

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**FAS'TAKİ YAPILARDA YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Maria Raihane ABBOUD

2000001130

Anabilim Dalı: Mimarlık

Program: Mimari Mühendislik

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esin Kasapoğlu

NİSAN 2023

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FAS'TAKİ YAPILARDA YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Maria Raihane ABBOUD
20000001130

Anabilim Dalı: Mimarlık
Program: Mimari Mühendislik

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esin Kasapoğlu
Jüri Üyeleri: Prof.Dr. Esra Bostancıoğlu
Doç.Dr.Enes Yaşa (İ.Ü)

NİSAN 2023

Aileme...



İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	viii
ABSTRACT	ix
1. BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ.....	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI	2
1.2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
1.3. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ	19
2. İKİNCİ BÖLÜM:YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE	
MİMARILIKTA KULLANIMI	20
2.1. KAVRAMLAR VE TANIMLAR.....	20
2.1.1. Enerji Kavramı ve Türleri	20
2.1.2. Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Kaynakları:	21
2.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	25
2.2.1. Güneş Enerjisi	26
2.2.2. Rüzgâr Enerjisi.....	27
2.2.3. Hidroelektrik Enerji	27
2.2.4. Jeotermal Enerji	28
2.2.5. Biyokütle Enerjisi	28
2.3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMINDA MİMARIN ROLÜ	29
3. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: FAS'TA YENİLENEBİLİR ENERJİ VE YAPIM	
SEKTÖRÜNDE KULLANIMI.....	30
3.1. FAS HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	30

3.1.1.	Fas'ın Coğrafyası ve İklim Durumu	31
3.1.2.	Fas'ta İklim Bölgeleri	32
3.2.	FAS'TA ENERJİ TÜKETİMİ VE KULLANIMI	35
3.3.	FAS'TA YAPIM SEKTÖRÜNDE YENİLEBİLİR ENERJİ KULLANIMI 37	
3.4.	FAS'TA ENERJİ KULLANIMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ	40
3.4.1.	Fas'ta Güneş Enerjisi	41
3.4.2.	Fas'ta Rüzgâr Enerjisi	44
3.4.3.	Fas'ta Hidroelektrik Enerjisi	47
3.4.4.	Fas'ta Biyokütle Enerjisi.....	49
3.5.	FAS'TA ENERJİ VERİMLİLİĞİ YASASI NO 47-09	50
4.	DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: FAS'TAKİ YAPI UYGULAMALARINDA ENERJİ KULLANIMININ DEĞERLENDİRMESİ.....	52
4.1.	ÖRNEKLERİN İNCELENMESİ.....	52
4.1.1.	Ksour Jacaranda	54
4.1.2.	Al Ouard 2 Toplu Konut	57
4.1.3.	Al Karama Toplu Konut.....	61
4.1.4.	Villa Dar Amys	67
4.1.5.	La Maison Des Architectes (Konut)	71
4.1.6.	Defi Villa.....	77
4.1.7.	Ifmeree	84
4.1.8.	Atlas Faible Coût Toplu Konut	88
4.1.9.	Fal Al Hanaa Toplu Konut	89
4.1.10.	Araştırmacılar için Villalar.....	91
4.2.	ÖRNEKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	94
5.	BEŞİNCİ BÖLÜM: SONUÇ	98
	KAYNAKLAR	102

EKLER.....	113
-------------------	------------



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
ADEREE	:	Fas'ta Yenilenebilir Enerjilerin Geliştirilmesi ve Enerji Verimliliği Ulusal Ajansı
AMEE	:	Fas Enerji Verimliliği Ajansı
CEEB	:	Bina Enerji Verimliliği Kodu
CO₂	:	Karbondioksit
CSP	:	Konsantre Güneş Enerjisi
EAHX	:	Earth-to-Air Heat Exchanger
EE	:	Energy Efficiency
EEA	:	European Environment Agency
EJ	:	Exajoule
EUI	:	Energy Use Intensity
GSYİH	:	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GW	:	GigaWatt
HVAC	:	Heating – Ventilation and Air Conditioning
IEA	:	International Energy Agency
IRENA	:	International Renewable Energy Agency
Kwh/m²	:	KiloWattsaat / metrekare
KW	:	KiloWatt
LED	:	Light Emitting Diod Lamba
LEED	:	Leadership in Energy and Environmental Design
MASEN	:	Fas Sürdürülebilir Enerji Ajansı
MCH	:	Mikro Hidro Elektrik Santrali
MHPV	:	Fas İmar ve Şehircilik Bakanlığı
MME	:	Enerji Dönüşümü ve Sürdürülebilir Kalkınma Bakanlığı
MTOE	:	Megaton Eşdeğer Petrol
MW	:	MegaWatt
ONE	:	Ulusal Elektrik Ofisi
PV	:	Photovaltaic
REEEP	:	Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership
RTCM	:	Fas'ta Termal Bina Düzenlemeleri
TPES	:	Total Primary Energy Supply
TVOC	:	Total Volatile Organic Compounds
VAV	:	Variable Air Volume
YE	:	Yenilenebilir Enerji
°C	:	Santigrat Derece
Dh	:	Fas dirhemi (Fas'ın para birimi)

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1. Yıllara göre, yapılarda enerji kullanımına yönelik hazırlanmış lisansüstü tezler (https://tez.yok.gov.tr).	5
Tablo 1.2. Yıllara göre, yapılarda enerji ile ilgili çoğu mimari ve iç mimari çalışmalarının listesi (Researchgate, Googlescholar, Web Of Science)	9
Tablo 2.1. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji arasındaki farklıklar (BYJU’S, 2014)	25
Tablo 2.2. Yenilenebilir enerji kaynakları ve bazı kullanım örnekleri (IRENA, 2018).	25
Tablo 3.1. Fas’taki mevcut olan iklim bölgeleri (RTCM, 2016)	33
Tablo 3.2. Yapım sektöründe, enerji kullanımının önlemleri (http://4c.ma/ , 2018).....	38
Tablo 3.3. Fas’ta mevcut ve yapım aşamasında olan güneş enerjisi santralleri (https://mem.gov.ma)	43
Tablo 3.4. Fas’ta mevcut ve yapım aşamasında olan rüzgar enerjisi santralleri (https://mem.gov.ma)	45
Tablo 3.5. Fas’ta mevcut ve yapım aşamasında olan hidroelektrik enerjisi santralleri (https://mem.gov.ma)	48
Tablo 3.6. Fas’ta biyokütle enerjisi potansiyeli (MEM, 2019)	50
Tablo 4.1. İncelenen proje örnekleri (http://enarabat.ac.ma , 2017)	53
Tablo 4.2. Al Ouroud projesinde kullanılan malzemeler (Al Omrane, 2018).....	59
Tablo 4.3. Al Karama projesinde kullanılan malzemeler (Al Omrane Meknes, 2019)	64
Tablo 4.4. Dar Amys projesinde kullanılan malzemeler (aMush, 2017).	68
Tablo 4.5. La Maison Des Architectes projesinde kullanılan malzeme (Smisek, 2019).	74
Tablo 4.6. DEFİ projesinde kullanılan malzemeler	79
Tablo 4.7. İncelenen örneklerin analizi	95

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Yıllara göre yapım sektöründeki binalarda yenilenebilir enerji kullanımı konu alan çalışma sayısı (Web Of Science).....	4
Şekil 2.1. 2020 yılında, dünya enerji tüketimi (Enerdata, 2020) .. Erreur ! Signet non défini.	
Şekil 2.2. 2018 yılında nihai enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı (iweps, 2018).	23
Şekil 3.1. Dünya haritasında Fas'ın yerleşimi (https://morocomap360.com).....	31
Şekil 3.2. Fas'ın haritası (mapsdumaroc, 2018)	32
Şekil 3.3. Fas'ta binalardaki termal düzenlemelerin ihtiyaçlarına göre uyarlanmış iklim bölgeleri haritası (RTCM, 2016)	34
Şekil 3.4. Fas'ta kaynağa göre Toplam Birincil Enerji Arzı (TPES) (https://irena.org/)	36
Şekil 3.5. Fas'ta, 2019'inde sektörlere göre enerji tüketimi (Statista, 2019)	37
Şekil 3.6. Fas'ın güneş haritası. (MASEN 2015)	42
Şekil 3.7. Fas'ın rüzgâr hızı haritası (MASEN, 2015).....	44
Şekil 3.8. Fas'ın yağış dağılım haritası. (MASEN, 2015)	48
Şekil 4.1. Jacaranda evlerin dış cephesi (Al Omrane, 2017)	54
Şekil 4.2. Apartmanın havalandırma dağıtımı (Al Omrane, 2017).....	55
Şekil 4.3. Püskürteme poliüretan uygulaması (https://archi.ac.ma , 2017).....	56
Şekil 4.4. Işık rafları sistemin uygulaması (designbuildings, 2020).....	57
Şekil 4.5. Al Ouroud 2, toplu Konut. (Al Omrane Oujda, 2018)	58
Şekil 4.6. Al Oouroud toplu konutlarının vaziyet planı ve dış cephesi. (Al Omrane Oujda, 2018).....	59
Şekil 4.7. Al Ouroud projesinde kullanılan çift cam ve güneş kırıcılar (Al Omrane Oujda, 2018).....	60
Şekil 4.8. Al Ouroud projesinde çatı katındaki güneş enerjili su ısıtıcıları (Al Omrane, 2018).....	61
Şekil 4.9. Al Karama toplu knout vaziyet planı (Al Omrane, 2019)	62
Şekil 4.10. AL KARAMA toplu konut. (Al Omrane Meknes, 2019).....	63
Şekil 4.11. Al Karama toplu konut inşaat aşaması (Al Omrane Meknes, 2019)	63
Şekil 4.12. Al Karama toplu knout zemin ve 1, kat planı (Al Omrane Meknes, 2019)	63
Şekil 4.13. Duvarların ısı yalıtımı (Al Omrane Meknes, 2019)	64
Şekil 4.14. Al Karama çatısında poliüretan uygulaması (Al Omrane Meknes, 2019)	65
Şekil 4.15. Ara katlarda kullanılan poliüretan izolasyonu (Al Omrane Meknes, 2019)	65
Şekil 4.16. Al karama kat planların örnekleri.(Al Omrane, 2017)	65
Şekil 4.17. Al Karama projesinde çatılarda kullanılan güneş enerjili su ısıtıcıları (Al Omrane, 2017).....	66
Şekil 4.18. Villa DAR AMYS (In marrakesh, 2018).....	67
Şekil 4.19. Villa DAR AMYS planları (In marrakesh, 2018)	68
Şekil 4.20. Dar AMYS pencere açıklıkları (In marrakesh, 2018)	69
Şekil 4.21. Dar AMYS'in dış duvarın kesiti (Universite Smlalya, 2019)	69
Şekil 4.22. Dar AMYS'de kullanılan güneş enerjili su ısıtıcıları ve EAHX sistemleri, (In marrakesh, 2018)	70
Şekil 4.23. Dar AMYS'te kullanılan EAHX'in şematik diyagramı ve uygulama detayları (Hollumuller, 2014).....	71

Şekil 4.24. La maison des architectes (https://aemagazine.ma , 2021).....	72
Şekil 4.25. La maison des architectes planları (http:// amush.org , 2017).....	73
Şekil 4.26. La maison Des Architectes içinden fotoğrafları (http://amush.org , 2017).	74
Şekil 4.27. Su enerji kaynağı olarak kullanımı (https://arcVision.org ,2016)	75
Şekil 4.28. Çatıda kullanılan Fotovoltaik Panellerin fotoğrafları ve ısının gösterimi (https://arcVision.org , 2018)	76
Şekil 4.29. DEFI villa (construction21, 2019).....	78
Şekil 4.30. DEFI villa 3 boyutlu gösterimi (construction21, 2019).....	78
Şekil 4.31. DEFI villa zemin kat planı (construction21, 2019)	79
Şekil 4.32. Villanın giriş tarafı (https://www.construction21.org ,2019)	80
Şekil 4.33. Duvar yalıtımı (https://www.construction21.org , 2019)	81
Şekil 4.34. Villanın içinden fotoğraflar (https://www.construction21.org).....	81
Şekil 4.35. Villa DEFI'de uygulanan enerji verimliliği önlemleri (https://www.construction21.org)	82
Şekil 4.36. Villada dış ve iç sıcaklıklar (ısıtma veya klima olmadan) (https://www.construction21.org)	82
Şekil 4.37. Villada Dual Flow havalandırma sistemi (https://www.construction21.org)	83
Şekil 4.38. Kanada kuyusu ve ısı pompası fotoğrafları (https://www.construction21.org)	83
Şekil 4.39. IFMEREE D'OUJDA (https://ifmeree.ac.ma 2015)	85
Şekil 4.40. Güney cephedeki fotovoltaik panelleri (https://ifmeree.ac.ma 2015)	86
Şekil 4.41. IFMEREE doğu cephesi fotovoltaik (https://ifmeree.ac.ma 2015)	86
Şekil 4.42. Kuzey cephesinden tam cam kaplaması ve çatı katlarda	86
Şekil 4.43. Binada güneş paneller (ifmeree.ac.ma 2015)	87
Şekil 4.44. Yeşil çatı binada kullanımı (https://ifmeree.ac.ma 2015).....	87
Şekil 4.45. Atlas Faible cout Toplu Konut (Al Omrane, 2019).....	88
Şekil 4.46. Fal El hanaa (Construction21, 2015).....	90
Şekil 4.47. Araştırmacılar için villaların vaziyet planı (https://aemagazine 2011)... ..	92
Şekil 4.48. Örnek villa (https://aemagazine 2011).....	92
Şekil 4.49. Çift havalandırılmalı levha (https://aemagazine 2011).....	93

Enstitüsü : Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Dalı : Mimarlık
Programı : Mimari Mühendislik
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek lisans – Nisan 2023

ÖZET

FAS'TAKİ YAPILARDA YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Maria Raihane ABBOUD

Küresel ısınma, iklim değişikliği, çevre kirliliği, fosil yakıtların hızla azalması ve enerji fiyatlarının her geçen gün artması nedeniyle, yenilenebilir enerji kullanımı önemli bir konu haline gelmiştir. Enerjinin etkin kullanımı ve mimarlık her zaman birbiri ile ilişkili olmuştur. Dünyadaki enerji kaynaklarının önemli bir bölümü binalar tarafından tüketilmektedir. Yapım sektörünün dinamik bir yapıya sahip olması, enerjinin etkin kullanımının da bu doğrultuda gelişmesinin beklenmesine neden olmuştur. Sanayi devrimi ile yaşanan teknolojik gelişmeler, birçok yapı uygulamasında teknoloji kullanımının ortaya çıkmasına paralel olarak yenilenebilir enerji kullanımının önemini de önplana çıkarmıştır. 20. yüzyılın teknolojik ihtiyaçlarının sonucunda ortaya çıkan enerji etkin bina tasarımı, çevresel uyaranlara tepki vererek bir değişim geçirmekte ve ortam koşullarına uyum sağlayabilmeyi olanaklı hale getirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, biyokütle ve jeotermal enerjisi olarak sıralanmaktadır. Sanayi devrimi sınırlı doğal kaynaklarımızın sınırsız kullanımına yol açtığından, enerji kaynakların tükenmesi, küresel ısınma, su kirliliği gibi, çevresel konular endüstriyel ve inşaat faaliyetleriyle daha da kötüleşmiştir. Bu nedenle, ortaya çıkan insan sağlığı ve ekosisteme yönelik sorunlara çözüm olabilecek yaklaşımlar geliştirilmektedir. Binaların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bu süreç, inşaatların çevreye verdiği zararı en aza indirmeye ve çevre dostu yapıları inşa etmeye yardımcı olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, enerji etkin binaların tasarımı, çevreye zarar vermeyen yapı malzemelerinin kullanımı ve enerji tasarruflu yapıların inşaa edilmesi önem kazanmıştır. Bu tez çalışmasında, Fas'ta yapım sektöründe enerji etkin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını bütünleştiren örnek projelerin incelenerek, yaygınlaşmalarına katkıda bulunmak amaçlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ilkelerini tanıtmaya çalışmak ve binaların enerji verimliliğini artırmadaki rolünü araştırmak düşüncesinden yola çıkılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji kullanımı, Yapı, Yenilenebilir Enerji, Fas

Institute : Institute of Graduate Studies
Department : Architecture
Program : Architectural engineering
Type and Date of Thesis : Master of Science – April 2023

ABSTRACT

EVALUATION OF RENEWABLE ENERGY USE IN BUILDINGS IN MOROCCO

Maria Raihane ABBOUD

Due to global warming , climate change, environmental pollution, rapid decrease in fossil fuels and increasing energy prices, renewable energy has become an important issue. The efficient use of energy and architecture have always been interrelated. A significant portion of the world's energy resources are consumed by buildings. The fact that the construction sector has a dynamic structure has led to the expectation that the effective use of energy will develop in this direction. Technological developments experienced with the industrial revolution, in parallel with the emergence of technology use in many building applications, also highlighted the importance of renewable energy use. The energy efficient building design, which emerged as a result of the technological needs of the 20th century, undergoes a change by reacting to environmental stimuli and makes it possible to adapt to environmental conditions. Renewable energy sources are solar energy, wind energy, hydroelectric energy, biomass and geothermal energy. Environmental issues such as depletion of energy resources, global warming, water pollution have been exacerbated by industrial and construction activities, as the industrial revolution led to the unlimited use of our limited natural resources. For these reasons, the design of energy efficient buildings, the use of environmentally friendly building materials and the construction of energy-efficient buildings have gained importance. In this thesis, it is aimed to contribute to the dissemination of exemplary projects that integrate the use of energy efficient and renewable energy sources in the construction sector in Morocco. It is based on the idea of trying to introduce the principles of renewable energy sources and investigating their role in increasing the energy efficiency of buildings.

Keywords: Energy consumption, Building, Renewable Energy, Morocco

1. BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ

Yüksek yaşam standartları ve dijitalleşme gibi faktörler nedeniyle kullanılan enerji miktarı her geçen gün artmaktadır. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm enerji tüketimi içindeki payı da artmaktadır. Yenilenebilir enerjinin kullanımındaki artışa rağmen, küresel ısınma ve çevre sorunlarının da hala artmakta olduğu görülmektedir. Fosil bazlı enerji türleri, diğerlerinden daha fazla kirlletici özellikte olup, giderek artan oranlarda kaynak sıkıntısı çekilmektedir. Çevre kirliliği üzerine yapılan araştırmalar, fosil kaynaklı enerjilerin en önemli kirleticiler olduğunu göstermektedir. Fosil bazlı enerji kaynağı halen en çok tüketilen enerji türüdür. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimi oldukça düşüktür. Bu nedenle daha temiz ve daha az emisyon oluşturan yenilenebilir enerji kullanımının artırılması önemlidir. Isıtma, soğutma, aydınlatma gibi ihtiyaçlar yenilenebilir enerji ile karşılanabilmektedir. Bu araştırma kapsamında, binaların beklenen işlevlerini yerine getirirken, yenilenebilir enerjinin etkin bir biçimde, aktif ve pasif iklimlendirmenin birlikte kullanılmasının getirdiği olumlu sonuçların ortaya konması amaçlanmaktadır. Hem geleneksel yöntemler hem de yeni yöntemler bir arada kullanılarak güneş, rüzgar ve jeotermal kaynaklar gibi yenilenebilir kaynakların binalarda kullanım oranı artırılabilir. Bu nedenle enerji tüketiminden kaynaklanan çevre sorunlarının azaltılmasına büyük katkılar sağlanabilmesi mümkündür (Yüksek ve Karadağ, 2021).

Fas'taki enerji ve iklim politikası, ülkenin 2014'teki ilk Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) araştırmasından (IDR) ve 2016'da Fas'ın IEA Temiz Enerji Teknolojisi toplantısından sonra, büyük gelişmeler kaydetmiştir (AMEE, 2020). Fas sanayisinin gelişimini teşvik etmek, bölgesel ve uluslararası pazarlarla entegre olmak, enerji verimliliğini ulusal bir öncelik haline getirmek ve yerli kaynakların gelişimini teşvik etmek için Fas'ta çeşitli çalışmalar yürütülmektedir (AMEE, 2020).

Yapım sektörü, dünya çapında nihai enerji tüketiminin % 29'unu oluşturan ulaşımdan sonra ikinci en büyük enerji tüketen sektördür. Fas'taki yapım sektörü ise, enerji tüketiminin % 18'i konut, % 7'si üçüncül veya hizmet sektörü (kamu binaları, ticari binalar vb.) olmak üzere ülkenin toplam enerji tüketiminin % 25'ini oluşturmaktadır. Ayrıca yapım sektörünün hızlı gelişimi enerji tüketiminin de istikrarlı bir şekilde artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yapım sektörü, enerji tüketiminin

rasyonelleştirilmesi ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için önemli bir potansiyeli oluşturmaktadır (EIA,2019).

1.1.ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Bu çalışma kapsamında, yenilenebilir enerji kaynaklarının ilkelerini tanıtmaya çalışmak ve binaların enerji verimliliğini artırmadaki rolünü araştırmak düşüncesinden yola çıkılmaktadır. Enerjinin etkin kullanımı ile ilgili çözümleri yansıtan Fas'taki yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif ve pasif iklimlendirmenin birlikte kullanımını bütünleştiren örnek projelerin incelenerek, yaygınlaşmalarına katkıda bulunmak amaçlanmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının giderek yaygın kullanılması bütün sektörlerde gereksinim duyulan enerjinin sağlanmasını mümkün kılmıştır. Özellikle binaların tasarım sürecinde enerji tasarrufu sağlayacak yaklaşımlarla geliştirilmesi, temel arayışlardan biri haline gelmiştir. Son zamanlarda mimarlar, yapım sektöründe giderek tükenmekte olan yenilenemeyen enerji kaynakları yerine, rüzgar, güneş, jeotermal, hidroelektrik gibi, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya başlamışlardır. Tüm yenilenebilir enerji kaynakları hemen hemen tüm dünyada mevcuttur ve çoğu yapım sektörüne enerji sağlamak için kullanılabilir. (MHPV, 2015).

Fas hükümeti, enerji faturasını azaltmak için, enerjinin tüm alanlarda, ekonomik ve sosyal aktivitede daha iyi kullanılması yoluyla 2030 yılına kadar yaklaşık %20 enerji tasarrufu sağlamayı hedefleyen ulusal bir enerji verimliliği stratejisi benimsemiştir (mhpv.org, 2015).

Bu tez çalışmasında, Fas'ta aktif ve pasif iklimlendirme yöntemleri kullanılarak tasarlanmış binaların ısı davranışı, ısıtma-soğutma yöntemleri, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımları çerçevesinde ele alınacaktır. Söz konusu binaların bazıları, Dar Amys, Defi Villa gibi, sadece kendi kullanımları için bazıları ise, Ifmeree üniversite kampüsü gibi, hem kendi kullanımları hem de çevredeki binaların kullanımı için enerji üretebilmektedir, (MASEN, 2019)

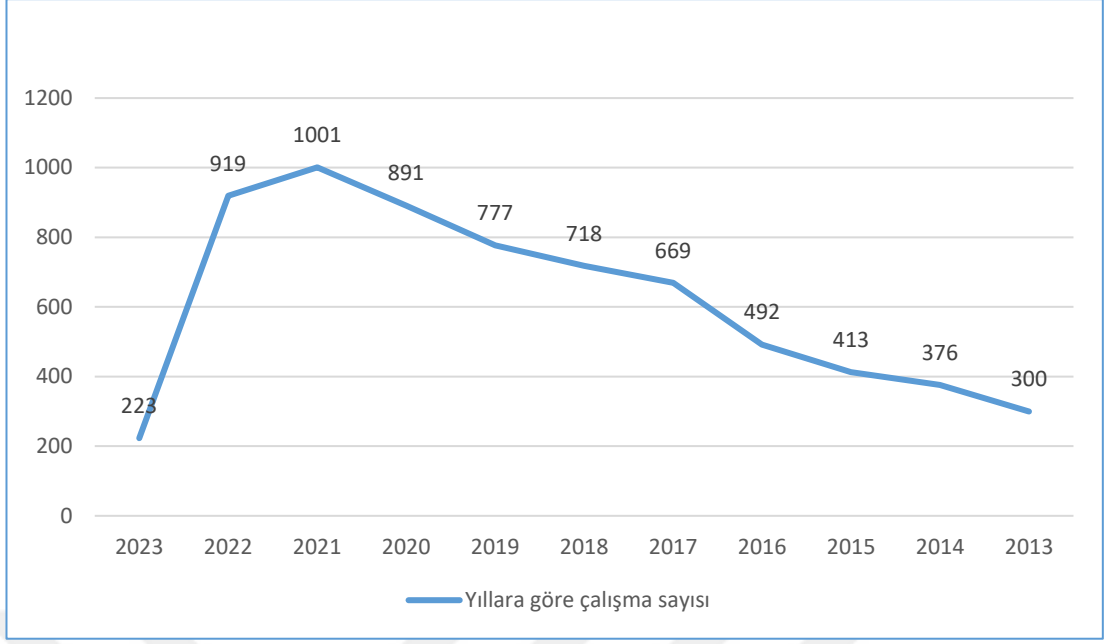
Tez çalışması temel olarak beş bölümden oluşmaktadır: Birinci bölümde; çalışma genel olarak tanımlanmakta, amacı, geçmiş çalışmalar ve çalışmanın yöntemi açıklanmaktadır. İkinci bölümde "Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Mimarlıkta kullanımı" başlığıyla; genel olarak enerji ve yenilenebilir enerji

kavramları açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde " Fas'ta Yenilenebilir Enerji Ve Yapım Sektöründe Kullanımı" başlığıyla; ilk olarak Fas hakkında bazı bilgiler verilmekte, Fas'ta yenilenebilir enerji ve yapım sektöründe enerjinin etkin kullanımından bahsedilmektedir. Dördüncü bölümde "Fas'taki Yapı Uygulamalarında Enerji Kullanımının İncelenmesi" başlığıyla; binaların somut gelişmelerin ve potansiyellerinin incelenmesi doğrultusunda seçilen örneklerin analizi yapılmaktadır. Yapıların; tipi, kullanım biçimi ve iklim bölgelerine göre açıklanmaktadır. Beşinci bölümde; literatür araştırmaları ve incelenen örneklerin verileri doğrultusunda Fas'taki yapılarda enerjinin etkin kullanımı üzerine değerlendirme yapılmakta, sonuç ve önerilere yer verilmektedir.

1.2.LİTERATÜR TARAMASI

Binalarda yenilenebilir enerji kullanımı konusu tüm dünya'da önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konuyu çeşitli açılardan inceleyen birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Yapım sektörü açısından da yenilenebilir enerjinin kullanımı önemlidir. Binalarda yenilenebilir enerji kullanımı konusunda; “Web of Science” da yer alan yayınların özetlerinde “Enerji kullanımı, bina, yenilenebilir enerji ” anahtar kelimeleri tarandığında, 7,686 yayın içinde; 4,918 makale, 2,162 bildiri, 67 kitap bölümü,788 araştırma makalesi, 66 erişilebilir belgeye ulaşılmıştır. Yayınlanan 7,686 makalenin 223'ü 2023 yılında, 919'u 2022 yılında, 1901'i 2021 yılında, 891'i 2020 yılında, 777'i 2019 yılında, 718'i 2018 yılında yayınlanmıştır. Aynı bağlamda, makalelerin ve bildirilerin 110'u, Fas kaynaklıdır.

Şekil 1.1'de de görüldüğü üzere, binalarda yenilenebilir enerji konusunda yapılan yayın sayıları son yıllarda artmıştır. Bu da, ilgili konuların son yıllarda çok önemli konular olduğunu ve bütün dünyada pek çok araştırma yapıldığını göstermektedir. Yapılan çalışmaların büyük bir kısmı Çin'de gerçekleştirilmiştir (Web of Science, 2023).



Şekil 1.1. Yıllara göre yapım sektöründeki binalarda yenilenebilir enerji kullanımı konu alan çalışma sayısı (Web Of Science)

Yenilenebilir enerji kullanımı ile ilgili çeşitli problemler Fas'ta da yaşanmakta, bu kapsamda yapılan çalışmaların birçoğu bu konuyu ekonomik, enerji ve mühendislik alanı kapsamında ele almaktadır. Öte yandan, günümüzde yenilenebilir enerji verilerine bakıldığında, yenilenebilir enerjinin yoğun olarak yapım sektöründe kullanıldığı görülmektedir (Allouhi, 2021). Fas'ta yapım sektöründe çok sayıda sürdürülebilir bina gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, literatür de yapım sektöründe yenilenebilir enerji kullanımı ilişkin çok az çalışmaya rastlanmıştır. Fas'taki yenilenebilir enerjiler ilgili çalışmalar ekonomik ve çevresel içerikli çalışmalarla sınırlı kalmıştır. Günümüzde binalarda yenilenebilir enerji kullanımı araştırılması gereken önemli bir konudur. Bunun bir göstergesi olarak bütün dünyada yenilenebilir enerji kullanımı yönelik çok fazla araştırma yapılmaktadır. Tüm Dünyada olduğu gibi Fas'ta de yapım sektöründe enerjinin etkin kullanımının artırılması için binalarda yenilenebilir enerji kullanımı ait sorunların tespit edilerek çözüm önerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Tezin birinci adımında geçmiş dönemlerde yapılmış olan yenilenebilir enerji kullanımının önemini vurgulayan çalışmalar taranmıştır. Bu bölümde bu güne kadar yapılmış çalışmalarda yenilenebilir enerjilerin kullanımının yapım sektöründeki etkileri, güncel uygulamaları ve kullanım alanları incelenmiştir.

Yapılmış olan literatür çalışması sonucunda, başta Web of Science’da konu ile ilgili yayınlanan makaleler ve bildiriler olmak üzere, konu ilgili literatür taranarak yapım sektöründe yenilenebilir enerjiler ait sorunlar ve çözüm önerileri belirlenmiştir.

Yapım sektöründe yenilenebilir enerji ile sorunların belirli anahtar kelimeler ile ifade edilip sınıflandırması için literatürde yer alan metinlerin taranmış, söz konusu kaynaklar taranırken, belirlenen sorunların literatürdeki kaynaklardaki tekrarlanma sayılarına dikkat edilmiştir.

Bu çalışmalardan bazıları, konunun öneminin ve özgün değerinin anlaşılması için aşağıdaki tablolarda paylaşılmaktadır. Tablo (1.1)’de yapılarda enerji kullanımını çeşitli boyutlarıyla inceleyen lisansüstü tezler görülmektedir (YÖK tez merkezi).

Tablo 1.1. Yıllara göre, yapılarda enerji kullanımına yönelik hazırlanmış lisansüstü tezler (<https://tez.yok.gov.tr>).

Yazar	Örneğin Adı	Yıl	Örneğin Türü	Bilim Dalı
Barış Yılmaz	Binalarda Enerji Verimliliği ve Sürdürülebilirlik	2009	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Selma Uslusoy	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bileşeni Açısından İrdelenmesi	2012	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Özge Torunoğlu Gedik	Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Çevresel Etkileri	2015	Yüksek Lisans Tezi	Çevre Mühendisliği
Darioush Bashiri Hamidabad	Enerji Etkin Tasarım Anlayışının Yüksek Yapılarda İncelenmesi	2015	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Alican Işın	Konut ve Yerleşmelerin Ön Tasarımında Enerji Etkinliğine	2016	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık

	İlişkin Bir Model Önerisi			
Didem Duru Başlı	Konut Binalarında Isıtma Sistemlerinin Tasarım Parametrelerine Bağlı Olarak Isıtma Yüklerine Etkisi	2016	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Yüksel Yücel	Güneş Enerjisinden Yararlanmak Amacı İle Fotovoltaik Sistemlerin Binalarda Kullanımı	2016	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Harun Erol	Yüksek Binalarda Enerji Etkin Mimari Tasarım Yaklaşımları ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi	2017	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Ayşegül Çevirici	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında Sürdürülebilirliğin Konut Tasarımı Açısından İrdelenmesi Ve Mersin Örneği	2017	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Arman Aminzadeh	Analyzing Energy Efficiency In Tall Buildings: The Use Of Solar Strategies	2018	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Edip İmik	Enerji etkin binaların tasarımı	2018	Yüksek Lisans Tezi	Makine Mühendisliği
Serdar Tekbıyık	Sürdürülebilir Mimarlıkta Yenilenebilir Enerji	2018		Mimarlık

	Kaynaklarının Kullanımı, Kamu Binalarında Uygulama Yöntemleri Ve Örneklerinin İncelenmesi		Yüksek Lisans Tezi	
Emel Güven	Konutlarda Kentsel Dönüşüm Öncesi Ve Sonrası Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi	2019	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Özge Dağoğlu	Toplu Konutlarda Fotovoltaik Sistem Kullanımlarının Farklı İklim Bölgelerine Göre Değerlendirilmesi	2019	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Altanzul Tumurbaatar	Yüksek Yapılarda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımında Farklı Mimarî Yaklaşımlar	2019	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Özgür Kayın	Binalarda Enerji Modellemesi, Enerji Performans Analizi Ve Yenilenebilir Enerji Kullanımının Çevre Dostu Yeşil Bina Uygulama Örneği Kapsamında Değerlendirilmesi	2019	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Hüseyin Güleroğlu	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sosyal Amaçlı Yapılarda	2019		Mimarlık

	Kullanım Uygunluğunun Analizi: Konya Örneği		Yüksek Lisans Tezi	
Alican Şevki Özkaya	Renewable Energy Sources In Buildings	2019	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Yaprak Begüm Tuncel	Modern Mimarlık Dönemi Konut Binalarının Enerji Etkin İyileştirilmesi: İstanbul Bağdat Caddesi Örneği	2019	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Zakaria Hassan Youssouf	Cibuti'deki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş, Jeotermal Ve Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Araştırılması	2020	Yüksek Lisans Tezi	Makine Mühendisliği
Neriman Gül Çelebi	Güneş Yerleşmelerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bir Çalışma	2020	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Mohamed Mohamed	Sürdürülebilir Mimarlıkta Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Verimliliğinin İrdelenmesi	2020	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Hasan Yıldırım	Sıfıra yakın enerjili bina tasarımı ve karşılaştırılması	2020	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık
Ghulam Jafar Laame	Afganistan'ın Enerji Potansiyelinin İncelenmesi	2021	Yüksek Lisans Tezi	Enerji Sistemleri Mühendisliği
Mashhood Sattarı	Yaklaşık Sıfır Enerjili Binaların (Nzeb) Türkiye'de Uygulanabilirliği Üzerine	2021	Yüksek Lisans Tezi	Mimarlık

	Bir İnceleme			
Sarah Waleed Abdulsattar Saffar	Yaklaşık Sıfır Enerjili Bir Bina tasarımı için enerji performansı modellemesi ve simülasyonu	2022	Yüksek Lisans Tezi	Enerji Sistemleri Mühendisliği

Literatürde yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde; son yıllarda binalarda enerji kullanımı ile ilgili pek çok çalışmaya rastlanmıştır. Türkiye’de yapılan lisansüstü tezlerin özetlerinde “enerji kullanımı” kelimesi tarandığında; 2016-2023 yılları arasında 458’i yüksek lisans ve 82’si doktora tezi olmak üzere, konuya yönelik olarak toplam 540 adet tezin tamamlandığı görülmektedir. 450 tez çok çeşitli konu alanları içerisinde yer almaktadır. Yapılan tezlerin konu alanları değişiklik göstermektedir. Bu çalışmaların yalnız 82’i mimarlık konu alanı altındaki yüksek lisans çalışmalarıdır (YÖK, Ulusal Tez Merkezi).

Yapılarda enerji kullanımını çeşitli boyutlarıyla inceleyen bildiri ve makaleler Tablo (1.2)’de paylaşılmaktadır. Googlescholar, Researchgate ve Web Of Science gibi sitelerden tarama yapılmıştır.

Tablo 1.2. Yıllara göre, yapılarda enerji ile ilgili çoğu mimari ve iç mimari çalışmalarının listesi (Researchgate, Googlescholar, Web Of Science)

Yazar	Örneğin Adı	Yıl	Örneğin Türü
İbrahim Çakmanus	Enerji Verimli Bina Tasarım Yaklaşımı	2004	Makale
Zerrin Yılmaz	Akıllı Binalar Ve Yenilenebilir Enerji	2006	Bildiri
Serpil Çerçi Et Al	Enerji tasarrufu için bir güneş evi örneği	2008	Makale
Hayter Sheila Et Al	Renewable Energy Applications For Existing Buildings	2011	Bildiri
Idriss El Abbassi Et Al	Renewable Energies And Sustainable Development In The Mediterranean: Morocco And	2011	Bildiri

	The Mediterranean Solar Plan (MSP)		
Ömer Kantaroğlu	Yüksek Performanslı Binalarda Su Stratejileri	2011	Makale
Hauge Åshild Et Al	User evaluations of energy efficient buildings: Literature review and further research	2011	Makale
Çiğdem Belgin Dikmen	Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi	2011	Makale
Gülten Manioğlu	Enerji Etkin Tasarım ve Yenileme Çalışmalarının Örneklerle Değerlendirilmesi	2012	Makale
Bedriye Asımgil	İstanbul Boğazı Geleneksel Yalı ve Evlerinin Enerji Etkin Yapı Tasarımı Ölçütlerine Göre Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi	2012	Makale
Zehra Yumurtacı Et Al	Konutlarda Enerji Verimliliği	2013	Makale
Gönül Utkuğu	Enerji Etkin Yapı Tasarımı, Sorunlar Ve Tasarım Stratejisi	2013	Makale
Mouna Abarkan Et Al	Analysis of Energy Consumption for a Building Using Wind and Solar Energy Sources	2013	Bildiri
Rachida Idchabani Et Al	Energy requirement, fuel consumption and environmental impact of heating residential building	2013	Bildiri
	Renewable energy potential and national policy directions for		

Youssef Zerouali	sustainable development in Morocco	2015	Makale
Constantin Ionescu	The historical evolution of the energy efficient buildings	2015	Makale
Bryan Jacob Sellers	Energy Sustainability in Morocco	2015	Makale
Amine Allouhi	Energy consumption and efficiency in buildings: Current status and future trends	2015	Makale
Arab Hoballah	Eco-Construction And Sustainable Building In Morocco	2016	Makale
Çağdaş Aydın Et Al	Konaklama Sektöründe Enerji Kullanımı ve Sıfır Enerjili Binalar Kavramı	2016	Bildiri
Oumayma Bennani Et Al	Positive Energy Office Building: A case study in Casablanca, Morocco	2016	Bildiri
Najlae Habibi Et Al	Preliminary analysis of building sector trends in relation with the energy efficiency in Morocco	2016	Bildiri
Chandel S Et Al	Review of energy efficiency initiatives and regulations for residential buildings in India	2017	Makale
Soukaina Ait Bouyahia Et Al	Effect of the Building Materials Constituting the Envelope of an Apartment on its Energy Performance: Application to the Climate of Marrakesh	2017	Bildiri
Cansu Güner Et Al	Sürdürülebilir Kalkınma Modeli için Çevre Duyarlı Yapılarda Malzeme Seçiminin İncelenmesi	2017	Makale
Fulya Gökşen Et Al	Sürdürülebilir Kalkınma İçin Ekolojik Yapı Tasarım Kriterleri	2017	Makale

Charifa Haouraji Et Al	Forecast of Electrical Energy Consumption in Residential Sector of Morocco	2017	Bildiri
Türkan Göksal Özbalta	Yaklaşık Sıfır Enerji Yerleşimler	2018	Bildiri
Chel Arvind Et Al	Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building	2018	Makale
Rim Berahab	Afrikada yenilenebilir Enerjiler: Sorunlar, Zorluklar ve Fırsatlar	2019	Bildiri
Özlem Aydın	Binalarda Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılan Projelerin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği	2019	Makale
Brahim Nourdine Et Al	Energy Efficiency and Importance of Energy Monitoring System in Moroccan Hospitals	2019	Bildiri
Kader Keskin Et Al	Toplu Konutlardaki Yerleşim Kararlarının Enerji Etkin Mimarlıktaki Rolü	2019	Makale
Yusuf Yıldız	Binalarda Enerji Etkin Önlemlerin Uygulanmasındaki Engeller: Balıkesir İçin Bir Alan Çalışması	2019	Makale
İbrahim Kırbaş	Binalarda Enerji Verimliliği Uygulamaları: MAKU Mühendislik Mimarlık Fakültesi Örneği	2019	Makale
Zülküf Güneli Et Al	İstanbul'da Mevcut Bir Ofis Yapısının Enerji Etkin Tasarım Bağlamında Yenilenmesine Yönelik Bir Yaklaşım	2019	Makale
Belussi Lorenzo Et Al	A review of performance of zero energy buildings and energy efficiency solutions	2019	Makale

Khalil Ahmed J. Et Al	Energy Efficiency Prediction using Artificial Neural Network	2019	Makale
Kader Keskin Et Al	Toplu Konutlardaki Yerleşim Kararlarının Enerji Etkin Mimarlıktaki Rolü	2019	Makale
Agné Simelytè	Promotion of renewable energy in Morocco	2020	Makale
Badr Chegari Et Al	Local energy self-sufficiency for passive buildings: Case study of a typical Moroccan building	2020	Makale
Çiğın Ali Et Al	Doğal Enerji, Sürdürülebilir Kalkınma ve Mimarlık Politikaları	2020	Makale
Ömer Faruk Yıldız Et Al	Havalimanlarında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanılması	2020	Makale
Moran, Paul Et Al	Sustainable energy efficiency retrofits as residential buildings move towards nearly zero energy building (NZEB) standards	2020	Makale
Neij Lena Et Al.	Bolstering a transition for a more sustainable energy system: A transformative approach to evaluations of energy efficiency in buildings	2021	Makale
Brahim Nourdine Et Al	About energy efficiency in Moroccan health care buildings	2021	Bildiri
Bahetta Soufiyan Et Al	Renewable Energies As a Vector Of Energy Transition: An Analysis Of The Features Of The Moroccan Strategy	2021	Bildiri

Aslam Muhammad Shoukat Et Al	Energy-Efficiency Model for Residential Buildings Using Supervised Machine Learning Algorithm	2021	Makale
Begyor Sharopov Et Al	Measures To Improve The Energy Efficiency Of Modern And Reconstructed Buildings	2022	Makale
Şafak Beşiroğlu et Al	Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Ekolojik Bina ve Enerji Etkin Binanın Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi ile Karşılaştırılması	2022	Makale
Fazila Duyan Et Al	Enerji Etkin Bina Tasarımında Yapı Elemanı olarak Fotovoltaik Sistemler	2022	Makale
Ali Boharb Et Al	Energy audit method applied to tertiary buildings: Case study of a University campus	2022	Makale
Abdelali Agouzoul Et Al	Using neural network in a model-based predictive control loop to enhance energy performance of buildings	2022	Bildiri
Elaouzy Y.Et Al	Energy, economic and environmental benefits of integrating passive design strategies into buildings: A review	2022	Bildiri

Bu tez çalışması kapsamında, enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik, farklı bölgeler ve ülkelerde yapılmış çok sayıda çalışma taranmıştır, ancak Mimarlık alanında yapılmış olan araştırmalara odaklanılmıştır.

Literatürde mevcut çalışmalar incelendiğinde son yıllarda, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerjili binalar üzerine çok sayıda çalışma bulunmuştur. Enerji konusunda yapılan araştırmalar içeren 26 tez incelenmiştir. Geçmişteki tüm çalışmalar

tablo 1.1'de listelenmiştir. Ayrıca, konu ile alakalı 78 makale ve bildiri incelenmiştir (Tablo 1.2).

- Tumurbaatar (2019) “Yüksek yapılarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında farklı mimari yaklaşımlar” başlıklı tezinde, gelecekte, tasarımcılara yüksek yapılarda kullanıcıların ihtiyaçları karşılanırken gerekli olan enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak karşılayacak tasarımlar yapmaları için gereksinim duyacakları bilginin sistematik olarak verilmesi-amaçlanmaktadır.

Tez kapsamında yüksek yapılarda tüketilen enerji miktarından bahsedilerek, bu tüketimin doğaya verdiği etkilere değinilmekte, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının bu sorunların çözümü olduğu belirlenmektedir. Güneş, rüzgar, hidrojen, biyokütle gibi yüksek yapılarda kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından da bahsedilmektedir. Tez kapsamında, dünya çapında yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak inşa edilen yüksek yapı uygulamaları da ele alınmaktadır (Tumurbaatar, 2019).

- Özkaya'nın (2019) “Renewable energy sources in buildings” başlıklı çalışmasının amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak doğadaki enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması ve bu kaynakların kullanımının öneminin vurgulanmasıdır. Türkiye'den ve dünyadan örnekler incelenerek, bu kapsamda, yapısal tasarım sürecini etkileyen kriterler açıklanmıştır. Sonuç olarak sunulan tüm bilgiler değerlendirilmiş ve güneş enerjisinin binalarda kullanılmasının özellikle Türkiye için önemi ve gerekliliği vurgulanmıştır.

- Kayın (2019) “Binalarda enerji modellemesi, enerji performans analizi ve yenilenebilir enerji kullanımının çevre dostu yeşil bina uygulama örneği kapsamında değerlendirilmesi” başlıklı çalışmada, bina örneklerinin performanslarını karşılaştırmış, aynı zamanda, enerji kullanımlarının analizini de yapmıştır. Çalışma kapsamında, Dünyada ve Türkiye'deki enerji ne kadar önemli olduğu vurgulanarak enerji kullanımları incelenmiştir. Yeşil binalarda enerji verimliliğinin ölçülmesi amacıyla LEED sertifikasına sahip çevre dostu yeşil bina örnekleri incelenmiştir. Sonuç olarak, eğitim binalarında yapılacak enerji etkin çalışmalar ile önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanabileceği bulgusuna ulaşılmıştır.

- Çevirici'nin (2017) “Yenilenebilir enerji kaynaklarında sürdürülebilirliğin konut tasarımı açısından irdelenmesi ve Mersin örneği” başlıklı çalışmasının amacı,

yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını anlatmak, yenilenebilir enerji kaynaklarında pasif ve aktif sistemi inceleyip, dünyadan ve Türkiye’den örnekler vererek, Mersin’de konut açısından yenilenebilir enerji kaynaklarında sürdürülebilirliğin mimari tasarım üzerine etkilerinin irdelenmesidir.

- Gedik (2015) “Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri” başlıklı çalışmada, öncelikle yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji kaynakları ve diğer enerji türlerini tanıtmıştır. Bir sonraki adımda, yenilenebilir enerji kaynakları ve Türkiye’deki potansiyelleri üzerinde, çevreye olan olumlu-olumsuz etkileri belirtilmiştir. Son olarak, Türkiye’nin yenilenebilir enerji politikaları ve yenilenebilir enerji kaynaklarından bahsedilmiş, sosyal, ekonomik, çevresel ve toplumsal etkileri yönlerinden değerlendirilmiştir. Fosil yakıtların kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan, çevre sorunlarını vurgulayarak, diğer enerji kaynaklarına dikkati çekmek ve toplumsal bilinçlemeye destek olmak amaçlanmaktadır.

- Aminzadeh’in (2018) “Analyzing Energy Efficiency In Tall Buildings: The Use Of Solar Strategies” başlıklı çalışmasının temel amacı, en önemli yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş enerjisinin ilkelerini tanıtmak ve yapım sektöründeki yüksek binalar için enerji verimliliğini artırmadaki rolünü araştırmaktır. Yüksek binalarda yıllık enerji tüketimini azaltmak için pasif güneş stratejileri ve aktif güneş teknolojileri gibi güneş enerjisi prensiplerini ve etkilerini analiz etmektedir. Son olarak, yüksek binaların tasarım aşamasından itibaren, diğer disiplinlerle işbirliği içinde entegre sistemler olarak enerji tüketen değil, enerji üreten yapılar olarak tasarlanması önerilmektedir.

- Yücel (2016) “Güneş Enerjisinden Yararlanmak Amacı İle Fotovoltaik Sistemlerin Binalarda Kullanımı” başlıklı çalışmada, güneş ve güneş enerjisi, fotovoltaik sistemlerin, mimari elemanlara (cephe, çatı ve yapı elemanlarına) entegrasyonu, Türkiye’deki ve dünyadaki fotovoltaik sistemlerin kullanıldığı bina örnekleri ele alınmaktadır. Binalarda güneş enerjisinden yararlanma, aktif ve pasif olmak üzere, iki şekilde mümkündür.

- Özbalta (2018) “Yaklaşık Sıfır Enerji Yerleşimler” başlıklı makalesinde, enerji tasarruflu yapılar, düşük enerjili binalar ve yüksek enerji verimli binalar kavramları üzerinde durmaktadır. Dünya standartlarında belirtilen düzenlemeler çerçevesinde, söz konusu binaların daha önce inşa edilen binalara kıyasla daha iyi bir enerji

performansına sahip olduklarını ifade etmektedir. Bu kapsamda, enerji etkin bina; tasarım aşamasında alınan önlemlerle daha az enerjiye gereksinim duyan, gerekli enerjiyi yenilenebilir kaynaklardan karşılayan, sağlanan enerjiyi en verimli şekilde kullanarak en düşük düzeyde emisyon salımı yapan bina olarak tanımlanabilir. Bu çalışmada enerji etkin tasarım kriterleri çerçevesinde inşa edilen düşük enerjili bina uygulama örnekleri incelenmektedir. İncelenen örneklerde, ısı kayıplarının en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda bina kabuğunun performansının artırılması ile soğutma, ısıtma ve havalandırma yüklerinin en aza indirilmesi için ısı geri kazanım sistemi, ısıl depolama ve yenilenebilir enerji kaynakları ile desteklenmesi gerektiği görülmektedir.

- Lorenzo et al (2019) “A review of performance of zero energy buildings and energy efficiency solutions” başlıklı çalışmada, yaklaşık sıfır enerjili binaların (ZEB) tüm performansının gerçek durumu ile ilgili teknik çözümleri özetlemekte ve enerji tüketimindeki artan potansiyelleri analiz etmektedir. İlgili teknolojilerin, ZEB gerekliliklerini karşılamadaki etkilerini tartışarak açıklamaktadır. Çalışma kapsamında daha fazla araştırmayı hak eden ana yönleri işaret eden ve sıfır enerji hedefini binalar için yeni standart haline getirmedeki kritik unsurları ana hatlarıyla belirten bir öneri geliştirilmiştir.

- Yumurtacı et al (2013) “Konutlarda enerji verimliliği” adlı çalışmada, standart ürünler yerleştirilen bir evin elektrik tüketimi ve maliyetini hesaplamıştır. Aynı evde tüketilen enerji miktarını azaltmak için, standart ürünler yerine enerji etkinliği yüksek ürünler yerleştirilmiş ve yeni durumda elektrik tüketimi ve maliyeti hesaplanmıştır.

- Ait Bouyahia et al (2017) “Effect of the building materials constituting the envelope of an apartment on its energy performance: Application to the climate of Marrakesh ” başlıklı çalışmanın temel amacı, ikliminin özelliklerini dikkate alarak bir konut binasında enerji kullanımının iyileştirilmesidir. İncelenen örnek bina, Fas'ta en çok kullanılan toplu konut tipidir. Bina, yarı kurak bir iklimle sahip olan Marakeş şehrinde yer almaktadır. Çalışmada, çatı ve dış duvarlarda, daha iyi bir ısıl konfor sağlamak ve binanın kış ve yaz döneminde enerji tüketimini azaltmak için, bina kabuğunu oluşturan malzemelerin uygun bir şekilde seçilmesine yönelik birçok faktör önerilmiştir. Sonuç olarak, bina kabuğunu oluşturan yapı malzemelerinin seçiminin bina sakinlerinin ısıl konforuna ve yıllık enerji tüketimine etkisi vurgulanmıştır.

- Nourdine et al (2021) “About energy efficiency in Moroccan health care buildings” adlı çalışmasında, Fas hastanelerinin enerji performansı göstergelerini iyileştirmeyi amaçlayan bilimsel bir yaklaşım önermektedir. Söz konusu sağlık binalarını dünya çapında enerji performansları iyileştirilmiş olan hastanelerle karşılaştırarak enerji verimliliği uygulamalarına uyum derecelerini değerlendirmektedir. Çalışmanın temel amacı, hastane binalarında enerji denetimi uygulamak ve enerji performanslarını iyileştirmek için bilimsel bir yaklaşım geliştirmektir. Sonuç olarak, enerjinin etkin kullanımı, doğru uygulamalar ve otomatik enerji izleme sistemlerinden elde edilen geri bildirimler yardımıyla, enerji kullanımının daha iyi kontrol ve optimize edilmesini sağlamaktadır.

- Yıldız et al (2020) “Havalimanlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması” başlıklı çalışmasında, havalimanlarında enerji emisyonları azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılma olanaklarını incelemiştir. Ayrıca havalimanlarının yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasında önemli fırsatlara ve faydalara sahip olduğu, Türkiye’deki havalimanlarında yenilenebilir enerji kaynaklarından etkin biçimde faydalanmak amacıyla teknik konuları da içeren çalışmaların artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Havalimanlarına güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji alternatifi uygulanabilmektedir. Havalimanlarında en çok kullanılan yenilenebilir enerji teknolojisi, fotovoltaiik sistemlerdir. Sonuç olarak, havalimanlarında yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanılmasıyla elde edilen enerjinin ısıtma, elektrik, soğutma ve çeşitli ulaşım araçlarını çalıştırmak amacıyla kullanılabildiği görülmektedir.

Yukarıda açıklanan, yapım sektöründe yenilenebilir enerji le ilgili yapılan çalışmaların, genel olarak binalarda tasarım ve yapım süreçlerinde enerji etkin tasarımın incelenmesine yönelik olduğu görülmektedir. Bu çalışma çerçevesinde enerji kullanımı ve enerji etkin binalar Fas’ta gerçekleştirilmiş projeler üzerinden değerlendirilmektedir. Buradan yola çıkılarak yapılan kaynak taramaları sonunda, araştırmanın odağı olan Fas’taki yapı uygulamalarında enerjinin etkin kullanımına yönelik herhangi bir çalışma bulunmamıştır.

Yapım sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını değerlendirmeye yönelik yürütülmüş önceki çalışmaların taranması sonucunda,

- Fas'taki yapılarda enerji kaynaklarının etkin kullanımı boyutunu ayrıntılı olarak ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır.
- Fas'taki yapım sektörüne yönelik yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konularına ilişkin kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır.

1.3.ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışma, örnek olay metodolojisi kullanılarak yürütülmektedir. Çalışma, üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada yapılan literatür taraması sonucunda yenilenebilir enerji kaynakları ve yapılardaki kullanımı ile ilgili yapılmış çalışmalara ulaşarak kuramsal bir çerçeve belirlenmiştir. Yapım sektöründe yenilenebilir enerji kullanımı yönelik çalışmalar literatürden taranmıştır. Enerji, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve yapım sektöründeki rolü konularıyla ilgili; geçmiş üniversitelerin kütüphaneleri, uzaktan erişim arşivleri, yapılan tezleri ve yerli ve yabancı makaleleri taranmıştır. Türkiye'de Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK) e-kütüphanesi, Fas'ta ENA Rabat tez merkezi, Ulusal Kütüphane (Bibliothèque nationale) kaynakları gözden geçirilmiştir. İkinci aşamada, Fas'ta, örnek projeler inceleme yöntemiyle, yenilenebilir enerji teknolojilerinin binalarda uygulama alanları ele alınmış ve analiz edilmiştir. Yapılan analizler çerçevesinde, Fas'taki yapım sektöründe aktif ve pasif iklimlendirme yöntemleri ile yenilenebilir enerji kullanarak gerçekleştirilmiş projeler değerlendirilmiştir.

2. İKİNCİ BÖLÜM:YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE MİMARILIKTA KULLANIMI

2.1. KAVRAMLAR VE TANIMLAR

2.1.1. Enerji Kavramı ve Türleri

En basit ifadeyle enerji, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Enerji herhangi bir kullanılabilir güç kaynağı olarak da ifade edilmektedir. Enerji, elektrik, mekanik, kimyasal, termal veya nükleer gibi farklı formlarda bulunabilir, ve bir formdan diğerine dönüştürülebilmektedir. Örneğin, insanın tükettiği besinler enerji kaynağı olup, vücutta depolanan ve spor gibi herhangi bir görev veya iş yaptığımızda enerjiye dönüştürülmektedir. Depolanan enerjiye potansiyel enerji, çalışma enerjisine ise kinetik enerji adı verilmektedir (<https://eia.gov>, 2022).

Birçok enerji formu vardır, ancak hepsi iki temel kategoriye ayrılır: potansiyel enerji ve kinetik enerji;

Potansiyel enerji, hareketsiz olan herhangi bir nesnede bulunmaktadır. Depolanmış enerji olarak da adlandırılmaktadır. Kinetik enerjinin genel karşıtıdır. Cisim ne kadar ağırsa potansiyel enerjisi o kadar fazladır. Potansiyel enerjinin birçok biçimi vardır:

- Kimyasal enerji, atomların ve moleküllerin bağlarında depolanan enerjidir. Piller, biyokütle, petrol, doğal gaz ve kömür kimyasal enerji örnekleridir. İnsanlar şöminede odun yakıtığında veya bir arabanın motorunda benzin yakıtığında kimyasal enerji termal enerjiye dönüştürülmektedir.
- Mekanik enerji, sıkıştırılmış yaylar ve gerilmiş lastik bantlar gibi, nesnelerde gerilim yoluyla depolanan enerjidir.
- Nükleer enerji, çekirdeği bir arada tutan enerji gibi bir atomun çekirdeğinde depolanan enerjidir. Çekirdekler birleştğinde veya ayrıldığında büyük miktarda enerji açığa çıkabilmektedir.
- Yerçekimi enerjisi, bir nesnenin yüksekliğinde depolanan enerjidir. Nesne ne kadar yüksek ve ağır olursa, o kadar fazla yerçekimi enerjisi depolanabilmektedir (<https://eia.gov>, 2022).

Kinetik enerji: Farklı nesnelerin, dalgaların, elektronların, atomların, moleküllerin, maddelerin ve nesnelerin hareketinden kaynaklanan enerji olarak tanımlanmaktadır, kinetik enerji çeşitleri aşağıda açıklanmaktadır:

- *Radyan enerji*, enine dalgalar halinde yayılan elektromanyetik enerjidir. Radyan enerji, görünür ışık, x-ışınları, gama ışınları ve radyo dalgalarını içermektedir. Güneş ışığı da, dünyadaki yaşamı mümkün kılan yakıt ve benzin ve sıcaklığı sağlayan radyan enerjidir.
- *Termal enerji*, bir maddedeki atomların ve moleküllerin hareketinden kaynaklanan enerjidir. Bu parçacıklar daha hızlı hareket ettiğinde ısı artmaktadır.
- *Hareket enerjisi*, nesnelerin hareketi sırasında depolanan enerjidir. Ne kadar hızlı hareket ederlerse o kadar fazla enerji depolanabilmektedir.
- *Ses enerjisi*, enerjinin uzunlamasına (sıkıştırma) dalgalar halinde maddeler içinde hareketidir. Bir kuvvet bir nesneyi veya maddeyi titreştirdiğinde ses üretilmektedir. Enerji, madde aracılığıyla bir dalga halinde aktarılmaktadır.
- *Elektrik enerjisi*, tipik olarak bir tel boyunca hareket eden elektron adı verilen küçük parçacıklar tarafından iletilmektedir. Yıldırım, doğadaki elektrik enerjisini temsil etmektedir (<https://eia.gov>, 2022).

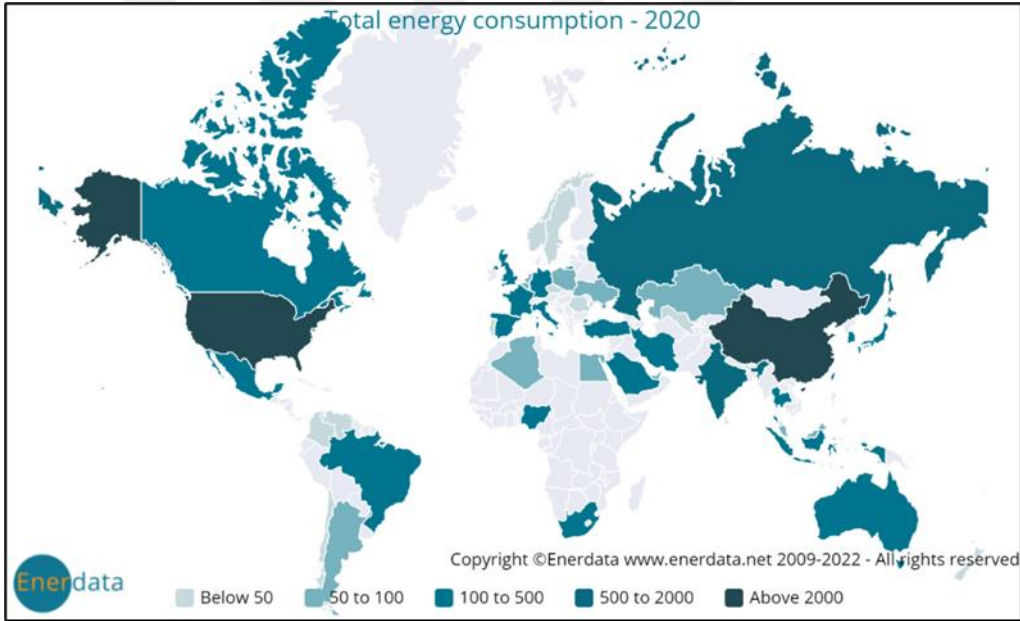
Enerji etkin, sera gazı emisyonlarını azaltmak, enerji ithalatı talebini azaltmak, evler ve ekonomi genelinde maliyetleri düşürmek gibi, çeşitli faydalar sağlayabilmektedir: Yenilenebilir enerji teknolojileri, bu hedeflere ulaşılmasına yardımcı olurken, enerji verimliliğini artırmanın fosil yakıtların kullanımını azaltmanın en ucuz ve çoğu zaman en hızlı yoludur ([https:// eesi.org](https://eesi.org)).

2.1.2. Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Kaynakları:

Yıllar boyunca, ilkel çağlardan beri insanoğlu enerji sağlamak için, farklı kaynaklar kullanmıştır. 18. yüzyılda başlayan sanayi devriminden sonra, dünya çok büyük miktarda yakıt tüketmeye başlamış, bu nedenle CO₂ ve sera gazı miktarı artmıştır, bu da küresel ısınmaya sebep olmuştur (Stein, R. 1997). İnsanlar günlük aktivitelerini yerine getirmek için yenilenebilir ya da yenilenemez enerji kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Bu iki kaynak türü arasındaki fark, yenilenebilir kaynaklar doğal olarak kendilerini yenileyebilirken, yenilenemez kaynaklar ise bunu yapamazlar. Bu durum ise, yenilenemeyen kaynakların arzının sınırlı olduğu ve sürdürülebilir şekilde

kullanılamayacağı anlamına gelmektedir. Yenilenemez enerji kaynakları arasında kömür, doğal gaz, petrol ve nükleer enerji sayılabilir. Günümüzde enerji ihtiyacımızın çoğunu yenilenemez enerji kaynaklarından sağladığımız için, bu kaynaklar tükenmekte olduğundan, büyük bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (BYJU'S, 2014).

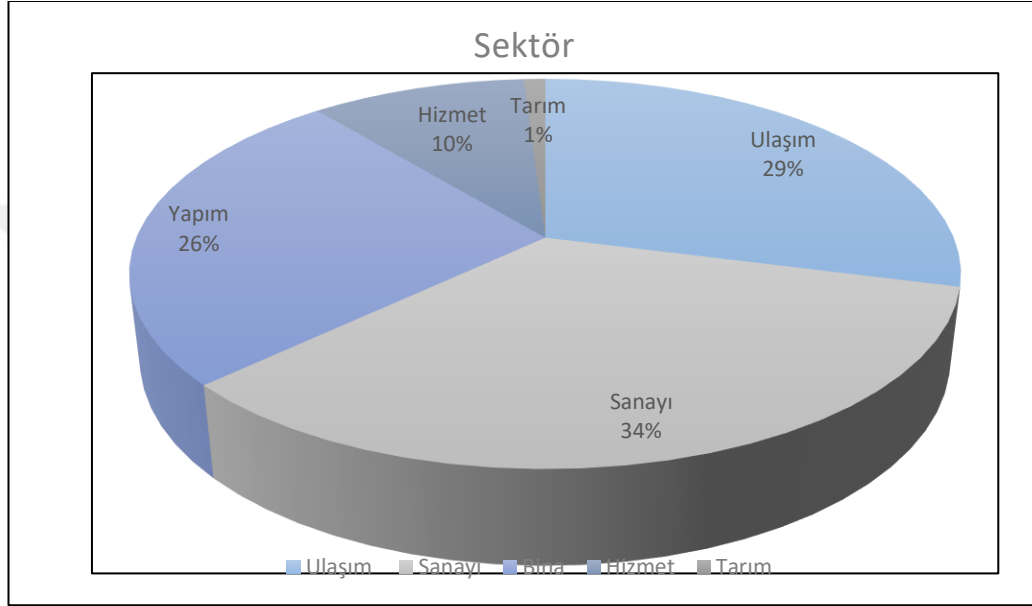
Küresel enerji tüketimi, Dünya'da geçtiğimiz yüzyılın son otuz yılında yaklaşık iki katına çıkmıştır. 2004 yılında birincil enerji tüketiminin yaklaşık %77,8'i fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır (Beretta, 2017). 2018 yılında küresel enerji tüketimi artmış; ortalama büyüme oranını ikiye katlamıştır. 2010 yılından bu yana, dünyada artan ısıtma ve soğutma ihtiyaçları nedeniyle ekonomik sorunlarından dolayı; yakıt talebi artmıştır. Çin, ABD ve Hindistan birlikte enerji talebindeki artışın yaklaşık % 70'ini oluşturmuştur. IAE'ye göre, iklim koşullarındaki değişim aynı zamanda küresel enerji tüketimindeki artışın neredeyse % 20'sinden sorumludur (IEA,2018).



Şekil 2.1. 2020 yılında, dünya enerji tüketimi (Enerdata, 2020)

Küresel enerji tüketimindeki artış, karantina önlemleri ve ulaşım kısıtlamaları nedeniyle 2020'de -4% oranında düşmüştür, 2000-2018 döneminde ortalama %2/yıl ve 2019'da %0,8'lik bir yavaşlama olmuştur. Enerji tüketimi, COVID-19 krizinden hızla kurtulan en büyük enerji tüketicisi (2020'de küresel enerji tüketiminin %24'ü) olan Çin dışında çoğu ülkede düşmüştür. Çin'in enerji tüketimi, önceki yıllara göre çok daha yavaş bir hızda (2008-2018 döneminde +%4/yıl ve 2019'da +%3.4) %2.2 artmıştır, CO2 emisyonlarının yaklaşık üçte birine katkıda bulunmaktadır (IEA,2018).

Şekil (2.2)'de görüldüğü gibi, genel olarak, yapım sektörü tek başına nihai enerji tüketiminin yaklaşık % 26'sını oluşturmaktadır. Sanayi sektörü ise, en çok enerji tüketen sektördür (iweeps, 2018). Dünya genelinde yapım sektöründe enerji tasarrufu potansiyelinin %40 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Enerji talebi, toplam CO2 emisyonlarının yaklaşık % 40'ıdır ve son yıllarda binalarda küresel enerji kullanımı her yıl % 1 artmakta olup, önlem alınmazsa 2060'ın sonuna kadar % 30'a çıkacağı öngörülmektedir (Global Bioenergy Statistics, 2021).



Şekil 2.1. 2018 yılında nihai enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı (iweeps, 2018).

Petrol, doğal gaz, kömür ve nükleer enerji, yenilenemeyen kaynaklarının dört ana türü olup, topluca fosil yakıtlar olarak adlandırılmaktadır. Fosil yakıtlar, milyonlarca yıl boyunca ölü bitki ve hayvanlardan oluşmuş olduğu için "fosil" yakıtlar adı verilmiştir. Yeraltı kaya ve tortu katmanlarında bulunmaktadır. Bitki ve hayvan kalıntılarını ham petrole (petrol olarak da bilinir), kömüre ve doğal gaza dönüştürmek için basınç ve ısınin birlikte etkisi sonucu oluşmaktadır. Ham petrol, çoğunlukla araçlar için benzin ve dizel yakıt üretmek ve plastik üretimi için kullanılan sıvı bir fosil yakıt türüdür. Dünya yüzeyinin altındaki kayalarda bulunur ve kuyulardan dışarı pompalanmaktadır (BYJU'S, 2014). Günümüzde kullandığımız enerjilerin çoğu petrol kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardır. Dünyadaki petrol rezervleri 40 yıl, doğalgaz rezervlerinin 65 yıl ve kömür rezervlerinin ise 150 yıl sonra tükeneceği tahmin edilmektedir. Ayrıca fosil yakıtların yaydığı CO₂ sera gazı etkisi yapıp küresel ısınmaya, dolayısıyla küresel iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Dünya elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık

%67'si fosil yakıtlardan (%40 kömür %20'i doğalgaz %7 petrol), %15'i nükleer enerjiden, %16'sı hidrolik enerjiden ve %2'ü de diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Doğalgazın yakıt tüketiminde payı giderek artmaktadır.

Doğal gaz, yemek pişirmek ve evleri ısıtmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoğunlukla metandan oluşur ve Dünya yüzeyinin altındaki petrol yataklarının yakınında bulunmaktadır. Doğal gaz, ham petrolün çıkarılması için kullanılan kuyulardan dışarı pompalanabilmektedir.

Kömür, evleri ısıtmak ve enerji santralleri üretmek için kullanılan katı bir fosil yakıttır. Tortu katmanlarının altına gömülmüş fosilleşmiş bataklıklarda bulunur. Kömür katı olduğu için ham petrol veya doğal gazla aynı şekilde çıkarılamaz; yerden kazılması gerekmektedir.

Nükleer enerji, başta uranyum olmak üzere, maden cevherinden çıkarılan ve daha sonra yakıtı rafine edilen radyoaktif elementlerden gelmektedir (BYJU'S, 2014).

Yenilenebilir enerji, fosil yakıtlara dayanan geleneksel enerjiye bir alternatiftir ve çevreye çok daha az zararlıdır. Genellikle temiz enerji olarak adlandırılan yenilenebilir enerji, doğal kaynaklardan veya sürekli yenilenen süreçlerden gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, biyokütle ve jeotermal enerjisi olarak sıralanmaktadır (IEA, 2020).

Yenilenemez enerji kaynaklarının tüketiminin azaltılması için, yenilenebilir enerji kullanımı da artmış, ancak Dünyanın her yerindeki enerji talebini karşılamak için yeterli olmamıştır. Gezegenimize zarar vermeden ihtiyaç duyulan enerji miktarını elde etmek için, temiz enerji kullanmak tercih edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına geçilerek Dünyanın gelecekte yaşayabileceği enerji krizinin önüne geçilebileceği söylenebilir. Ancak, tüm ülkelerin enerji etkin binalara odaklanması ile enerji talebinin kontrol edilip azaltılması mümkün olabilecektir. Günümüzde enerji verimli binalara yönelik iyileştirme ve geliştirme çalışmaları sürmekte olup, yine de artan enerji talebine ve hızla büyüyen talebe yapım sektörü ayak uydurmakta zorlanmaktadır (iweps, 2018).

Yenilenebilir ve yenilenemez enerji arasında farklılıklar, (tablo 2.1) görülmekte olup, tüketme, kaynaklar, çevresel etki, maliyet alt yapı gereksinimleri ve alan gereksinimleri çerçevesinde karşılaştırılmıştır.

Tablo 2.1. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji arasındaki farklılıklar (BYJU’S, 2014)

Yenilenebilir kaynaklar	Yenilenemez kaynaklar
Tüketme	
Yenilenebilir kaynaklar zamanla tükenemez	Yenilenemeyen kaynaklar zamanla tükenir
Kaynaklar	
Yenilenebilir kaynaklar güneş ışığı, su, rüzgar ve ayrıca jeotermal kaynakları da içerir.	Yenilenemez enerji, kömür ve petrol gibi fosil yakıtları içerir.
Çevresel etki	
Yenilenebilir kaynakların çoğu düşük karbon emisyonuna ve düşük karbon ayak izine sahiptir.	Yenilenemeyen enerji, nispeten daha yüksek bir karbon ayak izine ve karbon emisyonuna sahiptir.
Maliyet	
Yenilenebilir enerjinin ilk yatırım maliyeti yüksektir. Örneğin, yenilenebilir enerjiyle çalışan teknolojileri kullanarak elektrik üretmek, onu fosil yakıtlarla üretmekten daha maliyetlidir.	Yenilenemez enerji, nispeten daha düşük bir ilk yatırım maliyetine sahiptir.
Altyapı Gereksinimleri	
Yenilenebilir enerjinin üretilebilmesi için altyapı aşırı derecede pahalıdır ve çoğu ülkede kolayca erişilebilir değildir.	Çoğu ülkede yenilenemeyen enerji için uygun maliyetli ve erişilebilir altyapı mevcuttur.
Alan Gereksinimleri	
Özellikle rüzgar çiftlikleri ve güneş çiftlikleri geniş bir arazi/açık deniz alanı gerektirir	Nispeten daha düşük alan gereksinimleri bulunmaktadır.

2.2.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Fosil yakıtların olumsuz çevresel etkilerinden dolayı gelişmiş ülkelerde, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanan güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji, biyoenerji, hidrojen, dalga ve rüzgâr enerjisi hakkında çok ciddi AR-GE çalışmaları yapılmaktadır (Honça, 2018).

Tablo 2.2. Yenilenebilir enerji kaynakları ve bazı kullanım örnekleri (IRENA, 2018).

Enerji kaynakları	Faydaları	Sınırlamaları	Kullanım Örneği
Güneş	-Güneş sonsuz bir enerji kaynağıdır. -Enerji tüketimini azaltır. -Hava kirliliğini azaltır.	- Güneş enerjisinin kullanımı için ilk yatırım maliyeti oldukça yüksektir. -Hava koşullarına bağlı.	-Fotovoltaik paneller -Termal güneş paneli -Güneşli su ısıtıcılar

	-İklim değişikliğiyle mücadeleye yardımcı olur.	- Güneş enerjisi depolaması pahalıdır. - Güneş panelleri çok alan kaplar.	
Rüzgâr	- Rüzgar enerjisi temiz bir enerji kaynağıdır, ve diğer enerji türleri gibi havayı kirletmez.	Rüzgar enerjisinin kullanımı için ilk yatırım maliyeti yüksektir.	-Rüzgar değirmeni. -Rüzgar türbini.
Jeotermal	-Jeotermal enerji doğal olarak yenilenir ve bu nedenle tükenme riski taşımaz	-Jeotermal altyapısı maliyeti yüksektir. -Dünyanın belirli bölgelerinde depreme dayanıksız olabilmektedir.	-Kuru Buhar Santrali. - Flaş Buhar Santrali. -İkili Buhar Enerji Santrali.
Hidroelektrik	- Hidroelektrik enerji üretimi için değerlendirilirken tarım alanlarının sulanması, tahıl öğütülmesi gibi kullanılmaktadır.	Hidroelektrik santralının ilk kurulum maliyeti nispeten yüksektir. İnşaat edilen hidroelektrik santraller ekosistemin dengesi zarar vermektedir.	-Su Tutma Tesisleri - Akarsu Tesisleri - Barajlar Ve Elektrik Santralleri.
Biyokütle	-Biyolojik atıkların değerlendirilmesi	Bitkilerin büyümesi zaman almaktadır. Ayrıca, fosil yakıtlar yerine biyokütleyi kullanabilen yaygın bir teknolojiye henüz ulaşılmamıştır.	Biyogaz (katı atık, tarım atığı), Sıvı Biyoyakıtlar (kauçuk tohumu, yosun, bitkisel yağ, vd), Odun, kömür

2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş, ekonomik olarak rasyonel olan yenilenebilir enerji kaynağıdır. İnsanlar binlerce yıldır ekin yetiştirmek, mekanları sıcak tutmak ve yiyecekleri kurutmak için

güneş enerjisinden yararlanmıştır. Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı'na göre (NREL), "güneşten dünyaya bir saatte herkesin bir yılda kullandığından daha fazla enerji düşmektedir." Bugün güneş enerjisi binaları ısıtmak, suyu ısıtmak veya elektrikli ev aletlerini çalıştırmak gibi birçok şekilde kullanılmaktadır. Solar veya fotovoltaiik (PV) paneller güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştüren silikon veya diğer malzemelerden yapılmaktadır. Güneş enerjisi sistemleri, tüm mahallelere güç sağlayan çatı panelleri aracılığıyla binalar için yerel olarak elektrik üretmektedir. Güneş çiftlikleri, güneş ışığını dönümlerce güneş pili üzerinde yoğunlaştırmak için aynalar kullanarak binlerce ev için güç üretebilmektedir. Güneş enerjisi sistemleri hava kirleticileri veya sera gazları üretmez ve doğru bir şekilde yerleştirildikleri sürece çevreye olumsuz etkisi bulunmamaktadır (EIA, 2018).

2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, enerji üretimi için ikinci en büyük yenilenebilir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisi en hızlı büyüyen yenilenebilir enerji teknolojilerinden biridir. Kısmen maliyetler düştüğü için kullanımı dünya çapında artmaktadır. IRENA'nın (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı) son verilerine göre, karada ve denizde rüzgâr üretim kapasitesi, son yirmi yılda neredeyse 75 kat artarak 1997'de 7,5 gigawatt'tan (GW) 2018'e kadar 564 GW'a ulaşmıştır. Rüzgâr elektriği üretimi 2009 ve 2013 yılları arasında ikiye katlanmış olup, 2016'da rüzgâr enerjisinden üretilen elektrik, üretilen toplam elektriğin %16'sını oluşturmuştur. Dünyanın birçok yerinde rüzgâr hızları yüksektir, ancak rüzgâr enerjisi üretmek için en iyi yerler bazen yerleşim alanlarından uzak bölgeler olabilmektedir. Açık deniz rüzgâr enerjisi için muazzam bir potansiyel sunmaktadır (Aarons & Vine, 2015).

2.2.3. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik, akan sudan elde edilen enerjidir. 2.000 yıldan daha uzun bir süre önce, antik Yunanlılar tahıl öğütmek amacıyla çarkları çalıştırmak için su gücünü kullanmışlardır. Günümüzde de elektrik üretmenin en uygun maliyetli yollarından biri olup yeterli su kaynağı bulunduğunda genellikle tercih edilen yöntemdir. Örneğin Norveç'te elektriğin %99'u hidroelektrik enerjiden üretilmektedir. Dünyanın en büyük hidroelektrik santrali, Çin'deki 22,5 gigawatt'lık Three Gorges Barajı'dır. 70 milyon ila 80 milyon haneyi beslemeye yetecek kadar yılda 80 ila 100 terawatt saat elektrik üretilmektedir. Hidroelektrik enerjinin temel prensibi, türbinleri çalıştırmak için su

kullanmaktır. Hidroelektrik santraller, barajlı ve rezervuarlı veya barajsız olmak üzere iki temel konfigürasyondan oluşmaktadır. Büyük bir rezervuara sahip olan hidroelektrik enerjisinin üretildiği barajların, en yüksek talebi karşılamak için suyu kısa veya uzun süreler boyunca depolanabilmektedir. Tesisler ayrıca gece veya gündüz kullanımı, mevsimlik depolama veya hem pompalama hem de elektrik üretimi için pompalı depolamalı tersinir tesisler gibi farklı amaçlar için daha küçük barajlara bölünebilmektedir. Genellikle küçük ölçekli hidroelektrik tesisler daha çevre dostu bir seçenek olarak görülmektedir (<https://irena.org/>,2011).

2.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, dünyanın iç katmanlarından elde edilen ısıdır. Su ve/veya buhar, jeotermal enerjiyi Dünya yüzeyine taşır. Jeotermal enerji, özelliklerine bağlı olarak ısıtma ve soğutma amacıyla veya temiz elektrik üretmek için kullanılabilir. Ancak elektrik üretimi için genellikle tektonik olarak aktif bölgelere yakın konumlanmış yüksek veya orta sıcaklıklı kaynaklara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu önemli yenilenebilir kaynak İzlanda, El Salvador, Yeni Zelanda, Kenya ve Filipinler gibi ülkelerdeki elektrik talebinin önemli bir bölümünü ve İzlanda'daki ısıtma talebinin %90'ından fazlasını karşılamaktadır. Başlıca avantajları hava şartlarına bağlı olmaması ve kapasite faktörlerinin çok yüksek olmasıdır; bu nedenlerle, jeotermal enerji santralleri elektrik üretme ve bazı durumlarda kısa ve uzun vadeli esneklik için yan hizmetler sağlama yeteneğine sahiptir (<https://EPA.org>, 2017).

2.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisinin kullanımı, “geleneksel” ve “modern” olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Geleneksel kullanım, odun, hayvan atıkları ve geleneksel odun kömürü gibi formlarda biyokütlenin yakılmasını ifade etmektedir. Modern biyoenerji teknolojileri arasında küspe ve diğer bitkilerden üretilen sıvı biyoyakıtlar; biyo-rafineriler; artıkların anaerobik (oksijensiz, havasız) sindirimi yoluyla üretilen biyogaz, odun pelet ısıtma sistemleri ve diğer teknolojiler bulunmaktadır. Dünyanın yenilenebilir enerji kullanımının yaklaşık dörtte üçü biyoenerjiyi içerir ve bunun yarısından fazlası geleneksel biyokütle kullanımından oluşmaktadır. Biyokütle enerji, yenilenebilir enerjinin %55'ini ve küresel enerji arzının %6'sından fazlasını oluşturan, dünyadaki en büyük yenilenebilir enerji kaynağıdır (<https://worldbioenergy.org/>, 2021).

Biyokütle, Brezilya, Hindistan ve Çin gibi artan talebi karşılamakta zorlanan kalabalık ülkelerde enerji arzını artırma konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Benzinin yenilenebilir bir alternatifi olan sıvı biyoyakıtlar çoğunlukla ulaşım sektöründe kullanılmaktadır (<https://iea.org>, 2021).

2.3.YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMINDA MİMARIN ROLÜ

Tüm dünyanın, artık görmezden gelemeyeceği ve temelde fosil yakıt ve enerjilerin kötüye kullanılmasından kaynaklanan iklim değişikliği konularını tartıştığı bir dönemde, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artık ana gündem konularından biri olmuştur.

Mimari tasarım yaklaşımlarında, enerji tüketim önlemlerinin bütünleştirilmesi, birçok çalışmanın konusu olmuş ve mimarlarının ilgisini çekmiştir. Bu çalışmalardan biri, Gonzalo ve Habermann (2012), tarafından yazılmış olan *Architecture and Energy Efficiency: Principles of Design and Construction* adlı kitaptır. Söz konusu kitapta yazarlar mimari tasarım yaklaşımlarında, enerji tüketim önlemlerinin bütünleştirilmesi gereğini şu şekilde ifade etmektedir: “.... *Binaların enerji gereksinimleri karşılanmalıdır... Aynı zamanda, iç mekanların yaşam kalitesinin sağlanması için sıcaklık, aydınlatma düzeyleri de dikkate alınmalıdır.*” (Gonzalo ve Habermann, 2012).

Fathy (1986), *Natural Energy and Vernacular Architecture* adlı kitabında, geleneksel mimarinin ve yerel mimarinin önemi, doğal mimarinin üretilmesinde çağdaş mimari tasarımda enerji kullanımının çözümlerinden bahsetmektedir. Fernandez G., ve Fernandez L. (2000), *Fire and Memory on Architecture and Energy* adlı kitabında, termodinamiğin iyimser yanını temsil eden pasif, biyoiklimsel, organik mimariyi savunarak mimarlık ve enerji arasındaki tarihsel ve teorik ilişkiyi yeniden kurgulamıştır.

Bu referanslara ek olarak, yenilenebilir enerji ve özellikle güneş enerjisi üzerine yapılan araştırmalar, yirminci yüzyılın başında ağırlıklı olarak geliştirilmiştir.

3. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: FAS'TA YENİLENEBİLİR ENERJİ VE YAPIM SEKTÖRÜNDE KULLANIMI

3.1.FAS HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Fas, Fas Krallığı | Al Mamlakah al-Maghribiyah, Afrika'nın kuzey bölgesinde bir ülkedir (458.730 km²). Kuzeyde Akdeniz, doğu ve güneydoğuda Cezayir, güneyde Moritanya ve batıda Atlantik Okyanusu ile çevrilidir. Ülke dört ana topoğrafi bölgeye ayrılmakta, 446.550 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Ülkenin nüfusu 36.3 milyon (2021'de); başkenti Rabat, en büyük şehri Kazablanka'dır. Konuşulan diller Arapça (resmi), birkaç Berberi lehçesi (Amazigh) ve Fransızca'dır (HCP, 2022).

Fas'ın Fransa'dan bağımsız olmak için verdiği uzun mücadele 1956'da sona ermiştir. Fas, İslami, iki meclisli parlamenter monarşi rejimiyle idare edilmektedir. Devletin başı kraldır. Kral, hem siyasi hem de manevi liderdir, "Müminlerin Emiri"dir; Bakanlar Kuruluna başkanlık etmekte ve çeşitli hükümet üyelerini seçmektedir (<https://nationsonline.org>, 2022).

Sahra'nın kuzeyindeki Fas'ın çoğu, özellikle kıyılar boyunca, ılıman yağışlı kışlar ve sıcak ve kuru yazlar ile tipik bir Akdeniz iklimine sahiptir. Yağışlı mevsim genellikle Ekim'den Nisan'a kadar uzanmaktadır. Şiddetli sağanak zaman zaman yıkıcı sellere neden olmaktadır (Britanica, 2019).

Aşağıdaki haritada, (Şekil 3.1) Kuzey Afrika'nın batı bölgesinde, yer alan Fas Krallığı görülmektedir.



Şekil 3.1. Dünya haritasında Fas'ın yerleşimi (<https://morocomap360.com>)

3.1.1. Fas'ın Coğrafyası ve İklim Durumu

Fas'ın iklimi, ülkenin kuzeyinden güneyine kadar olan bölgelerde önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Hem yağış hem de sıcaklık, batıda Atlantik Okyanusu, kuzeyde Akdeniz ve güney ve güneydoğuda Sahra Çölü'nden güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Ülkenin yağışlarının çoğu Ekim ve Mayıs ayları arasında gerçekleşmektedir. Avrupa ve Atlantik Okyanusu'ndan tropikal hava sistemlerinin getirdiği bulutlu ve soğuk hava, kuzeyden güneye doğru Atlas Dağları'ndan da etkilenecek yağış oranının azalmasına neden olmaktadır. Ülkenin kurak ve yarı kurak güney ve güneydoğu kesimlerinde sıcaklıklar genellikle yüksektir, kuzeydeki dağlık bölgelerde ise Kasım ve Nisan ayları arasında yağış ve kar görülebilmektedir. Fas'ta çoğunlukla, özellikle kıyı boyunca, ılıman, yağışlı kışlar ve sıcak ve kuru yazlar ile tipik bir Akdeniz iklimi yaşanmaktadır. Yıllık ortalama 1.200 mm yağışla, yağışlı sezon, Kasım'dan Mart'a kadar uzanmaktadır. Güney çok daha kuru olup her yıl ortalama olarak yaklaşık 100 mm yağış almaktadır. Yaz aylarında, kıyı boyunca sıcaklık 18°C ile 28°C arasında değişebilmekte iç kesimlerde 35°C'ye kadar çıkabilmektedir. Kışın ise, sahil boyunca sıcaklıklar 8°C ile 17°C arasında değişebilmekte iç dağlık alanlarda 0°C'nin altına düşebilmektedir. Akdeniz kıyıları, Atlantik kıyıları, Rif dağları, Atlas sıradağları ve Sahra çölü Fas'ın başlıca coğrafi bölgeleridir (HCP, 2018). Tanca, başkent Rabat, Kazablanka (Fas'ın

en büyük şehridir) ve Agadir gibi bazı kentleri Atlantik ovalarının kıyısında yer almaktadır (Le Climat Du Maroc, maroc Météo, 2022).



Şekil 3.2. Fas'ın haritası (mapsdumaroc, 2018)

3.1.2. Fas'ta İklim Bölgeleri

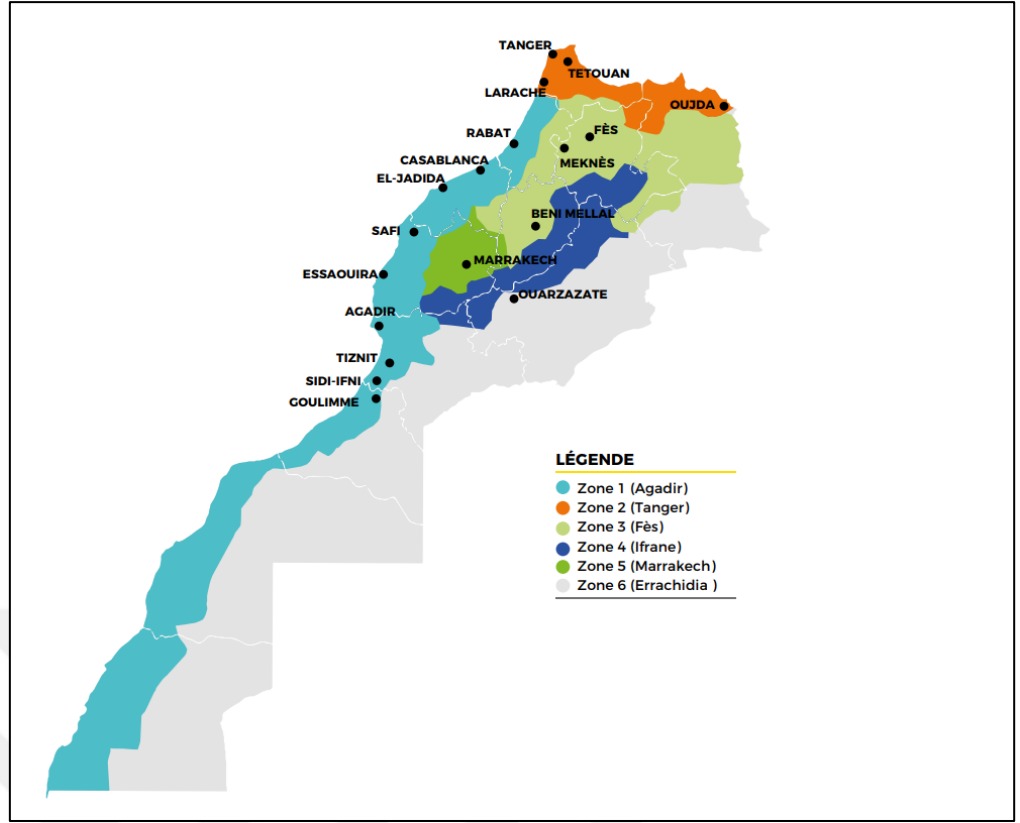
Fas'ta Termal Bina Yönetmeliği'nin kolay ve verimli bir şekilde uygulanması için, ADEREE, (Ulusal Yenilenebilir Enerjilerin Geliştirilmesi ve Enerji Verimliliği Ajansı) tarafından, altı iklim bölgesini içeren bir iklim bölgeleri haritası geliştirilmiştir. Bu bölgeler, iklimsel olarak aşağıdaki şehirler tarafından temsil edilmektedir (ADEREE, 2019).

Tablo 3.1. Fas'taki mevcut olan iklim bölgeleri (RTCM, 2016)

Bölge 1	Kuzey Atlantik Bölgesi: Agadir, Casablanca, Rabat
Bölge 2	Doukkala Ve Souss Ovaları: Tanger, Al Hoceima, Nador
Bölge 3	Akdeniz Kıyı Şeridi Ve Kırsal – Rif: Fes, Meknes, Oujda
Bölge 4	Orta Ve Yüksek Atlas Dağları: Ifrane, Midelt
Bölge 5	Anti-Atlas: Marrakech
Bölge 6	Sahra çölü: Errachidia, Ouarzazate

Fas farklı iklim bölgelerine ayrıldığı için RTCM sistemi (Fas'ta Termal Bina Düzenlemeleri) iyi bir çözüm olarak kabul edilmekte olup, iklim imarlı binalar için ısı performans gereksinimlerinin birleştirilmesine dayanmaktadır. RTCM'in iki tane prensibi vardır, birincisi, bir binanın tüketebileceği maksimum enerjiyi belirleyen performansa, ikincisi ise, iklim bölgesine göre bina kabuğunun termal özelliklerini tahmin edilmesine dayanmaktadır. Tablo (3.1)'de görüldüğü gibi, altı tane iklim bölgesi bulunmakta olup her bölgede, binaların enerji performansı farklı davranmaktadır (<https://trusted-energy.com>, 2019).

Fas'taki Termal Bina Yönetmeliğine göre, farklı iklimlere sahip altı iklim bölgesini içeren iklim bölgesi haritası benimsenmektedir. Şekil (3.3)'deki haritada bu bölgeler detaylı bir şekilde görünmekte olup nemli, yarı nemli, yarı kurak, kurak, Atlantik Okyanusu ve Akdeniz olarak adlandırılmıştır (<https://amee.ma/>).



Şekil 3.3. Fas'ta binalardaki termal düzenlemelerin ihtiyaçlarına göre uyarlanmış iklim bölgeleri haritası (RTCM, 2016)

Bölge 1 (Z1); Nemli iklim bölgesi: Kuzey Atlantik bölgesini temsil etmekte-olup Fas'ın batı şeridindeki şehirleri içermekte, bu bölge temel olarak nemli iklimi ile bilinmektedir. Atlantik kıyısındaki iklim, yaz ve kış aylarında, ılıman bir iklime sahiptir.

Bölge 2 (Z2); Atlantik Okyanusu iklim bölgesi: Fas'ın Kuzey kısmını temsil etmektedir. Okyanus etkisi olan bir Akdeniz iklimine sahiptir.

Bölge 3 (Z3); Akdeniz iklimi bölgesi: Akdeniz kıyı şeridi ve kırsal bölgeleri temsil etmekte olup bu bölgenin iklimi yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılımandır, Rif bölgesi en sık yağmur yağan yeridir.

Bölge 4 (Z4); Yarı nemli iklim bölgesi: Orta ve yüksek Atlas dağlarını temsil etmekte olup Atlas-sıradağlarında dağ iklimi hakimdir. Yağış Orta Atlas'ta yüksek, Yüksek Atlas'ta daha düşüktür. Ortalama sıcaklıklar kışın -18° , yazın 20° arasında değişebilmektedir.

Bölge 5 (Z5); Yarı kurak iklim bölgesi: Anti- Atlas olarak adlandırılmaktadır. Bu bölgede, yüksekliğe bağlı olarak iklim farklılık göstermektedir. Yazlar dağlarda sıcak

ve ılıman, ovalarda ve büyük şehirlerde ise kapalı bir havaya sahiptir. Bu bölgelerde nem düşüktür, ortalama sıcaklıklar kışın 10 derece, yazın ise 27 ile 40 arasındadır. Bölge 6 (Z6); Kurak iklim bölgesi: Sahra iklimi Atlas Dağları'nın güneyindeki bölgeyi içermektedir. Tipik bir çöl iklimidir. Yağışlar neredeyse yoktur. Hava kışın ortalama 14 derece, yazın ortalama sıcaklık 40 derecenin üzerine çıkabilmektedir (RTCM, 2016).

3.2.FAS'TA ENERJİ TÜKETİMİ VE KULLANIMI

Enerji tüketimi, tüketilen enerji (faydalı enerji) ile binanın kendisi tarafından harcanan enerji arasındaki denge noktasını ifade etmektedir. Bu durum, hizmet kalitesini düşürmeden enerji harcaması optimize edilmiş bir binanın çalışması olarak tanımlanabilir (Oze energies, 2020).

Fas'ta, yıllık enerji tüketimi (tüm kaynakların toplamı) kişi başına ortalama 0,5 ton petrol eşdeğeridir ve her yıl %4,3 oranında artmaktadır (AMEE, 2016).

Enerji verimliliği, aynı görevi gerçekleştirmek veya aynı sonucu üretmek için daha az enerji kullanmak demektir. Enerji verimli binalar, çeşitli alet ve elektronik cihazları ısıtmak, soğutmak ve çalıştırmak ile enerji verimli üretim tesislerinde, üretim için daha az enerji kullanmaktadırlar (IEA, 2018).

Enerji verimliliği, sera gazı emisyonlarının oluşumu ile enerji ithalatı talebini azaltmak ve maliyetleri düşürmek gibi çeşitli faydalar sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojileri de, bu hedeflere ulaşılmasına yardımcı olmaktadır. Enerji verimliliğini artırmak fosil yakıtların kullanımını azaltmanın en ucuz ve çoğu zaman en hızlı yoludur. (<https://amee.ma>).

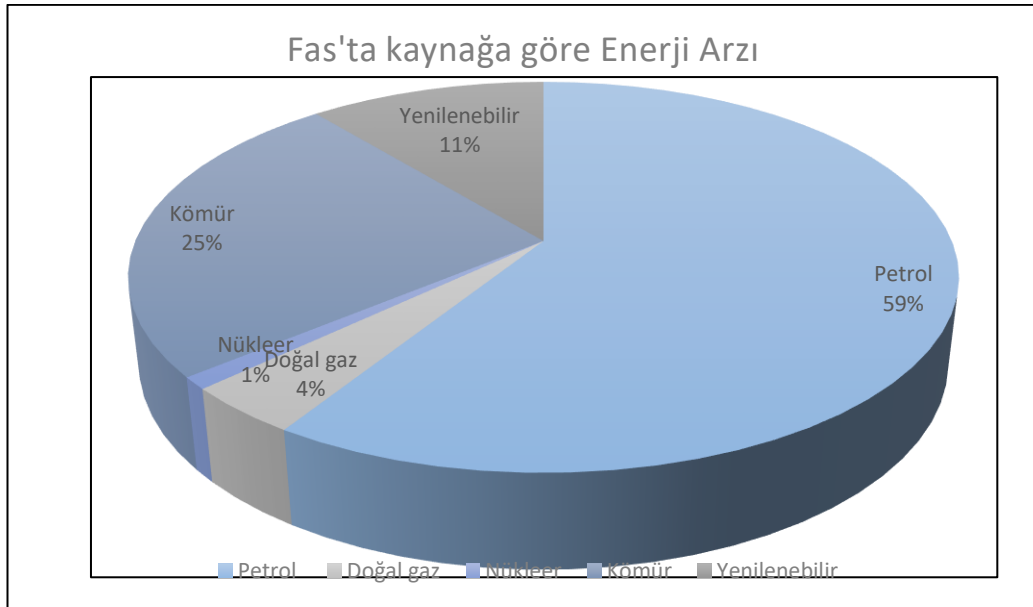
Mimarlar, bina verimliliğini optimize etmek ve daha sonra yenilenebilir enerji teknolojilerini birleştirerek sıfır enerjili binaların yaratılmasına öncülük etmek için çabalamaktadırlar. Mevcut binalarda da enerji kullanımını ve maliyetlerini azaltmak için değişiklikler yapılabilmektedir. Bunlar, LED ampullerin kullanımı ve enerji tasarruflu cihazları seçmek gibi küçük adımları veya binalara yalıtım yapılması ve hava koşullarına karşı iyileştirme gibi daha büyük çabaları içerebilmektedir (<https://eesi.org>).

Fas, Kuzey Afrika ve Orta Doğu'da IEA Derneği ile birlikte çalışan ilk ülke olmuştur. Esasen güneş, rüzgar ve hidroelektrik olmak üzere bol miktarda yenilenebilir enerji

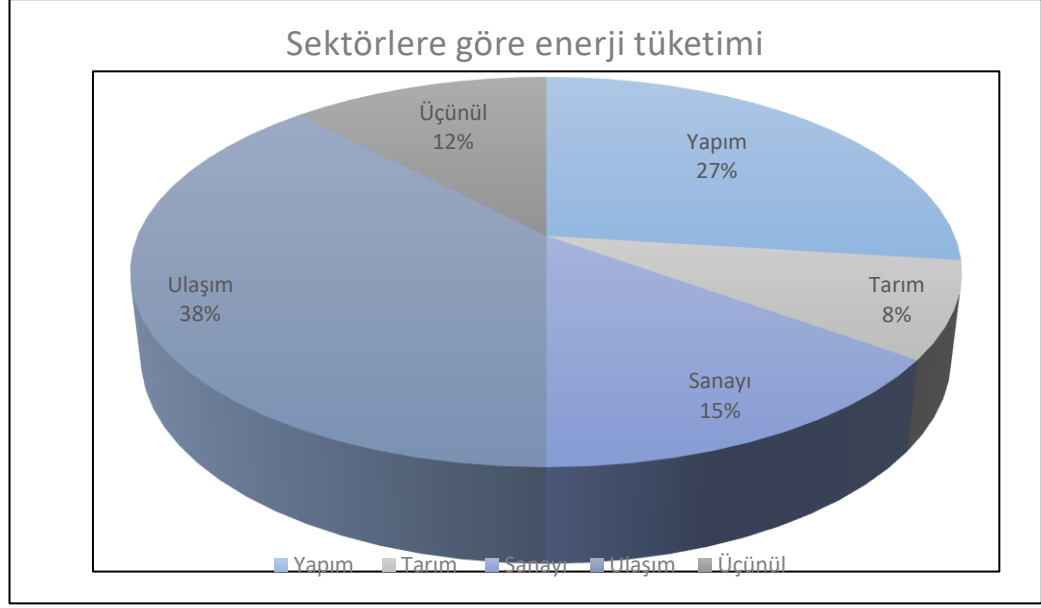
kaynağına sahiptir. Enerji verimliliği önlemlerini uygulamaya koyan ilk ülkeler arasında olan Fas, temiz enerji teknolojilerinin yaygınlaştırılmasında bölgesel bir liderdir. Fas, enerji faturasını azaltmak için, enerjinin tüm alanlarda, ekonomik ve sosyal aktivitede daha iyi kullanılması yoluyla 2030 yılına kadar yaklaşık %20 enerji tasarrufu sağlamayı hedefleyen ulusal bir enerji verimliliği stratejisi benimsemiştir (IAE, 2018).

Fas'ta, tüm ülkelerde olduğu gibi, enerji, ekonomik ve sosyal kalkınmanın ana itici gücüdür. Büyüyen ekonomisinin ve nüfusunun artan enerji ihtiyacını karşılamak için Fas, kendi kaynaklarının kıtlığı nedeniyle şu anda enerji arzının % 97'sinden fazlasını ithal etmektedir. Bunun için Fas, Kuzey Afrika'daki en büyük enerji ithalatçısı olarak kabul edilmekte olup, enerji sektörü son yıllarda belirgin bir geçiş süreci-yaşamaktadır (Zouiri et al. 2019).

Fas, sınırlı yenilemez enerji kaynaklarına sahip olan bir ülke olup özellikle petrol, kömür ve hatta elektrik ithalatı açısından enerji ürünlerinin arzında dışa bağımlıdır. Doğal gaz ve kömür tükenmiştir (Debbarih, 2004). Bu da Fas'taki enerji kaynaklarının eksikliği göstermektedir. Şekil (3.4)'de görüldüğü gibi yenilenebilir enerji kullanımı sadece %11 düzeyinde kalmakta, ağırlıklı olarak petrol (%59) kullanılmaktadır.



Şekil 3.4. Fas'ta kaynağına göre Enerji Arzı (TPES) (<https://irena.org/>)



Şekil 3.5. Fas'ta, 2019'inde sektörlere göre enerji tüketimi (Statista, 2019)

Şekil 3.5'de görüldüğü gibi, enerji tüketiminin en yüksek olduğu sektör ulaşım (%38) olup, yapım sektörünün enerji tüketimi açısından oranı %27 olup ikinci sırada gelmektedir.

Fas Hükümeti çeşitli sektörlerde bir enerji verimliliği planının uygulamaya koyulması yoluyla, yaklaşık %12 ile %15 arasında enerji tasarrufu sağlamıştır ([https:// amee.ma/](https://amee.ma/)).

3.3.FAS'TA YAPIM SEKTÖRÜNDE YENİLEBİLİR ENERJİ KULLANIMI

Yapım sektörü yıllık enerji tüketiminde güçlü bir büyüme kaydeden Fas'taki başlıca enerji tüketen sektörlerden biri olup, tüketilen enerjinin % 27'i binalar tarafından kullanılmaktadır (<https://reeep.org>). Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin yapım sektörüne entegrasyonu, Fas'ın enerji sorunlarını aşmasını ve iklim değişikliği ile mücadelede hedeflerine ulaşmasını sağlayacak araçlardan biri olarak gösterilmektedir (ADEREE, 2019). Enerji verimliliğine ilişkin 47-09/2009 tarihli Fas yasasına göre, 'Fas'ın kalkınma süreci, yalnızca arzı arttırıp enerji tüketimini kontrol ederek enerji talebinde sabit bir artış sağlamaktır (Fas'ta enerji verimliliği kanunu, 2009).

Fas devleti tarafından konut ve hizmet sektörü binaları için planlanan enerji verimliliği önlemleri aşağıdaki tabloda açıklanmıştır:

Tablo 3.2. Yapım sektöründe, enerji kullanımının önlemleri (<http://4c.ma/>, 2018)

Enerji verimliliği önlemleri, yapım sektörü	Maliyet tahmini uygulama (M ABD Doları)	Azaltma potansiyeli kümülatif emisyonlar 2020-2030 (Mt CO₂-eq)
Koşulsuz eylemler		
Bina ve yapılar için enerji kullanımı: Fas'ta Termal İnşaat Yönetmeliği'nin konut ve üçüncül binalarda kabul edilmesi (RTCM)	18	2
Turizm binalarında enerji kullanımı: Turizm sektöründe aşağıdakileri içeren bir enerji verimliliği programının uygulanması: 300.000 düşük tüketimli lamba, 300.000 m ² güneş enerjili su ısıtıcısı ve Termal Bina Düzenleme Kodunun uygulanması	86	1
Enerji verimli şehir: Enerji, ulaşım ve atık yönetiminde verimli eylemlere odaklanan düşük karbonlu bir şehir modelinin kurulması	165	1
Koşullu eylemler		
Güneş enerjili su ısıtıcılarının geliştirilmesi için ulusal plan: 2030 yılına	945	15

kadar 1.700.000 m2 alan kaplayan güneş paneli sayısına ulaşmak amacıyla güneş enerjisi sektörünün geliştirilmesi		
Konut sektöründe enerji tasarruflu lambalar programı: Konut sektöründe 14.700.000 adet düşük tüketimli lamba kurulumu	18	14
Fotovoltaik güneş panellerinin kurulumu: 2030 yılına kadar toplam kapasitesi 1000 MWp olan alçak gerilim şebekelerine bağlı fotovoltaik güneş panellerinin teşvik edilmesi için bir programın uygulanması	2020	4
Kamu aydınlatmasında enerji verimliliği programı: Fas'ın büyük şehirlerinde kamu aydınlatmasında bir enerji verimliliği programının uygulanması	310	1
Enerji verimliliği önlemleri, Yapım sektörü	Maliyet tahmini uygulama (M ABD Doları)	Azaltma potansiyeli kümülatif emisyonlar 2020-2030 (Mt CO ₂ -eq)

Yapım sektörü, GSYİH'nın %6,6'sı ile Fas ekonomisinin kilit sektörünü temsil etmektedir. 2015 yılında yapım sektörü, Faslı çalışan nüfusun yaklaşık %9'unu, yani

yaklaşık 1 milyon kişiyi istihdam etmekteydi. 2022 yılında 1.2 milyona çıkarak 220.000 iş fırsatı yaratmaktadır (<https://mem.gov.ma>, 2022).

Enerji Verimliliği Alanındaki Ana Kamu Eylemleri:

Fas devleti, son 10 yıldır, binalarda enerji kullanımının azaltması ve daha verimli bir hale getirmek için, çeşitli yapılandırma programları aracılığıyla birçok gelişmeye yardımcı olmuştur.

Fas'ta konut binalarında Ulusal Enerji Verimliliği Kod Programı yardımıyla, ticari binalarda ve hastanelerde enerji verimliliğinin güçlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu programın ana bileşenleri aşağıda sıralanmaktadır:

- Yeni binalarda enerji verimliliği potansiyelinin tahmini;
- Binaların enerji performansını belirleyen ve ısıtma ve iklimlendirme ihtiyaçlarını yaklaşık %50 oranında azaltmayı hedefleyen genel inşaat yönetmeliklerinin geliştirilmesi;
- Binalarda EE (enerji verimliliği) standartları;
- Mimarlar, mühendisler ve teknisyenler için bir eğitim ve kapasite geliştirme platformunun oluşturulması;
- Örnek projelerin gerçekleştirilmesi.

2015 yılında, Avrupa Birliği, enerji verimliliği önlemlerinin ek maliyetlerini finanse ederek, konutlarda ve hizmet sektöründeki binalarda enerji verimliliği yasanın uygulanmasını desteklemek için bir girişim başlatmıştır ve bunları tanıtım projeleri haline getirmiştir. *Bina Enerji Verimliliği tanıtım projesi* adı verilen bu girişimin amacı, düşük maliyetli enerji verimliliği çözümlerini ve bu çözümlerin uygulanmasının önündeki engelleri belirlemektir (<https://mem.gov.ma>, 2020).

3.4.FAS'TA ENERJİ KULLANIMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ

Fas, %100 yenilenebilir enerjiye ulaşmak için tüm kaynaklara sahip bir ülkedir. Rüzgar ve güneş enerjisi açısından önemli bir potansiyele sahip olup, coğrafi konumu sayesinde önemli bir enerji üreticisidir. Bu nedenle, Fas, enerji politikasını, harekete geçirilebilecek her türlü yenilenebilir ve temiz enerjinin teşviki yoluyla tedarik kaynaklarının çeşitlendirilmesine ve ulusal kaynakların geliştirilmesine

yönlendirmektedir. Elverişli coğrafi konumu göz önüne alındığında, ülke önemli bir enerji potansiyeline sahiptir (Zouiri et al. 2019).

Yenilenebilir enerjiler hakkında 13-09 sayılı Kanuna göre yenilenebilir enerji şu şekilde tanımlanmaktadır: *‘Güneş, rüzgar, jeotermal, dalga ve gelgit enerjisi dahil, doğal olarak veya insan eylemiyle yenilenen tüm enerji kaynakları ile biyokütle, çöp gazı, kanalizasyon arıtma tesisi gazı ve biyogazdan gelen enerjidir’*(AMEE, 2015).

Fas, özellikle kıyı bölgelerinde güneş ve rüzgar enerjisi için önemli yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip bir ülkedir. Fas'ın konumu ve çöl çeşitliliği sayesinde, 500 km'si Akdeniz'de olmak üzere toplam 3500 km'yi aşan iki deniz cephesi ile, önemli miktarda güneş ışınlamından yararlanmaktadır.

Enerji ısıtma ve soğutma, aydınlatma veya sulama, günlük faaliyetler, tüketim kalıpları ve uygulamaları yoluyla tüketilmektedir. Bu faaliyetlerin çevre, iklim değişikliği ve yaşam kalitesi üzerinde etkisi görünmektedir. Daha fazla verimlilik ve çevreye saygı duymak için enerji tüketimini azaltacak çözümler bulunması gerekmektedir.

3.4.1. Fas'ta Güneş Enerjisi

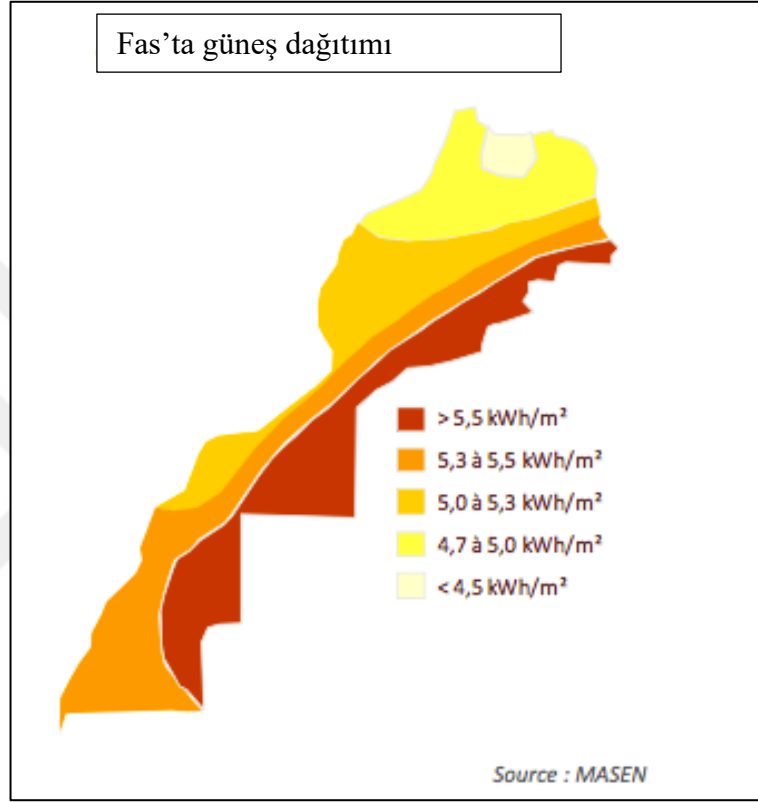
Fas'ta güneş enerjisinin yılda 3000 saat güneş ışığında 20.000 MW olduğu ve bunun metre kare başına 5,5 kW ile 4,5 kW arasında olduğu tahmin edilmektedir. (Neslen, 2018).

Fas'ın Ouarzazate şehrinde, dünyanın en büyük güneş enerjisi santrallerinden biri olan Noor Güneş Enerji Santrali bulunmaktadır. Noor Santrali, toplamda 580 MW kapasiteye sahip olup, güneş enerjisini kullanarak elektrik üretimi yapmaktadır. Bu santral, Fas'ın enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamakta ve aynı zamanda enerji ihraç etmektedir.

Fas'ta Enerji kullanımı, vatandaş, sivil toplum, özel sektör ve Fas devleti tarafından ulusal bir mesele olarak teşvik edilmektedir. Bu nedenle, yaklaşık on yıldır Fas, daha iyi enerji verimliliği için sıkı bir politika uygulayarak çevre ve iklime, iddialı bir enerji güçlendirme ve çeşitlendirme programı başlatmıştır (Noor güneş santrali) (Neslen, 2018).

“Noor güneş santrali”, Fas'ın merkezindeki Ouarzazate şehri yakınlarında 2019 yılına kadar kurulan 530 MW ile dünyanın en önemli CSP (konsantre güneş enerjisi) santrallerinden biridir. Bu enerji santrali iki teknolojiyi birleştirmekte olup birinci ve

ikinci kısımlar için mobil parabolik aynalar üçüncü kısımda ise güneş kulesi bulunmaktadır. 2021 yılına kadar “Midelt”, “Foum al ouad” ve “Sebkhat Tah” bölgelerinde, 1800 MW civarında, 3 benzer proje daha yapılmıştır. Şekil (3.9)’da Fas’ın güneş enerjisinden yararlanma haritası görülmektedir. Büyük bölümlerin üzerinde yılda 3.000 saat, güneş ışığı yaklaşık 5,5 kWh/m² ve doğu yönünden güneye doğru yoğunluk göstermektedir (ONE, 2019).



Şekil 3.6. Fas'ın güneş haritası. (MASEN 2015)

3.4.1.1. Fas'ta Mevcut Güneş Enerjisi Santralleri

Fas, güneş enerjisi projelerinin dağıtımını hızlandırmak için 2010 yılında Fas Güneş Enerjisi Ajansı (MASEN) kurulmuştur. Hükümet tarafından, CSP ve PV projeleri dahil olmak üzere 2023 yılına kadar 2000 MW 33 kurulmasına yönelik iddialı bir hedef açıklanmıştır. Tablo (3.3) Fas'taki mevcut ve yapım aşamasında olan güneş enerjisi santrallerini göstermektedir. 2024 yılına kadar, bütün projelerin başlatılmış olacağı öngörülmektedir. Sadece güneşi yoğun bölgelerde değil hemen hemen bütün Fas'ta yaygınlaşması, en yüksek kapasiteli projenin ise Sahra çölünün hemen yakınındaki 'Noor Midelt' olması planlanmakta olup, kapasitesinin ise 800 MW olacağı öngörülmektedir.

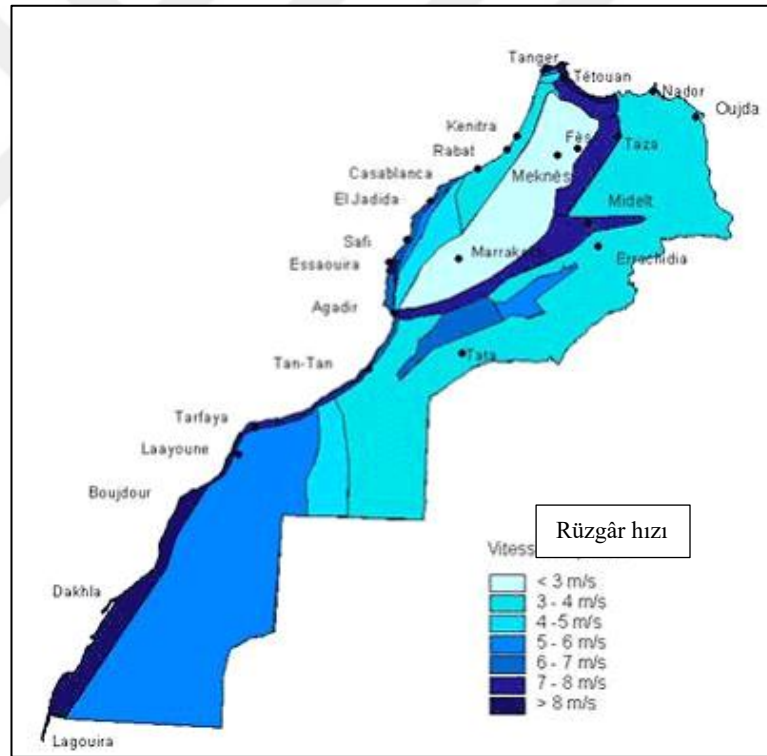
Tablo 3.3. Fas'ta mevcut ve yapım aşamasında olan güneş enerjisi santralleri
<https://mem.gov.ma>)

Projenin Sahibi	Kapasite (MW)	Yapılış Tarihi	Projenin Yeri
PHOTOVOLTAÏQUE MAROC	10	2024	Jerada
NOOR ATLAS, ONEE	200	2024	Boudnib
NOOR MİDELT	800	2024	Daraa-Tafilalt
GREEN POWER MOROCCO	30	2023	Tanger-Assilah
NOOR I, MASEN	400	2023	El Hajeb
NOOR BOUJDOUR II	350	2023	Boujdour
GOLDEN LOGISTICS	1	2022	Dakhla
GROUPE OCP	1	2022	Bengurir
SAFRAN NACELLES	1.69	2022	Nouacer
NEXANS MAROC	2.5	2022	Mohammedia
NOOR TAFILALET, ONEE	120	2022	Zagora
NESTLÉ MAROC	1	2021	El Jadida
GROUPE OCP	18	2021	Bengurir
NOOR BOUJDOUR I, ACWA POWER GROUPE	20	2018	Lâayoune Sakia El Hamra
NOOR OUARZAZATE II	200	2018	Ouarzazate
NOOR LAAYOUNE I	85	2018	Lâayoune
NOOR OUARZAZATE IV	72	2018	Ouarzazate
NOOR OUARZAZATE III	150	2018	Ouarzazate
NOOR OUARZAZATE I	160	2016	Ouarzazate

3.4.2. Fas'ta Rüzgâr Enerjisi

Fas'ta rüzgar enerjisinin kullanımı çok erken yıllarda kırsal alanlarda nüfusa ve hayvancılığa su sağlamak için çok kanatlı rüzgar türbinlerinin kullanılmasıyla başlamıştır; ancak rüzgar çiftlikleri kurarak elektrik enerjisi üretimi için kullanımı ,2000 yılında başlamıştır (Nfaoui et al, 2014).

3.500 km'den fazla kıyı şeridine sahip elverişli coğrafi konumu sayesinde, Fas, 6.000 MW olmak üzere, bölge genelinde yaklaşık 25.000 MW olarak tahmin edilen önemli rüzgar potansiyeline sahiptir. Fas'ın en rüzgarlı bölgeleri, Tangier-Tetouan bölgesinde Cebelitarık Boğazı tarafında, Essaouira bölgesinde, Tarfaya'dan Lagouira'ya kadar güney Atlantik bölgesi ve Atlas'ın zincir dağları arasındaki Taza koridorunun kuzeyin de yer almaktadır. Rüzgarlı bölgeler 8 m/s'den daha yüksek ortalama rüzgar hızları ile karakterize edilmektedir (Taya et al, 2020).



Şekil 3.7. Fas'ın rüzgâr hızı haritası (MASEN, 2015)

3.4.2.1. Fas'ta Mevcut Rüzgar Enerjisi Santralleri

Fas, 2030 yılına kadar elektriğinin %52'sini yeşil enerjiden üretme hedefinin bir parçası olarak, rüzgar bileşeninden 2 gigawattlık üretim yapılmasını planlamıştır. Son

zamanlarda başlamış veya kurulmakta olan 10 projenin ise, toplam üretim hedefinin %50'sinden fazlasını temsil edecek bir düzeyi yakalayarak, yaklaşık 1 GW enerji üretimi yapılması planlanmaktadır (Taya et al, 2020).

Fas'ta inşa edilen ilk rüzgar çiftliği, 2000 yılında işletmeye alınan Abdelkhalek Torres'tir. Fas'ın kuzeyinde, Tetouan bölgesinde yer alan ve 50,4 MW kurulu güce sahip bir rüzgar santralidir. Bu proje özel elektrik üretimi için yapılmıştır. Bu ilk deneyimden sonra, iki proje daha, 2007'de işletmeye alınan Essaouira'daki 60 MW'lık Amougdoul rüzgar santrali ve 2010'da hizmete giren 140 MW'lık Tangier rüzgar santrali, gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Tetouan bölgesinde 2019 yılında 32 MW'lık bir rüzgar çiftliğinin ardından, 5 MW'lık, kendi kendine elektrik üretimi planının bir parçası olarak Laâyoune bölgesinde 2011 yılında bir diğeri inşa edilmiştir. 2024 yılına kadar rüzgar enerjisi üretim hedeflerine ulaşmak için halihazırda birçok proje yürütülmektedir (ADEREE, 2016).

ADEREE, 27 meteoroloji istasyonu veya rüzgar santrali yapmıştır .Aşağıdaki tabloda mevcut ve yapım aşamasında olan rüzgar santralleri (Tablo 3.4) görülmektedir.

Tablo 3.4. Fas'ta mevcut ve yapım aşamasında olan rüzgar enerjisi santralleri (<https://mem.gov.ma>)

Projenin Adı	Kapasite (MW)	Yapılış Tarihi	Projenin Yeri
TAZA RÜZGAR SANTRALİ	150	2025	Taza
CAP CANTIN RÜZGAR SANTRALİ	108	2024	Marrakech-Safi
BIRANZARANE RÜZGAR SANTRALİ	200	2024	Dakhla
DAKHLA RÜZGAR SANTRALİ	40	2024	Dakhla
TANGER II RÜZGAR SANTRALİ	70	2024	Tanger
KOUDIAT BAIDA RÜZGAR SANTRALİ	200	2024	Tétouan
TISKRAD RÜZGAR SANTRALİ	100	2024	Laayoune
AFERKAT RÜZGAR SANTRALİ	80	2023	-

AKHFENNIR III RÜZGAR SANTRALI	50	2023	Laayoune
AM WIND RÜZGAR SANTRALI	100	2023	-
JBEL LAHDID RÜZGAR SANTRALI	270	2023	Essaouira
GHRAD JRAD RÜZGAR SANTRALI	80	2023	Foum El Oued
AFTISSAT II RÜZGAR SANTRALI	200	2022	Laayoune
BOUJDOUR RÜZGAR SANTRALI	300	2022	Laayoune
KHALLADI RÜZGAR SANTRALI	120	2021	Jbel Sendouq
OUALIDIA I RÜZGAR SANTRALI	18	2021	Safi
OUALIDIA II RÜZGAR SANTRALI	18	2021	Safi
MIDELT RÜZGAR SANTRALI	210	2020	Midelt
AFTISSAT I RÜZGAR SANTRALI	200	2019	Boujdour
AKHFENNIR II RÜZGAR SANTRALI	101.87	2017	Tarfaya
AKHFENNIR I RÜZGAR SANTRALI	101.87	2014	Tarfaya
TARFAYA RÜZGAR SANTRALI	300	2014	Tarfaya
FOUM EL OUED RÜZGAR SANTRALI	50.6	2014	Laayoune
HAOUMA RÜZGAR SANTRALI	50.6	2014	Fahs Anjra
TANGER I RÜZGAR SANTRALI	140	2011	Dhar Saadane
LAFARGE RÜZGAR SANTRALI	32	2010	Tanger-Tetouan

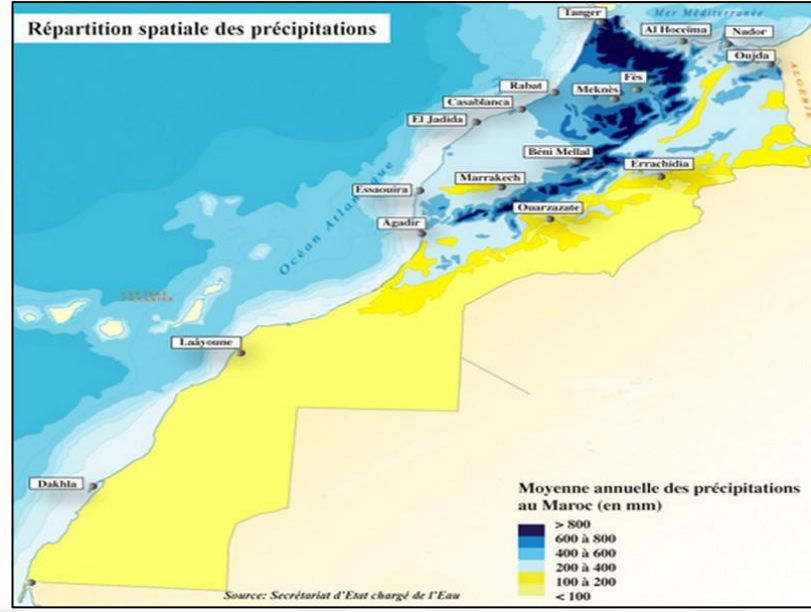
AMOUGDOUL RÜZGAR SANTRALİ	60	2007	Essaouira
ABDELKHALEK TORRES RÜZGAR SANTRALİ	50	2000	Tétouan

3.4.3. Fas'ta Hidroelektrik Enerjisi

Fas'ın hidroelektrik üretimi 2018'de 2,17 TWh'ye ulaşmıştır. Fas hidroelektrik santrallerinin kurulu gücü 2018 sonunda toplam 1.770 MW'a (Afrika toplamının %4.9'una) ulaşmış olup bu gücün %26'sı pompa depolamalı hidroelektrik santralinden oluşmaktadır (elektrik güç sistemleri tarafından yük dengeleme için kullanılan bir hidroelektrik enerji depolama türüdür). Fas, 2031'de 2.000 MW'a ulaşan hidroelektrik enerji üretme hedefini ortaya koymuştur ((<https://mem.gov.ma>, 2019).

Fas, yılda 5.000 GWh olduğu tahmin edilen önemli hidroelektrik potansiyeline ve tanımlanmış 200 Mikro Hidrolik Güç Santrali (MCH) sahasına sahiptir. Bu yenilenebilir ulusal kaynağı harekete geçirmek için önemli bir çaba sarf edilmiştir. Kurulu güç, 1956 ile 2007 arasında kapasitesini neredeyse dört katına çıkararak, 26 hidroelektrik santral aracılığıyla 317 MW'dan 1275 MW'a yükseltmiştir. Bugün, Fas'ta elektrik üretmek için, hidroelektrik enerji, kullanılan en önemli yenilenebilir kaynaktır. Ayrıca, hidroelektrik enerji, yağışların değişkenliğine bağlı olduğu için toplam enerji tüketimine katkısı düzensiz olabilmektedir (ONE, 2017).

Şekil (3.8) 2022 yılında, Fas'taki yıllık yağış dağılımını göstermektedir. Tüm Atlantik kıyılarında, Tanca (250 mm), Kazablanka (150 mm), Laguouira (100 mm) ülkenin güneyine doğru gidildikçe yağışların azaldığı görülmektedir. İç kısımlarda, dağ sıraları, diğer bölgelere göre daha yoğundur. Fas'ın güney ve güney doğusunda, 100 mm'nin altında yağış ve şiddetli kuraklık görülmektedir.



Şekil 3.8. Fas'ın yağış dağılım haritası. (MASEN, 2015)

3.4.3.1. Fas'ta Mevcut Hidroelektrik Enerjisi Santralleri

Tablo (3.5) Fas'ta mevcut ve yapım aşamasında olan hidroelektrik enerjisi santrallerini göstermektedir. MCH'ın kapasiteleri, 0,5 MW'dan 12 MW'a kadar değişebilmektedir. Bu istasyonlar, örneğin bir köyün ihtiyaçlarını karşılamaktadır. 2013 yılında lansmanı yapılan ve 2018 yılında faaliyete geçen ülke geneline yayılmış 22 proje, 2029 yılına kadar devam edeceği öngörülmektedir. Öte yandan, Fas'ın kuzey illerinde oldukça gelişmiş olan bu sektörün, güney illerinde çok daha geride olduğu belirtilmelidir (Vedie, 2020).

Tablo 3.5. Fas'ta mevcut ve yapım aşamasında olan hidroelektrik enerjisi santralleri (<https://mem.gov.ma>)

Projenin Adı	Kapasite (MW)	Yapılış Tarihi	Projenin Yeri
STEP IFAHSA	300	2029	Al Hoceima
IMEZDILFANE HİDROELEKTRİK KOMPLEKSİ	128	2026	Beni Mellal- Khénifra
AGDEZ HİDROELEKTRİK SANTRALİ	18.5	2026	Draâ-Tafilalet

AİT BOUGEMAZ	9.8	2023	Beni Mellal-Khénifra
BAB OUENDER	30	2023	Taounate
BOUTFERDA	18	2023	Azılal
MELLOUL-1	24	2023	Azılal
MELLOUL-2	24	2023	Azılal
SOURCES DE L'OUM ER-RBİA	7.2	2023	Khénifra
TAMAJOUT	30	2023	Azılal
TILOUGGUIT I	30	2023	Azılal
MERİJA	6	2022	Casablanca-Settat
OUED ZA	6.7	2022	Taourirte
MACHRAA SFA	6	2022	Casablanca-Settat
STEP ABDELMOUMEN	300	2022	Agadır
ABDELMOUMEN MIKROSANTRALI	12	2021	Sous-Massa
HASSAN II	11.7	2021	Mıdelt
SIDI CHAHED	1.3	2021	Meknes
SİDİ DRİSS	3.15	2021	Marrakech-Safi
SİDİ SAİD	1.98	2021	Zaida-Midelt
WİRGANE	6.6	2021	Marrakech-Safi
TAMESLOUHTE	2.5	2021	Marrakech-Safi

3.4.4. Fas'ta Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, enerjiye dönüştürülebilen tüm organik maddeler demektir. Organik madde, bitki kökenli malzemeleri (gıda artıkları, odun, yapraklar) ve hayvansal kökenli malzemeleri (hayvan karkasları, topraktaki canlı organizmalar) ifade etmektedir.

Fas, biyokütle enerjisi üretimi açısından çok önemli bir potansiyel oluşturan 9 milyon hektar orman alanına sahiptir. Bununla birlikte, Fas'ta geleneksel enerji türleri (odun, odun kömürü, bitki atıkları) kullanımı da yaygındır. Yakacak odunun çoğu, ticari yollardan geçmeden, doğrudan halk tarafından toplandığı için, yıllık tüketilen miktarların değerlendirilmesini kesin olarak tahmin etmek zordur. Biyokütle enerjisi,

Fas'ın toplam enerji tüketiminin yaklaşık üçte birini oluşturmakta olup yılda 30.000 hektardan fazla orman kaybına neden olmaktadır. Toplam biyokütle odun enerjisi tüketiminin yıllık 10 milyon m³ olduğu tahmin edilmektedir. Kırsal alanlarda odun enerjisi kullanımının yemek pişirme ve ısıtma için %88 ve kentsel alanlarda hamamlar ve fırınlar için %12 oranında olduğu düşünülmektedir (MEM, 2019).

Fas'ta biyokütle potansiyeli, Enerji ve Maden Bakanlığı'nın son rakamlarına göre, 11.5 milyon MWh/yıl olarak tahmin edilmektedir. Bu potansiyel, Tablo (3.6) görüldüğü gibi, yeşil atık (3 milyon MWH), tarım (6,6 milyon MWh/yıl), ormancılık (1,7 milyon MWH) ve atık su (0,2 milyon MWH) şeklinde dağılmaktadır (Enerji ve Maden Bakanlığı, 2019).

Tablo 3.6. Fas'ta biyokütle enerjisi potansiyeli (MEM, 2019)

Yer	Orman Odunu (t)	%	Meyve ağaçların odunu	%	Tarımsal biyokütle (t)	%	Toplam (t)	%
Kentsel	887.982	70%	230.789	18%	155.030	12%	1.273.801	11,3%
Kırsal	5.078.866	51%	1.920.404	19%	3.030.186	30%	10.029.456	88,7%
Toplam	5.966.848	53%	2.151.193	19%	3.185.216	28%	11.303.257	100%

3.5. FAS'TA ENERJİ VERİMLİLİĞİ YASASI NO 47-09

Fas, tüm ekonomik ve sosyal sektörlerde, özellikle liman ve havaalanı altyapısı, otoyollar, sanayi, tarım, turizm ve yeni şehirlerin kurulması alanlarında tamamlanan

veya devam eden büyük projelerle vurgulanan kalkınma, sürekli büyümeye yolundadır. Bu nedenle, enerji talebi de artmaktadır.

Enerji verimliliği artık fosil yakıtlar, yenilenebilir enerjiler ve nükleer enerjiden sonra dördüncü bir enerji olarak kabul edilmektedir. Fas'ın amacı, enerji ihtiyaçlarını karşılamak için enerji tüketimini rasyonelleştirme ve iyileştirme ihtiyacını göz önünde bulundurarak, ekonomik ve sosyal faaliyetlerin tüm alanlarında daha iyi bir enerji kullanımı sağlamaktır.

Ülkenin enerjide neredeyse tamamen dışa bağımlılığı ve enerji fiyatlarındaki önemli dalgalanma bağlamında, Fas'ın önemli enerji potansiyelinden yararlanmayı amaçlayan yeni enerji stratejisinin bir parçası olarak, iddialı bir enerji verimliliği politikası uygulama ihtiyacı bulunmaktadır. Bu politika, kurumsallaşmış bir enerji verimliliği yönetim sistemi, yeterli bir yasal ve düzenleyici çerçeve ve uygun normlar ve standartlar oluşturarak Fas hükümeti ile müteahhitler arasındaki ilişkiyi açıklığa kavuşturmayı amaçlamaktadır.

Enerji Verimliliği Yasası'nın (No 47-09) amacı, enerji kaynaklarının kullanımında enerji verimliliğini artırmak, israfı önlemek, enerji maliyetlerinin ülke ekonomisi üzerindeki yükünü azaltmak ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmaktır. Uygulaması temel olarak enerji performansı, enerji verimliliği gereklilikleri, enerji etki çalışmaları, zorunlu enerji denetimi ve teknik denetim ilkelerine dayanmaktadır (Bkz. Ek-1).

Ayrıca, enerji verimliliği tekniklerini tüm sektörel kalkınma programlarına sürdürülebilir bir şekilde entegre etmeyi, sanayi şirketlerinin enerji tüketimlerini rasyonelleştirmeye teşvik etmeyi, enerji denetimlerini yaygınlaştırmayı, sektöre özel enerji verimliliği yasaları oluşturmayı, güneş enerjili su ısıtıcılarının gelişimini teşvik etmeyi ve kamu aydınlatmasına uyarlanmış düşük enerjili lambaların ve ekipmanların kullanımını yaygınlaştırmayı da amaçlamaktadır (SENTISSI, 2022).

4. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: FAS'TAKİ YAPI UYGULAMALARINDA ENERJİ KULLANIMININ DEĞERLENDİRMESİ

4.1.ÖRNEKLEMİN TANITILMASI

Enerji sağlamak için kullanılan fosil yakıtların olumsuz etkilerinden kaçınmak için çoğu ülke bina tasarımını ve enerji sağlamaya yönelik tutumlarını değiştirmiştir. Sürdürülebilir tasarım yaklaşımında, enerji üretimi ve enerji tasarrufu için en iyi yöntemlerden biri yenilenebilir enerjidir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kullanımı, mimarların tasarım sürecinde dikkate aldıkları önemli unsurlardan biridir ve mimarlık disiplininde önemli bir unsur haline gelmiştir.

Bu bölümde Fas'ta yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak üzere tasarlanmış binalar, aktif ve pasif iklimlendirme uygulamaları çerçevesinde değerlendirilecektir. Fas'ta yenilenebilir enerji kaynağı kullanmak üzere yapılmış tüm projeler hakkında yeterli bilgiye ulaşmak oldukça zordur. Çalışma kapsamında, 14 tane yapıya ulaşılmıştır. Fakat yeterli bilgiler olmadığından sadece 10 yapı değerlendirme kapsamına alınmıştır. Bulunan 14 proje içinde, (Tablo 4.1'de) görüldüğü gibi, dördü, Al Omrane grubu tarafından yapılan çok katlı sosyal konut projesidir. Diğerleri toplu konut, bir butik otel, iki otel, villa, lise ve bir üniversitedir. Ancak projelerden 5 tanesi, yetersiz kaynak ve bilgilerden dolayı sadece yüzeysel bir şekilde ele alınmıştır.

Örnek projelerin çalışmaya dahil edilmesinin amacı, yeni veya yenilenmiş konut binalarının gerçek durumları üzerinde, enerji kullanımı önlemlerini göstermektir. Seçilen yapılarda genel olarak, coğrafi konum ve bina tipi ve işlevi gibi, bazı kriterler dikkate alınmıştır. Farklı ölçekteki yapılar, farklı iklim bölgelerinde ve çeşitli işlevlerde uygulanabilmesine rağmen, en önemli amacı, enerji tüketimini azaltarak enerji verimliliğini sağlamaktır.

Yapılan araştırmada ilk adım olarak, Fas'taki yenilenebilir enerji kullanan binalar incelenmiştir. Yenilenebilir enerji tanımını karşılayan söz konusu örneklerin bulunduğu bölgeler, kullandığı malzeme, ve o malzemelerin binada kullanım yerleri vb. özellikleri detaylı bir şekilde irdelenmiştir.

Tablo 4.1. İncelenen proje örnekleri (<http://enarabat.ac.ma>, 2017)

İncelenen Projeler	Proje Sahibi	Yeri	İklim Bölgesi	Proje Tipi	Kullandığı Yenilenebilir Enerji
Ksour Jacaranda	Al Omrane Grup	Marrakesh	Z5	Toplu Konut	- Güneş
Al Ouroud 2	Al Omrane Grup	Nador	Z3	Toplu Konut	- Güneş - Hidroelektrik
Al Karama	Al Omrane Grup	El Hajeb	Z4	Toplu Konut	- Güneş - Hidroelektrik
Villa Dar Amys	Amin Bennouna	Marrakesh	Z5	Villa	- Güneş - Hidroelektrik
La Maison Des Architectes	Myriam Soussan & Laurent Moulin	Rabat	Z1	Konut	- Güneş - Jeotermal - Hidroelektrik
DEFİ Villa	AL ANSARY	Tafraout	Z6	Villa	- Güneş - Hidroelektrik
IFMEREE	Milli Eğitim Bakanlığı	Oujda	Z2	Üniversite	- Güneş - Hidroelektrik - Biokütle
Atlas Faible Coût	Al Omrane Grup	Ouarzazate	Z6	Toplu Konut	- Güneş
Fal Al Hanna	El Fal Grup	Casablanca	Z1	Toplu Konut	- Güneş
Araştırmacılar İçin Villalar	OCP Grup	Benguerir	Z5	Grup Villa	- Güneş - Rüzgar
FELFLA Otel	Myriam Soussan & Laurent Moulin	Essaouira	Z1	Otel	- Güneş - Hidroelektrik
CDI Lycee Descartes	Milli Eğitim Bakanlığı	Rabat	Z1	Lise	- Güneş - Hidroelektrik
Oasis de Nouria	SDRT Grup	Marrakesh	Z5	Butik Otel	- Güneş - Hidroelektrik

Club Oasis Lixus	SGTM Grup	Larache	Z2	Otel	- Güneş - Hidroelektrik
-----------------------------------	-----------	---------	----	------	----------------------------

4.1.1. Ksour Jacaranda

Kışları sert ve yazları çok sıcak olarak bilinen Z5 iklim bölgesindeki Marakeş şehrinde yer alan Ksour Jacaranda, “Al Omrane Tamansourt” tarafından, enerji verimliliğini hedef alarak tasarlanmış bir toplu konut yapısıdır. Bölgedeki enerji verimliliği çözümlerini entegre eden 64 sosyal konut birimini içeren Ksour Jacaranda projesi, tüm bölge için örnek niteliğindedir. 272 konuttan oluşan projenin toplam alanı 25.055 m² dir. Ksour Jacaranda, temel olarak, güneş enerjisi kullanmakta olup, güneş enerjisi bölgedeki en çok kullanılan yenilenebilir enerji türüdür (In Marrakesh, 2018).



Şekil 4.1. Jacaranda evlerin dış cephesi (<https://alomrane.gov.ma>, 2017)

Dairelerin gruplanma şekli ve tasarımı, (şekil 4.1) doğal havalandırmaya ve hava yenilenmesine izin vermektedir.



Şekil 4.2. Apartmanın havalandırma dağıtımı (<https://alomrane.gov.ma>, 2017)

Projede ısı yalıtımı sağlamak için, argon gazı içeren kapalı bir termal boşlukla ayrılmış, fabrikada monte edilmiş ve mühürlenmiş iki cam tabakasından oluşan yüksek performanslı çift cam kullanılmıştır.

Bu bağlamda, termal konforu sağlamak için, poliüretan uygulaması iç duvarlarda yapılmıştır (şekil 4.3).



Şekil 4.3. Püskürteme poliüretan uygulaması (<https://archi.ac.ma>, 2017).

Güneş kırıcılar modüler tasarımları sayesinde farklı yapı türlerine uyarlanabilmektedir. Bir kez takıldıktan sonra optimum güneş koruması sağlanabilmekte, ışığın açısına göre ayarlanabildikleri için kullanımı çok pratik olmaktadır. İşlevleri, iç mekandaki aydınlatmayı kontrol etmektir. Keskin bir bıçak ile, alüminyum bir çerçeveye yerleştirilmiş dikey bir eksen üzerinde eğilerek hareket etmektedir. (<https://archi.ac.ma>, 2017).

Her daire için güneş kollektörü, ve çatıda fotovolatik paneller kullanılmıştır. Işık rafları (doğal gün ışığını bir binaya yansıtmak için kullanılan bir mimari elemandır) cam pencerelerde yapılmış olup, bu sistemin kurulumu, camı iki parçaya ayıran yatay bir kiriş üzerine bir ayna yerleştirip, dışarıdan gelen ışığı tavana yansıtarak odanın arka tarafı aydınlatılmaktadır (designbuildings, 2020). Böylece, merdiven boşluklarının doğal olarak aydınlatılarak gün boyunca yapay aydınlatma kullanımının azaltılması sağlanmaktadır (şekil 4.4).



Şekil 4.4. Işık rafları sistemin uygulaması (designbuildings, 2020)

Sonuç

Tamansourt'taki Ksour Jacaranda gayrimenkul projesinde uygulanan enerji verimliliği önlemleri kapsamında hareket ve ışık dedektörlerinin, merdiven boşluğu girişlerindeki otomatik kapı sensörlerinin montajı yapılmıştır. Su ısıtmada %92 ve klimalarda % 13 oranında enerji kullanımında azalma sağlanmıştır (Amee, 2018). Proje, etkin bir mimari, kentsel planlama ve enerji çözümleri stratejisi sunan yaklaşık 280 sosyal konut biriminden oluşmaktadır. Ksour Jacaranda projesinin tüm bu enerji verimliliği öğelerini entegre ettikten sonra enerji tüketimi üzerindeki etkisi, termal konforda önemli bir artış beklenmekte, ısıtma ihtiyaçlarında %92 ve iklimlendirme ihtiyaçlarında %13 azalma sağlayacağı öngörülmektedir. Bu veriler ayrıca CO₂ emisyonlarının azaltılması olarak da yorumlanabilmektedir (<https://archi.ac.ma>, 2017).

4.1.2. Al Ouard 2 Toplu Konut

Al Omrane grubu, Fas Hükümeti sosyal açıdan kapsayıcı ve ekonomik olarak üretken yaşam alanlarının geliştirilmesini amaçlayarak, çevre sakinlerinin yaşam kalitesini iyileştirecek bütünleştirme programlarını desteklemektedir. Grup ayrıca,

hızlandırılmış bölgesel kalkınma için inşaat alanındaki uzmanlığını bölgelere sunmayı planlamaktadır. Bu durum, yeni ve sürdürülebilir şehirler inşa etme taahhüdü olarak gösterilmektedir. Al Ouroud projesi aracılığıyla, Al Omrane Grubu, sürdürülebilirlik için yeni bir adım atmaktadır. Şu anda teslimi devam etmekte olan bu proje, grubun önerdiği ve Avrupa Birliği'nin finansal desteğinden faydalanmak üzere seçilen ve enerji verimliliği ile öne çıkan 5 proje arasında yer almaktadır. Proje, 144 sosyal konuttan oluşmakta olup, ısı yönetmeliklerinin (Enerji verimliliğine ilişkin 47-09 sayılı kanun) gerektirdiği enerji verimliliği önlemlerini yerine getirerek, kullanıcıların konforunun sağlanması-amaçlanmıştır (Al Omrane Grup, 2021).



Şekil 4.5. Al Ouroud 2, toplu Konut (<https://alomrane.gov.ma>, 2018)



Şekil 4.6. Al Oouroud toplu konutlarının vaziyet planı ve dış cephesi
(<https://alomrane.gov.ma>, 2018)

Duvarlar 5 cm kalınlığında polistiren panellerle kaplanmış olup çift cidarlıdır. Al Omrane bu projede PVC çift doğrama kullanmıştır. Grup, sirkülasyonu kontrol etmek için koridorlara hareket dedektörleri de yerleştirmiştir. Bu yaklaşım, konut sakinlerine yaşam ve refah ortamı için en uygun koşulları sunmakta olup enerji tüketiminde maksimum azalmayı hedeflemektedir (Al Omrane Grup, 2021).

Tablo 4.2. Al Oouroud projesinde kullanılan malzemeler (Al Omrane, 2018).

Dış Duvar	İç Duvar	Çatı	Ara Kat
Alçı	Beton tuğla (kum ile doldurulmuş)	Alçı	Alçı
Cüruf blok beton		Ahşap levha	Ahşap levha
Polistiren panel		Betonarme	Betonarme
Hava boşluğu		Poliüretan	Poliüretan
Cüruf blok beton		köpük	

Dış duvarlar 5 cm kalınlığında genişletilmiş polistiren izolasyon tabakası ve hava boşluğu ile yalıtılmıştır. Isı köprülerini önlemek ve binayı serin tutmak amacıyla çatı ve ara kat bölmelerinde, 5 cm poliüretan ısı yalıtımı kullanılmıştır. Elektrik tüketimini sınırlamak için binanın boşlukları (pencere, kapı) uygun olarak tasarlanmıştır (<https://archi.ac.ma>, 2017).

Al Ouard 2 Toplu Konut projesinde uygulanan enerji verimliliği önlemleri kapsamında dış gölgeleme elemanları (Bina cephesinde iç veya dış yüzeylerde kullanılan ve ısıtma/soğutma, aydınlatma, görsellik açılarından kontrolünü sağlayan mimari elemanlardır) (Dino, 2017) ve yüksek performanslı camların montajı tüm binaya uygulanmıştır (şekil 4.7); zemin, duvar ve çatılarda yalıtım yapılmıştır; çift anahtarlı sifonlu klozetler kullanılarak sifonlu tuvaletlerde aşırı su tüketimini önlemek için hidro-ekonomik sistemler kurulmuştur; sirkülasyon alanlarına yerleştirildiğinde, koridorlar, merdivenler ve giriş hollerinde, herhangi bir kapatma veya aydınlatmanın gereksiz yere etkinleştirilmesini önleyen sirkülasyon doluluk sensörlerinin montajı yapılmıştır (hareket ve varlık dedektörleri); elektrik enerjisinden tasarruf etmek için güneş enerjili su ısıtıcılarının montajı yapılmıştır (<https://archi.ac.ma>, 2017).

Dış kabuğun ısıl sızdırmazlığını sağlamak için yüksek performanslı çift cam kullanılmıştır. Alüminyum çitalardan oluşan güneş kırıcılar, korumanın konumu yatay, yazın ise güneş enerjisini sınırlamak için pencere düzlemine dik olacak şekilde ayarlanmıştır. Yaz mevsiminde güneş enerjisi kazanımını sınırlamak ve kış mevsiminde içeri girmesine izin vermek için camın dışında dış panjur kullanılmıştır (Al Omrane Oujda, 2018).



Şekil 4.7. Al Ouard projesinde kullanılan çift cam ve güneş kırıcılar (<https://alomrane.gov.ma>, 2018)



Şekil 4.8. Al Ouroud projesinde çatı katındaki güneş kolektörleri
(<https://alomrane.gov.ma>, 2018)

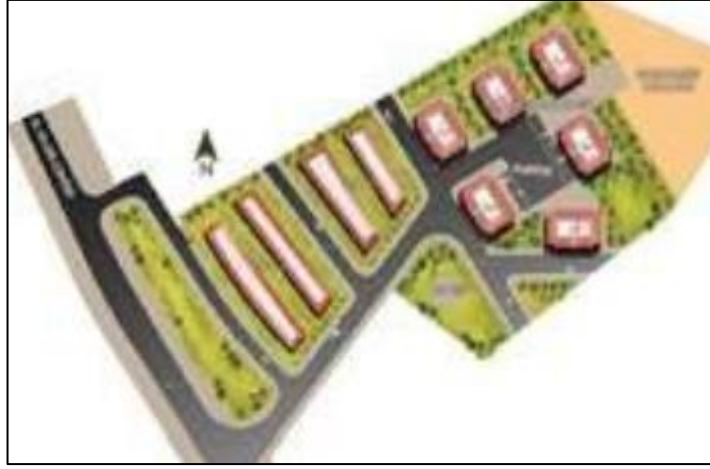
Sonuç:

Yeni Ait Aourir semtinde bulunan bu 144 üniteli toplu konut programı, kullanıcı konforunu optimize etmeyi amaçlarken, termal yönetmeliklerin (Enerji verimliliğine ilişkin 47-09 sayılı kanun) gerektirdiği enerji verimliliği önlemlerini de dikkate almaktadır. Proje ayrıca, güneş enerjisiyle sıcak su üretimini, kullanıcıların ortalama yıllık sıcak su ihtiyacının %75'inden fazlasının karşılanmasına katkıda bulunulabileceğini göstermektedir. Al Omrane, sosyal konut programlarında enerji verimliliğini göstermekte olup amaç, Fas'ın enerji tasarrufu politikasına ve binaların enerji performansını iyileştirmeye yönelik proaktif yaklaşımının bir parçası olmaktır. Bu çeşitli programlar, habitatın termal düzenlemesini uygulama perspektifiyle, binaların termal performansını ve konforunu en düşük maliyetle iyileştiren teknik çözümlerin fizibilitesini göstermeyi amaçlamaktadır. Al Ouroud projesine ek olarak, El Hajeb'de Karama toplu konutları ve Ksour Jacaranda projeleri de aynı yaklaşıma sahiptir (<https://alomrane.gov.ma>, 2018).

4.1.3. Al Karama Toplu Konut

Al Karama toplu konut, Al Omrane grubu tarafından inşa edilmiştir. El Hajeb şehrinde bulunmaktadır. Bölgede enerji verimliliğinin bir modeli olarak kabul edilmektedir. Bu proje, sert kışları ile bilinen bu bölgede yapılmış olan ilk örnektir. Proje tasarımı mimari, çevresel, teknik ve yapıcı çözümler sunmaktadır. Enerji tüketiminde

maksimum azalmayı, optimal bir yaşam ve esenlik ortamı sağlanması amaçlanmaktadır (<https://alomrane.gov.ma>, 2019).



Şekil 4.9. Al Karama toplu knout vaziyet planı (<https://alomrane.gov.ma>, 2019)

Konut grubun tamamı sürdürülebilir bir yaklaşımla tasarlanmıştır. Her birinin bina kabuğunun (duvarlar, zemin, çatı açıklıkları) yalıtımı için belirli özellikleri olup böylece enerji tüketimi olmadan iç mekanın termal konforunu sağlamakta olup odaların enerji faturasını azaltmak mümkün olabilmektedir. Bu uygulamaların nihai ve temel amacı, ülkenin enerji tüketimini veya en azından konutla ilgili olan tüketimini azaltmaktır. Temmuz 2011’de, Al Omrane Meknès, binalarda enerji verimliliğine yönelik ulusal programın bir parçası olarak Avrupa Birliği tarafından başlatılan teklif çağrısına yanıt vermiş olup, sağlanan destek ve hibeden yararlanabilmek için bu proje ADEREE ile ortak yürütülmektedir (Kanouni, 2017).

3 katlı binalarındaki toplu konutlar, seviye başına dört adet olarak gruplandırılmıştır. Her dairede bir oturma odası, iki yatak odası, bir banyo ve çamaşır odası olup mutfak dahil ortalama 65 m²’den oluşmaktadır (<https://alomrane.gov.ma>, 2019).



Şekil 4.10. AL KARAMA toplu konut (<https://alomrane.gov.ma>, 2019)



Şekil 4.11. Al Karama konut inşaat aşaması (<https://alomrane.gov.ma>, 2019)



Şekil 4.12. Al Karama toplu knout zemin ve 1, kat planı (<https://alomrane.gov.ma>, 2019)

Tablo 4.3. Al Karama projesinde kullanılan malzemeler (<https://alomrane.gov.ma>, 2019)

Dış Duvar	İç Duvar	Çatı	Ara Kat
Alçı	Beton tuğladan (zemin katta kumla doldurulmuş)	Alçı	Alçı
16T boş tuğla		Ahşap levha	Ahşap levha
Polistiren panel 5cm		Betonarme	Betonarme
Hava boşluğu		Poliüretan köpük	Poliüretan köpük
16T boş tuğla		Çimento harç	Çimento harç
		Seramik	

Tablo (4.3) Al Karama projesinde kullanılan malzemeleri göstermektedir. Buna göre, ısı yalıtımı için, giriş koridoru ve merdiven boşluğuna bakan duvarlar 5 cm kalınlığında genleştirilmiş polistiren izolasyon tabakası ve hava boşluğu ile yalıtılmıştır (şekil 4.13). Tüm dış duvarlar bir polistren panel ısı yalıtım tabakasıyla yalıtılmıştır, ara kat döşemede kaplama taşlarının altında 4 cm kalınlığında poliüretan tabaka uygulanmıştır (Al Omrane, 2019). İç bölme, yalıtım ile arasında bir hava boşluğu bırakılarak monte edilmiştir. Çatılar, 5 cm kalınlığında bir poliüretan tabakası ile yalıtılmış bir beton levhadan oluşmaktadır (şekil 4.14). İçerideki cam tarafından iletilen enerjiyi sınırlamak için güneş radyasyonunun %96'sını dışarıya yansıtan düşük emisyonlu cam kullanılmıştır (4/12/4 kalınlığı, çift cam) (Al Omrane, 2017).



Şekil 4.13. Duvarların ısı yalıtımı (<https://alomrane.gov.ma>, 2019)



Şekil 4.14. Al Karama çatısında poliüretan uygulaması (<https://alomrane.gov.ma>, 2019)



Şekil 4.15. Ara katlarda kullanılan poliüretan izolasyonu (<https://alomrane.gov.ma>, 2019)



Şekil 4.16. Al karama kat planların örnekleri (<https://alomrane.gov.ma>, 2017)

Uygulanan enerji verimliliği önlemleri kapsamında dış gölgeleme elemanları ve yüksek performanslı cam montajı ile zemin altı, duvar ve çatı izolasyonu uygulamaları, hidroekonomik sistemlerin kurulumu, koridordaki hareket için sensörlerin ve güneş kollektörleri (şekil 4.17) montajı yapılmıştır (<https://alomrane.gov.ma>, 2017).



Şekil 4.17. Al Karama projesinde çatılarda kullanılan güneş kollektörleri (<https://alomrane.gov.ma> Al Omrane, 2017)

Her konutun sıcak su devresi, güneş kollektörü (ilgili kollektör ve depolama tankı) veya binanın çatısına monte edilen dolaşıma bağlıdır. Konut sakinleri, sistemi tamamlamak için dairelerinin çamaşırhanesine güneş kollektörü ile dairenin sıcak su devresi arasına bir ısı takviyesi elemanı (gazlı su ısıtıcısı) takabileceklerdir (<https://alomrane.gov.ma>, 2017).

Sonuç:

Bu örnek, 4. iklim bölgesinde yer alan bina, bölgedeki yenilenebilir enerji kullanan projelerden biridir. Kışın soğuğa karşı mücadele etmek ve böylece ısıtma enerjisi tüketimini azaltmak amacıyla proje kapsamında çeşitli önlemler alınmıştır. Bu kapsamda, dış duvarların yalıtımı için püskürtülmüş poliüretan kullanılmaktadır. Enerjinin etkin kullanımına yönelik olarak çift katmanlı duvarların arasına ısı yalıtımı amacıyla polistiren konulması, düşük emisyonlu çift cam ve güneş kollektörü kullanılması gibi önlemler alınması gösterilebilir. Bu önlemler yardımıyla enerji performansının artması sağlanmıştır (<https://alomrane.gov.ma>, 2017).

4.1.4. Villa Dar Amys

Bu bina Dünya genelinde enerji tüketimi açısından önemli bir konuma sahiptir, özellikle Fas'ta yapım sektöründeki enerji tüketimi, toplam ulusal enerji tüketiminin %29'unu oluşturmaktadır. Havalandırma için kullanılan enerji, bu tüketimin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır, özellikle sıcak yaz aylarında (Temmuz-Ağustos) elektrik tüketiminin zirvesi gerçekleşmektedir. Bu nedenle, binadaki enerji tüketiminin azaltılması ulusal enerji stratejisinde bir öncelik haline gelmiştir (ADEREE, 2011).

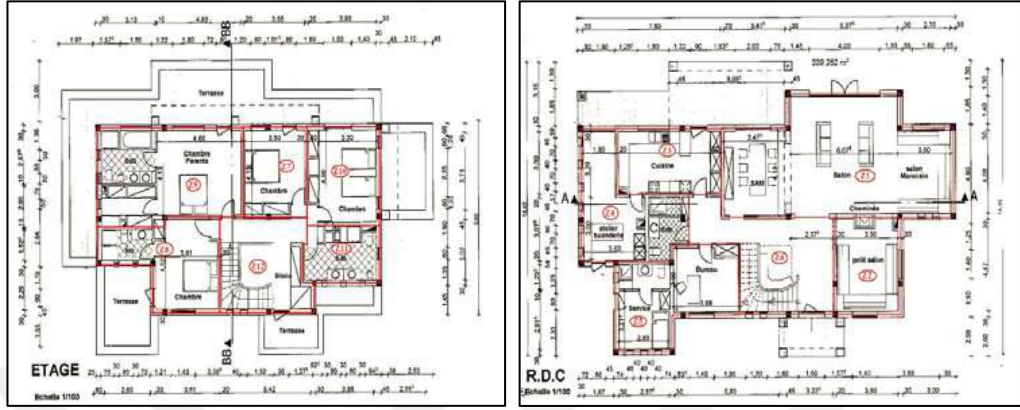
Geleneksel Fas yaşam tarzında, Fas halkı minimum termal konfor ile iklim dostu evler üretmek için, mimari çözümler geliştirmiştir. Günümüzde termal konfor gereksinimleri, çok miktarda enerji tüketen elektrikli klima sistemleri ile karşılanmaktadır. İklimi dikkate alan uygun bir mimari tasarım ile bir binada kabul edilebilir ısı konforu sağlanabileceği bilinmektedir (GIVONI, 1976).

Marakeş gibi sıcak ve kurak bir iklimde, yazın aşırı ısınma önlenirken, kışın ücretsiz güneş enerjisinin kazanımından ve gece soğutmasından yararlanmak mümkün olabilmektedir. Bu nedenle, dış kabuğun ısı yalıtımı tüketilen ısı enerjisini azaltmaktadır. Ancak yazın dış ortam sıcaklığı genellikle binada olması gerekenden daha düşük olmaktadır. Böylece duvarların ısı yalıtımı, gün içinde depolanan ısının gece tahliyesini önlemektedir (Kumar M., 2017)



Şekil 4.18. Villa DAR AMYS (In marrakesh, 2018)

Dar AMYS olarak bilinen bina, 168m² zemin üzerine, çıplak (ağaçsız geniş bahçe) zemin üzerine inşa edilmiş dört cepheli bir villa tipidir. Ev zemin kat (yemek odası, küçük salon, geniş oturma odası, mutfak, çamaşır odası, ofis ve servis odası) ve birinci kattan (4 yatak odası, 3 banyo ve koridor) oluşmaktadır (In marrakesh, 2018)



Şekil 4.19. Villa DAR AMYS planları (In marrakesh, 2018)

Tablo 4.4. Dar Amys projesinde kullanılan malzemeler (aMush, 2017).

Dış Duvar	İç Duvar	Çatı	Ara Kat
Alçı	Beton tuğladan (zemin katta kumla doldurulmuş)	Alçı	Alçı
		Ahşap levha	Ahşap levha
Blok beton		Betonarme	Betonarme
Cam yünü		Poliüretan köpük	İç harç
Terracotta tuğla		Çimento harç	Seramik
Çimento		Seramik	

Tablo (4.4), Dar Amys projesinde kullanılan malzemeleri göstermekte olup, dış duvarlar alçı, blok beton, cam yünü, pişmiş toprak tuğla (Terracotta) ve çimento harcından oluşmaktadır; iç duvarlarda ise, beton tuğla (zemin katta kumla doldurulmuş) kullanılmıştır. Çatı katı alçı, ahşap levhalar, betonarme, poliüretan köpük, iç harç ve seramikten oluşmaktadır; ara katta ise alçı, levha, betonarme, iç harç ve seramik kullanılmıştır (aMush, 2017).

Güney cephesi, büyük oranda cam ile kaplanmıştır (şekil 4.20) . Bu yöndeki duvarlarda cam yüzeylerin oranı zemin kat için %36, kat için ise %18'dir. Yatay bir

gölgelik, geniş terasın üzerindeki güney cephenin tüm uzunluğu boyunca zeminden sarkmaktadır. Güney cephenin yan tarafında bir yüzme havuzu yer almaktadır, ısıyı absorbe etme özelliği ile termal düzenleyici görevi görmektedir. (In marrakesh, 2018).



Şekil 4.20. Dar AMYS pencere açıklıkları (In marrakesh, 2018)

Duvarlar 15 cm pişmiş toprak petek tuğla, 10 cm taş yünü, içte 15 cm blok betondan yapılmıştır. Pencereleer çift camlı sürgülüdür ve köpüklü alüminyumdan stor perdelerle donatılmıştır (Universite Smlalya, 2019).



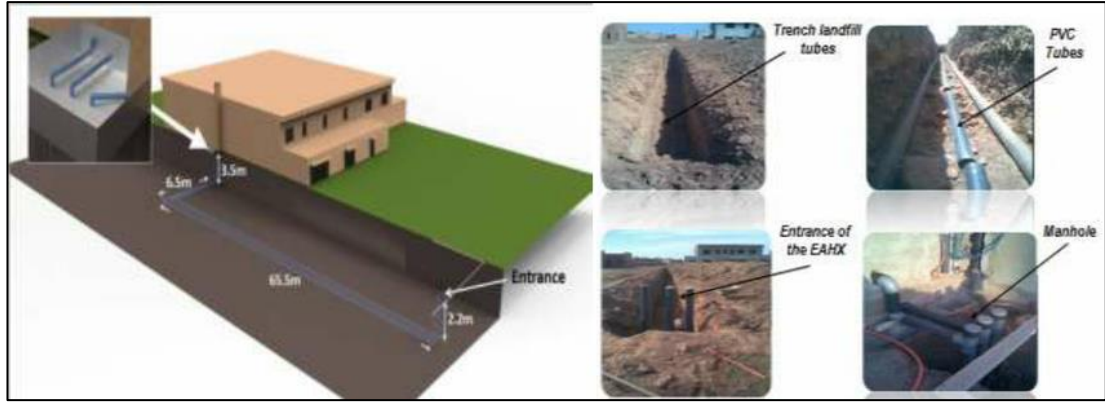
Şekil 4.21. Dar AMYS'ın dış duvarın kesiti (Universite Smlalya, 2019)



Şekil 4.22. Dar AMYS'de kullanılan güneş kollektörü ve EAHX sistemleri, (In marrakesh, 2018)

Kireç taşı ve donma riski nedeniyle, iki adet 4 m²'lik güneş kollektörü, banyolara ve mutfağa sıcak su verilmesini sağlamaktadır. Proje, 3,50 m derinliğe inen 3 tüpten oluşan bir Kanada kuyusuyla iklimlendirilmiştir. Bu tarz kuyular, evi ısıtmak ve soğutmak için, toprak altındaki ısıyı (jeotermal enerji) kullanan, verimli bir jeotermal iklimlendirme yöntemidir (<https://mrmartelo.com>, 2020). Bu nedenle yazın 500 m³/h 24°C ve kışın 19°C hava sağlamaktadır.

EAHX'in (Topraktan Havaya Isı Eşanjörü) binalarda hava soğutma ve ön ısıtma amaçlı kullanımı konusunda dünya çapında önemli ve etkili araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar Dünya genelinde soğuk, ılıman ve sıcak iklimlerde gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, hem ısıtma hem de soğutma amaçlı kullanım için dünyanın birçok bölgesinde EAHX'in faydaları kanıtlanmıştır (aMush, 2017). Dar AMYS'te kurulan EAHX sistemleri, (şekil 4.22) 3.2 m derinliğe gömülü olup, 44-90 W fan ile donatılmış 3 paralel ve birbirinin aynı PVC borudan (72 m uzunluk 15/16 cm iç/dış çap) oluşmaktadır. İki boru birinci kata, üçüncüsü villanın ikinci katına bağlanmaktadır (Hollmuller, 2014).



Şekil 4.23. Dar AMYS'te kullanılan EAHX'in şematik diyagramı ve uygulama detayları (Hollumuller, 2014)

Sonuç:

Bu proje, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve termal konfor konularında başarılı uygulamadır. Tasarımı için benimsenen stratejinin amacına ulaştığını göstermektedir. Örneğin, kabuğu ve iç ortamları, ısıtma / soğutma ihtiyaçları ve termal konfor açısından termal yönetmelikleri fazlasıyla karşılayan bir referans sistemin gereksinimlerini karşılamaktadır. Villa, güneye bakan açıklıklar aracılığıyla güneşin ısınıp depolama ve büyük termal ataleti sayesinde ortam sıcaklığını düzenleme yeteneğini birleştirmektedir. Çatının ve duvarların yalıtımı, ısı katkılarını ve kayıplarını azaltmayı mümkün kılan çok önemli bir önlemdir. Bu proje, Marakeş iklimi için çatının ısı yalıtımının gerekli olduğunu göstermektedir. Uygunlanmış olan yalıtım sistemi, klima kullanma ihtiyacını soğutma için %42, ısıtma için %18 azaltmaktadır. Proje, bir Kanada kuyusuyla iklimlendirilmiştir. Yazın 24°C, kışın 19°C'de hava odalara sağlanmaktadır, ancak kışın kullanımı neredeyse önemsizdir (ADEREE, 2011).

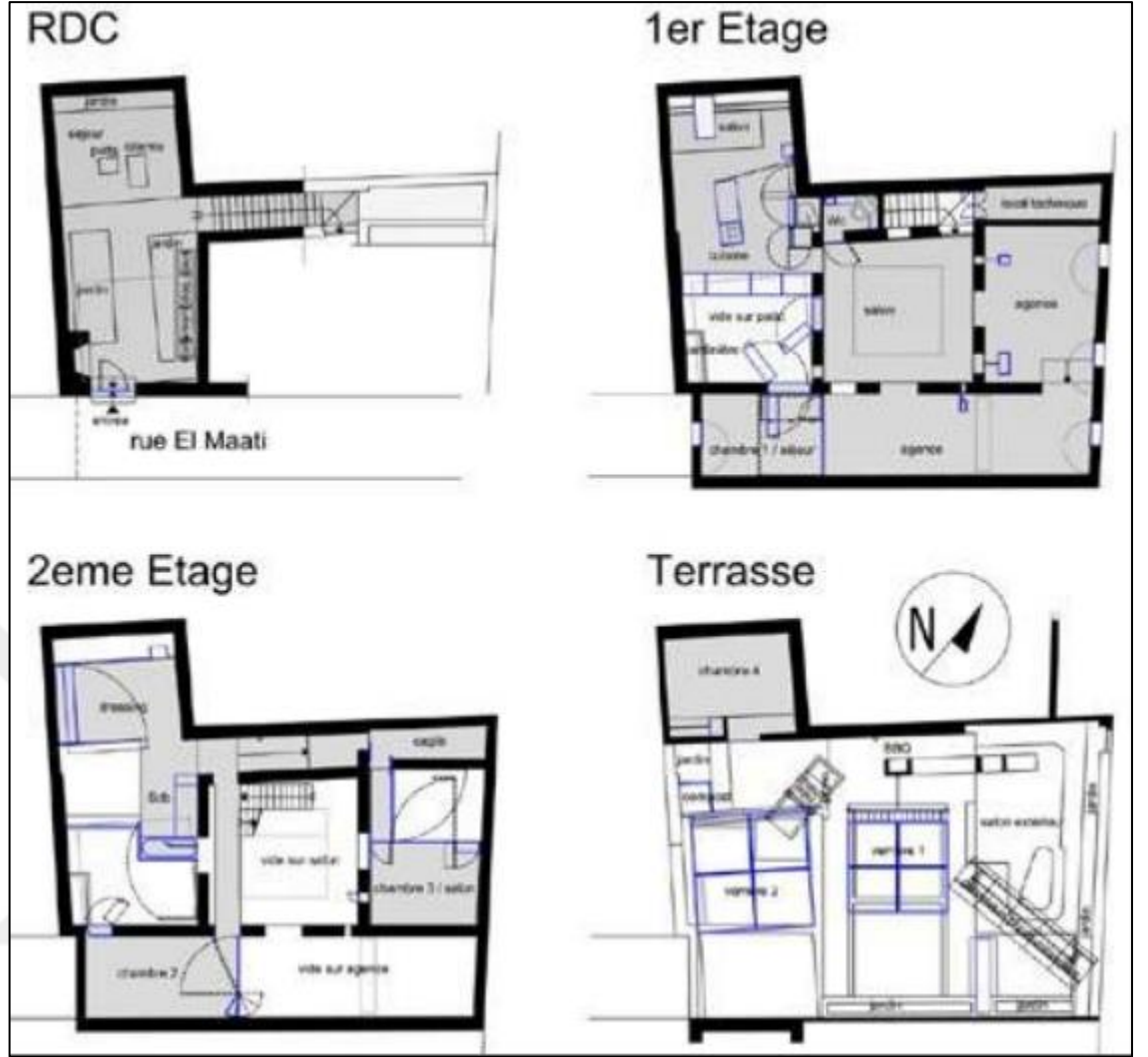
4.1.5. La Maison Des Architectes (Konut)

"Mimarlar Evi" ya da "La Maison Des Architectes", enerji tasarrufu açısından çok önemli bir yapıdır. Modüler bir tripleks %100 sürdürülebilir bir binadır; enerji, su ve atık açısından eko-sorumludur. Bu proje, Rabat şehri, eski semtlerinde Medin'de yer almaktadır (<http://amush.org>, 2017).



Şekil 4.24. La maison des architectes (<https://aemagazine.ma>, 2021)

Evin iç tasarımı, çağdaş ve biyo-iklimsel bir Fas mimari modeli için yapılan bir araştırmadan ilham almıştır. Karşılaşılan ilk zorluk, doğal döngülerin (su döngüsü, organik madde döngüsü, enerji döngüsü) küçük ölçekli ve hızlandırılmış bir şekilde yeniden üretilmesini sağlamakta ortaya çıkmıştır. İkinci zorluk ise, bu döngülerin geliştirilmesiyle ilgili farklı cihazları, alan kullanımı açısından yenilikçi bir mimaride birleştirmek sırasında karşılaşılmıştır. Mevcut çevre sorunlarına yanıt olarak çeşitli süreçler hayata geçirilmiştir. Atık ve organik malzemelerin uygun yönetimi de dahil olmak üzere yağmur suyu geri kazanımı ve güneş enerjisinin etkin kullanımına özen gösterilmiştir. Böyle bir yaklaşım, mimarinin farklı unsurlarının uyumunu ve dengesini sağlamaktadır (aMush, 2017).



Şekil 4.25. La maison des architectes planları (<http://amush.org>, 2017)

Bina eski Medine'de (Rabat şehrinde en eski semtlerden biri) dar bir sokakta yer almaktadır. 25°-30°'lık bir oryantasyon bozukluğu ile doğu batıya dönük diğer eski binalarla yan yanadır. Bu modüler mimari, ihtiyaçlara (kullanım değişikliği, dönüşüm veya alanların azaltılması), mevsimlere veya bina sakinlerinin sayısına (bölme değişikliği) göre gerçek bir göçebe yaşam tarzını temsil etmektedir. Bu evde her şey dönüştürülebilir ve taşınabilmektedir (<http://amush.org>, 2017).

Tablo 4.5. La Maison Des Architectes projesinde kullanılan malzeme (Smisek, 2019).

Dış Duvar	Çatı	Ara Kat
Toprak/taş duvarlar	Beton Ahşap Mantar yalıtımı Çelik doğrama ve çift cam	Zemin için ara ahşap

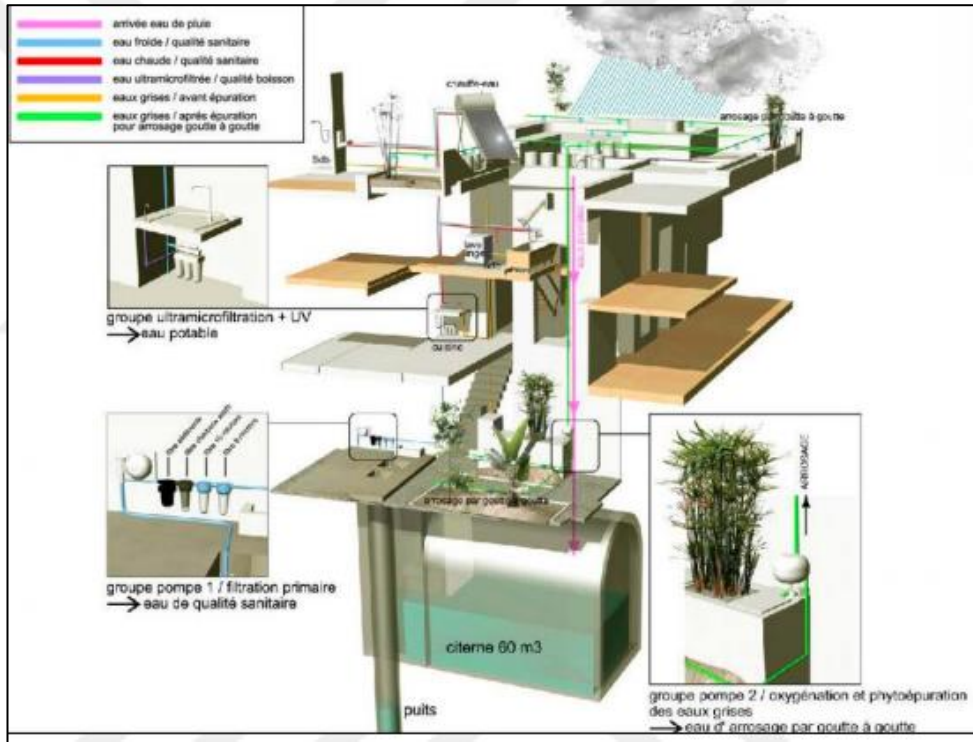
Tablo (4.5), La Maison Des Architectes projesinde kullanılan malzemeleri göstermekte olup toprak/taş duvarlar, yüksek ahşap ve beton tavanlar, mantar izolasyonu ara ahşap zeminler, çelik doğrama ve çift camdan oluşmaktadır. Zemin katta, güneydoğuda üç pencere ve karşısındaki duvarda bir pencereden oluşmaktadır (Smisek, 2019).



Şekil 4.26. La maison Des Architectes içinden fotoğrafları (<http://amush.org>, 2017).

Bu proje, konut ölçeğinde mimari ve çevresel bir uyum sağlamaktadır. Mevcut çevre sorunlarına yanıt olarak, iyi atık ve organik madde yönetiminin yanı sıra yağmur suyu hasadından güneş enerjisi süreçlerine kadar çeşitli süreçler uygulanmaktadır (arcVision, 2016).

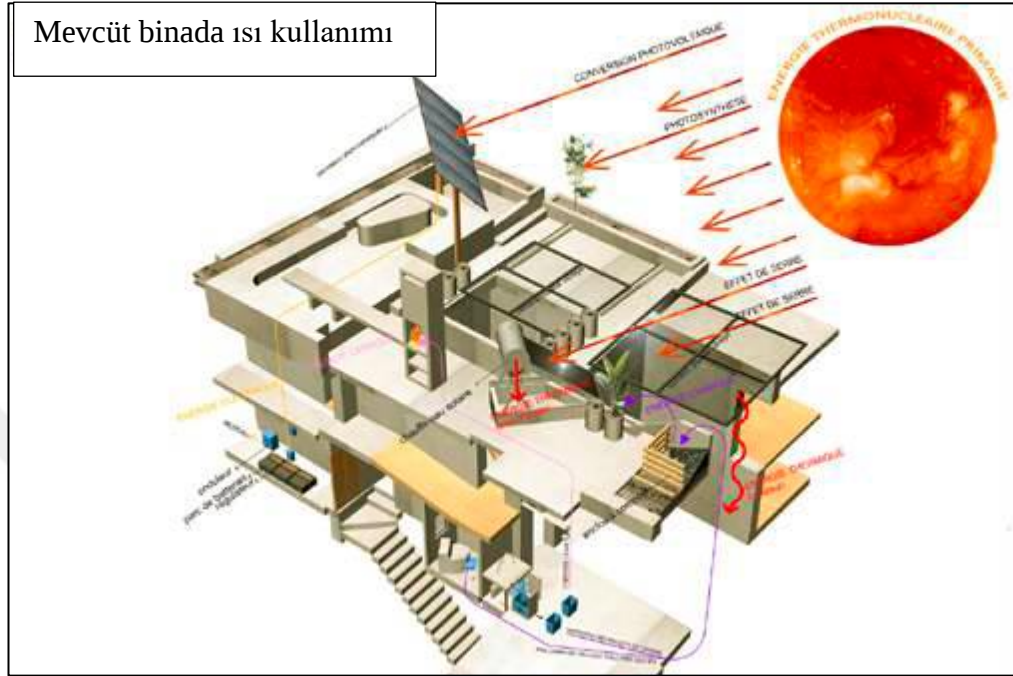
Yağmur suyu kullanılan tek su kaynağıdır. Terastan toplanarak 60 m³ hacimli mevcut geleneksel sarnıçta biriktirilerek depolanmaktadır. Her yıl evde kullanılan su miktarına tam olarak karşılık gelmektedir. Yine koruma altına alınan kuyu, gerekirse ek güç sağlayabilmektedir. Ön arıtma, bir dizi filtre, mutfak ve banyoları besleyen su, ek mikro filtreleme yardımıyla içme suyu sağlanmaktadır (arcVision, 2016). Ekonomik musluk seçimi ve dehidrasyonlu kuru tuvaletler 40 litre/kışı/gün tüketime izin vermektedir (<http://amush.org>, 2017).



Şekil 4.27. Su enerji kaynağı olarak kullanımı (<https://arcVision.org>,2016)

Uygulanan tasarım, habitatın ihtiyaçlarını önemli ölçüde azaltmayı mümkün kılmaktadır. Binanın açılış tarafında, her pencere çift cam ve kepenklerle donatılmıştır. Genellikle açık olan iki veranda büyük, çıkarılabilir bölmeler ve çift camla kapatılabilmektedir. Bölmeler, enerjiyi korurken ve dar olduğu için soğuk mevsimde neredeyse tüm hacimleri ısıtmaktadır. Aşırı soğuk günlerde sadece mobil yedek (gaz)

kullanılmaktadır. Sıcak mevsimde tentelerin kullanılması, bölmelerin gece açılmasıyla birleşerek verimli havalandırma oluşturur, suni iklimlendirme ihtiyacını ortadan kaldırmayı mümkün kılmaktadır (<http://amush.org>, 2017).



Şekil 4.28. Çatıda kullanılan Fotovoltaik Panellerin fotoğrafları ve ısının gösterimi (<https://arcVision.org>, 2018)

“La Maison Des Architectes”, Medine gibi geleneksel kentsel dokuya entegre edilmiştir. Bu yaklaşım su, atık ve enerjinin üçlü döngüsü ile çok iyi bir uyum içindedir. Kışın ısıtmak için, bazı enerji verimliliği önlemleri alınmıştır. Çift cam montajı yapılmış, toprak/taş ile çok yüksek termal atalete sahip duvarlar gerçekleştirilmiş, çatıda mantar çatı izolasyon, fotovoltaik güneş paneller ve güneş kollektörü kullanılmıştır (şekil 4.28). Öte yandan, evin tamamında doğal havalandırmadan yararlanılmış ve çok düşük tüketimli lambalar tercih edilmiştir. Rabat’ın iklimi ile karşılaştırıldığında, La maison des Architectes’nin atmosferi, enerji verimliliği önlemleri alındığı için, kışın 20°C ve yazın 25°C ile en iyi termal konforu sunmaktadır. Bu evin konsepti, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının, su, enerji ve atık açısından sahip olduğu özerkliğine dayanmaktadır (Ena, 2017).

Sonuç:

Bu projede, ısıtma ve klima sistemi bulunmamakta, bunun yerine solar fotovoltaik ve termal güneş enerjisi gibi, doğal havalandırma ve yenilenebilir enerji sistemleri kullanılmıştır. Tüm pencerelerde çift cam ve yalıtım malzemesi olarak mantar kullanılmıştır. Kullanılan fotovoltaik güç kaynağı 5200W/sa/gün enerji sağlanmaktadır. Güneş kollektörü 200 L olarak kullanmıştır. Filtreleme ve UV işleminden sonra tüm evi beslemek için bir sarnıçta (40m³) yağmur suyu toplanmaktadır. Gri su filtrasyonu yapılmıştır; teras sulama için arıtılmış suyun yeniden kullanımını (damla sulama) sağlamaktadır. Güneş enerjisi ile sıcak su temin edilen, elektrik tüketimini 2/3 azaltan çamaşır makinesi kullanılmıştır. Yüksek enerji verimliliğine sahip buzdolapları (300W/h/gün) ile çok düşük tüketimli lambalar (sarı ışıklı) kullanılmaktadır. Rabat'ın iklimine göre, La Maison Des Architectes projesi, kışın 20°C ve yazın 25°C ile iyi bir termal konforu sahiptir ([http:// amush.org](http://amush.org), 2018).

4.1.6. Defi Villa

Fas'ın Yeşil Bina Çözümleri Ödülleri'ni almayı planladığı projelerden biri de DEFI Villa'dır. Bu ödül ancak projenin sıfır enerji bina, enerji yenileme, sürdürülebilir ve geri dönüştürülmüş malzemeler, yenilenebilir enerjiler, akıllı binalar, sağlık ve konfor koşullarını sağlaması halinde verilmektedir. Defi, zorluk veya yarışma anlamına gelmekte olup düşük enerji etkili kullanımların değerlendirilmesi için deneysel bir sistemdir. Lyon-Fransa'dan Ulusal Bayındırlık Okulu, Rabat-Fas'tan Kamu Tesisleri Müdürlüğü ve Torino-İtalya'dan Politecnico di Torino'yu içeren bir Fransız-Fas-İtalyan ortak bir proje olarak tasarlanmış ve uygulanmıştır (construction21, 2019). Villa, toplam proje alanı 110 m² olan müstakil bir binayı temsil etmekte olup bir oturma odası, dört yatak odası, bir mutfak, iki tuvalet ve koridordan oluşmaktadır (<http://amush.org>, 2017).

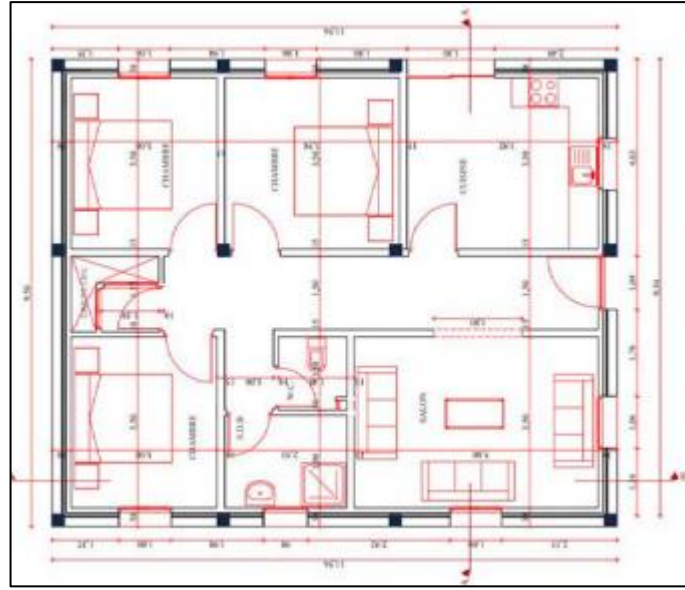


Şekil 4.29. DEFI villa (construction21, 2019)



Şekil 4.30. DEFI villa 3 boyutlu gösterimi (construction21, 2019)

Bina, kışın güneş ışığının ve sıcaklığından faydalanmak ve yazın sabahları aşırı ısınmayı önlemek için, güneydoğuya yönlendirilmiştir. "DEFI", Fas'ın güneyindeki Taфраout'ta yer almaktadır. Bina Fas sismik kurallarına uygun betonarme bir yapıdır. Enerji verimliliğini artırmak için farklı mimari değerlendirmeler dikkate alınmıştır (construction21, 2019).



Şekil 4.31. DEFI villa zemin kat planı (construction21, 2019)

Tablo 4.6. DEFI projesinde kullanılan malzemeler

Dış Duvar	İç Duvar	Çatı	Ara Kat
Alçı	Blok beton	Çatı kaplama tahtası	Alçı
Blok beton		Ahşap levha	Ahşap levha
Geniştirilmiş polistiren		Betonarme	Betonarme
		Poliüretan köpük	Poliüretan

Tablo (4.6), DEFI projesinde kullanılan malzemeleri göstermektedir. Dış duvarlarda blok beton kullanılmakta olup enerji verimliliği sağlamakta, iç mekanın yaz aylarında serin, kış aylarında sıcak olması mümkün olmaktadır. Binanın ısı yalıtımı için genişletilmiş polistiren kullanılmıştır. İç duvarlarda blok beton kullanılmıştır. Çatı katında ısı yalıtımı amacıyla poliüretan köpük kullanılmıştır. Ara kat alçı levha, poliüretan ve betonarme döşemeden yapılmıştır.



Şekil 4.32. Villanın giriş tarafı (<https://www.construction21.org> ,2019)

Isı köprülerini önlemek ve bina içindeki sıcaklığı sabit tutmak için yapılan ısı yalıtımı uygulamasında polistiren köpük kullanılmıştır. Dış duvarlar, genleştirilmiş polistiren ısı yalıtım tabakası ve bir hava boşluğu ile yalıtılmıştır (şekil 4.33). Çatı, kalın bir poliüretan tabakası ve bir çatı kaplama tahtası (çatı kaplamasının altında yer alan ve kaplamanın oturtulduğu tahtadır) ile yalıtılmış bir beton levhadan oluşmaktadır. Pencerelerde, 4/16/4 kalınlığında çift cam, dış duvarın termal sızdırmazlığını sağlamak için argon dolgu sistemleri ile birlikte kullanılmaktadır. Güçlendirilmiş bir yalıtım camı (VIR), kızılötesi radyasyona karşı koyan ve görünür ışık için çok önemli bir engel oluşturmadan bir termal bariyer oluşturan bir işlemle sağlanmaktadır. Bu nedenle kışın ısının dışarı çıkmasını ve yazın geri gelmesini engellemektedir (<http://amush.org>, 2017).

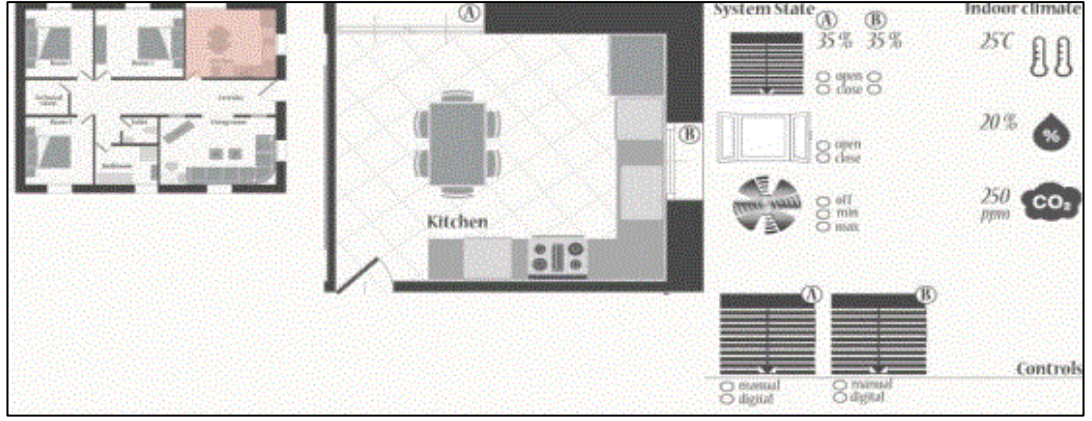


Şekil 4.33. Duvar yalıtımı (<https://www.construction21.org>, 2019)

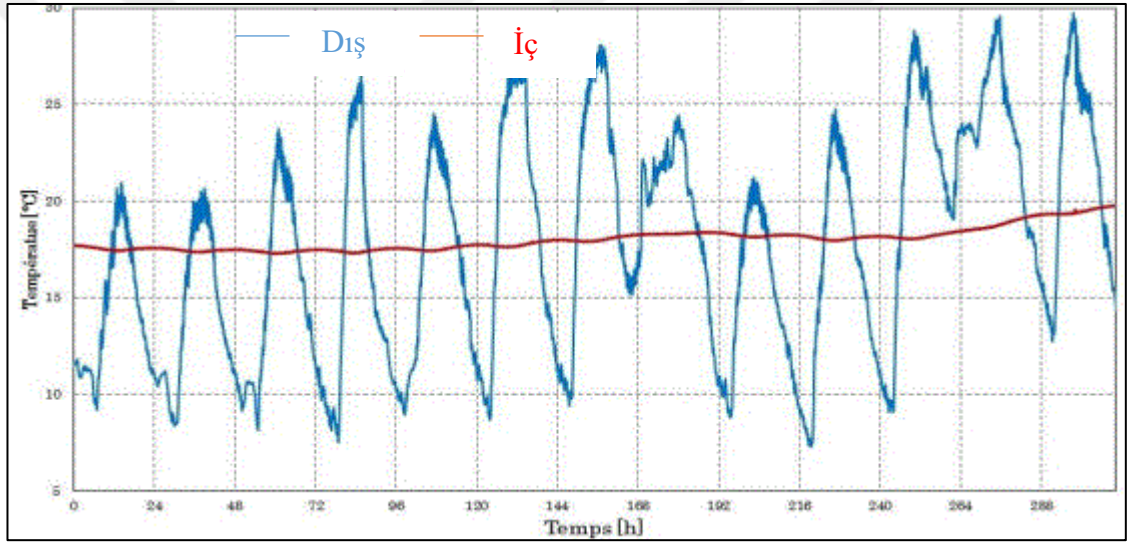


Şekil 4.34. Villanın içinden fotoğraflar (<https://www.construction21.org>)

Uygulanan enerji verimliliği önlemleri kapsamında, her oda, hava sıcaklığı, CO2 ve bağıl nem sensörleri ile donatılmıştır (Şekil 4.34). Açık ve kapalı pencereler için sensörler yapılmıştır. Havalandırma sistemlerinin ve havadan karaya eşanjörün giriş ve çıkışlarında hava sıcaklığı, bağıl nem ve hava hızı sensörleri yerleştirilmiştir (şekil 4.35). Meteoroloji istasyonu, çatıya yerleştirilmiş olup hava sıcaklığı, rüzgar hızı ve yönü, bağıl nem ve küresel güneş radyasyonu ölçülmektedir (<http://amush.org>, 2017).



Şekil 4.35. Villa DEFI'de uygulanan enerji verimliliği önlemleri
(<https://www.construction21.org>)

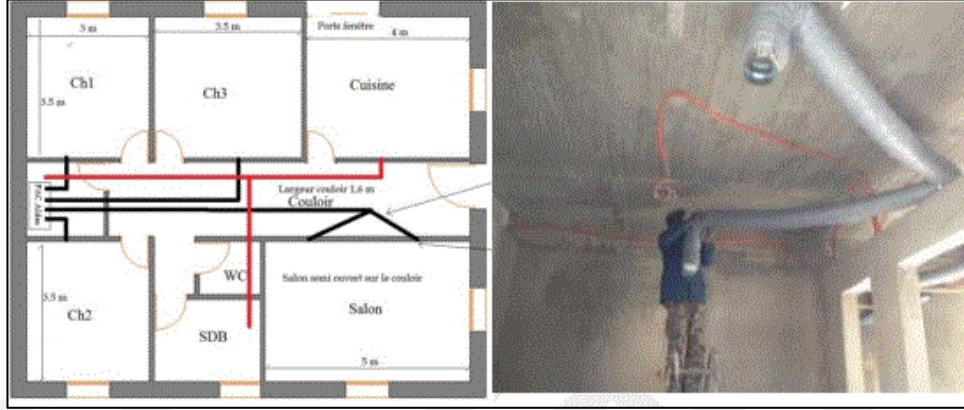


Şekil 4.36. Villada dış ve iç sıcaklıklar (ısıtma ve klima olmadan)
(<https://www.construction21.org>)

"DEFI" villası, her bölge için özel bir fana sahip çift akışlı havalandırma sistemi (Dual Flow) ile donatılmıştır.

Evin içindeki hava, dışarıdaki havadan daha kirlidir, çünkü durgun, bakteri ve toz yüklüdür. Bu nedenle kendini arındırmak için sürekli yenilenmesi gerekmektedir. Çift akışlı havalandırma sistemi (şekil 4.37) dışardan taze dış havayı alıp, yüksek verimli filtreleri sayesinde evde yaşam alanlarına dağıtmaktadır. Entegre ısı eşanjörü sayesinde, çift akışlı havalandırma, egzoz havasındaki enerji ve gücü geri kazanarak taze dış havanın önceden ısıtılmasını sağlamakta ve ısıtma için harcanan enerjiden

%20'ye kadar tasarruf edilmesini sağlamaktadır (<https://www.atlantic-comfort.com/>, 2022)



Şekil 4.37. Villada Dual Flow havalandırma sistemi
(<https://www.construction21.org>)



Şekil 4.38. Kanada kuyusu ve ısı pompası fotoğrafları
(<https://www.construction21.org>)

DEFİ Villa, 3 PVC borudan oluşan bir 'havadan toprağa ısı eşanjörüne' bağlıdır. Havadan toprağa ısı eşanjörü, iklim koşullarına bağlı olarak, zeminin termal ataletini kullanarak onu soğutan veya ön ısıtan bir yeraltı kanalında daha önce dolaştırarak binaya hava sağlamak için kullanılmaktadır (Şekil 4.38). Bu projede Kanada kuyusu kullanmakta olup esas olarak doğal bir soğutma sistemi olarak kullanılmasına rağmen, kışın gelen havayı önceden ısıtmak veya bir evi donmaktan korumak için de kullanılabilir (construction21, 2018).

Hava kaynaklı ısı pompalarının çalışma sisteminde, havadan gelen ısı düşük sıcaklıktaki su tarafından emilmektedir. Daha sonra sıcaklığını artıran bir kompresörden geçirilmekte olup yüksek sıcaklıktaki su evin ısıtma ve sıcak su borularına aktarılmaktadır. Yaz aylarında da soğutma sağlayan her tür ev için bireysel bir ısıtma çözümüdür (construction21, 2018).

Sonuç:

DEFI villası, hem bina ısı davranışına ilişkin deneyimlerden geri bildirim sağlamaya hem de bina sakinleri tarafından en iyi uygulamaların benimsenmesine olanak tanımaktadır.

Bu projenin amacı, binaların genel performansını tasarlamak ve karakterize etmek için bazı araçlar ve metodolojiler sağlamaktır. Bu yapı, yapıların enerji etkinliğinin iyileştirilmesine katkıda bulunmak ve rehberlik için yardımcı olmak amacıyla Fas'ta başlatılan bir çalışmadır. Hibrit havalandırma sistemleri, pasif ısıtma ve soğutma ve faz değişim eşanjörlerinin kullanımını desteklemeyi amaçlayan gerçek ölçekli bir deneysel binadır. Güneş enerjisi sistemlerinin potansiyelini ve uygunluğunu ve bina sakinlerinin davranışlarının iç ortamlar ve genel tüketim üzerindeki etkisini değerlendirmeye yardımcı olmaktadır.

4.1.7. Ifmeree

IFMEREE, yenilenebilir enerjiler ve enerji verimliliği alanlarında bir eğitim enstitüsüdür. Ulusal enerji stratejisini desteklemek için bir teknolojik yenilik merkezidir (Şekil 4.39). Fas'ın Oujda şehrinde yer almaktadır (Ifmeree, 2017).



Şekil 4.39. IFMEREE Oujda kampüsü (<https://ifmeree.ac.ma>, 2015)

IFMEREE'nin temel amacı, yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi için ihtiyaç duyduğu becerileri sağlayarak ulusal enerji stratejisinin başarısına somut bir şekilde katkıda bulunmaktır. Bu bağlamda, enstitünün temel amacı, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği konusunda uzmanlaşmış teknisyenler için başlangıç eğitim kursları ve sektördeki firmaların çalışanları yararına sürekli eğitim ve gelişim kursları düzenlemektir. Öte yandan, araştırma çalışmaları yürütmek, gereken durumlarda laboratuvar testleri, teknik yardım, tavsiye vb. sağlanmaktadır (Ifmeree, 2017).

Bu projede, yenilenebilir enerji kaynaklarından, güneş, hidroelektrik, biyokütle enerjisi kullanmakta olup çeşitli enerji verimliliği önlemleri dikkate alınmıştır (Şekil 4.40, Şekil 4.41, Şekil 4.42).



Şekil 4.40. Güney cephedeki fotovoltaiik panelleri (<https://ifmeree.ac.ma>, 2015)



Şekil 4.41. IFMEREE doğu cephesi fotovoltaiik (<https://ifmeree.ac.ma>, 2015)



Şekil 4.42. Kuzey cephesinden ve çatı katlarda tam cam kaplaması

Projedeki beş apartmanda ve iki tane derslikte çift cam, idari binada ve okulun yurduna iki Kanada kuyusu yapılmıştır. 153 m derinlikli (yaklaşık 9 m³/h) 40 kW PV'li güneş enerjili bir pompa kullanılmış olup bütün sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Enstitü, çalışması için temel olarak yenilenebilir enerjiler kullanmaktadır. Aydınlatma, sıcak su ve yeşil alanların sulanması için ve su pompalama için güneş enerjisi, biyogaz üretimi için de biyokütle enerjisi kullanılmaktadır. Her bina için enerji ihtiyacının %70'ini karşılayan 8 adet güneş kollektörü (şekil 4.43) idari bina ve yurt binasında bulunmaktadır (Ifmeree, 2017).



Şekil 4.43. Binada kullanılan güneş kollektörleri (<https://ifmeree.ac.ma>, 2015)



Şekil 4.44. Yeşil çatı binada kullanımı (<https://ifmeree.ac.ma>, 2015)

Sonuç:

Bir grup binadan oluşan enstitü, düşük tüketimli bir kuruluş olup enerji ihtiyacının %70'ini karşılamaktadır. Aydınlatma, sıcak su ve yeşil alanlar için su pompalama için güneş enerjisinden yoğun bir şekilde yararlanılmaktadır. Isıtma ve iklimlendirme için bir Kanada kuyusu kullanılmaktadır. Biyokütle ve atık sudan biyogaz üretmek için yenilikçi bir sistem kurulmuştur. Yeşil çatıların entegrasyonu ile geniş bir alan yeşil alanlara ayrılmıştır. Böylece binanın işleyişi, yenilenebilir enerjiler sayesinde, önemli bir enerji verimliliği sağlamaktadır (Ifmerree, 2017).

4.1.8. Atlas Faible Coût Toplu Konut

“Atlas Faible Coût” projesi, Ouarzazate şehrinde yer almaktadır ve 222 konuttan oluşmaktadır (Şekil 4.45). Bu evler, özellikle çatı ve duvarların yalıtımı, çift cam montajı, verimli havalandırma ve güneş enerjili su ısıtıcıları gibi enerji verimliliği önlemleri ile donatılmıştır. Enerji performansı, tüketimin kontrolü ve ölçümü için teknolojik bir sistem tarafından ölçülmektedir (Al Omrane Grubu, 2019).



Şekil 4.45. Atlas Faible cout Toplu Konut (Al Omrane, 2019)

Bu projede enerji verimliliği çözümlerinin kullanılması, bir yandan enerji tasarrufuna, diğer yandan da termal konfora olumlu etki yapmaktadır. Binaların enerji performansına ilişkin kurallarını belirleyen Fas Genel Bina Yönetmeliği ve binaların iklim bölgelerine göre uyması gereken ısı özellikleri belirlemeyi amaçlamakta olduğu için bazı önlemler alınmıştır. Söz konusu önlemlerden biri, binanın tüm pencerlerinde

panjurlu dış kepenkler kullanılması olup bu şekilde rahat bir iç ortam iklimi sağlanmaktadır. Böylece enerjiyi ısıtmak ve/veya soğutmak için klima kullanılmasına gerek kalmamaktadır. Isı yalıtımı amacıyla ekstrüde polistiren köpük ile çatı, kenevir çimentosu ile dışarıdan duvarların yalıtımı yapılmakta, bu da evin ihtiyaçlara göre, daha serin veya sıcak kalmasını sağlamaktadır. Düşük emisyonlu çift camın kullanılması ve kuzeye bakan camlı yüzeylerin en aza indirilmesi ile güneş radyasyonunun çok düşük kalması mümkün olmaktadır. Koridor ve merdivenlerin aydınlatılmasında hareket ve varlık dedektörleri yapılmış, böylece bina yöneticilerine enerji tasarrufu konusunda yardımcı olunmuştur. Evsel sıcak su üretimi için güneş kollektörleri kullanılmaktadır. Projede enerjinin etkin kullanımına yönelik alınmış söz konusu önlemler yardımıyla, ısıtma ihtiyacının %52, klima ihtiyacında %50'ye varan bir azalma görülmektedir (AMEE, 2016).

Sonuç:

Atlas Faible Cout projesi, Fas'un güneyinde yer almakta olup, önemli oranda güneş enerjisi kullanmaktadır. Bu proje, enerji tasarrufuna ilişkin, 6. bölgedeki önemli örneklerden biridir. Enerji performansı ve enerji tüketimin kontrolü teknolojik bir sistem tarafından ölçülmektedir. Atlas Faible Cout konut projesinde, enerji kullanımı hakkında bazı hedeflere ulaşmak amacıyla belirli önlemler alınmıştır. Dış cephe ve çatıdaki izolasyon malzemelerinin kullanılması, hareket dedektörü ile güneşten faydalanmak için, ısıtma ve su ısıtıcılarının kullanılması söz konusu örneklerden bazılarıdır. Bu proje hakkında yeterli bilgiye ulaşılmadığı için, yüzeysel bir şekilde analiz edilmiştir.

4.1.9. Fal Al Hanaa Toplu Konut

Emlak Tanıtım Şirketi LABEN tarafından yürütülen "Ain Sbaa'da 32 Bina Fal El Hanaa" projesi, Avrupa Birliği Delegasyonu tarafından seçilen projeler arasında yer almaktadır (Şekil 4.46). Proje, enerji verimliliği hükümlerini içermektedir ve gelecekteki Bina Enerji Verimliliği Yasası'nın (CEEB) minimum güvencelerine uymayı amaçlamaktadır. Buna ek olarak, projenin güçlü bir sosyal çağrışımı olup, yerel kurumlarla ortaklaşa gerçekleştirilen yenilikçi finansal paketin bir parçası olarak, başlangıçta şehrin gecekondü mahallelerinde yaşayan 440 aileyi nezih, konforlu konutlarda yeniden barındırmayı mümkün kılmaktadır (AMEE, 2017).

Sürdürülebilir bir kalkınma yaklaşımına bağlı olan LABEN, konutları tasarımdan, inşaat sırasında ve işletme boyunca entegre bir enerji verimliliği yaklaşımına göre inşa etmiştir (Sadik, 2015).



Şekil 4.46. Fal El hanaa (Construction21, 2015)

Bu projede, ısıtma, iklimlendirme ve aydınlatma için enerji ihtiyaçlarının azaltılmasına güçlü bir şekilde katkıda bulunulmasına dikkat edilmiştir. Fal El Hanaa projesi, uzun süreli kullanımların (oturma odası, mutfak ve yatak odası) cam pencereler yoluyla, sınırsız güneş kazanımlarından yararlanmayı mümkün kılmaktadır (Sadik, 2015).

Söz konusu çevresel yaklaşım proje boyunca sürdürülmektedir. Bu çerçevede, ekstrüde polistiren köpük kullanılarak çatıda ısı izolasyonu yapılmıştır. Alt kat ile duvarların içten ve dıştan poliüretan ile yalıtımı yapılmakta; böylece iyi termal performans sağlanmaktadır. Pencereler çift cam yapılarak, ısı yalıtımı ve dış gürültünün azaltılması sağlanmaktadır. İç ortam havasının yenilenmesini sağlayan bir sistem olan basit akışlı havalandırmanın uygulanması da yapılmıştır (AMEE, 2016).

Uygulamaların sonucunda, doğal klima ve yalıtım sayesinde, ısınma ihtiyacının %70 ve klima ihtiyacının %56 oranında azaldığı görülmektedir. Ek olarak enerji tüketiminin, standart bir binaya göre daha verimli olduğunu elde edilen sonuçlar göstermektedir (Standart bina: 10,00 kWhep/m².yıl, bu proje: 53,00 kWhep/m².yıl) (AMEE, 2016).

Sonuç:

Fal El Hanaa konut projesi, Casablanca şehrinde yer almakta olup, sürdürülebilir bir kalkınma yaklaşımı çerçevesinde geliştirilmiş olup, yapım aşamasında ve kullanım boyunca entegre bir enerji verimliliği yaklaşımına göre inşa edilmiştir. Bu projede, soğutma/ ısıtma ve aydınlatma için, enerji ihtiyaçlarının azaltılması hedeflenmiştir. Fal El Hanaa projesi, uzun süreli kullanımlarda pencereler yoluyla, sınırsız güneş kazanımlarından yararlanmayı mümkün kılmaktadır. Dış ve iç duvarlarda poliüretan yalıtım, çatıda ekstrüde polistiren köpük ve pencerelerde çift cam kullanılması sonucunda, binanın sağladığı enerji tasarrufunun arttığı görülmektedir.

4.1.10. Araştırmacılar için Villalar

Araştırmacılar için villalar projesi, Benguerir şehrinde yer almakta olup OCP Group tarafından inşa edilmiştir. Bu proje benzersiz ve yenilikçi bir projedir, doğal kaynakların optimum yönetimi için malzeme kullanımı ve inovasyon açısından yerel bilgi birikimini birleştirmektedir. Villalarda, Muhammed VI Politeknik Üniversitesi'nden araştırmacıların barındırılması amaçlanmaktadır. Çevre kavramını biyoiklimsel inşaat, su ve enerji kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi kavramlarıyla bütünleştirmektedir. OCP Group, enerji verimliliği açısından ekolojik ve optimal inşaat yöntemlerinin geliştirilmesi yoluyla çevreye olan bağlılığını göstermektedir. Konut birimleri, 20 birimi geçmeyen grup şeklinde organize edilmiştir. Böylece sakinler arasında samimi ve güvenli bir alan hissi yaratılmıştır. Birimler ayrıca bitkili doğal alanların etrafında neredeyse kendiliğinden organik bir şekilde bir araya gelmektedir. Bina ve bitki örtüsü arasındaki alan ortak yaşama izin vermektedir ve genellikle özel alanlar ve kolektif alanlar arasında bulunan “sınır” etkisini azaltmak hedeflenmiştir.

Villa grupları, yürüyüş, oyun ve spor aktivitelerine yönelik bir alana sahiptir, her tür bitki koridoru olan yeşil koridorlarla birbirine bağlanmaktadır (Şekil 4.47). Kreş, mini market, kafeterya, çok amaçlı salonlar, sendika binaları, küçük hastaneler vb. gibi yerel tesisleri de mevcuttur (Melehi Y. , 2015).



Şekil 4.47. Araştırmacılar için villaların vaziyet planı
(<https://aemagazine 2011>)

Bu projede, sıcak hava dalgası dönemlerinde doğrudan güneşe maruz kalmamak ve aynı zamanda tüm villa alanların güneş ışığı ve doğal ışıktan faydalanmasını sağlamak için, güney-doğu/kuzey-batı yönelimi tercih edilerek iklim kısıtlamalarına göre yönlendirilmiştir (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. Örnek villa (<https://aemagazine 2011>)

Havalandırma doğal olarak sağlanmakta olup, banyolar için gerekirse yardımcı aspiratörler kullanılarak, düşük tüketim sağlanabilmektedir. Yağmur suyu toplama tankı, ev işleri için su ihtiyacını ve sebze teraslarının kapalı çevrim sulamasını karşılamaktadır (Melehi Y. , 2015).

Çakıl yatağının rüzgar kulesi ile birlikte güneş enerjisi kolektörleri ile birleştirilmesi prensibine dayanmaktadır. Kış aylarında, çakıl yatağı, depolama başlamadan 40 gün önce, rüzgar kulesinde bulunan hava sensörleri tarafından, şarj döngüsünde çalışan bir geri kazanım üfleme cihazı aracılığıyla ısıtılmakta, daha sonra geri kazanılmaktadır (Melehi Y., 2015).

Villalarda kullanılan malzemelerin çoğu, Benguerir yakınlarındaki taş ocaklarından gelmekte olup, yerel kökenlidir. Doğal taş, fırınlanmış tuğla, betonarme, çimento boşluklu gövdeler, çift camlı alüminyum marangozluk vb. gibi yapı malzemeleri kullanılmıştır (<http://archi.ac.ma>, 2017).

Çatılar, ısı köprülerinin dikkatli bir şekilde incelenmesiyle, beton yastıkları tarafından desteklenen prefabrik levhalar, astarlı 12 cm kenevir betonu ile yalıtılmıştır. Sıcaklığın en yüksek olduğu düz çatılar için havalandırmalı çift döşeme sistemi bulunmaktadır. Bu sistem, çift çatının iki duvarı arasında doğal havalandırma ile gece soğutmasına aktif olarak katılmaktadır (<https://enarabat.ac.ma>, 2017).

Sıcak dönem için, çakıl yatağı, geceleri daha soğuk olan dış hava kullanılarak soğukla yüklenmektedir. Her iki durumda da gelen hava mevsime bağlı olarak ısınır veya soğur, daha sonra tesislerde süzildükten sonra zemin katın levhasının altından geçen bir kanal ağı ile levhaların içine üflenmektedir. Çevrim sonunda hava geri kazanım ünitesine aktarılarak tekrar hava alınmaktadır (Şekil 4.49) (<https://enarabat.ac.ma>, 2017).



Şekil 4.49. Çift havalandırmalı levha (<https://aemagazine>, 2011)

Sonuç:

Araştırmacılar için villalar projesi, sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde geliştirilmiştir. Tesislerde bir depolama ve üfleme cihazı ile hava ve çakıl tabakası arasındaki ısı değişimi tekniği, sıcak ve soğukun, sürdürülebilirlik açısından gerçek bir yeniliği temsil etmektedir. Temel olarak, daha iyi bir yol ve kamusal alan organizasyonu, uygun bir malzeme seçimi, asfalt yüzeylerde bir azalma görülmektedir. Bu projede, su tutma, buharlaşmaya bağlı ısı değişimi ve bitki örtüsü yoluyla ısı adalarının azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Sonuç olarak, Benguerir'de araştırmacıların villaları eko-bölgesinin inşaatı, standart bir toplu konutun basit standartlarına uymamaktadır. Çok fazla araştırma, tasarımda belirli bir özgürlük, önemli bir yatırım ve ek finansal maliyet gerektirmektedir (<https://enarabat.ac.ma>, 2017).

4.2.ÖRNEKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Fas'taki yapı uygulamalarında enerji verimliliğinin incelendiği 4. Bölümün, birinci alt başlığı altında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı proje örneklerinin temel özellikleri açıklamalarda ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Örnekler, yapılan araştırmada elde edilen veriler doğrultusunda tablo ile analiz edilmiştir. Oluşturulan tablo, incelenen yapıların örneklerinde yer alan yenilenebilir enerji kullanımı hakkında bilgi vermektedir (Tablo 4.7). Tez çalışması kapsamında ele alınan projeler ile ilgili veriler, iklim bölgesi, projenin tipi, kullandığı yenilenebilir enerji, kullanım yeri ve kullanıldığı yapı elemanı başlıkları altında ele alınmıştır.

Tablo 4.7. İncelenen örneklerin analizi

İncelenen Örnek	İklim Bölgesi	Proje Tipi	Kullandığı Yenilenebilir Enerji	Kullanım Yeri	Kullanıldığı yapı elemanı
Ksour Jacaranda	Z5	Toplu Konut	Güneş	Cephe Çatı	Güneş kolektörü Işık rafları Fotovoltaik paneller
Al Ouroud 2	Z3	Toplu Konut	Güneş	Çatı	Güneş kolektörü
Al Karama	Z4	Toplu Konut	Güneş Hyroelektrik	Cephe, Duvar Çatı	Güneş kolektörü
Villa Dar Amys	Z5	Villa	Güneş Jeotermal	Çatı Cephe Zemin	EAHX sistemi Kanada kuyusu
La Maison Des Architectes	Z1	Konut	Güneş Jeotermal	Çatı Zemin	Kanada kuyusu Güneş kolektörü
DEFİ Villa	Z6	Villa	Güneş	Çatı	Güneş kolektörü Isı eşanjörü
IFMEREE	Z2	Üniversite	Güneş Hidorelektrik Biyokütle Jeotermal	Çatı Cephe Zemin	Fotovoltaik paneller Biyogaz kuyusu Kanada kuyusu Güneş kolektörü
Atlas Faible Coût	Z6	Toplu Konut	Güneş	Cephe	Güneş kolektörü
Fal Al Hanna	Z1	Toplu Konut	Güneş	Cephe	-
Araştırmacılar İçin Villalar	Z5	Grup Villa	Güneş Rüzgar	Çatı	Güneş kolektörü

Bu aşamaya kadar öncelikle örnekleme oluşturan projeler hakkında genel bilgi verilmiş, daha sonra yenilenebilir enerji kullanımı kriterlerine göre, malzeme ve uygulamaların kullanıldığı yapı elemanları hakkında kısa değerlendirme yapılmıştır. Daha sonraki aşamada enerji tasarrufu sağlamak için alınan aktif ve pasif iklimlendirme önlemleri hakkında bilgi verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre,

yenilenebilir enerji ilkelerinin, Fas'ta yenilenebilir enerji kullanan yapılarda çoğunlukla düşük oranda kaldığı kanıtlanmıştır.

Dördüncü bölümde açıklanan Fas'taki yapı uygulamalarının tamamı ile ilgili uygulanmış yenilenebilir enerji örneği bulunmadığından, araştırmanın amacı kapsamında uygunluk gösteren örnekler incelenmiştir. İncelenen bina örneklerinde yenilenebilir enerjinin gözlemlenebildiği ve kullanıldığı yapı elemanı olarak iki farklı şekilde ele alınmıştır. Yenilenebilir enerjinin yapılarda öncelikli kullanım amacının sürdürülebilirlik olduğu düşünüldüğünde, kendi enerjisini üreten yapılar oluşturmak için kullanılan ve çoğu örnekte karşılaşılan güneş enerjisinin en yaygın olarak uygulanan yenilenebilir enerji türü olduğu saptanmaktadır. Güneş ışığının gün içinde farklı açılarla geldiği düşünüldüğünde, tüm projelerdeki güneşi takip eden enerji kullanımı daha verimli olduğu görülmektedir. Günlük yaşamda sıklıkla karşılaşılan ve enerji tasarrufu sağlayan LED ışıklı lambaların da yaygın olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Yenilenebilir enerjinin örnek uygulamaları incelendiğinde işlevlerinin ve kullanım yerlerinin farklılık gösterebildiği görülmektedir. Örneğin güneş enerjisi bazı uygulamalarda ana enerji elemanı olarak kullanılırken, enerji tasarrufu işlevlerine sahip olabilmekte ve neredeyse tüm projelerde kullanılan önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak önplana çıkmaktadır. Bölge 2 ve 4 gibi, soğuk iklim bölgelerinde ise bu özelliğe rastlanmamaktadır.

Güneş ışığının gün içinde farklı açılara geldiği düşünüldüğünde, Defi Villa, Araştırmacılar için villalar örneklerdeki gibi binaların yönlendirmesi çok önemli ve güneşin daha verimli olduğu görülmektedir. Günlük yaşamda sıklıkla karşılaşılan ve enerji tasarrufu sağlayan güneş enerjili su ısıtıcı sistemlerin de yaygın olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır, ancak tasarımın uygun olmadığı projelerde, Dar Amys ve Fal Al Hanaa'daki gibi, sözü edilen teknolojiden bahsedilmediği düşünülmektedir.

Isı yalıtımı özelliği ile ısı konforunun karşılanmasında önemli bir etkiye sahip olan malzemelerinin uygulandığı örneklerde farklı kullanım alanlara rastlanmaktadır. Ksour Jacaranda'da dış ve iç duvarlarda poliüretan uygulaması ve Dar Amys örneğindeki çatıda kullanılmaktadır. Neredeyse tüm örnek projelerde, düşük emisyonlu, yüksek performanslı çift cam kullanmıştır. Ortamların ısıtılması ve soğutulmasında önemli rol oynamaktadır.

Dar Amys'te kullanılan EAHX sistemlerinin ve başka projelerde rastlanmadığı, sistemin her projeye uygun olmadığı görülmektedir. Benzer şekilde, Kanada kuyusunun yapılara sunduğu biyogaz üretimi özelliği düşünüldüğünde, binalarda uygulamalarının yetersiz olduğu görülmektedir.

Al Ouroud 2, Fal Al Hanaa ve Atlas Faible Cout toplu konutların ısı yalıtımı, ekstrüde poliüretan kullanıldığı görülmektedir, fakat konut olmayan projelerde farklı malzeme kullanıldığı farkedilmektedir.

Hareket dedektörü kendi işlevini yerine getirmesine rağmen farklı kullanım yöntemlerini yapısında bulundurmamaktadır. Varlık dedektörü sadece ortamın hareketi algılamaktadır. Burada esas olan, dedektörlerin verimli çalışabilmeleri için teknik sisteminin organizasyonuna ihtiyaç duymalarıdır. Bu da, gereksiz zamanda lambaların kullanılması en aza indirmekte olup, bu şekilde enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kullanan binaların temel konseptinin kullanıcı konforu, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik olduğu yapılan tanımlarda belirtilmiştir.

Işık rafları, dış gölgeme cihazları, fotovoltaik paneller ve havadan toprağa ısı eşanjörü bazı projelerde kullanılmaktadır, ancak yaygın değildir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, yapı uygulamalarında kullanılan yenilenebilir enerji çeşitliliğinin sınırlı olduğu gözlemlenmektedir. Tüm yenilenebilir enerji uygulamalarının binalarda kullanımının henüz uygun olmaması bu durumu açıklamaktadır. Ek olarak, yenilenebilir enerji kullanımının binaları daha sürdürülebilir yapılar haline getirdiği anlaşılmaktadır. En belirgin etkilerinin enerji yönetimine sağladıkları katkılar olduğu görülmektedir.

5. BEŞİNCİ BÖLÜM: SONUÇ

Günümüzde yapım sektöründe kullanılan enerjinin büyük bir kısmı, geleneksel enerji kaynakları olan fosil bazlı yakıtlardan sağlanmaktadır. Ancak bu kaynaklar sınırlıdır ve çevreyi olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bu nedenle fosil kaynakların yerinin temiz, tükenmeyen ve doğada bulunan yenilenebilir enerji kaynakları ile değiştirilmesi önemlidir. Biyokütle, hidroelektrik, hidrojen, jeotermal, rüzgar ve güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynağı olarak tanımlanan, çevre sorunlarına neden olmayan ve dünyada varlığını sürdüren doğal kaynaklar olarak değerlendirilmektedir.

Dünyada tüketilen enerjinin önemli bir kısmı sanayi ve ulaşımdan sonra yapım ile ilgili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Araştırmalar, yüksek yoğunluklu şehirlerde yüksek binaların enerjinin yaklaşık %50'sini tükettiğini ve kullanılan enerjinin çoğunlukla fosil kaynaklı kaynaklardan sağlandığını göstermektedir. Binalarda enerjinin büyük bir kısmının fosil kaynaklı kaynaklardan sağlanması nedeniyle yapım sektörü küresel ısınma ve çevre kirliliğinde büyük rol oynamaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan ve bu sayede bina tasarım sürecinde enerji tasarrufu sağlayacak bir yaklaşım benimsenmesi önemlidir.

Fas, yenilenebilir enerji potansiyeli açısından çok önemli bir ülkedir. Enerji geçişinin başarılı bir biçimde gerçekleştirilebilmesi geniş bir sermaye tabanına sahiptir. Bu tez kapsamında, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjilerin entegrasyonu açısından en iyi uygulamaların dikkate alınarak, Fas'taki iklim bölgeleri ve bu bölgelerde yenilenebilir enerji kullanarak tasarlanmış binalar üzerinden bir referans çerçeve oluşturmak amaçlanmaktadır.

Başta sanayi, inşaat ve yapı, ulaşım, kamu aydınlatması ve enerji olmak üzere tüm kilit ve büyük enerji tüketen sektörlerde yatırım kararlarında ve teknolojik seçimlerde entegre edilmeli ve dikkate alınmalıdır.

Fas, Afrika'nın kuzeybatısında bulunan bir ülkedir. Sahra Çölü'nün güneyinde yer alan Fas, Atlas Dağları'nın eteklerine ve Akdeniz'e kıyısı olan bir ülkedir. Fas, enerji sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgisiyle de bilinmektedir. Ülke, güneş, rüzgar, hidroelektrik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına sahiptir. Fas Hükümeti, enerji verimliliğini artırmak ve yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek için çeşitli politikalar ve projeler geliştirmiştir. Özellikle güneş enerjisi alanında önemli yatırımlar yapılmış ve Fas, güneş enerjisinden elektrik üretimi

konusunda lider ülkelerden biri haline gelmiştir. Fas'ta enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji uygulamalarının yaygınlaştırılması, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ülkenin enerji sektöründeki dönüşüm çabaları, çevreye olan olumsuz etkileri azaltmayı ve enerji kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını hedeflemektedir. Fas, iklim çeşitliliği, tarihi zenginlikleri ve kültürel mirasıyla dikkat çeken bir ülkedir.

Fas, güneş enerjisi projelerinin yanı sıra rüzgar enerjisi projelerine de önem vermektedir. Özellikle ülkenin kuzeyindeki sahil şeridinde rüzgar enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir. Bu nedenle Fas, rüzgar enerjisi santrallerinin kurulumu ve işletilmesi konusunda da çalışmalar yapmaktadır.

Bunun yanı sıra Fas'ta hidroelektrik potansiyeli de bulunmaktadır. Ülkenin dağlık bölgelerindeki nehirler, hidroelektrik santralleri için uygun bir kaynak oluşturmaktadır. Hidroelektrik santralleri, yenilenebilir enerji üretimi için önemli bir role sahiptir.

Fas, enerji geçişini hızlandırmak ve enerji verimliliğini artırmak için çeşitli teşvikler ve politikalar da uygulamaktadır. Özellikle bina sektöründe enerji verimliliği önlemleri ve yenilenebilir enerji kullanımı teşvik edilmektedir. Ayrıca Fas, enerji tüketimindeki etkinlikleri artırmak için enerji verimliliği projeleri ve eğitim programları da yürütmektedir.

Fas şehirleri, bir yandan iklim değişikliği ve çevresel bozulmanın neden olduğu tehditler ve risklerle ilgili birçok sorun ve zorlukla karşı karşıyadır. Aynı zamanda şehirler, sürdürülebilir kalkınma için önemli bir potansiyele ve yeni kaynaklar ve yeni teknolojiler yaratma kapasitesine de sahiptir. İklim değişikliğine karşı mücadelede ve yeşil büyümeyi teşvik etmede önemli bir role sahiptirler. Bu bağlamda, Fas'ın sürdürülebilir ve enerji verimli olmasını sağlamak için, şehirleri geliştirmeye yönelik herhangi bir adım atılmadan önce, özellikle enerji tüketiminin kontrol edilmesi ve yenilenebilir enerjilerin teşvik edilmesi açısından birçok unsurun dikkate alınması gerekmektedir.

Bu çalışmanın konusu olan yapım sektörü açısından yürürlükteki yönetmeliklere göre Fas, bir enerji verimliliği planının uygulanması yoluyla enerji tasarrufu sağlamayı kendisine hedef belirlemiştir. Pasif ve aktif iklendirme yöntemleri, biyoiklimsel mimari ilkeleri, yenilenebilir enerjiler kullanılarak enerji tasarrufu sağlayacak

yaklaşımlar geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu çerçevede, sürdürülebilirlik prensipleri çerçevesinde binalarda enerjinin optimal kullanımını sağlayacak bir geçiş süreci hedeflenmektedir.

Fas enerji sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarına büyük bir önem veren ve bu alanda önemli adımlar atmakta olan bir ülkedir. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımıyla Fas, enerji geçişinde önemli bir başarı elde etmiştir. Bu çabalar, sürdürülebilir kalkınma ve çevresel koruma açısından da büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında, örnekleme oluşturan projeler, Fas'ta uygulamaya başlanan yeni ısıl yönetmeliklerin getirdiği gereklilikler ile daha düşük enerji tüketiminin mümkün olduğunu göstermektedir. Ayrıca yapım sektöründeki aktörlerin (mimarlar, iç mimarlar, inşaatçılar) ısıl düzenlemeleri uygulayabildiğini ve genellikle kullanılan inşaat tekniklerini etkilemediğini kanıtlamaktadır. İnşaat şirketleri, standart izolasyonun montajı için veya taşeronluk yoluyla kendi kaynaklarından çok fazla zorluk çekmeden bu gereksinimlere uyum sağlamaktadır.

Bu çalışma, Fas'taki yenilenebilir enerji kullanımının değerlendirilmesini amaçlayarak örnekleme oluşturan projeler hakkında genel bir bakış sunmuştur. Yapı elemanlarının malzeme ve uygulamaları, enerji tasarrufu önlemleri ve yenilenebilir enerji örnekleri incelenerek elde edilen bulgulara dayanılarak sonuçlar çıkarılmıştır. Ancak, eldeki veriler Fas üzerinden genelleme yapılarak değerlendirilmiştir.

İncelenen çalışma örnekleri, yapım sektörünün enerji tasarrufu için önemli bir potansiyeli temsil ettiğini göstermiştir. Enerji tasarrufu sağlamak, termal konforu iyileştirmek ve aynı zamanda çevre üzerindeki etkiyi en aza indirmek için her proje örneği tarafından benimsenen çözümler bu çalışma çerçevesinde açıklanmaktadır.

Isıl düzenleme gerekliliklerine uygunluk, mimari tasarıma önemli bir müdahaleye gerek kalmadan çift duvarda, çatıda ve muhtemelen zeminde yalıtım eklenmesi, gerekirse çift cam montajı ile kolayca sağlanabilmektedir.

Örneklerden elde edilen verilerde, tüm yenilenebilir enerji kaynakları arasında en çok tercih edileni güneş enerjisidir. Enerji üreterek binaların kendi kendine yetebilen sistemlere dönüşmesini sağlayan fotovoltaiik panellerin en yaygın kullanıma sahip elemanlar olduğu görülmektedir. Enerji verimliliği sağlayan rüzgar kaynaklarının da

nispeten yüksek kullanıma sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bunun nedeni, güneş enerjisinin bina yapısına uygulanmasının daha kolay olması ve bu alanda üretilen teknolojinin hızla gelişmesi ve yayılmasıdır. Dolayısıyla binalarda kullanılan yenilenebilir enerji uygulamalarının öncelikli tercih edilme sebebinin enerji tasarrufu sağlamak olduğu çıkarımı yapılmaktadır. Birçok gelişmiş ülkede, binaların tasarım sürecinde güneş enerjisinin kullanımı prensipleri de vurgulanmıştır.

Ancak enerji verimliliği sağlamasına rağmen biyokütle ve jeotermal enerjisi ile ilgili fazla örneğe rastlanmamaktadır. Zor bir sistem olabilmesi ve çoğu durumda binaların tasarımına uygun olmamasından dolayı tercih edilmediği düşünülmektedir.

Tez çalışması kapsamında yapılan araştırmalarda yenilenebilir enerjilerin güncel ve gelecekteki potansiyel uygulamaları bina örnekleri üzerinden incelenmiştir. Elde edilen bulgularda; yenilenebilir enerjilerin yapılara sürdürülebilir çözümler ile tasarımsal yenilikler sunduğu ve gelecekteki kullanım potansiyellerinin yüksek olduğu görülmektedir. Ancak yapılan örnek incelemesinde ve elde edilen bulgular, Fas'taki yenilenebilir enerji uygulamalarının çeşitliliğinin sınırlı olduğunu ve enerji yönetimine katkı sağladığını göstermektedir. Bu çalışmanın sonuçları, Fas'taki yenilenebilir enerji politikalarının ve uygulamalarının geliştirilmesine yönelik önerilerde bulunulmasını desteklemektedir. Daha fazla araştırma ve projelerin teşvik edilmesiyle Fas'ta sürdürülebilir enerji kullanımının artırılması hedeflenmektedir. Fas'ta yeterli sayıda ve çeşitlilikte yenilenebilir enerjilerin kullanan binaların uygulamasına rastlanmamaktadır. Araştırmada, yenilenebilir enerji uygulanmış yeterli örnek bulunmadığı için, incelemesi yapılamayan yenilenebilir enerji türleri de olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

Aarons, Kyle, and Doug Vine. "Canadian hydropower and the clean power plan." Arlington, VA: Center for Climate and Energy Solutions (2015).

ABDELMALKI L. et MUNDLER P. (2010), "Economie de l'environnement et Développement Durable", De Boeck, Paris.

ADEREE, (2016) Atlas Éolien Global Numérique Du Maroc.

ADEREE, agence de developpement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique, 2019

Aguilar, C. (2021, 3 mars). Chu Hall - Solar Energy Research Center / SmithGroup. ArchDaily). Erişim tarihi: 10.07.2022, 23:01, <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjir>

Aguilar, C. (2022, août 31). Business Incubator in Archena / Amaa. ArchDaily.). Erişim tarihi: 10.04.2022, 22:01, <https://www.archdaily.com/897686/business-incubator-in-archena-amaa>

Allouhi, A., El Fouih, Y., Kousksou, T., Jamil, A., Zeraoui, Y. & Mourad, Y. (2015, Aralık). Energy consumption and efficiency in buildings : current status and future trends. Journal of Cleaner Production, 109, 118 130. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.139>

Allouhi, A., El Fouih, Y., Kousksou, T., Jamil, A., Zeraoui, Y., & Mourad, Y. (2015). Energy consumption and efficiency in buildings: current status and future trends. Journal of Cleaner production, 109, 118-130.

Allouhi, A., Rehman, S., & Krarti, M. (2021). Role of energy efficiency measures and hybrid PV/biomass power generation in designing 100% electric rural houses: A case study in Morocco. Energy and Buildings, 236, 110770.

AMEE. (s. d.).). Erişim tarihi: 10.05.2022, 21:25, <https://www.amee.ma/sites/default/files/inline-files/9%20modeles>

Aminzadeh A. 2018. Analyzing Energy Efficiency In Tall Buildings: The Use Of Solar Strategies, Yüksek lisans Tezi, İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Atlantic international, <https://www.atlantic-comfort.com/Other-products/Ventilation/Dual-flow-ventilation>, erişim tarihi: 10.03. 2023 13:23

Aydın, Ö. 2019, binalarda Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılan Projelerin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği. Mimarlık ve Yaşam , 4 (1) , S: 55-68

BAŞLI D.D. 2016. Konut Binalarında Isıtma Sistemlerinin Tasarım Parametrelerine Bağlı Olarak Isıtma Yüklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü

Benhamou, B., & Bennouna, A. (2013). “Energy Performances of a Passive Building in Marrakech: Parametric Study”. Energy Procedia, 42, 624–632.

Benjamin D. 1994, “Atlas des énergies pour un monde vivable” édition Syros, France.

Beretta G P. 2017 World energy consumption and resources: an outlook for the rest of the century, Int. J. Environmental Technology and Management, Vol. 7, Nos. 1/2, S. 100

BP Statistical Review of World Energy, 2022.

Byju, A. (2021, 22 mars). General Data Protection Regulation(GDPR) Guidelines BYJU’S. BYJUS. Erişim tarihi: 14.06.2022, 21:25, <https://byjus.com/biology/difference-between-renewable-and-non-renewable-resources/>

California Academy of Sciences. (s. d.). Efficient Building Design. Erişim tarihi: 10.07.2022, 23:32, <https://www.calacademy.org/efficient-building-design+>

Chai-Lee Goi. 2017, The impact of technological innovation on building a sustainable city

Consommation d’énergie par secteur / vecteur. (2022, 8 septembre). Iweps. Erişim tarihi: 26.04.2022, 22:01 , à l’adresse <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/consommation-denergie-secteur-vecteur/>

ÇELEBİ N.G. 2020. Güneş Yerleşmelerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bir Çalışma, Yüksek lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

ÇEVİRİCİ A. 2017. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında Sürdürülebilirliğin Konut Tasarımı Açısından İrdelenmesi Ve Mersin Örneği, Yüksek lisans Tezi, Mersin: Toros Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü

Daudén, J. (2020, 17 février). People Power : 19 Public Buildings that Generate Renewable Energy. ArchDaily. Erişim tarihi: 10.07.2022, 23:01, <https://www.archdaily.com/933204/people-power-19-public-buildings-that-generate-renewable-energy>

DAĞOĞLU Ö. 2019. Toplu Konutlarda Fotovoltaik Sistem Kullanımlarının Farklı İklim Bölgelerine Göre Değerlendirilmesi Yüksek lisans Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Debbarh M. (2004), L'énergie : développement énergétique au Maroc depuis 1955, perspectives 2025

Département de l'Habitat et de La Politique de La Ville", 2018

Dino, I.G., Binalarda Güneş Kontrol Yöntemlerinin Optimizasyon Temelli Performans Değerlendirilmesi, GU J Sci, Part C, 5(3): 71-87 (2017)

Energy Information Administration (EIA) <https://www.eia.gov/> 2018

Energy Information Administration (EIA) <https://www.eia.gov/> 2020

Energy Information Administration (EIA) <https://www.eia.gov/> 2021

Environmental Protection Agency (EPA) <https://www.epa.gov/>

EU bioenergy potential from a resource efficiency perspective, European Environment Agency, 2013.

EL AJHAR L. & al., 2018, Evolution De La Pluviométrie De 1960 À 2015 Au Maroc', International Journal Of Research Science & Management, Laboratoire Biotechnologie, Environnement et Qualité. Faculté des Sciences Kenitra.

Energy Efficiency In Buildings. (s. d.). S.89, erişim tarihi 12.03.2023 S 11:45 <https://www.eesi.org/topics/energy-efficiency/>

El Abbassi, I., El Bouhadi, A., de Arce, R., Khellaf, A., Lorca, A., Mahia, R., ... & Tounsi, S. (2012). Renewable Energies and Sustainable Development in the Mediterranean: Morocco and the Mediterranean Solar Plan (MSP)

EROL H. 2017. Yüksek Binalarda Enerji Etkin Mimari Tasarım Yaklaşımları ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek lisans Tezi, İstanbul: Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü

Fathy H., & Yana K.1970. Construire avec le peuple. Paris: Editions Jérôme Martineau

Fracalossi, I. 2022. California Academy of Sciences / Renzo Piano Building Workshop + Stantec Architecture. ArchDaily. Erişim tarihi: 11.07.2022, 14:01 <https://www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano>

Gaete, J. (2021, 17 décembre). National Renewable Energy Laboratory / SmithGroupJJR. ArchDaily. Erişim tarihi: 13.07.2022, 10:05 <https://www.archdaily.com/443969/national-renewable-energy-laboratory-smithgroupjjr>

Gaete, J. (2022, 14 septembre). Center for Sustainable Landscapes / The Design Alliance Architects. ArchDaily. Erişim tarihi: 15.07.2022, 20:05 <https://www.archdaily.com/364575/center-for-sustainable-landscapes-the-design-alliance-architects>

GEDİK Ö. 2015. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Çevresel Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Global Bioenergy Statistics, 2021, <https://www.worldbioenergy.org/> erişim tarihi, 05.02.2023 13:12

Groupe AL OMRANE Erişim tarihi : 25.04.2022, 15:57, <https://www.alomrane.gov.ma/>

GÜVEN E. 2019, Konutlarda Kentsel Dönüşüm Öncesi Ve Sonrası Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi, Yüksek lisans Tezi, Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

GÜLEROĞLU H. 2019. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sosyal amaçlı yapılarda kullanım uygunluğunun analizi: Konya örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Hassane ZOUIRI, Hassan ELMESSAOUDI, (2019) ‘Renewable Energy And Sustainable Development In Morocco’

HAMIDABAD D. B. 2015, Enerji Etkin Tasarım Anlayışının Yüksek Yapılarda İncelenmesi, Yüksek lisans Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Hollmuller, Pierre. "Etude expérimentale d'un échangeur de chaleur air-sol (puits canadien) pour le rafraichissement d'un bâtiment résidentiel à Marrakech." (2014)

Hayter, S. J., & Kandt, A. (2011). Renewable energy applications for existing buildings (No. NREL/CP-7A40-52172). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO ABD

HONÇA L. 2018. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmaya etkileri: Türkiye örneği, Yüksek Lisans Tezi, KTO: Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

IEA, World Energy Balances, 2020

IEA, World Energy Balances, 2018

IEA, 2021 erişim tarihi: 11.12.2022, 13:29, <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/bioenergy>

Inmarrakesh21, 2015. S Dynamic Modelling and Monitoring of a Passive House in Marrakech

Ifmeree: Instituts des métiers des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, 2017

Ionescu, C., Baracu, T., Vlad, G. E., Necula, H., & Badea, A. (2015). The historical evolution of the energy efficient buildings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 49, 243-253.

IŞIN A. 2015. Konut ve Yerleşmelerin Ön Tasarımında Enerji Etkinliğine İlişkin Bir Model Önerisi, Yüksek lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü

Kamil B. Varınca, M. Talha Gönüllü, (2018), ‘Yenilenebilir enerjilerin kullanımının çevresel olumlu etkiler’, YTÜ çevre ve mühendislik bölümü, İstanbul.

KAYIN Ö. 2019. Binalarda Enerji Modellemesi, Enerji Performans Analizi Ve Yenilenebilir Enerji Kullanımının Çevre Dostu Yeşil Bina Uygulam Örneği Kapsamında Değerlendirilmesi, Yüksek lisans Tezi, Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Kırbaş, İ. (2019). Binalarda Enerji Verimliliği Uygulamaları: MAKU Mühendislik Mimarlık Fakültesi Örneği . Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi , 10 (2) , 141-149 .

Koç, E., Kaya, K. 2015. “Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu,” Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 668, s. 36-47

Kousksou, T., Allouhi, A., Belattar, M., Jamil, A., El Rhafiki, T., Arid, A., & Zeraouli, Y. 2015. Renewable energy potential and national policy directions for sustainable development in Morocco. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 47, 46-57.

Kralova I. & Sjöblom J. 2010, Biofuels–Renewable Energy Sources: A Review’ Journal of Dispersion Science and Technology

La Chaîne Météo. (s. d.). Meteo Maroc - Afrique : Prévisions Meteo GRATUITE à 15 jours. Erişim tarihi: 30.03.2022, 23:01, <https://www.lachainemeteo.com/meteo-maroc/pays-114/previsions-meteo-maroc-aujourd'hui>

La filière hydraulique au Maroc - Fellah Trade. (s. d.). Erişim tarihi: 10.04.2022, 23:01 <https://www.fellah-trade.com/fr/developpement-durable/energies-renouvelables-maroc/hydraulique>

LAAME G. J. 2021. Afganistan'ın Enerji Potansiyelinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik: Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

le média social du bâtiment et de la ville durable,” 2018

Maps of Morocco. (s. d.). Erişim tarihi: 10.01.2022, 9:01, <https://www.nationsonline.org/oneworld/map/morocco-political-map.htm>

MASEN, Moroccan Agency for Sustainable Energy, erişim tarihi: 09.11.2022, 12:07, <https://www.amee.ma/>

Mechanisms and architectures to encourage the massive and efficient use of local renewable energy, 2018, S-25-36.

Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, Loi n° 16-09 relative à l'Agence nationale pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, Juin 2010, Maroc.

Melehi Y., 2015, <https://www.enarabat.ac.ma>. erişim tarihi 16.04.2022, 18:26

Mohamed M. 2020. Sürdürülebilir Mimarlıkta Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Verimliliğinin İrdelenmesi, Yüksek lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü

Neslen, A. 2018, Morocco poised to become a solar superpower with launch of desert mega-project. Erişim tarihi: 12.04.2022, 10:03 <https://www.theguardian.com/environment/2015/oct/26/morocco-poised-to-become-a-solar-superpower-with-launch-of-desert-mega-project>

Neslen, A. 2022. Morocco poised to become a solar superpower with launch

Nezha, T. M. 2021. Iconic Architecture in Morocco Two Pioneering Cities, Two Singular Towers. Revista Geintec-Gestao Inovacao E Tecnologias, 11(4), 2629-2647.

Nfaoui, H., J. Buret, and A. A. M. Sayigh. "Wind characteristics and wind energy potential in Morocco." Solar Energy 63.1 (2014): 51-60.

Nonrenewable Resources | National Geographic Society. (s. d.). Erişim tarihi: 10.03.2022, 15:09, <https://education.nationalgeographic.org/resource/nonrenewable-resources/>

O. Bennani, I. Bensaadout and M. Ouassaid, "Positive energy office building: A case study in Casablanca, Morocco," 2016 International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC). of desert mega-project.

Our World In data platform <https://ourworldindata.org>, 2022

Office National de l'Electricité (ONE), Royaume du Maroc, Rapports 2009 et 2013.

ÖZKAYA A. Ş. 2019. Renewable Energy Sources İn Buildings, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

PEEB, 2020 programme for energy efficiency in buildings, Support de sensibilisation sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments au Maroc, S 13

Pintos, P. (2022, août 25). Swatch and Omega Campus / Shigeru Ban Architects. ArchDaily. Erişim tarihi: 09.07.2022, 12:10, <https://www.archdaily.com/926166/swatch-and-omega-campus-shigeru-ban-architects>

Ritchie H., (2021) energy production is not final energy use: what are the different ways of measuring energy?

REEEP, 2018 erişim tarihi: 03.05.2022, 12:27 <https://www.reeep.org/>

Règlement Thermique de Construction au Maroc (RTCM), 2016

Sadik, Z. (2015, 9 février). FAL EL HANAA - Rte de l'Unité, Ain Sbaa, Casablanca. construction21.org. erişim tarihi :23.05.2022, 17:56 <https://www.construction21.org/maroc/case-studies/h/fal-el-hanaa---rte-de-lunite-ain-sbaa-casablanca.html>

SATTARI M. 2021. Yaklaşık Sıfır Enerjili Binaların (Nzeb) Türkiye'de Uygulanabilirliği Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon: Karadanezi Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü

Sagredo, R. (2022, 14 janvier). Paris Longchamp Racecourse / Dominique Perrault Architecte. ArchDaily. Erişim tarihi: 12.07.2022, 18:03 <https://www.archdaily.com/893510/paris-longchamp-racecourse-dominique-perrault-architecte>

Selici T. UTLU Z, İLTEN N. 2016, Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri Ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi, Balıkesir Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü.

Sellers, B. J., Voltaire, J. A., Gustafson, S. M., & Hartman, W. A. (2015). Energy Sustainability in Morocco. Energy.

Simelytè, A. (2020). Promotion of renewable energy in Morocco. In Energy Transformation Towards Sustainability (pp. 249-287). Elsevier

Sentissi M. (2022). <https://wattsc.com/loi-n-47-09-relative-a-lefficacite-energetique-au-maroc-laudit-energetique-obligatoire>, erişim tarihi 09.03.2023 14:30

Soufiyan, B., & Rachid, H. (2021). Renewable energies as a vector of energy transition: an analysis of the features of the Moroccan strategy: Les énergies renouvelables comme vecteur de transition énergétique: une analyse des traits de la stratégie marocaine. African Scientific Journal, 3(4), 382-382

Smisek, P. (2019, May 7). In the bag: new retail-interior concepts. Erişim tarihi: 12.06.2021, 10:03, <https://www.architonic.com/>

Statista. 2019, Part de la consommation finale d'énergie par secteur au Maroc 2016. Erişim tarihi: 19.04.2022, 19:08 <https://fr.statista.com/statistiques/991306/consommation-finale-d-energie-par-secteur-au-maroc/>

Sustainable Development Goal 7: Energy Indicators, Statistics, IRENA <https://www.irena.org/> (2018)

Taya B. et Chaguer L. 2020, Énergie éolienne au Maroc. Forum international sur les énergies renouvelables (FIER), Tétouan, Maroc

TEKBIYIK S. 2018. Sürdürülebilir Mimarlıkta Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı, Kamu Binalarında Uygulama Yöntemleri Ve Örneklerinin İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü

The Bullitt Center | AIA Top Ten. (s. d.). Erişim tarihi: 10.07.2022, 00:26, <https://www.aiatopten.org/node/427>

Topal, O. (2009). Binalarda enerji verimliliği.

TUMURBAATAR A. 2019. Yüksek Yapılarda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımında Farklı Mimari Yaklaşımlar, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

TUNCEL Y. B. 2019. Modern Mimarlık Dönemi Konut Binalarının Enerji Etkin İyileştirilmesi: İstanbul Bağdat Caddesi Örneği, Yüksek lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

ULUSOY S. 2012. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bileşeni Açısından İrdelenmesi, Yüksek lisans Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Valenzuela, K. (2021, 16 décembre). Fojansa Company Offices / Estudio Beldarrain. ArchDaily. Erişim tarihi: 12.07.2022, 22:01, <https://www.archdaily.com/774226/new-offices-for-the-fojansa-company-estudio-beldarrain>

Vedie H. 2020. Les énergies renouvelables au Maroc : un chantier de Règne, Policy Center for the New South, PB-20/11, S :2,3.

Villecco, M. (1977). Architecture as energy. Minneapolis: Walker Art Center

<https://wattsc.com/loi-n-47-09-relative-a-lefficacite-energetique-au-maroc-laudit-energetique-obligatoire-2/>, erişim tarihi: 15.05.2023, S: 14:33

World Energy Statistics | Enerdata. (s. d.). Erişim tarihi: 10.04.2021, 23:01 <https://yearbook.enerdata.net/>

YILMAZ. B. 2009. Binalarda enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yılmaz, Z. (2006). Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji. Tesisat Muhendisligi Dergisi,(91), 7, 15.

YOUSSEF H. Z. 2020. Cibuti'deki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş, Jeotermal Ve Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

YÜCEL Y. 2016. Güneş Enerjisinden Yararlanmak Amacı İle Fotovoltaik Sistemlerin Binalarda Kullanımı, Yüksek lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek, İzzet, Karadağ, İlker. "Use of Renewable Energy in Buildings". Renewable Energy - Technologies and Applications, edited by Tolga Taner, Archana Tiwari, Taha Ustun, IntechOpen, 2021. 10.5772/intechopen.93571.

<https://www.mem.gov.ma/>

<https://trusted-energy.com/>

<https://www.amee.ma/>

<https://www.irena.org/>

<https://www.mrmartelo.com/>

<http://www.amush.org/>

<https://ifmeree.ac.ma>

<https://www.enarabat.ac.ma>

<https://aemagazine.ma/>

<http://archi.ac.ma>

<http://www.4c.ma/>



EK-1

Fas'ta enerji verimliliğine ilişkin 47-09 sayılı 2009 tarihli Kanun (<https://wattsc.com>, 2023).

Madde 12: Tüketimi yapılan kurumlar, şirketler ve bireyler, termal ve/veya elektrik enerjisi alanında, şirket tarafından belirlenen her sektör için belirli bir eşiği aştığında, yönetmeliklere göre zorunlu ve periyodik bir enerji denetimine tabidir. Bu zorunlu enerji denetimi, işletmeler ve üretim şirketleri için enerjinin taşınması ve dağıtılması alanında da geçerlidir.

Madde 13: Zorunlu enerji denetimine tabi olan tüketiciler, denetim sonuçlarının özetlerini ve denetlenen enerji sisteminin yükseltilmesi için tavsiyeleri idareye iletmekle yükümlüdürler. Ayrıca, 12. madde kapsamındaki tüketiciler, denetim raporundaki temel unsurların dikkate alınması için alınması gereken önlemleri gösteren enerji verimliliği planını ve söz konusu planın uygulanmasına ilişkin yıllık bir rapor sunmak zorundadırlar. İdare, yukarıda belirtilen maddelerdeki tüm belgelerin birer suretini, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin geliştirilmesi amacıyla kuruma gönderir. Ayrıca, zorunlu enerji denetimi tavsiyelerinin uygulanmasını ve geliştirilmesini sağlamak için enerji verimliliği programlarının sonuçlarına ilişkin yıllık bir rapor sunar.

Madde 14: Zorunlu enerji denetimini gerçekleştirmekle görevli olan denetim kuruluşları, idare tarafından bu amaçla yetkilendirilen denetim kuruluşlarıdır. Krallık tarafından düzgün bir şekilde onaylanan serbest ticaret anlaşmalarının hükümlerine tabi olarak, yukarıdaki fıkra hükümlerine uygun olarak idare tarafından denetim kuruluşlarına verilen yetkilendirme şartlarını yerine getiren denetim kuruluşlarına verilmektedir:

- Fas hukuku çerçevesinde kurulmuş bir şirket şeklinde olmak,
- İflas veya tasfiye durumunda bulunmamak,
- Zorunlu enerji denetimini gerçekleştirmek için gerekli teknik referanslara, insan kaynaklarına, materyallere ve mali kaynaklara sahip olmak,
- İdare tarafından onaylanmış enerji denetimlerinin yapılması için bir prosedür kılavuzuna sahip olmak,

- Tarafsızlık ve bağımsızlık garantilerini sunmak.

Bu şartlardan biri veya daha fazlası yerine getirilmez hale geldiğinde, yetkilendirme belgesi, söz konusu koşullara tekrar uyum sağlaması için ilgili kişiye belirlenen ve altı ayı geçmeyen bir süre için askıya alınmaktadır. Askıya alma kararı, gerekçeli bir kararla belirlenir ve alıcının kabulünü kanıtlayan herhangi bir iletişim aracıyla bildirilir. Belirlenen sürenin sonunda ve gereklilikler hâlâ yerine getirilmediğinde, yetkilendirme belgesi idare tarafından iptal edilir. Gereklilikler tekrar yerine getirildiğinde, yetkilendirme belgesinin askıya alınması sona erdirilir ve bu durum kabulünü kanıtlayan herhangi bir iletişim aracıyla bildirilir.

Madde 15: Bu yasa ve uygulama için alınan yönetmeliklere göre gerçekleştirilen kontroller, 12. maddeye tabi olan zorunlu enerji denetimi yapmayan veya 13. maddeye atıfta bulunan enerji verimliliği planlarındaki önlemleri ve eylemleri uygulamayan tüketicilerin durumunu ortaya koyarsa, idare bu tüketicilere savunmalarını sunma imkanı tanıdıktan sonra, durumu düzeltmek veya uygulamalarını düzeltmek amacıyla belirlediği bir süre içinde gerekli düzenlemeleri ve çalışmaları yapmaları için bir ihtar gönderebilir. Bu sürenin sonunda ve tüketiciler gerekli düzenlemeleri ve çalışmaları yapmamışlarsa, bu yasanın VI. bölümü hükümleri uygulanmaktadır.

Madde 16: Bu bölümün uygulanma yöntemleri, özellikle sektörlere göre zorunlu enerji denetiminin içeriği, denetimin gerçekleştirilme ve sonuçların sunulma yöntemleri, denetim periyodu, yetkilendirilen kuruluşların yetkilendirme prosedürü, yönetmelik yoluyla belirlenir.