



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



HASTANELERİN YAPIM SÜREÇLERİNİN
ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE
YENİLENEBİLİR ENERJİ
UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

Enes Furkan ŞİMŞEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASTANELERİN YAPIM SÜREÇLERİNİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

Enes Furkan ŞİMŞEK

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Ali TOR

2023, 68 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Ali TOR

Doç. Dr. Gülnihal KARA

Dr. Öğr. Üyesi Fatma KUNT

Ülkemizde sağlık alanında kalite, verimlilik ve devamlık konularında devlet ve özel sektör eliyle yapılan yatırımlar son yıllarda ivme kazanmıştır. Hastane yapım ve faaliyet dönemlerinde yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılması çevresel sürdürülebilirlik açısından ulusal ve uluslararası mevzuat ve standartlar seviyesinde gerçekleştirilerek sağlık hizmetini güçlendirmektedir.

Bu çalışmada Corbin ve Strauss'un Nitel Veri Analiz Yöntemlerinden Doküman Analizi Metodu kullanılarak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verileriyle Türkiye'de hastane yapımlarında yenilenebilir enerji uygulamalarının çevresel sürdürülebilirliği araştırılmış; uygulanabilen yaklaşımların basit simülasyon yöntemiyle hesaplanan enerji maliyetlerini ilk yatırım bedeli üzerinden işletme döneminde karşılayabileceği pay irdelenmiştir. Buna göre enerji ihtiyacının başta yatak kapasiteleri olmak üzere belirli kriterlere bağlı, değişik sürelerde kullanımı öngörülen ısı sistemlerince karşılanacağı ve bu kullanım miktarının tahmin edilen elektrik tüketiminden bağımsız olarak farklılık göstereceği görülmektedir. Hastane gibi su, elektrik ve ısıtma-soğutma tüketim bedelleri milyar lirayı bulabilen tesislerin, doğru yönetilen sürdürülebilir uygulamalarla kaynak sarfiyatlarını %30' a kadar düşürerek iklim değişikliğine etkilerini azaltılabileceği anlaşılmıştır.

Araştırmalar, yenilenebilir enerji yöntemlerinin kullanılmasının ya da kojenerasyon/trijenerasyon sistemleriyle enerji tasarrufunun sağlanarak yenilenebilir enerji sistemleri ile birlikte bir jeneratörün elektrik ürettiği hibrit sistemlerin uygulanmasının, yüksek kalite ve düşük maliyet başta olmak üzere birçok fayda sağladığını göstermektedir. Bu tür uygulamalarla enerjiyi verimli kullanmanın yanı sıra, fazla enerjinin şebekeye gönderilmesi veya daha sonra ihtiyaç halinde kullanılmak üzere uygun bataryalarda depolanması seçenekleri mümkün olabilmektedir.

Sonuç olarak toplumun sağlıklı bir çevrede yaşam sürmesi için, fosil yakıt kullanımı azaltılarak kabul görmüş tüm standartlarla sürdürülen projelerde ülkemizin refahı çevreci politikaların gündemde tutulması ile sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yenilenebilir enerji, Yeşil hastane

ABSTRACT

MS THESIS

EVALUATION IN THE CONSTRUCTION PROCESS OF HOSPITALS IN TERMS OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND RESEARCHING RENEWABLE ENERGY APPLICATIONS

Enes Furkan ŞİMŞEK

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN ENVIRONMENTAL
ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Ali TOR

2023, 68 Pages

Jury

**Advisor Prof. Dr. Ali TOR
Assoc. Prof. Dr. Gülnihal KARA
Assist.Prof.Dr. Fatma KUNT**

In recent years, investments in the healthcare sector regarding quality, efficiency, and sustainability have gained momentum in our country, with both the government and private sector making significant efforts. The use of renewable energy systems during hospital construction and operation periods enhances environmental sustainability in line with national and international legislation and standards, strengthening healthcare services.

This study explores the environmental sustainability of renewable energy applications in hospital construction in Türkiye, using Corbin and Strauss's Qualitative Data Analysis Method - Document Analysis. The study examines applicable approaches and analyzes the share of operating costs that can be covered by calculating the energy costs through a simple simulation method based on the initial investment costs. The study shows that the energy demand, primarily dependent on criteria such as bed capacity and expected usage times of heating systems, will vary independently of estimated electricity consumption. It has been understood that facilities such as hospitals, whose water, electricity and heating-cooling consumption costs can reach billions of lira, can reduce their impact on climate change by reducing their resource consumption by up to 30% with properly managed sustainable practices.

Research has shown that the use of renewable energy methods or hybrid systems that generate electricity through a generator, alongside renewable energy systems, provides many benefits, such as high quality and low costs, energy savings through with CHP (Combined Heat and Power)/CCHP (Combined Cooling, Heat and Power) systems, and efficient energy usage. Moreover, these applications offer the possibility of sending excess energy to the grid or storing it in suitable batteries for later use.

In conclusion, the implementation of environmentally-friendly policies can enhance our country's prosperity and provide a healthy environment for society by reducing the use of fossil fuels and ensuring adherence to established sustainability standards in all projects.

Keywords: Green hospital, Renewable energy, Sustainability

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın neticelenmesinde ve lisansüstü eğitimi süresince de tecrübeleriyle bana örnek olan; gösterdiği ilgi, yardım ve teşviklerinden dolayı saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ali Tor'a teşekkürü daima bir borç bilirim.

Tez çalışmasında kullanmış olduğum verilerin temini konusunda kamuya açık veri havuzunun oluşturulmasına katkı sağlayan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü personel ve tüm paydaşlarına ve çalışma için gerekli izni veren Sağlık Bakanlığı kurumu yetkililerine teşekkür ederim.

Ayrıca kıymetli anneme, babama, abime ve eşime minnetlerimi sunar, çocuklarım İlya ve Mikail'e güzel ömürlerinde iyilikler dilerim.

Enes Furkan ŞİMŞEK
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	12
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi	13
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	15
2.1. Çevresel Sürdürülebilirlik Kavramı ve Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS)	15
2.1.1. Yeşil Hastane	16
2.1.2. Yeşil Hastane Kriterleri	19
2.2. Çevre ile İlgili Ulusal ve Uluslararası Standart ve Mevzuatlar	23
2.2.1. ISO 14000 Standart Silsilesi	24
2.2.2. Avrupa Birliği (AB) Çevre Politikası	26
2.2.3. Ulusal Mevzuat	27
2.3. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri	29
2.3.1. Güneş Enerjisi	29
2.3.2. Rüzgâr Enerjisi	31
2.3.3. Biyokütle Enerjisi	31
2.3.4. Hidro Enerji	32
2.3.5. Okyanus-Deniz Kökenli Enerjiler	33
2.3.6. Jeotermal Enerji	34
2.3.7. Hidrojen Enerjisi	35
2.4. Bileşik Güç Üretim Sistemleri: Kojenerasyon (CHP) ve Trijenerasyon (CCHP)	36
3. MATERYAL VE YÖNTEM	39
3.1. Yapı Süreci	41
3.2. Sürdürülebilir Uygulamalar	43
3.3. Çevresel Tasarım	46
3.4. Basit Enerji İhtiyacı Simülasyonu	47
3.5. Maliyetlerin Karşılanması	49
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	52

4.1. Araştırma Sonuçları	52
4.1.1. Hastane 1.....	52
4.1.2. Hastane 2.....	52
4.1.3. Hastane 3.....	53
4.1.4. Hastane 4.....	53
4.1.5. Hastane 5.....	53
4.1.6. Hastane 6.....	54
4.2. Verilerin Değerlendirilmesi	55
4.3. Tartışma	56
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	58
6. KAYNAKLAR	61



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C°	: Santigrat derece
CO ₂	: Karbondioksit
CH ₄	: Metan
NO	: Azot monoksit
eşd.	: Eşdeğeri
Mt	: Milyon ton
MW	: Megavat
TEP	: Ton eşdeğer petrol

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
BM	: Birleşmiş Milletler
BOTAŞ	: Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BREEAM	: Bina Araştırma Kuruluşu Çevre Değerlendirme Yöntemi
BS 7750	: British Standard 7750
BSI	: İngiliz Standartlar Enstitüsü
CASBEE	: Yapı Çevre Verimliliği Kapsamlı Değerlendirme Sistemi
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
ÇY	: Çevre Yönetimi
ÇSED	: Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirme
ÇSEP	: Çevresel ve Sosyal Eylem Planı
ÇYS	: Çevre Yönetim Sistemi
DGNB	: Alman Sürdürülebilir Binalar Derneği
EBRD	: Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası
EDS	: Elektrik Depolama Sistemi
EMP	: Çevre Yönetim Planı
ESK	: Entegre Sağlık Kampüsü
FTR	: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
Greenstar	: Binalar için Çevresel Derecelendirme Sistemi
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IISBE	: Uluslararası Çevresel Sürdürülebilir Yapılar Girişimi
IRENA	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
ISO	: Uluslararası Standartlar Teşkilatı
KVC	: Kalp ve Damar Cerrahisi
LEED	: Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik
PTD	: Proje Tanıtım Dosyası
TC 207	: Teknik Komite 207
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
UNCHE	: Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı
UNFCCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
WCED	: Dünya Çevre ve Kalkınma
YGAP	: Yüksek Güvenlikli Adli Psikiyatri Hastanesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Çevre yönetim sisteminin basamak gösterimi	16
Şekil 2.Yeşil hastane yönetim sistemi	17
Şekil 3. PUKÖ ile ISO 14001 arasındaki ilişki	25
Şekil 4. Pasif güneş enerjisi ünitesi	30
Şekil 5. Aktif güneş enerjisi ünitesi	30
Şekil 6. Rüzgâr türbinleri.....	31
Şekil 7. Biyokütle	31
Şekil 8. Hidroenerjiden elektrik üretimi gösterimi	32
Şekil 9. Deniz akıntısı türbini	33
Şekil 10. Jeotermal enerji.....	34
Şekil 11. Hidrojen enerjisi	35
Şekil 12. Kojenerasyon ve Trijenerasyon sistemi.....	36
Şekil 13. Trijenerasyon/Kojenerasyon uygulamaları.....	37
Şekil 14. Bir devlet hastanesi trijenerasyon sisteminin oda içi tasarımı.....	38
Şekil 15. Doküman analizi süreci	39
Şekil 16. Hastane yapımı iş akış şeması	42
Şekil 17. Kaliforniya'daki NASA'ya ait Silikon Vadisi Bina Yapı Bileşenleri.....	46
Şekil 18. Bir hastanenin enerji akış şeması.....	48
Şekil 19. 80 kWA'lık dizel jeneratör ile 80 kWA'lık EDS'nin birim elektrik üretim maliyeti	49
Şekil 20. Şehir hastanesi gece aydınlatması	50
Şekil 21. Güneş panelleri uygulanmış bir hastanenin çatısı	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. İyileştirme öncesi ve sonrası enerji tüketim ve sera gazı emisyon değerleri.	18
Çizelge 2. Türkiye'nin 2000-2021 yılları arasındaki yenilenebilir kaynaklarına ait kurulu gücünün toplam kurulu güç içindeki payının gelişimi.....	20
Çizelge 3. Türkiye'nin 2011 ve 2021 yılları için birincil enerji kaynaklarına göre kurulu gücü.....	22
Çizelge 4. ISO 14000 Ailesi.	25
Çizelge 5. Türkiye'de hastane yapımında bazı çevre yönetmelik bileşenleri	27
Çizelge 6. Yeşil bina ve yeşil olmayan binaların karşılaştırılması	44
Çizelge 7. Yatak başına oluşan toplam atık miktarları	45
Çizelge 8. Atık türleri dağılımı	45
Çizelge 9. Hastaneler sürdürülebilir enerji uygulamaları özet verileri	54
Çizelge 10. Hastaneler sürdürülebilir çevresel yönetim uygulamaları özet verileri.....	54

1. GİRİŞ

Çevre ile ilgili çalışmaların genelinde, en başta artan nüfusa ve getirdiği olumsuzlukların çevreyi ne kadar kirlettiğinden bahsedilmektedir. Ülkeler için çözümün, kalkınmadan vazgeçmeden sürdürülebilir anlayışın oluşturduğu politikaların izlenmesinden geçtiği söylenebilmektedir (Yaylı, 2012). Bu çalışmanın da konusu dâhilinde artan nüfusun beraberinde getirdiği bir ihtiyaç olarak sağlık sisteminin en önemli yapı taşlarından olan hastanelerin yapımında uygulanan çevre yönetimi uygulamalarının hizmet dönemlerinde maliyetleri karşılamadaki payı araştırılarak, yenilenebilir enerji uygulamalarının sağlayacağı avantajlara dikkat çekilmektedir.

Çevreye karşı duyarlılık arttıkça, öncelikle insana ve sonrasında tüm canlı ekosisteme duyarlılık artacak, daha çok saygı duyulmaya başlanacaktır. Yaşadığımız çevrenin kalitesi artarak refah yükselecek, hastaneye başvuran insan sayısı azalan bir grafik çizecektir. Unutulmamalıdır ki; çevre ve sağlık birbirini ilgilendiren iki önemli kavramlardır. Sağlık çalışanları, bir insan daha hasta olmadan önlem almak için çalışırken, çevre mühendisleri de doğada kirlilik daha oluşmadan kaynağında önlemek için çaba sarf ederek sorumluluklarını yerine getirmektedirler. Çevre mühendisleri bu bağlamda birer çevre sağlığı koruyucusu olma görevini üstlenmektedir denilebilir (Erdal vd., 2020).

Bu çerçeveden bakınca, çevre mühendisliği disiplininin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Çevre mühendislerine bu anlamda büyük sorumluluk düştüğü değerlendirilmektedir.

Cevilan (2003), daha önceden ülke politikaları önce kalkınmayı hedeflediği için çevre yönetimi ikinci plana atılmış, daha sonraları bu görüş sürdürülebilir ve çevre bilimiyle ilgili kalkınmanın gerekliliği anlaşıldığından dolayı değişmiş; “önce çevre” düşüncesi ile kalkınmaya odaklanılmıştır demektedir.

Ülkemiz özelinde de gerçekleştirilen birçok uygulamanın yanı sıra, Sağlık Bakanlığı kurumu tarafından tüm hastanelerin yeşil hastaneye dönüşmesinde önemli bir adım atılmış olup, hastanelerin enerji verimliliklerine yönelik bir proje olan “Sağlıkta Enerji Verimliliği (SEVER) Projesi” başlatılmıştır. Bu proje kapsamında diğer paydaş bakanlıklar ile birlikte de “Kamu-Özel Elele Enerji Verimliliğine” projesi başlatılmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2021).

Günümüzde Çevre Yönetim Sistemleri (ÇYS), sadece devletler için değil, firmalar için de birer üstünlük göstergesi haline geldiğinden giderek önemsenmeye başlanmıştır. Ayrıca firmalar ticaretleri sırasında ÇYS uygulamalarıyla mali açıdan avantaj sağladıklarını gördüklerinden rekabet güçlerinin arttığının farkına varmakla beraber kuruluşlarından itibaren faaliyet alanlarında gönüllülük esasına göre hareket etmeyi önemsemeye başlamışlardır.

Dolayısıyla bu uygulamalar günümüzde özel sektör için de vazgeçilmez ekonomik avantajlarıyla ele alınan bir kritik olarak değerlendirilmeye başlamıştır (Babacan, 2010).

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Gelişmekte olan ülkeler için toplumun sağlık ihtiyacı en verimli şekilde karşılanması gereken konular arasında yer almaktadır. Ülkemizde de sürdürülebilir kalkınmanın olabilmesi için, özellikle büyükşehirlerde yüksek yatak kapasiteli hastanelerin yapımı sağlık hizmetinin kalitesini artırmak ve kolaylaştırmak üzere hız kazanmıştır (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2020).

İklim değişikliği sadece bireysel olarak ele alınması gereken bir konu değil, tüm sektörler bazında savaşılmaması gereken bir konudur. Gerekli itina gösterilmeden faaliyet gösteren firmalar, yan ürün olarak ekosistemi kirleten materyaller de üretebilmektedirler. Tüm bu faaliyetler emisyonu da artırarak küresel ısınmaya yol açmaktadır. Üreticilerin hâlihazırda kullandıkları enerji kaynaklarını değiştirerek bundan kaçınabilmeleri mümkün olabilmektedir (Barsbay, 2019).

Ülkelerin önem verdiği doğal kaynak kullanımının sırası, coğrafi koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Bununla beraber gelişmişlik düzeyi ile de ilgili, doğal kaynakların kullanımının tasarrufu gibi konular da birer ölçüt olabilmektedir. Dolayısıyla tüm organizasyonlarda dengeli bir çevre yaklaşımı önemlidir. Çevresel konular tüm sektörlerde ele alındığı gibi, asli görevi sağlık hizmeti vermek olan binaların yapımında da ele alınmalıdır (Barsbay, 2019).

Bu tez çalışmasının amacı, Türkiye’de yapılan hastanelerin yer tesliminden anahtar teslimine kadar geçen periyotta ve sonrası için hasta kabulü ile birlikte hizmete alınan hastanelerin çevre yönetimi uygulamaları açısından bir bütün olarak değerlendirilmesi, tüm bu süreçlerde hastanelerin yenilenebilir enerji uygulamalarının çevresel ve ekonomik olarak sürdürülebilirliği bakımından incelenmesi ve araştırılmasıdır.

Her geçen gün yenilenemeyen enerji kaynakları azalmaktadır. Bu tür kaynakların sınırlılığı, maliyetleri ve ülkemiz doğal kaynakları açısından fosil yakıtlarca zengin olmaması nedeniyle yenilebilir enerjinin önemi artmakta, kullanımı cazip hale gelmektedir (Kambur vd. 2005).

Yapı türleri karakteristiği açısından hastane inşaatlarında yeşil çatı gibi çevreci uygulamalar, mimari kalemelerde enerji tasarrufuna uygun projelendirme, mekanik ve statik projelerde ise sistemlerin çok özel seçimi, bu çalışmanın önemine atıf yapma noktasında

değerlendirilebilir. Bu çalışmada hastanelerde uygulanan ve uygulanacak olan tüm bu çevresel sistemlerin süreç boyunca enerji arzlarına katkısı incelenerek genel olarak ulusal mevzuatlarca uygulanan, ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi Standartları içeriğinde de ifade edilen konuların enerji kullanım verimliliğini artırmaya yönelik prosesleri geliştirmesi ve ülkemiz kaynaklarının verimli kullanılmasına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Kanun yapıcılarca ülkemiz kaynaklarının etkin yönetimi amacıyla 2012 yılında destekleyici bir genelge yayımlanmış olup, 200 yatak ve üzeri kapasitedeki tüm hastanelerde uluslararası yeşil bina sertifika sistemi olan LEED, zorunlu hale getirilmiştir. Dolayısıyla tüm şehir hastaneleri yeşil enerji verimliliğini ölçen uluslararası akredite olan LEED denetimine tabidir. Yeni yapılacak hastanelerde de enerji kullanım verimliliği tedbirleri alınmakta, yeşil çatı gibi çevreci sistemler ile projelendirilmeleri gerekmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2021).

Özcan (2022), çevreci sistemlerin diğer sektörlerdeki gibi sağlık sektöründe de, maliyetlerin azaltılması, kaynakların sürdürülebilirliği, hizmet kalitesinin artırılması, geleneksel arşivleme işlemlerinin azaltılması, kullanılan tüm malzemelerin israfının önlenmesi, kaynakların etkin ve verimli kullanılması gibi tedbirler alınarak inşaat ve işletme dönemlerinde sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlayabileceğini ifade etmiştir.

Sağlık sektöründe özellikle 2013 yılından sonra kamu özel iş birliği finansal modeli ile yapılan Entegre Sağlık Kampüslerinin (ESK) artması, diğer bir ifade ile Şehir Hastanelerinin yapımının hız kazanmasıyla enerji kullanımını artmış, ekonomik olarak önemli bir gider kalemi oluşmuştur (Barsbay, 2019).

Bu çalışmada, hastane yapımında diğer paydaşlara farkındalık oluşturulması amacıyla yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik yönden sağladığı faydalar araştırma konusuna dâhil edilmiş, sonuçları değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Son yüzyılda insanlığın büyük problemlerinden birisi haline gelen çevresel sorunlar, iklim değişikliği ile birlikte sadece insanların değil canlı olan tüm varlıkların yaşamlarını tehdit eder hale gelmeye başlamıştır. Tüm dünyanın bir sorunu olarak artan kirlilik, gün geçtikçe uluslararası bir boyut kazanmaktadır. Böylelikle çevre standartları, ulusal ve uluslararası yasal mevzuatlar olarak uygulamaya alınmaya başlanmıştır. Bu kapsamda Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından yayımlanan standart serisine ISO 14000 serisi denilmektedir. Standartlar, çevresel sürdürülebilirlik açısından muhataplarına kılavuzluk etmektedir ve bunların her birinin sahadaki personele el kitapçığı niteliğinde birer rehber olarak kullanılması tavsiye edilmektedir (TSE, 2015).

ISO 14000 standartları;

-14 Eylül 2015 tarihinde CEN (Avrupa Standartlar Komitesi) tarafından kabul edilen ISO 14001 Çevre Yönetim Standardı,

-ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemleri - Şartlar ve Kullanım Kılavuzu

-ISO 14004 Çevre Yönetim Sistemleri - Prensipler, Sistemler ve Destekleyici Teknikler

-ISO 14020 Çevre Etiketleri ve Beyanları - Genel Prensipler

-ISO 14031 Çevre Yönetimi - Çevre Performans Değerlendirilmesi – Kılavuz

-ISO 14040 Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme - İlkeler ve Çerçeve Standartları gibi standart serilerini içermekte, çevresel yükümlülüklerin karşılanması açısından standartların birer zemine oturtulduğu yönetim sistemlerini barındırmaktadır (TSE, 2015).

Çevre Yönetim Sisteminin temelini oluşturan PUKÖ (Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlemini Al) prensibi, süreklilik oluşturan bir proses sağlamaktadır (TSE, 2015).

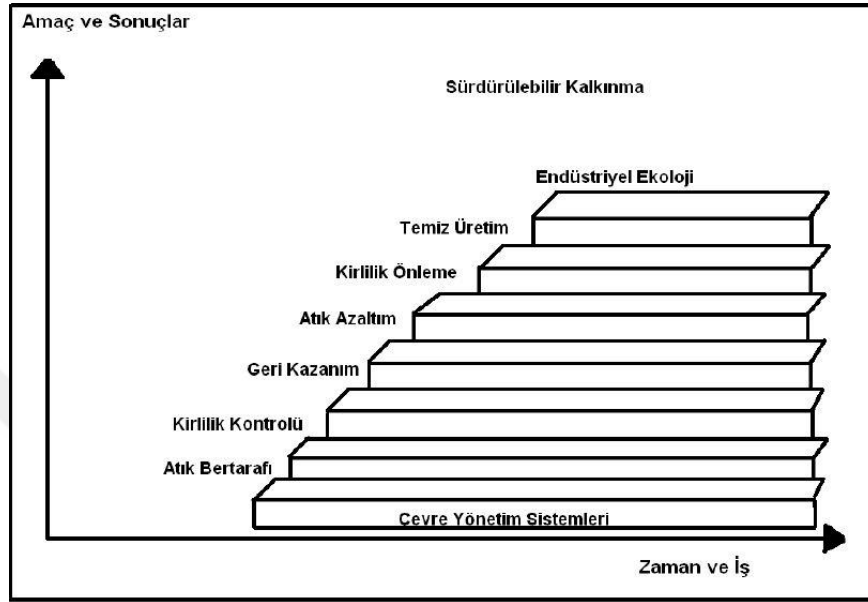
Çevreye verilen zararın en aza indirilmesi için oluşturulmuş, genel olarak mevzuat yükümlülüklerin karşılanmasına paralellik gösteren, ne üretildiği değil nasıl üretildiği ile ilgilenen, sektör ve ölçek gözetmeksizin her işletmeye uygulanabilen ve gönüllük esasına dayalı tüm çevresel sistemler, insanlığın karşı karşıya olduğu çevresel sorunların çözümüne katkı sağlamayı amaçlamaktadır (TSE, 2015).

2.1. Çevresel Sürdürülebilirlik Kavramı ve Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS)

Sürdürülebilirlik kavramı, şimdidekini gelecekteki canlıların gereksinimlerinin farkında olarak tüketmek olarak ifade edilebilmektedir. Unutulmamalıdır ki; çevrenin de her şey gibi belirli bir kapasitesi vardır (Hamner, 1996).

Pek çok çalışma göstermektedir ki; ÇYS sürdürülebilirlikteki tek araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Doğan, 2002; Demirel, 2000; Magretta, 2001; Babacan, 2010).

Sürdürülebilir bir ÇYS'nin daha iyi anlaşılması için Hamner (1996), Şekil 1' de gösterilen basamak sistemini oluşturmuştur.



Şekil 1. Çevre yönetim sisteminin basamak gösterimi (Hamner, 1996; Babacan, 2010)

Oluşturulan bu sisteme doğrudan Çevre Yönetimi Sistemi denememektedir. Merdiven, Çevre Yönetim Sistemi için organizasyonunun basamaklarını ifade eder. Son basamak olan “Endüstriyel Ekoloji ” ye ulaşmak, yöneticilerin çevre bilincine ve isteğine bağlı olarak artmakla birlikte nihai hedefine ulaşmaktadır (Hamner, 1996).

2.1.1. Yeşil Hastane

Verimli teknolojilerin kullanıldığı, bakımı kolay olan, iyileştirilmiş iç ortam hava kalitesine sahip, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılarak yatırımın geri dönüşlülüğünün sağlandığı ve enerjinin verimli yönetildiği hastaneler yeşil hastane olarak adlandırılırlar. Bu hastanelerde atık yönetimi, tehlikeli maddelerin kullanımından kaçınılması, su ve enerji yönetimi ile yenilikçi çevresel yaklaşımlara azami dikkat edilmesi söz konusudur (Terekli vd., 2013).

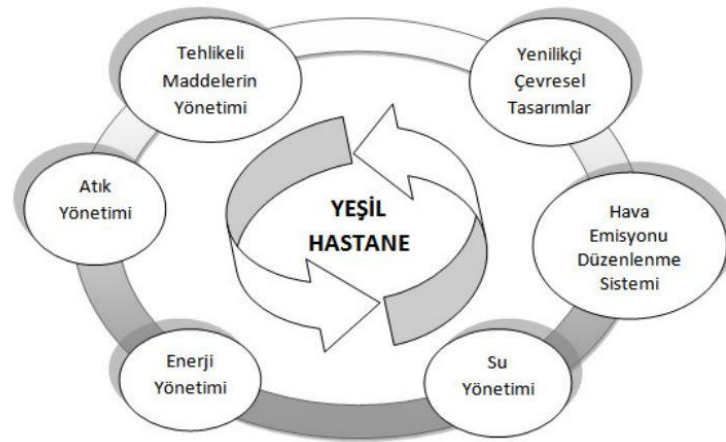
Çevresel sürdürülebilirlik içerisinde, çevreye risk oluşturabilecek atıklar için uygun atık yönetimi ve çevresel yönetim sistemlerinin kullanılması, doğaya olumsuz etkisi olabilecek faaliyetleri minimumda tutmak vardır. Günümüzdeki yeni nesil binaların çoğu ekolojiktir ve

yeşil özelliklere sahiptir. Bu tür binalar geleneksel olarak yapılmış diğer binalardan farklılık göstermektedir. Bunların yapımlarında, küresel ısınmanın etkilerini en aza indirmek için farklı ülkelerde farklı zamanlarda standartlar oluşturulmuş ve inşa edilmeye bu yeni normlarla devam edilmiştir (Barsbay, 2019).

Şenocak ve Bursalı (2018), araştırmasında yeşil binaları,

- Çevreye duyarlı,
- Çevre dostu,
- Çevreye zarar vermeyen,
- Çevreci teknolojiler kullanan binalar olarak ifade etmişlerdir.

Yapımlarında artıkları sıfır tehdit haline getiren, imkânı varsa atık oluşturmeyen, yenilenebilir enerjilerin en son kapasitede kullanıldığı binalar, çevreyi korumada birçok fayda sağlamaktadırlar (Şenocak ve Bursalı, 2018).



Şekil 2. Yeşil hastane yönetim sistemi (Terekli vd. 2013; Environment Science Center, 2003; Carpenter and Hoppszallern, 2010; GE Healthcare, 2008)

Şekilde 2’ de yeşil bir hastanede olması gereken genel çevre yönetim sistemleri gösterilmiştir.

Yeşil hastaneler, aynı zamanda birer yeşil binalardır ve çevreyi korumada gerekli alt yapıya sahiptirler. Hastanelerin yeşil hastane olma serüveninde bazı şartların yerine getirilmesi ve sertifikasyona sahip olmaları gerekmektedir (Barsbay, 2019).

Türkiye’de ilk “Yeşil Hastane” unvanına sahip hastane, İstanbul’daki özel Florence Nightingale hastanesidir (Terekli vd., 2013).

Bu konuda araştırmacılarından Orcan (2021), çalışmasını gerçekleştirdiği hastanenin yeşil hastane ve sürdürülebilir olma yolunda LEED GOLD sertifikası ve EDGE sertifikası alınmasına büyük katkı sağlamış ve bunları çalışmasında sıralamıştır. Buna göre hastanenin 24

saat çalışmasına rağmen %32 oranında enerji verimliliğinin sağlandığını, hastane içinde tüm kalemlerde tasarruf sağlanması amacıyla seçilen malzemelerin nitelikli değerlendirildiğini, LEED sertifikasyon sürecinde önemli bir parametre olan trijenerasyon sistemlerinin verimliliği konusunda da %21 oranında tasarruf sağlandığını belirtmiştir.

Tasarruf açısından yağmur hasadı sisteminin olamaması, böyle bir sistem olması durumunda toplanabilir suyun hastane peyzaj uygulamalarının faydasına kullanabileceği ve su tasarrufu sağlanabileceğini ifade etmiş, aynı şekilde kullanılan güneş panellerinin yetersiz olduğu, uygulamada sayısının artmasından sonra güneşten gelen enerjiyi kullanma oranının yükseleceğini ifade etmiştir (Orcan, 2021).

Sağlık sektörü Bortz (2010)'a göre çevreyi çelik üreticileri kadar kirletmektedir. Cıva ve farmasötik kimyasalların salınımı, sürekli enerji gereksinimi gibi nedenlerle çelik sanayinin yanı sıra petrol rafineri kadar da doğal kaynakları kirletmektedirler.

Bir hastanede Selbaş vd. (2014), çevre konusuna dikkat çekmek istedikleri çalışmalarında 50 yılı aşkın bir süredir kullanılan bir hastane binasının aydınlatma elemanlarının değişimi, baca iyileştirilmesi, kolon ve kirişlerde izolasyon, ısıtılmayan yerlere yalıtım uygulanması, tesisat yalıtımı ve kazan otomasyonu gibi yeşil sürdürülebilir basit iyileştirmelerle binada iyileştirme yapılmasını araştırmış, özet olarak Çizelge 1'de ifade edilmiştir.

Çizelge 1. İyileştirme öncesi ve sonrası enerji tüketim ve sera gazı emisyon değerleri (Selbaş vd., 2014)

İyileştirme Öncesi		İyileştirme Sonrası		FARK
Enerji türü	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/m ² -yıl)	Enerji türü	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/m ² -yıl)	
Doğal gaz	86.34	Doğal gaz	74.10	12.24
Elektrik	123.34	Elektirik	108.31	15.03
Enerji türü	Sera gazı emisyonu (kg CO ₂ /m ² -yıl)	Enerji türü	Toplam emisyon (kg CO ₂ /m ² -yıl)	FARK
Doğal gaz	20.2	Doğal gaz	17.34	2.86
Elektrik	76.1	Elektirik	66.83	9.27

Çizelge 1'den de anlaşılabacağı gibi sonuç olarak basit yeşil bina uygulamalarının bile eski bir binanın enerji gereksinimini (elektrik ve doğal gaz enerji türleri için) toplamda yılda

metrekare başına saatte 27.27 kW ve CO₂ gazı emisyon değeri için 12.13 kg olmak üzere sera gazı salınımını azaltabildiğini ortaya koymuştur (Selbaş vd. 2014).

2.1.2. Yeşil Hastane Kriterleri

Dünyada en çok kullanılan LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) Sertifika Sistemi (World Green Building Council, 2018), Türkiye’de de hastane yapılarının yeşil hastane kriterlerince değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Puanlamaya göre hastaneler gümüş, altın, platin ve sertifikalı yeşil hastane olarak değerlendirilebilmektedir. Değerlendirme Sağlık Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Buna göre 40-49 puan arasındaki hastaneler sertifikalı, 50-59 puan arasındaki hastaneler gümüş sertifikalı, 60-79 puan arasındaki hastaneler altın sertifikalı, 80 ve üzerinde puan alanlar ise platin sertifikalı yeşil hastaneler olmaktadır. Puanlamada binalar, enerji verimliliğini sağlayan ve karbon salınımını azaltan stratejiler temelinde iklim değişikliği, iç mekân kalitesi, kaynak tüketimi ve su kullanımı açısından değerlendirilmektedir (Barsbay, 2019).

Yaygın olarak kullanılan yeşil hastane sertifikasyon sistemleri;

-LEED (Leadership in Energy Efficiency Design),

-BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method),

-DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen),

-IISBE (International Initiative for Sustainable Built Environment),

-Greenstar (Environmental Rating System for Buildings),

-CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency)

olarak sıralanabilir (Anbarcı vd., 2012).

Yeşil bina sertifikasyon sistemleri için yukarıda da bazıları sıralanan farklı türde sistemler olmakla birlikte, bu sistemlerin içerdiği kriterler göz önünde bulundurularak inşa edilen ya da daha önce hâlihazırda inşa edilmiş binaların kriterlere uygun hale getirilmesi sadece çevresel değil, ekonomik ve sosyal yönden de önemlidir. Böylece küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda, en fazla etkiyi gösteren sera gazlarının etkisinin azaltılması da sağlanabilmektedir (Aslan, 2009).

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansına (IRENA) göre sera gazları, başta karbondioksit (CO₂) olmak üzere, su buharı, metan (CH₄) ve azot monoksit (NO) olarak söylenebilmektedir (IRENA, 2018).

Çizelge 2. Türkiye'nin 2000-2021 yılları arasındaki yenilenebilir kaynaklarına ait kurulu gücünün toplam kurulu güç içindeki payının gelişimi (TEİAŞ, 2022)

YENİLENEBİLİR KAYNAKLI KURULU GÜCÜN TÜRKİYE TOPLAM KURULU GÜCÜ İÇİNDEKİ PAYININ YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ (2000-2021)										
YILLAR	BARAJ	D.GÖL VE AKARSU	HİDROELEKTRİK TOPLAM	JEOTERMAL	RÜZGÂR	GÜNEŞ	BIYOKÜTLE *	YENİLENEBİLİR KURULU GÜCÜ	TÜRKİYE TOPLAM KURULU GÜCÜ	YENİLENEBİLİRİN PAYI %
	Birim (Unit) : MW									
2008	12422.8	1405.9	13828.7	29.8	363.7		38.2	14260.4	41817.2	34.1
2007	12262.0	1132.9	13394.9	23.0	147.5		21.2	13586.6	40835.7	33.3
2006	11966.9	1095.8	13062.7	23.0	59.0		19.8	13164.4	40564.8	32.5
2005	11967.4	938.6	12906.1	15.0	20.1		13.8	12955.0	38843.5	33.4
2004	11752.4	893.0	12645.4	15.0	18.9		13.8	12693.1	36824.0	34.5
2003	11752.4	826.3	12578.7	15.0	18.9		13.8	12626.4	35587.0	35.5
2002	11469.4	771.5	12240.9	17.5	18.9		13.8	12291.1	31845.8	38.6
2001	10959.4	713.5	11672.9	17.5	18.9		10.0	11719.3	28332.4	41.4
2000	10501.4	673.8	11175.2	17.5	18.9		10.0	11221.6	27264.1	41.2

2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
23280.4	22925.0	20642.5	20536.1	19.776,0	19558.6	19077.2	16606.9	16142.5	14744.6	13529.3	13067.1	12681.7
8212.2	8058.9	7860.5	7755.3	7.497,1	7122.5	6790.6	7036.3	6146.6	4864.8	3607.7	2764.2	1871.7
31492.6	30983.9	28503.0	28291.4	27.273,1	26681.1	25867.8	23643.2	22289.0	19609.4	17137.1	15831.2	14553.3
1676.2	1613.2	1514.7	1282.5	1.063,7	820.9	623.9	404.9	310.8	162.2	114.2	94.2	77.2
10607.0	8832.4	7591.2	7005.4	6.516,2	5.751.3	4503.2	3629.7	2759.7	2.260.6	1728.7	1320.2	791.6
7815.6	6667.4	5995.2	5062.8	3.420,7	83.5	248.8	40.2					
1642.7	1105.3	791.3	621.9	477,4	363.8	277.1	227.0	178.0	147.3	104.2	85.7	65.0
53234.1	49202.2	44395,3	42264.0	38.751,1	34449.6	31520.8	27945.0	25537.5	22179.5	19084.2	17331.3	15487.1
99819.6	95890.6	91267.0	88550.8	85.200,0	78497.4	73146.7	69519.8	64007.5	57059.4	52911.1	49524.1	44761.2
53.3	51.3	48.6	47.7	45,5	43.9	43.1	40.2	39.9	38.9	36.1	35.0	34.6

* Endüstriyel atık dâhil, atık ısı dâhil değil

Çizelge 2’den anlaşılacağı üzere 21 yılda Türkiye'nin yenilenebilir kaynaklarına ait kurulu gücünün toplam kurulu güç içindeki payı yıllar içerisinde artmaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu (2022), verilerine göre 2020 yılı toplam sera gazı emisyonu 523,9 Mt (milyon ton) CO₂ eşd. (eşdeğeri) olarak hesaplanmıştır. Kişi başı değerler temel alındığında 1990 yılında 4 ton CO₂ eşd. iken aradan geçen 29 yıl ardından 2019 yılında 6,2 ton CO₂ eşd. ve 2020 yılında ise 0,1 ton artarak 6,3 ton CO₂ eşd. olarak hesaplanmıştır.

Bilindiği gibi sera gazı emisyonlarının çok büyük çoğunluğu yenilenemeyen enerji kaynakları olan fosil yakıtların kullanımı sonucu oluşmaktadır (Güner ve Turan, 2017).

Çizelge 3. Türkiye’nin 2011 ve 2021 yılları için birincil enerji kaynaklarına göre kurulu gücü (TEİAŞ, 2022)

YILLAR	KÖMÜR	SIVI YAKITLAR	DOĞAL GAZ	YENİLENEBİLİR +ATIK+ATIK ISI	ÇOK YAKITLI	HİDROELEKTRİK	JEOTERMAL	RÜZGÂR	GÜNEŞ	TOPLAM
2011	12.550	1.300	13.143	125.7	6.810	17.137	114	1.728	-	52.911
%	23.72	2.46	24.84	0.24	12.87	32.39	0.22	3.27	-	100
2021	19.641	1.35	21.502	2.051	4.897	31.492	1.676	10.607	7.815	99.819
%	19.68	0.14	21.54	2.05	4.91	31.55	1.68	10.63	7.83	100

*Birim: MW

Çizelge 3’te Türkiye’nin 2011 ve 2021 yılları arasında birincil enerji kaynaklarına göre kurulu güç gösterilmiştir. Buna göre yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisi payının yıllar içerisinde arttığı gözükmemekte ise de, yenilenemeyen enerjilerden üretilen enerji miktarı yine yıllar içerisinde artmaktadır.

Çizelge 3. incelendiğinde, 2011 yılında 52.911 MW elektrik enerjisinin üretiminde enerjinin, % 23.72’si kömürden, % 2.46 ’si sıvı yakıtlardan, % 24.84’ü doğal gazdan, % 32.39’u hidroelektrikten, % 0.22’si jeotermalden, %3.27’si rüzgâr, enerjisinden, % 0.24’ü biyogaz ve atık kaynaklarından elde edildiği görülmektedir. 2021 yılına gelindiğinde ise 100 MW elektrik enerjisinin üretiminde enerjinin, % 19.68’i kömürden, % 14’ü sıvı yakıtlardan, % 21.54’ü doğal

gazdan, % 31.55'i hidroelektrikten, % 1.68'i jeotermalinden, %10.63'ü rüzgâr enerjisinden, % 2.05'i biyogaz ve atık kaynaklarından elde edildiği görülmektedir.

Yine Çizelge 3'ten toplamda yenilenebilir enerji türlerinin elektrik enerjisini üretmede kullanılması oranının arttığı gözlemlenebilmektedir.

Barsbay (2019) çalışmasında, Türkiye'de enerji üretiminin artmasına rağmen, yenilenebilir enerjilerin artmadığı, buna karşılık yenilenemeyen enerji kaynaklarından doğal gaz kullanımının arttığına değinmiştir.

Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) 2018 yılında yayımladığı rapora göre, rüzgâr ve güneş enerjisinin elektrik enerjisi üretmede payının büyük miktarda artış göstereceği ifade edilmektedir. Gelecek altı yıllık dönemde Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Hindistan gibi ülkelerle birlikte Türkiye'nin Meksika ile birlikte yenilenebilir enerjinin üretiminde büyük pay sahibi olması beklenmektedir. Rüzgâr ve güneş enerjisi ile birlikte biyoenerjide de artış yaşanacağı ifade edilmektedir (Barsbay, 2019).

Gelecek on yıllarda petrol talebinin ve aynı oranlarda sera gazı emisyonları da artacağı varsayılmaktadır (Çoban ve Kılınç, 2015).

Yenilenebilir enerji uygulamaları, ilk yatırım maliyeti açısından henüz arzu edilen seviyede değildir (Güner ve Turan, 2017).

Duyan ve diğerleri (2017), konu ile ilgili çalışmasında Düzce ilinde bir hastanede güneş enerjisi ile elektrik üretilmesinin amaçlandığı bir hastaneye kurulacak sistemin de kendi maliyetini karşılaması açısından belirli bir süreye ihtiyaç duyulacağını, maliyetinin 1 milyon lirayı bulabileceğini ifade etmektedir. Bu sistemin kurulmasında güneşlenme süresi ve ısınım süresi diğer etkenlerdendir. Böyle bir sistemin kurulup faaliyete geçirildiğinde 180 ton yıllık sera gazı emisyonunu azaltabileceği bildirilmiştir.

2.2. Çevre ile İlgili Ulusal ve Uluslararası Standart ve Mevzuatlar

Çevre mevzuatları, tıpkı sağlık tesisleri gibi canlıların sağlığını korumayı hedeflemektedir (Koçak vd., 2021). Bu kapsamda mevzuatlar üç ana başlıkta incelenebilir.

Uluslararası ilgili mevzuatlar ISO (Uluslararası Standartlar Teşkilatı) kapsamında değerlendirilmektedir.

AB (Avrupa Birliği) üyelik sürecinde anlaşmalar, yönergeler, tüzük ve kararlar tüm çevre yönetim sistemlerini karşılamaktadır (REC Türkiye, 2010).

Başta 2872 sayılı “Çevre Kanunu” olmak üzere, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yönetmelikleri, Genelgeler ve Tebliğler ulusal mevzuatlar kapsamına girmektedir.

2.2.1. ISO 14000 Standart Silsilesi

ISO 14000 temelini oluşturan sürece değinildiğinde özellikle son 20 yıldır daha çok gündeme gelen küresel çevresel gelişmeler çerçevesinde ilk olarak, 1972 tarihinde Stockholm’de Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı (UNCHE) yapılmıştır. Bu konferansta, gelecek nesillerin durumu, yenilenemez enerji kaynaklarının yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, atıklar ve geri dönüşüm, ekonomik modellerin çevreye entegre edilmesi gibi başlıca ilkeler belirlenmiştir. Ayrıca tüm insanlığın onurlu bir hayat sürdürmesi gerektiği konusuna dikkat çekilmiştir (Çaça, 2016).

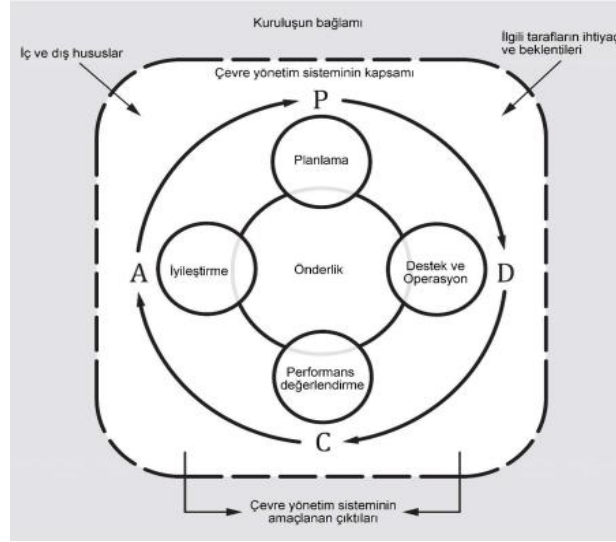
1983 yılında Dünya ve Çevre Kalkınma Komisyonu Norveç’te kurularak “Ortak Geleceğimiz” raporu yayımlanmış, kalkınmada sürdürülebilirlik vurgulanmıştır. Yine Rio’da 1992 yılında yapılan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında Gündem 21 adında bir bildiri yayımlanmış, gelişmede çevreyi temel alan milletlerarası anlaşmalara önemli bir zemin oluşturulmuştur. Nihayetinde 21 Mart 1994 tarihinde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) yürürlüğe girmiş ancak sera gazı salınımının azaltılması ile ilgili sözleşmenin herhangi bir bağlayıcılığı olmadığından, Japonya’nın Kyoto kentinde 1997 yılında 160 ülkeyi kapsayan bir protokol imzalanmıştır. Günümüzde de yürürlükte olan “Kyoto Protokolü” şimdiye kadar olan en geniş kapsamlı çevre anlaşmasıdır (Çaça, 2016).

Tüm bu gelişmeler ile birlikte ilk olarak 1947’de kurulan ISO çerçevesinde, İsviçreli sanayici Stephan Simdheiny 1992’de "Sürdürülebilir Kalkınma için İş Konseyi'ni oluşturmuş, bununla birlikte ISO ile çevre standartlarını tartışma kararı alınmıştır. ISO tarafından Çevre Yönetimi Standartları hazırlamak üzere 1993’te TC 207 Komitesi oluşturulmuştur. Bir yıl sonrasında İngiliz Standartlar Enstitüsü BSI tarafından yayımlanan BS 7750 taraflarca benimsenerek 1996 yılında ISO tarafından ISO 14001 yayımlanmıştır. ISO 14001 tekrar 1997 yılında revize edilmiştir. ISO tarafından 15 Kasım 2004 tarihinde halen yürürlükte olan ISO 14001 standardı son haliyle yayımlanmıştır (Usta, 2001).

ISO içerisinde yer alan komite çalışmalarını, Türk Standartları Enstitüsü de bir çalışma grubuyla takip etmiştir. Söz konusu çalışma grubu 1996’da ISO’nun yayımladığı ISO 14000 çevre yönetiminin önemli yönlerini tanımlamaya çalışan bu standardı, Türk Standartları olarak kabul edip yayımlamıştır (Bektaş, 2005).

ISO 14000 dünya çapında kabul görmüş en geniş standart silsilesi olarak benimsenmiş, diğer çalışmalar ise sadece Avrupa Birliği’nde dikkate alınmıştır (Çaça, 2016).

Son versiyonda yer alan süreç odaklı; planla, uygula, kontrol et ve önlem al (PUKÖ) döngüsü Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. PUKÖ ile ISO 14001 arasındaki ilişki (TSE, 2015)

Çizelge 4 ise ISO 14000 standart silsilesini (ailesini) göstermektedir.

Çizelge 4. ISO 14000 Ailesi (McKay ve Ng, 1998; Babacan, 2010).

ISO 14000	ÇYS- Prensipler Genel Kılavuz- Sistemler ve Destekleyici Teknikler
ISO 14001	ÇYS- Özellikler ve Kullanım Kılavuzu
ISO 14004	Çevre Yönetimi- Çevre Yönetim prensipleri Kılavuzu- Sistemler ve Destekleyici Teknikler
ISO 14010	Çevre Denetleme Kılavuzu-Genel prensipleri
ISO 14011	Çevre Denetleme Kılavuzu-Denetimi Usulleri-Kısım I:ÇYS nin Denetlenmesi
ISO 14012	Çevre Denetleme Kılavuzu-Çevre Denetçilerinin Haiz olması Gereken Özellikler
ISO 14013	Çevre Denetleme Kılavuzu-ÇYS Denetim Programlarının Yönetimi Metodolojileri
ISO 14014	Başlangıç Çevresel Gözden Geçirme Kılavuzu
ISO 14015	Çevresel Yer Değerlendirme Kılavuzu
ISO 14020	Çevre İle İlgili Etiketlemenin Temel prensipleri
ISO 14021	Çevresel Etiketleme-Çevresel Terimler ve Tanımlamalar
ISO 14022	Çevresel Etiketleme-Semboller
ISO 14023	Çevresel Etiketleme-Test etme ve Doğrulama
ISO 14024	Çevresel Etiketleme-Prensipler Kılavuzu, Uygulama ve Çok yönlü Kriterleri Belgeleme Prosedürleri
ISO 14030	Çevre Performans Değerlendirme
ISO 14031	Çevresel Etki Değerlendirmesi Kılavuzu
ISO 14040	Çevre Yönetimi-Hayat Boyu Değerlendirme-Genel Prensipler ve Yapı
ISO 14041	Çevre Yönetimi-Hayat Boyu Değerlendirme-Amaç Tanımı/Olanak ve Uyum Analizi
ISO 14042	Çevre Yönetimi-Hayat Boyu Değerlendirme-Etki Değerlendirme
ISO 14043	Çevre Yönetimi-Hayat Boyu Değerlendirme-Düzeltilme Değerlendirme (veya Değerlendirme ve Yorum)
ISO 14050	Terimler ve Tanımlar
ISO 14060	Ürünlerin Çevresel Yönlerinin Ürün Standartlarına Dahil Edilmesiyle İlgili Kılavuz

2.2.2. Avrupa Birliği (AB) Çevre Politikası

Avrupa Birliği (AB), kendi ifade ettiği şekilde sürekli geliştirilen dünyanın en yüksek çevre standartlarından bazılarına sahip ve izlediği politika ile ekonomisinin daha çevre dostu olmasına yardımcı olan, Avrupa'nın doğal kaynaklarını koruyan ve böylece AB'de yaşayan insanların sağlık ve esenliğini koruyan bir süreç izlediğini taahhüt etmektedir (European Comission, 2022).

AB çevre politikaları ve mevzuatı, iklim değişikliği, sürdürülemez tüketim ve üretimin yanı sıra çeşitli kirlilik biçimleri başta olmak üzere birçok ciddi zorlukla karşı karşıya olunan günümüzde doğal yaşam alanlarını korumayı, havayı ve suyu temiz tutmayı, atıkları uygun şekilde bertaraf etmeyi ve zehirli kimyasallar hakkında çalışmalar yapmayı taahhüt ederek işletmelerin sürdürülebilir bir ekonomiye doğru ilerlemesine yardımcı olmaya çalıştığını belirtmektedir (European Comission, 2022).

Paris Anlaşması başta olmak üzere iklim değişikliği konusunda AB, iklimle ilgili uluslararası müzakerelerde öncü rol üstlenerek iklim politikalarını ve stratejilerini formüle etmekte ve uygulamaktadır. Bu bağlamda, AB ülkeleri önümüzdeki yıllarda çeşitli hedeflere ulaşma konusunda mutabık kalmışlardır. AB, diğer politika alanlarında (örneğin ulaşım ve enerji) iklim endişelerinin dikkate alınmasını sağlamaya çalışır ve aynı zamanda düşük karbonlu teknolojileri ve uyum önlemlerini teşvik etmeye çalışmaktadır (European Comission, 2022).

AB çevre politikası, Avrupa Birliği'nin İşleyişine İlişkin Antlaşma'nın 11. ve 191-193. Maddelerine dayanmaktadır. 191. Madde uyarınca, iklim değişikliğiyle mücadele, AB çevre politikasının en önemli hedefidir. Bu hedef sürdürülebilir kalkınma, çevrenin kalitesinin yüksek düzeyde korunması ve iyileştirilmesi (Avrupa Birliği Antlaşması'nın 3. Maddesi) taahhüdünde bulunarak AB için kapsayıcı olmaktadır (European Comission, 2022).

AB, Küresel İklim Değişikliği İttifakı Çevre ve İklim Eylemi Programı (2021-2027), iklim ve enerji için AB politika çerçevesi (2020-2030) gibi projeleri ile çevre konusunda büyük hibeler ayırmakta, programlara uyulması faaliyet gösteren kuruluşlarca mali fayda sağlayacağından, çevreci yaklaşımlara teşvik artırılmaktadır (Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu, 2022).

Kirleten öder ilkesi, çevrenin kirlenmesi şüphesi varsa bilimsel çalışmanın gerekliliğine dayanan ihtiyat ilkesi, kaynakta önleme ilkesi, işbirliği ve bütünleyici olma ilkeleri AB çevre politikalarının temelini oluşturmaktadır (Aydın ve Çamur, 2017).

Ülkemizde Dış İşleri Bakanlığı (2018), AB üyelik sürecini kapsamında, AB mevzuatlarında yer alan yükümlülöklere uymayı diğler paydaş bakanlıklarla birlikte koordine etmektedir.

2.2.3. Ulusal Mevzuat

Çevre Mühendisleri Odası (2018), bir meslek odası olarak ulusal çevre mevzuatı ile ilgili Kanun, Kanun Hükmünde Kararnameler, Tüzükler, Tebliğler, Yönetmelikler ve Genelgeler olmak üzere başta 2872 sayılı Çevre Kanunu ve çevre ile ilgili 20’den fazla kanun, 70’den fazla yönetmelik, 50’den fazla tebliğ, birçok genelge olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 5. Türkiye’de hastane yapımında bazı çevre yönetmelik bileşenleri (Koçak vd., 2021)

Yönetmelik	Resmi Gazete Tarih - Sayı
Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliğı	25.11.2014 – 29186
Stratejik Çevresel Değerlendirme Yönetmeliğı	08.04.2017 – 30032
Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliğı	10.09.2014 – 29115
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Döner Sermaye İşletmesi Yönetmeliğı	28.12.2011 – 28156
Çevre Etiketli Yönetmeliğı	19.10.2018 – 30570
Çevre Yönetimi Hizmetleri Hakkında Yönetmelik	30.07.2019 – 30847
Çevre Denetimi Yönetmeliğı	21.11.2008 – 27061
Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik	02.03.2019 – 30702
Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğı	02.03.2019 – 30702
Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliğı	22.05.2012 – 28300
Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliğı	22.05.2012 – 28300
Atık Yağların Yönetimi Yönetmeliğı	21.12.2019 – 30985
Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik	26.03.2010 – 27533
Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik	06.10.2010 – 27721
Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliğı	06.06.2015 – 29378
Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğı	18.03.2004 – 25406
Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelik	31.12.2019 – 30995
Atık Yönetimi Yönetmeliğı	02.04.2015 – 29314
Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik	30.12.2009 – 27448
Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliğı	25.11.2006 – 26357
Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkındaki Yönetmelik	27.12.2007 – 26739
Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğı	25.01.2017 – 29959
Maden Atıkları Yönetmeliğı	15.07.2015 – 29417
Maden Atıkları Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik	16.07.2016 – 29772
Sıfır Atık Yönetmeliğı	02.07.2019 – 30829

Bazı Akaryakıt Türlerindeki Kükürt Oranının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik	06.10.2009 – 27368
Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği	04.06.2010 – 27601
Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği	06.06.2008 – 26898
Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği	07.02.2009 – 27134
İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik	24.07.2010 – 27651
Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Yönetmeliği	19.07.2013 – 28712
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği	03.07.2009 – 27277
Maddelerin ve Karışımların Fiziko-kimyasal, Toksikolojik ve Ekotoksikolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Uygulanacak Test Yöntemleri Hakkında Yönetmelik	11.12.2013 – 28848
Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik	11.12.2013 – 28848
Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik	13.12.2014 - 29204
Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Hakkında Yönetmelik	23.06.2017 – 30105
Kalıcı Organik Kirleticiler Hakkında Yönetmelik	14.11.2018 – 30595
Atıksu Altyapı ve Evsel Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul ve Esaslara İlişkin Yönetmelik	27.10.2010 – 27742
Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	31.12.2004 – 25687
Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik	08.06.2010 – 27605
Çevre Gelirlerinin Takip ve Tahsili ile Tahsilat Karşılığı Öngörülen Ödeneğin Kullanımı Hakkında Yönetmelik	03.04.2007 – 26482
Çevre Kanununa Göre Verilecek İdari Para Cezalarında İhlalin Tespiti ve Ceza Verilmesi ile Tahsili Hakkında Yönetmelik	03.04.2007 – 26482
Yüksek Çevre Kurulu ve Mahalli Çevre Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına İlişkin Yönetmelik	03.08.2013 – 28727
Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik	17.05.2014 – 29003
Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik	07.04.2017 – 30031
Binalar ile Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliği	12.06.2022 – 31864

Çizelge 5’te hastane yapımları ile ilgili uyulması gereken bazı çevre yönetmelik bileşenleri gösterilmiştir.

Ülkemizde çevre ile ilgili mevzuatlar sürekli gelişmektedir, halen canlıdır. Tüm bu mevzuatların halk sağlığını, çevreyi korumak ve sürdürülebilir refah bir yaşam sürdürülebilmesi için gerekli olduğu ifade edilmiştir (Koçak vd., 2021).

2.3. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri

Doğada enerji oluşturulamaz veya yok edilemez, ancak şekli değiştirilebilmektedir. Elektrik üretilirken yeni bir enerji üretilmemekte, aslında bir enerji formu başka bir forma dönüştürülmektedir (U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation Power Resources Office, 2015).

Enerji kaynakları kullanılışları ve dönüştürülebilirliklerine göre sınıflandırılıp adlandırılmaktadır. Dönüştürülebilirliklerine göre yenilenebilir ve yenilenemez; kullanılışlarına göre ise, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, hidro enerji, hidrojen enerjisi ve okyanus-deniz kökenli enerjiler olarak sıralanabilmektedir (Koç ve Kaya, 2015).

Yenilenebilir enerji kaynakları tükenmezler. Geniş bir coğrafyaya dağılmakla beraber tüm bu kaynaklar doğal süreçlerle hızla yenilenmektedir. Bu tür enerjiler çevre kirliliği sorunu oluşturmamaktadır. Yenilenebilir kaynak kullanmanın temel avantajlarından bir tanesi de, yıl boyunca kullanılabilir olmasıdır. Tek seferlik bir yatırımla, çevreyi etkilemeden onlarca yıl boyunca enerji elde edilebilir (Alrikabi, 2014).

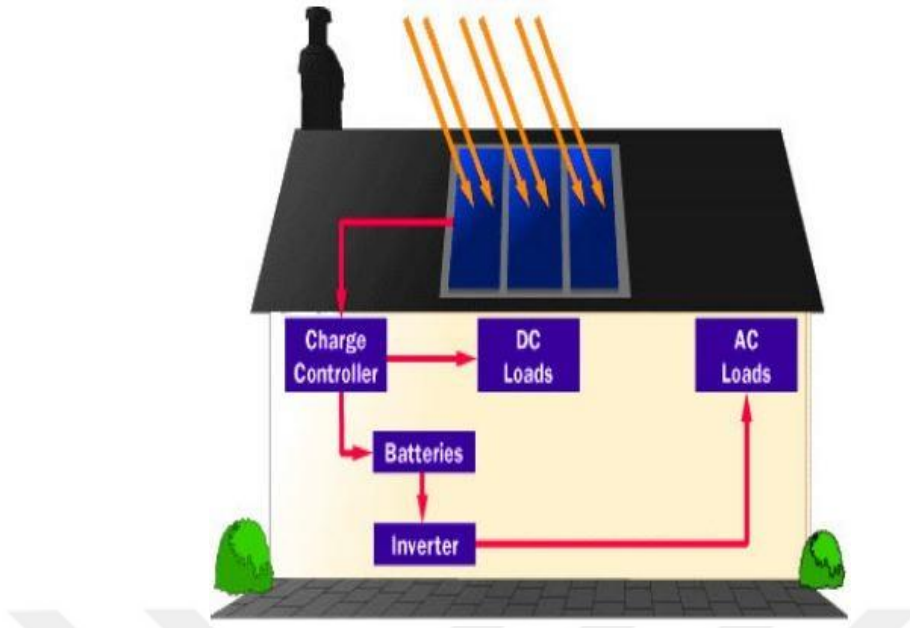
Diğer alt başlıklarda tüm yenilenebilir enerji türleri ile ilgili kısaca literatür bilgisi verilmiştir.

2.3.1. Güneş Enerjisi

En büyük potansiyele sahip temiz enerji, güneş enerjisidir. İnsanların yıllık ihtiyaç duyduğu ticari toplam enerjiden 200 kat fazladır (Verghese, 1998).

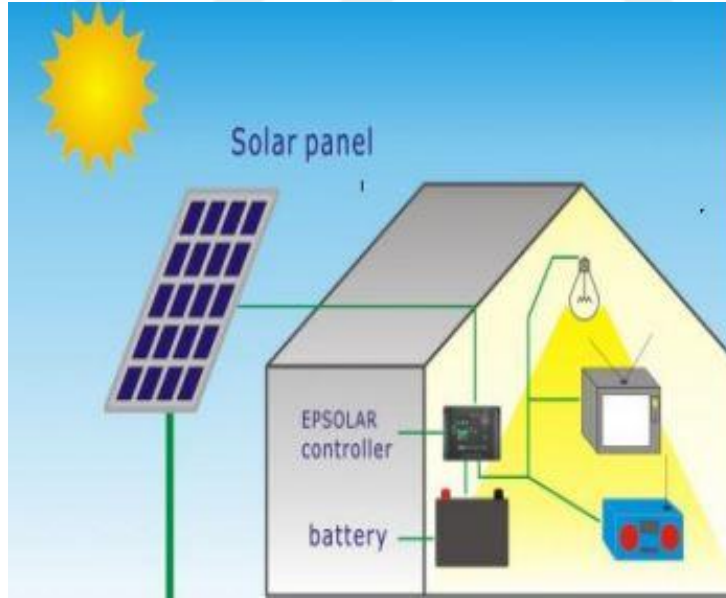
Önümüzdeki on yıllarda, güneş enerjisi kurulu gücünün, enerji maliyetlerini %50 oranından daha fazla azaltacağı tahmin edilmektedir. Güneş enerjisi pasif ve aktif güneş enerjisi olmak üzere iki şekilde sınıflandırılarak kullanılabilir (Alrikabi, 2014).

Pasif güneş enerjisi, güneşten gelen termal enerjilerin doğrudan veya dolaylı olarak kullanılmasıdır. Şekilde 4'te gösterildiği gibi, pasif enerji sadece yapılarda kullanılabilir.



Şekil 4. Pasif güneş enerjisi ünitesi (Alrikabi, 2014)

Binanın coğrafi konumunun güney cephesine bakması bu enerjiden maksimum fayda sağlamak için önemlidir. Termal güneş kolektörleri ile güneş enerjisi depolanarak diğer ünitelere geçmektedir. Bu sayede kullanım suyu için ısınma elde edilmiş olmaktadır (Cline, 1992).



Şekil 5. Aktif güneş enerjisi ünitesi (Alrikabi, 2014)

Aktif güneş enerjisi kullanımı ise Şekil 5'teki gibi, güneşin elektromanyetik radyasyonundan elektrik üretiminde faydalanılmasıdır. Bu yöntemde enerji kullanım amacına göre güneş çipleri ya da lityum bataryalarda depolanmaktadır (Alrikabi, 2014).

2.3.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi depolanamayan bir enerji türü olduğu için bu tür bir enerjiyi toplamamanın bir yolu yoktur. Bu yüzden uygun bir alana konumlandırılan rüzgâr türbinleri vasıtasıyla enerji üretmek söz konusu olmaktadır. Bu amaçla 30 metre yüksekte 5-30 metre kanat çapına sahip yatay ya da dikey eksenli türbinler kullanılabilmektedir (Alrikabi, 2014).

Şekil 6' da rüzgâr türbinlerinin genel görünümü verilmiştir.



Şekil 6. Rüzgâr türbinleri (Ataman, 2007)

Kanatları hareket ettiren rüzgâr, bir elektrik jeneratörüne iletilerek mekanik güce dönüştürülür. Rüzgâr türbinleri daha çok saatte ortalama 22 km rüzgâr hızı ile verimli çalışmakta iken, saatte 22 km altındaki hızlarda çalışmamaktadır (Alrikabi, 2014).

Günümüzde daha çok yatay eksenli 50-350 kW enerji üreten 5-30 metre çaplı türbinler üretilmektedir (Alrikabi, 2014).

2.3.3. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisinin kaynağını insan atıkları, bitkiler ve hayvanlar oluşturmaktadır. Güneş enerjisi kimyasal bağlarla organik maddelerde depolanmakta ve yanma, sindirim gibi olaylar ile kullanılmak üzere açığa çıkmaktadır. Biyokütle enerjisi böylelikle elde edilmektedir (Alrikabi, 2014).



Şekil 7. Biyokütle (Ataman, 2007)

Şekil 7’de bir örneği gösterilen biyokütle su ile karıştırılır ve hava geçirmez bir tankta saklanır. Biyokütle anaerobik çürütme ile dönüştürülür. Bu süreçte fakültatif bakteriler oksijen yokluğunda organik materyali parçalayarak metan ve karbondioksit üretirler.

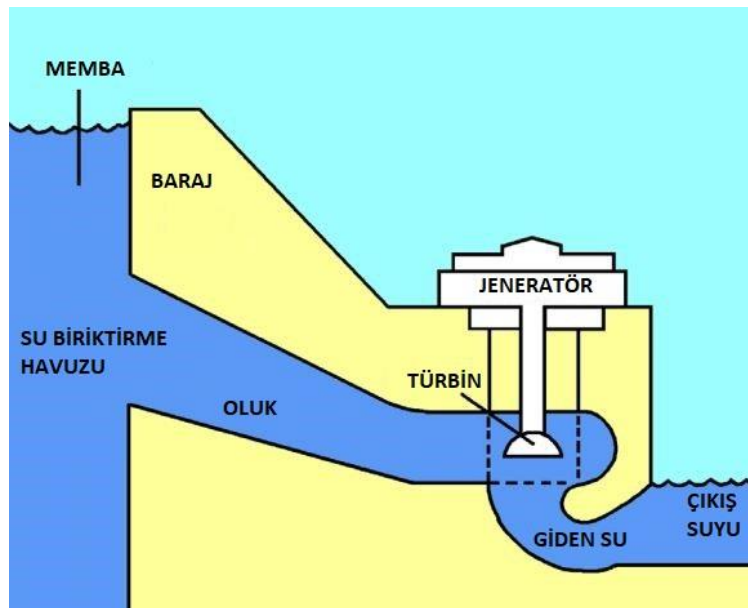
Bu yöntemi kullanarak toplam enerjinin %70’ i kullanılabilir enerjiye dönüştürülebilmektedir (Alrikabi, 2014).

Biyodönüşüm, çevreyi kirletmeyen, çevreye duyarlı ve uygun maliyetli bir süreçtir (Alrikabi, 2014).

Alrikabi (2014), günde yaklaşık 4800 birim kW elektrik üreten bir tesisi çalışması kapsamında değerlendirmiştir. Söz konusu tesis biyokütleden elde edilen, %65 metan ve %35 karbon dioksit içeren bir gazı uygun bir depoda daha sonra kullanılmak üzere saklayarak elektrik enerjisi üretebilme kabiliyetine sahiptir.

2.3.4. Hidro Enerji

Hidro enerji ya da hidroelektrik güç, hareket halindeki sudan gelir. Güneş, yeryüzüne suyunu veren hidrolojik döngüye güç verdiği için, bir güneş enerjisi biçimi olarak da görülebilir. Kısaca doğadaki su döngüsü suyun yenilenebilir bir kaynak olmasını sağlamaktadır, denilebilmektedir (U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation Power Resources Office, 2015).



Şekil 8. Hidroenerjiden elektrik üretimi gösterimi (U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation Power Resources Office, 2015)

Şekil 8’de hidroenerjiden elektrik üretimi gösterilmiştir. Elektrik üretmek için suyun hareket halinde olması gerekir. Bu kinetik (hareket eden) enerjidir. Akan su bir türbinde kanatları döndürdüğünde, mekanik (makine) enerjisine dönüşür. Türbin, daha sonra bu mekanik enerjiyi başka bir enerji formuna dönüştürmek için, elektriğe dönüştüren jeneratör rotorunu döndürür. Su, ilk enerji kaynağı olduğundan, buna hidroelektrik güç veya kısaca hidroelektrik denilmektedir (U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation Power Resources Office, 2015).

Hidroelektrik, hidroelektrik santral adı verilen tesislerde üretilir. Bazı enerji santralleri nehirler, akarsular ve kanallar üzerinde bulunur, ancak güvenilir bir su temini için barajlara ihtiyaç vardır. Barajlar sulama, evsel ve endüstriyel kullanım ve enerji üretimi gibi amaçlarla daha sonra serbest bırakılmak üzere suyu tutarlar. Bu rezervuar, bir pil gibi davranır ve güç üretmek için gerektiğinde serbest bırakılacak suyu depolar (U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation Power Resources Office, 2015).

2.3.5. Okyanus-Deniz Kökenli Enerjiler

Denizlerin yüzey ve derinliklerindeki ısı farkından dolayı oluşan akıntıların gücü, rüzgâr türbinlerindeki benzer bir şekilde mekanizmayı döndürerek bir jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüşmektedir. Bu yöntem, rüzgâr enerjisinden daha yeni bir yöntem olarak deniz dalgalarının enerjisine dayanmaktadır (Ataman, 2007).

Şekil 9’da deniz akıntısı gücüyle elektrik enerjisi üretilen bir türbin gösterilmiştir.



Şekil 9. Deniz akıntısı türbini (Ataman, 2007)

Daha çok Avrupa'daki ülkelerin yararlandığı bu yöntemde, gel-git yani suların yükselip alçaldığı noktalara santraller kurulmaktadır. Bu noktalar kıyılar, ırmak ağızları ya da deniz kenarları olabilmektedir (Ataman, 2007).

1966 yılında Fransa'da inşa edilen ve 240 MW kurulu güçte, türbinleri ters dahil olmak üzere dönebilen bir tesis bulunmaktadır. Bu tesis 24 pervaneli bir türbin yardımı ile ters akıntıda dahi elektrik enerjisi üretebilmektedir (Ataman, 2007).

Okyanus-deniz kökenli enerjiler, diğer yenilenebilir enerjiler gibi düzenli dağılıma sahip değildirler. Diğer yenilenebilir kaynaklar gibi dalga enerjisi ile elektriğin üretildiği bu tesisler dünyada düzenli dağılıma sahip olamazlar da, avantajları dezavantajlarından daha ağır basmaktadır (Ataman, 2007).

2.3.6. Jeotermal Enerji

Dünyanın derinliklerinden gelen ısıya jeotermal enerji adı verilmektedir. Kaynağı dünyanın magma adı verilen sıcak kaya parçacıklarına kadar uzanabilmektedir (Ataman, 2007).



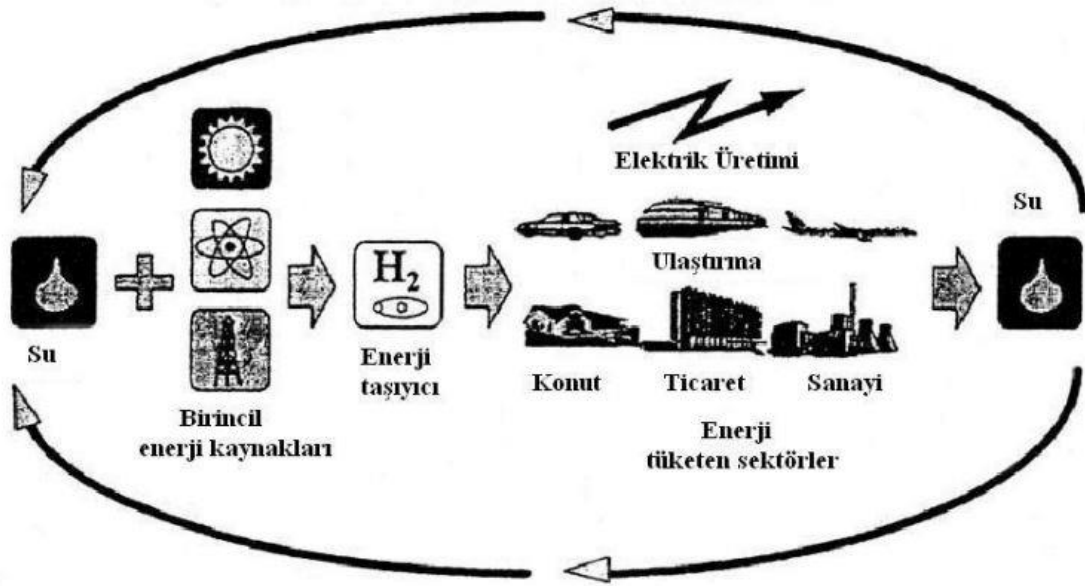
Şekil 10. Jeotermal enerji (Ataman, 2007)

Şekil 10' da jeotermal enerjinin yeryüzüne ulaşması gösterilmiştir.

Bu sistemde, bir ısı pompası kışın ısıyı ısı eşanjöründen alır ve bunu iç hava dağıtım sistemine pompalayarak binaları ısıtır. Yazın ise tersine sistem işleyerek ısı pompası, ısıyı iç ortam havasından ısı eşanjörüne taşımaktadır (Ataman, 2007).

2.3.7. Hidrojen Enerjisi

Doğada en çok bulunan elementlerden biri olan hidrojenin, 18. yüzyılda yanabilme özelliği keşfedilmiş, daha sonra enerji elde edilebilirliği anlaşılmıştır. Sıvı hali gaz halinden yaklaşık olarak 700 kat daha az yer kaplamakta ve doğal gazın 2.1 kilosunun verdiği enerjiyi 1 kilo hidrojen verebilirken bu özelliği sayesinde birim kütlesi bilinen en yüksek enerjiye sahip element olarak yer almaktadır (Ataman, 2007).



Şekil 11. Hidrojen enerjisi (Momirlan ve Veziroğlu, 2002)

Şekilde 11’ de hidrojen enerjisi ve hidrojen enerjisinin kullanılabileceği alanlar gösterilmiştir. Hidrojen enerjisi, genel olarak başka bir kaynaktan üretilen elektriğin elektroliz yoluyla üretilmesi esasına dayanır. Örneğin güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi sonucu üretilen elektrikten, elektroliz yoluyla enerji üretilmesi sonucu herhangi bir emisyon söz konusu olmadan yüksek enerjili hidrojen üretilir. Böylece taşıma sistemleri ile kullanılacağı birime iletilerek temiz enerji kaynağı olmaktadır. Ayrıca bu sistemde fazla üretilen elektrik enerjisi depolanabilir ve enerjinin boşa harcanmaması da büyük bir avantaj olarak söylenebilir (Ataman, 2007).

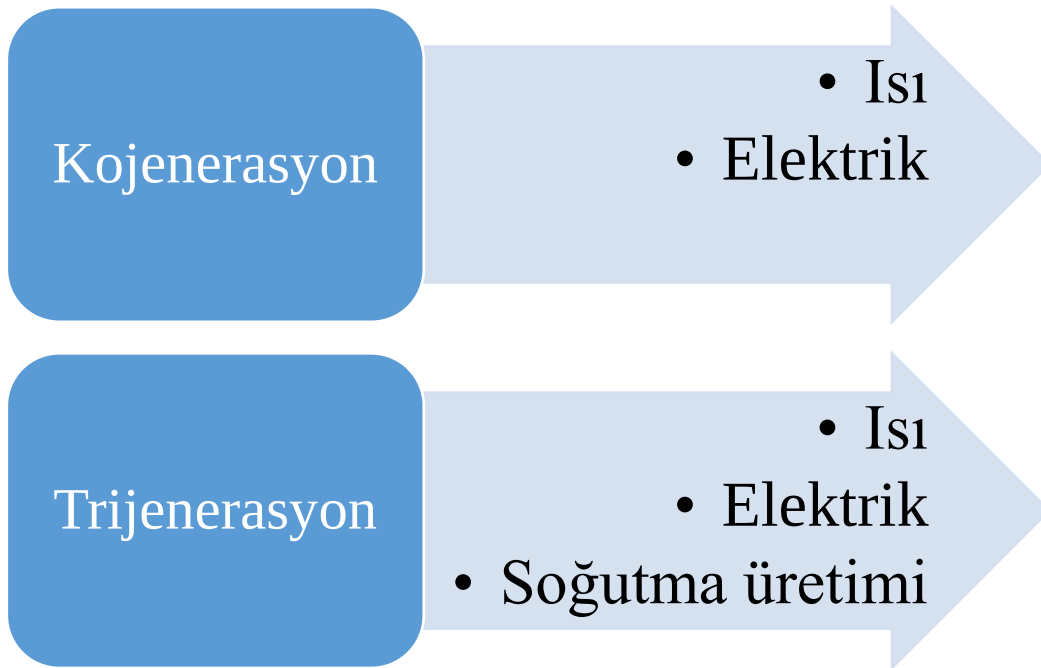
Hidrojen enerjisi sistem maliyetinin çok yüksek (diğer yakıtlardan yaklaşık olarak 3 kat) olması nedeniyle günümüzde fazla tercih edilen bir yöntem olmamakta, alternatif diğer yöntemler tercih edilmektedir. Bununla beraber bu yöntem maliyet sorunu ortadan kalktığında

verimlilik, güvenilirlik ve çevreci olması gibi özelliklerinden dolayı ileride çokça tercih edilecek bir yöntem olarak değerlendirilebilmektedir (Ataman, 2007).

2.4. Bileşik Güç Üretim Sistemleri: Kojenerasyon (CHP) ve Trijenerasyon (CCHP)

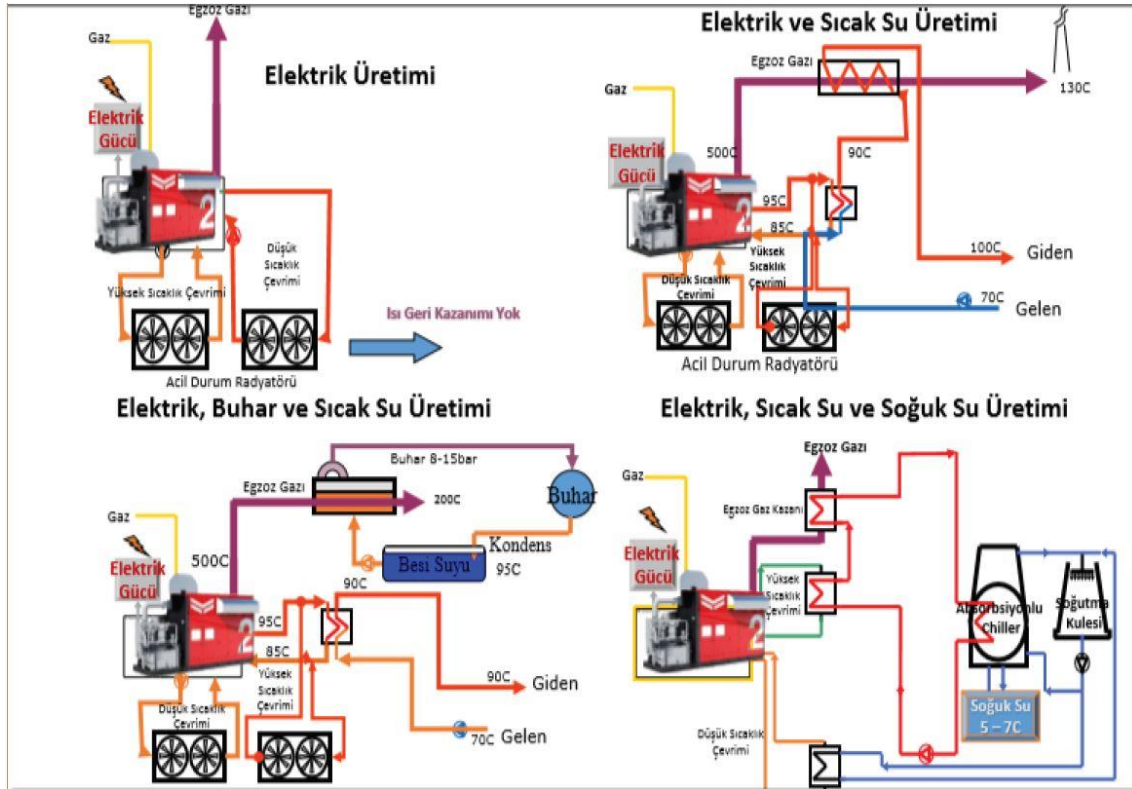
Yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılmadığı veya herhangi bir sebeple kullanılmadığı (koşulların uygun olmaması gibi) durumlarda daha çevreci sistem yönetimi için, ısı enerjisinin kullanılarak ısı ve mekanik enerjinin birlikte üretildiği kojenerasyon CHP (Combined Heat and Power) ve trijenerasyon CCHP (Combined Cooling, Heat and Power) sistemleri kullanılabilmektedir. Bu sistemlerin ısı ve mekanik enerjinin ayrı ayrı kullanıldığı diğer yöntemlerden daha yüksek performansa sahip oldukları bilinmektedir. Klasik fosil yakıtlı güç santrallerinde kullanılan yakıtın üçte birinin elektriğe dönüştürülebilmesi ve yenilenebilir enerjinin kullanımının yeterli olmadığı durumlarda verimin %80-90 seviyelerine çıktığı kojenerasyon/trijenerasyon sistemleri ön plana çıkmaktadır. Sisteme girdi olarak doğal gaz, biyogaz, propan, kok gazı gibi yakıtlar verilebilmektedir (Çalapkulu, 2020).

Şekilde 12’de gösterildiği gibi kojenerasyon sisteminde ısı ile birlikte elektrik üretilirken trijenerasyon sisteminde mevcut sisteme absorpsiyonlu chiller soğutma ünitesi eklenerek soğutma da yapılır (Çalapkulu, 2020).



Şekil 12. Kojenerasyon ve Trijenerasyon sistemi (Çalapkulu, 2020)

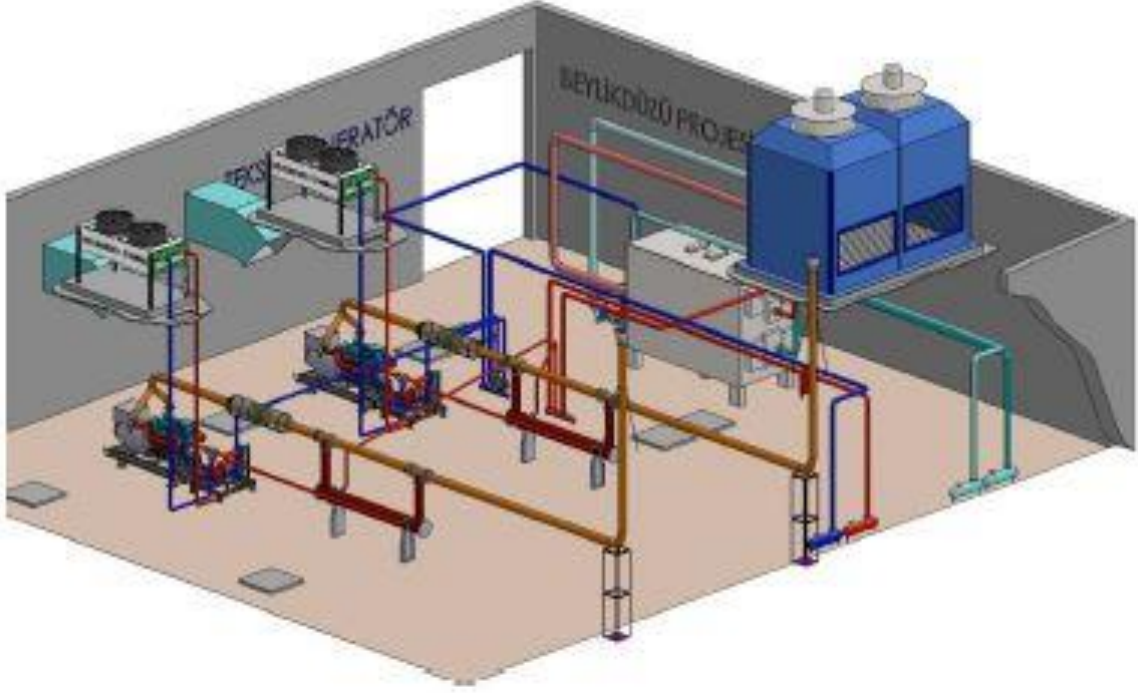
Bu sistemlerin, atık ısının tekrar kullanılabilirliği, sera gazı emisyonlarının düşürülmesi, ısı ve enerji kayıplarının minimum ya da hiç olmaması gibi avantajlarından dolayı AB ülkelerinde yatırım harcaması desteği, vergi indirimi, piyasa fiyatı üzerine eklenen sabit prim, teşvikli piyasa fiyatı ve karbon emisyon kazancı sertifikası gibi özendirici uygulamaları vardır. Ayrıca bazı Avrupa ülkelerinde devlet tarafından hibe destekleri, satış garantisi ve garantili alım gibi uygulamaların da varlığından söz edilmektedir (Çalapkulu, 2020).



Şekil 13. Trijenerasyon/Kojenerasyon uygulamaları (Çalapkulu, 2020)

Şekilde 13'te gösterilen Trijenerasyon/Kojenerasyon sistemlerinde sağlık tesisleri için uygulamalarda, sistem kullanıldığı takdirde ilk yatırım maliyeti artsa da sistemin geri ödeme süresi azalmaktadır (Çalapkulu, 2020).

Elektriğin sadece tesis içinde kullanılması şartı ile lisanssız olarak üretimi sistemin avantajlarından biridir. Gün içerisindeki ihtiyaç, hastane gibi bir tesiste dalgalanma göstereceğinden Teksan ve diğerleri (2017), çalışmasında kurulacak sistemin iki üniteye bölünmesinin daha uygun olacağını değerlendirmişlerdir. Ayrıca hastane yapıları için absorpsiyonlu çiller ve soğutma kulesinin getirdiği ilk kurulum maliyetleri ile birim ısının elde edilme maliyetinin soğutma birim maliyetinden fazla olması, sistemi seçerken nasıl bir projelendirilme yapılacağını belirlemede önemli bir referans olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 14. Bir devlet hastanesi trijenerasyon sisteminin oda içi tasarımı (Teksan vd., 2017)

Şekil 14'te uygulamada bir devlet hastanesi için tasarlanan oda içi kojenerasyon sistemi verilmiştir.

Ülkemizde örnek bir sistemde Edirne 1. Murat Devlet Hastanesinde 2 adet 400 kW elektrik ve 539 kW ısı gücü olan ve toplamda 675 kW soğutma kapasitesine sahip trijenerasyon sistemi kurulmuş ve verilerde sistemin, hastanenin operasyon saatleri sırasında yüksek yük oranı altında çalışmasında rağmen yüksek verimle işletilebildiği not edilmiştir. 400 yataklı Edirne 1. Murat Devlet Hastanesi'nde elektrik üretimi aylık 510.000 kWh ve ısı üretimi 960 kW olarak gerçekleşmiş, günün rakamlarıyla aylık olarak 29.070 TL elektrik maliyetinden tasarruf elde edilmiştir (Teksan vd., 2017).

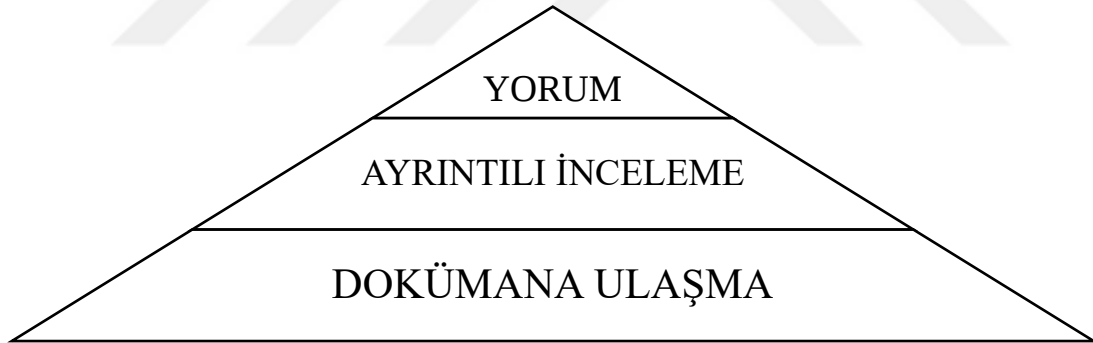
Bakım masrafları ve iç elektrik tüketimi dahil hesaplandığında Teksan ve diğerleri (2017), Edirne Devlet Hastanesi'nde trijenerasyon sisteminden aylık olarak yine günün rakamlarıyla kış aylarında 60.650 TL ve yaz aylarında 32.426 TL tasarruf sağlandığını belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada İmal ve diğerleri (2016), trijenerasyon ve kojenerasyon sistemlerinin kullanılacağı bir Uygulama ve Araştırma Hastanesi için yaptıkları araştırmada ilk yatırım maliyetinin kısa sürede geri ödenebileceği ve işletme döneminde karlılık elde edileceğini çalışmalarında ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında, sağlık sunumunun gerçekleştiği hastanelerin yapım aşamasındaki çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın verileri kullanılarak araştırılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, özellikle kapasite bakımından büyük, nitelikli sağlık tesisleri olan Entegre Sağlık Kampüsleri, bir diğer ifade ile Şehir Hastaneleri seçilmiştir.

Tez çalışması kapsamında açık kaynaklı kamu malı halindeki ilgili dokümanlardan elde edilen veriler ile Corbin ve Strauss'un (1998; 2008), Nitel Veri Analiz yöntemlerinden Doküman Analizi Yöntemi kullanılarak, Türkiye'de yapım aşamasındaki seçili hastanelerin ulaşılabilen Nihai Proje Tanıtım Dosyası, Trijenerasyon/Kojenerasyon ve Kazan Proje Dosyaları ve Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Raporuna ulaşılarak hastane yapılarında uygulanabilen yenilebilir enerji uygulamaları araştırılmıştır. Basit simülasyon yöntemiyle enerji maliyetleri, yenilenebilir enerji uygulamalarının çevresel sürdürülebilirliği ve yatırım maliyetlerini karşılamadaki payının araştırılması için çalışmanın amacına uygun olarak Şekilde 15' te piramitte gösterilen basamaklar izlenmiştir.



Şekil 15. Doküman analizi süreci (Strauss ve Corbin, 1998; Corbin ve Strauss, 2008)

Bu yöntemde tez konusunun araştırma yönü, kullanılan verilerin hangi yazılı materyalde mevcut olabileceği düşüncesi üzerine kurulmuştur. Tüm materyaller resmi raporlar arasında yer almıştır. Yöntem, veri toplama ve veri analizi gibi temel aşamalardan oluşmakta olup veri toplama aşamasında, ilgili dokümanlara ulaşılmıştır. Daha sonra veriler çıkarılarak analiz etme sürecine geçilmiştir. Veri analizi aşamasında, dokümanlardan elde edilen bilgiler hastaneler özelinde kodlanarak, kategorize edilmiş ve analiz edilmiştir. Bu aşamada, temel kavramlara, ilişkilere ve diğer önemli öğelere dikkat edilmiştir.

Corbin ve Strauss (1998; 2008) Doküman Analizi Metodu, eğitim araştırmaları, sosyal bilimler, sağlık araştırmaları ve işletme ve yönetim gibi farklı araştırma alanlarında kullanılmıştır. Örneğin sağlık araştırmaları alanında, Smith ve arkadaşları (2007), çocukluk kanseri sağkalımı olan bireylerin sağlık hizmetlerine erişimde karşılaştıkları engeller ve tercih ettikleri sağlık hizmeti sağlayıcı türlerini ve Brundage (2015), hastalar tarafından bildirilen sonuç puanlarının grafik formatlar kullanılarak iletişimini değerlendiren bir çalışmada kullanmışlardır. Sağlık araştırmaları alanında tıbbi kayıtlar, hasta dosyaları, sağlık politikaları, sağlık hizmetleriyle ilgili belgeler gibi dokümanlar üzerinden hastalık yönetimi, sağlık politikalarının etkileri, sağlık hizmeti kalitesi gibi konuları incelemek için bu yöntemden yararlanılabilmektedir.

Çevre mühendisliği alanında Czajka ve Evans (2014), çevre mühendislerinin yeşil altyapı ile ilgili yaşadıkları zorlukları araştırdığı çalışmalarında sonuç olarak finansal zorlukların yeşil projelerin daha maliyetli olduğu için geleneksel altyapı projelerine kıyasla daha fazla yatırım gerektirebileceğini, mevcut yasal düzenlemelerin yeşil politikalarla uyumlu olmaması nedeniyle düzenlemelerin eksikliğinin projelerin uygulanmasını zorlaşabileceğini değerlendirmişlerdir. Teknik olarak yeşil altyapı projeleri, karmaşık ve yenilikçi tasarım ve uygulama gerektirebilir. Bu projelerde kullanılan yeni teknolojilerin, ekipmanların ve malzemelerin sınırlı olması veya pazarlama sürecinde yaşanan sorunlar, çevre mühendislerinin karşılaştığı teknik zorluklardan bazıları olabilir.

Kuckartz ve diğerleri de (2019), Almanya'daki küçük ve orta ölçekli şehirlerde çevresel yönetimin değerlendirilmesi ve iklim değişikliğine uyum için planlama süreçleri konusunda yaptıkları çalışmada Corbin ve Strauss'un (1998; 2008), Nitel Veri Analiz Yönteminden yararlanarak değerlendirme ve analiz, katılımcı süreçler, yeşil altyapı ve çevresel projeler, iklim değişikliğine uyum stratejileri, veri ve izleme başlıkları altında sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak şehirlerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek gelecekteki planlama süreçlerine rehberlik edilebilmesi için Almanya'daki küçük ve orta ölçekli şehirlerde çevresel yönetimin değerlendirilmesi ve iklim değişikliğine uyum planlama süreçleri, çevresel sürdürülebilirlik ve iklim eylemlerini teşvik etmektedir. Bu adımlar, şehirlerin iklim değişikliğiyle başa çıkma ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etme çabalarına katkı sağlamaktadır.

Bir başka çalışmada petrokimya endüstrisinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını yönetmek için endüstriyel ekolojiyi kullanmanın faydalarını araştırmada Huang ve diğerleri (2020), yine bu yönteme atıfta bulunularak, çalışmalarında faydalanmışlardır. Buna göre atık yönetimi, kaynağı verimli kullanma ve yenilikçi teknolojiler sera gazı emisyonlarını azaltır, atık

üretimini minimize eder, sürdürülebilir bir yaklaşımı teşvik ederek yerel ekonomiye katkı sağlarken iş birliği ve diğer ticari fırsatlar yaratabilmektedir.

Bu yöntem, sınırlılık, taraflılık ve kategorize edilme gibi zorluklarının yanı sıra, zaman kullanımı açısından verimliliği, güvenilirliği, geniş kapsamlı bilimsel veriye ulaşım ve kesinlik (Kıral, 2020), gibi avantajlarından dolayı hastane yapımları ile ilgili daha sonraki bilimsel çalışmalara da örnek ve uygulanabilir olması nedeniyle seçilmiştir.

Tez çalışması kapsamında yapımı devam eden 6 adet hastane seçilmiş, bu hastaneler ülkemizde projelendirilen ayrı coğrafi konum ve iklimde konumlandırılan hastaneler olarak sırasıyla numaralandırılarak kodlanmıştır.

Hastane 1, Ege Bölgesinde yer almakta olup yapımına 2013 yılında başlanmıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018a).

Hastane 2, İç Anadolu Bölgesinde olup 2013 tarihinde temeli atılmıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015).

Hastane 3, Marmara Bölgesinde ve 2015 yılında yapımına başlanmıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018b).

Hastane 4, Ege Bölgesinin İç Batı Anadolu Bölümünde yer almaktadır. 2017 Yılında temeli atılarak yapımına başlanmıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021).

Hastane 5, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer akmaktadır. 2013 yılında yapımına başlanmıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2017).

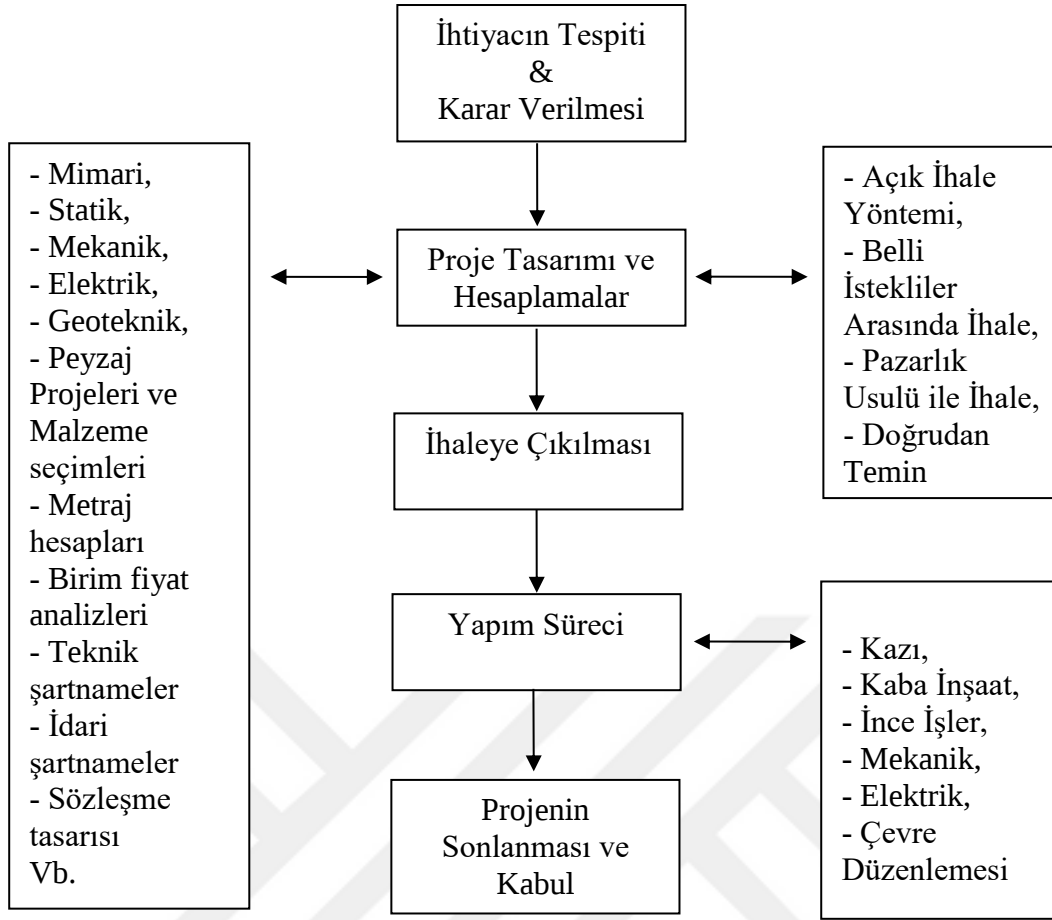
Hastane 6, Akdeniz Bölgesinde ve ilk olarak 2021 yılında inşaat faaliyetlerine başlanılmıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2014).

3.1. Yapı Süreci

Örnek bir ESK projesinin yapımı öncesinde yüklenici tarafından Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi incelemeleri taahhüt edilmektedir. Buna göre yapılan çalışmalar çevresel ve sosyal çalışmalar olmak üzere iki ana başlıkta incelenebilmektedir.

Öncelikle ihtiyaç belirlenerek yapı için karar verilmektedir. Proje tasarımı; mimari, statik, mekanik, elektrik ve geoteknik açıdan değerlendirilip hesaplamalar düzenlenir. İhale aşamasından sonra yapı süreci başlamaktadır. İhale aşaması belirli istekliler arasından kriterlerce seçilerek ya da açık ihale yöntemi gibi değişik yöntemlerle yapılabilir.

Yapı süreci içerisinde kazı, kaba inşaat, ince işler ve diğer ilgili düzenlemeler yapılmaktadır. En sonunda proje kabulü yapılarak uygun bulunduğu taktirde işletme aşamasına geçilmektedir.



Şekil 16. Hastane yapımı iş akış şeması (Merrit ve Ricketts, 2000)

Şekilde 16’ da bir hastanenin yapım aşamasında genel olarak takip edilen bir iş akış şeması örneği gösterilmiştir.

Çevresel çalışmalar kapsamında örneğin Entegre Sağlık Kampüsü olan Hastane 2 için proje verilerinde, proje için gerekli beton ve trijenerasyon tesisleri ÇED mevzuat hükümlerince değerlendirilmiş, Proje Tanıtım Dosyası (PTD) hazırlanmış ve ilgili merci olan İl Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü’ne sunulduğu bildirilmiştir. Gece ve gündüz gürültü modeli sonuçları, trijenerasyon sistemi ile ilgili hava kalitesi modellemesi PTD’ye dâhil edilmiştir. Toprak kirliliği ve ıslah çalışmaları ile ilgili ÇSED konusunda toprak ve yeraltı suyunun kirliliğinin söz konusu olmadığı belirtilmiştir. Proje süresinde çıkacak atıklar konusunda lisanslı firmalar ile çalışılacağı, projenin trafiğe etkisi araştırılarak ilgili belediye ile koordinasyon sağlanarak gerekli tedbirlerin alınacağı belirtilmiştir (Ankara Etlik Hastane Sağlık Hizmetleri İşletme Yatırım A.Ş., 2014).

Sosyal çalışmalar kapsamında yapılacak olan ESK bünyesinde YGAP (Yüksek Güvenlikli Adli Psikiyatri Hastanesi) bulunduğu takdirde, ilgili Bakanlıklar mevzuatları

hükümlerince (Sağlık ve Adalet Bakanlığı) değerlendirileceği belirtilmiştir. YGAP kurulması AB katılım sürecinin bir parçası olup Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ilke ve standartları kapsamında belirli bir yasal rejim çerçevesinde projelendirilmesi ve inşası gerektiği ifade edilmiştir. Mevcut arazi ve iskân ile ilgili çevre sakinlerinin görüşleri sorularak ulusal mevzuatlarca farkındalık çalışması konusunda bilgilendirme yapılmıştır. İş ve İşçi Sağlığı Güvenliği ve proje tamamlandığında taşınması düşünülen diğer hastanelerden gelecek olan sağlık personelleri ile ilgili planlamaya yer verilmiştir (Ankara Etlik Hastane Sağlık Hizmetleri İşletme Yatırım A.Ş., 2014).

Veriler arasında projenin tüm aşamalarının Çevre Yönetim Planı (EMP) gözetilerek devam edeceği ve nihayete kavuşacağı bilgisi yer almaktadır. EMP hazırlanırken ISO 14000 standartlarına uymak zorunlu olmasa dahi, çevresel performansları ölçmek, yönetmek ve geliştirmek için kapsamlı bir çerçeve sağladığı dikkate alınarak hazırlanmaktadır. Ayrıca Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirme (ÇSED), Çevresel ve Sosyal Eylem Planı (ÇSEP) ve ulusal mevzuatlar EMP için referans olma özelliğini taşımaktadır (Ankara Etlik Hastane Sağlık Hizmetleri İşletme Yatırım A.Ş., 2014).

3.2. Sürdürülebilir Uygulamalar

Kamunun, özellikle 2013 yılından itibaren sağlık tesisi yapımlarında %90 oranında enerji verimliliği ve ısıtma ve elektrikte %60 enerji tasarrufu hedefleyerek projelerini gerçekleştirmeyi hedeflediği görülmektedir. 200 yatak üstündeki hastane inşaatlarında, tek çeşit yakıt enerjisinin elektrik ve ısı enerjisine dönüştüğü kojenerasyon/trijenerasyon gibi sistemlerin zorunlu hale getirildiği uygulamalarda, binaların kendi elektriğini ürettiği bir model ile yatırım maliyetlerinden tasarruf sağlanması mümkün olabilmektedir. İki ayrı sistemde kurulabilen güneş enerjisi panelleri, bir taraftan ısıtma konusunda sisteme destek olurken diğer taraftan elektrik enerjisi üretilmektedir (Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü, 2021).

Dünyanın birçok ülkesinde yeşil hastane kavramı son yıllarda ön plana çıkmıştır. Gelecek nesillerin kaynaklara ulaşmasını zorlaştıracak ya da kaynak bulamamasına neden olacak derecede kirlilik yükü özensizce doğaya bırakıldığında, hem hasta sayısı artacak hem de sağlık çalışanları ile hasta yakınlarının dezavantajına yönelik bir durum söz konusu olacaktır. Böylelikle hastane hizmet sunumunun kesintisiz olmasını etkileyecek, olumsuz başka belirtilerin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Yeşil hastane anlayışının ön plana çıkması, yine atık miktarının aşırı artışı nedeniyle ortaya çıkmıştır. Ayrıca enerji verimliliği konusunda sağlık tesislerinin bu ölçütlere uyması performans verileri olarak değerlendirilmesi ile daha mümkün

olacağından, tavsiye edilmektedir. Her türlü çevresel sorunu ortadan kaldıracak önlem ve uygulamaların sağlık tesislerince de esas alınması gerekliliği önem arz etmektedir. Bu bağlamda Sağlık Bakanlığı 2012 yılında mevcut ve yeni yapılacak sağlık tesislerinde uyulması gereken asgari teknik standartlar hakkında bir genelge yayımlamıştır. Genelge kapsamında tüm 200 yatak kapasite ve üzerindeki hastanelerin yeşil bir hastane olması esasıyla LEED sertifikası alması gerektiği belirtilmiştir (Barsbay, 2019).

Araştırmalar yeşil bina uygulamalarında;

- Enerjinin kullanımında % 24-50,
- Katı atık miktarında % 70,
- Suyun tüketiminde % 30-50,
- Bakım maliyetlerinde % 30 ve
- CO₂ emisyonunda % 33-39 oranında bir azalma olabildiğini göstermektedir (Hoşgör, 2014).

Büyükzeren ve diğerleri (2015), özellikle fotovoltaiik uygulamaları, Terekli ve diğerleri (2013) ise, baca gazı iyileştirmesi, havalandırma/kanalizasyon tesisatının yalıtımı, aydınlatma sistemlerinin seçimi, uygun elektirik tarifesi seçimi ve ısııl cam malzeme kullanımı, otomasyon sistemleri ile iklimle uygun yalıtım malzemesi kullanılmasını ve bina yalıtımı yapılmasını enerji ile ilgili sürdürülebilir tedbirler alınması konusunda çalışmalarında öneri olarak sıralamışlardır (Selbaş vd., 2014; Barsbay, 2019).

Bir başka açıdan, yapım dönemlerinde hastanelerde atıkların kaynağında azaltılması, geri kazanılması ya da bertarafına yönelik uygulamalar için de güç sarf edilmektedir. Hâlihazırda ülkemizde uygulanan “Sıfır Atık Projesi” kapsamında atık yönetimi uygulamalarının sonuçları göstermektedir ki; diğer tüm alanlarda nüfusa bağlı olarak miktarı artan atıkların sağlık alanında da arttığı bir gerçek olup, henüz etkileri yaşanan pandemi sürecinde de hastane atıkları yükselme grafiği göstermektedir (Koncagül, 2021).

Çizelge 6. Yeşil bina ve yeşil olmayan binaların karşılaştırılması (Samer, 2013)

Bina Tipi	Yeşil Binalar	Yeşil Olmayan Binalar
Enerji Tüketimi	Düşük	Yüksek
Bina İçi Ortam Kalitesi	Çok İyi	İyi
Emisyonlar	Düşük	Yüksek
Atık Yönetimi	Yüksek Verimli	Verimli
Yapı Malzemeleri	Çevre Dostu	Çevre Dostu Değil
Proje Uygulamaları	Gelişmiş	Normal
Uygulanabilirlik	Alt Sınırdan %5 Fazla	Alt Sınırdan

Çizelge 6’da yeşil binalarla diğer binaların karşılaştırılması gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi enerji tüketimi satırında yeşil binaların düşük, diğer binaların ise yüksek miktarda enerjiye gereksinimleri olduğu gözlemlenebilmektedir. Şehir hastanelerinin birer yeşil bina olarak ele alındığı tüm uygulamalar çevre dostu uygulamalar olarak düşünülebilmektedir (Samer, 2013).

Genel olarak hastane yapıları karmaşık yapılar olabilmekte olup kendi içerisinde, özellikle şehir hastaneleri birkaç hastanenin birleşiminden oluşmakta, açık ve kapalı otopark, ameliyathane, poliklinikler, acil servis, teknik servis binası, kadın doğum hastanesi, onkoloji hastanesi, KVC (Kalp ve Damar Cerrahisi) hastanesi, çocuk ve yeni doğan hastanesi, palyatif bakım, YGAP (Yüksek Güvenlikli Adli Psikiyatri Hastanesi), FTR (Fizik tedavi ve Rehabilitasyon) ve genel hastane gibi bölümlere ayrılmakta; her bölümün kendine ait karakteristik atık üretimi söz konusu olabilmektedir. ISO 14000 standartları bu bölümlerin her alanında birer kalite ve çevre el kitabı olarak bulundurulmakta, Ulusal Çevre Mevzuatı ile ISO 14000 standartları uygulamada paralel giderek, tavsiye verici ve yol gösterici olmaktadır. Yapım sürecinde atığın bertarafı, ayrıştırılması, uygun depolanması ve izleme-denetleme uygulaması sonrası işletme sürelerinde, tüm çevre yönetim sistemleri süreci yeni baştan tasarlanmaktadır. Yatak başına oluşan toplam atık miktarları bazı hastaneler için 2019 ve 2020 yılları için Çizelge 7’de verilmiştir (Koncagül, 2021).

Çizelge 7. Yatak başına oluşan toplam atık miktarları (kg/yatak.gün) (Koncagül, 2021)

Şehir Hastanesi	2019	2020
Isparta	5.18	4.35
Manisa	5.04	5.92
Yozgat	5.69	4.16

Çizelge 8. Atık türleri dağılımı (%) (Koncagül, 2021)

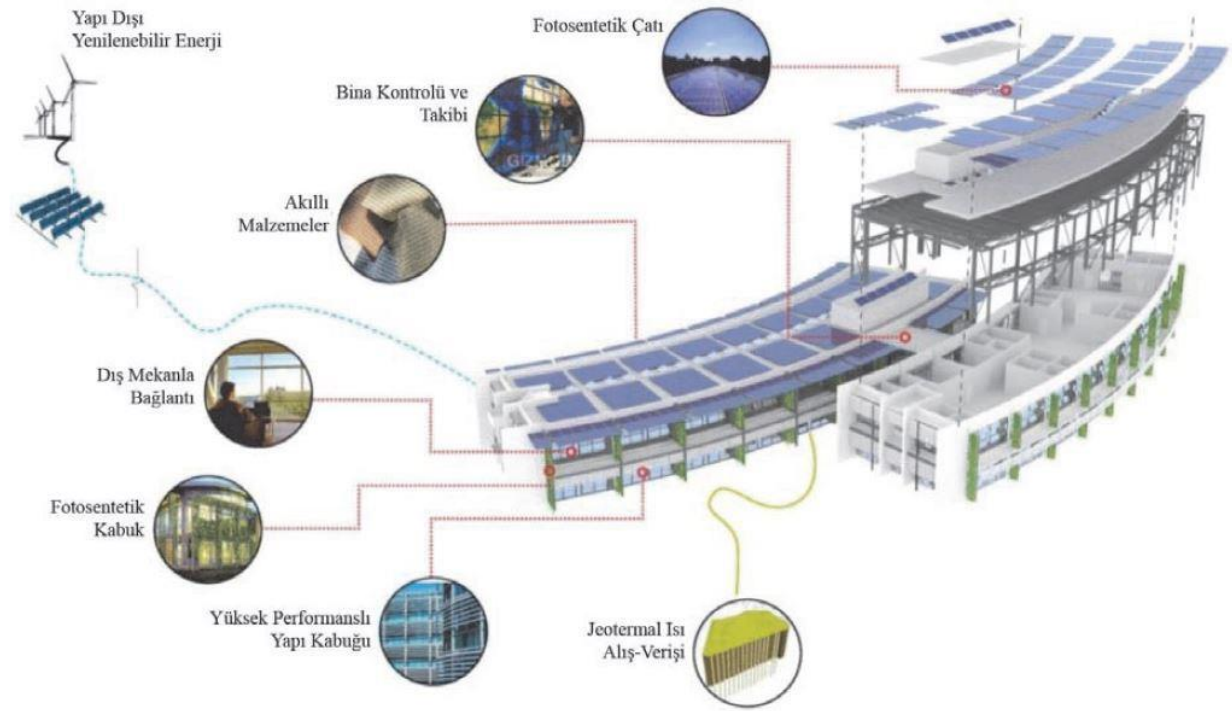
Şehir Hastanesi	2019		2020	
	Tıbbi atık	Tehlikeli atık	Tıbbi atık	Tehlikeli atık
Isparta	70.9	26.2	33.8	4.9
Manisa	76.7	22.2	32.3	2.9
Yozgat	73.2	23.2	41.7	5.0
Ort.	73.6	23.9	35.9	4.3

Çizelge 8. incelendiğinde tıbbi atık miktarının tehlikeli atık miktarından fazla olduğu görülmektedir. Ambalaj atıkları da sisteme eklenirse yükleniciler için geri dönüşüm-geri kazanım yöntemlerinin uygulanması konusunda fonlar, teşvikler, vergi muafiyetleri ve kamu

öz kaynaklarını kullanmada azalım gibi faydalar sağlayacağı için ekonomik yönden özendirici birer avantaj olarak değerlendirilebilmektedir (Türkmen, 2016).

3.3. Çevresel Tasarım

Çevresel tasarım, yeşil bina ile benzer süreçleri içerebilen, mimari meslek disiplinlerini yakından ilgilendiren bir kavram olarak akla gelmektedir. Bir binanın çevreci olabilmesi, aynı zamanda sürdürülebilir mimariye uygun yapılmasını gerektirmektedir. Sürdürülebilir mimari genel olarak yapı içi ve yapı kabuğu ile fiziksel çevre olarak çalışılmıştır (Ünalan ve Tokman, 2011).



Şekil 17. Kaliforniya'daki NASA'ya ait Silikon Vadisi Bina Yapı Bileşenleri (Ünalan ve Tokman, 2011)

Şekil 17'de gösterilen NASA binasında sürdürülebilir bir tasarımda yer alan sistemler gösterilmiştir. Bu bina yenilenebilir enerji sistemlerinin, akıllı malzemelerin kullanıldığı, yüksek performanslı jeotermal ısı alışverişinin olduğu yapı kabuğu ile fotosentetik bina kabuğunun seçildiği, fotosentetik çatı sisteminin kurulduğu ve bina kontrol ve takibinin yapıldığı birleşik bir sistem üzerine inşa edilmiştir (Ünalan ve Tokman, 2011).

Çevresel tasarımda;

- Isı yalıtımı,

- Tasarruflu aydınlatma sisteminin tercih edilmesi,
- Gerektiğinde güneş ışığından faydalanılırken, gerektiğinde güneş ışığından kaçınılması (biyoklimatik bina tasarımı) ve gün ışığından maksimum faydalanma,
- Fazla enerjinin depolanması,
- Isıtmada yenilenebilir enerjinin seçilmesi,
- Tüm havalandırma sistemi ile kanalizasyon sistemlerinin ısı iyileştirilmesi,
- En iyi şekilde ayarlanmış otomatik ısıtma ve soğutma sistemi ile solar sistemlerden bu noktada faydanılması,
- Fosil yakıtlarının kullanılmasının minimize edilmesi,

enerji etkin, çevre dostu sürdürülebilir binalar yapılmasında ön plana çıkan öneriler olarak sıralanabilir (Ünal ve Tokman, 2011; Chweieduk, 2003).

Enerji ihtiyacı noktasında diğer önemli bir kriterde, sağlık tesisleri tasarlanırken eğer ısıtma ve soğutma ihtiyacı yıl geneline yayılmakta ise trijenerasyon yerine kojenerasyon sistemlerinin kurulmasının daha çok fayda sağlayacağı belirtilmiştir (Teksan vd., 2017).

3.4. Basit Enerji İhtiyacı Simülasyonu

Hastanelerde m² başına yıllık genel olarak 800-1000 kW saat arasında bir enerji tüketilmektedir (Yılmazoğlu, 2016).

Selbaş ve diğerleri (2014), örnek kullanım alanı 33349 m² olan Bursa Devlet Hastanesi için 2 yıllık bir zaman süresinde (2008-2010) yıllık enerji tüketimini 639.486 TEP olarak, birincil enerji tüketimi (ısıtma, sıhhi sıcak su üretimi, soğutma ve aydınlatma) için enerji tüketimini m² başına yıllık 525.67 kWh olarak hesaplamışlardır. Buna karşılık salınım miktarı 96.3 kg eş değer CO₂/m² olarak hesaplanmıştır.

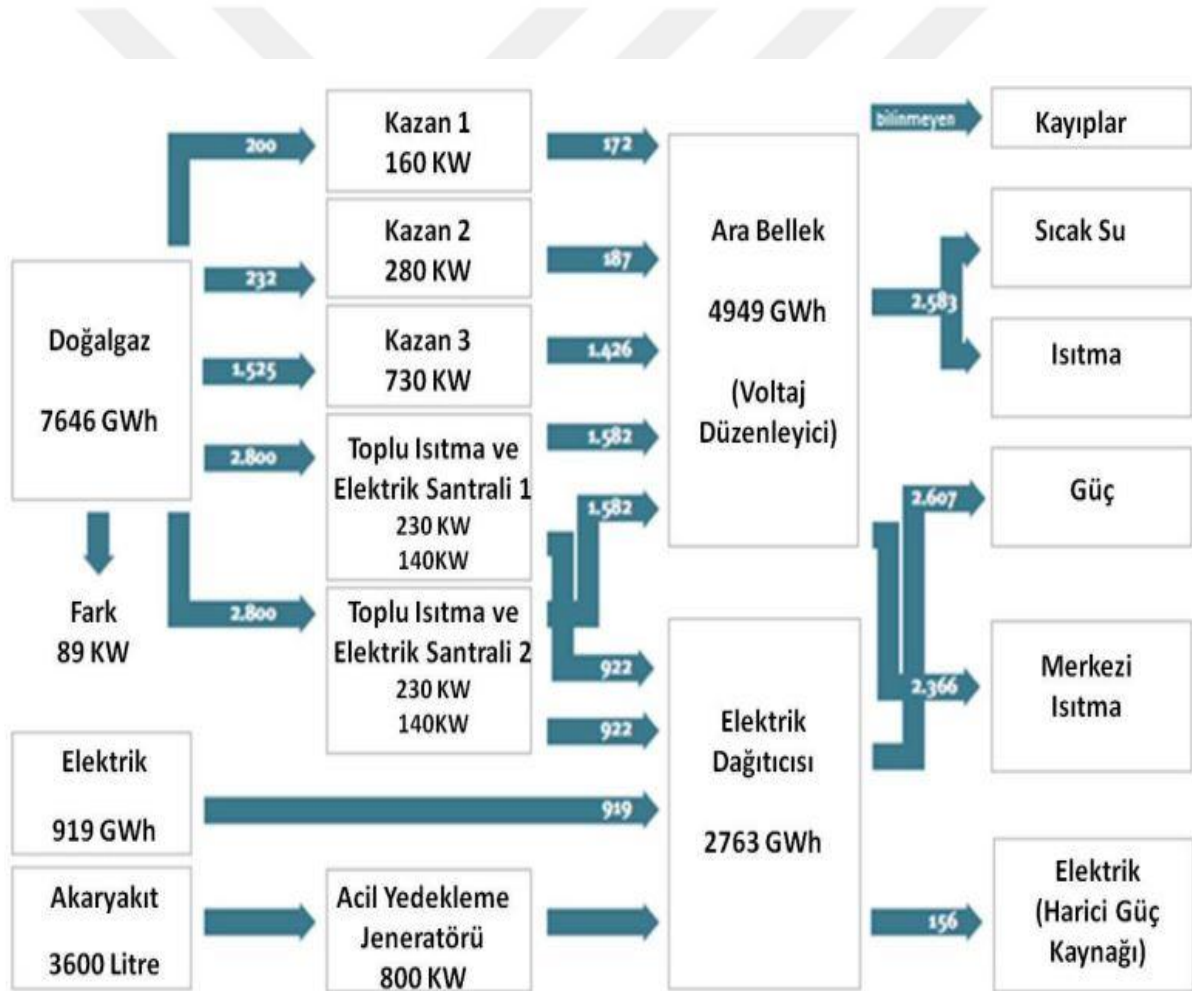
Türkiye’de toplam enerji tüketiminin üçte biri, binalar tarafından tüketilmekte olup, ilgili yönetmeliğe göre alışveriş merkezlerinden sonra en çok enerji ihtiyacı olan tesisler, sağlık hizmetinin verildiği tesisler olarak ön plan çıkmaktadır. Yılda m² başına saatte ortalama 900 kW enerji harcayan bu tesislerin gereksinimi olan miktar (Yılmazoğlu, 2016), yatak kapasiteleri, bulundukları yerin iklimi ve eski/yeni inşa edilmiş olmasına göre değişebilmekte, özellikle Sağlık Bakanlığına bağlı en büyük kapasitelere sahip Şehir Hastanelerinde milyar lira enerji giderinin olduğu iddia edilmektedir (Barsbay, 2019).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı açıklamalarına göre 1 Mart 2022 tarihi itibarı ile ticari işletmelerde (hastane, otel, market, kafe, liman, alışveriş merkezi vb.) elektrik tüketimi için kilovatsaat başına 2.05 TL ödeneceği düşünülürse (TRT, 2022), basit bir simülasyonda 1

milyon 145 bin 129 metrekare kapalı alana sahip 3500 yataklı bir ESK için yıllık 24 saat çalışma esasına göre elektrik enerjisi maliyeti yılda yaklaşık olarak vergiler hariç ($900\text{kWh/yıl/m}^2 \times 2.05 \text{ TL} \times 1145129 \text{ m}^2$) 2,1 milyar lirayı bulabileceği varsayılabilir.

Doğal gaz tüketimi için ise, Türkiye Kojenerasyon Derneği'ne göre hastanelerin yıllık ortalama ihtiyacının 927 m^3 olduğunu ifade edilmiştir (Kas, 2020). 2022 Eylül ayı itibari ile BOTAŞ (Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi) mesken harici birim doğal gaz fiyatlandırması 15,83 TL olarak hesaba alındığında (Euronews, 2022), yine aynı kapalı alana sahip bir ESK için yaklaşık olarak işletmeye yılda vergiler hariç ($927 \text{ m}^3\text{h/yıl} \times 15.83 \text{ TL} \times 1145129 \text{ m}^2$) 16.8 milyar lira gider kalemine eşit olabileceği varsayılabilir.

Sağlık tesislerinin enerji ihtiyacı üç farklı kaynaktan elde edildiğinde Şekilde 18' de gösterildiği gibi özetlenebilir (Environment Science Center, 2003).



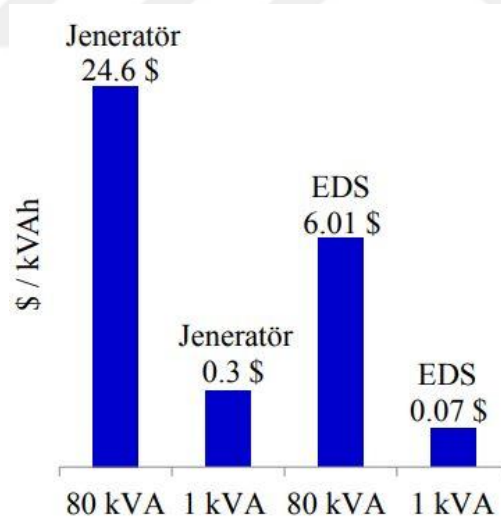
Şekil 18. Bir hastanenin enerji akış şeması (Environment Science Center, 2003)

Buna göre farklı kaynaklardan alınan enerji; elektrik, merkezi ısıtma, güç ve sıcak suya dönüşmektedir (Environment Science Center, 2003).

3.5. Maliyetlerin Karşılanması

Bir hastanenin elektrik ve doğal gaz enerjisine olan ihtiyacı rakamlar ile ifade edildiğinde büyük bir gider kalemi olarak ifade edilebilir. Bu çalışmanın da konusu olan yenilenebilir enerjilerden, örneğin yeşil çatı denilen fotovoltaik enerji sistemlerinin uygulandığı projelerde elektrik ihtiyacı azalacak, trijenerasyon/kojenrasyon sistemleri ile %90 oranında enerji verimliliği ile ısıtma ve elektrikte %60 enerji tasarrufu sağlanabilecektir (Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü, 2021).

Jeneratör kullanılan bir hastanede yakıt ihtiyacı olacaktır. Enerji kesintileri, bulunan şehir ve altyapısına göre değişiklik göstereceğinden dolayı maliyetlere dâhil edilmemiştir. Çarkıt (2016), aynı güçteki bir Enerji Depolama Sistemi (EDS) ile dizel yakıtlı jeneratörü karşılaştırdığı çalışmada EDS'nin çok daha tasarruflu olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca şarj maliyeti, parça değişimi ve bakım maliyetleri de dikkate alındığında EDS'ler daha ekonomiktir. Buna karşın sıcak bölgelerde enerji depolama tesislerinin soğutma fanı çalıştırılması gerekliliklerinden dolayı, proje lokasyonundaki iklim özellikleri dikkate alınarak çalışılması gerekmektedir.



Şekil 19. 80 kVA'lık dizel jeneratör ile 80 kVA'lık EDS'nin birim elektrik üretim maliyeti (Çarkıt, 2016)

Şekilde 19' da aynı güce sahip iki sistemin karşılaştırılması gösterilmiştir.

Külekçi (2017), çalışmada yeşil bina uygulamalarında başlangıçta maliyet %2 artmakta ise de daha sonrasında bu giderin 10 katı kadar kazanç sağladığını belirtmiş, 20 yıllık bir süre için m² başına 53-71 amerikan doları arasında kazanç getirisi gösteren çalışmaların olduğunu ifade etmiştir.

Örnek verilirse 3500 yatak kapasiteli 1 milyon 145 bin 129 metrekare kapalı alana sahip bir ESK için sürdürülebilir doğru yönetilen bir yeşil yapıda ortalama 62.5 amerikan doları kazanç sağlandığı düşülürse m^2 başına ($62.5 \text{ amerikan doları} \times 1145129 \text{ m}^2$) 71.5 milyon amerikan doları gibi bir kazanç sağlanabileceği değerlendirilebilmektedir.

Çorum ilindeki Eğitim Araştırma Hastanesinde kurulan bir fotovoltaiik sistemde 190.000 kWh enerji üretilerek 2017 yılı rakamlarıyla elektrik enerjisinde 5.5 milyon TL, su kullanımında ise 150.000 TL tasarruf hesaplanmıştır (Barsbay, 2020; Ecobuild, 2018).

Sağlıkta Enerji Verimliliği Çalıştayının 2012 yılında yayımladığı raporda sıcak su için güneş enerjisi kullanılan bir uygulamada Konya Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde yılda 61.817 m^3 doğal gaz ve 551.464 kW saatlik enerji tasarrufunun sağlandığı belirtilmiştir (Barsbay, 2019).



Şekil 20. Şehir hastanesi gece aydınlatması (Mersin Şehir Hastanesi, 2017)

Hastaneler, kesintisiz enerji talep eden işletmelerden olup gece ve gündüz vakitleri için enerji gereksinimleri farklı olan yapılardır. Şekil 20’de ülkemizde yer alan bir şehir hastanesinin gece aydınlatması gösterilmiştir. Şehir hastaneleri, bünyesinde birden fazla hastane barındırdıklarından dolayı enerji sarfiyatları diğer hastanelerden daha fazla olacaktır (Aliefendioğlu vd. 2021).

Franco ve diğlerleri (2017), yayımladıkları makalede, orta ve büyük ölçekli sağık tesisleri için enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanımının yerine yenilebilir enerji kaynaklarının bırakılmasının önemine dikkat çekmişlerdir.



Şekil 21. Güneş panelleri uygulanmış bir hastanenin çatısı (Koyuncuoğlu, 2017)

Güneş enerji sistemleri gibi yeşil çatı uygulamaları, belirli bir süre sonunda kendi ilk maliyetini karşıladığı için tercih edilmektedir. Şekil 21’de gösterilen ve uygun şartlarda projelendirilen bir hastanede uygulanan güneş enerji panelleri, hastaneye 30 yıl hizmet edecek ve sonraki 7 yılın sonunda ilk yatırım maliyetini karşılayarak, 23 yıllık enerji kazanımı elde edilebilecektir (Koyuncuoğlu, 2017).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Sonuçları

Toplamda 2.893.804 m² bir alanda yapımı devam eden ve yapımlarına farklı zamanlarda başlanıp işletmeye alınacak olan tüm hastanelerin coğrafi konumu, ilgili merciden uygun görüş alınarak çevresel ve sosyal faktörlere dikkat edilerek seçilmiş ve yer teslimi yapılmıştır. Hastane 1, Hastane 2, Hastane 3, Hastane 4 ve Hastane 5'in enerji tasarrufu ve karbon salınımını azaltmak amacıyla trijenerasyon sisteminden yararlanacağı görülmüştür. Hastane 6 ile ilgili bu veriye ulaşılamamıştır. Proje ve işletme döneminde de gürültü ve toprak kirliliği, atıksu yönetimi ve her bir aşamada oluşabilecek diğer atık türleri için planlama yapılmıştır. Atık yönetiminin mevzuat ve standartlara uygun olarak yönetileceği ve atıkların bertarafı lisanslı firmalar aracılığı ile gerçekleştirilerek doğal kaynakların verimli kullanımına dikkat edildiği görülmektedir. Raporlarda belirtilen ısıtma pompaları, ısı koruma sistemleri, bina otomasyonu, sıcak su üretimi için güneş panelleri, ışık yayıcı diyotlar ve güneş enerjili armatürlerin kullanımı gibi sürdürülebilir sistemlerin birbirini tamamlar nitelikte olduğu değerlendirilmektedir.

4.1.1. Hastane 1

Kampüs, 2060 yataklı 622.530 m² kapalı alan işgal eden bir alanda faaliyet gösterecektir. Tesiste kurulacak olan trijenerasyon ve kazan sistemleri ile karşılanacağı belirtilen enerji ihtiyacının elektrik, ısıtma ve soğutma suyu kullanımı için gerektiği görülmektedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018a).

Yine bu sistemlerden yararlanılarak doğal gaz ile enerji elde edileceği, yıllık tüketimin toplam 6.192.955 m³ olarak hesaplandığı verilen bilgiler arasında yer almaktadır. Elektrik ihtiyacının bir kısmı bu sistemle, bir kısmı şebekeden çekilerek karşılanacağı ve günlük 16.967 m³ doğal gaz ihtiyacının bulunduğu belirtilmiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018a).

4.1.2. Hastane 2

3566 yataklı hastanenin trijenerasyon proje raporunda, elektrik enerjisinin bir kısmını proje kapsamında kurulacak olan tesisin kendi bünyesinde, bir kısmının ise şehir şebekesinden karşılanacağı belirtilmektedir. İşletme aşamasında trijenerasyon tesisinden kaynaklı kaybolan

enerjinin geri kazanılıp ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılacağı, geri kalan ısınma ihtiyacının ise kazanlardan temin edilecek bir sistemden faydalanılarak karşılanacağı belirtilmiştir. Trijenerasyon tesisinde kullanılacak doğal gazın şehir doğal gaz şebeke ağından karşılanacağı verilen bilgiler arasında olup, yıllık toplam doğal gaz tüketiminin 61.431.120 m³ olabileceği belirtilmektedir. Toplamda 1.071.885 m²'lik bir alanda inşa edilen tesiste güneş enerjisi ile çalışan aydınlatma armatürlerinden yararlanılacağı bilgisi yer almaktadır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015).

4.1.3. Hastane 3

1180 yatak kapasiteli ESK'ya ait raporda, hastanenin 353.381 m² bir kapalı alanda inşa edildiği bilgisi yer almaktadır. Çok sayıda enerji tasarruflu sistem kullanılacağı, bu sistemlerden ilkinin, bir trijenerasyon tesisini kapsadığı, yakıt olarak doğal gaz kullanılarak elektrik, ısıtma ve soğutmanın eş zamanlı bir şekilde üretileceği, bu sistemlerin konvansiyonel sistemlerden çok daha verimli şekilde çalışacağı belirtilmiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018b).

4.1.4. Hastane 4

Proje raporunda, kampüsün 510 yataklı ve 143.000 m² toplam alana sahip olarak inşa edileceği bilgisi yer almaktadır. Proje kapsamında yardımcı tesisler olarak bir trijenerasyon sistemi, kazan sistemi ve beton santralinin yer alacağı, sağlık tesisinin toplam enerji gereksiniminin doğal gaz ve elektrik enerjisi ile sağlanarak 8.427.120 m³ doğal gaz tüketiminin olacağı ön görülmektedir. Isıtma ve soğutma ihtiyaçlarının yine işletme aşamasında kurulacak olan trijenerasyon ve kazan sisteminden karşılanacağı, sistemlerin çalıştırılması ile ısıtma ve sıcak su üretimi için doğal gazın kullanılacağı belirtilmekte olup ESK'nın yıllık elektrik tüketiminin 24.056.000 kWh olacağı bilgisine yer verilmektedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021).

4.1.5. Hastane 5

ESK'ya ait raporda, elektrik, ısıtma ve soğutma ihtiyaçları için ESK içerisindeki teknik binada kurulacak olan trijenerasyon sistemi ile sağlanacağı ve bu kazanların doğal gazla çalıştırılacağı, yıllık elektrik tüketiminin ise 57.250.000 kWh olacağı belirtilmiştir.

Trijenerasyon sistemi ve kazanların birlikte doğal gaz tüketiminin yıllık 13.737.600 m³ olarak sarfiyat edileceği ön görülmektedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2017).

Hastane 5, 1875 yataklı olarak inşa edilmekte ve 330.091 m² bir kapalı alana sahiptir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2017).

4.1.6. Hastane 6

1000 yataklı planlanan tesis için 372.917 m² kapalı alana ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. Enerji ihtiyacının şehir altyapısı aracılığıyla temin edileceği ve sağlık kampüsü için daha sonraki süreçlerde çevresel sürdürülebilirlik açısından çok daha detaylı bir rapor hazırlanacağı bilgisi yer almaktadır. (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2014).

Tüm sağlık kampüslerine ait raporlarda Çizelge 9’ da sürdürülebilir enerji uygulamaları verileri ve Çizelge 10’da çevresel yönetim uygulamaları kısaca özetlenerek gösterilmiştir.

Çizelge 9. Hastaneler sürdürülebilir enerji uygulamaları özet verileri (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2014; 2015; 2017; 2018a; 2018b; 2021)

Hastane (Sağlık Kampüsü)	Kapasite (Yatak Sayısı)	Toplam alan (m ²)	Elektrik Tüketimi (yıllık beklenen kWh)	Doğal gaz Tüketimi (yıllık beklenen m ³ /yıl)	CHP/ CCHP	Yenilenebilir Enerji
Hastane 1	2060	622.530	*	6.192.955	CCHP	*
Hastane 2	3566	1.071.885	25.800.000	61.431.120	CCHP	Güneş enerjisinden faydalanma
Hastane 3	1180	353.381	*	25.759.000	CCHP	*
Hastane 4	510	143.000	24.056.000	8.427.120	CCHP	*
Hastane 5	1875	330.091	57.250.000	13.737.600	CCHP	Güneş enerjisinden faydalanma
Hastane 6	1000	372.917	*	*	*	*
Toplam	10191	2.893.804	81.331.800	115.547.835	-	-

*Kaynakta bu veriye yer verilmemiştir.

Çizelge 10. Hastaneler sürdürülebilir çevresel yönetim uygulamaları özet verileri (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2014; 2015; 2017; 2018a; 2018b; 2021)

Hastane (Sağlık Kampüsü)	Evsel Nitelikli Katı Atık (kg/gün)	Evsel Nitelikli Atıksu (m ³ /gün)	Ambalaj Atığı (kg/gün)	Emisyon (SKHKKY* Değerlerince)	Tehlikeli Atık Bertaraf Şekli	Gürültü Kirliliği Önlemi
Hastane 1	58.5	10.15	17.55	Sınır değer altında	Lisanslı firma aracılığıyla	Var
Hastane 2	114	15	14	Sınır değer altında	Lisanslı firma aracılığıyla	Var
Hastane 3	14.04	2.436	4.24	Sınır değer altında	Lisanslı firma aracılığıyla	Var
Hastane 4	6.96	2.148	2.088	Sınır değer altında	Lisanslı firma aracılığıyla	Var
Hastane 5	2.557	7.61	7.67	Sınır değer altında	Lisanslı firma aracılığıyla	Var
Hastane 6	336	45	40,48	Sınır değer altında	Lisanslı firma aracılığıyla	Var
Toplam	3086	82.34	76.028	-	-	-

*Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

Çizelge 10 incelendiğinde hastane yapım aşamasında emisyon değerlerinin yönetmelik sınırı altında olduğu, atıkların yönetmeliğe uygun şekilde yönetileceği ve gürültü kirliliğine önlem alındığı ifade edilebilir. Çıkan evsel nitelikli atıksu ve katı atık ile ambalaj atığı miktarı ise çalışan personel sayısı ile doğru orantılı olarak değişmektedir.

4.2. Verilerin Değerlendirilmesi

Genel olarak raporlarda atıklar, enerji ve su yönetimi ile toprak kirliliği, emisyon ve gürültü düzenleme/önleme tedbirleri konularında sistem yönetimi Çevre Yönetim Sistemi çerçevesinde dokümanite edilerek takip edileceğinin ve kabul görmüş standartlara uyulacağının taahhüt edildiği görülmektedir.

İnşaat ve montaj aşamasında atık yönetimi planlaması açısından evsel nitelikli katı atık, evsel nitelikli atıksu, atık yağ, ambalaj atığı, tıbbi atıklar, ömrünü tamamlamış lastikler ve atık pil ve akümülatörlerin yönetmeliğe uygun olarak yönetilip bertaraf edileceğine değinilmiştir.

Gürültü kirliliği ile ilgili izolasyon/bariyer gibi önleyici tedbirler alınarak standart ve yönetmeliklere uyulacağı taahhüt edilerek, hava kirliliği ile ilgili ise emisyon değerlerinin sınır değerlerin altında değerlendirildiğinden hava kalitesi dağılım modellemesine ihtiyaç duyulmadığı belirtilmektedir.

Enerji ihtiyacının belirli sürelerde kullanılan ısı sistemlerince karşılanarak toplam işgal edilen alan ve kapasiteye göre değişiklik göstereceği görülmektedir. Enerji kullanımının verimliliği ile ilgili otomatik aydınlatma sistemi, bina otomasyonu, ısı geri kazanım sistemleri, güneş panelleri, frekans kontrollü su pompaları, yoğunlaşmalı kazanlar, yağmur suyu toplama sistemleri gibi birçok çevresel sürdürülebilir sistemlerinin kullanılacağı bilgisine yer verilmektedir.

4.3. Tartışma

Hastane projelerinde sonuç olarak enerji verimliliği ile ilgili tedbirlerin alınacağı, mevzuat ve standartlara azami uyulacağı ifade edilmekle beraber düşük yatırım maliyetleri nedeniyle fosil yakıtların kullanıldığı jeneratör sistemlerinin tercih edileceği görülmektedir. Depolama sistemlerinin her ne kadar ilk yatırım maliyeti fosil yakıtların kullanıldığı jeneratör sistemlerinden fazla da olsa araştırmalar, örneğin uygun projelendirilen güneş enerji sistemleriyle bütünleşmiş bir enerji depolama sistemlerinin kullanıldığı bir işletmede elektrik üretimi için maliyetin saatte 0,09 amerikan doları (Franco, vd., 2017), olacağını ortaya koymuştur. Böylelikle rekabetçi bir sistem üzerine kurulu, yenilikçi bir yaklaşım elde edilerek sürekli istikrarın sağlandığı bir yönetim modeli geliştirilebileceği ön görülmektedir. Üretilen elektrik ise dağıtım sistemine verilip enerji maliyetini düşürebileceği gibi, kurşun-asit bataryaların elektrokimyasal olarak depolanması ya da lityum esaslı piller ve volanlar gibi diğer depolama teknolojileri ile de depolanarak daha sonra kullanılmak üzere bekletilebilmektedir.

Bu tür bataryalarda kullanılan ve beyaz altın da denilen lityum cevherinin çıkarılması ve bu cevherden elde edilen pillerin ticari amaçla kullanıldığı formlara dönüştürüldüğü aşamalarda çevreyi olumsuz etkileme riskinin olması bir dezavantaj olarak görülebilir (Sarıcan, 2020).

2016 yılında Malezya'daki bir hastanede yapılan çalışmada güneş enerjisi ile elektrik üretilip daha sonra batarya ile depolandığı bir sistemde işletme maliyetinin yine saatte 0.091 amerikan doları ve yine yılda yaklaşık olarak 7245 amerikan doları olduğu ortaya konulmuştur. Bu sistem yılda 25.873 kg sera gazı emisyonu üreterek çevre dostu olarak nitelendirilmiştir (İsa vd., 2016).

Düşük sera gazı emisyonlarını değerlendirdiği çalışmasında Barsbay (2019), imkânların el verdiği en uygun şekilde dışa bağımlılığın azaltılması sağlık sistemi gibi enerji maliyetlerinin yüksek olduğu bir sektörde elzemdir, demektedir. Veriler incelendiğinde tez kapsamında değerlendirilen ve 200 yatak ve üzeri olan büyük kapasiteli olarak adlandırılabilir hastaneler için en ideal sistemin, enerji depolama sisteminin yer aldığı yenilenebilir enerjiden enerji elde edilen entegre sistemde bir dizel jeneratörün kullanıldığı hibrit yöntem ile birleştirilerek projelendirilmesinin yararlı olacağı değerlendirilmektedir. Tüm çevreci uygulamaların yanı sıra ekonomik ve verimli çözümlerin faydalarından yararlanılması gerekmektedir. Bunun yanında 2011 yılı rakamlarıyla kamu sağlık sektöründe enerji maliyetinin 291.563.330 lirayı bulabildiği düşünülürse (HÇHGD, 2012), elektrik giderlerinin azaltılabilmesi için trijenerasyon sistemleri gibi elektrik üreten sistemlerin hastanelerde kullanılarak bu maliyetin aşağı çekilmesi istenmektedir. Bu tür sistemlerde önceki başlıklarda da bahsedildiği gibi elektrik üretmenin yanı sıra ısıtma-soğutma suyu kullanımının mümkün olması sisteme büyük avantaj sağlamaktadır. 2022 yılının, etkisi devam eden kovid-19 pandemisi, savaşlar, iklim değişikliği vb. nedenlerle enflasyonun dünya genelinde arttığı bir dönem olduğu bilinmektedir. Enflasyon ile birlikte maliyetlerin de büyük oranda artacağı öngörülmektedir. Bu açıdan bakıldığında her türlü enerji maliyetini azaltacak tedbirin uygulanması sadece sağlık işletmeleri için değil, tüm sektörlerde değerlendirilmesi gereken konuların başında gelmektedir. Buna uygun olarak ülke politikaları da bu doğrultuda atılan adımlarla temellendirilmeli; yapılan eylem planlarıyla maliyetlerin düşürülerek enerji verimliğinin en üst planda tutulduğu bir yöntemin izlenilebileceği değerlendirilmektedir. Hastane yapılarındaki enerji yönetimi, konvansiyonel sistemlerden yenilikçi teknolojilere geçiş ile birlikte faydalı projelerle desteklendiğinde daha verimli bir şekilde işletilecektir. Nihayetinde hastaneler için yenilenebilir enerji uygulamalarının artırılması konusunun ülkemizin yüksek gelişmiş düzeyinde yer alması bakımından hızlı çalıştırılması gereken mekanizmalardan biri olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Son yüzyılın ilk çeyreğini bitirmek üzere olduğumuz günümüzde, daha refah yaşamı hedefleyen teknolojinin hızla gelişimine de paralel olarak nüfus artışının her bireyin temiz ve sağlıklı çevre koşullarında yaşamasına olanak sağlanmasının kısıtlanmaması ve bu koşulları gelecek nesillere aktarmak için öncelikle ekosistemi kirletmemek için mücadele edilmektedir. Kirlilik yükünün sebep olduğu hastalıklarla savaşıırken, sağlık sistemimizin de en önemli yapısı olan hastaneler sürdürülebilir bir çevre yönetimine göre tasarımı ve işletilmelidir. Bu yapıların bünyesinde var olan çevresel sürdürülebilirlik uygulamaların maliyet-etkinlik sonuçlarının karşılaştırmalı ve hastane ölçeği bazında kıyaslamalı olarak ortaya konduğu çalışmaların sayıları artırılmalı ve çıktıları kayıt edilerek devamlılık arz etmesi sağlanmalıdır.

Enerji tüketimini azaltmak için hastaneler, enerji tasarruflu binalar olarak inşa edilmelidir. Binaların ısı yalıtımı, aydınlatma sistemleri ve HVAC (Isıtma, Havalandırma ve Klima) sistemleri gibi enerji tüketen alanları, yenilenebilir enerji kaynakları ile desteklemelidir.

Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve hidroelektrik enerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları uygun yerlerde hastaneler tarafından kullanılmalıdır. Bu enerji kaynakları, hastanelerin enerji maliyetlerini azaltarak tasarruf sağlamaktadır.

Hastanelerde, çevre dostu malzemelerin kullanımını teşvik edilmelidir. Çevre dostu malzemeler kullanmak, sera gazı emisyonlarını azaltarak doğal kaynakların tükenmesini önlemektedir.

Atık yönetimi, hastanelerin çevresel sürdürülebilirliği için kritik bir unsurdur. Hastaneler, atık yönetim planlarını oluşturmalı ve uygulamalıdır. Atıkların geri dönüşümü ve kompostlanması, çevre kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olacaktır.

Hastaneler, çevre dostu sertifikalara başvurmalıdır. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ve DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) gibi sertifikalar, hastanelerin çevre dostu inşa edilmesini ve yönetilmesini teşvik etmektedir.

Çevre ile ilgili mevzuatlarda her ne kadar caydırıcı cezaların varlığından söz edilmekte olsa da, bu sistemin gönüllülük esasına göre daha verimli çalışılacağı düşünülebilir. Bununla beraber işletmelere kısa vadede ekonomik olarak yük getiren uygulamalar, başlangıçta uyumu zor süreçler olabilirler. Böylelikle bu tez çalışmasında da araştırılan, özel ya da devlet eliyle olsun yatırımcının çevreye verdiğini geri aldığı bir model, ekonomik olarak da heveslendirici olacaktır.

2021 yılı Sağlık Bakanlığı Sayıştay Raporunda 200 yatak üzeri 20.000 m² alan işgal eden doğal gaz altyapısı olan hastanelerde trijenerasyon/kojenerasyon gibi çamaşır, yemek, laboratuvar, görüntüleme, sterilizasyon ve diğer hizmetlerde kullanılan nitelikli enerji sistemlerinin bazı hastanelerde henüz faaliyete geçmediğinden bahsedilmektedir (Sayıştay Başkanlığı, 2021). Sürdürülebilir bir çevre yönetimi, sürdürülebilir uygulamaların kullanımına bağlı olacaktır. Bu tez çalışmasında hastane yatırımlarında başta maliyetli gibi gözükken çevresel sürdürülebilir uygulamaların sonrasında kendini geri ödeyebileceği değerlendirilmiştir.

Sağlık Bakanlığı SEVER Projesi'nin tüm hastanelere uygulanmasının hızlandırılması ve bu araştırma kapsamında da incelenen Entegre Sağlık Kampüslerinin aynı zamanda birer yeşil hastaneler de olması nedeniyle sayılarının artırılması, ilgili diğer paydaşlara farkındalık oluşturulması açısından tavsiye edilmektedir.

Sadece yeni yapılacak olan hastanelerin değil, mevcut faaliyette olan hastanelerin de sertifikasyon süreçlerine hızla tabi olması gerektiği değerlendirilmekte, eksik noktaların belirlenerek mevzuatlara göre planlama yapılması önerilmektedir.

Barsbay (2019), 25/11/2014 tarihli Resmî Gazete' de revize edilerek yayımlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'ne tabi işletmeler arasında sağlık tesislerinin de yer aldığını ifade etmiş fakat ÇED araştırılırken, sağlık organizasyonlarına yönelik bir düzenleme olmadığından bahsetmiştir. Ayrıca, 2013 yılında yayımlanan Sağlık Bakanlığınca *“Kamu Özel İşbirliği Modeli İle Tesis Yaptırılması, Yenilenmesi ve Hizmet Alınması İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması”* hakkındaki kanun kapsamında kamu-özel ortaklığı finansman modeli ile inşa edilen ESK'lar için ulusal ÇED zorunluluğu bulunmadığından yüklenici firmaların, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) kriterlerince ÇED sürecini yönettiğinden bahsetmiştir. Buna göre sağlık tesisi yapımlarında mevzuatlarda yer alan raporların araştırılması büyük önem taşımaktadır. Örneğin bazı ESK'lara ait raporlarda sürdürülebilir çevresel uygulamaların sadece ihtiyaca yönelik olarak projelendirileceği belirtilmektedir. Sürecin takip edilerek ilgili kurumlarca denetim mekanizmasının sıkı çalıştırılması önem arz etmektedir.

Özellikle, raporları incelenen yüksek kapasitedeki bu ESK'ların çevreyi kirlenme beklentisinin de yüksek olduğu düşünülürse, enerji verimliliğini artırma ve enerji maliyetlerini azaltma amacıyla enerji üretim sistemlerinin kullanılmasının amaçlandığı irdelenmiştir. Yenilenebilir enerji üretim imkânlarının kullanılacağı ve enerji yükünün azaltılacağına altı çizilse de daha detaylı bir açıklamaya yer verilmediği görülmüştür.

Sağlık tesislerinin tüm basamaklarının yapımında ulusal mevzuatın getirdiği sorumluluklar başta olmak üzere, ISO standartları ile yenilenebilir enerji sistemlerinin

kullanımına ilişkin tüm sorumluluklara önem verilmelidir. Bununla birlikte sorumlularca sağlık tesislerinin enerji verimliliklerinin analiz ettirilmesi, eksik noktaların nedenlerinin araştırılması ve buna yönelik tedbir alınması sağlanmalıdır.

Yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılamadığı durumlarda ya da kullanılsa dahi yeterince enerji sağlanamazsa kojenerasyon/trjenerasyon sistemlerinin acil durumlarda devamlı çalışmaya uygun olması, sürdürülebilirlik olgusu ile birlikte hastane gibi kesintisiz sağlık sunumu verilen bir tesiste hayati önem arz etmektedir.

Hastane inşaatlarında atık yönetimi planlarının hazırlanması, malzeme seçimi ve tedarik yönetimi konularında çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle tüm hastaneler projelendirilirken, süre açısından bırakılan payın en az inşaat için ayrılan pay kadar olması önerilmektedir. Bu tür bir uygulama daha sonra gelişebilecek tüm çevresel ve diğer sorunların önüne geçebilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını teşvik etmek için konu ulusal politika gündemine alınmalı, yaşadığımız iletişim çağının avantajından yararlanılarak en başta toplumun çevre bilincinin artması sağlanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- ADN PPP Sağlık Yatırım A.Ş., 2014, *Adana Entegre Sağlık Kampüsü Projesi*, Çevre ve Sosyal Etki Değerlendirmesi, http://www.pppadanahastanesi.com/upload/Node/19536/files/Adana_ESK_Teknik_Olmayan_Ozet.pdf [Ziyaret Tarihi: 8 Kasım 2022].
- Aliefendioğlu, Y., ve Bostancı, S. 2021, Şehir Hastanesi Yatırımları ve Gayrimenkul Katma Değer Yönetimi İlişkisi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(25 (Özel Sayı)), 26-43.
- Alrikabi, N. K., 2014, Renewable Energy Types. *Journal of Clean Energy Technologies*, 2(1), 61-64.
- Anbarcı, M., Giran, Ö., ve Demir, İ. H. 2012, Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemleri İle Türkiye'deki Bina Enerji Verimliliği Uygulaması. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 1(7), 368-383.
- Ankara Etlik Hastane Sağlık Hizmetleri İşletme Yatırım A.Ş., 2014, *Ankara Etlik Entegre Sağlık Kampüsü Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirme Raporu*, <https://www.aeh.com.tr/cevresel-ve-sosyal-etki> [Ziyaret Tarihi: 13 Eylül 2022].
- Aslan, A., 2009, Kişi Başına Karbon Dioksit Emisyon Yakınsama Analizi:1950-2004. *Ege Akademik Bakış*, 9(4), 427-1439.
- Ataman, A. R., 2007, *Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi, Ankara.
- Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu, 2022, *Geleceğe dair: Paris iklim anlaşması*, https://www.avrupa.info.tr/sites/default/files/2016-08/brochure_4_v2.pdf [Ziyaret Tarihi: 9 Kasım 2022].
- Aydın, A. H., ve Çamur, Ö., 2017, Avrupa birliği çevre politikaları ve çevre eylem planı üzerine bir inceleme. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(13), 21-44.
- Babacan, Ö. B., 2010, *Mermer İşleme Tesisinde ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği, Sivas.
- Barsbay, M. Ç., 2019, Sağlık sektöründe düşük karbon ekonomisi tezat mı, mümkün mü? *Verimlilik Dergisi*, 113-134.
- Barsbay, M. Ç., 2020, Kamu hastanelerinde enerji verimliliği analizi: Radyal ve radyal olmayan veri zarflama analizi modellerine dayalı bir uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 35-42.
- Bektaş, H., 2005, *Madencilikte Çevre Yönetim Sistemi Uygulaması: TS EN ISO 14001*. Ankara.

- Bortz, W., 2010, Reinventing Health Care: From Panacea To Hygeia. *Assadourian içinde, State of the World 2010: Transforming Cultures From Consumerism to Sustainability*, 138-142.
- Brundage, M. D., Smith, K. C., Little, E. A., Bantug, E. T., Snyder, C. F., & Schrag, D. (2015). *Communicating patient-reported outcome scores using graphic formats: Results from a mixed-methods evaluation*. *Quality of Life Research*, 24(10), 2457-2472.
- Büyükeren, R., Altıntaş, H. B., Martın, K., ve Kahraman, A., 2015, Binalardaki fotovoltaiik uygulamasının teknik, çevresel ve ekonomik incelenmesi: Meram tıp fakültesi hastanesi örneği. *EMO Bilimsel Dergi*, 10(5), 9-14.
- Carpenter, D., and Hoppszallern, S., 2010, Sustainable operations survey: green and greener: hospitals embrace environmentally sustainable practises, though laggards remain. *Health Facilities Management Magazine*, 23(7), 15-21.
- Cevilan, I., 2003, *Çevre yönetim sistemleri (ISO 14000 standartları) ve kağıt sanayinde uygulanması*. Yüksek Lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Chweieduk, D., 2003, Towards Sustainable Energy Buildings. *Applied Energy*, 211-217.
- Cline, W. R., 1992, *The Economics of Global Warming*. Washington D. C.: Peterson Institute for International Economics.
- Corbin, J., and Strauss, A., 2008, *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. SAGE Publications, Inc.
- Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2020, *Sürüdürebilir kalkınma amaçları değerlendirme raporu*, Ankara, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/03/Surdurulebilir-Kalkinma-Amaclari-Degerlendirme-Raporu_13_12_2019-WEB.pdf [Ziyaret Tarihi: 3 Kasım 2022].
- Czajka, C. P., ve Evans, T. M. (2014). Environmental engineers' perceptions of green infrastructure challenges: An exploratory study. *Journal of Environmental Engineering*, 140(10).
- Çaça, A., 2016, *ISO 14000 Çevre Yönetim Standartları İle Avrupa Birliği Çevre Etiket ve Aralarındaki İlişki: Türkiye'deki Uygulamalar*. Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey üniversitesi, İşletme Ana Bilim Dalı, Karaman.
- Çalapkulu, S. R., 2020, Kojenerasyon sistemleri ve trijenerasyon sistemleri. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 53-62.
- Çarkıt, T., 2016, Yük besleme maliyet analizi açısından, Li-FePO₄ tabanlı enerji depolama sistemi ile dizel elektrik jeneratörünün karşılaştırılması. *Elektrik Mühendisliği Dergisi*(458), 52-55.

- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2014, *Antalya 1000 yataklı sağlık kampüsü çed başvuru dosyası*, Çevresel etki değerlendirmesi, izin ve denetim genel müdürlüğü: <http://eced.csb.gov.tr/jsp/ek1/5077> [Ziyaret Tarihi: 10 Ocak 2023].
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015, *Ankara etlik entegre sağlık kampüsü trijenerasyon ve kazan sistemi proje tanıtım dosyası*, Çevre etki değerlendirmesi, izin ve denetim genel müdürlüğü: <http://eced.csb.gov.tr/jsp/ek1/9023> [Ziyaret Tarihi: 29 Ekim 2022].
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2017, *Gaziantep entegre sağlık kampüsü projesi çevresel etki değerlendirmesi raporu*, Çevresel etki değerlendirmesi, izin ve denetim genel müdürlüğü: <http://eced.csb.gov.tr/jsp/ek1/14885> [Ziyaret Tarihi: 1 Aralık 2022].
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018a, *İzmir bayraklı trijenerasyon ve kazan tesisi projesi proje tanıtım dosyası*, Çevresel etki değerlendirmesi, izin ve denetim genel müdürlüğü: <http://eced.csb.gov.tr/jsp/ek1/23327> [Ziyaret Tarihi: 28 Ekim 2022].
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018b, *Kocaeli trijenerasyon ve kazan tesisi projesi proje tanıtım dosyası*, Çevresel etki değerlendirmesi, izin ve denetim genel müdürlüğü: <http://eced.csb.gov.tr/jsp/ek1/23240> [Ziyaret Tarihi: 10 Ocak 2023].
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021, *Kütahya sağlık yerleşkesi trijen projesi proje tanıtım dosyası*, Çevresel etki değerlendirmesi, izin ve denetim genel müdürlüğü: <http://eced.csb.gov.tr/jsp/ek1/35398> [Ziyaret Tarihi: 30 Ocak 2023].
- Çoban, O., ve Kılınç, N. Ş., 2015, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonu İlişkisi: TR Örneği. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 38(1), 195-208.
- Demirel, B., 2000, *ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi ve Türkiye'deki Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Dış İşleri Bakanlığı, 2018, *İklim Değişikliğiyle Mücadele*, www.mfa.gov.tr/sub.tr.mfa?6f41190c-6742-405a-9e5a-784385301607 [Ziyaret Tarihi: 1 Kasım 2022].
- Doğan, C. S., 2002, *ISO 14000 çevre yönetim standartları ve bir petrol dağıtım-satış istasyonundaki uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Duyan, Ö., Öztürk, A. E., ve Röben, E., 2017, *İdari ve Ticari Binalar İçin Sıfır Atık Uygulama Rehberi*. Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- Ecobuild, 2018, *"Erol Olçok Eğitim ve Araştırma Hastanesi LEED NC Healthcare Sertifikası Aldı."*, <https://www.ecobuild.com.tr/singlepost/2018/01/30/Erol-Olcok-Egitim-ve-ArastirmaHastanesi-LEED-NC-Healthcare-Sertifikasi-Aldi> [Ziyaret Tarihi: 1 Kasım 2022].

- Environment Science Center, 2003, *Greener Hospitals: Improving Environmental Performance*. Germany: Bristol-Myers Squibb Company.
- Erdal, N., Tayran, N., Kaçar, S., Kodaloğlu, K., ve Turfan, G. 2020, Çevreye karşı duyarlılık: Sağlık çalışanı ve hasta yakını örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(6), 278-298.
- Euronews, 2022, *BOTAŞ'ın doğal gaz satış fiyatı 18 ayda elektrik tarifesinde yüzde 1330, sanayide yüzde 997 zamlandı*, <https://tr.euronews.com/2022/09/12/botasin-dogal-gaz-satis-fiyati-18-ayda-elektrik-tarifesinde-yuzde-1330-sanayide-yuzde-997-> [Ziyaret Tarihi: 26 Ekim 2022].
- European Comission, 2022, *Environment*, AB Resmi Web Sitesi: <https://eur-lex.europa.eu/content/summaries/summary-20-expanded-content.html> [Ziyaret Tarihi: 1 Kasım 2022].
- Francao, A., Shaker, M., Kalubi, D., and Hostettler, S. 2017, A Review of Sustainable Energy Access and Technologies for Healthcare Facilities in the Global South. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*(22), 92-105.
- Franco, A., Shaker, M., Kalubi, D., and Hostettler, S. 2018, A review of sustainable energy access and technologies for healthcare facilities in the Global South. *Sustainable Energy Technologies and Assessments. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)*, 10(CH-1015).
- GE Healthcare, 2008, *Green Hospitals. Clinical Engineering Society Of Ontario (CESO) Conference*. Winter, Ontario.
- Güner, E. D., ve Turan, E. S., 2017, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Küresel İklim Değişikliği Üzerine Etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1), 48-55.
- Hamner, W. B., 1996, *What is the Relationship Among Cleaner Production, Pollution Prevention, Waste Minimization and ISO 14000?* Taipei, China: Proceeding of 1996 First Asian Conference CP in Chemical Industry.
- HÇHGD., (Hasta ve Çalışan Hakları ve Güvenliği Derneği). 2012, *Sağlıkta enerji verimliliği çalıştay sonuç raporu*. Ankara: Hasta ve Çalışan Hakları ve Güvenliği Derneği Yayınları.
- Hoşgör, H. 2014, Yeşil hastane konsepti ve Türkiye deneyimi. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 2(1), 75-84.
- Huang, C. L., Hsieh, C. T., and Hsu, M. H. (2020). Exploring the perceived benefits and limitations of adopting industrial ecology for managing greenhouse gas emissions from the petrochemical industry. *Journal of Cleaner Production*, 257.
- IEA., 2018, *Renewables 2018 Market Analysis and Forecast From 2018 to 2023*, <https://www.iea.org/reports/renewables-2018> [Ziyaret Tarihi: 24 Ekim 2022].

- İmal, M., Kısakesen, T., ve Kaya, A., 2016, Enerji ekonomisi açısından kojenerasyon ve trijenerasyon teknolojilerinin ısıtma-soğutma kapasitelerinin analizi: KSÜ sağlık uygulama ve araştırma hastanesi örneği. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 9-19.
- IRENA., 2018, *The International Renewable Energy Agency*, Renewable Capacity Statistics 2018. [Ziyaret Tarihi: 24 Ekim 2022].
- Isa, N. M., Das, H. S., Tan, C. W., Yatim, A. H., ve Lau, K. Y., 2016, A techno-economic assessment of a combined heat and power photovoltaic/fuel cell/battery energy system in malaysia hospital. *Energy*(112), 75-90.
- Kas, Ö., 2020, *Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli ve kojenerasyonun enerji verimliliğine katkıları*, https://kojenturk.org/uploads/dokumanlar/Ozay%20Kas-%2024.11.2020%20-%20Hizmet%20Sektörü-%20Kojenturk_webinar.pdf [Ziyaret Tarihi: 26 Ekim 2022].
- Kıral, B., 2020, Nitel bir veri analiz yöntemi olarak doküman analizi. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(15), 170-189.
- Koç, E., ve Kaya, K., 2015, Enerji kaynakları-yenilenebilir enerji durumu. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 56(668), 36-47.
- Koçak, T. K., Koçak, G. Ö., Acar, İ., Kırbaşı, İ., Erez, E., ve Şahan, M., 2021, Türkiye'nin çevre mevzuatına tüm politikalarda sağlık merceğinden bir bakış. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2), 82-98.
- Koncagül, M., 2021, *Şehir Hastanelerinde Atık Yönetimi ve Covid-19'un Hastanelerde Atık Miktarı ve Dağılımına Etkisinin İncelenmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği ABD. İstanbul: Tez Danışmanı: Prof. Dr. Osman Atilla ARIKAN.
- Koyuncuoğlu, L. A., 2017, *Anadolu Ajansı*, Anadolu Ajansı Web Sitesi: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/hastanenin-elektrik-ihciyacigunes-enerjisiyle-karsilanacak/803845> [Ziyaret Tarihi: 19 Eylül 2022].
- Kuckartz, U., Rädiker, S., and Stefer, C. (2019). Evaluating governance and planning for climate change adaptation in small and medium-sized cities in Germany. *Sustainability*, 11(8).
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H. D., ve 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.
- Külekçi, E. A., 2017, Geçmişten günümüze yeşil çatı sistemleri ve yeşil çatılarda kalite standartlarının belirlenmesine yönelik bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, ATA Planlama ve Tasarım Dergisi*, 1(1), 36-53.
- Magretta, J., 2001, Küresel Sürdürülebilirlik Yoluyla Büyüme, Harvard Bussiness Review, İş ve Çevre, Türk Metal Sanayicileri Sendikası. 7: 11-14.

- McKay, G., and J., N., 1998, Environmental Management Standard ISO 14000. *The Kriton Curi International Symposium on Environmental Management in The Mediterranean Region*, Vol. 1, 141-160. İstanbul: Boğaziçi University.
- Merritt, F. S., and Ricketts, J. T., 2000, *Building Design and Construction Handbook* (Sixth Edition b.). New York San Francisco Washington, D.C. Auckland Bogota Caracas Lisbon London Madrid Mexico City Milan Montreal New Delhi San Juan Singapore Sydney Tokyo Toronto: McGRAW-HILL.
- Mersin Şehir Hastanesi, 2017, *CCN Yapı Goup*, CCN İnşaat: <https://www.ccngroup.com.tr/insaat/mersin-sehir-hastanesi/> [Ziyaret Tarihi: 19 Eylül 2022].
- Momirlan, M., and Veziroğlu, T. N., 2002, Current status of hydrogen energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6(1-2), 141-179.
- Mutlu, A., 2006, Küresel kamusal mallar bağlamında sağlık hizmetleri ve çevre kirlenmesi: Üretim, finansman ve yönetim sorunları. *Maliye Dergisi*, 150, 53-78.
- Orcan, B., 2021, *Yeşil Bina ve Sürdürülebilirlik Açısından Yeni Yapılan Bir Hastanenin Leed Sertifikasyon Sistemi Kapsamında İnşaat Sürecinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD.
- Özcan, S., 2022, Küresel Konferanslar ve Çevre Sorunları: Çevre Kalkınma ve Etik Açısından Eleştirel Bir Değerlendirme. *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, (s. 762), <https://earsiv.anadolu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11421/9609/481669.pdf?sequence=1> [Ziyaret Tarihi: 18 Eylül 2022].
- REC Türkiye, 2010, *Avrupa Birliği Çevre Mevzuatı Yayınları*. Bölgesel Çevre Merkezi – REC Türkiye, <https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2017/08/ab-cevre-mevzuati.pdf> [Ziyaret Tarihi: 10 Aralık 2022].
- Sağlık Bakanlığı, 2021, Sağlık Bakanlığı Kurumsal Web Sitesi: <https://www.saglik.gov.tr/TR,11482/enerji-verimlilik.html> [Ziyaret Tarihi: 18 Eylül 2022].
- Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü, 2021, <https://sygm.saglik.gov.tr/TR-85394/enerji-dostu-yeni-nesil-hastaneler.html> [Ziyaret Tarihi: 14 Eylül 2022].
- Samer, M., 2013, Towards the implementation of the green building concept in agricultural buildings: A literature review. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 15(2), 25-46.
- Sarıcan, B., 2020, *Yeşilgazete*, <https://yesilgazete.org/lityum-pilller-temiz-bir-alternatif-mi-yoksa-cevre-icin-yeni-bir-tehdit-mi-batuhan-sarican/>: <https://yesilgazete.org/lityum-pilller-temiz-bir-alternatif-mi-yoksa-cevre-icin-yeni-bir-tehdit-mi-batuhan-sarican/> [Ziyaret Tarihi: 22 Eylül 2022].

- Savaş, A. B., 2018, *Hastanelerin Yeşil Hastane Olma Süreci, Muhasebenin Rolu ve Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Sayıştay Başkanlığı, 2021, Sağlık Bakanlığı 2021 Yılı Sayıştay Raporu. 26-27. Ankara. <https://www.sayistay.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 4 Kasım 2022].
- Selbaş, R., Şahin, A. Ş., Yılmaz, F., ve Ekşi, C. 2014, Hastanelerde Enerji Kullanımında Verimlilik İçin Örnek Bir Uygulama. *TTMD, Mayıs-Haziran*, 13-22.
- Smith, B. A., Carpenter, K. M., Fitzpatrick, J. J., Haase, J. E., ve Symons, M. (2007). *Childhood cancer survivors' reported barriers to care and preferences for provider type: A qualitative analysis*. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 24(4), 227-235.
- Strauss, A., and Corbin, J., 1998, *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. London: Sage Inc.
- Şenocak, B., ve Bursalı, Y. M., 2018, İşletmelerde Çevresel Sürdürülebilirlik Bilinci ve Yeşil İşletmecilik Uygulamaları İle İşletme Başarısı Arasındaki İlişki. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(23), 161-183.
- TEİAŞ, 2022, *Türkiye Elektrik Üretim -İletim 2021 Yılı İstatistikleri*, <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> [Ziyaret Tarihi: 24 Ekim 2022].
- Teksan, A. E., Koçar, G., Eryaşar, A., ve Aytav, E., 2017, *Hastanelerde kojenerasyon/trijenerasyon uygulamalarının sağladığı faydanın vaka analizi üzerinden incelenmesi*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası: https://www.emo.org.tr/ekler/661b2c3bc72f4b5_ek.pdf [Ziyaret Tarihi: 31 Ekim 2022].
- Terekli, G., Özkan, O., ve Bayın, G. 2013, Çevre Dostu Hastaneler: Hastaneden Yeşil Hastaneye. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 12(2), 38-54.
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2018, https://www.cmo.org.tr/mevzuat/ulusal_mevzuat.php [Ziyaret Tarihi: 1 Kasım 2022].
- TRT. 2022, *TRT Haber*, Yeni elektrik tarifi faturalara nasıl yansiyacak?: <https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/yeni-elektrik-tarifi-faturalara-nasil-yansiyacak-659656.html#:~:text=Ticarethane%20aboneleri%20g%C3%BCnl%C3%BCk%2030%20kilovatsaate,y%C3%BCzde%2025%20indirim%20yap%C4%B1lm%C4%B1%C5%9F%20olacak.> [Ziyaret Tarihi: 26 Ekim 2022].
- TSE, 2015, Çevre yönetim sistemleri – Şartlar ve Kullanım Kılavuzu. Ankara.
- TÜİK, 2022, *Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2020*, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862> [Ziyaret Tarihi: 29 Ekim 2022].

- Türkmen, M., 2016, *Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023)*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation Power Resources Office, 2015, *Reclamation: Managing Water in the West, Hydroelectric Power*. <https://www.usbr.gov/power/edu/pamphlet.pdf> [Ziyaret Tarihi: 14 Kasım 2022].
- Usta, R., 2001, *Çevre ve Çevre Yönetim Standartları* (Cilt Sayı:474). Standart: Ekonomik ve Teknik Dergi.
- Ünalın, H., ve Tokman, L. Y., 2011, Sürdürülebilir mimari tasarım: Bir renevasyon projesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(2), 129-157.
- Verghese, A., 1998, Proceedings of International conference on Alternate Energy resources. *New and Renewable Energy Resources*, (s. 403-410). Thailand.
- World Green Building Council, 2018, *Doing Right by Planet and People the Business Case for Health and Wellbeing in Green Building*, <https://www.worldgbc.org/news-media/doing-right-planet-and-people-business-case-health-and-wellbeing-green-building> [Ziyaret Tarihi: 24 Ekim 2022].
- Yaylı, H., 2012, Çevre etiği bağlamında kalkınma, çevre ve nüfus. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(15), 151-169.
- Yılmazoğlu, Z., 2016, Hastanelerde enerji yönetimi. *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi*(3-4), 38-46.