

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ENERJİ KADASTROSU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gül ŞAHİN

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU

HAZİRAN 2021

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ENERJİ KADASTROSU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gül ŞAHİN
(501171623)**

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU

HAZİRAN 2021

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 501171623 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Gül ŞAHİN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ENERJİ KADASTROSU” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Mustafa YANALAK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU
Gebze Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **11 Haziran 2021**
Savunma Tarihi : **08 Temmuz 2021**

Aileme, Tahsin Hocama ve Müziğe...

ÖNSÖZ

Ülkem için büyük katkı sağlayacağına inandığım enerji kadastro sunun bir gün gerçekleşmesini diliyorum.

Eğitim hayatım boyunca en büyük destekçim olan annem Fatime AKYÜZ’e teşekkür ederim. Annem her zaman kız çocuklarının okuması ve iyi yerlere gelmesi gerektiğine inanırdı. En büyük hayallerinden biri de benim okumamdı. En iyi şekilde eğitim almam ve mutlu olmam için büyük emekler verdi. Bu yüzden onu gururlandırmak ve hayalini gerçekleştirmek için her zaman daha çok çalıştım. Bugün hayalini gerçekleştirdim annem... Ama bu yolda yürürken yalnız değildim. Eşi benzeri bulunmaz öğretmenlerim vardı. Onlar bana inandı, yol gösterdi. Bazen benim kendimde fark edemediğim şeyleri onlar fark etti. Sadece eğitim hayatımda değil kişisel gelişimimde de büyük katkıları oldu. Sihirli değnekleriyle hayatıma dokundular. Bir Anadolu Öğretmen Lisesi mezunu olarak tüm öğretmenlerime hayatıma ışık oldukları için teşekkürü borç bilirim.

Öğrencisi olduğum için kendimi her zaman çok şanslı hissettiğim, akademik ve hayattaki duruşunu kendime örnek aldığım, bilim yolunda bana önder olan, yol gösteren çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU’na bu yolda bana inandığı, güvendiği ve desteklediği için şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmam boyunca desteklerini asla esirgemeyen motivasyon ve mutluluk kaynaklarım olan kardeşim Muratcan ŞAHİN’e, can dostlarım Dilara NACAR, Simla AKBABA ve İrem ÖNDER’e teşekkür ederim.

Haziran 2021

Gül Şahin
Harita Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	x
KISALTMALAR	xii
SEMBOLLER	xiv
ŞEKİL LİSTESİ	xvi
ÖZET	xviii
SUMMARY	xx
1. GİRİŞ	23
1.1 Problem Tanımı	24
1.2 Çalışmanın Amacı	25
1.3 Metodoloji	26
1.4 Literatür Çalışması	26
2. GENEL BİLGİLER	28
2.1 Temel Kavramlar	28
2.1.1 Enerji nedir?	28
2.1.2 Enerjinin önemi	28
2.1.3 Dünyada enerji kullanımı	29
2.1.4 Yenilenebilir enerji kaynakları	30
2.1.5 Yenilenemez enerji kaynakları	31
2.1.6 Pasif güneş sistemleri	31
2.1.7 Aktif güneş sistemleri	33
2.2 Geleneksel Kadastroya Genel Bakış	36
2.2.1 Kadastro nedir?	36
2.2.2 Kadastro'nun tarihsel gelişimi	37
2.2.3 Kadastro'nun yararları	38
2.2.4 Hukuki kadastro	39
2.2.5 Vergi kadastro	41
2.2.6 Çok amaçlı kadastro	42
2.2.7 Üç boyutlu kadastro	43
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR	45
3.1 Türkiye’de Enerji Yönetimi	45
3.1.1 Türkiye’nin enerji potansiyeli	45
3.1.2 Türkiye’de yenilenemez enerji kaynakları	46
3.1.3 Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları	48
3.1.4 Türkiye’nin enerji politikası	50
3.1.5 Enerji kimlik belgesi	51
3.2 Enerji ve Kadastro İlişkisi	55
3.2.1 Enerji kadastro nedir?	55
3.2.2 Dünya’da enerji kadastro çalışmaları	56
3.2.3 Dünya’da enerji kimlik belgeleri	60

3.3 Enerjinin Ölçülmesi ve Kayıt Altına Alınması	68
3.3.1 Yenilenebilir enerji için gerekli verilerin toplanması	68
3.3.2 Arazi ölçüm teknikleri: LiDAR	70
3.3.3 Uzaktan Algılama teknikleri	71
3.3.4 Bina çatı ve cephelerinde güneş ışıının hesaplanması	72
3.4 Enerji Kadastrounun Modellenmesi ve Uygulanması	74
3.4.1 Parsel bazında enerjinin kayıt altına alınması	74
3.4.2 Kat mülkiyeti ile enerji verilerinin ilişkilendirilmesi	76
3.4.3 CBS araçlarına dayalı güneş potansiyelli kentsel modeller	77
3.4.4 WebGIS uygulamaları	78
4. BULGULAR	80
4.1 Enerji Kadastrounun İklim ve Doğa için Önemi	80
4.2 Yerel Yönetimler için Enerji Kadastrounun Faydaları	80
4.3 Mülkiyet Sahipleri için Enerji Kadastrounun Faydaları	81
4.4 Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji Kadastrounun Faydaları	82
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	83
KAYNAKLAR	85
ÖZGEÇMİŞ	93

KISALTMALAR

GIS	: Geographic Information System
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
PV	: Fotovoltaik
AC	: Alternating Current
DC	: Dirrect Current
CNG	: Compressed Natural Gas
HKMO	: Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası
MTA	: Maden Tektik ve Arama
TKÜ	: Türkiye Kömür İşletmeleri
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GEPA	: Güneş Enerji Potansiyeli Atlası
MTEP	: Milyon ton eşdeğer petrol
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
BEP	: Binalarda Enerji Performansı
BER	: Building Energy Raiting
SEAI	: İrlanda Sürdürülebilir Enerji Kurumu
EPC	: Energy Performance Certificate
ADEME	: Agence de la transition écologique
DPE	: Certificat de performance énergétique
LiDAR	: Light/Laser Detection and Ranging
INS	: Inertial Navigation System
GPS	: Global Positioning System
DSM	: Dijital Surface Model
DTM	: Dijital Terrain Model

SEMBOLLER

MW	: MegaWatt
ThO₂	: Toryum
kWh	: KiloWatt
CO₂	: Karbondioksit
kWp	: KiloWatt Peak

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Güneş enerjili pasif soğutma ve ısıtma sistemleri.....	32
Şekil 2.2 : Aktif su ısıtma sistemleri	33
Şekil 2.3 : Fotovoltaik system.	35
Şekil 2.4 : Üç boyutlu kadaströ hakları	44
Şekil 3.1 : Türkiye 2018 yılı kurulu gücünün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı (MW).....	46
Şekil 3.2 : Türkiye'nin önemli linyit havzaları ve sahaları.	47
Şekil 3.3 : Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA).	49
Şekil 3.4 : Türkiye global radyasyon değerleri (KWh/m ²).....	49
Şekil 3.5 : Türkiye Güneşlenme Süreleri (Saat)	49
Şekil 3.6 : Yıllık birincil enerji tüketimi sınıfları	52
Şekil 3.7 : EKB akış şeması	53
Şekil 3.8 : Türkiye enerji kimlik belgesi.	54
Şekil 3.9 : Almaya, Bremen web tabanlı güneş kadaströsu sistemi.	58
Şekil 3.10 : Almanya, Bremen fotovoltaik sistem seçenekleri.....	59
Şekil 3.11 : Almanya, Osnabrück güneş kadaströsu jeoportalı.	60
Şekil 3.12 : İrlanda bina enerji kimlik belgesi.....	61
Şekil 3.13 : Avusturya enerji kimlik belgesi	62
Şekil 3.14 : Belçika, enerji kimlik belgesi	64
Şekil 3.15 : Fransa, enerji kimlik belgesi.	65
Şekil 3.16 : Birleşik Krallık, enerji kimlik belgesi.....	67
Şekil 3.17 : Sayısal yüzey modeli.....	69
Şekil 3.18 : LiDAR veri modeli	69
Şekil 3.19 : LiDAR nokta bulutu.....	70
Şekil 3.20 : Bina enerji potansiyelinin belirlenmesi	73
Şekil 3.21 : Enerji kimlik belgesi, enerji verimliliği tespiti.	76
Şekil 3.22 : CBS araçlarına dayalı güneş potansiyelli kent modeli örneği.	77
Şekil 3.23 : Avusturya, Viyana Şehri Güneş Kadaströsu, Geoportal.....	79

ENERJİ KADASTROSU

ÖZET

Günümüzde enerji tüketiminin hızla artması ve fosil yakıt rezervlerinin tükenebilir oluşu dünya genelinde önlem alınmasına ve bu kapsamda çalışmalar yapılmasına neden olmuştur. Özellikle kent alanlarında nüfus ve bina yoğunluğunun artması ile enerji tüketimi artmakta ve tüketimden kaynaklanan gaz emisyonları doğaya zarar vermektedir. Bu kapsamda, birçok ülkede öncelikle binaların enerji performansını belirlemek amacıyla enerji kimlik belgeleri üretilmeye başlanmıştır. Belgelerde binaların kullanım alanı başına düşen yıllık birincil enerji tüketimi ve yıllık sera gazı salınımı A-G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılmaktadır. Dünya genelinde “Enerji Performans Sertifikası (EPC)” olarak anılan çalışmalar irdelenerek, nelere dikkat edildiği ve sahip oldukları veri tabanları açıklanmıştır. Enerji tüketimini ve çevreye olan zararları azaltmayı hedefleyen bu çalışmalar kullanıcıları özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanıma teşvik etmeyi hedeflemektedir. Bu tez çalışmasında, enerji ihtiyacının artması ile yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelim, enerji verimliliği ve tasarrufu sağlamak amacıyla binalar için hazırlanan “Enerji Kimlik Belgeleri (EKB)” ve enerji yönetiminde bu tür bilgilerin parsel bazlı kayıt altına alınmasını amaçlayan bir “Enerji Kadastro” na olan ihtiyaç irdelenmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını yüksek verimde kullanabilmek, bina enerji potansiyellerinin daha hassas belirlenmesi ve enerji yönetimi sağlayabilmek için 3-boyutlu verilerden yararlanarak oluşturulan kent modelleri üzerinden enerji üretim ve tüketim tahminlerinin yapıldığı, kullanıcılara uygun çözüm önerileri sunan ve enerji kimlik belgelerinin ilişkilendirildiği bir kadastral envanter modeli araştırılmıştır. “Güneş kadastro”, “Çatı Kadastro” ve “Güneş Sicilleri” olarak adlandırılan sistemler incelenerek örnekler sunulmuştur. Bu sistemlerde kullanılan enerjinin ölçülmesi ve kayıt altına alınmasında gerekli olan veriler, arazi ölçüm teknikleri, uzaktan algılama teknikleri ile bina çatı ve cephelerinde ışıyım analizleri yapılarak enerji potansiyeli belirleme aşamaları açıklanmıştır. Enerjinin kadastro parsel bazında kayıt altına alınması ve kat mülkiyeti ile ilişkilendirilmesi öngörülmüştür. Bu kayıtlar CBS ile desteklenerek yerel yönetimlerce enerji verilerini içeren kent modellerinin üretilebileceği, ülkemizin enerji potansiyelinin parsel bazlı belirlenmesi ve bu bilgilerin stratejik plan çalışmalarında dikkate alınması anlamında bir “Enerji Kadastro” na ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Enerji Kadastro, Enerji Kimlik Belgesi, Yenilenebilir Enerji, Güneş Sistemleri, Bina Enerji Performansı, CBS

ENERGY CADASTRE

SUMMARY

Human beings need energy sources for their basic needs such as the continuation of life, nutrition, shelter and heating. Energy sources are available in different types in nature. While some energy sources are renewable in nature, some are limited and non-renewable. Therefore, energy sources are divided into two as renewable and non-renewable energy sources. Reasons such as population growth, misuse and natural destruction cause the rapid depletion of these resources. This situation poses a threat especially for the limited resources in nature like fossil resources. In addition to the rapid depletion of resources, nature is badly affected by these processes. Therefore, governments are looking for solutions to use non-renewable energy sources for a longer life and to minimize the damage to the environment.

Especially in urban areas, with the increase in population and building density, energy demands are increasing day by day. The increase in energy consumption and the gas emissions caused by this consumption harm the environment. The fact that buildings are responsible for 40% of energy consumption and 36% of CO₂ emissions in the European Union required governments to work on this issue. Reducing these levels, decreasing energy losses and predicting energy demands are among the priority targets. Obtaining economic, clean and reliable energy has become essential for countries and the continuity of energy has become an important issue. For this reason, a certificate application has been started in which the energy performance and gas emissions of the buildings can be determined. The energy performance of the building is determined by an energy class according to a certain reference scale in documents that are often called “Building Performance Certificate”. Energy classes are determined between the letters A-G. The effects of factors such as area, design, climate and positioning on energy demand are taken into account when creating building energy classes. It is possible to access many important information such as the energy class according to the primary energy consumption of the building, the CO₂ emission class according to the final energy consumption, the greenhouse gas emission rate, the renewable energy usage rate, in the energy certificate. Therefore, with the start of issuing energy identity certificates, the precise determination of building potential has become a more important issue.

Since the buildings have a certain volume and area, specific measurement techniques and mathematical solutions are needed. Moreover, various analyzes and calculations have become a necessity to benefit from the renewable energy sources used in buildings at the maximum potential. In this context, the sought solution is provided by the models and databases created by associating the cadastre and energy data.

Energy management can be achieved thanks to the cadastre providing location and area data, protecting ownership and property rights, determining easement rights, and being multifunctional with geographic information systems. Spatial and temporal

analyses become possible with the models created by geographic information systems.

Cadastral studies, especially for determining the energy potential in roof areas, are quite common. These studies, called "Solar Cadastre" and "Roof Cadastre", are used in many countries such as Germany, Austria and France. In this thesis, all of these cadastral works will be mentioned as Energy Cadastre. With these studies, 3D measurements of roof areas and solar radiation analyses are made, and solutions are offered by choosing the appropriate location for photovoltaic systems. In addition, the determination of the energy requirements of the buildings allows the determination of heating and hot water demands.

There are studies conducted to determine the energy potential of not only roof areas but also building facades. It is desired to reduce energy losses to minimum levels by providing maximum benefit from buildings. In this context, remote sensing techniques are used to measure 3D data. Thanks to remote sensing techniques, digital elevation model, digital terrain model, orthophoto production, land use maps, 3D city models can be created.

Solar radiation analyses applied for building roofs and facades vary according to many factors such as time, location, height, latitude-longitude, sunshine duration, solar radiation. Many values such as seasonal differences, temperature, humidity and shading affect the radiation values. Geographical information systems allow the calculation of all these factors together with the data obtained by remote sensing techniques.

Solar cadastre studies are generally carried out with WebGIS applications that provide ease of operation in an internet environment. Thanks to WebGIS, data layers can be created, processed, analyzed, interpreted, visualized and stored. Energy cadastre studies are generally presented by local authorities through a geoportal. It can query many data such as usage status, solar radiation, estimated PV system size, projected electricity production and storage status through these geoportals. In addition, users are encouraged by providing information about the benefits, cost calculations and savings of photovoltaic systems that are user and environmentally friendly. Additionally, being of great importance in terms of energy management and efficiency, it also has great contributions to the real estate sector. Thanks to the databases created from certificates, it can provide services to citizens and plays an important role in the preference of residences.

In this thesis, the orientation towards renewable energy sources with the increase in energy need, the "Energy Performance Certificate (EPC)" prepared for buildings in order to provide energy efficiency and savings, and the "Energy Cadastre", which aims to record such information in energy management on a property basis the need has been addressed. In order to use renewable energy sources with high efficiency, to determine building energy potentials more precisely and to provide energy management, a cadastral model in which energy production and consumption estimations are made through city models created by using 3-dimensional data, offering appropriate solutions to users and associated energy identity documents have been researched. Systems called "Solar Cadastre", "Roof Cadastre" and "Solar Registries" were examined, and examples were presented. The data required for measuring and recording the energy used in these systems for inventory purposes, land measurement techniques, remote sensing techniques and radiation analyses on

the roofs and facades of the buildings are generated and the stages of determining the energy potential are explained.

Turkey has the appropriate conditions for the energy cadastre in terms of sunshine duration. Compared to European countries, it is more advantageous in terms of geographical location and solar radiation. The cadastral works implemented in other countries were primarily started with building energy performance certificates. Energy performance certificate has also been made compulsory in Turkey. Buildings must have an energy identity document for purchase, sale and rental transactions. However, this mandatory document is not sufficient for the models and designs needed to determine the energy potential of the building. The cadastral studies and databases of other countries clearly show the importance of this issue. Energy performance certificate applications in Turkey should be improved. It is necessary to create a database supported by geographic information systems. Related studies should be carried out on 3D building models and urban maps. Because the effects of environmental factors, other structures and topography are very important in determining the performance of a building. These analyzes are necessary for Turkey, especially for minimizing energy losses and using renewable energy resources. Energy should be recorded on the basis of cadastral parcels and associated with the condominium. By supporting these records with GIS, city models containing energy data can be produced by local governments. There is a need for an "Energy Cadastre" in order to determine the energy potential of our country on a parcel basis and to take this information into account in the strategic plan studies.

Keywords: Energy Cadastre, Energy Performance Certificate, Renewable Energy, Solar Systems, Building Energy Performance, GIS

1. GİRİŞ

İnsanoğlu yaşamın devamı, yeme-içme, barınma, ısınma gibi temel ihtiyaçları için enerji kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Enerji kaynakları doğada farklı çeşitlerde mevcuttur. Bazı enerji kaynakları yenilenebilirken bazıları ise sınırlı olmakta ve yenilenememektedir. Bu kaynakların kullanımı doğadaki özellikle sınırlı bulunan kaynaklar açısından tehdit oluşturmaktadır. Nüfus artışı, yanlış kullanımlar, doğa tahribatları bu kaynakların hızla tükenmesine sebep olmakta ve geri dönüşü olmayan bir sürece doğru götürmektedir. Elimizdeki kaynakların daha uzun ömürlü kullanılması açısından yıllardır çözüm önerileri aranmaktadır. Ekonomik, temiz ve güvenilir enerji elde etmek ülkeler için zaruri hale gelmiş ve sürekliliğini sağlamak önemli bir husus olmuştur.

Günlük hayatımızda kapalı alanlarda çok fazla zaman geçirmekteyiz. Evimiz, ofisimiz, okullar, üniversiteler, alışveriş merkezleri ve daha birçok alanda günlük aktivitelerimizi gerçekleştiriyor ve enerji tüketimine neden oluyoruz. Bu alanların sahip olduğu etkenler de doğrudan enerji tüketimini etkiliyor. Avrupa Birliği'nde, binaların enerji tüketiminin %40'ından ve CO₂ emisyonlarının ise %36'sından sorumlu olması hükümetlerin bu konuda çalışmalar yapılmasını gerekli hale getirmiştir. Bu seviyeleri düşürebilmek, enerji tüketimini öngörebilmek ve çevreye verilecek zararı en aza indirmek sadece Avrupa Birliği'nde değil Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri gibi birçok ülkede önemli bir husus haline gelmiştir (Machete ve diğ, 2018).

Özellikle yaşadığımız konut alanları için yapılan çalışmalarda binaların enerji verimliliğini esas alarak her konut ünitesine ait enerji sınıfı belirlenmekte ve belgelenmektedir. Bina enerji sınıfları oluşturulurken alan, tasarım, iklim ve konumlandırma gibi etkenlerin enerji talebine etkileri dikkate alınır. Avrupa Birliği ülkeleri başta olmak üzere birçok ülkede uygulanma başlayan bina sertifikaları bir gereklilik haline gelmiştir. Enerji yönetimi ve verimliliği kapsamında büyük önem taşımasının yanı sıra emlak sektörüne de büyük katkıları mevcuttur. Vatandaşlara sertifikalardan oluşturulan veri tabanları sayesinde hizmet sunabilmekte ve

konutların tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Konutların enerji gereksinimlerinin tespit edilebilmesi ısıtma ve sıcak su taleplerinin belirlenmesine olanak sağlıyor.

Bu sertifikalar gelişmiş ülkelerde kullanıcılara gelişmiş enerji analizlerinin yapılabildiği bir sistem üzerinden hizmet sunmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri temelli olan bu sistemler bina potansiyelini en iyi şekilde kullanılmasını sağlayarak kadastro verilerini kullanmakta ve enerji üretimine de teşviki sağlayacak öneriler sunmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kullanımına teşvik etmesi dikkat çekmektedir. Kendi kendine yetecek enerjiye sahip binaları hedefleyerek güneş sistemleri için potansiyeli tespit etmekte ve en uygun sistem kurulumunu belirleyebilmektedir. Aktif ve pasif güneş sistemlerinin kullanımı için analizlerin yapılmasını mümkün kılar ve maksimum fayda sağlar.

Kadastronun konum ve alan verilerini sağlaması, sahiplik ve mülkiyet haklarını koruması, irtifak haklarını belirlemesi ve coğrafi bilgi sistemleri ile çok fonksiyonlu olarak kullanılabilir oluşu sayesinde enerji yönetimi sağlayan güneş sistemlerinin teşvikini hedefleyen Güneş Kadastrosu veya Çatı Kadastrosu birçok ülkede mevcuttur (Desthieux ve diğ, 2018).

Bu kadastro çalışmaları incelendiğinde yoğun olduğu Avrupa ülkelerinin güneşlenme değerleri Türkiye’den daha düşük olduğu dikkat çekmektedir. Ülkemiz bu kadastro sistemi için çok uygun bir coğrafi konuma sahiptir. Dışa bağımlı olan enerji politikasını değiştirebilecek bir potansiyel barındırmaktadır. Çalışma kapsamında Türkiye’deki bina enerji çalışmaları ve mevcut enerji potansiyeli irdelenerek, Bina Enerji Kimlik Kartları uygulamaları ve Enerji Kadastrasına sahip ülkelerdeki kullanımı ele alınacaktır. Bu kadastro sisteminin mevcut olduğu ülkeler ve kullanım alanları hakkında bilgi verilerek Türkiye için sağlanabilecek faydalardan söz edilecektir.

1.1 Problem Tanımı

Türkiye’de kentleşme ve hızlı nüfus artışları ile enerji kaynaklarına ihtiyaç günden güne artmaktadır. Yerli kaynakların yetersiz gelmesi, enerjiyi dış kaynaklardan ithal etmemize neden olmaktadır. Bu durum ülke politikasında önemli bir yere sahiptir.

Bu kapsamda enerjide dışa bağımlılığı azaltmak, enerji verimliliği ve enerji tasarrufu sağlamak öncelikli hedeflerdendir.

Özellikle kent alanlarında enerji tüketiminin artması ile beraberinde meydana getirdiği CO₂ emisyonları bu konuda çalışmalar yapılmasına neden olmuştur. Öncelikli olarak enerji tasarrufu ve verimliliği sağlamak amacıyla binalara “Enerji Kimlik Belgeleri (EKB)” verilmeye başlanmıştır. Bina potansiyellerini belirlemek amacıyla A-G sınıfları arasında değerlendirme yapılmaktadır. Bu potansiyel analizler diğer gelişmiş ülkelerdeki sistemlerde karşılaştırıldığında enerji potansiyelini tespit etme ve uygun çözüm önerileri üretmek için bir sisteme sahip olunmadığı görülmüştür.

Çalışmalarda haritacılığın ve kadastronun önemli bir rolü olduğu tespit edilmiştir. Yapılan potansiyel analizlerde 3-boyutlu veriler, gölgelendirme analizleri ve iklimsel analizler yapılmadan hassas bir sonuç alınamayacağı görülmüştür. 3B Kent modellerinin enerji yönetimindeki önemi ve ülkede bu kapsamda bir sistem eksikliği gözlemlenmiştir. Bu sistemler dünyada “Güneş Kadastrosu”, “Çatı Kadastrosu”, “Güneş Sicilleri” gibi çeşitli isimlerle anılmaktadır. Bu sistemler kullanıcıları üretime dâhil etmekte ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi sağlayarak ülkenin enerji ihtiyacına da büyük katkı sağlamaktadır. Türkiye için böyle bir sisteme geçiş sağlanması, enerji verileri ile kadastro çalışmalarının entegre edildiği bir “Enerji Kadastrosu” na ihtiyaç vardır.

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu tezin en genel amacı, enerji kaynaklarının taşınmaz mal tabanlı olarak mevcut kadastral veriler ile ilişkilendirilerek parsel bazında envanterlerinin çıkarılması ve kayıt altına alınmasını sağlayacak yeni bir “Enerji Kadastrosu” modelini tüm mülkiyet bileşenleri ile birlikte çalışabilirliğini kavramsal olarak ortaya konulmasını sağlamaktır. Bu kapsamda, enerji kadastrosu kavramının tanımı, temel fonksiyonları, bileşenleri, mevcut kadastral sistemlerle ilişkilendirilmesi ve tüm taşınmaz malların enerji sertifikasına sahip olmasına yönelik gerekli veri ve bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve sunulmasına yönelik tasarımlar geliştirilecektir.

Bu çalışma kapsamında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca hazırlanan 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu’na ve buna bağlı olarak çıkartılan “Binalarda Enerji

Performansı Yönetmeliğine” uygun olarak Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ihtiyacı dikkate alınmış, kadastro çalışmaları ile enerji ilişkisi kurularak binaların enerji ihtiyacını karşılayacağı ve bu enerji ihtiyacını sürdürülebilir bir hale getirmek için yapılması gereken kadastral çalışmalar irdelenerek bu çalışmaların Türkiye’nin Sürdürülebilir Kalkınması açısından gerekliliği vurgulanacaktır.

1.3 Metodoloji

Tez kapsamında, 5627 Sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu” ve buna bağlı olarak çıkartılan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği”, dünya genelinde mevcut Enerji Kimlik Belgeleri, Güneş Kadastroları, yapılan akademik çalışmalar ve yayınlar incelenerek Türkiye için Enerji Kadastrosunun önemi ve gerekliliği ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Çalışma kapsamında, öncelikle yapılacak literatür araştırmasına bağlı olarak; Enerji Kadastrosu oluşturmak için yapılması gereken örnek ölçümler ve analizler, enerji kapsamındaki kadastro çalışmaları, 3B enerji potansiyelini sunan kent modelleri ve geoportallar incelenecektir. Türkiye’de enerji yönetimine katkı sunmak adına enerji kadastrosu kapsamında olası çalışmalar, enerjinin ölçülmesi ve kayıt altına alınması için gereklilikler, enerji kadastrosunun modellenmesi ve uygulanması konuları ele alınarak irdelenecektir.

Binalardaki enerji performansı için dünyadaki enerji kadastrosu çalışmaları örnekleri araştırılarak, enerji verimliliği için kadastro ve coğrafi bilgi sistemlerinin önemi vurgulanıp, mevzuata uygun olarak bu kapsamda yapılması gereken ölçüm teknikleri, veri tabanları, kadastro kayıtlarında nasıl belirtilmesi gerektiği detaylarıyla açıklanacaktır.

1.4 Literatür Çalışması

Werner (2016) tarafından yapılan çalışmada; güneş enerji kullanım avantajları hakkında bilinç düzeyini arttırmaya hedefleyen, kentin yerel yönetimine katkı sağlayan, dijital arazi modeli ve mevcut iklim bilgilerine dayanan coğrafi portallar hakkında bilgi vermektedir. Proje, dünya kullanıcıları ve kullanımları için farklı güneş kadastrosu modellerinin örneklerini sunmaktadır.

Klärle, Langendörfer, Lanig, ve Popp (2017) tarafından yapılan çalışmada; binalardaki enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla 3B yüzey modeli kullanılarak tüm çatı alanları CBS verilerine dayalı konumsal faktörleri de dikkate alarak binanın tüm enerji ihtiyacını karşılaması hedeflenen fotovoltaik sistemlerle entegre yeşil çatı sicili oluşturularak güneş kadastro oluşturulmuştur. Sürdürülebilirliğini sağlamak açısından bir WebGIS uygulaması tasarlanmış ve gerekli analizlere imkân verecek bir veritabanı oluşturulmuştur.

Kumar ve Shekhar (2014) tarafından yapılan çalışmada; fosil yakıtlarının dünya çapında hızla tüketilmesi ile günümüz enerji taleplerini karşılayabilmek için alternatif enerji kaynaklarına dikkat çekerek yenilenebilir enerji kaynakları arasından sınırsız, çevre dostu ve temiz bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin önemini vurgulamış; fotovoltaik sistemlerle kentsel düzeyde çatılardaki enerji potansiyelini ortofotolar ve CBS araçlarını kullanarak değerlendirilmesi açısından bir yaklaşım getirmiştir.

Caamaño-Martin ve diğ. (2012) tarafından yapılan çalışmada; güneş enerjisinin kolayca uygulanabileceği veya enerji ihtiyacının çok yüksek olduğu kentsel alanları belirleyip, bu alanlarda güneş enerjisinin gelişimine rehberlik ederek bina sahiplerine çatılarına güneş enerjisine yatırım yapmaya teşvik etme potansiyeli hakkında bilgi vermeyi amaçlamaktadırlar.

Desthieux ve diğ. (2018) tarafından yapılan çalışmada; LiDAR, 2B ve 3B kadastro verilerini kullanarak binaların çatılarında ve dikey cephelerinde güneş radyasyonu ve enerji üretimini değerlendirmek için bir yöntem sunulmaktadır.

Literatür incelemeleri sonucunda görülmüştür ki dünya genelinde yapılan çalışmalarda yenilenebilir enerji kaynaklarına büyük bir yönelim vardır. Kentsel alanlarda enerji ihtiyacını karşılamak büyük bir önem arz etmektedir. Bu alanların enerji ihtiyacını karşılayabilmek için yenilenebilir enerji kaynakları ile entegre kadastro çalışmaları yapılması gerekmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Temel Kavramlar

2.1.1 Enerji nedir?

Enerji günlük hayatımızda olup biten her şeyin meydana gelmesini mümkün kılan olgudur. Arabaların hareket edebilmesi, binaların ısınması, fabrikaların üretim yapabilmesi, tabiat olaylarının meydana gelebilmesi enerji sayesinde. Günlük hayatta kullanılan telefonlar, bilgisayarlar, televizyonlar, arabalar, mikrodalga fırınlar enerji sayesinde hayatlarımızı kolaylaştırabilmektedir. Enerjiyi fiziksel olarak iş yapabilme yeteneği olarak tanımlayabiliriz (Url-1). Maddelerdeki fiziksel durum değişiklikleri de enerji kullanımı sayesinde gerçekleşir. Enerji türlerini birçok farklı şekilde tanımlayabilsek de kaynak türü olarak yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları başlıkları altında sınıflandırabiliriz.

2.1.2 Enerjinin önemi

Enerji ülkeler için çok önemli bir unsurdur. Enerji kaynaklarına sahip olmak global anlamda büyük önem taşır. Ülkeler ve kuruluşlar enerji kaynakları için büyük bir rekabet içindedir. Günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası ve sanayileşmenin de temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle ulusal ve uluslararası anlamda önemli bir yeri vardır. Enerji kaynakları sonsuz değildir. Dış ve çevresel etkilere maruz kalabilir. Bundan dolayı güvenli, yeterli miktarda, ucuz ve temiz enerji üretmek, ekonomik ve sosyal hayatın temel problemleridir (Url-2).

Enerji ihtiyacı sanayileşme, nüfusun artması ve ekonomik ihtiyaçlarla doğru orantılıdır. Enerji kaynaklarını doğru kullanmak verimliliğini ve ömrünü uzatacaktır. Ama en nihayetinde tükenebilir olduğu gerçeği değişmeyecektir. Enerji kaynakları tükenmeye başladıkça fiyatlar da bu durumdan etkilenmektedir. Fosil yakıtların bir gün bitecek olması ve üretiminin pahalı olması alternatif enerji kaynakları arayışına neden olmaktadır. Bunların yanı sıra çevreye ve insanlara da birçok zararı vardır.

Yapılan araştırmalarda, fosil yakıt tedarik zincirinin bulunduğu bölgelerdeki insanların buralardan çok büyük zararlar gördüğü; özellikle kömür, petrol ve doğal gaz çıkan yerlerde insanların ve toplulukların çok büyük hasarlar aldığı gözlemlenmiştir. Örneğin kömür madencileri, madenlerdeki silikon partiküllerini solumaları sebebiyle silikozdan hayatlarını kaybediyorlar. Ayrıca kömür madenleri su ve hava kirliliğine de neden olabilmektedir (Url-3). Enerjinin  retim, çevrim, taşınım ve tüketimi esnasında çevreye çeşitli zararlar verebilmektedir. Bu durum var olan enerji kaynaklarının daha verimli kullanma ve yeni yöntemler geliştirmeye zorlamıştır. Günümüzde enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji konuları sıkça gündeme gelmektedir. Enerji nasıl kullanılmalı ve alternatif enerji kaynakları neler olabilir sorularının cevapları aranmaktadır (Kumbur ve diğ., 2005).

2.1.3 Dünyada enerji kullanımı

 nsanoğlunun enerjiyi sürekli olarak kullanmadan ve tedarik etmeden yaşaması mümkün değildir. Enerji kaynaklarına olan bu ihtiyaç, zamana ve şartlara göre değişim göstermiştir. Ateşin kullanılmaya başlaması ve kontrol altına alınması ile ısınma, yiyeceklerin pişirilmesi ve bazı metaller işlenmeye başlandı. Akarsular ve rüzgâr enerjisi kullanılmaya başlandı. Hayvanların enerjisinden tarım, ulaştırma ve hatta endüstride faydalanılmaya başlandı. Zaman içerisinde enerjiyi daha etkili kullanmaya başlayan insan toplulukları kömür, buhar, petrol, elektrik ve gaz üzerinde kontrol sahibi oldular. İnsan yaşamını kolaylaştıran bu enerji kaynakları zaman içerinde bir değişim göstermiştir. Enerji tüketimi sosyal, ekonomik ve politik açılardan insan hayatını büyük ölçüde etkilemektedir. Enerji kaynaklarının kullanımı ve korunması günümüzde büyük önem arz etmektedir. Kişi başına tüketilen enerjinin büyüklüğü bir ülkenin modernleşmesinin ve ilerlemesinin bir göstergesi olarak görülmektedir (Reddy ve diğ, 2000).

Dünya nüfusun artması ve ekonomik gelişmelerle birlikte global enerji talepleri hızla değişmeye başladı. Teknolojik gelişmeler enerji verimini arttırarak yenilenebilir enerji kaynaklarının, enerji depolama teknolojilerinin ve geleneksel olmayan fosil yakıt kaynaklarının maliyetini düşürerek daha erişilebilir hale getirmiştir (Newell ve Raimi, 2020).

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2019) raporlarına göre fosil yakıtlar küresel enerji kullanımına h kim olmaya devam edecek ve dünya birincil enerji talebindeki artışın

yaklaşık %85'ini oluşturacaklar. Toplam talep içindeki paylarının 2002'de %80'den 2030'da %82'ye artması beklenmektedir. Petrolün birincil enerji karışımındaki en büyük yakıt olarak kalacaktır. Taşımacılık ve enerji sektörleri için kullanımı önemini koruyacaktır. Dünyanın enerji kaynakları, 2030 yılına kadar enerji talebinde öngörülen artışı karşılamak için yeterlidir. Ancak artan enerji kaynaklarının coğrafi kaynakları belirgin bir şekilde değişecektir. Dünya Alternatif Politika Senaryosunda, küresel birincil enerji talebi %10 ve enerjiyle ilişkili CO₂ emisyonları 2030 yılındaki beklenen duruma göre %16 daha düşüktür. Bununla birlikte 2030 yılı için fosil yakıt talebi %14 azalırken, nükleer enerji kullanımı güç %14 artacağı ve hidro-olmayan yenilenebilir enerji kaynakları (biyokütle hariç) %30 artacağı düşünülmektedir.

2.1.4 Yenilenebilir enerji kaynakları

Yenilebilir enerji kaynakları, doğada mevcut olan kaynaklardan elde edilebilen ve sürekli olarak kullanılan enerji bitmeden veya kullanılan enerji ile takviye edilen enerji eşit oranda olan kaynaklardır. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; rüzgâr, güneş enerjisi, jeotermal, hidrolik ve biyokütledir (Url-4).

Güneş enerjisi: Güneşten aldığımız enerjiye güneş enerjisi denir ve çok büyük bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr, su döngüsü, fotosentez gibi tüm doğal olaylar sadece güneş enerjisi sayesinde olmaktadır. Günümüzde güneş enerjisi, aydınlatma, güneş ocakları, sıcak su, yemek pişirmek vb. alanlarda kullanılmaktadır (Url-4).

Rüzgâr enerjisi: Rüzgârlar doğada sürekli olarak mevcuttur. Yel değirmenleri sayesinde elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu yel değirmenleri genellikle yıl boyu kuvvetli rüzgârların bulunduğu yerlerde kurulur. Bu rüzgârın enerjisi, değirmenler, su pompalamak ve elektrik üretmek için kullanılmaktadır (Url-4).

Hidrolik enerji: Su önemli doğal kaynaktır. Tüm canlı organizmaların yaşamak için suya ihtiyacı vardır. Akarsular ve barajlar hidrolik enerji kaynaklarıdır. Hidrolik enerji en kolay olarak elektrik enerjisine dönüştürülmektedir (Url-4).

Biokütle enerjisi: Bir türden veya farklı türlerin bir araya gelmesi sonucu oluşan topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zaman dilimi içerisinde sahip olduğu kütleye biyokütle denir. Organik karbon olarak da nitelendirilmektedir. Bitkisel, hayvansal, orman ve orman ürünleri, endüstriyel biyokütle kaynakları mevcuttur (Url-5). Bu enerji kaynaklarının oluşturduğu biyokütle yakıt çeşitleri biyodizel, biyoetanol ve biyogaz olarak adlandırılır (Koç ve diğ., 2018).

Jeotermal enerji: Yer ısısı anlamına gelen jeotermal, yeryüzündeki suların yer kabuğunun altında farklı derinliklere ulaşarak ısınmasıyla; sıcak su, buhar ve gaz olarak yeryüzüne geri dönmesi olayıdır. Jeotermal enerjiden ısıtma ve soğutma sistemlerinde, termal turizm ve elektrik üretimi gibi konularda faydalanılır (Url-6).

2.1.5 Yenilenemez enerji kaynakları

Yenilenemeyen kaynaklar sınırlı miktarda mevcut olan doğal kaynaklardır. Bu kaynaklar kısa sürede yenilenemez veya yeri doldurulmaz. Bu nedenle tükenebilir kaynaklar olarak da bilinir. Kömür, doğal gaz, petrol yaygın olarak kullanılan yenilenemez enerji kaynaklarıdır (Url-4).

Fosil yakıt: Bitki ve hayvanların kalıntılarının toprak ve kayaların altında kalarak yüzyıllar boyunca ısı ve basınç ile fosilleşmesiyle meydana gelirler. Miktarları sınırlıdır ve yenilenmeleri binlerce yıl alır. Fosil yakıtlara örnek olarak kömür, petrol, doğal gaz vb.

Kömür: Kara elmas olarak da bilinir. Kömür yakıt olarak, elektrik üretmek için, fabrikalarda ve buhar motorlarında kullanılmaktadır.

Doğalgaz: Doğalgaz, Sıkıştırılmış Doğalgaz veya CNG adı verilen bir yakıt olarak kullanılır. Kolayca yanar ve çok fazla ısı üretir. İyi bir hidrojen kaynağıdır.

Petrol: Petrol ayrıca mineral petrol veya ham petrol olarak da bilinir. Bu sıvı mineral, benzin, dizel, pişirme gazı ve gazyağı gibi yakıtları yapmak için rafine edilir. Plastik ve kozmetikte de petrol kullanılır. Yerin derinliklerinde veya deniz tabanının altında bulunur. Yeryüzünün derinliklerine veya deniz tabanının altına kuyu kazarak çıkarılmaktadır.

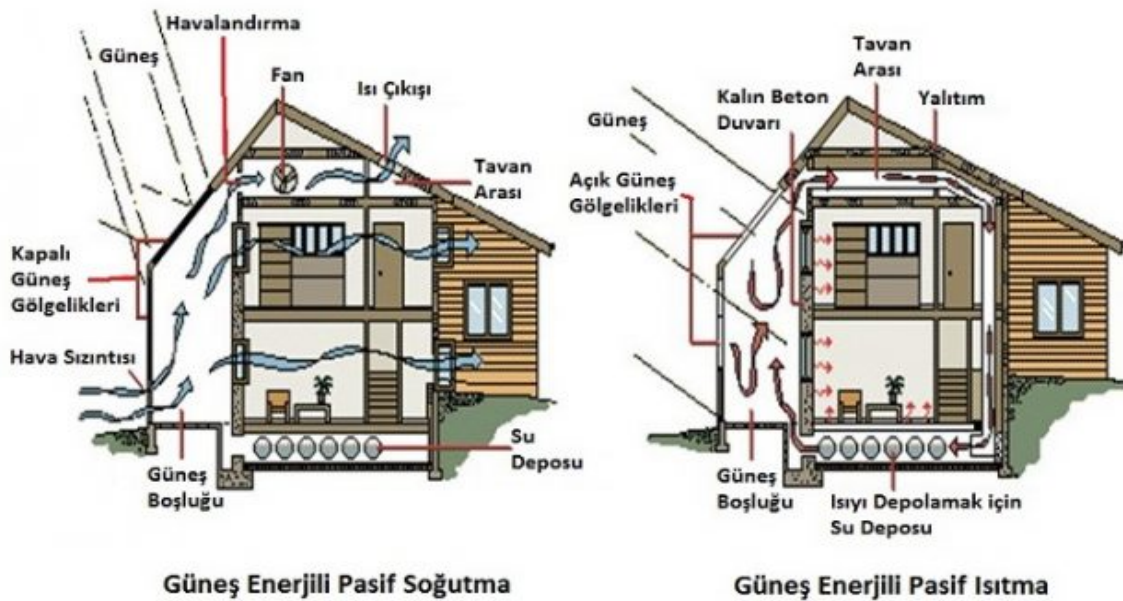
Nükleer enerji: Nükleer enerji için kullanılan yakıt genellikle sınırlı miktarda bulunan uranyumdur. Bu yüzden yenilenemez olarak sınıflandırılmaktadır. Nükleer enerjiden elektrik üretilirken karbondioksit salınımı olmamaktadır (Url-4).

2.1.6 Pasif güneş sistemleri

Güneş sistemleri, güneş radyasyonunu toplamak ve enerjiyi kullanılabilir ısıya dönüştürmek için pasif veya aktif olarak güneş enerjisi kullanır (Chan, Riffat ve Zhu, 2010). Pasif güneş sistemleri; tasarımı, yerleşimi veya malzemeleri ısı veya ışık kullanımını doğrudan güneşten elde eden yapılardır (Url-7). Bir binanın ısıtma ve

soğutma ihtiyacını azaltmak için pasif yollarla güneş enerjisinin kullanılmasını sağlar. Sistem işlemi herhangi bir mekanik ekipman kullanmadan yalnızca binanın tasarımına, konumlandırılmasına ve yapım tarzına dayanarak gerçekleştirir (Url-8).

Pasif sistemler, doğrudan ve dolaylı güneş sistemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Isıtma ve soğutma işlemini sağlamak için güney açıklıkları, çatı açıklıkları ve ayırık (uzak) açıklıklarından yararlanmaktadır (Demircan ve Gültekin, t.y.). Temel prensibi, bina elemanlarının yani pencereler, duvarlar ve zeminlerin güneş enerjisini toplayabilmesi ve depolayabilmesidir (Url-9). Sistem sayesinde akıllı binalar kış aylarında güneş ısı kazancını en üst düzeye çıkarırken, yaz aylarında güneş ısı kazancını en aza indirir (Url-10). Pasif güneş ısıtma sistemlerinin temel olarak, binanın elemanları içindeki güneş ısını yakalamak ve güneşin olmadığı dönemlerde bu ısıyı serbest bırakmak ve aynı zamanda rahat bir oda sıcaklığını korumayı hedeflemektedir. Bu işlemi gerçekleşmesinde en önemli iki unsur; ısıyı emmek, depolamak ve dağıtmak için güneye bakan cam ve termal küttür. Soğutma sistemleri ise gün boyunca istenmeyen ısı kazanımını azaltarak, mekanik olmayan havalandırma üreterek, mümkün olduğunda daha soğuk dış hava için ılık iç havayı değiştirerek ve gecenin serinliğini ılık gündüz sıcaklıklarına kadar depolayarak çalışır. Bunu en basit haliyle güneye bakan pencerelerde çıkıntılar veya gölgeler, gölge ağaçları, termal kütle ve çapraz havalandırmalar sayesinde yapabilmektedir (Url-11). Şekil 2.1’de pasif ısıtma ve soğutma sistemleri görülmektedir (Url-12).



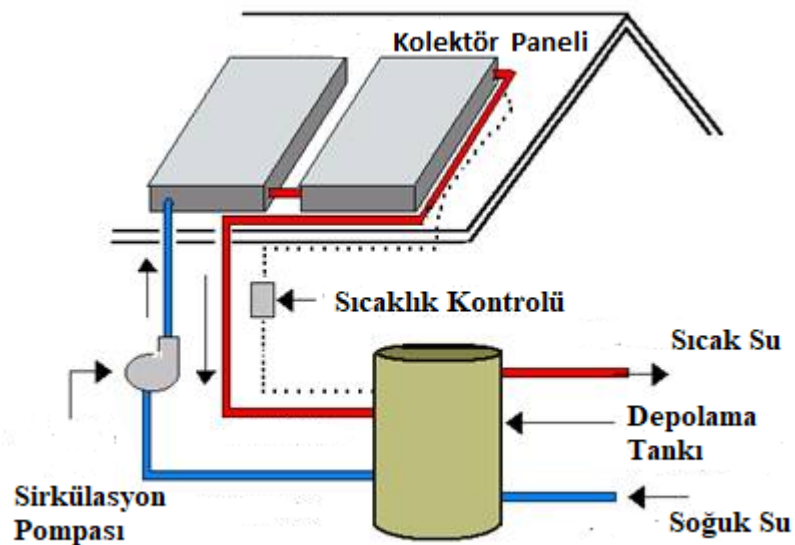
Şekil 2.1 : Güneş enerjili pasif soğutma ve ısıtma sistemleri (Url-12).

2.1.7 Aktif güneş sistemleri

Aktif güneş sistemlerinde güneş enerjisini sıcak su veya elektrik gibi daha kullanışlı bir formata dönüştüren cihazlar bulunur (Url-7). Sistemde kullanılabilir ısıyı artırmak için bir sıvı (ısıyı emmek için su gibi) ve bazı elektrikli veya mekanik ekipman (pompa ve fanlar gibi) kullanmaları dışında pasif sistemler ile aynı ilkeleri kullanılmaktadır. Binaların çatılarına yerleştirilmiş bir güneş kolektörü sıvıyı ısıtır ve ardından tüm binayı ısıtmak için bir boru sisteminden pompa (Url-13). Farklı alanlarda aktif güneş sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bunlar;

Aktif ısıtma sistemlerinde, kolektörler hava veya sıvıyı kullanarak güneşin termal enerjisini yakalar ve daha sonra elektrikli fanlar veya pompa aracılığıyla binalarda ısıtma işlemini gerçekleştirir (Url-7).

Aktif su ısıtma sistemleri, doğrudan veya dolaylı dolaşım olarak çalışmaktadır. Doğrudan sirkülasyon sistemleri evsel suyu kolektörler ve depolama tankına dolaştırır. Bunlar, sıcaklıkların nadiren donma noktasının altına düştüğü ılıman iklimler için en uygundur. Dolaylı sirkülasyon sistemleri, donmayan bir ısı transfer sıvısını toplayıcılardan ve daha sonra depolama tankındaki bir ısı değişiriciden geçirir (Şekil 2.2). Bunlar, doğrudan sirkülasyon sistemindeki boruların donabileceği soğuk iklimlerde tercih edilmektedir (Url-14).

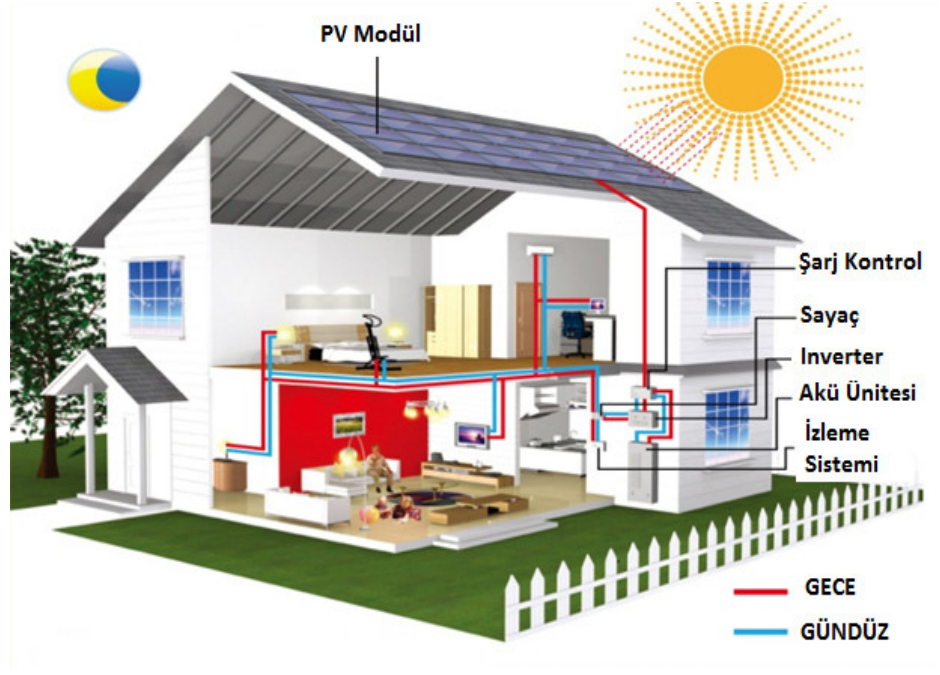


Şekil 2.2 : Aktif su ısıtma sistemleri (Url-14).

Fotovoltaik Sistemler

Fotovoltaik terimi, Yunanca ışık anlamına gelen ‘photo’ ve voltaj anlamına gelen “voltaic” kelimelerinin bir araya getirilmesi ile türetilmiştir. Fotovoltaik (PV) modüller, güneş ışığını bir ısı motoru veya döner ekipman olmadan doğrudan elektriğe dönüştüren aygıtlardır. Yarı iletken malzemelerden meydana gelen sistemin en küçük birimi ise güneş hücreleridir (Kalogirou, 2013; Turhan ve Çetiner, 2012). Güneş modülleri sistemin en önemli parçası kabul edilirken güç jeneratörü olarak da adlandırılmaktadırlar. Gece ve gündüz çalışma koşullarına uyumlu PV modülleri enerji depolayabilmek için pillere ihtiyaç duymaktadır. Sistemde sağlanan enerji ise güneş ışığı yoğunluğuna ve hücrelerin sıcaklığına bağlıdır. PV sisteminin düzgün çalışması için DC (doğru akım) çıkışını koşullandıran ve akülere, şebekeye ve / veya yüke ileten bileşenler gereklidir. Bu bileşenlere yük regülatörleri denir. AC (alternatif akım) gerektiren uygulamalar için DC / AC inverterleri PV sistemlerine uygulanır. Bu ek bileşenler, bir PV sisteminin sistem dengesi (BOS) olarak adlandırılan kısmını oluşturur (Zeman, 2012).

Güneşten sağlanan enerjiden %15–%20 arasında bir verimle elektrik enerjisi elde edilebilmektedir (Url-15). PV ekipmanının hareketli parçası yoktur ve sonuç olarak minimum bakım gerektirir ve uzun ömürlüdür. Sera veya başka bir gaz emisyonuna neden olmadan elektrik üretir ve oldukça sessiz çalışırlar. Bu sistemler, miliwatt'tan megawatt'a kadar mümkün olan her boyutta inşa edilebilen sistem modülleridir ve üretimi artırmak için daha sonradan panel eklenebilmektedir. Son derece güvenilir ve az bakım gerektirmektedirler. Dahası bağımsız sistemler olarak da kurulabilirler (Kalogirou, 2013).



Şekil 2.3 : Fotovoltaik sistem (Url-16).

Fotovoltaik sistem dengesi bileşenleri; şarj kontrol ve enerji depolama, dizinin montajı ve desteği, sistem performansının ölçülmesi ve güvenlik güvencesi için ekipman içerir (Şekil 2.3). Hem miktar hem de zamanlamada esas olarak enerji çıktısını ilgilendiren sistemin performansı, çalışma koşullarına ve sistemin ayrıntılı yapılandırmasına bağlıdır. Buna karşılık, çalışma koşulları, alınan güneş ışınımını yöneten sistemin konumuna, ortam sıcaklığına ve sistem performansını etkileyen diğer iklimle ilgili yönlerle bağlıdır. Sistemin nasıl performans gösterdiği teknik ve ekonomik fizibilitesini ve herhangi bir uygulama için elektrik kaynağı açısından en iyi çözüm olup olmadığını belirler. Sensörler veya ev aydınlatması gibi yükleri besleyen küçük sistemlerden, elektrik gücünü doğrudan elektrik şebekesine besleyen büyük sistemlere kadar çok çeşitli uygulamalar için kullanılabilir (Pearsall, 2017). Elektriğin kullanım şekillerine göre ise off-grid, on-grid, dalgıç ve santrifüj pompaları çalıştıran sistemler olmak üzere 3'e ayrılmaktadır (Url-15):

Şebekeye bağlı (on-grid) sistem: Evler ve işletmeler tarafından en yaygın kullanım oranına sahip bu sistemler, pillere ihtiyaç duymadan ortak güneş invertörleri kullanarak kamu elektrik şebekesine bağlanırlar. Üretilen kullanım fazlası güneş enerjisi elektrik şebekesine aktarabilmektedir (Url-17).

Şebekeden bağımsız (off-grid) sistem: Şebekeden bağımsız güneş sistemleri, bir pil bankasında depolanan enerjiden çalışır. Pil panelini şarjlı tutmak için güneş panelleri kullanılır. Şebekeden bağımsız güneş sisteminiz günlük güç ihtiyaçlarınızı karşılayacak ve pil bankasından çekilen, depolanan enerjiyi değiştirecek şekilde boyutlandırılmalıdır (Url-18).

Hibrit sistem: Modern hibrid sistemlerde, güneş ve pil depolamasını bir araya getirildiği birçok farklı form ve konfigürasyon mevcuttur. Pil depolama maliyetinin düşürülmesi ile elektrik şebekesine bağlı olan sistemler de pil depolamadan yararlanmaya başlayabilir. Bu, gündüz üretilen güneş enerjisini depolayabilme ve geceleri kullanabilme anlamına gelir. Depolanan enerji tükendiğinde, şebeke bir destek olarak kullanılır (Url-17).

2.2 Geleneksel Kadastroya Genel Bakış

2.2.1 Kadastro nedir?

İnsanoğlunun yerleşik hayata geçtiği günden beri taşınmaz malın mülkiyet haklarına sahip olabilmek ve koruyabilmek temel ihtiyaçlarından biri haline gelmiştir. Taşınmazı koruyabilmek için zaman içerisinde farklı yöntemler denenmiş ilk olarak fiziksel güç kullanımıyla başlayan bu süreç zaman içerisinde yerini dini veya hukuki kurallara bırakmaya başlamış ve bugün ise “Taşınmaz mal mülkiyeti” olarak ifade edilmektedir. Kadastro ise taşınmaz mal mülkiyetine konu olan mülklerin devamlılığını sağlayabilmek için gerekli olan teknik süreçtir (Tüdeş ve Bıyık, 1994). Kadastro, belli bir ülke veya bölgedeki taşınmazın sınırlarını araştırır ve parsel tanımlayıcısının ana hatları, her bir ayrı mülk için parselle ilişkili niteliği, büyüklüğü, değeri ve yasal hakları gösteren büyük ölçekli haritalarda gösterilir. Taşınmazın nerede ve ne kadar olduğu sorularına cevap verir. Kadastro, Türkiye’de sözlük anlamı olarak “Bir ülkedeki her çeşit arazi ve mülk yerinin, alanının, sınırlarının ve değerlerinin devlet eliyle belirlenip plana bağlanması işi” olarak tanımlanmaktadır (Url-19). Kadastro bir ülke veya bir hukuk sistemi içindeki coğrafi nesneleri resmi bir coğrafi bilgi sistemi (CBS) olarak tanımlayabilir. Tapu siciline taşınmazın ilgili niceliklerini kaydeder (Xiong ve diğ, 2017).

2.2.2 Kadastronun tarihsel gelişimi

Kadastro çalışmaları çok eski tarihlerden beri mevcuttur. Farklı coğrafyalarda değişik isimlerde anılmış ve farklı şekillerde uygulanmış olsa da asıl amaç taşınmazı tanımlamak ve hak elde etmek olup zaman içerisinde gelişerek bu günkü şeklini almıştır. Tarihte bu çalışmaları kanıtlayan birçok belge mevcuttur. Toprak mülkiyetine dair ilk belgeler milattan önce 3000 yıllarına dayanmaktadır. Geçmiş tarihte Çin’de vergi, mahsul verimi ve arazi çalışmaları kayıtlarında yer almaktadır (De Graeve ve Smith, 2010). Kadastro çalışmaları Roma döneminde tahsis edilen toprakları geri kazanmak ve gelir elde edebilmek için yapılmaktaydı. Ortaçağda ise arazinin genel nitelikleri kayıt altına yazılı olarak alınmaktaydı (Kurandt, 1957). Bu temel nitelikler arsa sahibinin adını, görev süresini, alanını ve arsa değerlendirmesini gösteren bir arazi kaydını içermektedir ve feodal aidatların çıkarılması amacıyla kayıt altına alınmıştır (De Graeve ve Smith, 2010).

"Kadastre" terim olarak tarihte ilk kez 10 Aralık 1656’da Almanlara ait bir yönetmelikte yer almaktadır (Moralioğlu, 2018). 1800 yıllarında İsviçre’de ise ilk kadastro çalışmaları hukuki ağırlıklı ve ülke ağına dayalı olarak yapılmıştır (Türdeş ve Bıyık, 1994). Kadastro sisteminin asıl başlangıcı Napolyon Boyabat’ın 1807’de harita ve kadastro kayıtlarının oluşturulmasını istemesiyle başlamıştır. Arazi parsellerinin fiziki konumu, parsel sayısı, alan, arsa kullanımı ve arsa değerleri kayıt altına alınmıştır. Bunlar kadastro sistemlerinin temelini oluşturmuş kayıt defterleri ve haritaların birleşimidir. Osmanlı döneminde kadastro çalışmalarının ilk olarak Orhan Gazi zamanında yapılmıştır. 1535-1847 yılları arasında yazılan 2322 ciltlik tapu tahriri kayıtları “Kuyuda-ı Kadime” adıyla Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü arşivlerinde yer almaktadır. Bu kayıtlara gerekli durumlarda günümüzde hala başvurulmakta ve anlaşmazlıklara çözüm bulunmaktadır. 1847 yılında Defterhane tarafından tapu belgeleri hazırlanmaya başlandı. Bunun ardından köylerde tapu tahrirleri “Yoklama” adı altında yapılmıştır (Türdeş ve Bıyık, 1994). Çıkarılan ilk kadastro kanunu ise “Emval-i Gayr-i Menkullenin Tahdid ve Tahrirî Hakkında Kanunu-u Muvakkat” dir. “Kadastro Teşkilatı Tesis Hakkında Kanun” 1925 yılında kabul edilmesiyle kadastro çalışmaları Türkiye genelinde resmen başlatılmıştır. Cumhuriyet döneminde ilk kadastro çalışmaları Moskova Antlaşması ile ülke sınırları içine alınan il ve ilçelerde gerçekleştirilmiştir. Medeni Kanun’un doğrultusunda kadastro çalışmalarına devam edilmiştir.

Zaman içerisinde gerek Türkiye’de gerek diğer ülkelerde kullanılan kadastro farklı ölçüm teknikleri ve kayıt şekilleriyle zamanın ihtiyaçlarına cevap vermeye çalışmıştır. Çelik şeritlerle yapılan ölçümler yerini zamanla prizma takometrelere bırakmış günümüzde bunun da yeterli olmamasıyla hava fotogrametrisine ve yeni teknolojik aletlere bırakmıştır. Tapu defterleri ise bilgisayar ortamında daha az yer kaplayacak elektronik formlara dönüşmüştür.

2.2.3 Kadastronun yararları

Kadastro, bir taşınmaz malın sınırlarının ve yüzölçümünün doğru bir şekilde belirlenerek mülkiyet sahipleri adına tescil edilmesidir (Tüdeş ve Bıyık, 1994). Yeryüzünde gerçekleştirilen her türlü tarım, ormancılık, şehir planlama, altyapı yönetimi gibi birçok önemli konu için mülkiyet verilerine ihtiyaç vardır. Bu verilere erişim taşınmaz sahipleri ve potansiyel alıcılar için de büyük önem arz etmektedir. Ancak kadastro ile mülkiyet bilgilerine doğru bir şekilde erişebilir, taşınmazın kesin sınırlarını çizebilir ve mülkiyet haklarının yasal güvenliğini sağlanabilir (Yomralıoğlu, 2018).

Başarılı bir kadastro sistemine sahip olmak ülke için ekonomi, yönetim ve hukuk kuralları açısından çok önemlidir (Bogaerts ve Zevenbergen, 2001). Sürdürülebilir kalkınmanın büyük parçası olan kadastro, mülkiyet sahipleri ve kamu kurumları için faydaların en üst düzeye çıkarılmasını ve maliyetlerin (ekonomik, sosyal ve çevresel) en aza indirilmesini sağlamak için gerekli bilgilerin önemli bölümünü oluşturmaktadır. Bu bilgiler; arazi geliştirme, kentsel ve kırsal planlama, arazi yönetimi ve çevresel izleme alanlarında kullanılmaktadır (Url-20). Her türlü yatırım ve mühendislik alanında gerçekleştirilecek projenin, sorunsuz bir şekilde yürütme ve sonuçlandırılmasının da en önemli temelidir (Yomralıoğlu, 2018). Kadastroya ihtiyaç duyan başlıca alanlara sınır anlaşmazlıklarının çözümü, toprak kalite ve veriminin tespit edilmesi, alım-satım ve yatırım işlemleri, vergilendirme, arazi düzenlemesi, imar uygulamaları gibi örnekleri verilebilir (Tüdeş ve Bıyık, 1994). Kadastroyu birey ve toplum yararları açısından sınıflandırmak mümkündür (Yomralıoğlu, 2018). Bunlar;

Kadastronun bireysel yararları;

- a) Kadastro mülkiyet sahiplerine tapu ile yasal güvence sağlar. Bireyin sisteme güvenini sağlar ve taşınmazın değerini artırır.

- b) Mali yatırım işlemlerinde gerekli olan kaynak temini ancak kadastro belgesi ile mümkündür. Kredi başvurularında taşınmaz mal bankalar için bir teminat gösterilebilmektedir. Ayrıca taşınmaz, ipotek olarak gösterilebilir ve ödeme kolaylıklarından yararlanılmasını sağlar.
- c) Kadastro sistemi, alım-satım işlemlerinin daha kolay, hızlı, daha ucuz ve güvenli gerçekleştirilmesini sağlar. Tapu kaydı bulunmayan taşınmazın bir güvencesi olmadığı için el değiştirmesi daha pahalı olur ve süreç uzamaktadır.
- d) Mülkiyet sahipleri için sınır tartışmalarını en aza indirerek, birey ve devletin bu işlemler için yapacağı harcamalarda yargı kurumlarının da yükünü hafifleterek tasarruf sağlar.

Kadastronun toplumsal yararları;

- a) Kadastro, devletlerin sürekliliğini sağlamak için ihtiyaç duyduğu vergi sisteminin toplum için adil ve sağlıklı bir şekilde alınmasını sağlar. Sosyal refah düzeyinin korunmasını sağlar.
- b) Tarım ve toprak reformu, üretim planlamaları, rekolte tahmini, arazi düzenlemeleri, arazi toplulaştırması gibi çalışmalarda taşınmaz sahiplerine yasal bir güvence sağlar ve işlemlerin uygulanabilirliğini kolaylaştırır (Tüdeş ve Bıyık, 1994).
- c) Coğrafi bilgi sistemlerinde mülkiyet verilerini kullanarak yatırımlara ve analizlere imkân sağlar. Teknolojik ilerlemelerle, ihtiyaçlara daha hızlı ve kolay erişim sağlayarak planlama ve geliştirme olanağı sağlar.

2.2.4 Hukuki kadastro

Hukuk, hükümetler tarafından toplumsal davranışların biçiminin emredildiği kurallar bütünüdür (Url-21). İlgili organlar tarafından maddi yaptırımları olan uyulması zorunlu kurallardan oluşan sistemdir (Url-22). Kadastro ise ülkelerdeki her türlü taşınmaz malın sınırları, değeri, mülkiyeti ve hukuki durumunun sistematik olarak numaralandırılarak kayıt altına alındığı sistemdir (Url-23; Url-24).

Günümüzde tüm ülkelerde farklı kadastro sistemleri esasları mevcut olsa da genel anlamıyla hukuki temellere dayalı sahiplik ve kullanım haklarını tanımlayan sistemler mevcuttur. Bu mevcut sistemlerde; vergilendirme, mülkiyet sahiplerinin yasal güvenliğini sağlama ihtiyacı, taşınmaz üzerindeki haklarını iddia edebilmek

için bir kanıt ihtiyacı duyulması gibi durumlar bir hukuki kadastro ihtiyacı ortaya çıkarmıştır (Bogaerts ve Zevenbergen, 2001).

Hukuki (yasal) kadastro; parsel kayıt sistemini esas alarak, çalışmaların hangi şartlarda ve nasıl yapılması gerektiğini yasal olarak belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu sistemin en önemli özelliği; parsel sınırlarının ölçülerek, hak ve kısıtlamalarının belirlenmesi ve kayıt altına alınmasıdır. Bu yasal faaliyetlerin neticesinde oluşturulan tapu senetleri maliklere bir hukuki belge olarak verilerek, mülkiyet hakları devlet güvencesi altına alınmaktadır (Bıyık ve diğ, 2015).

Türkiye açısından hukuki kadastro süreci incelendiğinde, sistemin temellerinin Osmanlı Devleti'ne dayandığı görülmektedir. Osmanlı Devleti'nde, bazı istisnai durumlar hariç, temel mülkiyeti ve denetim hakkı devlete ait, kullanım hakkı ise vatandaşlara ait olan sistem mevcuttu. 1858 yılında çıkarılan Arazi Kanunu ile sistemde köklü bir değişim meydana gelmiş ve özel mülkiyete geçilmiştir. Ardından, 1924 tarihinde 474 sayılı yasanın çıkarılması ile kadastro çalışmaları başlatılmıştır. Bu yasa ile gayrimenkul sahiplerinin, gelirlerinin ve geometrik durumlarının devlet kontrolü altında belirlenerek; özel mülkiyeti koruma altına almayı ve güvenli arazi sahipliğine olanak sağlamak hedefleyen bir sisteme geçilmiştir (Demir, Uzun ve Çete, 2008). Bu durum cumhuriyet öncesinde “vergi/yazım kadastrusu” temelli kadastro çalışmalarının “hukuki kadastro” kategorisine geçildiğini göstermiştir (Toker, 2015). Hakların tanımlanması ve korunması açısından mülkiyetin kesin sınırlarının ve hak sahiplerinin tanımlanmasının gerekliliği, tanımlanan sınır esaslarına göre hak sahiplerine tahsis edilmesi, teknik esas ve yasal mevzuatlara korunması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. 2709 (1982) Anayasası (md. 35) “Herkes mülkiyet ve miras haklarına sahiptir. Bu haklar ancak kamu yararı amacıyla, kanunla sınırlanabilir. Mülkiyet hakkının kullanılması toplum yararına aykırı olamaz.” ve 3402 sayılı Kadastro Kanunu “Bu kanunun amacı, ülke koordinat sistemine göre memleketin kadastral veya topoğrafik kadastral haritasına dayalı olarak taşınmaz malların sınırlarını arazi ve harita üzerinde belirterek hukukî durumlarını tespit etmek suretiyle 4721 sayılı Türk Medeni Kanununun öngördüğü tapu sicilini kurmak, mekânsal bilgi sisteminin alt yapısını oluşturmaktır.” kapsamlarında bu sistemin yasal dayanakları oluşturulmuştur. Kadastro çalışmalarının yürütülmesinde; Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ile yönetimindeki bölge müdürlükleri,

taşralardaki kadastro müdürlükleri ve tapu sicil müdürlükleri görevlendirilmiştir (Yomralıoğlu, 2018).

2.2.5 Vergi kadastrusu

Hükümetler, kanun çerçevesinde mevcut sistemlerinin sürekliliğini sağlamak ve kamu hizmetlerini yerine getirebilmek için kişiler ve kurumlardan vergi almaktadır. Gelir vergisi, kurumlar vergisi, damga vergisi ve emlak vergisi gibi vergi çeşitleri mevcuttur (Url-25). Vergi sistemleri incelendiğinde ise en eski vergi toplama çeşitlerinden birinin emlak vergisi olduğu görülmektedir. Bunun en önemli nedeni, arazi ve binaların gizlenemeyen varlıklar olduğu için bu taşınmazların tespitini daha kolay bir şekilde yapılabilmesidir.

Birçok ülke emlak vergisini alabilmek için kadastro sistemine ihtiyaç duymaktadır. Mevcut kadastro sistemleri hakların (mülkiyet, ipotek) garantisi ve parsellerin büyüklüğüne dayanan adil bir vergilendirme ihtiyacından geliştirilmiştir (Navratil ve Frank, 2004). Bunun en eski örneklerinden biri olan Napolyon'un Güney Avrupa'da gerçekleştirdiği kadastro çalışmalarıdır. Napolyon savaşlar için gerekli parasal ihtiyacı, işgal ettiği ülkelerden emlak vergisi olarak sağlamıştır. Bu çalışmalar esnasında mülkiyet parsellerinin ölçülmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır (Bogaerts ve Zevenbergen, 2001). 40 yıl boyunca, yaklaşık olarak yüz milyon parselin toprak kullanım verileri değerlendirilerek sınıflandırılmış, gelir durumları belirlenmiş ve üretim kapasitelerinin tespiti yapılarak kayıt altına alınmıştır. Yapılan bu çalışma, Avrupa'da birçok ülkenin kadastro sisteminin temelini oluşturmaktadır (Yomralıoğlu, 2018). Vergi temini için kurulan bu sistem geliştirilmiş ve günümüzde "vergi kadastrusu" olarak adlandırılmaktadır.

Vergi kadastrusu, taşınmazların vergilendirilmesi ve değerlendirilmesini sağlayarak gerekli envanterlerin elde edilmesini sağlayan sistemdir (Yomralıoğlu, 2018). Bir vergi kadastrusu ülke kadastro sisteminin yönetilmesinin önemli bir temelidir. İlgili kurumlar, alım-satım, tapu kayıt işlemleri ve ipotek gibi durumlarda bilgi sağlayarak gelir elde etmektedir. Transfer, gayrimenkul ve gelir vergileri gibi hükümetlerin vergi sistemlerine de katkıda bulunmaktadır. Noterler, gayrimenkul acenteleri, ipotek bankaları, arazi çalışmaları açısından da önemli rol oynamaktadır. Günümüzde uluslararası finansal organizasyonlar ve yerel bankalar vergi kadastrusunun oluşturulmasını desteklemekte ve oluşturulması için finansal destek sağlamak

konusunda isteklidir. Hatta çoğu kadastro projesi Dünya Bankası tarafından vergi kadastro sistemi kurulması için desteklenmiştir. Bir vergi kadastrosu ülke kadastro sisteminin yönetilmesinin önemli bir temelidir (Bogaerts ve Zevenbergen, 2001).

2.2.6 Çok amaçlı kadastro

Modern arazi bilgilendirme faaliyetlerinde en kapsamlı görüşlerden biri, çok amaçlı bir kadastrodur (National Research Council, 1983). Çok amaçlı kadastro HKMO Arazi Yönetimi Terimleri sözlüğünde "Genel amaçlarının ötesinde kadastronun sürdürülebilir gelişme çalışmaları için gerekli bilgileri de içeren kadastro türü" olarak tanımlanmıştır. Mülkiyet prosedürlerini iyileştirmek, adil vergilendirmeye temel oluşturmak, kaynak yönetimi ve çevre planlaması için gerekli bilgileri sağlamak, daha iyi bir arazi bilgi sistemine kritik bir ihtiyaç vardır. Çok amaçlı kadastro, farklı bileşenlerin eklenmesiyle genişletilerek oluşturulacak modellerde birden çok amaca yönelik olarak uygulama yapılmasına olanak sağlayacaktır (Toker, 2015).

Kapsam olarak NRC (1980) tarafından çok amaçlı bir kadastronun bileşenlerini ise şu şekilde tanımlanır:

- a) Bir jeodezik ağdan oluşan bir referans çerçevesi;
- b) Bir dizi güncel, doğru büyük ölçekli harita;
- c) Tüm mülkiyet parsellerini tanımlayan bir kadastro yerleşimi;
- d) Bilgi sistemlerindeki tüm arazi kayıtlarının ortak bir endeksi olarak kullanılan her bir parsel atanan benzersiz bir kimlik numarası;
- e) Her biri bilgi alma ve diğer veri dosyalarındaki bilgilerle bağlantı kurma amacıyla bir paket tanımlayıcı içeren bir dizi arazi veri dosyası.

Çok amaçlı kadastro, modern kadastronun diğer arazi bilgi kayıtlarını içerecek şekilde bir uzantısıdır. Bu kayıtlar planlama ve değerlendirme bilgileriyle veri tabanlarını içerebilmektedir (Majid, 2000). Son teknolojilerle birlikte 2 boyutlu arazi parsellerinin oluşturulması ve üretiminde çoğu bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve CBS uygulama yazılımları kullanılmaktadır (Duncan ve Rahman, 2013). Çok amaçlı kadastro 2B kadastro sistemlerini, 3B kadastro, 3B deniz kadastrosu ve 3B şehir modelleri gibi yeni kadastro çeşitlerine doğru genişletilebilmesine olanak sağlar (Abduhl Rahman ve diğ, 2012).

Birçok ülkede vergilendirme veya planlama amacıyla tapu kaydı için tasarlanmıştır. Bu tür kadastrodaki ortak paydalar, mekânsal özelliğin açık bir şekilde tanımlanması ve eşit olarak referans verilen standart bir numaralandırma şemalarından oluşmaktadır. Bu tanımlama yöntemi, vergi, hukuk ve planlama gibi farklı dikey uygulama alanlarının aynı gayrimenkulü ifade etmesine olanak tanır. Dolayısıyla, mali kadastro belirli bir parselin vergi kaydında bir değişiklik yayınladığında, kadastro sisteminden bir harita, yasal kadastro için aynı parsel üzerindeki vergi bilgileri değişikliklerini gösterir (Rahman, Hua ve Van Oosterom, 2011). Mevcut teknolojilerle bilgilerin araştırılması, haritalanması, veri toplanması, dosyalanması ve dağıtılmasını kolaylaştırır. Gelişmiş ölçme ve haritalama teknikleri uygulama maliyetlerini de azaltmaktadır. Bilgisayar uygulamaları, iletişim ağları ve kopyalama süreçlerindeki ilerlemeler çok amaçlı kadastro için daha verimli kullanılmasına olanak sağlar (Cowen ve Craig, 2003).

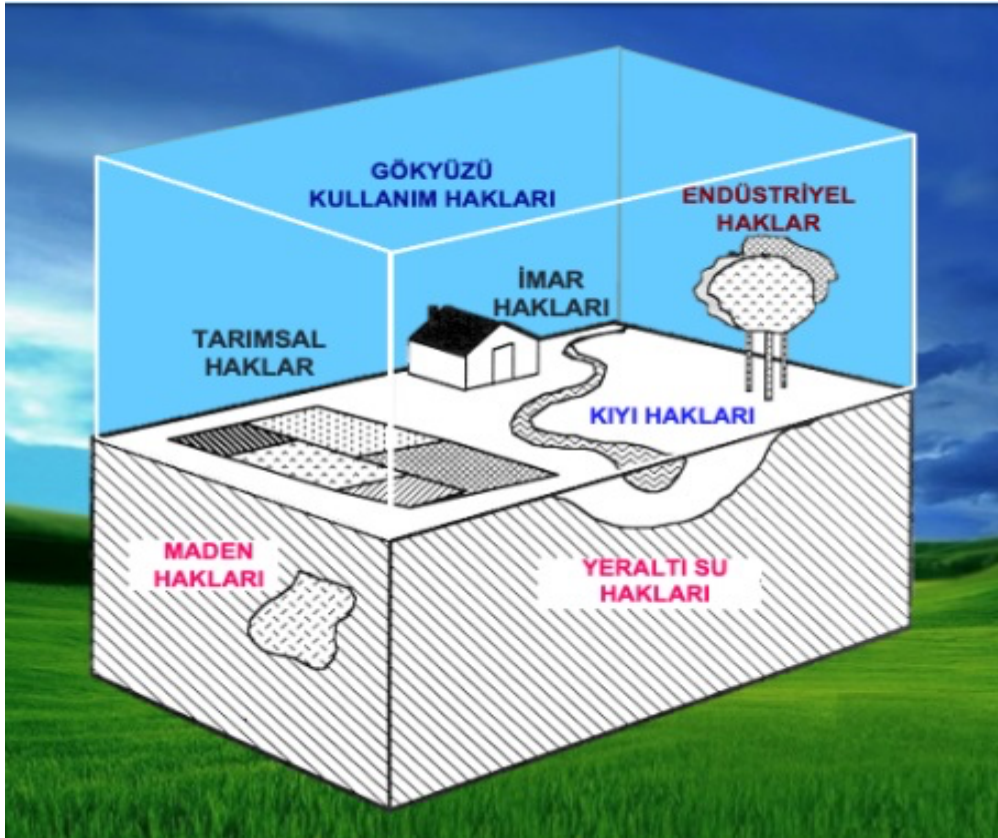
2.2.7 Üç boyutlu kadastro

Zaman içerisinde artan nüfus yoğunluğu ile arazi kullanımı günden güne artmaktadır. Bunun doğrultusunda insanların toprakla olan ilişkisi değişmiş ve mülkiyet önem kazanmıştır. Ortaya çıkan bu durum mevcut sistemleri yetersiz kılmış ve yeni sistem ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. Kentleşme ile ortaya çıkan çok katlı yapılar mevcut kadastro sistemindeki parsel bazlı mülkiyet verilerinin kayıt altına alınmasını zorlaştırmaktadır. Mülkiyet verilerinin nasıl kaydedileceği konusunda karmaşık durumlar ortaya çıkmakta ve bu durumlar kadastroya üçüncü bir boyut getirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Kullanılan mevcut alt ve üst yapılarda meydana gelen artış da önemli derecede kadastroda üçüncü boyuta duyulan ihtiyacı arttırmaktadır. Artan tüneller, kablolar, boru hatları, telefon hatları, yer altı otoparkları, alışveriş merkezleri, kara ve demir yollarının çok katmanlı bir şekilde inşa edilmesi mülkiyetin üç boyutlu hale gelmesini gerekli kılmaktadır.

Üç boyutlu kadastro konu olarak aynı parsel üzerindeki farklı kullanıcılara ait mülkiyet haklarını tanımlar (Şekil 2.4). Üçüncü boyuttaki mülkiyet haklarının sınırları tam olarak belirlenmiş olmasa da birçok ülkede mülk sahipleri bu haklarını elde edebilecek konumdadırlar. Parsellerin altında ve üstünde kullanım haklarını elde edebilmektedirler. Bazı durumlarda arazinin mevcut yapısı bir yandan birden fazla

farklı kullanıcı için imkân verebilirken öte yandan bu durum uygun olmayabilir. Örneğin çoğu İskandinav ülkesinde, yüzeyin yirmi beş metre altındaki bir tünel, yüzey parselinin sahibine herhangi bir rahatsızlık vermediği için böyle bir yapıya sahip olma hakkına izin verilebilmektedir. Öte yandan yumuşak bir yeraltı yüzeyine sahip ülkelerde yüzeyin altındaki alan, yüzey parselinin sahibi için hassas bir durum oluşturabilir çünkü yeraltı etkinliği yüzeye zarar verebilmektedir (Stoter, 2004).



Şekil 2.4 : Üç boyutlu kadastral haklar (Yomralıoğlu, 2018)

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

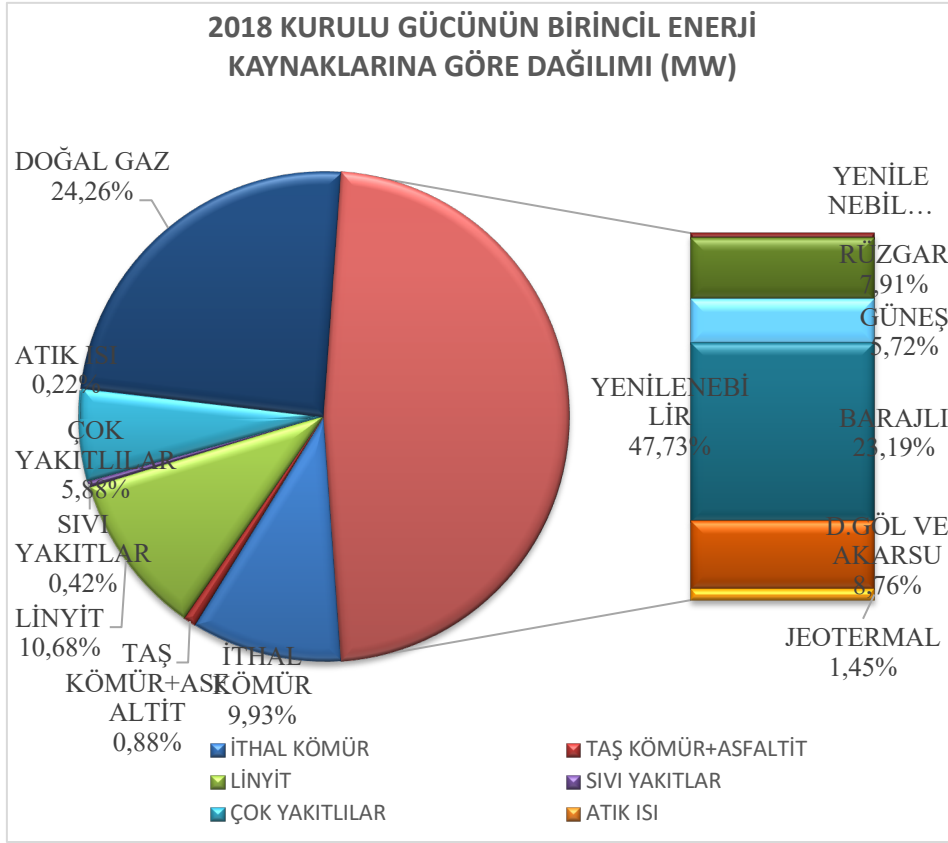
3.1 Türkiye’de Enerji Yönetimi

3.1.1 Türkiye’nin enerji potansiyeli

Ülkelerin ekonomik ve kültürel kalkınmasını sağlayabilmek için enerji kaynaklarına ihtiyacı vardır. Sanayi devrimiyle birlikte ortaya çıkan enerji talebi, enerji kaynaklarına olan ihtiyacı arttırmış ve önemli bir husus haline getirmiştir. Günümüzde artan nüfus, kentleşme ve küreselleşme gibi nedenlerden dolayı enerji kaynaklarına talep her geçen gün artmaktadır (Yılmaz, 2012). Bu durum ülkelerin zengin, çeşitli ve potansiyeli yüksek enerji kaynaklarına sahip olmasını önemli bir durum haline getirmiştir.

Türkiye’nin enerji durumu ve potansiyeli incelendiğinde, artan taleplerden dolayı dışa bağımlı olduğu fakat fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip olduğu görülmektedir (Url-26). Ülkede fosil kaynak olarak; taşkömürü, linyit, asfaltit, bitümlü şistler, doğalgaz, ham petrol, toryum ve uranyum gibi rezervlere sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak hidrolik, jeotermal, rüzgâr, güneş ve biomas enerjileri açısından potansiyeli bulunmaktadır (Atılğan, 2000).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Genel müdürlüğü verilerine göre 2018 yılı elektrik üretimimiz; %29,8 doğal gazdan, %37,3 kömürden, %19,8’i hidrolik enerjiden, %2,6 güneşten, %6,6 rüzgârdan, %2,5 jeotermal enerjiden ve %1,4 diğer kaynaklardan yararlanarak elde edilmiştir (Url-27). Kurulu gücün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı şekil Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 : Türkiye 2018 yılı kurulu gücünün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı (MW) (Url-28).

3.1.2 Türkiye’de yenilenemez enerji kaynakları

Türkiye, dünya genelindeki linyit/alt bitümlü kömür rezervinin yaklaşık olarak %3,2’sine sahiptir (Url-29). Linyit rezervi açısından dünya genelinde orta düzey, taşkömürü açısından ise alt düzeyde kabul edilmektedir. 2005-2019 yılları arasında yapılan çalışma verilerine göre mevcut linyit rezervlerimiz MTA sahalarında 8.982 milyar ton, TKİ ve EÜAŞ sahalarında 1.658 milyar ton arttırılmış ve özel sektörde bulunan 200 milyon ton ile toplam olarak 19,3 milyar tona ulaştığı görülmektedir. Ülkenin mevcut linyit rezervi 8,3 milyar ton iken %130’luk bir artış sağlanmıştır (Url-30). Türkiye önemli linyit havzaları ve sahaları Şekil 3.2’de görülmektedir.



Şekil 3.2 : Türkiye'nin önemli linyit havzaları ve sahaları (Url-30).

Türkiye, jeopolitik konum sebebiyle büyük petrol ve doğalgaz rezervlerine sahip ülkelerle komşu konumunda olmasına rağmen mevcut şartlarda kendi ihtiyacını karşılayacak yeterlilikte kaynaklara sahip değildir. Bu durum dışa bağımlı bir politika izlenmesine neden olmaktadır (Atılğan, 2000).

Orta Asya, Hazar, Orta Doğu ülkeleri ile Avrupa ülkeleri arasında bir enerji koridoru oluşturulması amacıyla hazırlanan projelerde yer alarak enerji ihtiyacını karşılamayı hedeflemektedir. 2016 yılı sonu itibarıyla 17,9 milyon varil ham petrol üretimine karşılık 381,6 milyon m³ doğal gaz üretimi gerçekleştirilmiştir. 2018 yılında 21 milyon ton ham petrol ithal olarak temin edilmiştir. 1970'li yılların sonlarına doğru ülkemizde kullanılmaya başlayan doğal gaz tüketim miktarı gittikçe artmaktadır (Atılğan, 2000). Doğal gaz tüketim miktarımız 2018 yılı için 49,3 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir. Günümüz şartlarında arz-talep dengesinde herhangi bir sıkıntı ile karşılaşmamaktadır. Fakat gelecek yıllarda artması beklenen talepler için depolama tesislerinin kapasitelerini arttırma çalışmaları yapılmaktadır. Bunun yanı sıra, petrol ve doğal gaz arama çalışmaları yapılarak yerli üretime geçilmek istenmektedir (Url-31, Url-32).

Nükleer santrallerde elektrik üretimi için kullanılan uranyum ve toryum açısından çalışmalar devam etmektedir. 1990'lı yılların sonunda yapılan çalışmalarda 5 yataкта toplam 9.129 ton görünür uranyum rezervi bulunmuştur. O zamanlar için yeterli görünen bu miktar maalesef günümüz için yeterli olarak görülmemektedir. MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalar sonucu Eskişehir-Sivrihisar-

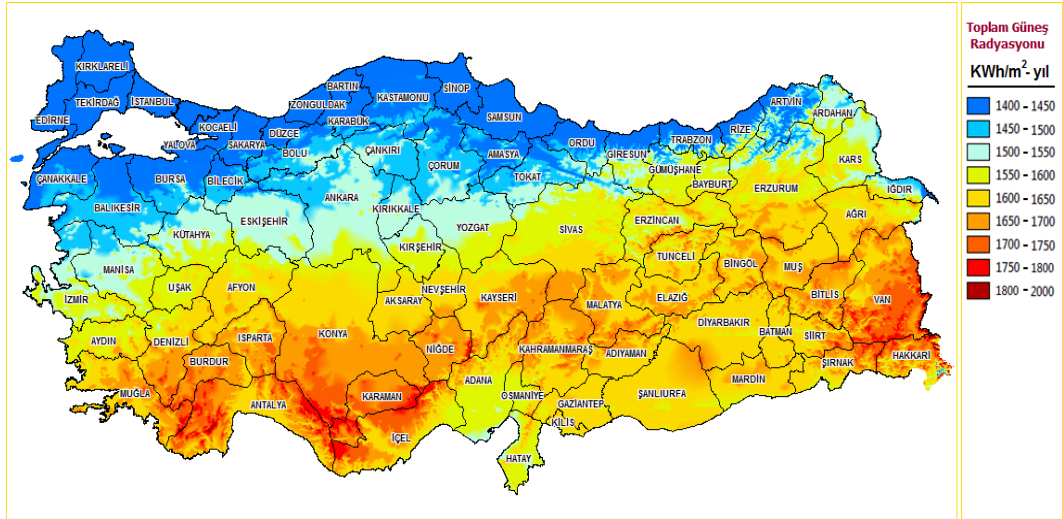
Kızılcaören bölgesinde nadir toprak elementleri ve toryum kompleks cevher yatağında ortalama tenörü %0,2 ThO₂ olarak bulunan 380.000 ton görünür rezerv bulunmuş fakat toryum zenginleştirmesi çalışmaları bazı teknolojik sorunlardan dolayı tam anlamıyla çözülememiştir (Url-33).

3.1.3 Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları

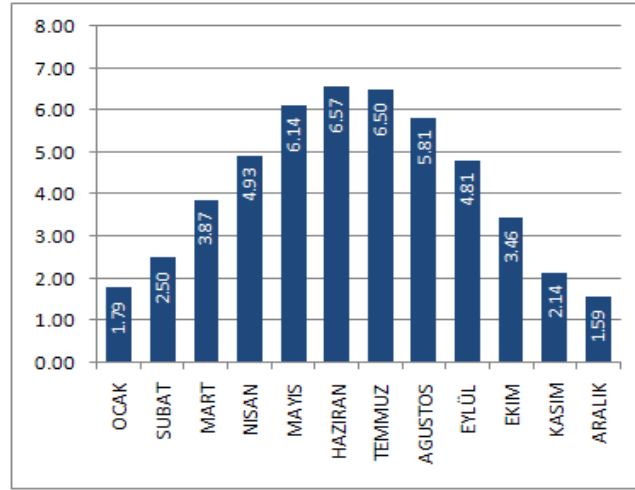
Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları açısından çok avantajlı bir konuma sahiptir. Özellikle; hidrolik, rüzgâr, güneş, biokütle ve jeotermal enerjilerin potansiyeli oldukça yüksektir (Yılmaz, 2012). Ülkede yenilenebilir enerji kaynakları içinde en önemli yeri hidrolik enerji almaktadır. Teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli 140 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu rakamlar dünya genelinde teorik hidroelektrik potansiyeli için %1’e, ekonomik potansiyelin %16’sını denk gelmektedir (Url-34).

Ülke, 784.347 km² yüzölçümü ile geniş bir alanda yer almakta ve iklim özellikleri sayesinde rüzgâr potansiyeli bulunmaktadır. Bu enerji potansiyeli, rüzgârın hızına ve sürekliliğine bağlı olarak bölgeden bölgeye değişim göstermektedir (Yılmaz, 2012). Rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak belirlenmiştir. Bu potansiyele karşılık gelen toplam alan Türkiye yüz ölçümünün %1.30’u karşılık gelir (Url-35).

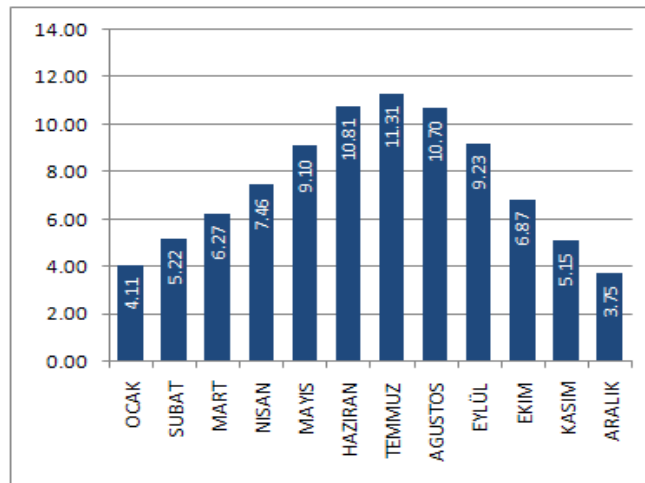
Bulunduğu coğrafi konum sayesinde birçok ülkeye göre avantajlı konumda olunan diğer yenilenebilir enerji kaynağı güneştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca hazırlanan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasında (GEPA) (Şekil 3.3) belirtilen verilere göre, yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kWh/m². yıl (günlük ortalama 4,18 kWh/m².gün) (Şekil 3.4) ve yıllık olarak toplam güneşlenme süresi 2.741 saat (günlük ortalama 7,5 saat)’dir (Şekil 3.5) (Url-36). Ülke genelinde güneş enerjisi kullanımını arttırmak için güneş enerji santrali kurma, fotovoltaik sistem ve termal sistemlerin kullanımının yaygınlaştırılması, güneş mimarilerinden yararlanmak için çalışmalar yürütmektedir.



Şekil 3.3 : Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) (Url-37).



Şekil 3.4 : Türkiye global radyasyon değerleri (KWh/m²) (Url-37).



Şekil 3.5 : Türkiye Güneşlenme Süreleri (Saat) (Url-37).

Jeotermal enerji kaynakları açısından Türkiye, aktif fay hatlarıyla oldukça zengin ve Alp-Himalaya sisteminde yer alan bir ülkedir. Fay hatları boyunca sıcak su akışı gerçekleşmektedir. Yer kabuğunun derinliklerinden yeryüzüne çıkan bu sular doğal yollardan çeşitli tuz, mineral ve elementlere de sahip olunmasını sağlar (Yılmaz, 2012). Yaklaşık olarak 1000 adet değişik sıcaklıklarda olan doğal çıkışa sahip kaynak mevcuttur. Ülke genelindeki kaynaklar %78 oranıyla en çok Batı Anadolu'da yer almaktadır. %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde bulunmaktadır. Kaynakların %90'ı düşük ve orta sıcaklıkta olduğu için ısıtma, termal turizm ve endüstriyel uygulamalar için kullanıma elverişlidir. Kalan %10'luk kısım elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde Türkiye ilk beşte yer almaktadır (Url-38).

Türkiye; biokütle materyal üretimine su kaynakları, güneşlenme ve alan kullanılabilirliği, iklim koşulları gibi özellikler sayesinde uygundur. Ülkede tarımsal, hayvansal, orman ürünleri, organik çöpler ve şehir atıkları gibi biokütle kaynaklarından yararlanmaktadır. Tarımsal ve ürün atıkları açısından bol miktarda kaynağa sahiptir (Oğulata, 2007). ETKB tarafından yapılan yayınlanan verilere göre; biokütle atık potansiyeli yaklaşık 8,6 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) ve üretilebilecek biyogaz miktarının 1,5-2 MTEP olduğu öngörülmektedir (Url-39).

3.1.4 Türkiye'nin enerji politikası

Ekonomik, bilimsel ve kültürel gelişmişlik seviyesi bir ülkenin üretilen ve tüketilen enerji miktarı ile doğru orantılıdır. Gelişmiş ülkelerde enerji üretiminin kalitesi yüksek, çeşidi ve miktarı oldukça fazladır. Bu durum ülkenin zenginlik, bağımsızlık seviyesini arttırmakta ve çevre sorunlarını da en aza indirmektedir. Vatandaşlar için refah seviyesini arttırarak hayat kalitesini de yükseltmektedir. Bu sebeple bir ülkenin sürdürülebilir kalkınması için yapılması gereken doğru bir enerji strateji planı hazırlamak ve uygulamaktır (Atılğan, 2000).

Türkiye'nin enerji ihtiyacı, ekonomik büyüme ve nüfus artışı gibi sebeplerden dolayı hızlı bir artış göstermektedir. Ülke, 2002 senesinden bu yana, yıllık olarak %5,5'lik büyüme oranıyla OECD üyeleri arasında elektrik talebinde en hızlı artışı göstermiştir. Türkiye enerji piyasası açısından en önemli özelliği, artan talep ve enerji kaynaklarında dışa bağımlılıktır. Artan taleplere, yerli ve milli enerji üretimi

ile karşılamak isteyerek bu doğrultuda bir strateji politikası belirlemiştir. Dış İşleri Bakanlığınca yayınlanan stratejik plan temel unsurları ise aşağıdaki gibidir (Url-40);

- Enerji güvenliğinin önceliği
- Çevresel koruma sağlanması
- Şeffaf ve rekabetçi bir piyasa oluşturularak, üretkenliği ve verimi arttırmak
- ARGE çalışmalarında, enerji teknolojileri konusunda artış sağlamak

Bu öncelikli unsurlar doğrultusunda;

- İthal olarak temin edilen petrol ve doğalgazın kaynak ve güzergâhını çeşitlendirmek
- Yerli ve yenilenebilir enerjide artış sağlamak
- Enerji verimliliğini arttırmak
- Nükleer enerjiye sahip olmak amaçlanmaktadır.

Ülke strateji planı incelendiğinde görüldüğü üzere sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması açısından, dışa bağımlılığı azaltarak enerji verimliliğini arttırmak asıl hedeftir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji oldukça önemli bir konudur.

3.1.5 Enerji kimlik belgesi

Türkiye’de enerji ilişkili gerçekleştirilen çalışmalarından biri de “5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu” ve “Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği” kapsamında çıkarılan “Enerji Kimlik Belgesi” dir (Şekil 3.8). Enerji Kimlik Belgesi (EKB), tek bir konut ünitesini enerji verimliliğine göre sınıflandırmak için tasarlanan belgedir. Bir binanın enerji performansı ısıtma, soğutma, sıcak su, havalandırma ve aydınlatma da dâhil olmak üzere binanın mevcut kullanımıyla ilgili enerji ihtiyacını karşılamak için tüketilen veya tüketilmesi beklenen enerji miktarıdır. Bu miktar bir veya daha fazla tanımlayıcı tarafından ifade edilen yalıtım, teknik şartname ve kurulum, iklimsel özellikler, güneş ışığına maruz kalma ve komşu yapıların etkisi, kendi elektrik üretim sistemlerinin varlığı ve iç mekân iklimi dâhil olmak üzere diğer faktörler ile ilgili olarak tasarım ve konumlandırma dikkate alınarak hesaplanan bu enerji talebini etkiler.

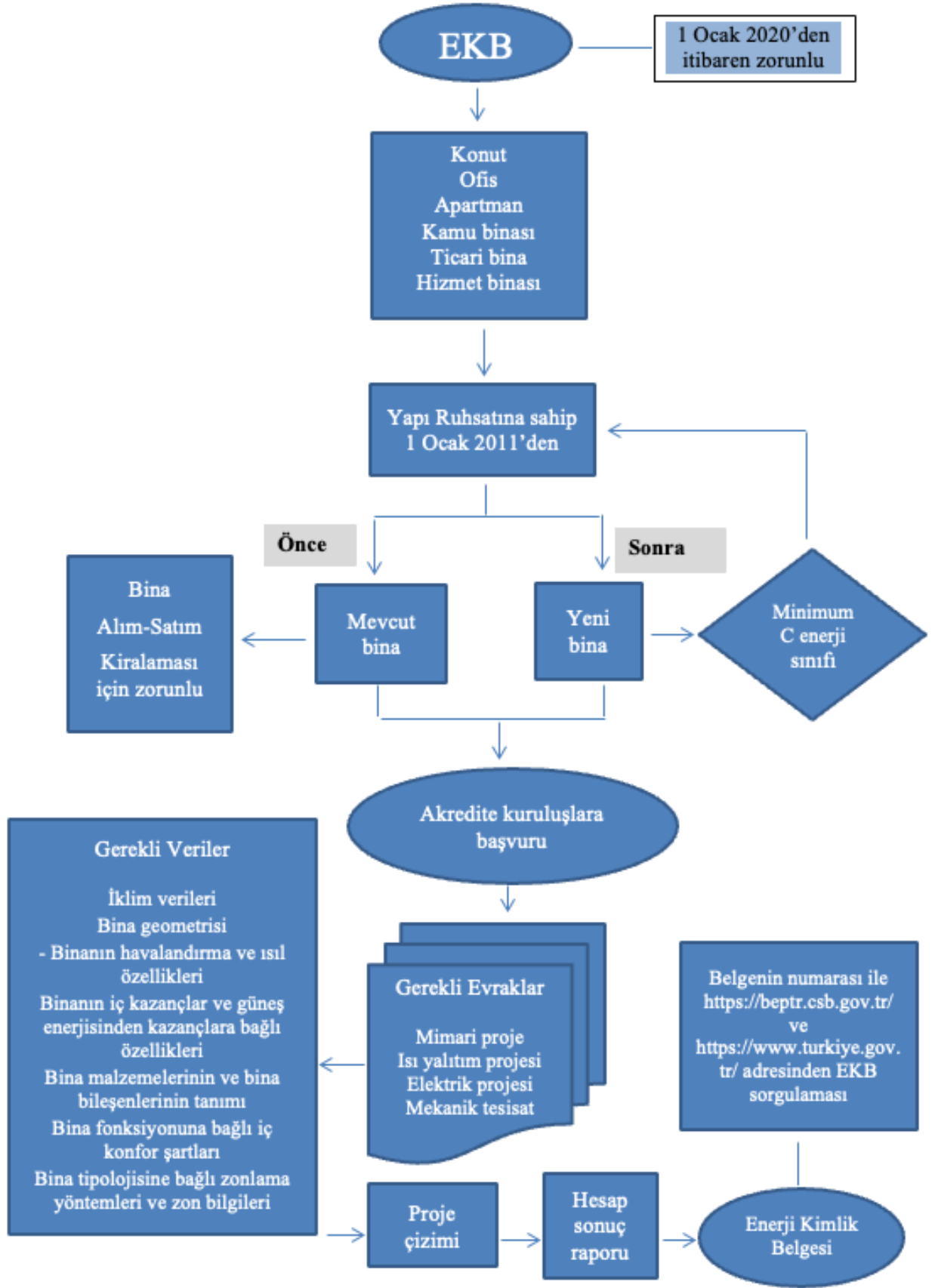
EKB, binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi/etkenliği ve binanın enerji tüketim sınıflandırması ile ilgili bilgilerle birlikte (Binalarda Enerji Performansı, 2017);

- Bina ile ilgili genel bilgiler,
- Düzenleme ve düzenleyen bilgileri,
- Binanın kullanım alanı (m^2),
- Binanın kullanım amacı,
- Binanın ısıtılması, soğutulması, iklimlendirmesi, havalandırması ve sıhhi sıcak su temini için kullanılan enerjinin miktarı ($kWh/yıl$),
- Tüketilen her bir enerji türüne göre yıllık birincil enerji miktarı ($kWh/yıl$),
- Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık birincil enerji tüketiminin, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması (Şekil 3.6),



Şekil 3.6 : Yıllık birincil enerji tüketimi sınıfları (Url-41).

- Nihai enerji tüketiminin oluşturduğu sera gazlarının kullanım alanı başına yıllık miktarı ($kg\ CO_2/m^2\text{-yıl}$),
- Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık sera gazı salımının, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması ($kg\ CO_2 /m^2\text{-yıl}$),
- Binanın aydınlatma enerjisi tüketim değeri,
- Birincil enerji tüketimine göre, enerji sınıfı,
- Nihai enerji tüketimine göre, CO_2 salımı sınıfı
- Binanın yenilenebilir enerji kullanım oranı gösterilir. EKB akış şeması Şekil 3.7’de mevcuttur.



Şekil 3.7 : EKB akış şeması (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı; Url-42;).



ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Bina Genel Bilgileri

Bina Tipi :
 İnşaat Yılı :
 Kapalı Kullanma Alanı :
 Ada, Parseli :
 Adresi :
 Bina Sahibinin
 Adı Soyadı :
 Adresi :
 Müstarek Tesisatlarına Sahibi (gerektiğinde)
 Adı Soyadı :
 Adresi :

Binanın Resmi

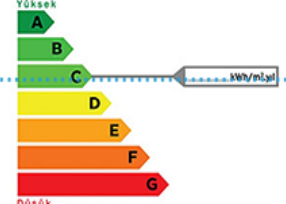


Bina Resmi veya Modeli

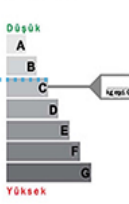
Enerji Tüketim Sınıfı

CO₂ Salımı Sınıfı

Enerji Performansı



SEG Emisyonu



Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı

%



Yenilenebilir Enerji Oranı

Sıhhi Sıcak Su Enerjisi Tüketim Sınıfı

Havalandırma Enerjisi Tüketim Sınıfı

Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m ² .yıl)	
TOPLAM					ABCDEFG
ISITMA					ABCDEFG
SİHHİ SICAK SU					ABCDEFG
SOĞUTMA					ABCDEFG
HAVALANDIRMA					ABCDEFG
AYDINLATMA					ABCDEFG

Isıtma Enerjisi Tüketim Sınıfı

Soğutma Enerjisi Tüketim Sınıfı

Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sınıfı

EKB ve EKB Uzmanı ile İlgili Bilgiler

Açıklamalar

Belgeyi Düzenleyen

Adı Soyadı :
 Firması :
 Oda Sicil No :
 İmza

Belge

Numarası :
 Veriliş Tarihi :
 Son Geçerlilik Tarihi :

Belgeyi Düzenleyen

Adı Soyadı :
 Firması :
 Oda Sicil No :

İmza

Şekil 3.8 : Türkiye enerji kimlik belgesi örneği (Url-43).

3.2 Enerji ve Kadastro İlişkisi

İnsan yoğunluğunun artması ile arazi kullanımı enerji ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Enerjiyi tasarruflu kullanmak, enerji kaynaklarının ömrünü uzatabilmek, çevre dostu enerji üretebilmek günümüzün en önemli konularındandır. Ülkelerin enerji planları bu hususlar dikkate alınarak oluşturulmaktadır. Küresel ısınma ve çevre tahribatları gibi durumlar insanları ve devletleri yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yöneltmiştir. Bu durum bir tercih durumu olmaktan çıkmış ve çağın gerekliliği haline gelmiştir. Birçok ülkede stratejik planlar enerji temelli oluşturulmaktadır. Çünkü enerji çağın en önemli ihtiyacı haline gelmiş ve sürekliliğinin sağlanması gerektiğinin farkına varılmıştır.

Kadastro ise mevcut enerji kaynaklarının kayıt altına alınması anlamında önemli bir araçtır. Kadastro sayesinde kayıtlı mülkiyet verileri ile yapılacak analizler kapsamında taşınmazın enerji potansiyeli tespit edilebilecek ve buna yönelik uygulama önerileri sağlayacaktır. Bu çalışmalar doğrultusunda binalar, fabrikalar, hastaneler, okullar, alışveriş merkezleri gibi taşınmazların mevcut enerji talepleri ve karbondioksit salınımları kontrol altına alınarak azaltılabilmekte ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı için uygunluk durumu belirlenebilmektedir.

Bazı gelişmiş ülkelerde 3B arazi modelleri ile gelişmiş yazılım algoritmaları kullanılarak bina cephelerinin ve çatıların maruz kaldığı güneş ışınımının miktarı ölçülerek büyük ölçekli bir modeli oluşturulabilmekte ve taşınmazın enerji ihtiyacına yönelik güneş paneli kurulumu gerçekleştirilmektedir. Bu modellerden aynı zamanda yerel otoritelerin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) veya web sitesine yüklenerek enerji kadastrounun altlığının üretilmesini katkı sağlanacaktır.

3.2.1 Enerji kadastro su nedir?

Günümüzde gelişmiş ülkelerde sürdürülebilir enerji politikalarında fosil yakıtların tükenebilir oluşu ve çevreye verdiği zararları dikkate alarak yenilenebilir enerji kaynaklarından oldukça yararlanılmaktadır. Özellikle kent alanlarında meydana gelen sera gazı etkileri, karbondioksit yoğunluğunun artması, asit yağmurlarının meydana gelmesi gibi olaylar yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gerekli hale getirmiştir. Kent alanlarındaki nüfus ve bina yoğunluğu bunların en önemli nedenlerindendir.

Bu etkileri azaltmak ve kontrol altına alabilmek için birçok ülkede kentlerin mevcut potansiyelini resmi verilerle ortaya çıkarabilecek sistem temelleri oluşturulmuştur.

Özellikle yoğun enerji tüketimi meydana gelen şehirlerin enerji ihtiyaçlarını belirleme ve binaların oluşturduğu gaz emisyonlarını azaltma hedefiyle sunulan çözüm önerileri, iyileştirme çalışmaları teşvikleri, enerji verimliliği ve tasarrufunda önemli rol oynamaktadır. Bu kapsamda AB ülkeleri dâhil olmak üzere binaların enerji durumunu belirlemek için “Bina Performans Sertifikaları” verilmeye başlanmıştır. Enerjiye dayalı bir kadastro sistemi oluşturmanın ilk temeli bu belgeyle atılmıştır. Dünya genelinde geniş bir uygulama alanına sahip olan bu kayıt sistemi gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarına teşvik sağlayarak kadastral sisteme dâhil edilmiştir.

Özellikle güneş enerjisini fotovoltaik sistemlerle çatı alanlarında kullanarak binaların kendi enerji ihtiyacını karşılayabileceği, sistematik bir envantere dayalı, kadastro sistemi oluşturma çabaları dikkat çekmektedir.

Çatı ve cepheler, güneşin konumuna, mevsime ve yapı malzemesine bağlı olarak kendi güneş potansiyellerine sahiptir. Ayrıca, özel alan özelliklerinin ve bitişik nesnelerin gölgelemesi enerji potansiyelini etkilemektedir. Alanların ve nesnelerin güneş potansiyel bilgisi ile fotovoltaik ve güneş termik sistemleri için enerji üreten bir potansiyel öngörülebilmektedir. Sistemlerin temeli uzaktan algılama ve LiDAR ölçüm tekniklerine dayalı 3B verilerden yararlanarak oluşturulan kent modelleri ile CBS ortamında analiz edilmekte ve kullanıcılara internet üzerinden erişim imkânı sunan geoportal, WebGIS uygulamaları veya yerel yönetimlere ait CBS hizmeti olarak sunulmaktadır (Url-44). Bu sistemler, “Güneş Kadastro”, “Çatı Kadastro” veya “Güneş Sicilleri” olarak adlandırılmaktadır.

3.2.2 Dünya’da enerji kadastro çalışmaları

Genel olarak “Enerji Kadastro” olarak adlandırılan çalışmalarının en temel özelliği bina enerji potansiyelini belirleyerek kullanıcıları güneş sistemleri kullanımına teşvik edici çalışmalar yapılmak istenmesidir. Dünya genelindeki enerji kadastroları yerel veya merkezi olarak kullanılmaktadır. Yerel ve merkezi yönetimlerin bu görevleri üstlenmekte, 3B kent modelleri ile enerji potansiyellerini yönetme ve halkı yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirerek avantajları konusunda bilinçlendirme

politikaları izlenmektedir. Dünya’da bu sistemi kullanan merkezi ve yerel bazı ülkeler aşağıdaki gibidir;

Fotovoltaik coğrafi bilgi sistemi (PVGIS): AB Bilim Merkezi tarafından sunulan bir portaldır. PVGIS, Avrupa ve Afrika'daki herhangi bir konumun yanı sıra Asya ve Amerika'nın büyük bir kısmı için İngilizce, Fransızca, İtalyanca ve İspanyolca olarak mevcuttur. Ücretsiz ve açık veri imkânı sağladığı veriler:

- Şebekeye bağlı ve bağımsız sistemlerin farklı teknolojileri ve konfigürasyonları için PV potansiyeli.
- Aylık ortalamalar veya günlük profiller olarak güneş radyasyonu ve sıcaklığı.
- Hem güneş radyasyonu hem de PV performansının tam zamanlı saatlik değerleri.
- Dokuz iklim değişkeni için tipik meteorolojik yıl verileri.
- Ülkeye veya bölgeye göre, güneş kaynaklarının ve PV potansiyelinin yazdırmaya hazır haritaları.
- PVMAPS yazılımı, PVGIS'te kullanılan tüm tahmin modellerini içerir (Url-45).

Almanya, Bremen güneş kadastro: Sistem güneş enerjisi ve fotovoltaik olarak iki kategoriye ayrılmaktadır. Fotovoltaik kategorisi için güneş radyasyon oranları seviyeleri bulunmaktadır (Şekil 3.9). Bina seçimi yapıldığında binaya ait adres, ev tipi, konut sakinlerinin sayısı, güç tüketimi, brüt elektrik fiyatı hesaplanmakta ve en önemlisi ek olarak bir güneş termal sisteme ihtiyacı olup olmadığı verilerine ulaşılabilmektedir. İşlemlere devam edildiğinde güç KWp başına verim, net maliyet hesaplamaları verilmektedir. Diğer içerik bilgileri;

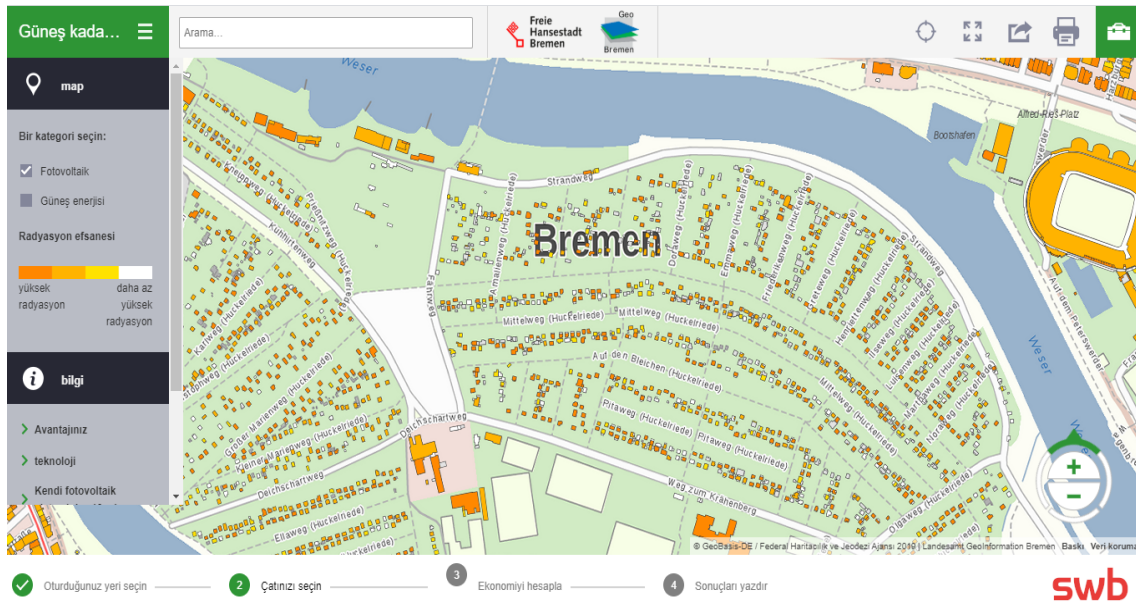
- CO₂ tasarrufu: Bu değer, fotovoltaik sisteminizi kurarak ne kadar CO₂ kaydedildiğini gösterir. Mevcut projeksiyonlar, üretilen kilovat saat güneş enerjisi başına 0,58 kilogram CO₂ tasarrufu olduğunu varsayar.
- Öz tüketim oranı: kendi kendine tüketilen güneş enerjisi / üretilen güneş enerjisi.
- Kendi kendine yeterlilik derecesi: kendi kendine tüketilen güneş enerjisi / toplam güç tüketimi.
- Getiri oranı: kârın kullanılan sermayeye oranını tanımlar. Burada gösterilen yüzde, yıllık yatırım getirisini temsil eder, böylece diğer yatırım biçimleriyle karşılaştırılabilir.

- İade bilgileri

Sistem bu verileri sunduktan sonra kullanıcıya çatıların nasıl kaplanması gerektiği ile ilgili 3 seçenek sunmaktadır:

- Mümkün olduğunca ekonomik,
- Elektrik piyasasından maksimum bağımsızlık (kendi kendine yeterlilik),
- Tüm uygun çatı alanlarını tamamen örtülmesi.

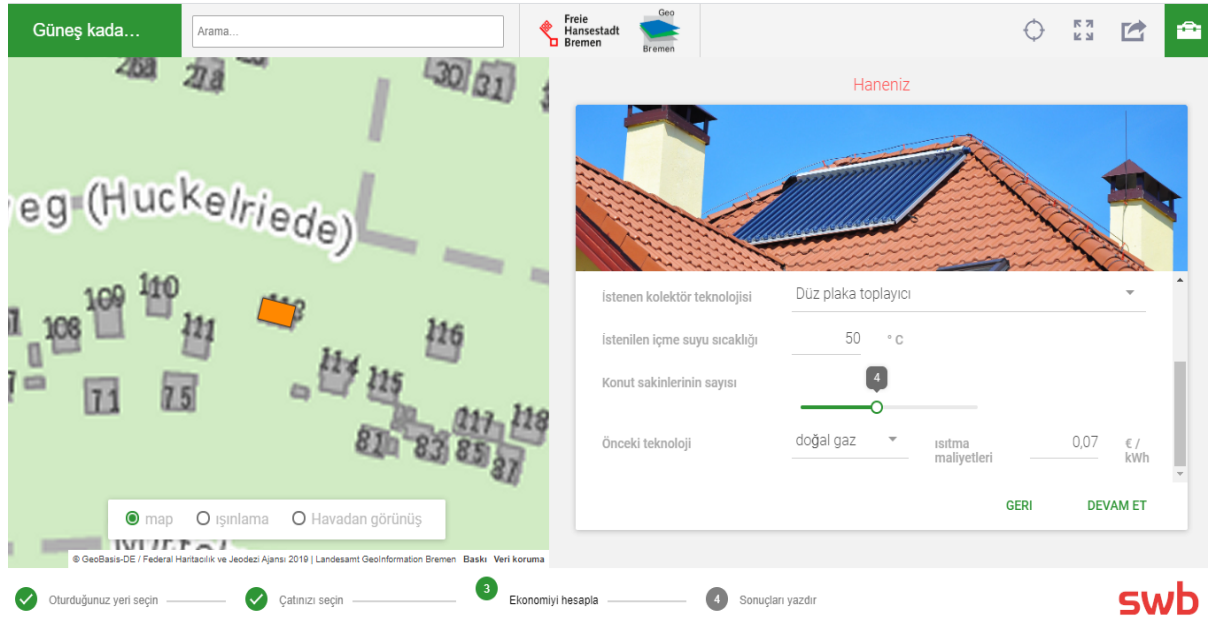
Kullanıcı kendi isteğine uygun alanı seçtikten sonra kurulu güç, toplam maliyet (net), 20 yıl sonra kâr yıllık kâr durumu, CO₂ tasarrufu, geri ödeme süresi bilgilerinin yer aldığı belge sunulmaktadır.



Şekil 3.9 : Almanya, Bremen web tabanlı güneş kadastro sistemi (Url-46).

Güneş enerjisi kategorisinde ise ek bir fotovoltaik sisteme ihtiyaç durumu, konut sakinlerinin sayısı, sıcak su ve ısıtma için yapılandırma durumu, tercih edilen güneş kolektör teknolojisi, sıcak su derecesi, önceki enerji kaynağı ve ısıtma maliyeti verilerine ulaşılabilmektedir (Şekil 3.10).

İhtiyaç fazlası elektrik enerjisi Almanya için EEG'de (Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası) belirtildiği esaslara uygun olarak enerji tedarikçilerine satılmaktadır. Elektrik enerjisi tedarikçilere 20 yıl boyunca yasal olarak öngörülen bir fiyattan satılabilmekte ve kâr sağlanabilmektedir (Url-46).



Şekil 3.10 : Almanya, Bremen fotovoltaik sistem seçenekleri (Url-46).

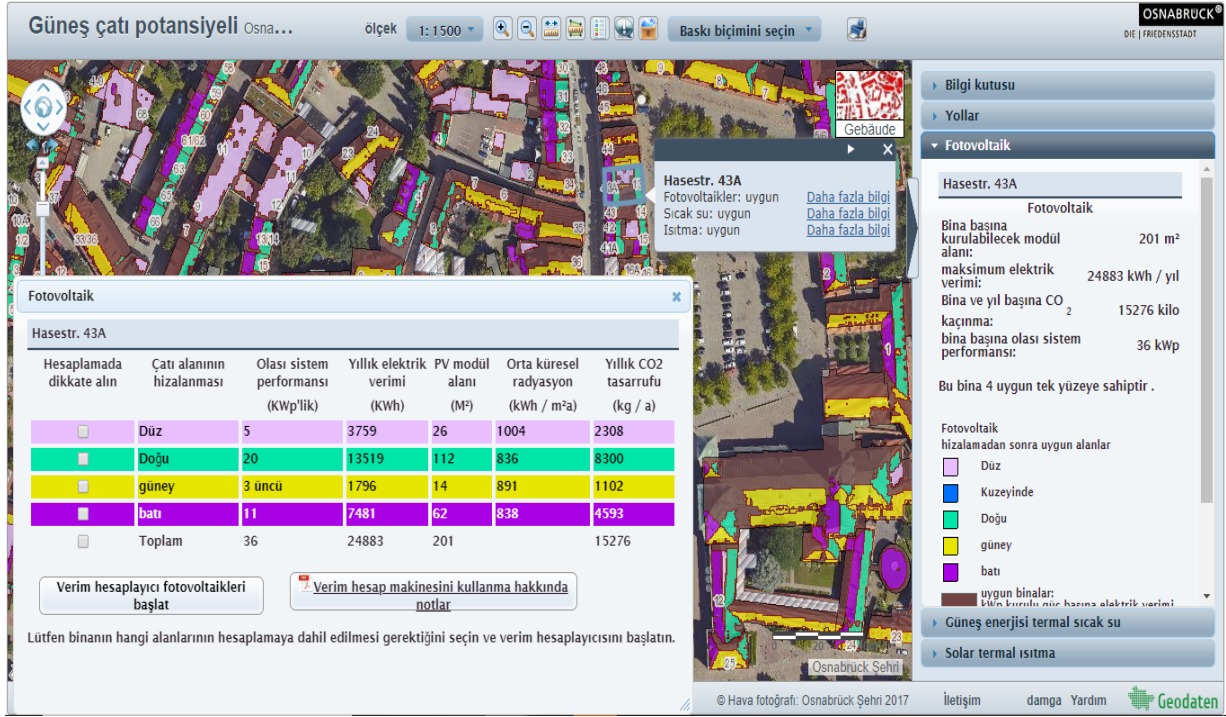
Almanya, Hamburg güneş kadastro: Hamburg Energie tarafından çatılardaki güneş sistemi planlanır, finanse edilir ve kurulumu yapılmaktadır. Sistem belirli şartlarda kiralanmaktadır. Bina ihtiyaç fazlası miktarı belirlenen EEG fiyatından ortak kamu şebekesine satabilmektedir. Online bir sistem üzerinden müşterilere hizmet sunulmaktadır. Vatandaşlara vergi kolaylığı sağlaması sistemin avantajlarından. Kullanıcılar ne kadar çok üretim sağlar ve kullanırsa, fiyatlandırma o kadar ucuz olmaktadır. Sistemin kurulması için gereklilikler:

- Yıllık elektrik tüketiminin en az 15.000 kWh olması
- Ana tüketim sürelerinin gündüz gerçekleşmesi
- Bina sahipleri ve kullanıcılar birlikte başvurmalı
- Çatının güneş enerjisi üretmek için uygun olması

En az 375 m² alana sahip düz bir çatı veya en az 150 m² alana sahip eğimli bir çatıya sahip olunması gerekmektedir (Url-47).

Almanya, Osnabrück güneş kadastro: Şehir çatı alanlarına dayalı güneş kadastro sistemi ile bir geoportal üzerinden kullanıcılara fotovoltaik, sıcak su ve ısıtma sistemleri için çözüm önerileri sunmaktadır. Her bir bina için bina başına kurulabilecek modül sayısı, maksimum elektrik verimi, CO₂ tasarrufu ve sistem

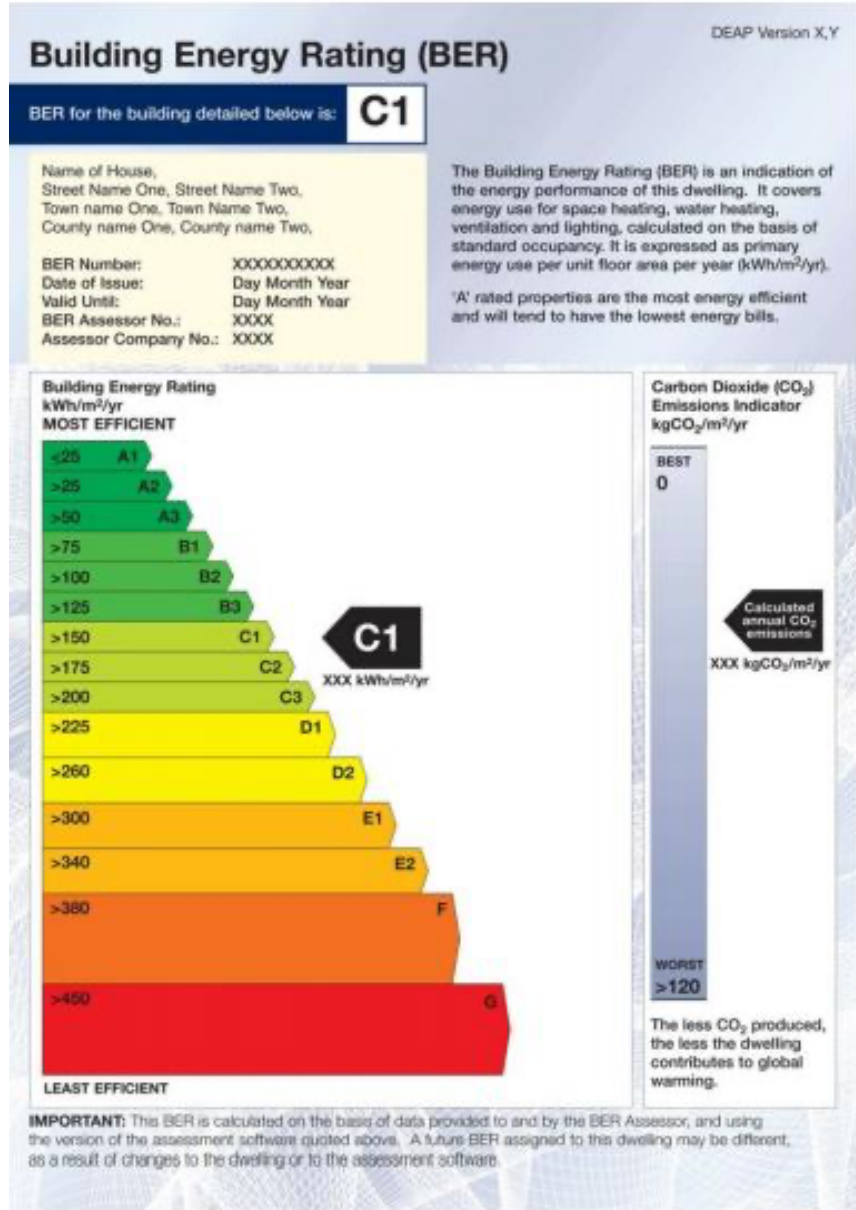
performansını hesaplarını sunmaktadır (Şekil 3.11). Fotovoltaik sistemin binanın hangi cephesi için kurulumunun uygun olacağını belirlenmektedir. Binaların kurulu güç başına performansı 650 kWh verimden fazla ve az olarak iki gruba ayrılmaktadır. Tespit edilemeyen binalar da sistemde belirtilmektedir (Url-48).



Şekil 3.11 : Almanya, Osnabrück güneş kadastro jeoportali (Url-48).

3.2.3 Dünya’da enerji kimlik belgeleri

İrlanda: İrlanda, binalarda enerji performansını belirlemek için en köklü veri tabanlarından birine sahiptir. Building Energy Rating (BER) olarak adlandırılan bina enerji sınıfı uygulaması, yeni konutlar için Ocak 2007, konut dışı Temmuz 2008, satışa veya kiraya sunulan mevcut binalar için Ocak 2009’da yürürlüğe girmiştir. Bir bina için BER sertifikası (Şekil 3.12), binada enerji performansını etkileyecek önemli bir değişiklik olmadığı sürece, veriliş tarihinden itibaren 10 yıl süreyle geçerlidir. İrlanda Sürdürülebilir Enerji Kurumu (SEAI) tarafından gerekli işlemler yürütülmektedir. SEAI web sitesi olarak bir Ulusal Yönetim Sistemi (NAS)’ne sahiptir. Sistem idari, finansal, BER (Bina Enerji Sınıfı) veri tabanını ve kalite güvence işlevlerini içermektedir (Buildings Performance Institute Europe, 2014).



Şekil 3.12 : İrlanda bina enerji kimlik belgesi (BPIE, 2014).

Avusturya: “Energieausweis” olarak adlandırılan enerji performans sertifikaları emlak piyasasına kamu binaları hariç diğer binalar için Mayıs 2008 ve kamu binaları için Ocak 2009 tarihinde uygulanmak üzere yürürlüğe girmiştir (European Comission, 2013). Uygulanacak AB yönergesine göre, resmi inşaat sürecinde bile tüm yeni binalar için bir enerji sertifikası gerekmektedir. Kapsamlı yenileme çalışmaları, ilaveler ve dönüşümler için de bir enerji sertifikasına ihtiyaç vardır. 2009 yılından bu yana, daire, ofis veya işletme nesneleri satılırken veya kiralanırken bir enerji sertifikası da sunulmalıdır. Geçerlilik süresi on yıldır. İnşaatçı, mal sahibi veya mülkün satıcısı bundan sorumludur (Url-49).

İlk sayfa ilgili binanın ana verilerini içerir (örneğin, yer, türü, yapı tipi bina) (Şekil 3.13). Buradaki ana kısım, elde edilen değerlerin enerji verimliliği sınıflarına (A + sınıfı G sınıfı; en kötü değer G) sınıflandığı belirli ısıtma talebi, birincil enerji talebi, karbondioksit emisyonları ve genel enerji verimliliği faktörünün (saha iklimi) sunumudur. İkinci sayfa önemli yapı verileri (örneğin, brüt taban alanı, hava bölgesi) ve ısı ve enerji gereksinimlerine (örneğin, ısıtma şartları, sıcak su ısıtma şartları, enerji gereksinimlerini ısıtılması vs.) ile ilgili ayrıntılı bilgi sağlar (Url-50).

Energieausweis für Wohngebäude

Logo

OiB ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

BEZEICHNUNG

Gebäude (-teil)

Nutzungsprofil

Straße

PLZ/Ort

Grundstücksnr.

Baujahr

Letzte Veränderung

Katastralgemeinde

KG-Nr.

Seehöhe

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)

	HWB _{SK}	PEB _{SK}	CO ₂ SK	f _{EE}
A ++				
A +				
A		A (Beispiel)	A+ (Beispiel)	A (Beispiel)
B		B (Beispiel)		
C				
D				
E				
F				
G				

HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welcher um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrombedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004 – 2008.

CO₂: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

f_{EE}: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

1

Şekil 3.13 : Avusturya enerji kimlik belgesi (Url-50).

Şekil 3.13'te yer alan enerji kimlik belgesinde:

- Heizwärmebedarf (HWB): Isıtma talebi (HWB)
- Primärenergiebedarf (PEB): Birincil enerji gereksinimi
- Kohlendioxidemissionen (CO₂): Karbondioksit emisyonları
- Oekoindex (OI-Index): Ekolojik indeks
- Endenergiebedarf (EEB): Nihai enerji gereksinimi
- Warmwasserwärmebedarf: Sıcak su ısı talebi olarak yer almaktadır (Url-51).

Belçika: “Energieprestatiecertificaat” (Şekil 3.14) olarak adlandırılan enerji performans belgesi yasal olarak Belçika’da tüm yeni binalar için 27 Ocak 2006, mevcut konutların satış işlemi için Kasım 2008, mevcut konutların kiralanma işlemi için Ocak 2009, kamu binaları için ise Ocak 2009 tarihinde yürürlüğe girmiştir (European Comission, 2013).

Yasal olarak geçerli olması için A enerji uzmanı tarafından imzalanması gerekmektedir. Belgenin konutların satışı ve kiralanması için geçerlilik süresi en fazla 10 yıldır. Bağımsız bölümler başına EPC zorunludur. 2020 yılından itibaren, küçük konut dışı birimlerin satışı ve kiralanması için bir EPC bulunması gerekliliği ve 2022 yılından itibaren gelecek düzenlemede bina ortak alanları için EPC olması zorunluluğu gelmiştir. Alım-satım ve kira sözleşmeleri için noterlerde yapılan işlemlerde EPC belgesi olması gerekmektedir. Eğer yoksa yenisi hazırlanmalıdır (Url-52).

Belgede bina zarfının enerji verimliliği, ısıtma tesisatı ve CO₂ emisyonları gibi veriler yer almaktadır. Enerji performans sertifikası, hesaplanan enerji seviyesini binanın yeşilden (iyi enerji performansı) kırmızıya (zayıf) bir renk ölçeğinde belirterek, enerji verimliliğini göstermektedir. 1 Ocak 2020'den itibaren gelen düzenleme ile konut binaları için, enerji seviyesine ek olarak bir “enerji etiketi” de bulunmaktadır. Böylece yeni inşa edilmiş bir evin etiketi mevcut bir evin etiketiyle karşılaştırılması mümkün hale gelmiştir (Url-53).



Şekil 3.14 : Belçika, enerji kimlik belgesi (Url-53).

Fransa: ADEME Fransız Çevre ve Enerji Yönetimi Ajansı (ADEME) 2016 raporuna göre Fransa'da binalar enerjinin mevcut enerjinin %43'ünü tüketmekte ve iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının %22'sinden fazlasını üretmektedir. 2050 yılına kadar gerçekleştirmeyi hedeflediği enerji planlaması kapsamında enerji kimlik belgesi uygulanmaya başlamıştır (Url-54). “Certificat de performance énergétique (DPE)” (Şekil 3.15) olarak adlandırılan enerji performans belgelerinin kademeli olarak yürürlüğe giriş tarihleri;

- Konut ve konut dışı binalar- satış Eylül 2006
- Konut ve konut dışı binalar- kira Temmuz 2007
- Yeni binalar Temmuz 2007
- Kamu binaları Ocak 2008
- Tüm emlak reklamlarında sertifikanın gösterilmesi 1 Ocak 2011'dir (EU, 2013).

- Satıldığı zaman evler (yalnızca pazarlanan satışlar) - 1 Ağustos 2007'den itibaren aşamalı
- Yapım evleri- 6 Nisan 2008
- Ticari> 10.000 m² - inşa edildiğinde, satıldığında veya kiralandığında - 6 Nisan 2008
- Ticari> inşa edildiğinde, satıldığında veya kiralandığında 2.500 m²- 1 Temmuz 2008
- Satıldığı zaman kalan tüm evler (pazarlanmamış satışlar)- 1 Ekim 2008
- Kiralandığında evler-1 Ekim 2008
- İnşa edildiğinde, satıldığında veya kiralandığında kalan tüm ticari binalar-1 Ekim 2008'de yürürlüğe girmiştir (European Comission, 2013).

EPC'ye ihtiyaç duymayan binalar ise;

- İbadet yerleri
- 2 yıldan az bir süre kullanılacak geçici binalar
- Toplam kullanım alanı 50 metrekareden az olan bağımsız binalar
- Çok fazla enerji kullanmayan sanayi siteleri, atölyeler ve konut dışı tarım binaları
- Yıkılması gereken bazı binalar
- Yılda 4 aydan daha az bir süre için kiralandan ya da işgal etme izni olan tatil konutları
- Listelenen binalar – (Eğer iş binanın karakterini değiştirirse, yerel otorite koruma görevlisinden tavsiye alması gerekmektedir.)
- Yılda 4 aydan az kullanılması planlanan konutlar

EPC; bir tesisin enerji kullanımı ve tipik enerji maliyetleri hakkında bilgi, enerji kullanımını azaltma ve paradan tasarruf etme hakkında öneriler, bir tesise A'dan (en verimli) G'ye (en az verimli) enerji verimliliği derecesi verir ve 10 yıl boyunca geçerlidir (Şekil 3.16). Hükümetin resmî web sitesi “<http://www.epcregister.com/>” üzerinden mülklerin EPC'lerine ücretsiz ulaşmak mümkündür. Bu, evinizin enerji performansını benzer evlerin enerji performansı ile karşılaştırılmasına olanak

tanımlanmaktadır. İlgili arama mülkün adresine veya EPC rapor referans numarasına göre arama yapılabilen ve dilendiği zaman diğer şahısların EPC kaydına ulaşması istenmiyorsa kayıt silinebilmektedir. İskoçya'da EPC'yi tesiste bir yerde, örneğin sayaç dolabında veya kazanın yanında görüntülenmesi gerekliliği bulunmaktadır (Url-56).

Energy Performance Certificate (EPC)



© Crown copyright 2009

17 Any Street, District, Any Town, B5 5XX

Dwelling type: Detached house

Date of assessment: 15 August 2011

Date of certificate: 13 March 2012

Reference number: 0919-9628-8430-2785-5996

Type of assessment: RdSAP, existing dwelling

Total floor area: 165 m²

Use this document to:

- Compare current ratings of properties to see which properties are more energy efficient
- Find out how you can save energy and money by installing improvement measures

Estimated energy costs of dwelling for 3 years	£5,367
Over 3 years you could save	£2,865

Estimated energy costs of this home

	Current costs	Potential costs	Potential future savings
Lighting	£375 over 3 years	£207 over 3 years	
Heating	£4,443 over 3 years	£2,073 over 3 years	
Hot water	£549 over 3 years	£222 over 3 years	
Totals:	£5,367	£2,502	

These figures show how much the average household would spend in this property for heating, lighting and hot water. This excludes energy use for running appliances like TVs, computers and cookers, and any electricity generated by microgeneration.

Energy Efficiency Rating

Very energy efficient - lower running costs

(92 plus) **A**

(81-91) **B**

(69-80) **C**

(55-68) **D**

(39-54) **E**

(21-38) **F**

(1-20) **G**

Not energy efficient - higher running costs

Current	Potential
49	76

The graph shows the current energy efficiency of your home.

The higher the rating the lower your fuel bills are likely to be.

The potential rating shows the effect of undertaking the recommendations on page 3.

The average energy efficiency rating for a dwelling in England and Wales is band D (rating 60).

Top actions you can take to save money and make your home more efficient

Recommended measures	Indicative cost	Typical savings over 3 years	Available with Green Deal
1 Increase loft insulation to 270 mm	£100 - £350	£141	✓
2 Cavity wall insulation	£500 - £1,500	£537	✓
3 Draught proofing	£80 - £120	£78	✓

See page 3 for a full list of recommendations for this property.

To find out more about the recommended measures and other actions you could take today to save money, visit www.direct.gov.uk/savingenergy or call 0300 123 1234 (standard national rate). When the Green Deal launches, it may allow you to make your home warmer and cheaper to run at no up-front cost.

Şekil 3.16 : Birleşik Krallık, enerji kimlik belgesi (European Comission, 2013).

3.3 Enerjinin Ölçülmesi ve Kayıt Altına Alınması

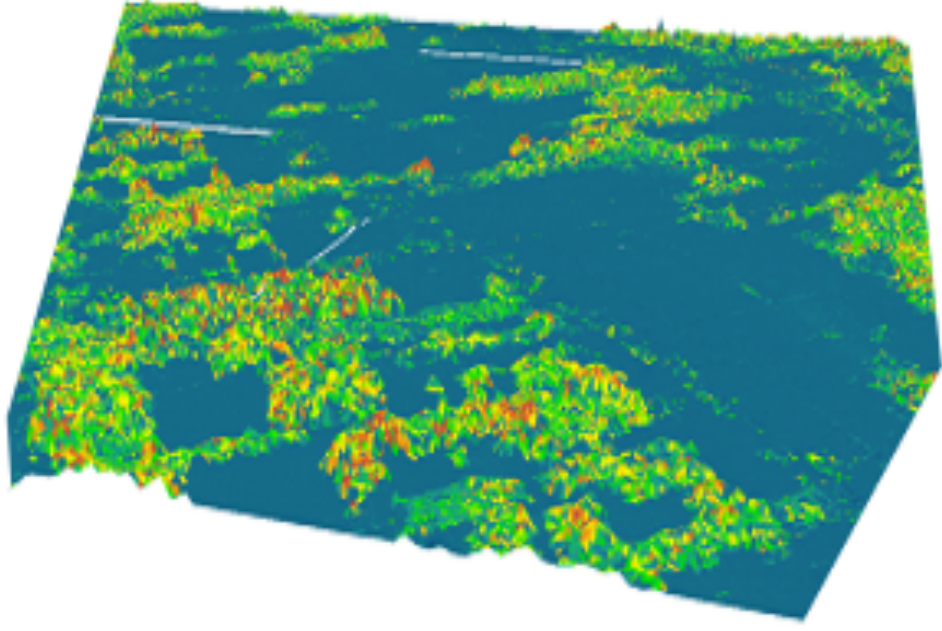
3.3.1 Yenilenebilir enerji için gerekli verilerin toplanması

Yenilenebilir enerji kaynaklarını binalara entegre etmede en önemli aşama potansiyelinin doğru belirlenmesidir. Binaların çatı ve cephelerinin enerji potansiyelini belirlemek için öncelikli olarak geometri ve alan hesaplamalarının yüksek doğrulukta yapılması gerekmektedir. Bu hesaplamalar, analizlerin 3 boyutlu olarak yapılması gerekliliğini gösterir. 3B Coğrafi bilgi sistemlerinde geometri ve alan hesaplamaları için yararlanılan 3 çeşit veri türü bulunmaktadır. Bunlar (Ergün, 2010);

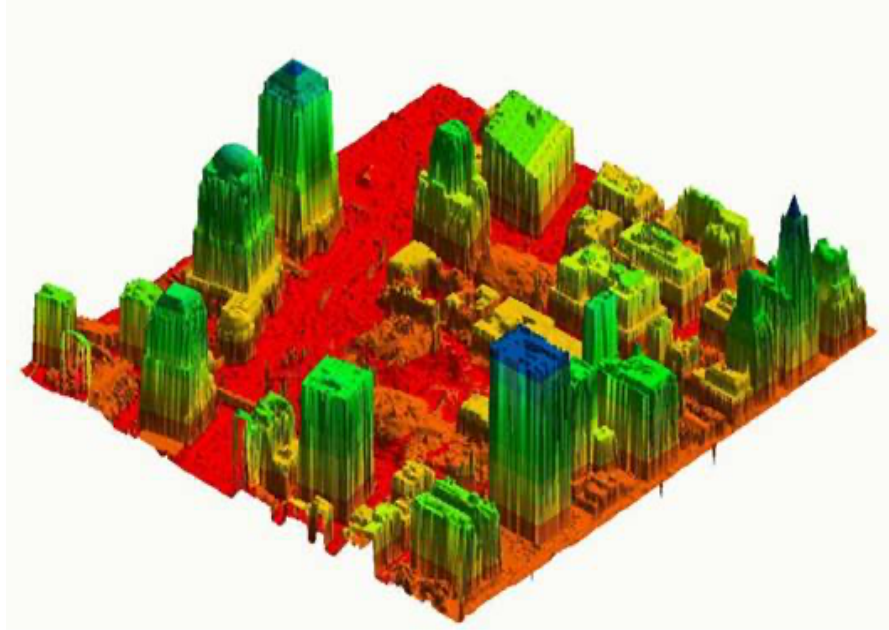
- a) **Raster veriler:** Genel olarak görüntü ve görüntü tabanlı veriler.
- b) **Vektör veriler:** Ölçme işlemi ile üretilen çizgisel veriler; nokta, çizgi, poligon olarak
- c) **Nokta bulutu veriler:** Lazer tarayıcıları ile elde edilen nokta koordinatlarının taban alındığı verilerdir.

Bu veriler eğim, bakı, yükseklik değerlerinin de hesaplanmasına imkân sağlamaktadır. Güneş sistemleri kurulumunda fotovoltaik sistemler için uygun çatı alanının belirlenmesi, kW kapasite tahmini yapabilmek, üretilebilecek enerji miktarını tespit etmek ve gerekli hücre PV sayısını hesaplamak için CBS araçlarından yararlanılmaktadır (Kumar ve Shekhar, 2010). Analizler için Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve Sayısal Yüzey Modelleri (Şekil 3.17) oluşturabilmek, 3 boyutlu vektör verileri elde edebilmek için fotogrametrik hava fotoğraflarından, uydu görüntülerinden ve LiDAR verilerinden (Şekil 3.18) yararlanılmaktadır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar, girdi verilerinin türü ve kalitesinin, özellikle bina geometrileri için çok önemli olduğunu göstermiştir. Bu yüzden raster veya vektör verilerinden hangisiyle çalışılacağına öncelikli olarak karar verilmelidir (Kumar ve Shekhar, 2010).



Şekil 3.17 : Sayısal yüzey modeli (Url-57).

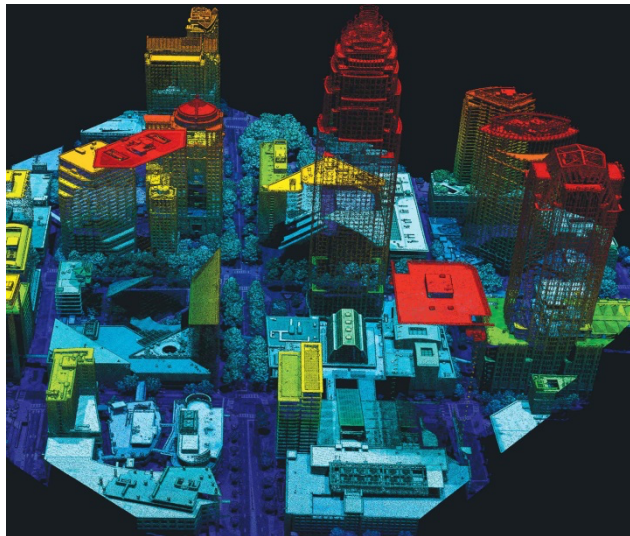


Şekil 3.18 : LiDAR veri modeli (Url-57).

3.3.2 Arazi ölçüm teknikleri: LiDAR

LiDAR (Light/Laser Detection and Ranging), yükseklik verisi elde etmek için kullanılan hızlı ve yüksek doğrulukta sonuçlar veren sistemdir (Polat ve Uysal, 2016). Sistem dönüklük açıları ve hızı içeren INS (inertial navigation system), uydu konumlama (GPS), sayısal görüntüleme ve veri depolama, lazer tarama teknolojilerinin bütününden oluşmaktadır (Torun ve Düzgün, 2013). Yükseklik verilerini lazer ışınları kullanarak ölçen sistem, yüzeye çarpan ışınların sensörlere geri ulaşması ile mesafeyi hesaplayarak elde edilmesini sağlar. Ölçüm teknikleri hava, yersel ve mobil olarak üçe ayrılmaktadır. LiDAR verilerinden yaygın olarak Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) üretmek için yararlanılmaktadır. LiDAR verilerinin filtrelenmesi ve bölümlere ayrılması, bir nesnenin tanımlanmasına ve modellenmesine olanak sağlar (Kassner, Koppe, Schüttenberg, ve Bareth, 2008).

Teknolojik ilerlemelerle birlikte 2000'li yıllardan bu yana LiDAR tekniği ile 3 boyutlu yoğun coğrafi referanslı nokta bulutları oluşturulabilmektedir (Şekil 3.19). Bu teknoloji sayesinde DEM verisine bina gibi insan yapısı varlıklar ve ağaç gibi tabiat varlıklarının eklenerek Sayısal Yüzey Modeli (DSM) oluşturabilmesini sağlar (Torun ve Düzgün, 2013). Bu veri modellerinden 3B bina ve şehir modelleme, yüzey modelleri, arazi kullanımı, güneş enerjisi potansiyel analizleri, arazi kullanımı ve bitki örtüsü, stratejik planlamalar için yararlanılmaktadır (Url-58). Bu işlemler için salt LiDAR verisi kullanılabileceği gibi harita ve görüntü üzerine LiDAR verisi eklenerek de gerçekleştirilebilmektedir (Torun ve Düzgün, 2013).



Şekil 3.19 : LiDAR nokta bulutu (Url-59).

3.3.3 Uzaktan Algılama teknikleri

Uzaktan algılama, hedef nesnelerin ölçme ve algılama işlemlerinde elektromanyetik enerjinin kullanıldığı yöntemleridir (Güngör, 2015). Bu yöntemler genellikle aktif ve pasif sensörler olarak ikiye ayrılır. Pasif sensörler, dış kaynaklardan türetilen elektromanyetik radyasyonu ölçmekle sınırlıdır. Enerji güneş radyasyonun yansımaları ve dünya yüzeyinde yayılması ile oluşur. Fotogrametrik kameralar, elektro-optik tarayıcılar ve mikrodalga radyometreleri pasif sensör çeşitleridir. Pasif sensörlerden en çok tercih edilen fotogrametrik kameralardır. Çünkü havadan ölçümlerle yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlarlar. Aktif sensörler, enerji darbeleri üretme ve yüzey hedefi geri yansıttıktan sonra bunları toplama kapasitesine sahiptir. Radar ve LiDAR olmak üzere ikiye ayrılır.

RADAR, 0,1 cm ila 1 m arasında çalışan aktif bir mikrodalga radyometresidir. Bir radar görüntüsündeki her piksel, yerdeki o alanın geri saçılma katsayısını temsil eder ve depolanan değer daha yoğun sinyaller alındıkça daha büyük olmaktadır. Mikrodalgalarla çalışan radar, herhangi bir atmosferik koşuldan ve güneş ışığından bağımsız olarak görüntü alabilmektedir.

LiDAR sistemlerinin radardan farkı genellikle ultraviyole ile NIR arasında değişen polarize ışıkla çalışır. Ana teknik özelliklere ve hedef değişkenlere bağlı olarak çeşitli LiDAR türleri mevcuttur (Chuvieco, 2009).

Çeşitli uzaktan algılama teknikleri uygulanarak aktif veya pasif sensörlerle elde edilen uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarından objelerin fiziksel, iklimsel ve çevresel özelliklerinin tanımlanması, sınıflandırılması ve analiz edilmesi mümkündür (Çelik ve Bayram, 2019). Uzaktan algılama tekniklerinden sayısal yükseklik modeli (DEM) ve ortofoto oluşturma, sayısal arazi modelleri (DTM), sayısal yüzey modelleri (DSM), arazi kullanımını haritaları, kadastro, 3 boyutlu simülasyon oluşturma, kentsel gelişimin izlenmesi ve 3B kent modellemeleri (Güngör, 2015), yenilenebilir enerji kaynaklarının tespiti ve uygun yer seçimi, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri, fotovoltaik güneş sistemleri potansiyel analizleri gibi çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır (Url-60). Özellikle uzaktan algılama tekniklerinin kullanımı, enerji ve çevre hakkında yapılan çalışmalara katkılarından dolayı giderek artmaktadır. Güneş ışıınımı, rüzgâr hızı ve meteoroloji gibi birçok alanda objektif,

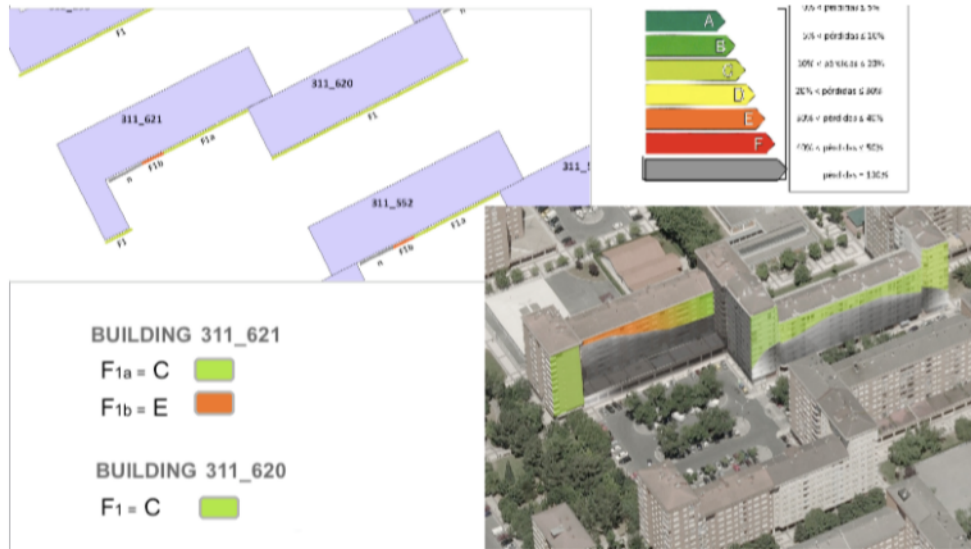
homojen küresel ve fiziksel tahminleri sağlaması önemli bir etkidir (Tapiador, 2009). Bu tekniklerin yenilenebilir enerji kaynakları için potansiyel analizleri mümkün kılması, küresel ısınmaya karşı karbon emisyonlarını azaltma konusunda yardımcı olmaktadır.

Bu kapsamda yapılan güneş enerji çalışmalarında sayısal görüntü işleme ve görüntü eşleme tekniklerinden sıkça yararlanılmaktadır. Görüntü işleme genel anlamıyla görüntünün ön işlenmesi, görüntü segmentasyonu ve analiz çalışmaları, görüntüyü anlama ve yorumlamadır. Elde edilen sayısal görüntülere ön işlem aşamasında geometrik ve radyometrik düzeltmeler, görüntü onarımı ve görüntü iyileştirme teknikleri uygulanır. Görüntü işlemede kullanılan filtreleme alçak ya da yüksek frekanslı geçişleri engellemek için kullanılan tekniktir. Alçak frekans geçişleri için filtre uygulaması görüntüde kenarların belirgin hale gelmesi veya iyileştirme amaçlı yapılmaktadır. Yüksek frekans geçişlerinin engellenmesi için uygulanan filtreler düzleştirme veya bulanıklık için uygulanmaktadır. Segmentasyon aşaması bir sınıflandırma işlemidir. Nesnelerin şekil, sınır ve alan bilgilerini görüntü üzerinden ham veri üretilmesini sağlar. Analiz aşamasında ham verilerden istenilen bilgilerin elde edilmesi ile tanıma ve yorumlama ile işlem tamamlanır. Görüntü eşleme teknikleri ise aynı veya kısmen aynı alana ait en az 2 görüntü arasında temel elemanlar için otomatik olarak ilişki kurulmasını sağlar. Görüntü eşleme teknikleri şekle dayalı, alana dayalı ve ilişkisel görüntü işleme olarak üçe ayrılır. Bu yöntemler gri değerler veya detaylar üzerinden ilişki kurulmasını sağlar (Yaşayan, 2013).

3.3.4 Bina çatı ve cephelerinde güneş ışıının hesaplanması

Güneş ışıının hesaplamaları, binaların enerji analizleri ve binalarda kurulacak güneş enerji sistemlerinin performansını belirlemede önemli bir aşamadır (Bulut, 2009). Güneş ışıının verilerinden, güneş sistemi teknolojisi seçimi, kurulum için uygun alanın belirlenmesi, sistem tasarımı, performans değerlendirmeleri ve enerji üretim tahminleri için yararlanılmaktadır (Şahin, t.y.). Güneş ışıının miktarı konum, yükseklik, enlem ve boylam, güneş radyasyonu, güneşlenme süresi, ortalama sıcaklık değerleri, zamansal faktörler (tarih, saat), bağıl nem, bulutluluk ve iklim gibi faktörlere göre değişkenlik gösterir. Işıının hesaplamaları için kullanılan çeşitli model ve analizler mevcuttur (Aslan, Tenekeci ve Beşli, t.y.).

Bina enerji kimlik belgeleri ve enerji kadastro çalışmaları kapsamında güneş ışınımının hesaplamaları yapılmaktadır. Özellikle yerel yönetimler bu hesaplamaları yaparak bina enerji performansları, PV sistemleri kurulumu ve enerji verimliliği için öneriler sunmaktır. Geleneksel enerji kadastro çalışmalarında güneş ışınım analizleri genel olarak çatılar için yapılırken şehir alanlarında mevcut cepheleri değerlendirmek amaçlı çalışmalar yapılmaya başlamıştır (Catita, Redweik, Pereira ve Brito, 2014) (Şekil 3.20). Fotovoltaik paneller ve güneş kolektörleri gibi yenilenebilir enerji sistemlerinin potansiyelinden tam olarak faydalanılabilmesi için coğrafi ve kentsel ortamların dikkate alınarak bina çatı ve cephelerinin güneş ışınımının ayrıntılı analizinin yapılması zorunludur (Machete ve diğ, 2018).



Şekil 3.20 : Bina enerji potansiyelinin belirlenmesi (Caamaño-Martin ve diğ, 2012) .

Güneş ışınım hesaplamalarında mekânsal-zamansal analizlere olanak tanıyan coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak oluşturulan modellerden oldukça fazla yararlanılmaktadır. 3B bina modelleri, LiDAR verileri ile elde edilen DSM'ler sayesinde gölge analizleri, çatıların eğim açısı, bina yüksekliği, cephe ve çatıların yüzey alanlarını kullanarak ışınım analizleri otomatik olarak yapılabilmektedir (Catita ve diğ, 2014).

Güneş ışınımı hesaplamalarında binanın konumu ve yönü gelen güneş ışını ve yoğunluğunu etkileyen önemli bir faktördür. Bu kapsamda, bina cephelerinin eğimi

ve yönelimini belirlemek gerekmektedir. Işınım değerlerini etkileyen bir diğer faktör gölgelenmedir. Çatı ve cepheler diğer binalar, bacalar, beton çıkıntıları sebebiyle gölgelenme oranları çok yüksektir. Mevsimsel farklılıklar da gölge boyunu etkilemektedir (Güneş, 2019). Işınım hesaplamalarında, gölgelenme analizi, DSM'nin her pikseli ve her güneşli saatte, güneş pozisyonu (azimut ve yükseklik) ve DSM tarafından modellenen olası çevre engelleri göz önüne alınarak yapılabilmektedir. Gökyüzü görünüm faktörleri güneş ışıını modellemek için dikkate alınan bir diğer husustur.

3.4 Enerji Kadastrounun Modellenmesi ve Uygulanması

Enerji kadastrounda enerji verilerinin parsel bazında kayıt altına alınması ve kat mülkiyeti ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. İlgili verilerin bir CBS ortamına aktarılarak bir kent modeli oluşturulabilir, gerekli analizler yapılabilir ve hassas sonuçlar elde edilebilir. Dahası enerji yönetimi de mümkün hale gelecektir. Enerji kadastro çalışmaları incelendiğinde birçok ülkede farklı model ve uygulama çeşitleri olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar genel olarak bir WebGIS uygulaması üzerinden olarak kullanıcılara sunulmaktadır.

3.4.1 Parsel bazında enerjinin kayıt altına alınması

Enerji kadastro, taşınmazla ilişkili parselin enerji ihtiyacını belirlemek, enerji kayıplarını en aza indirmek ve yenilebilir enerji kaynağından en üst seviyede faydalanılması için oldukça gereklidir. Gerekli analiz ve hesaplamalar için parselle ilişkin tüm verilerin kayıt altına alınması gerekmektedir. Parsel bazında enerjinin kayıt altına alınması için tapu kaydında ilgili bir alan açılmalı ve ilişkili verilerin bir referans numarasına tanımlı olarak saklanması gerekmektedir. Bu referans numarası ilgili parselin enerji kayıtlarını bir veri tabanına kaydederek erişimini mümkün hale getirir.

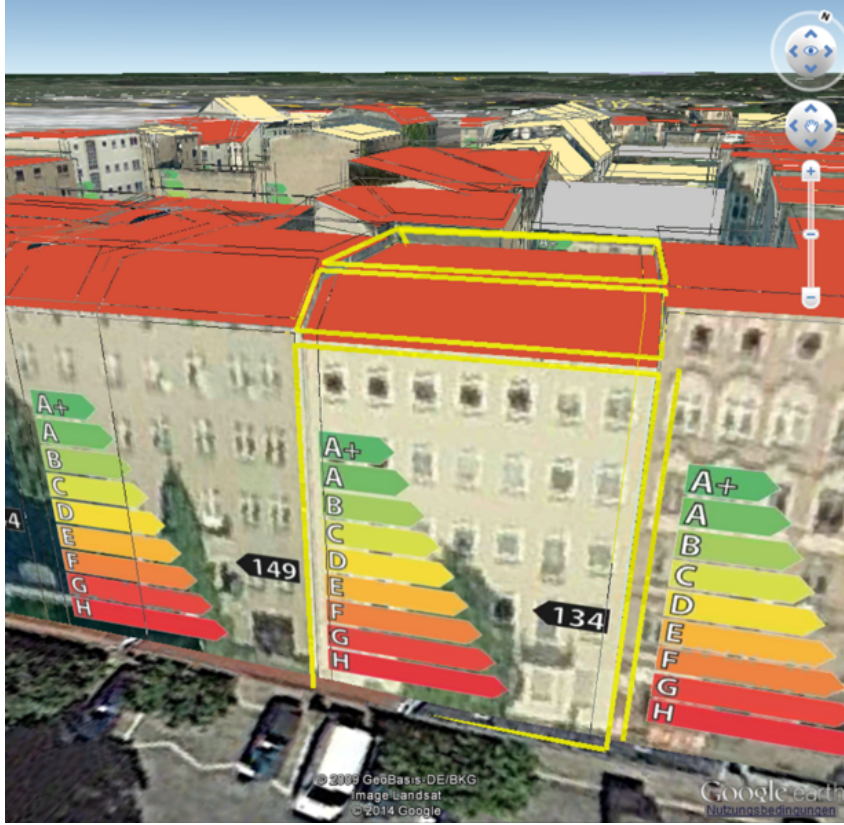
Enerji kapsamındaki kadastro çalışmalarında istenilen asıl sonuç kullanıcılara kent ölçeğinde enerji kayıplarını en aza indirecek, enerji ihtiyacını tanımlayacak ve öneriler sunacak bir veri tabanı sağlayabilmektir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar kent alanlarındaki enerji üretimi ve tüketimini tahmin etmek, enerji analizleri için ham veri üretmek, coğrafi verilerle ilişkili enerji verilerini CBS ve coğrafi veri tabanı

yönetim sistemlerinde depolayabilmek, 3B şehir modellerinde enerjik özelliklerin 3B kartografik yöntemler kullanılarak görselleştirilmesine olanak sağlarlar.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek ve yetkili idarelerin enerji yönetimi için kullanılan 3B kent modelleri ile özellikle güneş enerji potansiyel analizleri mümkün hale gelmiştir. Birçok ülkede uygulanan bu sistemler, bina cephe ve çatılarındaki potansiyel analizleri ile PV sistemleri için kapasiteyi belirleyebilmekte ve ısıtma, sıcak su ihtiyacı, binaların enerji kullanımından kaynaklanan CO₂ salınımlarını tespit edebilmektedir. Enerji kayıtları, 3B modellenen binaların potansiyel enerji analizi mümkün hale gelerek kadastro ile güvence altına alınmaktadır.

Enerji kadastrounda güneş enerjisi yatırımcıları projelerine erişim sağlamak, geliştirmek ve işletmek için bir güvenceye altına ihtiyaç duyacaktır. Fotovoltaik sistemlerini vandalizm, gölgeleme gibi dış kuvvetlerden koruma ve yasal hak sahibi olabilmek için enerji verilerinin kadastroda parsel bazında kayıt altına alınması gerekmektedir. Parsele ilişkin bu verilerin kadastro ile kayıt altına alınması için ilk önemli aşama bina cephe ve çatılarının hassas ölçülmüş olmasıdır. Bu aşamanın hassas gerçekleştirilmiş olması ısıtım değerleri ve gölge analizlerinin doğruluğunu etkilemektedir (Caamaño-Martin ve diğ, 2012). Bu veriler aynı zamanda binalar için üretilen enerji kimlik belgelerinde bina enerji verimliliğinin tespitinde de önemli rol oynamaktadır (Şekil 3.21). Belgede yer alan ısıtma, sıcak su, aydınlatma, karbondioksit emisyonları vb. değerlerin hesaplanmasını sağlamaktadır.

Bu kapsamda enerji verimliliği ve tasarrufuna imkân sağlayacak çalışmalar için Türkiye’de binalara ilişkin 3B kent modelleri oluşturulması ve enerji analizlerini mümkün kılacak bina verilerinin tapu kayıtlarında yer almaması bir eksiklik olarak görülmektedir. Bina cepheleri ve çatı alanlarının yüksek doğruluğa sahip teknolojilerle ölçülüp cephe ve çatı alanlarının hesaplanarak “m²” değerlerinin tapu kayıtlarına işlenmesi gerekliliğini göstermektedir. Bu verilerle birlikte parselin niteliği haline gelen enerji sınıfları da ayrıca belirtilmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Bu kayıtlar yenilenebilir enerji kullanımı için potansiyel analizleri için kullanılabilir ve kent planlamalarında önemli rol oynayacaktır. Dahası stratejik enerji planlaması için kullanılabilir ve ayrıca büyük alanların enerji tüketimini hesaplamayı mümkün kılar (Url-61).



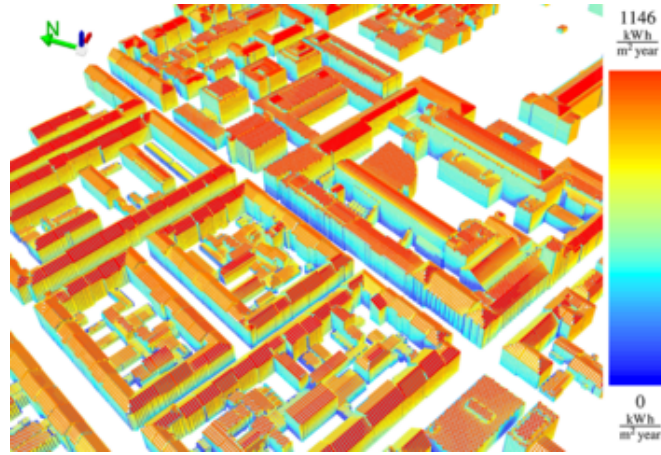
Şekil 3.21 : Enerji kimlik belgesi, enerji verimliliği tespiti (Url-61).

3.4.2 Kat mülkiyeti ile enerji verilerinin ilişkilendirilmesi

Herhangi bir mülkiyet hakkı, mülkün neresinde olursa olsun belirli yasal unsurları içermelidir. İrtifakın boyutları (güneş zarfı), sisteme yönelik tahmini güneş ışığı miktarı, bitki örtüsü ve diğer dikimlerle izin verilen gölgeleme, buna karşılık gelen azalma da dâhil olmak üzere bir dizi öğeyi tanımlamak için kat mülkiyetinde bir güneş irtifası verilmesini gerektirir. Kat mülkiyeti kurulurken yapılacak sözleşmelerde ortak alanlar için PV sistemlerinin kullanımı ve bağımsız bölümler için elektrik dağıtımı esasları belirtilebilmelidir. Bu kapsamda yapılacak sözleşme şartları malikler için bir PV sistemine yapılacak müdahaleye karşı sermaye maliyeti, ihlalden kaynaklanan ek enerji masrafları ve avukatlık ücretleri, tazminat hakları gibi irtifakının ihlalinden doğacak durumlarını, çözüm önerilerini ve maliyetleri de içermelidir. PV sistemlerini kullanım ve kiralamadan doğacak vergilendirmeler için yasal çerçeve oluşturulmalıdır (Url-62).

3.4.3 CBS araçlarına dayalı güneş potansiyelli kentsel modeller

Güneş potansiyelli kent modelleri oluşturulurken hepsi bir arada modeller, CAD tabanlı modeller ve CBS araçlarına dayalı modellerden yararlanılmaktadır. Hepsi bir arada modeller, güneş radyasyonu hesaplamaları için modülleri tasarım arayüzleri veya 3B nesne gösterimi ile tek bir yazılımda birleştiren araçlardan oluşur. CAD modelleri güneş radyasyon analizi yapabilen diğer yazılımlardan eklentiler olarak kentsel ve kentsel olmayan bağlamların analizinde kullanılabilirler. CBS araçlarına dayalı modeller (Şekil 3.22) ise kentsel dokunun büyük ölçekte güneş kaynağının fiziksel potansiyelini tahmin etmek için en kapsamlı modelleri içermektedir (Freitas, Catita, Redweik ve Brito, 2015). Çok yönlü çözüm önerileri sunarak çok ayrıntılı sonuçlar elde edilmesine olanak sağlarlar.



Şekil 3.22 : CBS araçlarına dayalı güneş potansiyelli kent modeli örneği (Url-63).

Güneş kadastroları için kent modelleri oluşturulurken 2B boyutlu verilerden 3B veri modelleri oluşturmak ve güneş potansiyeli analizi işlemleri için birçok yöntem kullanılmaktadır. Çoğu tasarım yöntemi, binaları ayak izlerinden çıkarır ve tek değerli bir işlevle temsil edilen dikey bir yüzey elde eder. Bu uygulama, her planimetrik (xy) konumu için sadece tek yüksekliğin (z) olduğu bir 2.5B modeli oluşturur (Freitas ve diğ., 2015). 2.5B raster veri modelinden 3B bilgi elde etmek için bu tür araçların ana dezavantajı, herhangi bir güneş paneli kurulumu için önemli olan duvar, pencereler veya balkonlar gibi cephelerin bazı detayları hakkında hiçbir bilgi elde edilememesidir (Desthieux ve diğ., 2018). Benzer bir tasarım örneğinde LiDAR ile elde edilen 3B nokta bulutları ile 2.5B raster verileri birleştirilmesidir fakat bu durum yükseklik verileri için ciddi bozulmalara neden olmaktadır (Freitas ve diğ., 2015). Bu modeller, güneş potansiyeli analizleri için kullanımı uygun değildir.

Güneş kadastroları için cephelerin de dâhil edildiği 3B kentsel modeller oluşturulması gerekmektedir. Bina cephe ve çatılarında gerçekleştirilecek işlemler için yükseklik değerlerinin hassas ölçümü oldukça önemlidir. Güneş potansiyeli hesaplamalarına olanak tanıyan 3B kentsel modeller oluşturulurken Sayısal Arazi modelleri (DTM) ve Sayısal Yüzey Modellerinden (DSM) sıkça yararlanılmaktadır. Raster ve vektör olarak kullanılabilen modellerden konum ve yükseklik verisi üretilirken enterpolasyon algoritmaları, grid çözünürlükleri ve binaların düşey çözünürlüğü güneş potansiyeli analizlerinin kalitesini etkilemektedir. Günümüzde ileri teknoloji olarak LiDAR tekniği DSM için çok fazla tercih edilmektedir (Url-64). Sınıflandırılmış LiDAR veri noktaları zemin, binalar ve bitki örtüsü gibi bilgilerle kentsel büyük ölçekte güneş potansiyelinin modellenmesine yönelik birçok çalışma mevcuttur. LiDAR verilerine dayanan DSM, bina morfolojisi ve güneş potansiyelini hızlı, otomatik ve sistematik olarak hesaplanmasını sağlar (Desthieux ve diğ, 2018).

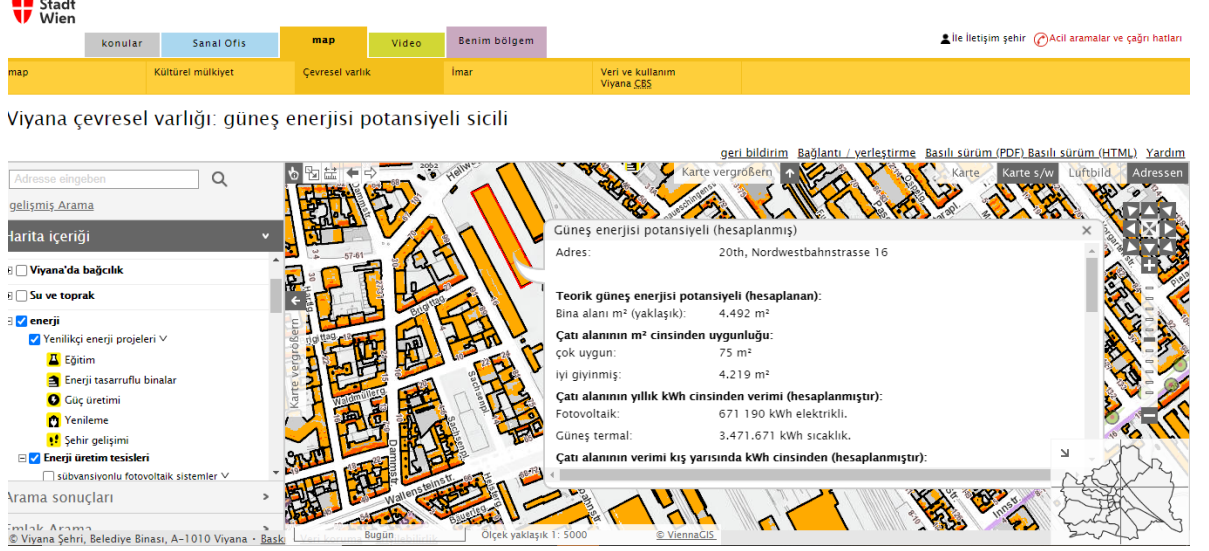
3.4.4 WebGIS uygulamaları

WebGIS modern CBS uygulamak için bir model veya mimari bir yaklaşım olarak tanımlanabilir (Url-65). WebGIS veri katmanları eklenmesi ve kaldırılması; verileri depolama, işleme, analiz etme, yorumlama, görselleştirme ve iletişim kurma imkânı sağlamaktadır. Bunlarla birlikte işletimci-sunucu etkileşimi sağlayarak web haritaları üzerinden verileri sunmaktadır (Url-66). CBS hizmetlerine daha kolay erişim imkânı sunarak daha uygun fiyatlı bir hale getirir ve yaygın kullanılmasını mümkün kılar. Statik veri kullanımını gerçek zamanlı veri kullanımına dönüştürür (Url-65).

WebGIS uygulamalarından biri olan Solar WebGIS ise bir güneş haritası veya güneş kadastrosu için genel olarak bir konumu görsel olarak temsil ederek güneş radyasyonunu, tahmini PV sistemi boyutunu, öngörülen elektrik üretimini ve depolama durumunu sorgulayarak bilgi edinme olanağı sağlayan web tabanlı bir arayüzden oluşmaktadır (Şekil 3.23). Bu web uygulamalarının genel amacı kullanıcı ve çevre dostu olarak uygun fotovoltaiik sistemlerinin faydaları, maliyetleri ve sağladığı tasarruf hakkında bilgi sunarak kullanıma teşvik etmektir (Freitas ve diğ, 2015).

Güneş kadastroları için kullanılan WebGIS sistemleri kullanıcılara yerel yetkililer tarafından genellikle bir portal üzerinden sunulur. “Geoportal” olarak adlandırılan bu sistemlerden haritaları, uygulamaları, verileri paylaşmak ve kullanmak

yararlanılmaktadır. Geoportallar, herkes tarafından erişime açık olabileceği gibi kimlik tanımlama özelliği kullanılarak kullanıcıları yönetmek için gerekli altyapıya sahiptir ve nasıl işbirliği yapılacağını açıklar. Daha geniş ve hızlı erişim imkânları ile kullanıcılara, karar vericilere, geliştiricilere ve kamuya faydalı bir hizmet sunmaktadır (Url-65).



Şekil 3.23 : Avusturya, Viyana Şehri Güneş Kadastrosu, Geoportal (Url-67).

4. BULGULAR

Enerji kadastro çalışmaları incelendiğinde; iklim ve doğa, yerel yönetimler, mülkiyet sahipleri ve sürdürülebilir kalkınma açısından oldukça avantajlara sahip olduğu görülmüştür.

4.1 Enerji Kadastrounun İklim ve Doğa için Önemi

Enerji kadastro, kent alanlarında fosil yakıtların kullanımı ile elde edilen elektrik üretimine bağımlılığımızı azaltmak için çok önemli bir araçtır. Vatandaşları çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya teşvik eder. Bu enerji kaynaklarından yapılacak analizlerle maksimum fayda sağlar. Bu sistemlerin kullanımı doğada azot, metan ve karbondioksit gibi gaz emisyonları meydana getirmediği için hava kirliliğine, iklim değişikliğine ve küresel ısınmaya neden olmazlar. Sera gazı etkilerini azaltmada önemli bir araçtır. Güneş enerji sistemleri su kullanmadığı için su kirliliği de meydana getirmez. Hükümetlerin çevre dostu enerji politikaları izlemesinde ve yönetiminde temellerini oluşturacaktır.

4.2 Yerel Yönetimler için Enerji Kadastrounun Faydaları

Yerel yönetimler, kentsel alanlarda binaların çatı ve cephelerinde güneş sistemlerini benimseyerek enerji kadastrona geçiş sağladığında güneş eylem planları, enerji arzı, kullanıcı davranışı, kentsel yapılar, bina tipolojileri, mevcut güneş eylemleri ve önlemleri, güneş enerjisi gereksinimi şehir planlama uygulamaları vb. birçok açıdan yerel bağlamda değerlendirme ve uygulama fırsatı bulacaktır. Enerji kadastro kapsamında oluşturulacak 3B kent modelleri, kentsel güneş enerjisi potansiyeli ile sosyo-ekonomik faktörler arasındaki ilişkiyi inceleme imkânı verecektir. Kentsel kalkınma planları oluşturulurken enerji kadastro, enerji verimliliği ve tasarrufunu sağlamak için analizlerin yapılmasını mümkün kılacaktır. Kentsel dönüşüm projelerinde tüketim ve yenilenebilir enerji üretimini dikkate alarak daha sürdürülebilir şehirler oluşturulmasını sağlayacaktır. Enerji kadastrounun yerel yönetimler için faydaları:

Mali tasarruflar ve kazançlar: Yerel yönetimlerin güneş enerjisinden kendi elektriğini üreterek aylık elektrik faturalarını azaltabilirler ve ciddi maliyet tasarrufu sağlayabilir. Okullar, kütüphaneler, belediye hizmet binaları ve bakım merkezleri vb. binalar için güneş potansiyel analizlerini yaptırarak PV sistem kurulumunu gerçekleştirebilir ve buralardan enerji ve maliyet tasarrufu sağlayabilir. LiDAR ölçüm işlemlerini gerçekleştirerek 3B verilere sahip olabilir, bu verileri diğer kurum ve özel şirketlerle paylaşımında gelir elde edebilir. Kent modellerini geoportallar üzerinden sunarak gayrimenkul sektörüne hizmet edebilir ve bir pazar haline getirerek gerekli işlemlerden kazanç sağlayabilir. Kullanıcılara çözüm önerileri sunabilir, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi arttırabilir ve yerel alanda elektriği daha uygun fiyatlarla üretebilir.

İş yaratma: Güneş enerjisi endüstrisi, kurulumdan imalata ve satışa kadar çeşitlilik göstermektedir. Binalara PV sistemleri kurarak, belediyeler kendi yerel topluluklarında güneş enerjisi iş istihdamını artırabilir.

Yerel ekonomik kalkınma: Bir veya daha fazla binaya güneş panelleri kurmak, belediyelerin yerel temiz enerji ekonomisini başlatmasına yardımcı olacaktır. Kurulum sırasında yenilenebilir enerji sistemleri hakkında eğitimler ve topluluk erişim kaynaklarınızdan yararlanarak yerel müşteri tabanını büyütebilir. Belediyeler, kurulum için yerel yüklenicilerle çalışmayı seçerek yerel temiz enerji istihdamını artırabilir. Belediye elektrik şebekelerinde yerel halktan elde edilen güneş enerjisi ile elektriğin daha uygun fiyatlara elde edilmesine olanak sağlar. İhtiyaç durumunda şebekeye enerji sağlayan halka vergi indirimi ve kolaylıklar sağlayarak ekonomik kalkınmayı arttırabilir.

Sürdürülebilirlik: Yerel yönetimler, güneş enerji sistemleri kurarak fosil yakıttan elde edilen elektrik tüketimini azaltabilir ve karbon emisyonlarını dengeleyerek sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşabilir.

4.3 Mülkiyet Sahipleri için Enerji Kadastrounun Faydaları

Enerji kadastro, çatı ve cephelerin için güneş enerjini potansiyelini belirleyerek mülkiyet sahiplerine PV sistemleri ile elektrik üretimi sağlarken, ihtiyaç fazlası elektriğin şebekelere satılmasıyla gelir elde edilmesine olanak tanır. Çatı ve cephelerin uygunluk durumunu, uygun PV sistemini ve boyutlarını, yapılan

yatırımlardan ne kadar süre sonra kazanç sağlayabileceğini ve kâr durumuna geçileceğini, yaklaşık elektrik üretimi miktarını, binada güneş enerjisi üretimini engelleyecek ve azaltacak durumları (bacalar, pencereler, havalandırmalar vb.), gölgelendirme durumlarını iklimsel durumları da göz önüne alarak analiz edebilir ve planlar. Güvenli finansmanlara, üreticileri uygun şebeke operatörlerine yönlendirerek güvence altına alır. Ödeme kolaylıkları ve sigortalar sağlar. Vergi indirimleri ve çeşitli teşvikler sunar. Kat mülkiyeti kapsamında hakları, kısıtlamaları, kullanım şartlarını belirler.

4.4 Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji Kadastrounun Faydaları

Enerji kadastro, enerji üretim ve tüketim verilerini tek bir sistemde bir araya getirerek enerji verimliliği ve tasarrufu için gerekli çalışmaların yapılabilmesini sağlar. Enerji ülkenin kalkınmasında önemli bir faktördür. Dışa bağımlı enerji politikaları sürdürülebilir bir sistem değildir. Ülkenin kalkınmasına olanak tanımaz. Enerji kadastro, Türkiye için enerjide dışa bağımlılığımızı önemli miktarda azaltacak bir sistemdir. Ülkemizde nüfus ve kentleşmenin giderek artması ile enerji ihtiyacının da giderek artmaktadır. Bu enerji ihtiyacını karşılamak için alternatif bir kaynak sunulması gerekmektedir. Enerjiyi doğal bir kaynak olan güneşten elde edilmesi enerji maliyetlerini azaltılabilir. Kullanıcıları üretime dâhil ederek enerjiyi daha temiz ve ucuza elde edebilir. Yerli üretim güneş sistemleri ile geleceğe yönelik getirisi yüksek bir kalkınma sağlanabilir. Bu sistem devlete vergiler sayesinde de ekonomik bir gelir sağlayacaktır. Binaların potansiyellerini belirlemek, kendi ihtiyacını karşılamasına imkân verecek çözüm önerileri sunmak ve vatandaşlarına buna teşvik etmek sürdürülebilir kalkınma açısından büyük önem taşımaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nüfus yoğunluğunun artması nedeniyle enerjiyi tasarruflu kullanmak, enerji kaynaklarının ömrünü uzatabilmek, çevre dostu enerji üretebilmek günümüzün en önemli konularındandır. Ülkelerin enerji planları bu hususlar dikkate alınarak oluşturulmaktadır. Birçok ülkede stratejik planlar enerji temelli oluşturulmaktadır. Çünkü enerji çağın en önemli ihtiyacı haline gelmiş ve sürekliliğinin sağlanması gerektiğinin farkına varılmıştır.

Kadastro ise mevcut enerji kaynaklarının kayıt altına alınması anlamında önemli bir araçtır. Kadastro sayesinde kayıtlı mülkiyet verileri ile yapılacak analizler kapsamında taşınmazın enerji potansiyeli tespit edilebilecek ve buna yönelik uygulama önerileri sağlayacaktır. Bu çalışmalar doğrultusunda binalar, fabrikalar, hastaneler, okullar, alışveriş merkezleri gibi taşınmazların mevcut enerji talepleri ve karbondioksit salınımları kontrol altına alınarak azaltılabilmekte ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı için uygunluk durumu belirlenebilecektir.

“Enerji Kadastro” nun en temel özelliği bina enerji potansiyelini belirleyerek kayıt altına alıp, kullanıcıları güneş sistemleri kullanımına teşvik edici olmaktır. Dünya genelindeki enerji kadastroları yerel veya merkezi olarak kullanılmaktadır. Yerel ve merkezi yönetimlerin bu görevleri üstlenmekte, 3B kent modelleri ile enerji potansiyellerini yönetme ve halkı yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirerek avantajları konusunda bilinçlendirme politikaları izlenmektedir.

Türkiye EKB için gerekli mevzuatlar incelendiğinde EKB ile bina alanı arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir. Gerekli olan bu alan bilgisinin ise hassas ölçümüne dair bir çalışma bulunmamaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca istenen bu alan bilgilerinin ilgili veri tabanında hassas ölçüm kayıtlarının yer alması ileride yapılacak çalışmaların hassasiyetini de etkileyecektir. Bina enerji performansının hesaplanmasında alan bilgisinin her aşamada kullanıldığı düşünüldüğünde bu oldukça gereklidir. Bu kapsamda binanın 3B verilerine özellikle ihtiyaç vardır.

Dünya genelinde yapılan çalışmalar incelendiğinde LiDAR teknolojisi kullanılarak elde edilen 3B verilerin temini ve karmaşık kent alanları için oluşturulan kent modellerinin bina enerji performansını belirlemede gerekli olduğu görülmüştür. Bina enerji performansını doğrudan etkileyen güneş ışıınım analizleri için 3B kent modelleri ve CBS sistemlerinin kullanımı esastır. Bir binanın performansını belirlemede çevresel faktörlerin, diğer yapıların ve topografyanın önemi oldukça açıktır.

Özellikle fotovoltaik sistemlerden tam kapasite yararlanılabilmesi için gerekli tüm değişkenlerin hesaba katılabildiği bir analiz oluşturulacak kent modelleri üzerinden sağlanabilecektir. Performans analizlerinin doğru bir şekilde yapılabilmesi ve özellikle yenilenebilir enerji kullanımına kullanıcıları yönlendirmede önemli bir husustur. Gelişmiş dünya ülkelerinin bu çalışmaları özellikle çatı alanlarından tam kapasite faydalanmak için gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu çalışmalar bina çatı alanlarıyla sınırlı kalmayarak bina cephelerinde uygulanmaya başlamıştır.

Bilhassa Avrupa ülkelerinde çok geniş çaplı uygulanırken ülkemizin güneşlenme süreleri dikkate alındığında ülkemiz için önemli bir kayıptır. Bu ülkelerde vatandaşlar enerji üretimine dâhil edilerek ihtiyaç fazlası enerjiyi yetkililere satabilmekte, bunun karşılığında elektrik kullanım ücreti ve vergi indirimleriyle teşvik edilmektedir. Kullanıcılar 20 yıla kadar enerji ihtiyacını, maliyetini ve yenilenebilir enerji kaynağından kârlılık durumlarını görebildiği için bu önemli bir teşvik sağlamaktadır. Gayrimenkul yatırımlarını da etkileyebilecek bu durum alım, satım, kiralama da önemli bir husustur. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarında elde edilen 3B kent modellerinin oluşturulması, EKB için bina performansının daha hassas belirlenmesi ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında elde edilen verilerden yararlanarak kullanıcıları doğru yönlendirmek gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abduhl Rahman, A., Van Oosterom, P. J. M., Hua, T. C., Sharkawi, K. H., Duncan, E. E., Azri, N., & Hassan, M. I.** (2012). 3D modelling for multipurpose cadastre. In *3rd International FIG Workshop on 3D Cadastres: Developments and practices, Shenzhen, China, 25-26 October 2012*. International Federation of Surveyors (FIG)/Urban Planning, Land and Resources Commission of Shenzhen Municipality Shenzhen Urban Planning & Land Resources Research Center Wuhan University.
- Aslan, E., Tenekeci, M. E., Bešli, N., & GümüŖçü, A.** (t.y.). Solar Enerji Sistemleri için GüneŖ Radyasyon Hesaplama Yazılımı.
- Atılğan, İ.** (2000). Türkiye'nin enerji potansiyeline bakış. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15(1), 31-47.
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğı (2017).** T.C. Resmî Gazete, 27075, 28 Nisan 2017
- Bıyık, C., Yıldız, O., & Çoruhlu, Y.E.** (2015). Kadastro ders notları [PowerPoint Slaytı] Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Bogaerts, T., & Zevenbergen, J.** (2001). Cadastral systems—alternatives. *Computers, Environment and Urban Systems*, 25(4-5), 325-337.
- Buildings Performance Institute Europe (BPIE).** (2014), Energy Performance Certificates Across The EU (A Mapping Of National Approaches). EriŖim adresi: <https://www.bpie.eu/publication/energy-performance-certificates-across-the-eu/> EriŖim tarihi: 19.05.2020
- Bulut, H.** (2009). Bina enerji analizi ve güneŖ enerji sistemleri için eğimli yüzeylere gelen toplam güneŖ ışı nım Ŗiddeti değ erlerinin hesaplanması.
- Caamaño-Martin, E., Higuera, E., Neila, F., Useros, I., Masa-Bote, D., Tortora, F., . . . Saade, A.** (2012). Solar potential calculation at city and district levels. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 155, 675-685.
- Catita, C., Redweik, P., Pereira, J., & Brito, M. C.** (2014). Extending solar potential analysis in buildings to vertical facades. *Computers & Geosciences*, 66, 1-12.
- Chan, H.-Y., Riffat, S. B., & Zhu, J.** (2010). Review of passive solar heating and cooling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2), 781-789.
- Chuvieco, E.** (2009). *Fundamentals of satellite remote sensing*. CRC press.

- Cowen, D. J., & Craig, W. J.** (2003). A retrospective look at the need for a multipurpose cadastre. *Surveying and Land Information Science*, 63(4), 205-214.
- Çelik, M. A., & Bayram, H.** (2019). Türkiye'nin yeryüzey sıcaklıklarında (yys) meydana gelen değişimlerin incelenmesi (2000-2018).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, BEP-TR Eğitimi Kullanıcı Kılavuzu, Net Enerji İhtiyacının Hesaplanması** (s.28)
- De Graeve, J., & Smith, J.** (2010). *History of Surveying*. International Federation of Surveyors (FIG).
- Demir, O., Uzun, B., & Çete, M.** (2008). Turkish cadastral system. *Survey Review*, 40(307), 54-66.
- Desthieux, G., Carneiro, C., Camponovo, R., Ineichen, P., Morello, E., Boulmier, A., ... & Ellert, C.** (2018). Solar Energy Potential Assessment on Rooftops and Facades in Large Built Environments Based on LiDAR Data, Image Processing, and Cloud Computing. Methodological Background, Application, and Validation in Geneva (Solar Cadaster). *Frontiers in Built Environment*, 4, 14.
- Duncan, E. E., & Rahman, A. A.** (2013). A Multipurpose Cadastral Framework for Developing Countries-Concepts. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 58(1), 1-16.
- Ergün, B.** (2010). Üç Boyutlu Şehir Modellerinin Veri Yapısı ve Kullanım Özellikleri.
- Freitas, S., Catita, C., Redweik, P., & Brito, M. C.** (2015). Modelling solar potential in the urban environment: State-of-the-art review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 915-931.
- Güneş, O.** (2019). *Binaya Ekleme Fotovoltaik Sistemlerin Bir Konut Binası Çatısında Uygulaması* (Doctoral dissertation, Enerji Enstitüsü).
- Güngör, O.** (2015). Uzaktan algılamanın temel prensipleri [PowerPoint slaytı]. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- IEA** (2019). World Energy Outlook 2019, IEA, Paris
<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019> adresinden erişildi.
- Kalogirou, S. A.** (2013). *Solar energy engineering: processes and systems*. Academic Press.
- Kassner, R., Koppe, W., Schüttenberg, T., & Bareth, G.** (2008, July). Analysis of the solar potential of roofs by using official lidar data. In *Proceedings of the International Society for Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, (ISPRS Congress)* (pp. 399-404).
- Klärle, M., Langendörfer, U., Lanig, S., & Popp, F.** (2017). GREEN-AREA–Intelligentes Gründachkataster auf der Basis von GIS-Daten. *ZfV-Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, (zfv 3/2017).

- Koç, A., Yağlı, H., Koç, Y., & Uğurlu, İ.** (2018). Dünyada ve Türkiye’de enerji görünümünün genel değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makina*, 59(692), 86-114.
- Kumar, D., & Shekhar, S.** (2014, December). Computing building rooftop solar potential for photovoltaics. In *ISPRS TC VIII International Symposium on “Operational Remote Sensing Applications: Opportunities, Progress and Challenges”*, Hyderabad, India, December 9 (Vol. 12, p. 2014).
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H. D., & Avcı, E. D.** (2005). Türkiye’de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması. *Yeksem 2005, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, 19-21.
- Kurandt, F.** (1957). *Grundbuch und liegenschaftskataster*. Wichmann.
- Machete, R., Falcão, A. P., Gomes, M. G., & Rodrigues, A. M.** (2018). The use of 3D GIS to analyse the influence of urban context on buildings’ solar energy potential. *Energy and Buildings*, 177, 290-302.
- Majid, S. I. A.** (2000). Benefits and Issues of developing a Multi-purpose cadastre. *International Archives Of Photogrammetry And Remote Sensing*, 33(B4/1; Part 4), 22-29.
- National Research Council (US). Panel on a Multipurpose Cadastre.** (1983). *Procedures and standards for a multipurpose cadastre*. National Academies Press.
- National Research Council.** (1980). *Need for a multipurpose cadastre*. National Research Council Committee on Geodesy.
- Navratil, G., & Frank, A. U.** (2004). Processes in a cadastre. *Computers, Environment and Urban Systems*, 28(5), 471-486.
- Newell, R., Iler, S., & Raimi, D.** (2018). Global Energy Outlook Comparison Methods: 2019 Update. *Resources for the Future*, April, 26.
- Oğulata, R. T.** (2007). Potential of renewable energies in Turkey. *Journal of Energy Engineering*, 133(1), 63-68.
- Pearsall, N. M.** (2017). Introduction to photovoltaic system performance. In *The Performance of Photovoltaic (PV) Systems* (pp. 1-19). Woodhead Publishing.
- Polat, N., & Uysal, M.** (2016). Hava Lazer Tarama Sistemi, Uygulama Alanları ve Kullanılan Yazılımlara Genel Bir Bakış. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 679-692.
- Rahman, A. A., Hua, T. C., & Van Oosterom, P.** (2011, May). Embedding 3D into multipurpose cadastre. In *FIG working week* (pp. 18-22).
- Reddy, A. K., Annecke, W., Blok, K., Bloom, D., Boardman, B., Eberhard, A., & Ramakrishna, J.** (2000). Energy and social issues. *World energy assessment*, 39-60.
- Şahin A. D.** (t.y.). Güneş enerjisi ölçümleri ve fizibilite süreci [PowerPoint slaydı]. İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, İstanbul Erişim adresi: <http://www.solar-academy.com/menus/Gunes->

- Stoter, J. E.** (2004). 3D Cadastre.
- Tapiador, F. J.** (2009). Assessment of renewable energy potential through satellite data and numerical models. *Energy & Environmental Science*, 2(11), 1142-1161.
- Toker, K.** Türkiye’de çeşitlerine Göre Kadastro Süreçlerinin Analizi
- Torun, A. ve Düzgün, ř.** (2013). LİDAR Nokta Bulutundan Veri Yönelimli Teknikle Bina atılarının Yatay Yüzeylerinin ıkarılması, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu, 23-25 Mayıs 2013, KT, Trabzon.
- Turhan, S., & etiner, İ.** (2012). Fotovoltaik sistemlerde performans değerlendirmesi, 6. *Ulusal atı & Cephe Sempozyumu*, 12-13.
- Tüdeş, T., & Bıyık, C.** (1994). *Kadastro bilgisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Werner, E.** (2016). Solar cadastre. *J Young Scientist*, 4, 207-212.
- Xiong, H., Zhou, X., & Shekhar, S.** (2017). Encyclopedia of GIS.
- Yaşayan, A.** (2013). Fotogrametri Ders Notları. *T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını*, (2295).
- Yılmaz, M.** (2012). Türkiye’nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından nemi. *Ankara niversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.
- Yomralıoğlu, T.** (2018). Kadastro ders notları, [PowerPoint slaytı], İT Geomatik Müh. Bölümü, İstanbul
- Zeman, M.** (2012). Photovoltaic systems. *Delft University of Technology*.
- Url-1** <<http://www.necron.com.tr/blog/enerji-nedir>>, erişim tarihi 10.11.2019
- Url-2** <<http://enerjisistemleri.blogspot.com/2010/12/resim-galerisi.html>>, erişim tarihi 10.11.2019.
- Url-3** <<http://avamuh.com/wp-content/uploads/2017/01/kayseri-enerji-kimlik-belgesi-1.jpg>>, erişim tarihi 22.05.2021.
- Url-4** <<https://www.toppr.com/guides/evs/what-if-it-finishes/materials-resources-and-its-classification/>>, erişim tarihi 10.11.2019.
- Url-5** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>>, erişim tarihi 10.11.2019.
- Url-6** <<https://elektriksepeti.com/tuketici-sozlugu/yenilenebilir-enerji>>, erişim tarihi 10.11.2019.
- Url-7** <<https://www.eesi.org/topics/solar/description>>, erişim tarihi 10.11.2019.
- Url-8** <<http://www.alternative-energy-tutorials.com/energy-articles/passive-solar-energy.html>>, erişim tarihi 10.11.2019.

Url-9 <<https://theconstructor.org/building/passive-solar-buildings/15200/>>, erişim tarihi 19.03.2020.

Url-10 <<https://solarsimplified.org/solar-facts-faqs/technologies-applications/item/23>>, erişim tarihi 19.03.2020.

Url-11 <<https://sustainability.williams.edu/green-building-basics/passive-solar-design>>, erişim tarihi 19.03.2020.

Url-12 <<https://www.enerjibes.com/gunes-enerjisi-ile-ev-isitma/>>, erişim tarihi 19.03.2020.

Url-13 <<https://www.slideshare.net/hammadjvd/active-and-passive-solar-energy-system>>, erişim tarihi 19.03.2020.

Url-14 <<https://www.energydepot.com/RPUres/library/Swaterheater.asp>>, erişim tarihi 19.03.2020.

Url-15 <<http://genelmekanik.com/index.php/2018/07/30/pv-enerji-sistmeleri-ve-fotovoltaik-gunes-panelleri/>>, erişim tarihi 06.03.2020.

Url-16 <<https://www.linkedin.com/pulse/fotovoltaik-pv-solar-sistemler-ve-bile%C5%9Fenleri-emre-leblebicioglu>>, erişim tarihi 06.03.2020.

Url-17 <<https://www.cleanenergyreviews.info/blog/2014/5/4/how-solar-works>>, erişim tarihi 06.03.2020.

Url-18 <<https://www.altestore.com/store/solar-power-systems/off-grid-home-solar-power-systems-c567/>>, erişim tarihi 06.03.2020.

Url-19 <<https://sozluk.gov.tr/?kelime=KADASTRO>>, erişim tarihi 23.04.2020.

Url-20 <<https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub11/figpub11.asp>>, erişim tarihi 28.04.2020.

Url-21 <<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/law>>, erişim tarihi 25.03.2020.

Url-22 <<https://edb.adalet.gov.tr/e-book/10-GENELHUKUK.pdf>>, erişim tarihi 25.03.2020.

Url-23 <<https://www.emlaksayfasi.com.tr/tapu/kadastro-nedir-h37041.html>>, erişim tarihi 25.03.2020.

Url-24 <https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/15945e08fb5cdba_ek.pdf>, erişim tarihi 25.03.2020.

- Url-25** <<https://isbasi.com/blog/vergi-nedir-vergi-cesitleri-nelerdir>>, erişim tarihi 26.04.2020.
- Url-26** <http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa>, erişim tarihi 28.05.2020.
- Url-27** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>>, erişim tarihi 28.05.2020
- Url-28** <<https://webapi.teias.gov.tr/>>, erişim tarihi 30.05.2020.
- Url-29** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>>, erişim tarihi 28.05.2020.
- Url-30** <<https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/komur-arama-arastirmalari>
- Url-31** <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FEnerji%20ve%20Tabii%20Kaynaklar%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BC%2FSayf_15.pdf>, erişim tarihi 28.04.2020.
- Url-32** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol>>, erişim tarihi 28.04.2020.
- Url-33** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uranyum-ve-Toryum>>, erişim tarihi 28.04.2020.
- Url-34** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>>, erişim tarihi 28.04.2020.
- Url-35** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>>, erişim tarihi 28.04.2020.
- Url-36** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>>, erişim tarihi 28.04.2020.
- Url-37** <<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/>>, erişim tarihi 28.04.2020.
- Url-38** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>>, erişim tarihi 28.04.2020.
- Url-39** <<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>>, erişim tarihi 28.04.2020.
- Url-40** <http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa>, erişim tarihi 04.05.2020.
- Url-41** <<http://avamuh.com/wp-content/uploads/2017/01/kayseri-enerji-kimlik-belgesi-1.jpg>> erişim tarihi 22.05.2021.
- Url-42** <<https://ekb.semtrio.com.tr/enerji-kimlik-belgesi-nedir>> erişim tarihi 22.05.2021.
- Url-43** <<https://www.enerjikimlikbelgesi.com/wp-content/uploads/2014/04/ekb.png>>, erişim tarihi 15.06.2020.

Url-44 <<https://web.geofly.eu/en/products/solar-cadastre/index.html>>, erişim tarihi 05.06.2020.

Url-45 <<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>>, erişim tarihi 21.05.2020.

Url-46 <<http://www.solarkataster-bremen.de/>>, erişim tarihi 19.05.2020.

Url-47 <<https://www.hamburgenergie.de/geschaeftskunden/oekostrom/solar-direktstrom/>>, erişim tarihi 19.05.2020

Url-48 <<http://geo.osnabrueck.de/solar/>> erişim tarihi 19.05.2020.

Url-49 <https://www.bautechnik-eberl.at/leistungen/energieausweis.html?gclid=Cj0KCQjwnv71BRCOARIsAIkxW9EG5ZgQl-f0_mc5Lk_DFcMM4-lB04yB0spsiqezfxt0HzLxRA9AoEYaaIuoEALw_wcB> erişim tarihi 19.05.2020.

Url-50
<https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/wohnen/1/Seite.210460.html> erişim tarihi 19.05.2020.

Url-51 <<https://www.energieinstitut.at/buerger/bauen-sanieren/energieausweis-2/wie-kann-man-aus-dem-energieausweis-herauslesen/>> erişim tarihi 19.05.2020.

Url-52 <<https://www.energiesparen.be/energieprestatiecertificaten>> erişim tarihi 19.05.2020.

Url-53 <<https://www.energiesparen.be/bouwen-en-verbouwen/epb-pedia/taken-en-verantwoordelijkheden/epb-aangifte-met-epc/epc-bouw>> erişim tarihi 19.05.2020.

Url-54 <<https://www.ademe.fr/diagnostic-performance-energetique>> erişim tarihi 19.05.2020.

Url-55 <<https://www.toutsurlisolation.com/Isolation-thermique/Reglementation-thermique/Diagnostic-de-performance-energetique>> erişim tarihi 19.05.2020.

Url-56 <<https://www.gov.uk/buy-sell-your-home/energy-performance-certificates>> erişim tarihi 19.05.2020.

Url-57 <<https://surveyinggroup.com/dsm-dem-dtm-cbsde-yukseklik-modelleri/>> erişim tarihi 20.05.2020.

Url-58 <<https://woolpert.com/services/geospatial/>> erişim tarihi 20.05.2020.

Url-59

*<[https://www.harris.com/sites/default/files/images/solution/sis_geo_g
eiger_2000x2000.jpg](https://www.harris.com/sites/default/files/images/solution/sis_geo_g
eiger_2000x2000.jpg)> erişim tarihi 20.05.2020*

Url-60 *<<https://www.basarsoft.com.tr/uzaktan-algilama/>> erişim tarihi 03.06.2020*

Url-61 *<<https://www.lrg.tum.de/en/gis/research-areas/cities-and-energy/>> erişim tarihi 04.06.2020.*

Url-62 *<<http://www.solarkataster-bremen.de/>> erişim tarihi 12.06.2020.*

Url-63 *<<https://www.lrg.tum.de/en/gis/research-areas/cities-and-energy/>> erişim tarihi 30.05.2020*

Url-64 *<<https://bimtas.istanbul/lttmDsm.aspx>> erişim tarihi 29.05.2020.*

Url-65 *<<https://www.esri.com/about/newsroom/insider/web-gis-simply/>> erişim tarihi 29.05.2020.*

Url-66 *<<https://www.igi-global.com/dictionary/online-urban-information-systems/32458>> erişim tarihi 29.05.2020.*

Url-67 *<<https://www.wien.gv.at/umweltgut/public/grafik.aspx?ThemePage=9>> erişim tarihi 29.05.2020.*

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Gül Şahin
Doğum Tarihi ve Yeri : 01.02.1995- Ümraniye
E-posta : gulsahin198@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2017, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği
- **Yükseklisans** : 2021, İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Geomatik Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2017 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesinde lisans eğitimini tamamladı.
- 2017 yılında İstanbul Teknik Üniversitesinde Yüksek Lisans eğitimine başladı.
- 2017-2018 yılları arasında Infotech Bilişim ve İletişim Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş. şirketinde çalıştı.
- 2018-2019 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde TUBİTAK-BAP-Afet ve Acil Durum Yönetimleri için 3-Boyutlu Birlikte-Çalışabilir Coğrafi Veri Tabanının Geliştirilmesi Projesi'nde yer aldı.
- Apple İç Mekan Navigasyonu Proje Danışmanlığı yaptı.
- **Lisans Tasarım Projesi**, Kayabaşı Yaylasının Arazi Kullanım Yapısının Zaman İçerisindeki Değişiminin İncelenmesi, 2017.