alınmalıdır. Kışın soğuk cepheler olduğu için en çok kullanılan odalar gölgeli güney cepheye, servis alanları ve merdivenler ise kuzey ve batıya yönlendirilmelidir. Boş zamanlarında güneşten ısı kazanımını azaltmak için, mekânın doluluk saatlerine ve konut sakinlerinin iç ısı kazancına bağlı olarak, oturma odalarının güneye, yatak odalarının doğuya ve mutfakın kuzeydoğuya yönlendirilmesi tavsiye edilir böylece enerji tüketimini azalır ve termal konfor sağlanır. ((2015) **Nazer, H., Rodrigues, L.,**).



Resim 5. 8 Binanın Doğru Yönlendirilmesi.

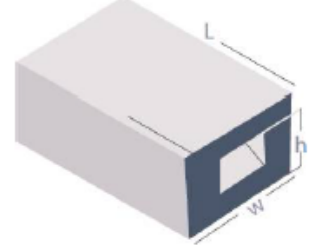
5.4.1. Alanlar Ve Odalar (Rock, B. A. (1997))

Termal bölge, aynı ısıtma ve soğutma koşullarını paylaşan bir alan veya alanlar grubudur. Ev tasarlanırken, odalar arasında ısı kaybını önlemek için işlevlerin ve odaların ayrı olması dikkate alınmalıdır, tamamen kapalı ve izole olmasına özen gösterilmelidir. İç merdiven varsa, sıcak hava yukarı çıkarak ısıtma ve soğutma verimini düşüreceği için ısıtma ve soğutma açıkken kapatılmalıdır.

Boşlukların ve odaların boyutlarının seçimi, enerji verimli binalar tasarlarırken dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Sığ odalar, doğal aydınlatma ve havalandırma tasarlanırken daha verimlidir çünkü bunlar, ışığın ve havalandırmanın kolayca erişilebilir olmasını ve odaya dağılmasını sağlar. Aşağıdaki denklem, çevresel tasarım stratejilerine verimli bir şekilde ulaşılmasını sağlamak için oda derinliğinin tasarımına yardımcı olur.

Sadece bir tarafında pencere bulunan bir odada doğal aydınlatmanın verimini sağlamak için, odanın derinliği aşağıdaki denklemi sağlamalıdır:

$$\frac{L}{W} + \frac{L}{h} \leq \frac{2}{(1 - R_b)}$$



L= Pencereden arka duvara kadar

olan odanın derinliği W= Pencere

duvarı boyunca ölçülen oda genişliği

h= Zemin seviyesinden

pencerenin yüksekliği $R_b =$

Odanın arka yarısında ortalama

yansımaya alanı (Tipik bir ofisteki

değer yaklaşık 0,5'tir.)

Rock, B. A. (1997)

5.4.2. Pencere Alanının Duvar Alanına Oranı

Pencere alanının duvar alanına oranı, dış duvar alanına bölünen çerçeveler hariç tüm şeffaf cephe açıklıklarının toplam alanının bir ölçüsüdür. Pencere oranı

oturma odalarında %15, hizmet alanlarında %10'dan az olmamalıdır. Ancak güneş ve rüzgârın farklı hareketlerinden dolayı pencerenin yönüne göre değişmelidir.

5.4.3. Doğal Aydınlatma İçin Tasarım

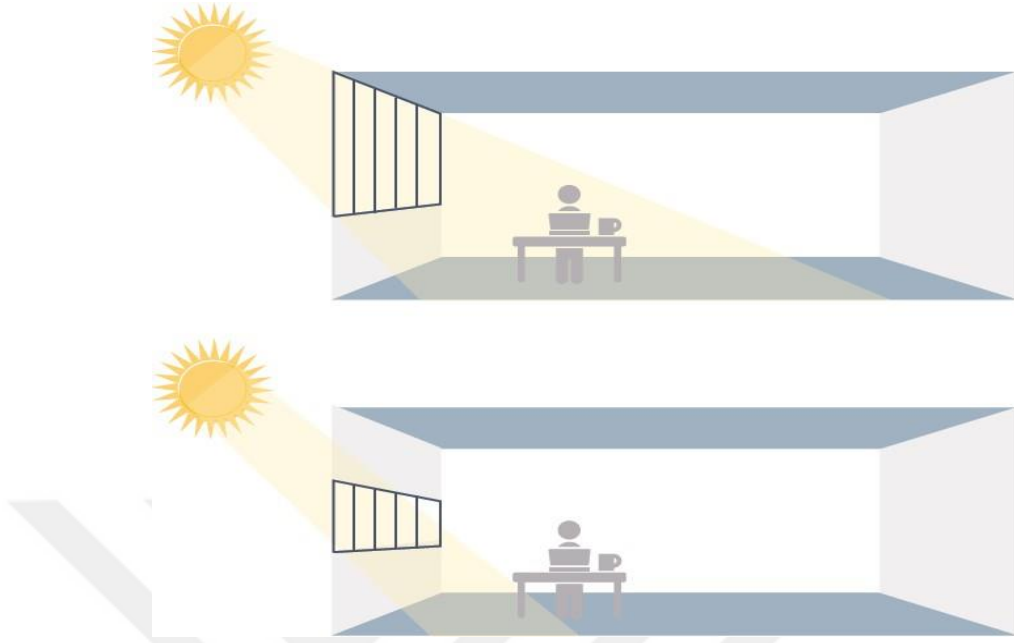
- Doğal gün ışığının konut sakinleri için birçok faydası vardır;
- Verimliliği artırır
- Sağlık açısından daha iyidir
- Görsel konfor sağlar

Yapay aydınlatma kullanımını %20'den %30'a düşürerek binadaki enerji ve elektrik tüketimini azaltır. Gün ışığı, istenmeyen doğrudan güneş ışığı ile karıştırılmamalıdır. Doğal aydınlatma, görsel konforu sağlamak ve iç ve dış aydınlatma yoğunluğu seviyesi arasındaki güçlü zıtlığın neden olduğu kontrastı ve parlamayı azaltmak için alan içinde eşit bir dağılım sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Birçok faktör gün ışığının dağılımını etkiler, örneğin:

- Odanın derinliği
- Pencerenin yüksekliği
- Gölgeleme araçları
- Pencerede kullanılan camın türü

Derin planlı odalar tek taraftan aydınlatılıyorsa doğal aydınlatma sonunda daha hafif olur. Bu nedenle, pencerelerin tasarımının, odaların derinliği için yeterli aydınlatma sağladığı (odaya gün ışığı girme derinliği, pencerenin yüksekliğinin iki buçuk katıdır) kuralı kullanarak belirlemesi gerekir.

Pencerelerin şekli ve duvardaki konumları doğal ışığı etkiler. Pencere ne kadar yüksek olursa, gün ışığı odaya o kadar derin girer. Pencereler tasarlanırken, bina sakinlerinin bina dışına olan görsel temasının korunmasına özen gösterilmelidir. Yeterli ve eşit olarak dağıtılmış doğal ışık sağlamanın kolay bir yolu, panoramik pencere tasarlamaktır. Delikli pencereler de uygundur, ancak pencereler arasındaki boşluklar aydınlık ve karanlık alanlarda kontrast oluşturabilir.



Resim 5. 9 Pencere yüksekliklerine göre içeriye giren güneş ışığı

5.4.3.1. Ufuk Görünümünü Korumak

Gökyüzünün görünür açısı, bir pencerenin ortasından görülen, pencere duvarının iç yüzü ile aynı seviyede olan gökyüzünün açık dikey açısıdır. Pencere gökyüzünün büyük bir açısının görülmesine izin veriyorsa, gökyüzünün görünen açısı büyüktür. Daha büyük gökyüzü açıları, konut sakinlerine daha fazla görsel konfor sağlar ve açı 30 dereceden az olmamalıdır.

5.4.3.2. Gün Işığı Katsayısı

Çatıya düşen aydınlatma ile bulutlu bir gökyüzünde dışarıda bulunan gün ışığı miktarı arasındaki ilişkidir. Pencere açıklıkları, boyutları ve hacimleri binaya giren gün ışığı miktarını etkiler ve gerekli gün ışığı faktörünü sağlayacak şekilde formüle göre dikkatlice tasarlanmalıdır.

$$D = \frac{W}{A} \cdot \frac{T \cdot O}{(1 - R^2)}$$

Rock, B.A. (1997)

D= Gün ışığı katsayısı oranı

W= pencere alanı (m²)

A= Odadaki tüm yüzeylerin alanı m² (pencereler dâhil, yer, tavan ve duvarlar)

T= cam geçirgenliği (çift camlar için 0.57)

O= Gökyüzünün görünür açısı (derece ile)

R= Yüzeylerin ortalama yansımaları (açık renkli yüzeyler için 0.50)

5.4.3.3. Tasarımda gün ışığı faktörü değerleri tahkik edilmelidir.

İstenilen görsel konforu elde etmek için ekolojik tasarımda binanın gün ışığı faktörünün standart değerlerine ulaşılmalıdır. Bu değerler işleve göre değişir ve iç mekân yerleşimi tasarlanırken dikkate alınmalıdır.

Tablo 5. 1 Ticari binalarda gün ışığı katsayısı (Reinhart, C. F., Mardaljevic, J., & Rogers, Z. 2006).

Ticari Binalar	Günüşiği katsayısı	Minimum Günüşiği Katsayısı
Koridorlarda	2	0,6
Ofis Odalarında	5	2
Kütüphanelerde	5	1,5
Spor salonlarında	5	3,5

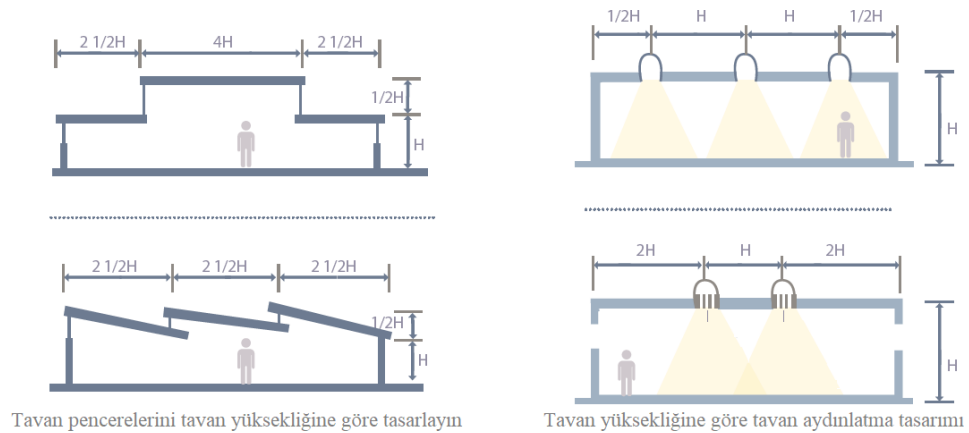
Tablo 5. 2 Konut binalarında gün ışığı katsayısı (Reinhart, C. F., Mardaljevic, J., & Rogers, Z. 2006).

Konut Binaları	Günlüğü katsayısı	Minimum Günlüğü Katsayısı
Yemek odasında	5	2,5
Mutfakta	2	0,6
Oturma odasında	0,5	1,5
Yatak odasında	1	0,3

5.4.3.4. Gündüz Tavan Aydınlatması

Sıcak iklimlerde tavan aydınlatmaları tasarlanırken yazın güneş ısısı kazanımını artırmamak, kışın ısı kaybını azaltmak için gerekli önlemler alınmalıdır. Ayrıca kullanılan cam iyi verimliliğe ve yüksek termal özelliklere sahip olmalıdır ve iç gölgeleme olanakları sağlanmalıdır. Tavandaki deliğin alanının aydınlatılacak alana oranı %1 olması doğal olarak aydınlatılması için yeterlidir.

Yükseltilmiş (yükseltme) pencere, duvarda göz seviyesinin üzerinde yükseltilmiş penceredir. Amaçları, geleneksel yükseklikte tasarlanmış pencerelere kıyasla, doğal ışığın odaya daha derine girmesine izin vermektir. Hava sıcaklığı ve yoğunluğundaki farklılık nedeniyle esintiler evdeki alt açıklıklardan girip üst açıklıklardan çıktıkça iç hava değişimine izin vererek doğal havalandırma için de kullanılabilir. (Reinhart, C. F., Mardaljevic, J., & Rogers, Z. 2006).



Resim 5. 10 Yüksekliklere Göre Tavandan Aydınlatma (Reinhart, C. F., Mardaljevic, J., & Rogers, Z. 2006).

5.4.4. İç Avlu Ve Faydaları

İç avlu, sıcak iklimlerde enerji verimli bina tasarımında birçok avantaja sahiptir. Avlu gölgeleniyorsa, yaz aylarında doğal havalandırma aracı olarak kullanılabilir, böylece gölgelenen hava, binadaki iç havaya göre daha düşük bir sıcaklığa ve daha yüksek yoğunluğa sahip olur, bu da onu binaya açılan pencereden girmesini teşvik eder. Avludaki açıklıklar ve iç ortamı iyileştirin. Avlunun derinliği, tamamen gölgelenmesini sağlamak için bitişik binanın yüksekliğinin üç katından fazla olmamalıdır.

Bir ışık kuyusu, bir bina içine aydınlatma ulaşmayan karanlık alanlara ışık ve havanın ulaşmasını sağlamak için yapılan bir iç alandır. Işıklık olarak kullanılabilen menfezler, gün ışığının yansımalarını ve daha derin alanlara girmesini sağlamak için iç duvarları açık renklerle boyanabilir.

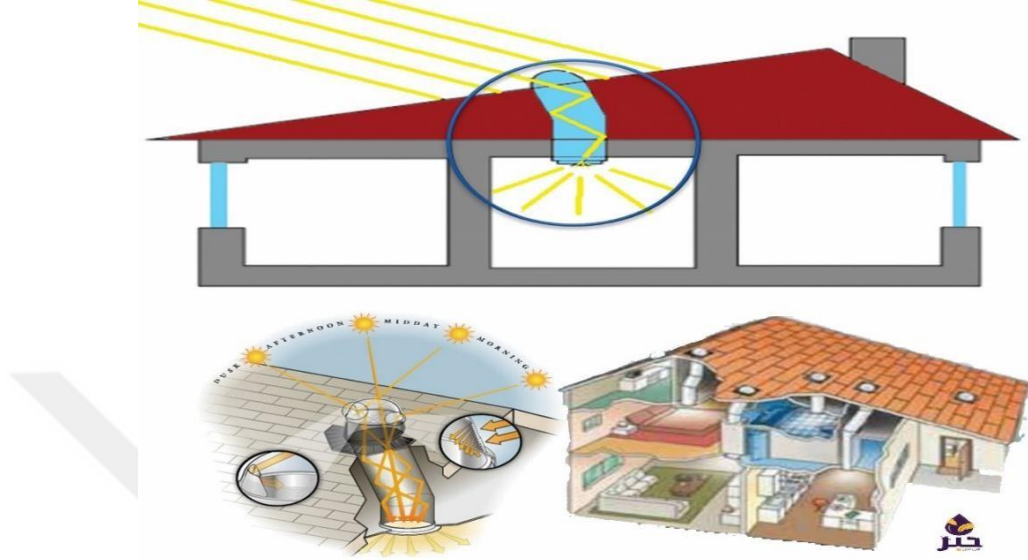


Resim 5. 11 İç Avludan Sağlanan Faydalar

5.4.4.1. Güneş Tüpleri

Güneş tüpleri, doğal gün ışığını ısıya izin vermeden penceresi olmayan alanlara getirmek için kullanılır. Güneş tüpü sistemleri bir kolektör, bir ışık tüpü ve bir difüzörden oluşur. Havuz genellikle çatı seviyesinde bulunur ve güneş ışığını toplamak için kubbeli camdan yapılmıştır. Işık tüpü, ışığı doğal ışıkla aydınlatılacak odaya yönlendiren bir iletim aracıdır. Bu strateji Arap Yarımadası'nda çok yaygın olmasa da,

iş için uygun aydınlatmanın %25 ila %50'sini sağlayabilir ve enerji ve elektrik tüketimini azaltabilir.



Resim 5. 12 Güneş Tüpleri (<https://7br.online/>)

Tablo 5. 3 Önerilen güneş tüplerinin mekan kullanımına göre boyutları

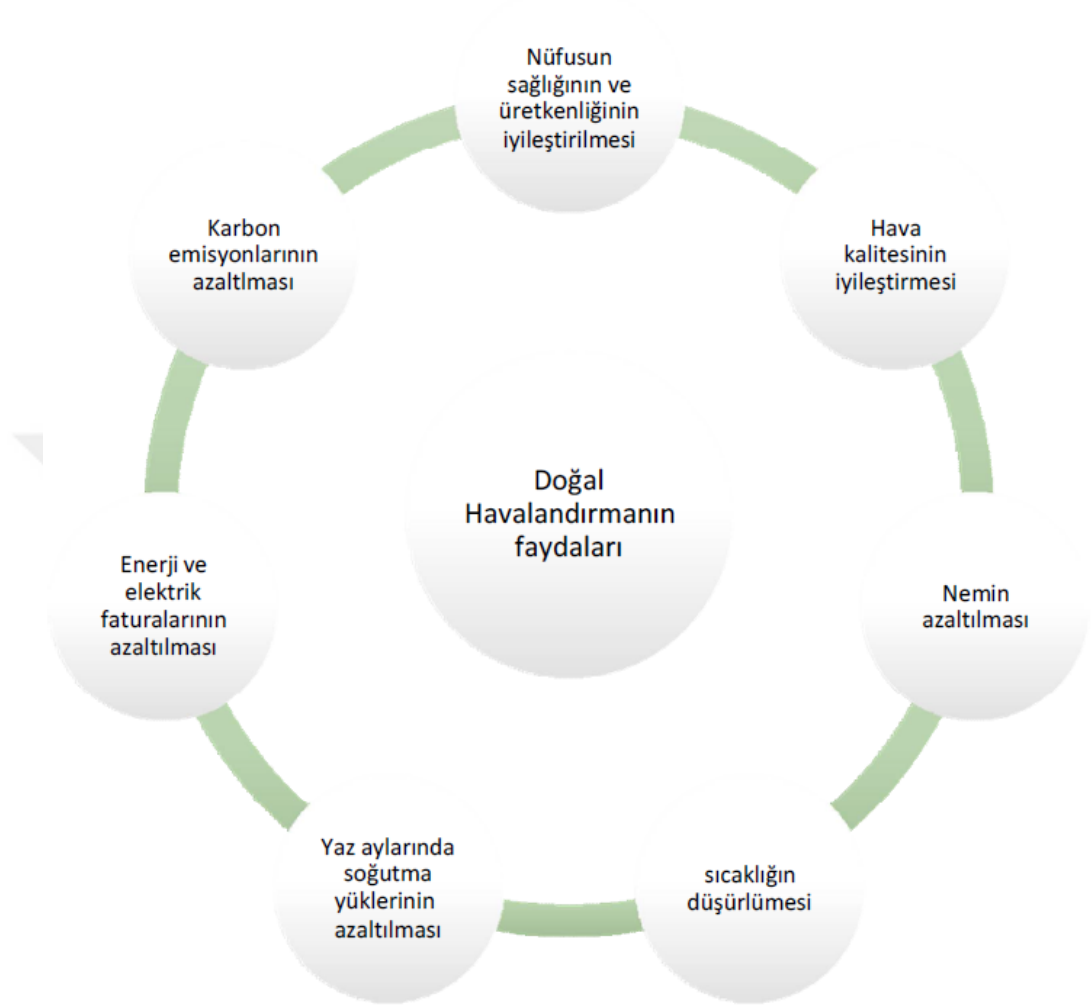
Kapalı alan türü	Alan boşluğu(m ²)	Işık tüpü çapı(cm)
Kısa koridorlarda ve mağazalarda	0-4	15,5
Küçük banyolarda	4-10	23-25
Banyolarda ve merdiven evlerinde	11-15	32-45
Mutfaklarda, yatak odalarında ve oturma odalarında	22-16	52-55

(<https://www.sterlingbuild.co.uk/info/5-things-you-need-to-knowabout-sun-light-pipes>).

5.5. DOĞAL HAVALANDIRMA

Rüzgârın kuvveti veya hava sıcaklığı ve yoğunluğundaki fark gibi doğal kuvvetler, doğal havalandırma sağlamak adına havanın iç mekâna girip çıkmasını teşvik etmek için kullanılır. Doğal havalandırmanın faydaları arasında şunlar bulunmaktadır:

Şekil 5. 5 Doğal Havalandırmanın Faydaları



Tasarıma doğal havalandırma uygun şekilde dâhil edilirse, Arap Yarımadası'ndaki konut binalarında termal performans iyileştirilir ve enerji tüketimi

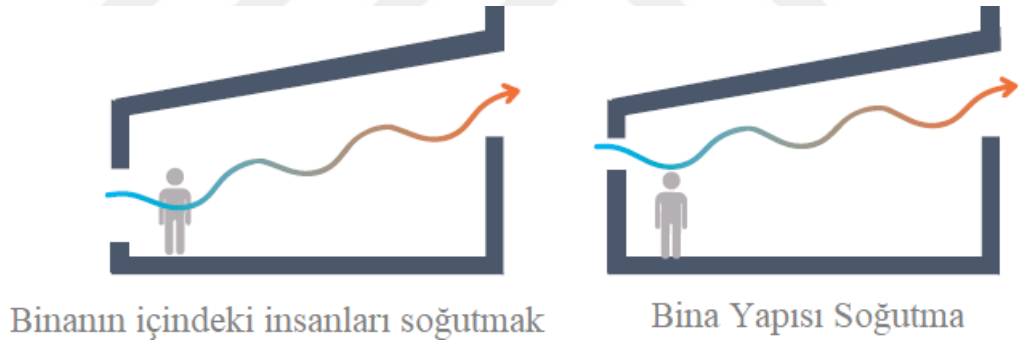
%30'a kadar azaltılır. Doğal havalandırma tasarımının amacı, iyi bir havalandırma elde etmek, konforlu bir sıcaklığı korumak ve bina içinde kabul edilebilir nem ve kirletici seviyelerine ulaşmaktır. Bina sakinlerinin termal konforunu sağlamak için bina içindeki nem seviyeleri %40 - %70 arasında tutulmalıdır.

5.5.1. İki taraflı doğal havalandırma

İki karşılıklı duvardaki iki açıklıktan havalandırma, Arap Yarımadası ülkelerinin iklimine uygun derin alanlar için en uygun havalandırma türlerinden biri olarak kabul edilir. İki taraflı havalandırma, havayı girişten karşı çıkışa hareket etmesi için teşvik eder ve beraberinde iç ısıyı taşır.

Odanın derinliği, yüksekliğin 5 katından fazla olmamalıdır ve gerekli açıklıkların alanı, zemin alanının yaklaşık %2'sidir (alanın her iki tarafında %1).

En büyük hava akışı, hava çıkış delikleri giriş deliklerine göre en az %25 daha büyük olduğunda elde edilir. Küçük pencerede oluşan hava basıncı, havayı açıklıklardan yüksek bir basınçla ve daha hızlı bir şekilde daha büyük pencereye doğru iter. Bunun nedeni, hava akışını hızlandıran ve iki pencere arasındaki hava geçişi içindeki basıncı azaltan etkidir.



Resim 5. 13 Pencere Yüksekliğinin Konut Sakinleri Ve Binalar Üzerindeki Etkisi

5.5.2. Tek Taraflı Doğal Havalandırma

Tek taraflı havalandırma, derinliği odanın yüksekliğinin 2,5 katından fazla olmayan odalar için kullanılır. Havalandırma açıklıklarının alanı, odanın alanının % 5 ila % 10'u arasında olmalıdır. Bu teknik ılıman iklimler için daha uygundur ve sıcak iklimlerde etkisizdir.

5.5.3. Doğal Havalandırmanın Verimliliğini Artırmak İçin Uygun Şekilde Tasarlanmış İç Bölmeler

İç bölmeler ve mobilyalar, doğal havalandırmanın eşit dağılımını sağlamak için çok önemlidir ve alan içinde iyi hava akışına izin verecek ve hızını koruyacak şekilde tasarlanmalıdır. Geniş ve açık alanların karşı duvarlarında havanın hareketini teşvik etmek için büyük pencereler olmalıdır. Bölmeler hava çıkışlarına daha yakınsa hava hızı artar. Konutların geleneksel tasarımında, yaz aylarında kapı ve pencerelerin açılması ve hava hareketinin uyarılmasıyla doğal havalandırmanın verimliliği artırılabilir. Menfezler ve merdiven uygun yerde tasarlanırsa çok katlı binalarda sıcak havayı dışarı çekmek ve soğuk hava ile değiştirmek için hava bacası olarak da kullanılabilir. (Nazer, H., Rodrigues, L., 2015).



Resim 5. 14 Doğal Hava Hareketinin Tipik Bir Yatay Izdüşümü(Nazer, H., Rodrigues, L., 2015).

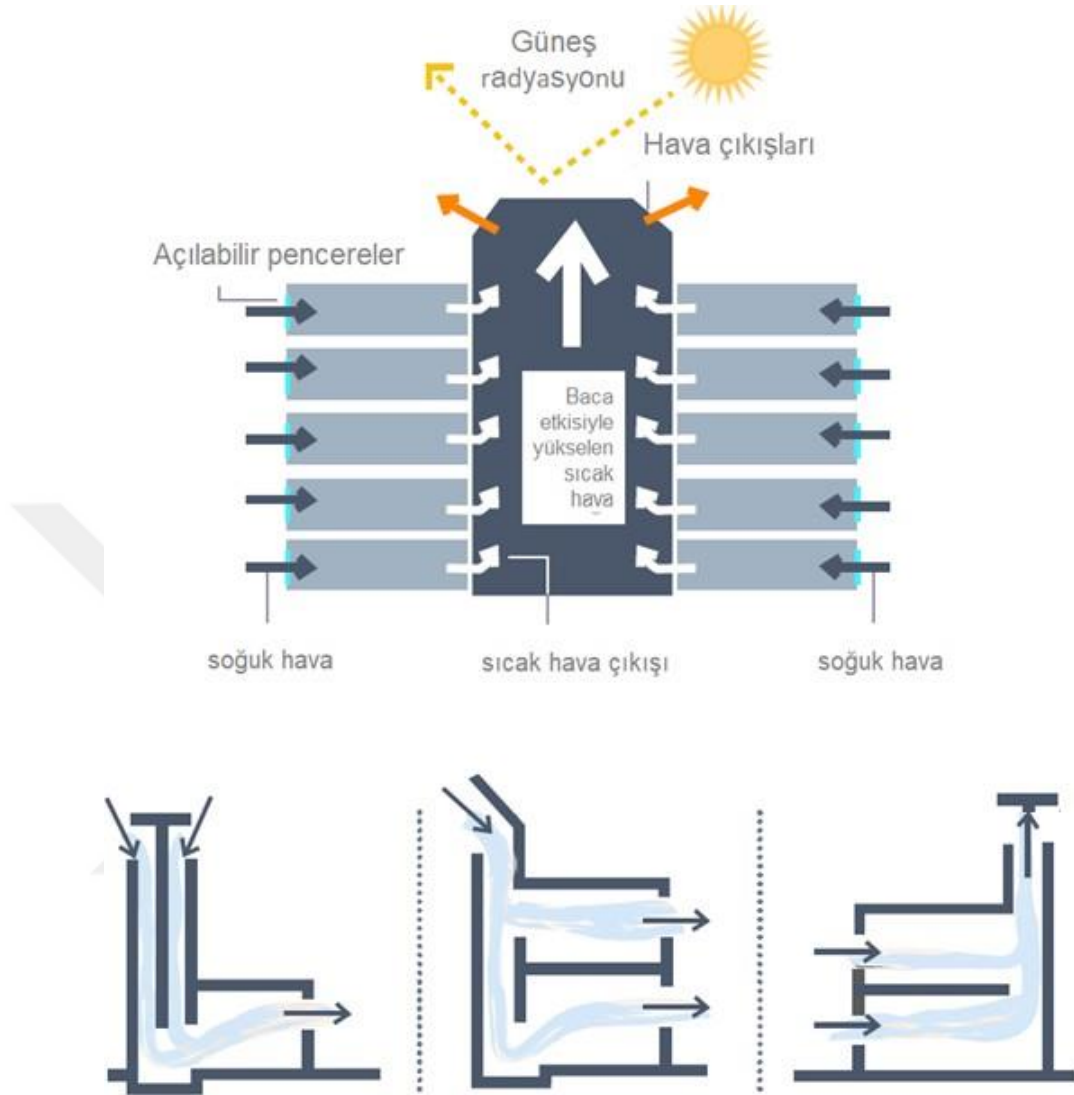
5.6. RÜZGÂR YAKALAYICILARI (MALQAF)

Antik Arap mimarisi, eski Arap mimarlar tarafından icat edilen hava yakalayıcıları ile ünlüdür ve Arap Yarımadası'ndaki iklime uygun en önemli havalandırma sistemlerinden biridir. Hava yakalayıcıları dışarıdaki sıcak havayı emer, soğutur ve bina boyunca dağıtır. Hava delikleri, basıncın binanın içinden daha düşük olduğu rüzgâr tarafındaki duvarların üst kısmına yerleştirilir. Hava, üst açıklıklara gözenekli soğuk su kavanozları yerleştirilerek soğutulabilir. Kavanozların etrafından

geçerken havanın sıcaklığı düşer ve yoğunluğunu artar, bu da soğuk havanın aşağı doğru hareket etmesine ve içerideki sıcak havanın yerini almasına neden olur. Hava girişlerindeki hava giriş ve çıkış açıklıkları kullanılacak odanın alanının %3-5'ini oluşturmali. (Abbas Saeed, Khader, & Abdul Latif Muhammad., 2015).



Resim 5. 15 Doğal Havalandırma İçin Malqaf Veya Rüzgar Tutucu
(<https://blue6ird.blogspot.com/2019/07/?view=mosaic>)

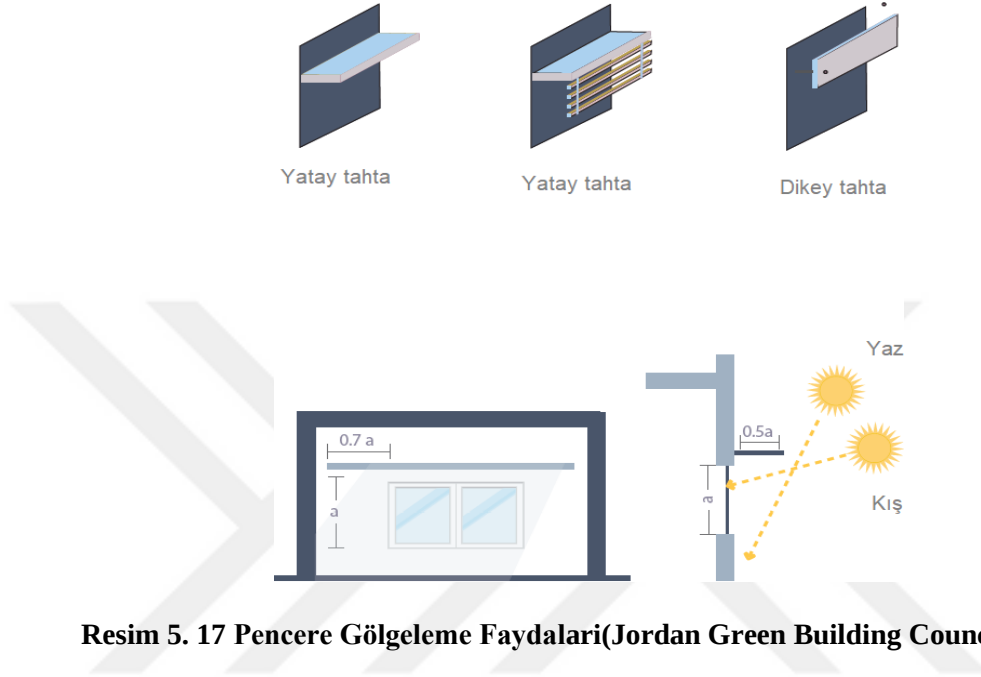


Resim 5. 16 Malqaf Hava Çalışması (Abbas Saeed, Khader, & Abdul Latif Muhammad., 2015).

5.7. GÖLGELEME

Gölgeleme araçları bina içinde veya dışında tasarlanabilir, sabit veya hareketli olabilir. Konuma ve gölgelenecek cepheye göre tasarlanan birden fazla gölgeleme yöntemi vardır, yaz aylarında güneş ışığının istenmediği zamanlarda güneş ışığının engellenmesini sağlamak ve kışın girmesine izin vermek için tasarım yapılırken güneşin açıları dikkate alınmalıdır. Gölgeleme, güneş ısı kazanımının %90'ını önleyebilir. Yazın iç sıcaklıklarını düşürür, termal konforu artırır ve soğutma için gereken enerjiyi azaltır. Gölgeleme katsayısı 0,2'den az olan ışık ve ısıyı

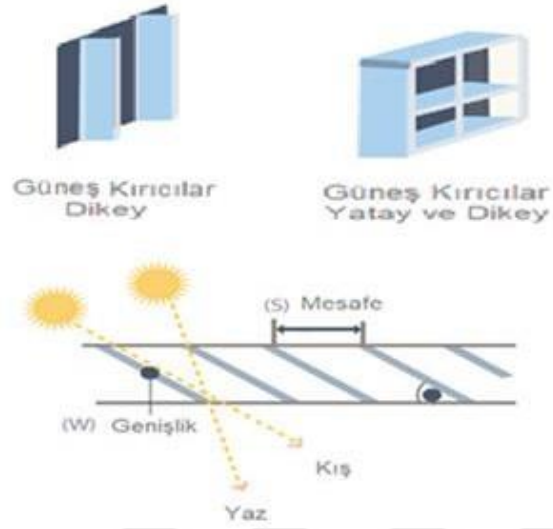
yansıtıcı malzemelerden yapılmış gölgeleme cihazlarının kullanılması tercih edilir. (Jordan Green Building Council, 2018).



Resim 5. 17 Pencere Gölgeleme Faydaları(Jordan Green Building Council, 2018).

Güney cephelerde güneş açılarının yüksek olduğu zamanlarda yatay gölgeleme yapılması önerilir. Güney gölgeleme araçlarının eklenmesi, Arap Yarımadası'ndaki ısıtma ve soğutma yüklerinin %25'ini azaltabilecek basit bir stratejidir. Optimum gölgeleme verimliliği için tasarım, resimde ekli olan kuralı takip etmelidir: (Jordan Green Building Council, 2018).

Doğu ve batı cephelerinde güneş açıları düşük olduğunda, dikey gölgeleme cihazları güneş ışığını etkili bir şekilde engelleyebilir. Sabit gölgeleme araçları, kışın gün ortası güneşinin açılarına göre, uygun aralıklarla yerleştirildiğinde kışın soğuk olan yerlerde güneş ışığının girmesine izin verirken yazın gölgelenmesine izin verecektir. Genel bir kural olarak, sabit gölgeleme araçlarının aralıkları (**S**) genişliklerinin (**W**) %75'i kadar olmalıdır ve malzeme kış güneşini engellemek için mümkün olduğunca ince olmalıdır. (McGee, C.,2013).



Resim 5. 18 Güneş Kırıcılar (Jordan Green Building Council, 2018).

5.8. BİNANIN KABUĞU

Bina kabuğu, dış iklim koşulları ile iç çevre arasındaki birinci engeldir ve ısıtma ve soğutma yüklerini doğrudan etkiler. Duvarların, tavanların ve zeminlerin tasarımı, konforlu iç ortam sıcaklıkları sağlamak, ısıtma ve soğutma için gereken enerji tüketimini azaltmak adına yerel iklime uygun olmalıdır.

Binalarda ısı duvarlar, tavanlar, pencereler ve zeminlerden oluşan zarf yoluyla kaybedilir ve kazanılır. İklim özelliklerine bağlı olarak ısı kaybı ve kazancı azaltmak için bina kabuğunun tasarımında kullanılan malzemelerin termal özelliklerini anlamak önemlidir. Bina kabuğunda yalıtımın sürekliliği ve sızdırmazlığı sağlanmalı, ısı kaybı ve kazancı ortadan kaldırılmalı ve geçirmez olmayan alanlardan hava sızıntısı önlenmelidir.

Isı geçirgenlik (iletkenlik) (U-value), binanın içindeki ve dışındaki hava için tek bir sıcaklık farkının etkisiyle bina kabuğundan geçen ısı akış miktarıdır ve (W/m^2K) olarak ölçülür. Isı geçirgenlik, bir malzemenin bir bina içinden ısıyı transfer etme yeteneğinin bir göstergesidir ve bir binanın termal tasarımında önemli bir faktördür. Termal transfer değeri ne kadar düşükse, malzemenin termal performansı ve yalıtım yeteneği o kadar iyi olur ve kayıp ısı enerji oranı o kadar az olur. Duvarın

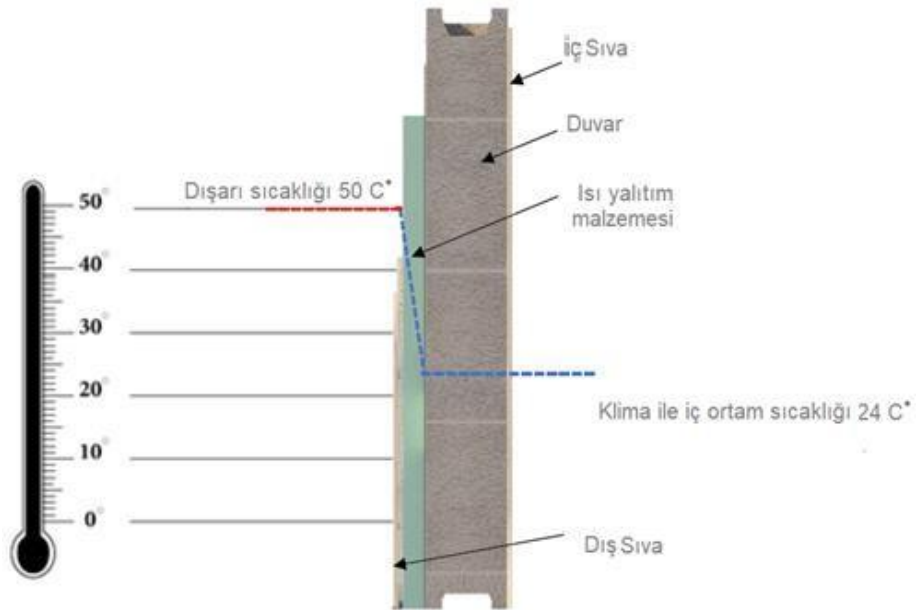
termal transfer değeri, yapı elemanının her bir bileşeninin termal transfer değerinin toplamıdır.

Termal kütle ısıyı depolarken Yalıtım ısıya direnir. 10 cm kalınlığındaki bir yalıtım malzemesinin yalıtım kapasitesi, aynı kalınlıktaki tuğlanın 30 katıdır. Tuğlaların ısı depolama kapasitesi, yalıtım malzemesinin 300 katından fazladır. Beton ve tuğla gibi ağır malzemelere sahip binalar yüksek termal kütleye sahiptir; Böylece yavaş ısınır ve yavaş soğur. Oysa ahşap gibi hafif malzemeler düşük termal kütleye sahiptir, bu nedenle binalar hızla ısınır ve soğur. Isıl kütleleri yüksek olan yapısal binalar, ısıtma ve soğutma sistemleri ile donatılmışlarsa, ısı iletkenliği yüksek malzemeler olarak kabul edildikleri için bir yalıtım tabakası ile sağlanmalıdır.

5.8.1. Isı Yalıtımı

Özellikle bina içi ve dışı arasında büyük bir sıcaklık farkı olduğunda (Şekil 40'te görüldüğü gibi) binanın dışından içine veya tam tersine ısı transfer sürecini azaltmayı sağlayan bir malzeme veya sistemdir. Üst çatıyı ve dış duvarları, pencereleri, kubbeleri ve dış kapıları içeren tüm bina kabuğuna ısı yalıtımı yapılır. (ARABIA, P. I. S. ,2007).

Şekil 5. 6 Isı Yalıtım Etkisi (ARABIA, P. I. S. ,2007).



Bazıları levha, sargı, köpük veya gevşek malzeme şeklinde olan birçok ısı yalıtım malzemesi vardır. Örneğin bunlarla sınırlı olmamak üzere (polistiren, poliüretan, taş yünü, cam yünü, perlit, vb.). Yalıtım malzemeleri, kullanılan malzemenin mühendislik tasarımı ile uyumluluğunu doğrulamak için yoğunluğunu ve ısı özelliklerini gösteren açıklayıcı verileri içermelidir. Uygun yalıtım malzemesi ısı aktarım katsayısının aritmetik değerine uyacak şekilde seçilir. Isı yalıtımı, ısı özelliklerini belirlemede malzemenin yoğunluğuna bağlıdır, yoğunluk arttıkça termal direnç de artar. Aşağıdaki grafik, termal direnç değeri ile malzemenin yoğunluğu arasındaki doğrudan ilişkiyi gösterir. (ARABIA, P. I. S. ,2007).

Aşağıdakiler de dâhil olmak üzere, binaların yapımında ısı yalıtımını önemli kılan diğer avantajlar şunlardır :

- Soğutma ve ısıtma için tüketilen elektrik enerjisinin yaklaşık %40 oranında azaltılması.
- Klima kapasitesinin ve bakım maliyetlerinin azaltılması.
- Yapı malzemelerinin sıcaklık değişimlerinden korunması.
- Bina içindeki mobilyaların korunması.
- Bina içindeki ısı konfor seviyesinin yükseltilmesi.
- Pik zamanlarda elektrik yüklerinin azaltılması.
- Çevreye zararlı karbon emisyonlarının azaltılması.

5.8.2. Pencereilerin Özellikleri

Kanatlı pencereler, enerji verimliliği en yüksek pencereler arasındadır. Bu pencereler, hava girişini önlemek için her taraftan iyice kapatılmıştır. Arap Yarımadası'nda daha yaygın olan sürgülü pencereler, daha az enerji verimli olarak kabul edilir, çünkü pencere ile pencere çerçevesi arasından hava sızabilir ve kışın ısıtma için gereken enerji tüketiminde artışa neden olabilir.

Pencereler tek, çift veya üç cam tabakasından oluşmaktadır. Isıtma ve soğutma için gereken enerji tüketimini tek camlı pencerelere göre %25 oranında azalttığı için bina tasarımında çift cam tabakası kullanılması tavsiye edilir.

Pencere alanının, brüt duvar alanına oranı aşağıdakiler arasındaysa:

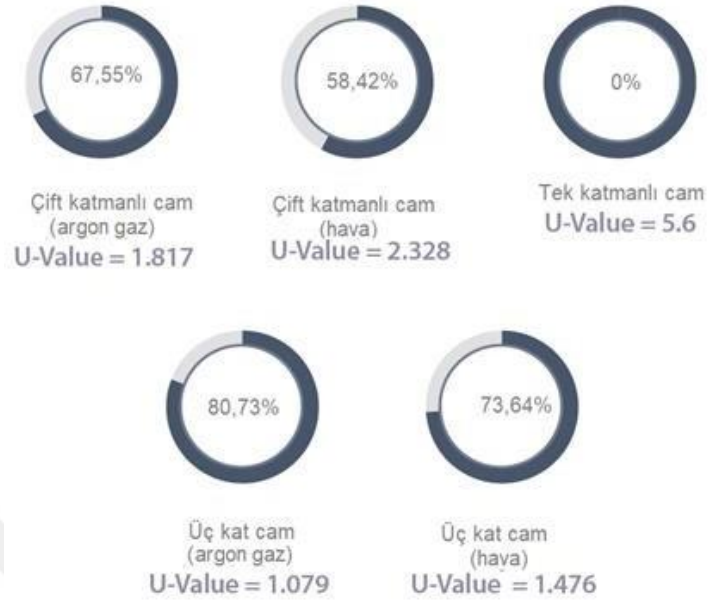
- %10-40 arasında Camın termal transfer değeri $3.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ geçmemelidir.
- %40-70 arasında Camın termal transfer değeri $2.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ geçmemelidir.
- %70'ten fazla ise Camın termal transfer değeri $1.60 \text{ W/m}^2\text{K}$ geçmemelidir.

Düşük ısı geçirgenliğe sahip pencerelerin kullanılması, daha yüksek bir ısı verimi sağlar, buna göre ısı geçirgenliği $2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ olan pencereler kurulurken %56 enerji tasarrufu sağlanabilir.

Pencerelerdeki cam katmanları arasındaki boşluk, termal performansı etkiler. Çift camın panelleri arasında hava yerine argon gazı kullanılarak pencerelerden ısı transferi azaltılabilir. Argon gazı, havadan daha düşük termal iletkenliğe sahip şeffaf, düşük maliyetli, zehirli olmayan bir gazdır. Cam paneller arasında hava yerine argon kullanılması, camın ısı direnç değerini %5-20 oranında iyileştirebilir. **(Hassouneh, K., Alshboul, A., & Al-Salaymeh, A, 2010)**

Pencere çerçevesinin yapıldığı malzeme, ısı yükü yoluyla iletilen ısı miktarını etkiler. Pencere çerçevesinin termal özelliklerinin iyileştirilmesi, binaların enerji verimliliğinin artmasına katkıda bulunur.

Alüminyum pencere çerçeveleri, ısı ve ışığı ilettikleri için en az verimli olanlardır. Bununla birlikte, düşük iletkenliği ve sıkı olarak kapatılabilme imkânı, onu enerji açısından binalarda en verimli tür yapar.



Resim 5. 19 Pencerelerin Enerji Tasarrufu Oranına Etkisi (Hassouneh, K., Alshboul, A., & Al-Salaymeh, A, 2010)

5.9. SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILARDA NANOTEKNOLOJİK MALZEMELER

Sürdürülebilirlik ilkelerine ulaşmanın insanlık ve evren için önemi nedeniyle dünya, tüm tasarım ve projelerde nano-mimariyi sürdürülebilirlik ile ilişkilendirmeye başladı. Nanoteknoloji, daha verimli ve tasarımcının isteklerine göre kendini geliştirebilen gelişmiş malzemelerden oluşan yeni bir devir başlatıyor; bu, bina performansının verimliliğini artırdığı, iç ve dış ortamı iyileştirdiği için sürdürülebilir yapı alanında yeni olanaklar sağlamıştır. Bina, enerji tüketiminden tasarruf sağlar ve aynı zamanda Kirliliği doğal çevreden uzaklaştırır.

Nanoteknoloji ve sürdürülebilir mimari arasındaki entegrasyon aşağıdaki şekilde olacaktır:

1. Mimarlık sektöründe kullanılan sürdürülebilir nano yapı malzemeleri uygulamaları.
2. Nanoteknoloji'nin binaların yapısal elemanları üzerindeki etkisi.
3. Sürdürülebilir yapı sistemi ile bu malzemelerin entegrasyonu.

5.9.1. Nanoteknolojik Malzemelerin Mimari Uygulamaları

Nanoteknoloji özelliklerini ve işlevlerini geliştirmek için yapı malzemelerinin üretiminde kullanılır. Boyalarda kullanılan malzemeler ve silika, silis kumu veya silikon dioksit gibi beton karışımlarına eklene katkı maddeleri, çimento malzemeleri, alçıtaşı, fayans, seramik, ahşap endüstrisi, demir endüstrisinde, çelik endüstrisinde ve cam endüstrisinin iyileştirilmesinde yer almaktadır. Daha hafif, daha sağlam, dayanıklı ve çatlaklara, yarıklara ve korozyona karşı dirençli hale getirmesi, yüzeyleri ve duvarları yapışan toz veya kirleticilerden korumaya yardımcı olması, cam üzerinde renk stabilizesi koruması, ısı yalıtımı, UV direnci ve nem direnci sağlaması ve sis oluşumunun koruması, yüzeyleri otomatik olarak temizleyebilmesi ve yapı malzemelerinin çevreye karbondioksit emisyon miktarını azaltmasına yardımcı olması için binalarda vs. enerji verimliliğini arttırarak ekosistemin bütünlüğünü koruyacak. (S.K.Gupta,2001).

5.9.1.1. İnşaat sektöründe Nanoteknoloji kullanımı

Nanoteknoloji, inşaat hızı sayesinde daha düşük fiyat ve daha fazla çeşitlilikle inşaat ortalama sayısını artırabilir. Nanoteknoloji, gelişmiş evlerden devasa gökdelenlere kadar yapıların ve binaların daha hızlı ve çok daha düşük maliyetle inşa edilmesini sağlayan otomatik inşaat otomasyon sürecini mümkün kılabilir. (S.K.Gupta,2001).

5.9.1.2. Enerji

Enerji alanı ile ilgili kullanılan malzeme ve üretim işlemleri oranlarını azaltarak, daha iyi ısı yalıtımı yöntemleri ile enerji tasarrufu sağlamanın yanı sıra yenilenebilir enerji kaynakları sağlayarak en gelişmiş projelerde depolama, dönüştürme ve üretim iyileştirme aşamalarında temsil edilir. Aşağıda nanoteknolojinin enerjide kullanımı açıklanmaktadır. (Solar Energy,2010).

Enerji Tüketiminin Azaltılması: inşaat ve benzeri sektörlerde kullanılacak aydınlatmalarda daha güçlü malzemeler kullanımı aracılığıyla yeterli aydınlatma ve ısınma yöntemlerini kullanarak en iyi yalıtım yöntemlerinin uygulanması ile gerçekleştirilir. Hâlihazırda kullanılan ampuller elektrik enerjisinin sadece %5'ini tüketmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tezimde, yukarıda belirtilen enerji tasarruflu ve sürdürülebilir binaları incelemek ve değerlendirmek konusunu ele alan tabloları analiz ettikten ve bilgileri sunduktan sonra varılan sonuçları özetliyorum. Bu araştırmamın sonuçları; Arap Yarımadasında uygulanacak projelerde, yararlanılabilecek mütevazı bir çaba olarak değerlendirilmektedir.

“Arap Yarımadası'nda İnşaat Sektöründe Enerji Sürdürülebilirliği”

Hedefine ulaşılabilmesi için;

- Nüfus özellikleri, bina özellikleri, ısıtma ve soğutma özellikleri, mutfak aletleri, elektrikli ev aletleri ve aydınlatma. Yeni şehirler ve kentsel topluluklar gelecekteki teknolojilerin gelişimine, yeni yaşam tarzına, teknik gelişme eğilimlerinin istikrarına ve şehirleşme üzerindeki uygulamalarına göre planlanmalıdır, böylece yeni şehirler gelecek nesillerin gereksinimlerini karşılamaya ve özümsemeye yetecek niteliklere sahip olmalıdır. **(Saxena, S., & Al-Tamimi, T. A. S. M., 2018).**
- Sürdürülebilir kentsel planlama alanındaki uluslararası deneyimlerden yararlanılmalıdır.
- Yeni kent için uygun yer, alana ulaşım kolaylığı, arazinin coğrafyası ve doğası, altyapı kurma maliyeti ve geliştirme unsurları bulunabilirliği açısından seçilmelidir. **(Saxena, S., & Al-Tamimi, T. A. S. M., 2018).**
- Modern iletişim teknolojisine dayalı bir iletişim hatları ağı kurulmalıdır.
- Yeni şehirleri birbirine bağlayan gelişmiş yol ağları sağlamalı ve bunları uygulamak için mekanizmalar harekete geçirilmelidir.
- Yenilenebilir enerji altyapısı oluşturulmalıdır.

- Şiddetli yağmurlarda ve mevsim yağmurlarında suları toplamak ve geri dönüştürmek için bir mekanizma oluşturulmalıdır.
- Biyolojik atıkları geri dönüştürmek ve şehirde elektrik üretimi için yararlanılmalıdır.
- Yerel yapı malzemeleri kullanılmalı ve sürdürülebilir malzeme üretimi teşvik edilmelidir.
- Yeni şehirlerin performansı düzenli olarak izlenmeli ve değerlendirilmelidir. Performans değerlendirmesine ve sürdürülebilir inşaattaki çeşitli gelişmelere göre kentsel gelişim planları gözden geçirilmeli ve güncellenmelidir. (Saxena, S., & Al-Tamimi, T. A. S. M., 2018).
- Dünyadaki en uzun Güneşlenme Süresi Arap Yarımadasında bulunduğu için ve Klima kullanımından dolayı en fazla elektrik tüketiminin de Arap Yarımadasında olduğu için Elektrik üretiminde acilen Fotovoltaik Tesislerin kurulumu sağlanmalıdır. (Saxena, S., & Al-Tamimi, T. A. S. M., 2018).
- Karayollarında rüzgâr türbinleri inşa edilerek karbondioksit salınımından arındırılmış temiz enerji üretiminden faydalanılmalıdır.
- Şehirlerarası yol ağlarının güneydoğu - kuzeybatı ekseninde yönlendirildiği, gün boyunca yollarda ısı yayılımını azaltacak şekilde gölge sağlayan coğrafi bilgi sistemi (CBS) teknolojisi kullanılarak şehirler için tasarım modelleri yapılmalı ve en uygun alternatif seçilmelidir.
- Yenilenebilir enerji üretimi için yer tahsisi - hizmet tüneli - temiz enerji ile çalışan ulaşım araçları için şarj istasyonları - atıkların ayrıştırılması ve toplanması için özel ağlar inşa edilmelidir. (Saxena, S., & Al-Tamimi, T. A. S. M., 2018).
- En az olumsuz çevresel etki ile yüksek bir yaşam kalitesini sağlamak için yeni şehirler tasarlanmalıdır.

- Nano teknolojisiyle işlenmiş yapı malzemeleri kullanarak enerji tasarruflu, sürdürülebilir binalar inşa edilmelidir. **(Solar Energy,2010).**
- Uzaktan sensörler aracılığıyla binadaki enerji yönetiminin kontrolü sağlanmalıdır.
- Konut, Ticari Bina ve Endüstriyel Çatılarda elektrik üretmek için güneş pillerinin kullanılması ile binanın genel enerji tüketiminde yaklaşık
- %30 tasarruf sağlanacağı bilinmelidir.
- Binalarda Termal Güneş Paneli kullanılması ile geleneksel binalara göre, su ısıtma enerjisinden yaklaşık %90 tasarruf sağlanacağı bilinmelidir.
- Güneş enerjisiyle çalışan tuzlu su arındırma tesislerinin kullanılması ile, gün doğumundan gün batımına kadar, herhangi bir işçilik gerektirmeden, suyu otomatik olarak tuzdan arındırmak ile, geleneksel yakıt kullanımından tasarruf sağlanacağı ve maliyeti önemli ölçüde azaltacağı bilinmelidir.
- Nanoteknoloji ile işlenmiş yapı malzemelerinin kullanılması, binanın dayanıklılığını ve ömrünü geleneksel binalara göre yaklaşık olarak 5 kattan fazla artıracığı bilinmelidir.
- Nanoteknoloji ile işlenmiş yalıtım malzemelerinin yanı sıra nanoteknoloji ile işlenmiş boyaların kullanılması ile de binanın güneş ışığını emmesinin azalacağı ve dış ısının etkisi yaklaşık %70 oranında azalacağı için soğutma için gerekli enerji kullanımının da azalacağı bilinmelidir .
- Çevre dostu yapı malzemelerinin kullanılması ve nanoteknoloji ile işlenmesi, bina içerisinde uzaktan algılama teknikleri ile çalışan teknik ekipmanların kullanılması ve binanın tüm cihazlarının iletişim ve bilgi ağı teknolojisi ile bağlanması ile;
- Klima talebi, Arap Yarımadası ülkelerinde %55 oranında azaltılabilir.

- ((2011). Reich, Daniel. (Masdar City).
- Kullanım Suyu Tüketimi, Arap Yarımadası ülkelerinde %55 oranında azaltılabilir. **((2011). Reich, Daniel. (Masdar City).**
- Elektrik tüketimi, Arap Yarımadası ülkelerinde %41 oranında azaltılabilir. **((2011). Reich, Daniel. (Masdar City).**



KAYNAKÇA

- Abbas Saeed, Khader, & Abdul Latif Muhammad.** (2015). Simulation of the use of wind towers for the purpose of ventilation of buildings in the city of Mosul. *Al-Rafadain Engineering Journal*, 233).
- Alaidroos, A., and M. Krarti,** (2015), Optimal design of residential building envelope systems in the Kingdom of Saudi Arabia, *Energy and Buildings*, 86, 104-117.
- Alajmi, A.,** (2012), Energy audit of an educational building in a hot summer climate, *Energy and Buildings* 47 (2012), 122-130.
- Al-Sallami, H.,** (2015). Analysis of Energy Use Intensity in Residential Buildings in Jordan. Master's Thesis. German Jordanian University.
- AlZyood, M., Harahsheh, H., & Hammad, M.** (2010, November). Thermal Economical Analysis of Renewable Energy Buildings, Towards Low Energy House in Jordan. In *International Renewable Energy Congress* November (pp. 5-7).
- Ameer, B., and Krarti, M.,** (2016), Impact of Subsidization on High Energy Performance Designs for Kuwaiti Residential Buildings, *Energy and Buildings*, 116, 249-262.
- Arabia, P. I. S.** (2007). Saudi Building Code.
- ASHRAE,** (2011), Procedures for Commercial Building Energy Audits, Second Edition, Guide developed by the American Society for Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA.
- Asif, M.,** (2015), Growth and sustainability trends in the buildings sector in the GCC region with particular reference to the KSA and UAE, article in press, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Asimakopoulous, D., Santamouris, M.,** (1999). Passive Cooling of Buildings.
- Attia, S., & Al-Khuraissat, M.** (2016). Life Cycle Costing for a Near Zero Energy Building in Jordan: Initial Study. In *The 5th Architectural Jordanian International Conference*. Jordan Engineers Association.

- Dr. George Elvin**, (2009): Nanotechnology for Green Building
- EC**, (2012), European Commission. Guidelines No 244/2012.
- EPA** (2009). "Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2008." Document no. EPA-530-F-009-021
- EU**, (2012), European Union Parliament and Council. Energy Performance of Building Directive (EPBD) 2012/27/EU.
- Fasiuddin, M., and Budaiwi, I.**, (2011), HVAC system strategies for energy conservation in commercial buildings in Saudi Arabia, *Energy and Buildings*, 43, 3457-3456.
- GABC**, (2016), towards zero-emission efficient and resilient buildings, Global Alliance for Building and Construction, Accessed 12/12/2017. http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/gabc_report.pdf.
- GORD**, (2010), Qatar Sustainability Assessment System (QSAS), Gulf Organization for Research and Development Doha, Qatar.
- Harvey, L.D.D and others** (2014), Construction of a global disaggregated dataset of building energy use and floor area in 2010, *Energy and Buildings*, 76, 488-496.
- Hassouneh, K., Alshboul, A., & Al-Salaymeh, A.** (2010). Influence of windows on the energy balance of apartment buildings in Amman.
- Hayashi, D., and Michaelowa, A.**, (2012), Standardization of Baseline and Additionality Determination under the CDM, *Climate Policy*, 1:19.
- Heywood, H.**, (2012). 101 Rules of Thumb for low energy architecture
- Hong, T., and others**, (2015), Commercial Building Energy Saver: An energy retrofit analysis toolkit, *Applied Energy*, 159, 298-309.
- Horst, van der G.H., and Hovorka, A.J.**, (2008), Reassessing the "Energy Ladder": Household Energy use in Maun, Botswana, *Energy Policy* 36,) 3333-3344.
- Howells, M.I., and others** (2005), A Model of Household Energy Services in a low-income rural African Village, *Energy Policy*, 33, 1833-1851.
- IEA**, (2015), Building Energy Performance Metrics, Supporting Energy Efficiency Progress in Major Economies.

- IEA**, (2019), IEA Statistics: Energy Balance, data accessed on September 10, 2019. <http://www.iea.org/statistics>, Paris, France.
- IEA-ETP**, (2016), Annex E: Buildings sector model, Energy Technology Perspectives, Accessed December 22, 2017, https://www.iea.org/media/etp/etp2016/AnnexE_UrbanBuildingsEnergyEstimationMethodology_web.pdf.
- IMF**, (2015), How large global energy subsidies? Country level estimates, International Monetary Fund, Fiscal Affairs Department, 29 September, 2015.
- IRENA**, (2016), Renewable Energy in the Arab Region: Overview of developments, Report in collaboration with Arab LAS and RCREEE, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, UAE.
- Jarad H.**, (2015). Modeling & Simulating of Energy Savings Solutions in the Jordanian Residential Sector. Hashemite University. Jordan.
- Jariry, H.** (2016). Impact of Shading Strategies on Cooling and Heating Demands in Buildings in Jordan. Amman, Jordan: German Jordanian University.
- Jordan Green Building Council**, (2018). You Guide to Building Envelope Retrofits for Optimising Energy Efficiency & Thermal Comfort in Jordan
- Kamal, M. A. (2012)**. An overview of passive cooling techniques in buildings: design concepts and architectural interventions. Acta Technica Napocensis: Civil Engineering & Architecture, 55(1), 84-97.
- KAPSARC**, (2015), Global Shift: The energy productivity transformation, KAPSRAC Energy Workshop Series, The King Abdullah Petroleum Studies and Research Center, Riyadh, <http://www.kapsarc.org>.
- Khan, M.M.A. and others**, (2017), Rooftop PV Potential in the Residential Sector of the Kingdom of Saudi Arabia, Buildings 2017, 7(2), 46.
- Khlaifallah, E., Missaoui, R., El Khamlichi, S., and Ben Hassine, H.**, (2016), Energy-Efficient Air-Conditioning: a Case-Study of the Maghreb, Opportunities for a more efficient market, A MENA Energy Series, Report No. 105360-MNA, for World Bank Group, Washington, DC.
- Krarti, M.**, (2015), Evaluation of large scale building energy efficiency retrofit program in Kuwait, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50,

1069-1080.

- Krarti, M., and Dubey, K.,** (2017), Energy productivity evaluation of large scale building energy efficiency programs for Oman, *Sustainable Cities and Society*, 39, 12-22.
- Krarti, M., and Ihm, P.,** (2016), Evaluation of Net-Zero Energy Residential Buildings in the MENA Region, *Sustainable Cities and Society*, 22, 116-125.
- Liu, F., and others** (2010), Mainstreaming Building Energy Efficiency Codes in Developing Countries, *Global Experiences and Lessons from Early Adopters*, World Bank Working Paper No. 204, Washington DC. <http://www.worldbank.org>.
- McGee, C.,** (2013). Passive Design: Shading. Retrieved at: http://www.yourhome.gov.au/sites/prod.yourhome.gov.au/files/pdf/YOURHOME-PassiveDesign-Shading_1.pdf
- MEDENER,** (2013), Energy efficiency trends in Mediterranean countries, Report prepared by Eenerdata, Accessed December 21, 2017. <http://medener-indicateurs.net/uk/download/094>.
- Navigant,** (2015), Global Building Stock Database Commercial and Residential Building Floor Space by Country and Building Type: 2014-2024, Boulder, CO.
- Nazer, H., Rodrigues, L.,** (2015). Optimising Housing Design to Improve Energy Efficiency in Jordan. Sustainable Energy Technology Conference. Nottingham, United Kingdom.
- O'Conner, J., Lee, E., Rubinstein, F., & Selkowitz, S.** (1997). Tips for daylighting with windows.
- OEGCP,** (2011), Oxford Economics and Global Construction Perspectives, Executive Report, Global Construction 2020, Oxford, UK.
- Oke, T.R.** (1997). Urban Climates and Global Environmental Change. In: Thompson, R.D. and A. Perry (eds.) *Applied Climatology: Principles & Practices*. New York, NY: Routledge. pp. 273-287. Retrieved at: <https://www.epa.gov/heat-islands/learn-about-heat-islands>
- Poyry,** (2011), Justification Document for Proposed New Baseline Methodology for

- Electrification of Rural Communities, Final Report, UNFCCC.
- PRS**, (2017), The Pearl Rating System of Estidama, Accessed on 10/12/2017, <http://estidama.upc.gov.ae/estidama-and-pearl-rating-system/pearl-rating-system.asp>.
- Radhi, H.**, (2009), Evaluating the potential impact of global warming on the UAE residential buildings – A contribution to reduce the CO2 emissions, Building and Environment, 44, 2451-2462.
- Radhi, H., and S. Sharples**, (2007), Benchmarking carbon emissions of office buildings in Bahrain, PLEA 2007 – 24th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Singapore, 22-24 Nov 2007.
- Reich, Daniel**. (2011). Renewable Energy Policies in the Gulf Countries: A Case Study of “Masdar City”
- Reinhart, C. F., Mardaljevic, J., & Rogers, Z.** (2006). Dynamic daylight performance metrics for sustainable building design. Leukos, 3(1), 7-31.
- RISE**, 2016, Regulatory-Indicators-for-Sustainable-Energy (RISE) report by World Bank.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/538181487106403375/pdf/112828-REVISED-PUBLIC-RISE-2016-Report.pdf>.
- Rock, B. A.** (1997). Impact of daylight saving time on residential energy consumption and cost. Energy and Buildings, 25(1), 63-68.
- SASO**, 2014, Saudi Arabia Standards Organization, Energy Performance Capacity and Labelling of Household Refrigerators, Refrigerator-Freezers, and Freezers, Standard No. 3620, Saudi Arabia.
- Satyendra rastogi “Mitra”, (2001):** Engineering Physics, Vol-2 Written by S.K.Gupta Edited by Dr. Madhu Bala. Published by: in. www.krishnaprakashan.com
- Saxena, S., & Al-Tamimi, T. A. S. M.** (2018). Visioning “smart city” across the Gulf Cooperation Council (GCC) countries. foresight.
- SEEC**, 2018, Saudi Energy Efficiency Centre, SEEP technical team, Home appliances standards workshop, 28 February 2018.
- Shackelford, J., and others**, 2015, Retrofit Demonstration of LED Fixtures with

- Integrated Sensors and Controls, Lawrence Berkeley National Laboratory Report prepared for US General Services Administration, Berkeley, CA.
- Sharifi, A., and Murayama, A.,** 2013, A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools, *Environmental Impact Assessment Review*, 38, 73-87. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925512000558>.
- Solar Energy.** [Http://www.nanosolar.com/technology/technology-platform](http://www.nanosolar.com/technology/technology-platform)
- Taleb, H.M., and S. Sharples, S.,** 2011, Developing sustainable residential buildings in Saudi Arabia: A case study, *Applied Energy* 88 (2011) 383-391.
- U4E,** 2017, United for Energy Efficiency, Country Assessments, Accessed online: <http://united4efficiency.org>.
- UN Environment,** 2018, United for Efficiency (U4E) country assessment reports. Available from <https://united4efficiency.org/countries/country-assessments/>.
- UNFCCC,** 2013, Standardized Baselines, accessed 3rd February 2013.
- UN-Habitat,** (2013), States of Arab Cities 2012, Challenges of Urban Transition, Report by UN Habitat, United Nations Human Settlements Programme, Nairobi, Kenya.
- United Nations,** 2017, United Nations Statistical Data, UN Statistics Division. Accessed August 12. <https://unstats.un.org/unsd/databases.htm>.
- US Department of Energy,** (2011). "Guide to Cool Roofs". Retrieved at: https://www.energy.gov/sites/prod/files/guide_to_cool_roofs.pdf
- USGBC,** 2017, List of LEED Projects, US Green Building Council, Accessed on 12/27/2017. <http://www.usgbc.org/projects>.
- WBG,** 2016, Energy-Efficient Air Conditioning: A Case Study of the Maghreb, Opportunities for a more efficient market, by E. Khalfallah, R. Missaoui, S. El Khamlichi, and H. Ben Hassine. Mena Energy Series, No. 105360. Washington D.C.: World Bank Group.
- World Bank,** 2020, World Development Data. Accessed Des 20. <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>.