İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'NİN ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BEYAZ SERTİFİKALAR SİSTEMİNİN TÜRKİYE'YE UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilal DÜZGÜN

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Programı

OCAK 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'NİN ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BEYAZ SERTİFİKALAR SİSTEMİNİN TÜRKİYE'YE UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilal Düzgün
(504101049)

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Güven KÖMÜRGÖZ KIRIŞ

OCAK 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 504101049 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Bilal DÜZGÜN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"TÜRKİYE'NİN ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BEYAZ SERTİFİKALAR SİSTEMİNİN TÜRKİYE'YE UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç.Dr. Güven KÖMÜRGÖZ KIRIŞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd.Doç.Dr. Canan KARATEKİN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç.Dr. Arif KARAKAŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **12 Aralık 2013**
Savunma Tarihi : **22 Ocak 2014**

ÖNSÖZ

Ülkemizin çok boyutlu enerji stratejisi çerçevesinde ulaşılmak istenilen amaçlardan biri enerjinin etkin olarak kullanılarak, enerji maliyetinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, çevrenin korunması ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Bu sebeple bu tez çalışmasında, mevcut durumda bazı gelişmiş ülkelerde uygulanmakta olan ve enerji tedarikçilerine enerji verimliliği çalışmaları gerçekleştirmeleri için yükümlülükler getiren Beyaz Sertifikalar Sistemi'nin ülkemize uygulanabilirliğine yönelik bir cevap bulabilmek amaçlanmıştır.

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, üzerimde emeği bulunan saygı değer hocam Doç. Dr. Güven KÖMÜRGÖZ'e çok teşekkür ediyorum.

Bilgi ve tecrübesiyle yoluma ışık tutan ve her ihtiyacım olduğunda yardımını esirgemeyen Enerji Verimliliği Dairesi Başkanı Sayın Halil İbrahim GÜNDOĞAN'a,

Destekleriyle her daim yanımda olan değerli dostlarım elektrik yüksek mühendisi Abdullah POLAT'a ve jeoloji yüksek mühendisi Hatice Esra YILMAZ'a,

Yaşamım boyunca daima yanımda olan ve bir parçası olmaktan gurur duyduğum aileme minnet ve sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Ocak 2014

Bilal Düzgün
Elektrik Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xv**
SUMMARY ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı 2
1.2 Literatür Araştırması 3
2. TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ POTANSİYELİ **7**
2.1 Türkiye'nin Enerji Görünümü 7
2.2 Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli 10
2.2.1 Sanayi sektöründe enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesi 10
2.2.2 Bina sektöründe enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesi 13
2.2.3 Ulaştırma sektöründe enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesi 15
3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE'NİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ POLİTİKASININ DEĞERLENDİRİLMESİ **17**
3.1 Enerji Verimliliği Politikaları 17
3.1.1 Düzenleyici araçlar 17
3.1.1.1 Kanunlar 17
3.1.1.2 İkincil mevzuat 18
3.1.1.3 Standartlar 18
3.1.2 Finansal araçlar 19
3.1.2.1 Tüketiciye doğrudan verilen mali teşvikler 19
3.1.2.2 Tüketiciye dolaylı olarak verilen mali teşvikler 19
3.1.2.3 Vergiler 19
3.1.2.4 Mikro krediler 20
3.1.2.5 Üreticilere veya perakendecilere verilen mali teşvikler 20
3.1.3 Gönüllülük esasına dayalı araçlar 21
3.1.4 Piyasa tabanlı araçlar 21
3.2 Türkiye'nin Enerji Verimliliği Politikası 22
4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ENERJİ VERİMLİLİĞİNDE ÜLKELERARASI KARŞILAŞTIRMALI BİR DEĞERLENDİRME **22**
4.1 Veri Zarflama Analizi Yöntemi 28
4.1.1 Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) yöntemi 29
4.1.2 Banker-Charnes-Copper (BCC) yöntemi 30
4.1.3 Toplamsal model 31

4.2 Enerji Verimliliği Çalışmalarında Veri Zarflama Analizi ile Doğrusal Programlama Modeli 382
4.3 Türkiye Uygulaması 33
5. BEYAZ SERTİFİKALAR SİSTEMİ 37
5.1 Beyaz Sertifikalar Sistemininin Yapısı 38
5.2 Ülkelerdeki Beyaz Sertifikalar Sistemi Uygulamaları 41
5.2.1 İngiltere 42
5.2.2 İtalya 44
5.2.3 Danimarka 47
5.2.4 Fransa 48
6. BEYAZ SERTİFİKALAR SİSTEMLERİ'NİN TÜRKİYE'YE UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ 53
6.1 Piyasa Genel Koşulları 53
6.2 Enerji Tasarrufu Hedeflerinin Belirlenmesi ve Özel Durumlar 54
6.2.1 Enerji tasarrufu hedeflerinin belirlenmesi 54
6.2.2 Hedeflerin yükümlü tutulacak piyasa katılımcıları arasında paylaşımı 56
6.2.3 Hedeflerin dağıtımında özel durumlar 56
6.3 Yükümlü Tutulacak Piyasa Katılımcılarının Seçilmesi 56
6.3.1 Elektrik piyasasının incelenmesi 56
6.3.2 Doğal gaz piyasasının incelenmesi 58
6.3.3 Petrol piyasasının incelenmesi 59
6.4 Piyasa Mekanizmaları 61
6.4.1 Sertifika ticareti kurallarının belirlenmesinde sistem tasarımı 61
6.4.2 Sertifikalar piyasasına getirilebilecek önkoşullar 62
6.4.3 Sertifikaların toplanması ve pazaryerinin belirlenmesi 62
6.4.4 Sertifikalar piyasasında faaliyet gösterecek diğer katılımcılar 63
6.4.5 Enerji tasarrufunun ölçülmesi 63
6.4.6 Yükümlülük süresi ve sistemin geçiş safhası 63
6.4.7 Tasarrufların izlenmesi ve doğrulanması 64
6.4.8 Uyumsuzluk durumu: cezaların belirlenmesi 64
6.4.9 Maliyetlerin karşılanması 64
6.5 Engeller 66
7. SONUÇ VE ÖNERİLER 69
KAYNAKLAR 73
ÖZGEÇMİŞ 81

KISALTMALAR

AAEG : İtalyan Elektrik ve Doğalgaz Kurumu (Italian Electricity and Gas Authority)
AB : Avrupa Birliği
ADEME : Fransız Çevre ve Enerji Yönetimi Ajansı (Agency for Environment and Energy Management)
BCC : Banker-Charnes-Cooper
BOTAŞ : Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.
BSS : Beyaz Sertifikalar Sistemi
BSTB : Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CCR : Charnes-Cooper-Rhodes
CERT : Karbon Emisyonu Azaltma Hedefi (Carbon Emission Reduction Target)
CESP : Topluluk Enerji Tasarrufu Programı (Community Energy Savings Programme)
DECC : Enerji İklim Değişikliği Başkanlığı (Department of Energy Climate Change)
ECO : Enerji Şirketleri Yükümlülüğü (Energy Companies Obligation)
EEC : Enerji Verimliliği Taahhüdü **(**Energy Efficiency Commitment)
EPDK : Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
ESSoP : Enerji Verimliliği Standartları Performansı (Energy Efficiency Standards of Performance)
ETKB : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ : Elektrik Üretim A.Ş.
EVD : Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketleri
EVKK : Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu
GME : İtalya Enerji Piyasası Yöneticisi (Gestore dei Mercati Energetici)
GSYİH : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
IPMVP : Uluslararası Performans Ölçme ve Doğrulama Protokolü (International Performance Measurement and Verification Protocol)
İHD : İşletme Hakkı Devri
KOSGEB : Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Destekleme İdaresi Başkanlığı
KVB : Karar Verme Birimi
OECD : Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OFGEM : İngiliz Elektrik ve Doğalgaz Piyasaları Kurumu (Office of Gas and Electricity Markets)
PMUM : Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi
RG : Resmi Gazete
SO : Tedarikçi Yükümlülüğü (Supplier Obligation)
tep : Ton eşdeğer petrol
TEİAŞ : Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEDAŞ : Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.

TETAŞ : Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.
TMMOB : Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odası Birliği
TUİK : Türkiye İstatistik Kurumu
TÜBİTAK : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UDHB : Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
UNIDO : Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (United Nations Industrial Development Organisation)
YEGM : Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
Yİ : Yap İşlet
YİD : Yap İşlet Devret
VZA : Veri Zarflama Analizi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Türkiye'nin 2011 yılı genel enerji dengesi 9
Çizelge 2.2 : Sanayi alt sektörlerinde enerji tasarrufu potansiyelleri 12
Çizelge 2.3 : Türkiye'de ve farklı ülkelerde yeni yapılan binalara ilişkin yıllık enerji tüketim değerlerine ait bilgiler 14
Çizelge 2.4 : Türkiye'nin ulaşım modlarına göre enerji tüketimi değerleri 15
Çizelge 2.5 : Modlara göre enerji tüketim değerleri 15
Çizelge 4.1 : CCR modeline göre ülkelerin etkinlik düzeyleri 35
Çizelge 5.1 : Ocak 2013'e ait GME' de ticareti yapılan beyaz sertifikaların piyasa fiyatları ve sertifika miktarları 46
Çizelge 5.2 : Danimarka'nın enerji tasarruf hedefleri ve bu hedeflere ulaşmakla yükümlü tutulan şirket sayıları 47
Çizelge 5.3 : Fransız BSS'de birinci dönemde yükümlülüklerini yerine getiren en büyük on tedarikçi ve yaptıkları tasarruf miktarları 49
Çizelge 5.4 : AB ülkelerinde uygulanmakta olan BSS'lerin karşılaştırılması 52
Çizelge 6.1 : Doğalgaz piyasasında dağıtım lisansına sahip en büyük pazar oyuncuları 59
Çizelge 6.2 : Petrol piyasasında faaliyetlere göre lisans sayıları 60
Çizelge 6.3 : Toplam akaryakıt türlerine göre en yüksek satış paylarına sahip dağıtım şirketleri 60
Çizelge 6.4 : Bazı dağıtım bölgeleri için belirlenen kayıp-kaçak oranı hedefleri 66

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı 2011 yılı verileri 7
Şekil 2.2 : Sanayi sektörü içerisinde enerji tüketim değerlerinin alt sektörlere göre dağılımı 11
Şekil 2.3 : Sanayi alt sektörlerinde enerji maliyetinin toplam üretim maliyeti içerisindeki payı 11
Şekil 2.4 : Bina ve hizmet sektörlerinin yıllara göre enerji tüketim değerlerinin değişimi ve Türkiye'nin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı..... 13
Şekil 3.1 : Enerji verimliliği politikalarının sınıflandırılması 18
Şekil 3.2 : İdari yapı ve diğer kurum ve kuruluşlarla etkileşimi 23
Şekil 5.1 : Beyaz Sertifikalar Sisteminin tasarım aşaması 38
Şekil 5.2 : Beyaz Sertifikalar Sistemi 39
Şekil 5.3 : İngiltere'de enerji verimliliği yükümlülüklerinin zamanla değişimi. 43
Şekil 5.4 : İtalyan Beyaz Sertifikalar Sistemi. 45
Şekil 5.5 : Fransız Beyaz Sertifikalar Sistemi. 49
Şekil 6.1 : 2000 yılı Türkiye'nin nihai enerji tüketiminin yıllara göre değişimi ve 2023 projeksiyonları..... 55
Şekil 6.2 : Elektrik üreticilerinin Haziran 2012 itibariyle pazar payları..... 57
Şekil 6.3 : Türk BSS tasarı önerisi özet şeması 65

TÜRKİYE'NİN ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BEYAZ SERTİFİKALAR SİSTEMİNİN TÜRKİYE'YE UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Geçtiğimiz asrın son çeyreğinde yaşanan petrol krizleri sonrası, ülkelerin enerji kaynaklarında dışa olan bağımlılıklarının azaltılması konusu ve çevre problemlerine artan ilgi ile birlikte enerji verimliliği ve enerji kaynaklarının önemi giderek ön plana çıkmıştır. Bu endişeler ülkeleri önlemler almaya iterek, ülkelerin enerji verimliliğine yönelik iddialı hedefler belirlemesiyle sonuçlanmıştır.

Türkiye 2023 yılına kadar enerji yoğunluğunu %20 oranında azaltmayı hedeflemekle beraber, bu hedefe ulaşabilmek amacıyla bütün sektörlerde enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlamak için planlar ve stratejiler oluşturmakta ve enerji verimliliğine yönelik finansal mekanizmalar geliştirmeyi amaçlamaktadır. Şu ana kadar enerji verimliliğinde önemli adımlar atılarak birçok çalışma gerçekleştirilmiş olsa da, 2023 yılı hedefine ulaşabilmek için piyasa tabanlı politika araçları gibi ilave farklı politikalar göz önünde bulundurulmalıdır.

Piyasa tabanlı enerji verimliliği politikalarından biri olan Beyaz Sertifikalar Sistemi veya diğer bir adıyla Enerji Verimliliği Yükümlülükleri, birçok Avrupa Birliği (AB) ülkesi tarafından yakından gözlenmekte olup İngiltere, İtalya, Danimarka ve Fransa gibi AB ülkeleri ile Avustralya ve Amerika'nın bazı eyaletlerinde uygulamaya başlamıştır. Sistemin uygulanmakta olduğu ülkelerden elde edilen sonuçlar, önemli oranlarda enerji tasarrufunun Beyaz Sertifikalar Sistemi sayesinde sağlanılabileceğini göstermektedir.

Bu tez çalışması kapsamında, öncelikle Türkiye'nin enerji görünümü ve sektörlerin enerji tüketimleri ele alınarak her bir sektör için enerji verimliliği potansiyellerine yer verilmiştir. Daha sonra, ülkelerde uygulanmakta olan enerji verimliliği politikaları ele alınmış ve Türkiye'nin enerji verimliliği politikasının bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi'nin (VZA) teorisi açıklanarak, Türkiye'nin enerji verimliliği çalışmalarında nerede bulunduğu ve kaydettiği ilerlemeyi görebilmek amacıyla AB-15 ve Türkiye'nin enerji verimliliği performanslarının kıyaslanmasına yönelik bir VZA modeli oluşturulmuş ve model çıktıları değerlendirilmiştir.

Ayrıca, Beyaz Sertifikalar Sisteminin çalışma prensibi ve Avrupa Birliği ülkelerindeki uygulamaları detaylı olarak açıklanmakla birlikte sektörlerdeki enerji tasarruf potansiyelinin en iyi şekilde değerlendirilmesini sağlamak amacıyla elektrik, doğalgaz ve petrol piyasalarının yapıları göz önünde bulundurularak sistemin piyasa koşulları, yükümlü katılımcıların seçilmesi, piyasa mekanizmalarının belirlenmesi ve piyasa önündeki engeller yönünden Türkiye'ye uygulanabilirliği tartışılmıştır. Tezin son kısmında ise, Türkiye'nin enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik genel değerlendirmeye ve önerilere yer verilmiştir.

TURKEY'S ENERGY EFFICIENCY ASSESSMENT: WHITE CERTIFICATES SYSTEMS AND THEIR APPLICABILITY IN TURKEY

SUMMARY

The last decade has seen an increase in the importance of energy efficiency and the sustainable use of energy resources due to their significant benefits for reducing a country's dependence on foreign energy resources and increasing awareness on environmental problems. To deal with these concerns, countries have started to take actions and set ambitious energy efficiency targets.

Turkey aims to reduce its energy intensity by 20% up to 2023, and in order to accomplish this target, the country plans to use energy more effectively in various industries and develop financial mechanisms for energy efficiency.

Turkey has highest energy demand growth rate among OECD countries. Moreover, Turkey has a high potential for energy efficiency improvements in industrial, residential and transportation areas.

Due to its high level of energy consumption, the industry particularly becomes a major target for energy efficiency improvements. Iron and steel, cement, petrochemical, textile and ceramic producers are the main industrial consumers and they have started to recover from their decreased capacity utilization after global economic crisis.

However, family dwellings, public and commercial services constitute 1/3 of the total primary energy use. Heating has the biggest share in family dwellings, and the rest of the energy consumption rises from lighting, cooling and other home appliances. Energy consumption of residential dwellings is continuously increasing alongside economic growth, rising population and the number of buildings.

Further, changing the mode of freight transport from highways to rail or sea transport offers high energy savings potentials and the usage of highways for passenger transport is as energy efficient as rail transport. Road transportation is determined as the first action area in terms of fuel efficiency in Turkey, due to its high fuel consumption. On the other hand, changing of transportation mode is crucial looking at the Turkey's transportation statistics. Public transportation, car sharing and non-motorized transport offer wide range of efficiency potentials. Another important action for implementation of efficient use of transportation can be done by optimized use of road, traffic and traffic data (designing of advanced traffic management systems).

Although much effort has been made to improve energy efficiency in industry, residential dwellings and transportation, additional policies such as marked-based incentives are still necessary.

This thesis deals with one of the many market-based energy efficiency policies, called Tradable White Certificates or Energy Efficiency Obligations. White

Certificates Systems are currently under close observation by several countries, especially in the European Union.

The selection criteria of design parameters such as identification of the system rules, specifying of targets and obligations, building of monitoring, verification and registration systems and determination of penalties in case of non-complying obligations of the White Certificates System has major role in achieving the defined objectives of energy efficiency. Market participants of the White Certificates System can be listed as; regulatory authorities, obligated participants, energy service and consulting companies, end-users and other participants such as brokers and financial institutions.

The regulatory authority is the main participant; who sets the targets and obligations, observes the energy suppliers for their achievement of targets and set penalties in case of noncompliance. Obligated parties (energy suppliers and/or distributors) may request a White Certificates from the regulatory authority or trade certificates valid in the market. End-users perform energy efficiency measures themselves. Energy service and consulting companies participate in the system after the energy studies are carried out. Although financial institutions and brokers are not obliged to collect White Certificates, they can assign trade certificates in the market.

Some European Union countries such as UK, Italy, Denmark and France have already implemented these White Certificates Systems, as well as various states in the United States and Australia. Results show that significant amounts of energy savings can be reached through the White Certificates System.

The current situation of the energy field in Turkey and energy consumption by industries is presented first in this thesis, followed by potentials for energy efficiency in each industry and energy efficiency policies.

The target of energy efficiency policy instruments are promoting of energy efficiency by using regulatory, financial, voluntary and market-based objectives. Turkey has taken important steps for the implementation of these policy instruments. Energy Efficiency Strategy Paper, Energy Efficiency Law and its secondary legislation were the milestones for the legislative policy. Industrial enterprises have been supported with grants for the energy efficiency measures and micro credits for the large-scale efficiency measures as a financial policy instruments. In addition, voluntary agreements were implemented to benefit energy savings potential.

Besides, Data Envelopment Analysis type nonparametric linear programming model is introduced to investigate the energy efficiency evaluation research of the European Union-15 and Turkey to see where Turkey stands on energy efficiency.

For the energy efficiency assessment, traditional methods examine only energy inputs. Nevertheless, production is a technology whose inputs consists combination of energy and non-energy sources and whose outputs desirable and undesirable outputs as well. Labor force and capital with energy produce an economic output and undesirable output such as green gas emissions. Therefore, all these factors should be included in the model established for energy efficiency evaluation research.

Results of the Data Envelopment Analysis model showed that financial crisis in 2001 strongly affected Turkey's energy efficiency performance. With the establishment of legislative framework after 2007, energy efficiency performance of Turkey showed an important progress over time. Although major progress has been taken, the results of the model emphasize Turkey has the worst energy efficiency performance among

all countries. In addition, model implies that countries implemented White Certificates Systems took significant movements and they have a good position compared to other countries.

For this reason, the theory and applicability of a White Certificates System is introduced and discussed in terms of market conditions, choice of obligated participants, market mechanisms and barriers for the Turkish electricity, natural gas and oil market to benefit energy savings potential from the residential, commercial and industrial sectors.

A White Certificate System can be implemented in Market Financial Settlement Center as an environmental market under the control of the regulatory authority Energy Market Regulatory Authority. Most probable candidates for the obligations are electricity suppliers for the electricity market and distribution companies for the natural gas market and oil market. Additionally, introducing energy service and consulting companies to the White Certificate System will increase the market size and create new work areas for them.

Additionally, close collaboration between related public institutions is necessary to implement the White Certificate System, due its complex mechanism. The big challenge will rise from the high loss & illegal consumption rates, especially in the eastern provinces of Turkey. Dicle, Vangölü and Aras EDAŞ distribution provinces have the highest loss & illegal consumption rates and the establishment of an obligation scheme in these provinces will cause high costs for the obliged participants. If these rates can be reduced to a predetermined amount of rates defined by Energy Market Regulatory Authority in the target electricity distribution provinces, the suppliers in these areas may be included in the system with consideration of their energy consumption or customer numbers. Another possibility is covering only residential use during the transition period.

However, the White Certificates System has some shortcomings. There is the possibility that the energy efficiency market could turn into an oligopoly or monopoly. Obligated participants may only focus on projects with short pay back periods. Market complexity, lack of information, financing conditions etc. are important problems surrounding this issue.

In the final part of the thesis, evaluations and suggestions for the improvement of Turkey’s energy efficiency and assessment of applicability of the White Certificates Systems in Turkey are given.

1. GİRİŞ

Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu konuları enerjide dışa bağımlılığın artması, küresel ısınma ve çevre sorunlarının ön plana çıkmasıyla dikkatleri üzerine çekmiş, özellikle elektrik ve doğalgaz piyasalarının yeniden şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır.

Avrupa Komisyonu'nun 2006 yılında yayımladığı direktifinde üye ülkelerden 2016 yılına kadar, 2008-2016 yılları arasında, %9 oranında enerji yoğunluğunun azaltılması istenmiş ve "Enerji Verimliliği Eylem Planı"nda 2020 yılına kadar %20 oranında enerji tasarrufu hedeflenmiştir. Türkiye'de ise 2012 yılında yayımlanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nin beşinci maddesinde Türkiye'nin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) başına tüketilen enerji miktarının (diğer bir adıyla, enerji yoğunluğunun) 2011 yılı değerlerine göre en az %20 oranında azaltılması hedeflenmektedir.

Bu hedeflere ulaşabilmek amacıyla kullanılan enerji verimliliğine yönelik geleneksel politikalar; enerji kullanımındaki vergilendirmeler, enerji verimliliği yatırımları için verilen teşvikler, eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri, enerji verimliliği danışmanlık şirketlerinin desteklenmesi, elektrikli aletlerde minimum enerji verimliliği standartları ve etiketlendirmelerin yapılması, binalarda enerji kimlik belgesi, enerji etütleri ve gönüllü anlaşmalardır.

Bunlara ek olarak, enerji verimliliği politikalarının diğer bir önemli enstrümanı da mevcut durumda bazı Avrupa ülkelerinde uygulanmakta olan Beyaz Sertifikalar Sistemi veya diğer bir adıyla Enerji Verimliliği Yükümlülükleri'dir. Beyaz Sertifikalar Sistemi (BSS); tüm sektörlere uygulanabilmekle birlikte, yürürlükte olan birçok ülkede elektrik, doğalgaz üreticileri ve/veya dağıtıcılarının yapmakla yükümlü kılındıkları enerji verimliliği çalışmalarını belgelemektedir. Bu sertifikalar ya enerji ihtiyacını azaltılmasını sağlayacak yöntemlerle ya da yeni teknolojilere yatırım yapılarak alınabilmektedir.

BSS'deki yükümlü katılımcılar belirlenen miktarda enerji verimliliği hedeflerine ulaşmak zorundadır. Bu hedeflere ne kadar ulaştıklarını ise bir dizi sertifikalarla belgelendirmeleri gerekmektedir. Sertifikalar enerji tasarrufu projelerinin doğrudan uygulanması sonucu alınabileceği gibi enerji verimliliği danışmanlık şirketleri üzerinden de elde edilebilmektedir. Ayrıca, yükümlü oldukları enerji verimliliği hedeflerini yakalayamayan piyasa katılımcılarıysa cezaya girmekte veya diğer piyasa katılımcılarından yükümlü oldukları miktara karşılık beyaz sertifika almak zorunda kalmaktadır.

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Türkiye'nin enerji verimliliği politikasının değerlendirilmesi ve enerji verimliliği politikalarının bir aracı olarak Beyaz Sertifikalar Sisteminin uygulanabilirliğinin araştırılması amacıyla bu çalışma gerçekleştirilerek, öncelikle Türkiye'nin sektörlere göre enerji tüketimi ve enerji tasarruf potansiyelleri ele alınmaktadır. Ardından, enerji verimliliği politikalarının sınıflandırılmasına yönelik bir çalışma ile birlikte Türkiye'nin enerji verimliliği konusunda kaydettiği ilerlemenin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Sonrasında, parametrik olmayan doğrusal programlama modeli Veri Zarflama Analizi'nin teorisi açıklanarak ve analiz yönteminin enerji verimliliği çalışmalarında kullanılmasına yönelik yöntem verilerek, Türkiye'nin enerji verimliliği çalışmalarında nerede bulunduğunu ve 2000-2011 yılları arasında kaydettiği ilerlemeyi görebilmek amacıyla AB-15 ile Türkiye'nin enerji verimliliği performanslarının karşılaştırılmasına yönelik bir model oluşturulmaktadır.

Ayrıca, Beyaz Sertifikalar Sisteminin çalışma prensibi ve Avrupa Birliği ülkelerinden İngiltere, İtalya, Danimarka ve Fransa'daki sistem uygulamaları detaylı olarak açıklanmaktadır. Sektörlerdeki enerji tasarruf potansiyelinin en iyi şekilde değerlendirilmesini sağlamak amacıyla elektrik, doğalgaz ve petrol piyasa yapıları göz önünde bulundurularak sistemin piyasa koşulları, yükümlü katılımcıların seçilmesi, piyasa mekanizmalarının belirlenmesi ve piyasa önündeki engeller yönünden Türkiye'ye uygulanabilirliği tartışılmaktadır. Tezin son kısmında ise, Türkiye'nin enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik genel değerlendirmeye ve önerilere yer verilmektedir.

1.2 Literatür Araştırması

Türkiye enerji verimliliği konusuna 1980'lerin başından itibaren artan bir ilgi ile eğilmeye başlamış, geçtiğimiz yaklaşık 30 yıllık süre zarfında enerji verimliliği politika ve stratejisinin oluşturulmasına yönelik farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Literatürdeki çalışmalar genellikle bina ve sanayi sektörlerindeki enerji tasarrufu potansiyelinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi üzerinedir.

Sanayi sektöründe enerji tasarrufuna yönelik ilk işbirliği 1980 yılında Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (UNIDO) ile gerçekleştirilmiş, ilk proje 1982-1984 yılları arasında enerji yoğun sektörleri ve termik santralleri kapsayan 11 tesiste enerji tasarruf potansiyelinin belirlenmesi amacıyla I. Dünya Bankası Projesi başlatılmıştır [1]. Takip eden yıllarda birçok uluslararası işbirliği ile projeler gerçekleştirilmiş, 2007 yılında çıkarılan Enerji Verimliliği Kanunu ve 2012 yılında yayımlanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi önemli köşe taşları olmuştur.

Türkiye'de ve farklı ülkelerde enerji verimliliğinin incelenmesine yönelik olarak Kavak (2004); Planlama Uzmanlık Tezi'nde binalarda, santrallerde, ulaştırmada ve sanayide olmak üzere sektörleri dört kategoriye ayırarak Türk sanayi alt sektörlerindeki enerji tasarruf odaklarını ve verimliliğin artırılmasına yönelik kurumsal, idari, hukuki ve mali tedbirleri önermiştir [2]. Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odası Birliği (TMMOB) tarafından hazırlanan raporda Kavak'ın tezine ilaveten elektrik dağıtım ve bulvar, cadde aydınlatmaları vb. gibi hizmet sektörlerine yönelik enerji tasarruf olanak ve tedbirlerine, enerji verimliliği mevzuatının değerlendirilmesinde özelleştirilme sürecine olan etkisindeki çekincelere ve enerji verimliliğinin Bakanlıklarca kendi ana politikaları kadar benimsenmesine dair değerlendirmelere yer verilmiştir [3].

Heinrich Böll Stiftung Derneği tarafından yayımlanan raporda ise yerel yönetimlerin enerji verimliliği üzerine finansman ve kapasite yetersizliğine sahip olmasına rağmen mevcut durumun verimli bir enerji yönetim sisteminin geliştirilmesine olanak sağlayacağı değerlendirilmektedir [4]. Türkay ve diğ. (2012) tarafından hazırlanan çalışmada literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak enerji verimliliği politikalarında üniversitelerin, araştırma kuruluşlarının ve sivil toplum örgütlerinin rolü ile enerji verimliliği uygulamalarının artırılmasına yönelik öneriler ve tedbirler üretici, iletim ve tüketici odaklı olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir [5].

Türkiye'nin enerji tasarruf potansiyelini bina, sanayi ve ulaşım sektörlerinde sırasıyla %30, %20 ve %15 oranlarında olduğunu vurgulayan Dünya Bankası'nın "Enerji Verimliliği Raporu", sektörel bazda enerji tasarruf potansiyellerini ele alan son güncel çalışma olarak durmaktadır [6].

Kurum ve/veya kuruluşların enerji verimliliğinin değerlendirilmesine yönelik kullanılan yöntemlerden biri olan Veri Zarflama Analizi (VZA), Zhou ve Ang (2008) tarafından ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile Charnes-Cooper-Rhodes modeli uyarlanarak açıklanmıştır [7]. Bu yöntem temel alınarak ülkelerin enerji verimliliğinin karşılaştırmalı değerlendirilmesine yönelik birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin dahil olduğu modeller üzerine Ceylan (2010) ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ve Şimşek (2011) ölçeğe göre genel getiri varsayımı altında VZA modelleri kurmuşlar ve Türkiye'nin enerji verimliliği performansının değişimine yönelik değerlendirmelerde bulunmuşlardır [8,9].

Enerji verimliliği potansiyelini en iyi şekilde değerlendirmeyi amaçlayan piyasa tabanlı politikalardan biri olan Beyaz Sertifikalar Sistemi'nin yapısını, sistemin uygulanmakta olduğu ülkelerden elde edilen deneyimleri ve diğer piyasa tabanlı politika araçları ile etkileşimini Oikonomou (2010) detaylı olarak ele almaktadır [10]. Giraudet ve Quirion (2008), beyaz sertifikaların enerji vergileri ve teşvikler ile kıyaslanmasına yönelik bir model oluşturmuş ve ele alınan enerji politikalarının enerji tüketimine olan etkisini inceleyerek sistemin vergilerden daha az fakat teşviklere göre daha fazla maliyet etkin bir politika olduğunu göstermiştir [11].

BSS'nin Hint elektrik sektörüne uygulanmasına yönelik Moth (2012) çalışmasında sistemin maliyet-etkin olacağını belirtmekle birlikte doğru hedeflerin belirlenmesi, sistemin uyum süreci ve uygun adayların seçilmesine yönelik daha fazla çalışma yapılması gerektiğini vurgulamaktadır [12]. Boot (2009), sistemin uygulamada olan ülkelerde tasarruf hedeflerinin başarılması ve sistemin maliyet etkin bir politika olduğunu göstermesinden dolayı enerji verimliliği hedefi yıllık %2 oranında enerji tasarrufu gerçekleştirmek olan Hollanda'nın, sistemin uygulanabilirliğine yönelik çalışmalara ilgili Bakanlıklar tarafından başlatıldığını belirtmektedir [13]. Sisteme katılımın gönüllülük esasına dayalı olduğu İrlanda'dan elde edilen deneyimler ise bina sektöründe, özelliklede düşük gelir gruplarına ait hanelere ait enerji verimliliği çalışmalarının maliyetten dolayı istenilen seviyelere ulaşamadığı ve maliyetin karşılanması ile ilgili çalışmaların devam ettiği; bununla birlikte, geleceğe yönelik

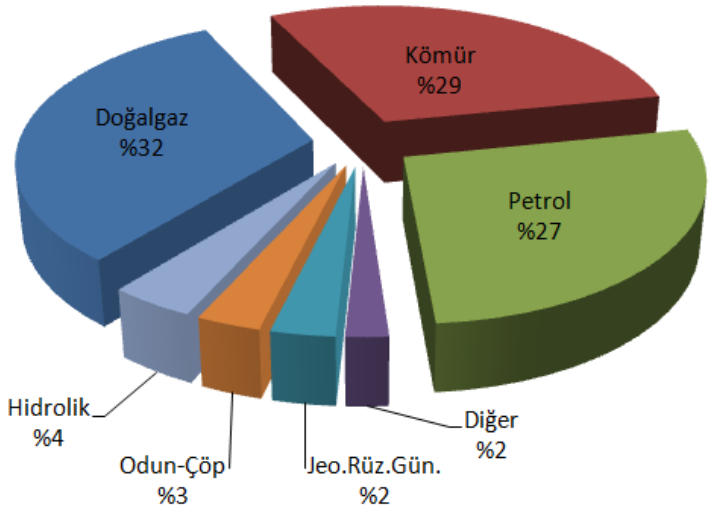
olarak sistemin rekabet koşullarını göz önünde bulundurması, hane kullanıcılarına daha fazla değinmesi ve tüm enerji tedarikçi ve dağıtıcılarına adil bir şekilde uygulanması gerektiği vurgulanmaktadır [14].

2. TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ POTANSİYELİ

Enerji verimliliğinde doğru politikaların belirlenebilmesi için öncelikle sektörlerin enerji tüketimi ve enerji verimliliği potansiyeli gibi verilerin ortaya konulması gerekmektedir. Bu veriler, ihtiyaca uygun politikaların seçilmesine ışık tutarak ileriki çalışmalara temel oluşturacaktır. Bu nedenle bu bölüm kapsamında, Türkiye'nin enerji tüketim ve eğilimini içeren Türkiye'nin enerji görünümüne ve Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesine yer verilmektedir.

2.1 Türkiye'nin Enerji Görünümü

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) verilerine göre, Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketimi 1990-2011 yılları arasında yıllık ortalama %3.93 düzeyinde artmıştır [15]. 2011 yılında birincil enerji tüketimi 114,480 ktep olarak gerçekleşmiş olup kaynaklara göre dağılımı Şekil 2.1'de gösterilmektedir. Bu tüketimin 90,000 ktep'i ithal edilmekle birlikte, kömüre 19.6 milyar dolar, petrol ve doğalgaza 34.4 milyar dolar olmak üzere toplamda 54 milyar dolar ödeme yapılmıştır [16].



Şekil 2.1: Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı 2011 yılı verileri.

Türkiye'nin 2011 yılı nihai enerji tüketimi ise 86,952 ktep olarak gerçekleşmiştir [17]. Geçtiğimiz 10 yıllık döneme bakıldığında, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkeleri arasında enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke Türkiye olup elektrik ve doğalgazdaki talep artışında Dünya'da Çin'den sonraki ikinci ülke konumuna yükselmiştir. ETKB tarafından 2020 yılı için yapılan projeksiyonlarda, enerji talebi artışının yıllık %4 seviyelerinde olması beklenmektedir [18].

Ayrıca, 2012 yılında elektrik enerjisi tüketimi bir önceki yıla göre %5.1 oranında artarak 241,974 GWh olarak gerçekleşmiştir [19]. 1994, 1998, 2001 yıllarında Türkiye'deki finansal krizlere ve 2008 yılında küresel ölçekli finansal krize rağmen Türkiye'nin kurulu gücü son 25 yılda 4 kat artarak, 31 Ağustos 2013 itibariyle 861 santralde 61,151 MW'a ulaşılmıştır [20].

Çizelge 2.1'den de görülmekte olduğu üzere enerji tüketiminde en büyük pay sanayi ve bina sektörlerine aittir [17]. Türkiye'nin nihai enerji tüketiminin %35'inden sorumlu olan sanayi sektöründe enerji tüketimini en fazla demir-çelik, çimento, petrokimya ve tekstil sektörleri gerçekleştirmektedir.

Sanayideki üretim arttıkça enerji tüketim değerlerinin de artacağı ortadadır. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSTB) verilerine göre, 2012 yılında sanayi sektörü bir önceki yıla göre %2.3'lük bir büyüme gerçekleştirmiştir. Orta vadede bu büyümenin %3.2 mertebelerine çıkarak devam etmesi beklenmektedir [21].

Bina ve hizmet sektörünün enerji tüketim değerleri de sanayi sektörü tüketim değerlerine yakın olarak seyretmiş ve 2011 yılı verilerine göre Türkiye'nin nihai enerji tüketiminin yaklaşık %35'ini gerçekleştirmiştir. Bina sektöründe, enerji tüketiminde en büyük paya ısıtma sahip olmakla birlikte bunu elektrikli ev aletleri, aydınlatma, soğutma ve diğer ekipmanlar izlemektedir.

Ülkemizin ekonomik gelişme trendi, nüfus ve yeni yapılan bina sayısı göz önüne alındığında bina sektörünün toplam enerji tüketiminin günden güne artmakta olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.1: Türkiye'nin 2011 yılı genel enerji dengesi.

	Kömür	Petrol	Doğal gaz	Nükleer	Hidrolik	Jeotermal, Güneş ve Rüzgar	Biyoyakıt, Odun, Hayv. ve Bit. Art.	Elektrik	Jeo. Isı Diğer Isı	Toplam[a]
Yerli Üretim	17870	2555	652	0	4501	1633	3555	0	1463	32229
İthalat	17582	36099	36219	0	0	0	0	392	0	90292
İhracat	4	5298	590	0	0	0	0	313	0	6205
İhrakiye	0	2946	0	0	0	0	0	0	0	2946
Stok Değişimi	400	88	627	0	0	0	0	0	0	1115
Birincil Enerji Arzı[b]	35842	30499	36909	0	4501	1633	3555	78	1463	114480
İstatistik Hata	-5,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-5,5
Elektrik Santralleri	-17226	-265	-18381	0	-4501	-1003	-39	19728	1216	-20471
Kok Fabrikaları	-1170	0	0	0	0	0	0	0	0	-1170
Petrokimya Feedstock	0	-1691	0	0	0	0	0	0	0	-1691
İç Tüketim ve Kayıp	-37	-188	-169	0	0	0	0	-3802	0	-4196
Toplam Nihai Enerji Tüketimi	17408	28355	18359	0	0	630	3516	16005	2679	86952
Sanayi Tüketimi	10547	2149	8687	0	0	189	31	8011	1216	30830
Gıda	79	51	37	0	0	0	0	437	143	747
Şeker	333	48	191	0	0	0	0,1	49	0	619
Tekstil	96	29	512	0	0	0	0	1292	0	1929
Kağıt	68	26	308	0	0	0	30	169	0	601
Seramik	184	78	621	0	0	0	0,1	86	0	968
Cam ve Cam Ürünleri	0	17	566	0	0	0	0	83	0	666
Kimya-Petrokimya	239	660	1431	0	0	0	0	523	0	2853
Gübre	0	6	618	0	0	0	0	27	0	651
Çimento	4643	35	83	0	0	0	0	624	0	5385
Demir Çelik	3886	27	1855	0	0	0	0	1734	0	7501
Demir Dışı Metaller	144	19	171	0	0	0	0,5	215	0	584
Diğer	869	1111	2150	0	0	189	0	2663	1073	8055
Ulaştırma	0	15485	402	0	0	0	18	46	0	15950
Konut & Hizmetler	6861	1301	9249	0	0	441	3468	7573	1081	29974
Tarım	0	4978	20	0	0	0	0	375	382	5756
Enerji Dışı	0	4442	0	0	0	0	0	0	0	4442

a: Net kalorifik değerler temel alınarak bin ton eşdeğer petrol (ktep) cinsinden verilmiştir.

b: Kaynak toplamları yuvarlama hatasından dolayı toplam değerinden farklılık gösterebilir.

Ulaştırma sektörü ise toplam nihai enerji tüketiminde %18'lik bir paya sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) ve Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (UDHB) verilerine göre, 2000 yılından itibaren taşıt sayısı yıllık %6 oranında artmış ve Aralık 2012 itibariyle de toplam taşıt sayısı 17 milyonu aşmıştır [22,23]. Ayrıca, son yıllarda ekonomik büyüme ile birlikte deniz ve hava taşımacılığında da önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Yük ve yolcu trenleri, tramvay ve metrolar da ulaştırma sektöründeki başlıca elektrik enerjisi tüketicileridir.

2.2 Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli

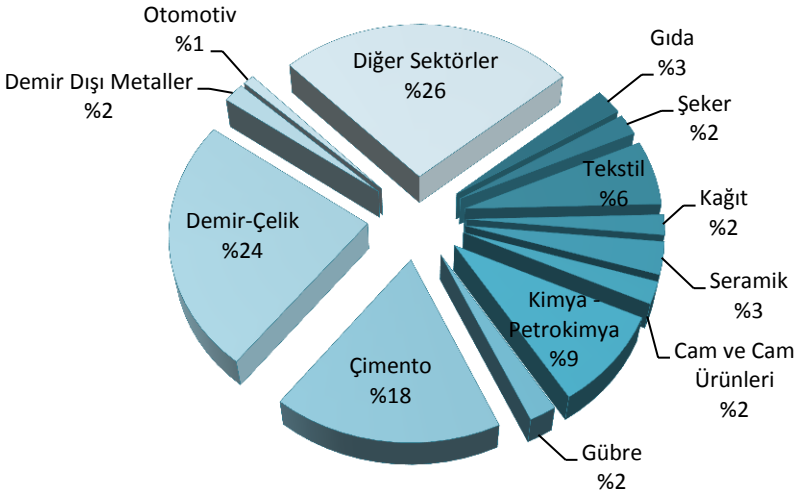
Türkiye bina ve hizmet sektöründe %30, sanayi sektöründe %20 ve ulaştırma sektöründe %15 olmak üzere önemli oranlarda enerji verimliliği potansiyeline sahiptir [24]. Özellikle sanayi sektörü, yüksek enerji tüketiminden dolayı enerji verimliliğini artırıcı çalışmaların odak noktası haline gelmiştir. Bununla birlikte, ilgili standartların revize edilmesi ve enerji verimliliği çalışmaları sayesinde 2000 yılından sonra inşa edilen binalar 2000 yılından önce inşa edilen binalara kıyasla önemli oranlarda enerji tüketimlerini düşürmüştür. Bu noktada, eski binalarda sadece yalıtım yapılmak suretiyle önemli miktarda enerji verimliliği potansiyeli değerlendirilebilecektir. Diğer taraftan ulaştırma sektörü yakıt tasarruflu taşıtların yaygınlaştırılması, akıllı trafik sistemlerinin kurulması ve ulaşım modunda sağlanabilecek değişiklerle önemli oranda enerji verimliliği potansiyeli vaat etmektedir.

2.2.1 Sanayi sektöründe enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesi

Demir-çelik, çimento, petrokimya ve tekstil sektörleri sanayi sektöründeki en fazla enerji tüketen alt sektörler olmakla birlikte, sanayi alt sektörlerinin sanayi sektörü 2011 yılı toplam enerji tüketimi içerisindeki payları Şekil 2.2'de gösterilmektedir.

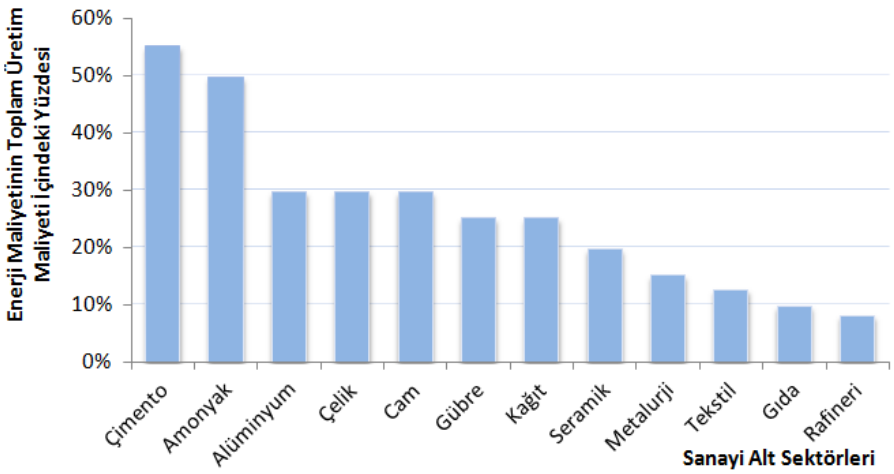
Sanayideki enerji tüketiminin sanayi üretimindeki artışa paralel olarak artacağı ortadadır. Demir-çelik sanayi 2011 yılında bir önceki yıla göre %17.2 oranında üretimini artırarak Dünya'daki en büyük on çelik üreticisi arasına girmiş, Avrupa'da ise Almanya'dan sonra en büyük ikinci çelik üreticisi konumuna yükselmiştir [25]. Diğer bir alt sektör, çimento sanayi, her ne kadar son yıllarda büyüme hızında yavaşlama göstermiş olsa da Avrupa'nın en büyük çimento ihracatçısı olmaya devam ettirmektedir [26]. Küresel finansal krizin etkisinden kurtularak toparlanmaya

başlayan kimya sektörü ise, 2000 yılında 2.2 milyar dolar olan ihracat hacmini 2011 yılı itibariyle 13 milyar dolara yükseltmeyi başarmıştır[27]. Diğer sanayi alt sektörleri de küresel finansal krizin etkilerinden sıyrılarak kapasite kullanımlarını artırmaya başlamıştır.



Şekil 2.2: Sanayi sektörü içerisinde 2011 yılına ait enerji tüketim değerlerinin alt sektörlere göre dağılımı.

Şekil 2.3'te ise sanayi alt sektörlerine ait toplam üretim maliyetleri içerisinde enerji maliyetlerinin payına yer verilmektedir [28]. Görülmekte olduğu üzere, enerji verimliliği çalışmaları ile endüstriyel işletmelerin enerji tüketim miktarları düşürülerek üretim maliyetlerinin de önemli oranlarda azaltılması sağlanabilecektir.



Şekil 2.3: Sanayi alt sektörlerinde enerji maliyetinin toplam üretim maliyeti içerisindeki payı.

Çizelge 2.2'den de görülmekte olduğu üzere sanayi alt sektörlerindeki enerji tasarrufu potansiyelleri değişiklikler göstermektedir [6]. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından yapılan çalışmaya göre bu sektörlerde yapılacak enerji verimliliği çalışmalarıyla, potansiyelin yarısı herhangi bir yatırım ihtiyacı olmadan veya geri ödeme süresi en fazla iki yıl olan enerji verimliliğini artırıcı projelerle değerlendirilmesi mümkündür.

Çizelge 2.2: Sanayi alt sektörlerinde enerji tasarrufu potansiyelleri.

Alt Sektörler	Enerji Tasarruf Potansiyeli [%]	
	Elektrik	Isı
Demir-Çelik	21	19
Çimento	7	7
Seramik	15-20	15-20
Cam	10	34
Kimya	12	20
Kağıt	22	21
Şeker	26	46
Tekstil	57	20
Gıda	25	25

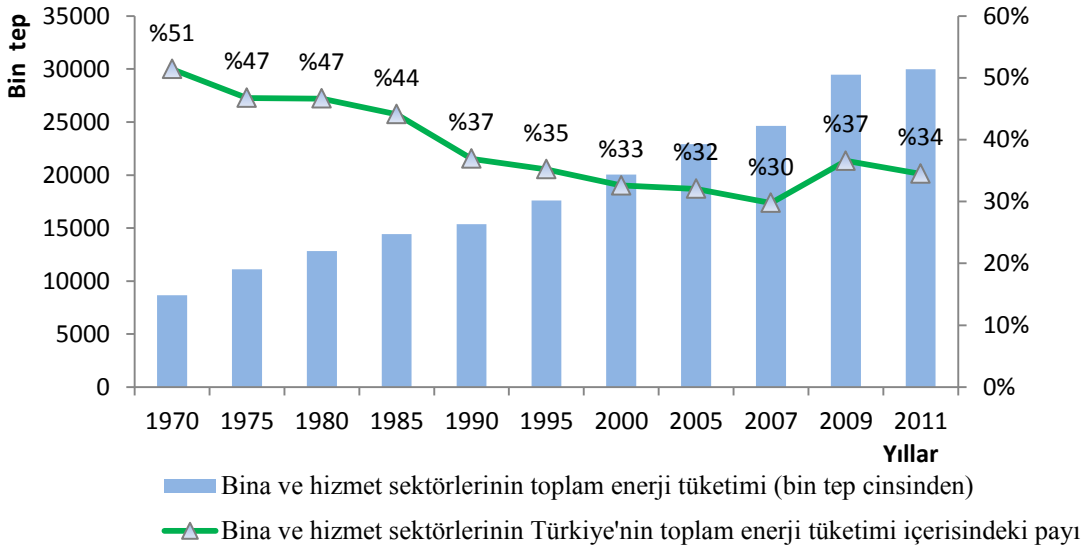
Bir takım basit önlemlerle yapılabilecek enerji verimliliği çalışmaları küçük yatırımlarla birlikte kısa sürede kendi maliyetini ödeyebilmektedir. Bu tür çalışmalara örnek olarak; kaçakların tamir edilmesi (su, gaz, yakıt, basınçlı su, buhar, kondens kaçakları vb.), fırınlarda optimum yanma veriminin sağlanması, boru hatları ve ekipmanlarında yalıtımın yapılması, buhar kapanlarının tamiri ve bakımının yapılması, armatürlerin periyodik olarak temizlenmesi vb. verilebilir.

Yatırım maliyetinin geri ödeme süresi 2-5 yıl arasında olan, sanayideki enerji verimliliğini artırıcı çalışmalara örnek olarak ise; aydınlatma otomasyonunun kurulması, kompanzasyon sisteminin kurulması, verimsiz elektrik motorlarının, IE1 sınıfı elektrik motorları ile değiştirilmesi ve pompa, kompresör ve fan sistemlerinde değişken devirli hız sürücüleri kullanılması vb. verilebilir.

Kojenerasyon veya trijenerasyon sistemlerinin kurulması gibi geri ödeme süresi beş yıldan fazla olan projeler de enerji verimliliği çalışmaları kapsamında göz önünde bulundurulmaktadır.

2.2.2 Bina sektöründe enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesi

Bina sektörünün toplam enerji tüketimi son 40 yıl içerisinde üç kat artmıştır. Şekil 2.4'te bina ve hizmet sektörünün 1970'lerden günümüze kadar olan süreçte enerji tüketimindeki artışı gösterilmekle birlikte Türkiye'nin toplam enerji tüketimindeki payına da yer verilmektedir. Bina ve hizmet sektörü enerji tüketiminin Türkiye'nin toplam enerji tüketimindeki payı, sanayileşmenin bir işareti olarak 2008 yılı başına kadar düzenli bir şekilde azalma eğilimi göstermektedir. 2008 yılında gerçekleşen küresel finansal krizin etkisi sonucu sanayi sektörünün kapasite kullanım oranında yaşanan düşüş nedeniyle, bina ve hizmet sektörü enerji tüketiminin Türkiye'nin toplam enerji tüketimindeki payı artmıştır. Küresel finansal krizin etkilerinin 2009 yılı sonrasında azalmasıyla birlikte, bina ve hizmet sektörü enerji tüketiminin Türkiye'nin toplam enerji tüketimindeki payı tekrardan azalmaya başlamıştır.



Şekil 2.4: Bina ve hizmet sektörlerinin yıllara göre enerji tüketim değerlerinin değişimi ve Türkiye'nin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı.

Hanelerde enerji tüketiminin en fazla olduğu yer ısıtma ihtiyacının karşılanması noktasıdır. Türkiye'de 2000 yılından sonra binaların inşasında kullanılacak malzemelerin özelliklerinin yeniden belirlenmesi (Örneğin; TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları) ve 2008 yılında yayımlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği ile birlikte binaların enerji tüketim değerlerinde önemli oranlarda düşüşler sağlanılması hedeflenmektedir. 2000 yılından önce inşa edilen binalarda ise sadece yalıtım yapılmak suretiyle dahi önemli miktarlarda enerji tasarrufu

sağlanabilecektir. Bazı ülkelerde ve Türkiye'de yeni yapılan binalara ilişkin enerji tüketim değerlerine ait bilgilere Çizelge 2.3'te yer verilmiştir [29,30]. Görülmekte olduğu üzere, ülkeler binaların enerji tüketim değerlerini azaltmaya yönelik düzenlemeler getirerek daha az enerji tüketen binaların yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir.

Binaların yalıtımı dışında, çift camlı pencereler gibi enerji tasarrufu sağlayan pencere sistemlerinin kullanılması enerji verimliliğini artıracak bir başka önlemdir. Diğer taraftan, her geçen gün doğalgaz ağının genişlemesi ve merkezi ısıtma sisteminin yaygınlaşmasına rağmen ülkemizde hala birçok hanede eski ve verimsiz sobalar kullanılmaktadır. Bu verimsiz sobaların değişimi ile birlikte önemli oranlarda enerji tasarrufu potansiyeli değerlendirilmiş olacaktır.

Binalarda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önemli bir diğer konu ise kamu ve hizmet sektöründeki verimsiz lambaların değiştirilmesidir. Bu amaçla, 2008 yılında çıkarılan yönetmelikle birlikte kamudaki tüm akkor telli ampullerin bir ay içerisinde değiştirilmesi zorunlu tutulmuştur. Takip eden süreçte iç piyasada akkor telli ampul satışı yasaklanarak önemli bir adım atılmıştır. Fakat günümüzde hala bazı hanelerde bu tür verimsiz ampullerin dönüşümü henüz tamamlanamamıştır.

Çizelge 2.3: Türkiye'de ve farklı ülkelerde yeni yapılan binalara ilişkin yıllık enerji tüketim değerlerine ait bilgiler.

Ülkeler	Açıklamalar
Avusturya	Düşük enerji tüketimine sahip binalar: yıllık ısıtma ihtiyacı 60-40 kWh/m^2 altında olan binalar.
Çek Cumhuriyeti	Düşük enerji sınıfı: 51-97 kWh/m^2.yıl Çok düşük enerji sınıfı: 51 kWh/m^2 .yıl
Danimarka	Düşük enerji sınıfı: enerji tüketimi muadillerine göre %25 daha az olan binalar.
	Düşük enerji sınıfı: enerji tüketimi muadillerine göre %50 daha az olan binalar.
Almanya	LEB: kfW60 (60 kWh/(m^2.yıl)) veya KfW40 (40 kWh/(m^2.yıl))
Fransa	İklimlendirme, sıcak su ve aydınlatma dahil birinci enerji tüketimi toplamda 50 kWh/m^2 'den az olan binalar.
	Bu değer iklimlendirme bölgelerine ve yüksekliğe bağlı olarak 40-65 kWh/m^2 arasında değişmektedir.
Türkiye	TS 825 farklı iklim bölgeleri için ısıtma ihtiyacını 69-117 kWh/m^2 değerlerinde sınırlandırmaktadır.

Yukarıda bahsedilen enerji verimliliği önlemleri dışında, hareket ve foto sensörlerin kullanımı enerji tasarrufu sağlayacak bir başka önlem olarak yer almaktadır. Ayrıca farklı teşvik sistemleri getirilerek hanelerde kullanılan verimsiz elektrikli ev aletlerinin verimli olanlarıyla değiştirilmesi sayesinde önemli oranlarda enerji tasarrufu sağlanılabilecektir.

2.2.3 Ulaştırma sektöründe enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesi

Karayolu, demiryolu, deniz ve hava taşımacılığını içeren ulaştırma sektörü Türkiye'nin toplam petrol tüketiminin %53'ünden sorumludur. Çizelge 2.4'ten de görülebileceği üzere, 2011 yılında karayolu taşımacılığı ulaştırma sektöründeki toplam enerji tüketiminin %86.25'inden sorumluyken, havayolu taşımacılığı %7.07 oranı ile ikinci sırada yer almaktadır [17].

Çizelge 2.4: Türkiye'nin ulaşım modlarına göre enerji tüketim değerleri.

Ulaşım Modu	Petrol	Doğal Gaz	Elektrik	Toplam Enerji Tüketimi	Payı [%]
Karayolları	13484	245	10	13757	86,25
Havayolları	1127	-	-	1127	7,07
Denizyolları	718	-	-	718	4,50
Demiryolları	155	-	19	1873	1,08

Ulaştırma sektörü yük ve yolcu taşımacılığı olmak üzere iki ana grup altında ele alınabilir. Burada Çizelge 2.5'ten de görülebileceği üzere yük taşımacılığında en verimli mod denizyolu ve demiryolu taşımacılığı iken yolcu taşımacılığında en verimli mod demiryolu taşımacılığıdır [31].

Çizelge 2.5: Modlara göre enerji tüketim değerleri.

Ulaşım Modu	Yolcu Başına Enerji Tüketim Değeri [kJ/yolcu-km]
Arabalar	2319
Hava Taşımacılığı	1853
Demiryolu Taşımacılığı	1596
Ulaşım Modu	**Yük Başına Enerji Tüketim Değeri [kJ/ton-km]**
Hava Taşımacılığı	6900
Kamyonlar	2426
Demiryolu Taşımacılığı	209
Denizyolu Taşımacılığı	160

Ülkemizde yük taşımacılığının %76.1'i, yolcu taşımacılığının ise %95.1'i karayoluyla yapılmaktadır [32]. Yük taşımacılığında ulaşım modunun karayolundan

demiryolu ve denizyolu taşımacılığına, yolcu taşımacılığını ise demiryolu taşımacılığına kaydırılması önemli miktarda enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Türkiye'nin ulaşım istatistiklerine bakıldığında ulaşım modunun değiştirilmesinin büyük önem arz ettiği görülmektedir. Akıllı trafik yönetim sistemi kurulması, toplu taşımanın, araba paylaşımının ve bisikletle bütünleşik ulaşım planlaması gibi motorsuz ulaşımın yaygınlaştırılması sayesinde geniş ölçekte enerji tasarrufu potansiyeli değerlendirilebilecektir.

Boru hatları ile taşımacılık ve uluslararası liman ve hava yolu taşımacılıkları ise bu çalışma kapsamına dâhil edilmemiştir.

3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE'NİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ POLİTİKASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Enerji verimliliği politikaları, enerjinin üretiminden son kullanıcıya ulaştırılmasına kadar olan tüm aşamalarında, sanayi, bina ve ulaşım sektörlerinde enerji verimliliğini artırılmasını ve toplumda enerji bilincinin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Bu bölüm kapsamında, uygulanmakta olan enerji verimliliği politikalarının ve Türkiye'nin enerji verimliliği politikasının değerlendirilmesi yapılacaktır.

3.1 Enerji Verimliliği Politikaları

Ekonomik teoriye göre politika araçları, ülkelerin kendi iç piyasa durumları ve piyasa katılımcılarının davranışlarına bağlı olarak dört ana gruba ayrılmaktadır; düzenleyici araçlar, finansal araçlar, gönüllülük esasına dayalı araçlar ve piyasa tabanlı araçlar [33]. Bu bölüm kapsamında da, bu sınıflandırılma temel alınarak enerji verimliliği politika araçları açıklanmaktadır.

Şekil 3.1'de uygulanmakta olan enerji verimliliği politikalarının sınıflandırılması verilmiş olup Türkiye'de uygulanmakta olan politikalar ise mavi renge boyalı olarak gösterilmektedir. Türkiye'nin enerji tasarrufu potansiyelinin en iyi şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek enerji verimliliği politika araçlarını ayırt edebilmek amacıyla da Türkiye'de henüz uygulamaya geçmemiş olan politika araçları siyah renge boyalı olarak gösterilmektedir.

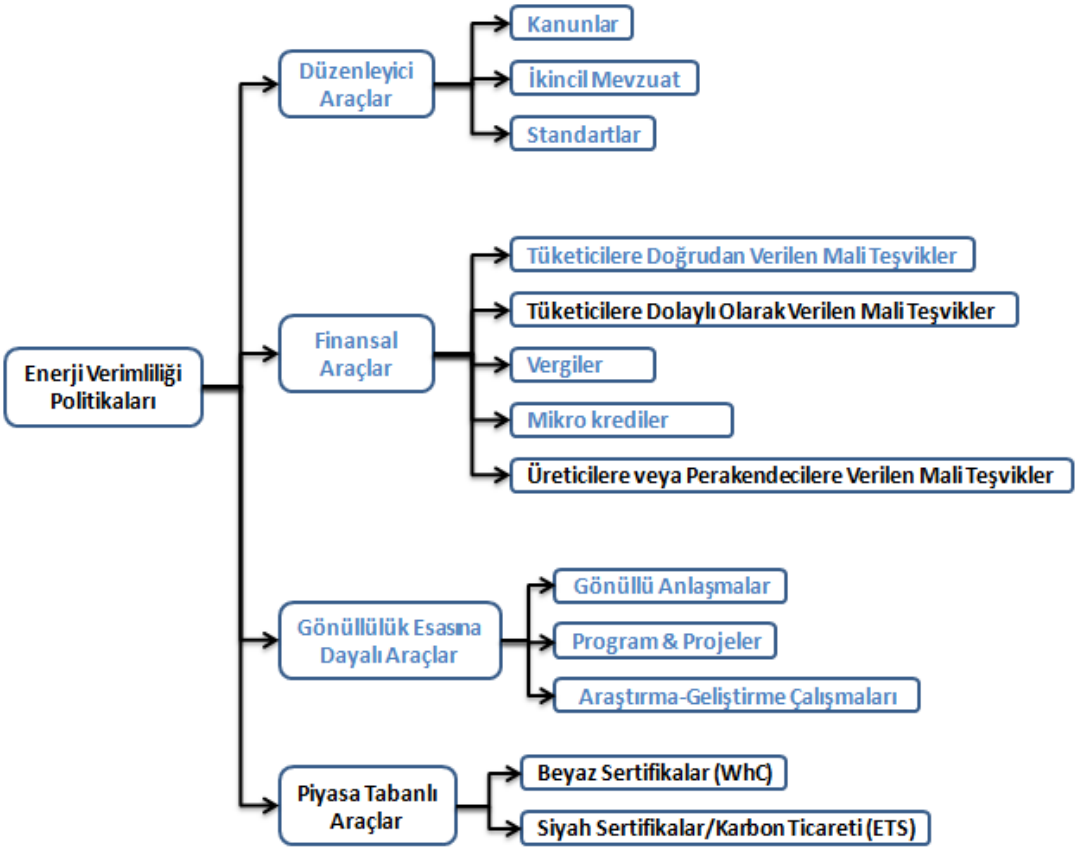
3.1.1 Düzenleyici araçlar

Enerji verimliliği çalışmalarına hukuki zemin hazırlayan kanun ve ikincil mevzuat ile teknik kıstasları belirleyerek enerji verimliliği çalışmalarına temel zemin oluşturan standartların her biri düzenleyici araçlar olarak ele alınmaktadır.

3.1.1.1 Kanunlar

Kanunlar; belirli bir eylemi, süreci, emtiayı vb. kontrol eden hukuk kuralları olup ülkemizde 2007 yılında yayımlanan Enerji Verimliliği Kanunu buna örnek

gösterilebilir. Bu kanunla birlikte enerji yöneticisinin görevlendirilmesi, enerji kimlik belgesinin düzenlenmesi, elektrikli ev aletleri ve ampullerin sınıflandırılması ve asgari verimlerinin belirlenmesi gibi usul ve esaslar belirlenmiştir.



Şekil 3.1: Enerji verimliliği politikalarının sınıflandırılması.

3.1.1.2 İkincil mevzuat

İkincil mevzuat, enerji verimliliğini artırmaya yönelik yayımlanan yönetmelikler, tebliğler, yönergeler ve tüzükleri içermektedir. Ülkemizde enerji verimliliğini artırmayı amaçlayan yönetmeliklerden binalarda enerjinin verimli kullanılmasını amaçlayan ve 2008 yılında yayımlanan Binaların Enerji Performansı Yönetmeliği ile enerjinin etkin kullanılmasını amaçlayan ve 2011 yılında yayımlanan Enerji Kaynaklarının ve Enerji Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik ikincil mevzuat kapsamında örnek gösterilebilir.

3.1.1.3 Standartlar

Standartlar, teknik bilgi ve tasarım kıstaslarını içeren basılı dokümanlardır. Örneğin TS 825 "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları" ile binaların ısıtılmasında kullanılan enerji tüketimi sınırlandırılarak enerji tasarrufunun artırılması amaçlanmıştır.

3.1.2 Finansal araçlar

Finansal araçların kullanılmasının temel mantığı, mali ödüllendirme veya emtia üzerinde maliyet artışı getirerek enerji verimliliğini artırmaya yönelik insan davranışlarının yönlendirilmesidir. Bu bölüm kapsamında tüketicilere doğrudan veya dolaylı olarak verilen mali teşvikler, vergiler, mikro kredi modelleri ve üretici veya perakendecilere verilen mali teşvikler olarak sınıflandırılması yapılan ekonomik politika enstrümanları açıklanmaktadır.

3.1.2.1 Tüketiciye doğrudan verilen mali teşvikler

Tüketiciye doğrudan verilen mali teşvikler, enerji verimli ürün alınması karşılığında tüketiciye doğrudan finansman desteğinin verilmesini içermektedir.

Bu teşvik türü özellikle çalışır durumdaki enerji tüketen ekipmanların daha verimli olanlarıyla değiştirilmesini sağlamak için uygulanmaktadır. Ülkemizde de Enerji Verimliliği Kanunu ile düzenlenen ve endüstriyel işletmelere verilen "Verim Artırıcı Proje" hibeleri de bu mali teşvik türünü kapsamaktadır.

Doğrudan verilen mali teşvik programları hazırlanırken hedef alınacak tüketici grubu, teşvik kapsamına dahil edilecek ürün grubu, teşvik kriterleri ve teşvik süresi gibi parametreler göz önünde bulundurulmalıdır.

3.1.2.2 Tüketiciye dolaylı olarak verilen mali teşvikler

Tüketiciye dolaylı olarak verilen mali teşvikler, enerji verimli ürün alınması karşılığında tüketiciye doğrudan finansman desteği yerine aldığı ürünün verimlilik sınıfına göre "puan" verilmesini kapsamaktadır. Toplanılan puanların belirli bir meblağ karşılığı olup tüketicinin diğer başka ürünler almasına teşvik edilmektedir.

Güney Kore'de uygulanmakta olan bir sistemde, enerji verimli ürün alınarak toplanılan puanlar karşılığında toplu taşıma araçlarını indirimli kullanma imkanı sağlanmaktadır [34].

3.1.2.3 Vergiler

Enerjiye uygulanan vergiler emtia fiyatlarına doğrudan etki etmektedir. Bu sebeple, enerji tüketim miktarları da vergi değişimlerine çok hızlı cevap vermekte olduğundan, enerji tüketiminin yönlendirilmesinde ve enerji verimliliği yüksek olan enerji türlerinin teşvik edilmesinde vergiler önemli bir araç olarak kullanılmaktadır.

Ayrıca İtalya örneğinde olduğu gibi bazı ülkelerde elektrikli ev aletleri ve su ısıtıcıları gibi ekipmanların verimli olanlarıyla değişimini teşvik etmek amacıyla vergi indirimleri uygulanmaktadır [35].

Bazı Avrupa ülkelerinde uygulanmakta olan vergi indirimleri, Türkiye'deki katma değer vergisi muadilindeki vergi türüne (Örneğin Avrupa Birliği üye ülkelerinde uygulanan VAT gibi) uygulanmakta olmakla birlikte, enerji verimli ürünü alan kişilerin gelir vergilerinin düşürülmesi gibi yöntemler de izlenilen başka bir vergi tabanlı finansal mekanizmadır.

Vergi indirimi seçeneği ele alındığında iç piyasanın ihtiyaçları, vergi indirimi uygulanacak ürün grupları ve sistemin düzenli olarak ihtiyaçlara göre revize edilmesi gibi parametreler göz önünde bulundurulmalıdır.

3.1.2.4 Mikro krediler

Mikro krediler, enerji maliyetinden elde edilecek tasarrufu temel alarak belirlenen sübvanse edilmiş (düşük veya sıfır faizli) kredileri kapsamaktadır. Bu krediler devlet tarafından verilebildiği gibi enerji yönetimi ve danışmanlık hizmeti veren şirketler veya enerji tedarikçileri tarafından da sağlanmaktadır. Türkiye'de henüz hayata geçmemiş olan bu sisteme İngiltere'deki "Yeşil Anlaşma (Green Deal)" örnek olarak gösterilebilir.

Yeşil Anlaşma ile birlikte hanelerde yapılacak olan enerji verimliliği çalışmalarının maliyetini enerji tedarikçisi karşılamakta ve enerji tedarikçisi de hayata geçirilen enerji verimlilik çalışmasının yaşam ömründen daha uzun sürede olmayacak şekilde maliyeti hane sahiplerinin faturasına yansıtmaktadır. Bu sistem sayesinde, hane sahiplerinin elde ettikleri enerji tasarrufuyla enerji verimliliği çalışmasının yatırım maliyetini uzun vadelere yayarak ödemesi sağlanmaktadır [36].

3.1.2.5 Üreticilere veya perakendecilere verilen mali teşvikler

Üreticilerin daha fazla verimli ürün satmalarına yönelik mali olarak teşvik edilmesi ise bir diğer ekonomik politika enstrümanıdır. Belirli bir miktarda satış gerçekleştiren şirketlere hibe verilmesi veya satış personeline sattıkları verimli ürün başına prim verilmesi sayesinde verimli ürünlerin piyasaya dönüşüm süreci hızlandırılabilmektedir.

Enerji verimli ürün üreticileri ve perakende satış şirketlerinin toplam sayısı, tüketicilerin sayısından az olduğu için sistemin maliyeti daha az olacaktır, fakat bu teşvik sistemi tüketicilerin enerji verimliliği konusundaki bilinç düzeyine herhangi bir katkı sağlamamaktadır.

3.1.3 Gönüllülük esasına dayalı araçlar

Gönüllülük esasına dayalı anlaşmalar, endüstriyel işletmeler ile yapılan ve işletmelerin enerji yoğunluklarını azaltacaklarını taahhüt ettikleri anlaşmalardır. Ülkemizde de gönüllülük esasına dayalı çalışmaları özendirmek amacıyla endüstriyel işletmelere hibe desteği sağlanmaktadır.

Ayrıca işletmelerin ve derneklerin halkın bilinç düzeyini artırmaya yönelik hazırladıkları kitaplar, dergiler, internet siteleri ve eğitim programlarını içeren program ve projeler, etüt çalışmaları, bilgi toplama ve değerlendirme (benchmark) çalışmalarının hepsi gönüllülük esasına dayalı çalışmalardır.

Bunun dışında, enerji verimli ürün geliştirmeye yönelik yapılan her türlü araştırma ve geliştirme faaliyeti de gönüllü çalışmalar kapsamına girmektedir. Ülkemizde enerji verimli ürünler üzerine araştırma-geliştirme faaliyetlerini teşvik etmek amacıyla TÜBİTAK Temmuz 2013 itibariyle "Öncelikli Alanlar Araştırma Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri Desteleme Programı Enerji Verimliliği Çağrı Duyurusu"nu yayımlamıştır.

3.1.4 Piyasa tabanlı araçlar

Ülkelerde uygulanmakta olan piyasa tabanlı enerji politikaları; enerji verimliliğini artırıcı çalışmaların yapılması yükümlülüğünü getiren "Beyaz Sertifikalar", üretilen elektriğin ne kadarının yenilenebilir enerji kaynaklarından olduğunu gösteren "Yeşil Sertifikalar", kojenerasyon kullanımını yükseltmek amacıyla getirilen "Sarı Sertifikalar" ve sera gazı salınımlarını azaltmayı hedefleyen "Siyah Sertifikalar (veya diğer bir adıyla, Karbon Sertifikaları)"dır.

Piyasa tabanlı bu sistemler içerisinde doğrudan enerji verimliliğini artırmayı hedefleyen sistem Beyaz Sertifikalar Sistemi'dir. Ayrıca Karbon Ticareti ile de enerji verimliliği çalışmaları yapılmak suretiyle sera gazı azaltımına gidilerek sertifika sahibi olunabileceğinden, enerji verimliliği çalışmaları teşvik edilmektedir.

3.2 Türkiye'nin Enerji Verimliliği Politikası

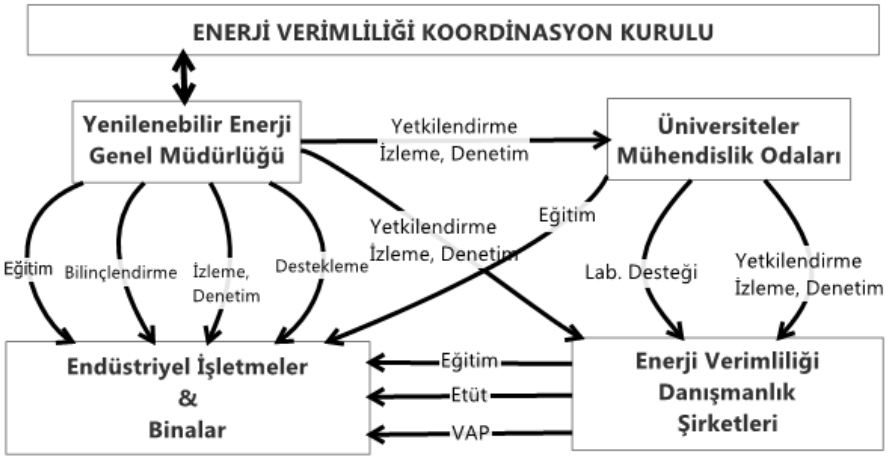
Türkiye'nin 2023 yılı hedeflerinden biride enerji yoğunluğunu 2011 yılı değerine göre %20 oranında azaltmaktır. Bu amaçla birçok adım atılmış olmakla birlikte ilk atılan adım enerji verimliliği politikaları için altyapının oluşturulmasıdır. Düzenleyici çerçeve içerisinde yapılanlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Enerji Verimliliği Kanunu (02.05.2007/Kanun No: 5627)
- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (25.02.2012/RG: 28215)
- Yönetmelikler
  - Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik (27.10.2011/RG: 28097)
  - Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (05.12.2008/RG: 27075)
  - Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) Destekleri Yönetmeliği (15.06.2010/RG: 27612)
  - Ev Tipi Buzdolapları, Derin Dondurucular, Buzdolabı Derin Dondurucular ve Bunların Bileşiminin Enerji Etiketlemesine Dair Yönetmelik (30.01.2010/RG: 27478)
  - Milli Eğitim Bakanlığına Bağlı Okullarda Enerji Yöneticisi Görevlendirilmesine İlişkin Yönetmelik (17.04.2009/RG: 27203)
  - Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik (09.06.2008/RG: 26901)
  - Sıvı ve Gaz Yakıtlı Yeni Sıcak Su Kazanlarının Verimlilik Gereklerine Dair Yönetmelik (05.06.2008/RG: 26897)
  - Ev Tipi Klimaların Enerji Etiketlemesine Dair Yönetmelik (14.12.2006/RG: 26376)

Boşa harcanan enerjinin önüne geçilmesini, enerji maliyetinin yol açtığı mali yükün azaltılmasını ve çevrenin korunması amacıyla enerjinin ve enerji kaynaklarının verimli kullanılmasını amaçlayan Enerji Verimliliği Kanunu 2007 yılında yürürlüğe girmiş ve ikincil mevzuatı 2011 yılında tamamlanmıştır. Kanunun kapsamı; enerjinin üretiminden nihai kullanıcılara ulaşana kadar tüm aşamalarında, endüstriyel

işletmelerde, binalarda, ulaşımda ve ulusal elektrik enerjisi ağında verimliliğin artırılmasını ve desteklenmesini, toplumda enerji bilincinin geliştirilmesidir [37]. Kanun, ikincil mevzuatı ile birlikte beraberinde birçok yeni düzenleme getirmiştir.

Yasal çerçeve sayesinde idari yapı, enerji yönetimi, eğitim ve sertifikalandırma, enerji verimliliği hizmetleri, kamu bilincinin artırılması, asgari enerji verimliliği gereklilikleri ve piyasa izleme araçları için hukuki temel sağlanmaktadır. İdari yapının kurum ve kuruluşlar ile olan ilişkisi Şekil 3.2'de gösterilmektedir [38].



Şekil 3.2: İdari yapı ve diğer kurum ve kuruluşlarla etkileşimi.

Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu (EVKK), ETKB ilgili müsteşar yardımcısı başkanlığında, İçişleri Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Milli Eğitim Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı, Hazine Müsteşarlığı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Türk Standartları Enstitüsü, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği ve Türkiye Belediyeler Birliğinin birer üst düzey temsilcisinden oluşmaktadır. EVKK'nın görevi; enerji verimliliği strateji ve politikalarını belirlemek ve bunların etkinliklerini izleyerek değerlendirmek, meslek odalarına ve üniversitelere verilen yetki belgelerini onaylamak, endüstriyel işletmelere verilecek mali teşvikleri onaylamak ve sonuçlarını izlemektir.

Enerji Verimliliği Kanuna göre yıllık enerji tüketimi bin tep (ton eşdeğer petrol)'in üzerinde olan endüstriyel işletmeler, çalışanları arasından birini enerji yöneticisi olarak görevlendirmekle mükellef tutulmuştur. Yıllık enerji tüketimi elli bin tep'i aşan endüstriyel işletmeler içinse enerji yönetimi birimi kurmaları zorunlu

kılınmıştır. Ayrıca, organize sanayi bölgelerinde yıllık enerji tüketimleri bin tep'in altında olan işletmelere hizmet vermek amacıyla enerji yönetim birimi kurulması mecbur tutulmuştur. İlaveten, toplam inşaat alanı yirmi bin metrekare veya yıllık enerji tüketimi beş yüz tep'in üzerinde olan ticari ve hizmet binalarında ve toplam inşaat alanı on bin metrekare veya yıllık enerji tüketimi iki yüze elli tep'in üzerinde olan kamu binalarında enerji yönetici bulundurmaları veya enerji yöneticilerinden bu hizmeti almaları zorunlu kılınmıştır.

Uygulamalı eğitim düzenleyebilmeleri ve şirketleri yetkilendirebilmeleri için Gazi ve Osmaniye Korkut Ata Üniversiteleri ile Makina Mühendisleri Odası ve Elektrik Mühendisleri Odası, EVKK onayını alarak yetkilendirilmiştir. Ayrıca eğitim, etüt, danışmanlık ve uygulama faaliyetlerini yerine getirebilmeleri için şu ana kadar otuz beş adet Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketi yetkilendirilmiştir [39].

Enerji Verimliliği Kanunu ile birlikte, geri ödeme süresi beş yıldan az ve azami yatırım maliyeti bir milyon TL olan endüstriyel işletmelerdeki enerji verimliliği artırıcı projelere, yatırım maliyetinin %30'una kadar hibe desteği sağlanmaktadır. 2009 yılında 56 endüstriyel işletmede 72 enerji verimliliği projesi ile başvuru yapılmış olup bu başvurular arasında 12 endüstriyel işletmede 17 proje desteklenmiştir [40]. Geri kalan başvurular Enerji Verimliliği Kanunun ilgili tebliği ile belirtilen başvuru kıstaslarını sağlayamadıkları için elenmiştir. 2010 yılında ise 24 endüstriyel işletme 27 enerji verimliliği projesi ile başvuru yapmış olup başvurular arasında 13 endüstriyel işletmede 15 proje desteklenmiştir [41]. 2011 yılında YEGM, ikincil mevzuat çalışmalarından dolayı proje başvurusu alamamıştır. 2012 ve 2013 yılına ait başvurular ise hala değerlendirilme aşamasında olup YEGM tarafından proje sonuçlarına dair henüz resmi bir açıklama yapılmamıştır.

Gönüllü anlaşma yapmak için 2009 yılında 24 endüstriyel işletme başvuru yapmıştır. Bu başvuruların 11 tanesi ile gerekli kıstaslar sağlandığından dolayı anlaşma yapılmıştır. 2010 yılında ise başvuruda bulunan 11 endüstriyel işletmenin hepsi ile gönüllü anlaşma yapılmıştır [41]. 2009 yılında yapılan gönüllü anlaşmaların sonuçlarının 2013 sonu itibariyle ve 2010 yılında yapılan gönüllü anlaşmaların sonuçlarının 2014 sonu itibariyle açıklanması beklenmektedir.

Enerji Verimliliği Kanunu ile birlikte gelen bir başka yükümlülük, endüstriyel işletmeler ve bina enerji yöneticilerinin enerji tüketim bilgilerini her yıl Mart ayı

sonuna kadar YEGM'ye bildirmeleridir. Ölçme ve Değerlendirme Sistemi Projesi ile enerji tüketim bilgileri toplanarak bilgiler analiz edilmekte ve geleceğe yönelik projeksiyonlar yapılmaktadır.

Diğer bir enerji verimliliği teşviki ise küçük ve orta ölçekli işletmelere enerji verimliliği kapsamında alacakları etüt, danışmanlık ve eğitim hizmetlerini karşılamaya yönelik KOSGEB tarafından verilen mali teşviklerdir. Ayrıca, Hazine Müsteşarlığı aracılığıyla Bakanlar Kurulu tarafından belirlenen azami yatırım maliyetini aşan yüksek verimli kojenerasyon santrallerinin kurulumu için teşvikler verilmektedir.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ni hazırlayan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, binaların enerji performansını artırmaya yönelik izleme, uygulama ve çalışmalarını sürdürmektedir.

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı ulaşımda enerji verimliliğini artırmak amacıyla ülkemizde üretilen kara taşıtlarının yakıt tüketiminin geliştirilerek düşürülmesine, toplu taşıma sisteminin ve akıllı trafik yönetim sisteminin yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapmaktadır.

Ülkemizde 2008 yılı Enerji Verimliliği Yılı seçilmiş olup kamu bilincini artırmaya yönelik ve verimli lambaların, verimli elektrikli ev aletlerinin piyasaya dönüşümüne, binalarda yalıtım sistemlerinin kurulmasına, sanayi sektöründe verimli elektrik motoru ve değişken devirli hız sürücülerinin kurulumuna vb. yönelik verimlilik artırıcı birçok çalışma başlatılmıştır. Ayrıca, her Ocak ayının ikinci haftası Enerji Verimliliği Haftası seçilerek, bu hafta içerisinde sempozyumlar, seminerler ve konferanslar organize edilmeye başlanmıştır. İlaveten, enerji verimliliği bilincini artırmak amacıyla ilkokul öğrencileri arasında resim yarışması ve lise öğrencileri arasında TÜBİTAK ve YEGM'nin koordinatörlüğünde proje yarışması düzenlenmeye başlanmıştır.

Şimdiye kadar enerji verimliliğini artırmaya yönelik birçok çalışma yapılmış olsa da, enerji yoğunluğunu %20 oranında azaltma hedefi tamamlanması zor bir görev olarak durmaktadır. Bu nedenle, piyasa tabanlı enerji verimliliği politikaları gibi ilave farklı enerji verimliliği politikalarının kurulması göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ENERJİ VERİMLİLİĞİNDE ÜLKELERARASI KARŞILAŞTIRMALI BİR DEĞERLENDİRME

Enerjinin etkin ve verimli olarak kullanılmasının değerlendirilmesinde sadece enerji girdilerini dikkate alan enerji yoğunluğunun gösterge olarak seçilmesi, enerjinin enerji dışı değişkenler ile olan ilişkisinin göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Fakat enerji, emek ve sermaye ile birlikte bir girdi oluşturan ve ekonomik bir çıktı ile birlikte CO_2 emisyonu gibi istenmeyen çıktılar da veren bir emtia olduğundan enerjinin etkin olarak kullanımının değerlendirilmesinde enerji dışı girdi ve çıktıların dikkate alınması gerekmektedir. Bu noktada Veri Zarflama Analizi (VZA), enerji ve enerji dışı değişkenleri hesaba katarak enerjinin etkin ve verimli olarak kullanılmasının ölçülmesine olanak sağlayan yaklaşımlardan birisi olarak kullanılmaktadır.

Doğrusal tabanlı yöntemler, değişken ve kısıtlara bağlı kalarak amaç fonksiyonunu optimize eden problemleri analiz etmektedir. Etkinliğini tahmin etmeye çalıştığı birimin belirli ve sonlu sayıdaki değişkenlere bağlı olan bir fonksiyonu içermemesi varsayımını taşıyan yöntemler parametrik değildir [42]. Aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları ortaya koyan "Karar Verme Birimlerinin (KVB)" etkinliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan VZA, her bir birimi en verimli birim veya birimlerle karşılaştıran parametresiz ve doğrusal tabanlı bir yöntemdir.

Bu bölümde kapsamında, Veri Zarflama Analizi yöntemi açıklanılarak enerji verimliliği ölçümlerinde kullanılmasına yönelik metodolojiye yer verilmektedir. Ardından, Türkiye ve AB-15 ülkelerinin enerji verimliliğinin değerlendirilmesi VZA yöntemi ile yapılarak Türkiye'nin enerji verimliliği çalışmalarında nerede bulunduğunu ve kaydettiği ilerlemeyi görebilmek amacıyla AB-15 ve Türkiye'nin enerji verimliliği performanslarının kıyaslanmasına yönelik bir model oluşturulmaktadır. Modelleme sonucunda, Türkiye'nin 2023 hedeflerine ulaşılmasında mevcut enerji verimliliği politikalarının yeterliliğine ve enerji verimliliğinde yeni politika araçlarına ihtiyacın gerekliliğine dair bilgilerin elde

edilmesi hedeflenmekle birlikte enerji verimliliğinde önemli ilerlemeler kaydeden ülkelerin de belirlenmesi sağlanacaktır.

4.1 Veri Zarflama Analizi Yöntemi

Belirli bir çıktıyı en etkin şekilde üretebilmek için en uygun girdi bileşenini araştıran girdiye yönelik ve belirli bir girdiyle en fazla çıktı bileşenini araştıran çıktıya yönelik olmak üzere çift taraflı olma özelliğine sahip bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi, Farrell tarafından 1957 yılında ortaya atılmış olup Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiştir [42].

Karar alma birimlerinin birbirlerine göre olan etkinliğini ölçmek için kullanılan VZA' da birden fazla girdi ve çıktı olması durumunda etkinlik değeri, ağırlıklı toplam çıktının ağırlıklı toplam girdiye oranıdır;

$$\textbf{Etkinlik Değeri} = \frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \cdots + u_J y_J}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \cdots + v_I x_I} = \frac{\sum_{j=1}^{J} u_j y_j}{\sum_{i=1}^{I} v_i x_i} \qquad \textbf{(4.1)}$$

Denklemde;

j: çıktı sayısını

i: girdi sayısını

u_j: j. çıktının ağırlığını

y_j: j. çıktının miktarını

v_i: i. girdinin ağırlığını

x_i: i. girdinin miktarını

belirtmektedir. VZA'nın aşamaları ise; analize konu alan karar birimlerinin seçimi, karar birimlerinin karşılaştırılmasını sağlayacak girdi ve çıktı faktörlerinin seçimi, girdi veya çıktının kontrol edilebilirliğine göre tayin olacak girdik odaklı, çıktı odaklı veya toplamsal modellerinin seçimi ve sonuçların yorumlanmasıdır.

VZA' da temel olarak 3 adet temel yöntem kullanılmaktadır [42];

- Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Yöntemi
- Banker-Charnes-Cooper (BCC) Yöntemi

- Toplamsal Yöntem

4.1.1 Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) yöntemi

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen model, ölçeğe göre sabit getiri (constant returns to scale) varsayımına dayanmaktadır. Karar alma birimlerinin teknik, ölçek ve toplam etkinliğini bir değer altında toplayıp ortaya bir sonuç koymayı hedefleyen CCR modeli, mevcut çıktı seviyesinde girdileri minimize etmeyi amaçlayan girdi odaklı model ve mevcut girdileri kullanarak çıktıları maksimize etmeyi amaçlayan çıktı odaklı modeller olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [43].

Girdi odaklılık varsayımı altında amaç fonksiyonu;

$$\boldsymbol{max\ z = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0}} \tag{4.2}$$

ve kısıtlar;

$$\boldsymbol{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0} \tag{4.3}$$

$$\boldsymbol{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1} \tag{4.4}$$

$$\boldsymbol{u_r, y_i \geq 0} \tag{4.5}$$

denklemleri ile ifade edilmektedir. Bu modelin duali ise;

$$\boldsymbol{\theta^* = min\ \theta} \tag{4.6}$$

$$\boldsymbol{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}};\ \ \mathrm{i} = 1, 2, \ldots, \mathrm{I} \tag{4.7}$$

$$\boldsymbol{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq \theta y_{r0}};\ \ \mathrm{r} = 1, 2, \ldots, \mathrm{R} \tag{4.8}$$

$$\boldsymbol{\lambda_j \geq 0};\ \ \mathrm{j} = 1, 2, \ldots, \mathrm{J} \tag{4.9}$$

ile ifade edilir. Denklemlerdeki değişkenler ise;

θ: teknik etkinlik ölçüsünü

λ :etkin girdi çıktı modeli oluşturmak için verilen yoğunluk değerini

ifade etmektedir. Eğer θ^* bire eşit ise, karar verme birimi etkindir; eğer birden küçükse, etkinsiz sayılarak çıktı düzeyi azaltılmaksızın girdi düzeyinin azaltılabileceğini belirtmektedir.

4.1.2 Banker-Charnes-Cooper (BCC) yöntemi

Banker, Charnes ve Cooper CCR yöntemini geliştirerek, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile BCC yöntemini geliştirmişlerdir. BCC modelinin CCR modelinden farkı, etkin olmayan karar birimine yönelik etkin girdi çıktı bileşimini oluşturmak için verilen ağırlık değeri olan, her bir karar birimi için çözülen ve doğrusal programlama sonucu elde edilen λ'nın değerleri toplamının bire eşit olmasıdır [42].

Girdi odaklı varsayımı altında amaç fonksiyonu;

$$\boldsymbol{E_k = min\ \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^{m} s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^{t} s_r^+} \qquad \textbf{(4.10)}$$

ve kısıtlar;

$$\boldsymbol{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^- - \alpha x_{ik} = 0};\ \text{j = 1, ..., J;}\ \text{i = 1, ..., I} \qquad \textbf{(4.11)}$$

$$\boldsymbol{\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j - s_r^+ - y_{rk} = 0};\ \text{r = 1, …, R} \qquad \textbf{(4.12)}$$

$$\boldsymbol{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1} \qquad \textbf{(4.13)}$$

$$\boldsymbol{\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0} \qquad \textbf{(4.14)}$$

Denklemde;

α : göreli etkinliği ölçülen k karar biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini belirleyen büzülme katsayısını

$\boldsymbol{s_i^-}$: k. karar biriminin i. değerine ait çıktı eksikliğini

$\boldsymbol{s_r^+}$: k. karar biriminin r. değerine ait girdi fazlasını

$\boldsymbol{\varepsilon}$: yeterince küçük pozitif bir sayıyı

ifade etmektedir. Eğer karar birimi etkin ise; E_k=1, α=1, $\boldsymbol{s_i^-}$= 0, $\boldsymbol{s_r^+}$= 0 ve $\boldsymbol{\lambda_k}$=1 olacaktır. Eğer karar alma birimi etkin değilse α büzülme katsayısı 1'den küçük olacaktır.

4.1.3 Toplamsal model

Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından geliştirilen bu model, girdiye ve çıktıya odaklanmayı birlikte değerlendirmektedir. Toplamsal model, girdi fazlasını (s^+) ve çıktı eksikliğini (s^-) bir arada değerlendirerek etkinsiz karar verme birimine en uzakta kalan noktaya ulaşmayı amaçlamaktadır [44].

Model sonucunda etkinlik skoru elde edilememekle birlikte, karar birimlerinin etkinlikleri aylak (slack) değişkenlerine bakılarak değerlendirilmektedir [42].

Birçok modeli olan toplamsal modellemenin, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile amaç fonksiyonu;

$$\mathbf{max}\, \boldsymbol{z} = \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{m}} \boldsymbol{s_i^-} + \sum_{\boldsymbol{r=1}}^{\boldsymbol{m}} \boldsymbol{s_r^+} \qquad \textbf{(4.15)}$$

ve kısıtlar;

$$\textstyle\sum_{\boldsymbol{j=1}}^{\boldsymbol{n}} \boldsymbol{x_{ij}\lambda_j} + \boldsymbol{s_i^-} = \boldsymbol{x_{i0}};\ \ \mathrm{i} = 1, \ldots, \mathrm{I} \qquad \textbf{(4.16)}$$

$$\sum_{\boldsymbol{j=1}}^{\boldsymbol{n}} \boldsymbol{y_{rj}\lambda_j} - \boldsymbol{s_r^+} = \boldsymbol{y_{r0}};\ \ \mathbf{r} = \mathbf{1}, \ldots, \mathbf{R} \qquad \textbf{(4.17)}$$

$$\sum_{\boldsymbol{j=1}}^{\boldsymbol{n}} \boldsymbol{\lambda_j} = \mathbf{1} \qquad \textbf{(4.18)}$$

$$\boldsymbol{\lambda_j, s_i^-, s_r^+} \geq \mathbf{0} \qquad \textbf{(4.19)}$$

4.2 Enerji Verimliliği Çalışmalarında Veri Zarflama Analizi ile Doğrusal Programlama Modeli

Enerji ve enerji dışı girdileri olan bir üretim sisteminde istenilen ve istenilmeyen çıktıların olduğu ve x, e, y ve u'nun sırasıyla; enerji dışı girdi, enerji girdisi, istenilen çıktı ve istenilmeyen çıktı vektörlerini temsil ettiği varsayılırsa, bu üretim sisteminde üretim teknolojisi (4.20)'de verilen denklem ile ifade edilebilir;

$$\mathbf{T} = \{(\mathbf{x}, \mathbf{e}, \mathbf{y}, \mathbf{u}) : (\mathbf{x}, \mathbf{e}), (\mathbf{y}, \mathbf{u}) \textbf{'yu üretir}\} \quad \textbf{(4.20)}$$

Bu denklem ile üretim teorisine göre T'nin kapalı ve sınırlı bir küme olduğu ve sınırlı sayıdaki girdinin sınırlı sayıda çıktı üretebileceği vurgulanmaktadır [7].

Eğer (x, e, y, u) ϵ T ve (x', e') ≥ (x, e) veya (y' ≤ y) ise (x', e', y, u) ϵ T veya (x, e, y', u) ϵ T denilebilir. Bir üretim sonucu istenmeyen ve istenen çıktılar elde edildiğinde aşağıdaki iki durum T için tanımlanabilir [7];

i. (x, e, y, u) ϵ T ve 0≤θ≤1 ise, (x, e, θy, θu) ϵ T

ii. (x, e, y, u) ϵ T ve u=0 ise, y=0

Birinci durum, istenmeyen çıktının tek başına azaltmanın mümkün olmadığını fakat istenen çıktı ile birlikte ancak azaltılabileceğini belirtmektedir. İkinci durum ise, istenmeyen çıktıyı elimine etmenin tek yolunun üretimi durdurmak olduğunu belirtmektedir.

Üretim teknolojisi T'nin VZA' da ifadesi denklem (4.21-25) ile verilmektedir. Burada K; enerji verimliliği performansı analiz edecek karar birim sayısı ve k; gözlenen verim sayısı olmak üzere, ölçeğe göre sabit getiri ile ifadesi;

$$\boldsymbol{T} = \{(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{e}, \boldsymbol{y}, \boldsymbol{u}) : \sum_{\boldsymbol{k=1}}^{\boldsymbol{K}} \boldsymbol{z_k x_{nk}} \leq \boldsymbol{x_n}, \ \ \boldsymbol{n = 1, \ldots, N} \quad \textbf{(4.21)}$$

$$\sum_{\boldsymbol{k=1}}^{\boldsymbol{K}} \boldsymbol{z_k e_{lk}} \leq \boldsymbol{e_l}, \ \ \boldsymbol{l = 1}, \ldots, \mathrm{L} \quad \textbf{(4.22)}$$

$$\sum_{\boldsymbol{k=1}}^{\boldsymbol{K}} \boldsymbol{z_k y_{mk}} \geq \boldsymbol{y_m}, \ \ \boldsymbol{m = 1}, \ldots, \mathrm{M} \quad \textbf{(4.23)}$$

$$\sum_{\boldsymbol{k=1}}^{\boldsymbol{K}} \boldsymbol{z_k u_{jk}} = \boldsymbol{u_j}, \ \ \boldsymbol{j = 1}, \ldots, \mathrm{J} \quad \textbf{(4.24)}$$

$$z_k \geq 0, \quad k = 1, 2, \ldots, K\} \tag{4.25}$$

olacaktır. (4.21-25)'ten yola çıkarak enerji verimliliği performans endeksinin doğrusal programlama ile hesaplanması (4.26-31) gibi olur;

$$EVPE(x_0, e_0, y_0, u_0) = \min \theta \tag{4.26}$$

$$\text{s.t.} \sum_{k=1}^{K} z_k x_{nk} \leq x_{n0}, \quad n = 1, \ldots, N \tag{4.27}$$

$$\sum_{k=1}^{K} z_k e_{lk} \leq \theta e_{l0}, \quad l = 1, \ldots, \text{L} \tag{4.28}$$

$$\sum_{k=1}^{K} z_k y_{mk} \geq y_{m0}, \quad m = 1, \ldots, \text{M} \tag{4.29}$$

$$\sum_{k=1}^{K} z_k u_{jk} = u_{j0}, \quad j = 1, \ldots, \text{J} \tag{4.30}$$

$$z_k \geq 0, \quad k = 1, 2, \ldots, K \tag{4.31}$$

"0" altsimgesi, değerlendirilmekte olan bileşeni ifade etmektedir. Denklem (4.26-31) ile birlikte boyutsuz ve (0,1] aralığında olan enerji verimliliği performans endeksi elde edilecektir. Eğer ilgili karar birimi için hesaplanan endeks yüksek değere sahipse, diğer karar birimlerine göre enerji tüketimi yönünden daha iyi durumda olduğu ve dolayısıyla daha yüksek enerji verimliliğine sahip olduğu vurgulanmaktadır. Eğer karar alma biriminin etkinlik endeksi 1'e eşitse, etkinlik sınırı üzerinde yer alarak en iyi uygulamaya sahip örnek veya örneklerden biri olduğunu göstermektedir.

4.3 Türkiye Uygulaması

Türkiye uygulaması kapsamında, Türkiye ve AB-15 ülkelerinin 2000-2011 yılları arasındaki dönem için enerji verimliliğine yönelik performansları, Veri Zarflama Analizi yöntemi ile değerlendirilecektir.

Bir ülkenin ekonomik çıktısı olan Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'yı (GSYİH) üretmek için enerji, emek ve sermayeyi girdi olarak ifade etmek mümkündür; fakat üretim sonunda CO_2 emisyonu gibi istenmeyen çıktılar da oluşmaktadır [9].

Enerji girdisi olarak ülkelerin toplam enerji tüketimleri mtep cinsinden modele dahil edilerek, veriler ETKB ve Eurostat veritabanından alınmıştır. Enerji dışı girdilerden emek için veriler, çalışan sayısı bin kişi cinsinden Dünya Bankası ve TUİK veritabanından elde edilmiştir.

Enerji dışı diğer değişken olan sermaye stoku için 2000 yılı sonrası için herhangi bir resmi veri bulunmamaktadır [9]. DPT tarafından yayımlanan Türkiye Ekonomisinde Sermaye Birikimi Verimlilik ve Büyüme: 1972-2003 (2005) adlı raporda, sermaye stoku verileri gayri safi sabit sermaye oluşumu yatırım verileri kullanılarak hesaplanması örneği verilmektedir [45]. Bu verilerden yola çıkarak Türkiye için 2011 yılına kadar örnekleme yapılarak sermaye stoku yerine vekil değişken kullanılmıştır. AB-15 ülkelerine ait veriler ise OECD ve Birleşmiş Milletler (UN-FAOSTAT) veritabanlarından derlenmiştir.

İstenen çıktı olan ülkelerin GSYİH değerleri sabit 2000 yılı ABD doları değeri ile OECD veritabanından ve istenmeyen çıktı olan sera gazı emisyonu verileri milyon ton cinsinden Birlemiş Milletler (UN-UNFCCC) veritabanından alınarak modele dahil edilmiştir.

Çizelge 4.1'de, AB-15 ülkeleri içerisinde Türkiye'nin etkinliğini gösterebilmek amacıyla ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında CCR yöntemiyle birlikte Bölüm 4.2 Enerji Verimliliği Çalışmalarında Veri Zarflama Analizi ile Doğrusal Programlama Modeli'nde açıklanan yöntem doğrultusunda, 2000-2011 dönemindeki her bir yıl için Excel'de hesaplanan etkinlik değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.1 yakından incelendiğinde, 16 ülkeli modelleme içerisinde enerji verimliliğinde en etkin ülkelerin Danimarka, İrlanda ve Lüksemburg olduğu görülmektedir. Ülkelerin etkinlik sıralamaları yıldan yıla değişmekle birlikte en etkinsiz ülkelerin Portekiz ve Türkiye'nin olduğu, Finlandiya ve Yunanistan'ın 2000 yılları başında etkin olmayıp ilerleyen yıllarda enerji verimliliğinde önemli ilerlemeler kaydettiği değerlendirilmektedir.

Türkiye'nin yıllara göre etkinlik değerlerinin değişimine bakıldığında ise, Türkiye tarihinin en büyük ekonomik krizi olarak bilinen 2001 yılı finansal krizi etkilerinin neden olduğu sert düşüş net bir şekilde görülebilmektedir.

Çizelge 4.1: CCR modeline göre ülkelerin etkinlik düzeyleri.

Ülkeler	EVPE (Enerji Verimliliği Performans Endeksi)											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Almanya	0,90	0,88	0,83	0,76	0,75	0,74	0,73	0,79	0,81	0,81	0,85	0,84
Avusturya	0,89	0,83	0,77	0,73	0,74	0,72	0,72	0,73	0,78	0,80	0,81	0,82
Belçika	0,81	0,79	0,77	0,73	0,75	0,75	0,75	0,75	0,78	0,82	0,82	0,79
Danimarka	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Finlandiya	0,71	0,71	0,68	0,66	0,67	0,66	0,64	0,66	0,72	0,74	0,77	0,81
Fransa	0,91	0,87	0,83	0,80	0,80	0,81	0,83	0,84	0,88	0,90	0,91	0,91
Hollanda	0,84	0,82	0,78	0,75	0,74	0,75	0,79	0,81	0,85	0,84	0,85	0,85
İngiltere	1,00	1,00	0,99	0,89	0,92	0,93	0,97	0,98	0,90	0,84	0,91	0,91
İrlanda	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
İspanya	0,76	0,76	0,73	0,71	0,71	0,71	0,77	0,76	0,85	0,87	0,88	0,83
İsveç	0,83	0,78	0,76	0,76	0,77	0,75	0,76	0,76	0,77	0,71	0,77	0,85
İtalya	0,92	0,93	0,88	0,84	0,83	0,82	0,83	0,84	0,90	0,91	0,93	0,87
Lüksemburg	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Portekiz	0,78	0,76	0,76	0,70	0,70	0,69	0,66	0,65	0,70	0,72	0,74	0,73
Yunanistan	0,72	0,71	0,68	0,68	0,72	0,71	0,72	0,72	0,81	0,82	0,88	0,75
Türkiye	0,78	0,79	0,68	0,52	0,49	0,49	0,53	0,47	0,51	0,52	0,60	0,60

Kriz sonrası dönemde 2007 yılına kadar Türkiye'nin enerji verimliliğinde etkinlik değeri, diğer ülkelere kıyasla önemli bir gelişme kaydedememiştir. 2007-2011 yılları arasındaki dönemde ise etkinlik düzeyinde önemli oranda artış yaşandığı görülmektedir. Bu artışın sebebinin 2007 yılında yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunun ve akabinde yayınlanan ikincil mevzuatın etkisi olup bu veriler eşliğinde enerji verimliliği mevzuatının ülke ekonomisine katkısında istenilen başarının elde edilmesini sağladığı değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte, Türkiye'nin etkinliğindeki gelişmenin AB-15 ülkelerine kıyasla hala düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Bu sebeple Türkiye'nin etkinliğini artırmaya yönelik ilave politikaların üretilmesi ve uygulamaya geçilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

Ayrıca, Çizelge 4.1'de İtalya ve Fransa'nın 2005 yılından itibaren etkinlik düzeylerinde önemli oranlarda değişimler olduğu görülmektedir. Bu iki ülkede 2005 yılı sonrası uygulamaya giren Beyaz Sertifikalar Sisteminin, bu önemli gelişime katkı sağlayabilecek unsurlardan biri olduğu değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, Türkiye'de BSS gibi enerji verimliliğinde ilave politika enstrümanlarının hayata geçirilmesi ile birlikte Türkiye'nin enerji verimliliği etkinliğinin daha iyi konuma geleceği öngörülmektedir.

5. BEYAZ SERTİFİKALAR SİSTEMİ

Enerjide dış ülkelere olan bağımlılığın azaltılması ve çevre sorunlarına artan ilgi nedeniyle enerjinin ve enerji kaynaklarının verimli kullanılması giderek ön plana çıkmaktadır. Bu sebeple devletler, enerji yoğunluklarını azaltmaya yönelik iddialı hedefler belirleyerek bu hedeflere ulaşmak için birçok enerji verimliliği politikası oluşturmuştur.

Enerji yoğunluklarını azaltmak amacıyla kullanılan enerji verimliliğine yönelik geleneksel politikalar Bölüm 3.1'de de bahsedilmekte olduğu üzere; enerji kullanımındaki vergilendirmeler, enerji verimliliği yatırımları için verilen teşvikler, eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri, enerji verimliliği danışmanlık şirketlerinin desteklenmesi, elektrikli aletlerde minimum enerji verimliliği standartları ve etiketlendirmelerin yapılması, binalarda enerji kimlik belgesi, enerji etütleri, gönüllü anlaşmalar vb.'dir.

Bunlara ek olarak, enerji verimliliği politikalarının diğer bir önemli enstrümanı da mevcut durumda bazı Avrupa ülkelerinde uygulanmakta olan "Beyaz Sertifikalar Sistemi (BSS)"dir. Beyaz Sertifikalar Sistemi tüm sektörlere uygulanabilmekle birlikte, yürürlükte olan birçok ülkede elektrik, doğalgaz üreticileri ve/veya dağıtıcılarının yapmakla yükümlü kılındıkları enerji verimliliği çalışmalarını belgelemektedir. Bu sertifikalar ister enerji ihtiyacını azaltılmasını sağlayacak yöntemlerle ister yeni teknolojilere yatırım yapılarak alınabilmektedir.

BSS'deki yükümlü katılımcılar belirlenen miktarda enerji verimliliği hedeflerine ulaşmak zorundadır. Bu hedeflere ne kadar ulaştıklarını ise bir dizi sertifikalarla belgelendirmeleri gerekmektedir. Sertifikalar enerji tasarrufu projelerinin doğrudan uygulanması sonucu alınabileceği gibi enerji verimliliği danışmanlık şirketleri üzerinden de elde edilebilmektedir. Ayrıca, yükümlü oldukları enerji verimliliği hedeflerini yakalayamayan piyasa katılımcılarıysa cezaya girmekte veya diğer piyasa katılımcılarından yükümlü oldukları miktara karşılık beyaz sertifika almak zorunda kalmaktadır [46].

Bu bölüm kapsamında, Beyaz Sertifikalar Sistemi'nin tasarımı, çalışma sistemi ve sistemin uygulanmakta olduğu ülkeler hakkında bilgiler verilmektedir.

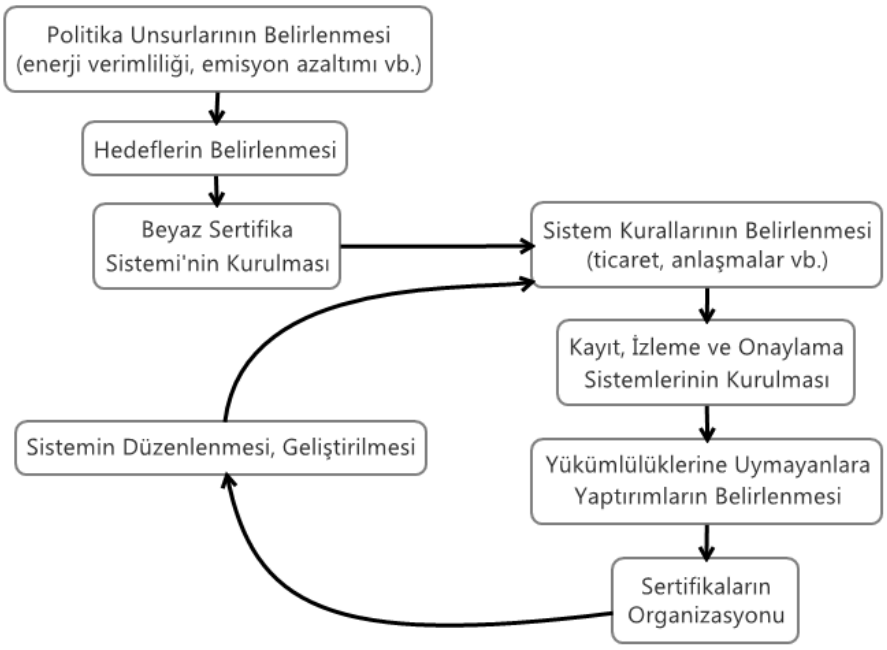
5.1 Beyaz Sertifikalar Sisteminin Yapısı

Piyasa tabanlı politika araçları, ekonomik verimliliği öne çıkararak rekabeti artırmakta ve enerji piyasalarının liberalleşme sürecine katkıda bulunmaktadır.

BSS'lerin uygulanma nedeni ülkeden ülkeye küçük farklılıklar gösterse de, genel olarak şu nedenlere dayandırılmaktadır [47];

- Kyoto Protokolü'ne taraf olunması,
- Enerji verimliliği gibi ölçülmesi zor olan niteliklere yönelik, hedefleri yerine getirenlerin çalışmalarını belgelendirmek,
- Yeşil Sertifika ve CO_2 ticareti gibi unsurları içeren çevresel pazarların içinde yeni imkanlar oluşturmak,
- Çevresel konularda ve enerji tasarrufu hususunda kamuda "imaj" oluşturabilmek.

Beyaz Sertifika Sisteminin tasarım aşamasında izlenebilecek yöntem Şekil 5.1'de gösterilmektedir.

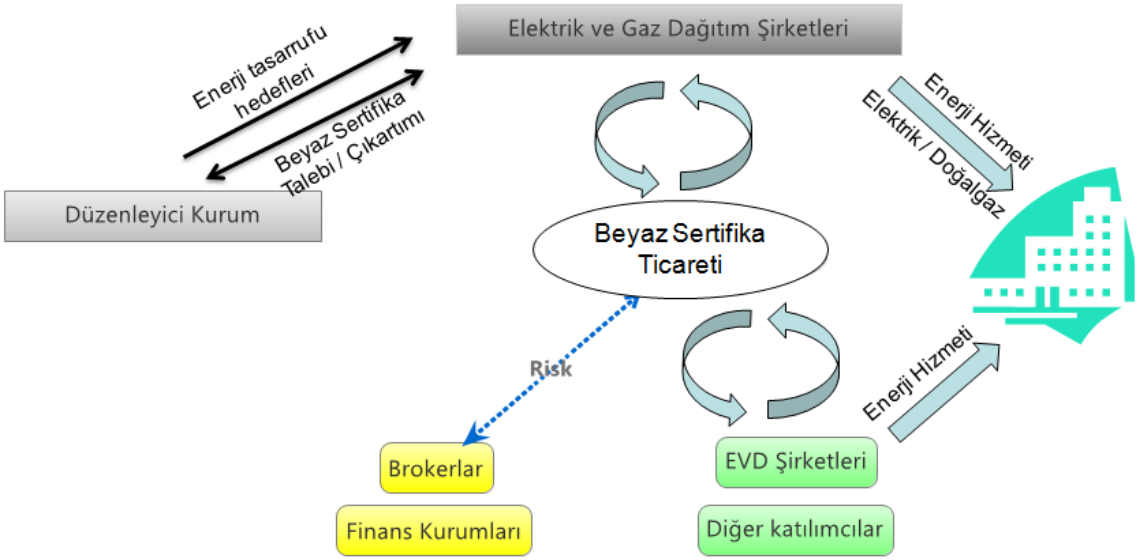


Şekil 5.1: Beyaz Sertifikalar Sisteminin tasarım aşaması.

Temel prensipler aynı olsa da enerji verimliliği hedeflerinin, enerji verimliliği projelerinde öncelik verilen alt sektörlerin ve ülkenin ulusal enerji endüstrisi yapısındaki rekabetin oynayacağı rollerin farklı olması ulusal BSS'lerin tasarımında bazı değişikliklere sebep olmaktadır.

BSS'lerin tasarım parametrelerinin seçimi enerji verimliliği hedeflerinin ulaşılmasında büyük rolü olmaktadır. Bu seçim ölçütlerinde şu soruların cevaplandırılması sistemin doğru bir şekilde çalışabilmesine olanak sağlayacaktır; yükümlülükler nasıl ve hangi zaman dilimi için belirlenecek, katılımcıların sisteme uyum süreleri ve süreçleri nasıl olacak, sertifikaların geçerliliği ve sistemin finansmanı nasıl olacak, sertifikasyonun hangi sektörlere ve hangi tür projelere uygulanması daha verimli olacak, enerji verimliliği çalışmalarının belirlenmesi ve belgelendirilmesi nasıl olacak, enerji verimliliği çalışmalarının izlenmesi ve doğrulanması nasıl yapılacak, uyumsuzluk durumunda yaptırımlar veya cezalandırmalar nasıl olacak, siyah sertifikalar gibi diğer politika elemanları ile etkileşimi nasıl olacak, insan tutum ve davranışları sisteme nasıl yansıtılacak, vb.

Şekil 5.2'de de görülmekte olduğu üzere BSS'yi oluşturan katılımcılar; düzenleyici kurum, elektrik ve gaz tedarikçisi ve/veya dağıtıcısı, enerji verimliliği danışmanlık şirketleri, enerji verimliliği hizmetini alanlar ve diğer katılımcılardır [10].



Şekil 5.2: Beyaz Sertifikalar Sistemi.

Düzenleyici kurum; enerji verimliliği hedeflerini ve bu hedeflere ulaşma yükümlülüklerini belirleyen temel katılımcı olup, enerji tedarikçilerinin enerji verimliliği hedeflerine ulaşıp ulaşamadıklarını, ulaşamadıkları durumda da verilecek cezayı belirlemektedir. Düzenleyici kurum, enerji verimliliği hedeflerine ulaşılmasını sağlayabilmek için ilave tedbirler de uygulayabilir.

Elektrik ve doğalgaz tedarikçileri ve/veya dağıtıcıları beyaz sertifikaları düzenleyici kurumdan talep edebilir ve ticaretini yapabilirler. Bu sistem katılımcıları, düzenleyici kurumun belirlediği tasarruf miktarını belirlenen süre zarfında sağlamak zorundadır. Enerji verimliliği çalışmalarını kendi müşterileri üzerinde gerçekleştirerek, çalışmalarının belgelenmesini beyaz sertifikalarla sağlarlar. Gerçekleştiremedikleri enerji verimliliği çalışmalarının karşılığında da piyasaya katılıp beyaz sertifika alma yolunu seçeceklerdir, ya da düzenleyici kurum tarafından belirlenen ceza miktarını ödeyeceklerdir.

Enerji verimliliği danışmanlık şirketleri (EVD), enerji verimliliği konusunda danışmanlık, eğitim, etüt ve uygulama hizmetleri veren şirketler olarak tanımlanabilir. EVD'ler, enerji verimliliği çalışmalarını yaptıktan sonra sisteme dahil olabilir, yaptıkları çalışmalarını sistemde enerji verimliliği çalışmaları yapmakla yükümlü tutulan sistem katılımcılarına satarak beyaz sertifika alabilir veya spot markete iştirak edebilirler.

Nihai kullanıcılar, enerji verimliliği konusunda hangi önlemleri alacağına karar veren, tasarruf tedbirlerini kendilerinde gerçekleştiren sistem katılımcılarıdır. Yapılacak tasarruf tedbirlerinin maliyeti, beyaz sertifikaların piyasa değerini belirlenmesinde rol alacaktır.

Diğer katılımcılar ise, enerji verimliliği konusunda herhangi bir enerji verimliliği yapma yükümlülüğüne sahip olmayan, fakat bu sertifikaları alıp satabilen katılımcılardır. Finans kuruluşları ve brokerlar gibi örnek gösterilebilecek bu katılımcılar, sistemin para akışına katkı sağlayarak işlemleri kolaylaştıracak ve yatırım riskini azaltacak etki yapacaktır. Bu katılımcıların rolü ve sisteme uyumu BSS'lerde farklı farklı tanımlanmış olmakla birlikte bunların dahil edildiği sistemlere İngiliz ve Fransız Beyaz Sertifika Sistemleri gösterilebilir.

5.2 Ülkelerdeki Beyaz Sertifikalar Sistemi Uygulamaları

Belirli bir süre zarfında enerji verimliliği hedeflerine ulaşma zorunluluğu getiren, bir örneği de piyasa tabanlı enerji verimliliği uygulamaları olan, farklı enerji verimliliği politikaları gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sıkı bir şekilde sürdürülmektedir. İngiltere'de Enerji Verimliliği Taahhüdü (Energy Efficiency Commitment, EEC) 1994'ten beri yürürlükte olup İtalya Ocak 2005'te, Fransa ise Temmuz 2006'da BSS'ye geçmişlerdir. Hollanda ise sistemi yakından incelemekte olup sistemin kurulmasına yönelik araştırmalarını devam ettirmektedir [48].

Brezilya'da Ulusal Enerji Ajansı (Agencia Nacional de Energia Eletrica) piyasa düzenleyicisi olarak görev yapmakla birlikte enerji dağıtım şirketlerine, yıllık net gelirlerinin %1'ini enerji verimliliği çalışmaları için harcanması veya enerji ar-ge çalışmaları yapılması için zorunlu kılmıştır [49].

Yine Güney Amerika ülkelerinden Uruguay'da Ekim 2009'da yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu; yeni enstitüler kurulması, enerji etiketlemelerinin ve minimum performans standartlarının getirilmesi ve enerji verimliliği çalışmalarına sertifikasyon verilerek finans mekanizmalarının kurulması imkanını sağlamaktadır. Enerji verimliliği çalışmalarına fon hazırlamak amacıyla Kalkınma Bakanlığı ve Merkez Bankası destekli Uruguay Enerji Verimliliği Kurumu (Fideicomiso Uruguayo de Ahorro y Eficiencia Energética) kurulmuştur [50].

Avustralya'nın üç eyaletinde piyasa tabanlı enerji verimliliği politikaları uygulanmaktadır; New South West Wales eyaletinde Sera Gazı Azaltımı Sistemi (Greenhouse Gas Reduction Scheme), Victoria eyaletinde Enerji Verimliliği Hedef Sistemi (Energy Efficiency Target Scheme) ve South Australia eyaletinde Konutlarda Enerji Verimliliği Sistemi (Residental Energy Efficiency Scheme). Ulusal Emisyon Ticareti Sistemi'nin kurulmasıyla birlikte enerji verimliliği çalışmalarını da kapsamasından dolayı diğer eyaletlerde soru işaretleri oluşturmuş, enerji verimliliği çalışmalarının sistemde iki defa yer almasının (double counting) önüne geçilmesi çalışmaları da bir başka problemi beraberinde getirmiştir [51,52].

Enerji Verimliliği Kaynak Standartları (Energy Efficiency Resource Standards) ile enerji üretim, iletim ve dağıtımında yirmi dört eyalette verimlilik hedeflerine ulaşma yükümlülüğü getirilen Amerika'da, Massachusetts eyaleti yıllık %2.3, Vermont,

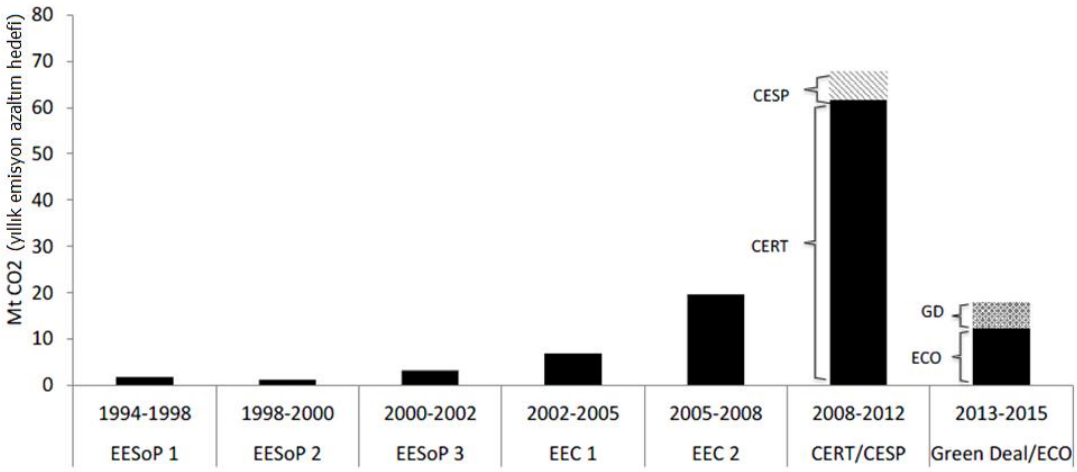
Arizona ve New York eyaletleri yıllık %2 oranlarında enerji yoğunluğu azaltımı hedefi ile başı çekmektedir [53,54].

Özetle, Beyaz Sertifikalar gibi farklı türde piyasa tabanlı enerji verimliliği politikaları birçok farklı ülkede hayata geçirilmiştir. Sistemi daha yakından mercek altına almak amacıyla Avrupa Birliği ülkelerinden İngiltere, İtalya, Danimarka ve Fransa uygulamalarının geniş değerlendirilmesine Bölüm 5.2.1-4 kapsamında yer verilmektedir. Sistemin uygulamada olduğu diğer iki AB ülkesinden; Polonya'nın sisteme 2013 yılında başladığından dolayı henüz sistem sonuçlarının yayınlanmamış olmasından ve Belçika'da lokal bir uygulamaya sahip, sadece Flaman Bölgesi'nde uygulanmakta olan sistemin kamuyla paylaşılan bilgilerinin kısıtlı olması nedeniyle sistemlerin değerlendirilmelerine Çizelge 5.4 kapsamında yer verilmektedir.

5.2.1 İngiltere

İngiltere, enerji tedarikçilerine enerji verimliliği çalışmaları yapma yükümlülükleri getiren Avrupa'daki ilk ülkedir. Bu yükümlülüklerin, diğer bir adıyla Tedarikçi Yükümlülüğü (Supplier Obligation, SO), başlangıcı enerji piyasalarında özelleştirme sürecinin başladığı 1994 yılına kadar uzanmaktadır. O zamandan beri Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi'nden sonra, konutlardan kaynaklanan CO_2 emisyonunun azaltılmasında ikinci önemli iklim politikası olmuştur [55].

SO'larla birlikte elektrik ve doğalgaz sektöründeki büyük enerji tedarikçileri, nihai kullanıcılar üzerinde enerji tüketimini ve CO_2 emisyonlarını azaltıcı tedbirleri uygulamalarına yönelik çalışmalar yapmaları hususunda yükümlü tutulmuştur. İlk SO, Enerji Verimliliği Standartları Performansı (Energy Efficiency Standards of Performance, EESoP1) olup 1994-1998 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Sistem 2002 yılında değiştirilerek Enerji Verimliliği Taahhüdü (Energy Efficiency Commitment, EEC) adını almış ve 2008 yılında sistem tekrar revize edilerek Karbon Emisyonu Azaltma Hedefi (Carbon Emission Reduction Target, CERT) adını alarak, 2008-2012 yılları arasında gerçekleştirilmiştir [56]. Şekil 5.3'te enerji verimliliği hedeflerinin, bu programlar çerçevesinde evrimleşme süreci gösterilmektedir [57].



Şekil 5.3: İngiltere'de enerji verimliliği yükümlülüklerinin zamanla değişimi.

Enerji verimliliği yükümlülüklerinde hedeflerin artırılmasına yönelik ve tasarruf ölçütü tanımının değiştirilmesine ait iki önemli değişiklik yapılmıştır. Bu sebeple, 1994-1998 ve 2008-2012 yılları arasında gerçekleştirilen yükümlülüklerin doğrudan karşılaştırılması sağlıklı sonuçlar vermeyecektir. Örneğin EESoP1'in hedefi, gerçekleştirilen enerji verimliliği tedbirlerinin çalışmanın ömrü boyunca getireceği tasarruf getirisi olarak tanımlanırken, CERT'te ömrü boyunca getireceği CO_2 salınımı azaltımı temel alınmıştır [58,59]. EESoP1 ve EESoP2'de hedef sadece elektrik tedarikçilerini kapsamaktayken, EEC1 ve EEC2 elektrik ve doğalgaz tedarikçilerini ayrı ayrı içine katmış ve meskenlerin ısıtmalarına ait verimlilik çalışmalarında elektrik, doğalgaz, kömür, akaryakıt veya LPG tüketimleri üzerinden sağlanan tasarruf miktarlarına göre yükümlülükler belirlenmiştir. Fakat CERT'de hedef, enerjiden CO_2 emisyon azaltımına çevrilmiştir [60,61].

Elektrik ve doğalgaz tedarikçilerine İngiltere'nin düşük gelirli bölgelerinde enerji verimliliği çalışmaları yapma yükümlülükleri getiren bir diğer program olan Topluluk Enerji Tasarrufu Programı (Community Energy Savings Programme, CESP), CERT ile birleştirilerek 1 Ocak 2013 itibariyle Enerji Şirketleri Yükümlülüğü (Energy Companies Obligation , ECO) yürürlüğe girmiştir [57]. Enerji verimliliğine yönelik bu politikanın yanı sıra yükümlülük hedeflerine ulaşmada farklı mekanizmalarla ECO'ya bağlanmış, Yeşil Anlaşma (Green Deal) politikasından da bahsetmek gerekmektedir. Yeşil Anlaşma; hane halklarının yaptıkları enerji verimliliği çalışmalarının maliyetini zamana yayarak elektrik faturalarına yansıtılmasıdır [62].

Enerji verimliliği yükümlülükleri Enerji İklim Değişikliği Başkanlığı (Department of Energy Climate Change, DECC) tarafından belirlenmektedir. Enerji düzenleyicisi Elektrik ve Doğalgaz Piyasaları Kurumu (Office of Gas and Electricity Markets, OFGEM) ise, SO sisteminin yönetiminden sorumludur. OFGEM, her bir enerji tedarikçisi için belirli bir süre zarfı içerisinde ulaşması gereken kendilerine özgü enerji verimliliği yükümlülükleri belirlemekte, tedarikçilerin yükümlülüklerini yerine getirip getiremediklerini kontrol etmektedir.

SO sisteminin evrim sürecinde, sistemin değişikliği yukarıda da bahsedildiği üzere daha çok yükümlülük miktarlarında yapılan değişiklikler üzerinedir. Yükümlülüklerin artırılması, programın maliyetini de artırmaktadır. EESoP1'de toplamda 101.7 milyon £, CERT ile birlikte ise toplamda 5.5 milyar £'a mal olmuştur. Tedarikçilerin SO'nun maliyetini ise müşterilere yansıttığı miktarları EESoP1 döneminde faturalarda yıllık toplamda 1 £ olmuş, CERT'de yıllık toplamda 50 £'u geçmiştir. Başlıca yapılan diğer değişiklikler; tasarruf tedbirlerinin uygulanmasında sosyal dengenin gözetimi üzerine yapılan çalışmalar, ESSoP1-3 dönemlerinde sertifikaların ticaretine izin verilmeyen fakat EEC1 ile başlayan sertifikaların alım-satımı, yükümlülüklerin bir sonraki döneme aktarılması konusunda EEC1 döneminde yükümlülüğün %10 sınırlandırıldığı EEC2 ile tamamen bir sonraki döneme aktarılabilmesini sağlayan esneklikler ve asgari ulaşılması gereken kotalar (örneğin tedarikçi yükümlülüklerinin %68'ini binalarda yalıtım çalışmaları üzerine yapmak zorunda olması gibi) hakkındadır [63]. Yürürlükte olduğu Nisan 2008-Aralık 2012 tarihleri arasında CERT programı, 296.9 Mt CO_2 emisyonu salınımı azaltılmasını sağlamıştır [64].

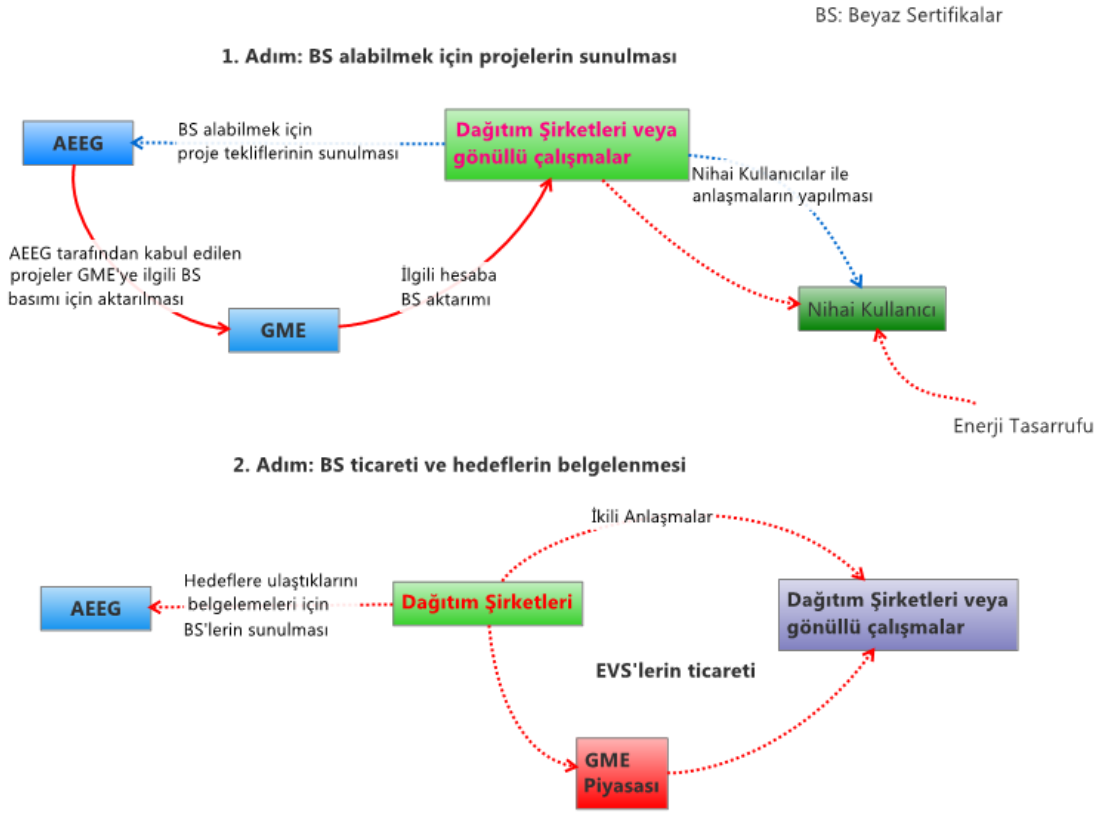
5.2.2 İtalya

İtalya'da elektrik ve doğalgaz sektörlerinde enerji verimliliği ile ilgili yükümlülükler ilk defa 1999 ve 2000 yılları arasında getirilmiş, fakat o yıllarda ortaya herhangi bir enerji verimliliği hedefi konulmamıştır. 2002 ve 2004 yılları arasında ilgili kurum ve kuruluşların görüşleri alınarak düzenleyici kurumun temelleri atılmış, Ocak 2005 itibariyle de 2009'da ilk aşaması bitecek olan Beyaz Sertifikalar Sistemi'ne geçilmiştir [65].

İtalyan Beyaz Sertifikalar Sistemi, enerji verimliliği projeleri gerçekleştirebilecek elli binden fazla müşterisi bulunan elektrik ve doğalgaz dağıtım işletmecilerine birincil

enerji tüketiminde tasarruf yapma zorunluluğu getirmektedir. 2005 yılı için 200 bin tep olarak belirlenen tasarruf hedefi 2012 yılı sonu için toplamda 6 milyon tep olarak belirlenmiştir [66].

İtalyan Beyaz Sertifika Sistemi'nin yapısı Şekil 5.4'te verilmekle birlikte, sertifika alma sürecinin çalışma düzeni gösterilmektedir [67].



Şekil 5.4: İtalyan Beyaz Sertifikalar Sistemi.

İtalyan Elektrik ve Doğalgaz Kurumu (Italian Electricity and Gas Authority , AAEG) piyasa düzenleyicisi olmakla birlikte, Enerji Piyasası Yöneticisi (Gestore dei Mercati Energetici, GME), AEEG'nin yetkisi altında enerji piyasalarının finansal işleyişinden sorumlu olan, beyaz sertifikaların verilmesini sağlayan ve spot marketin yönetimini üstlenen kurumdur. İtalyan Enerji Ajansı (The Italian Energy Agency) ise enerji verimliliğini artırıcı projelerin teknik ve mali açıdan uygulanabilirliği hakkında yorumlarını AEEG'ye bildirmektedir.

Yükümlü katılımcılar tarafından elde edilen beyaz sertifikalar ister GME piyasasında isterse GME üzerinden kaydı yaptırılarak ikili anlaşmalar halinde ticareti yapılabilmektedir. Enerji verimliliği hedeflerine ulaşamayan dağıtım şirketleri de piyasaya katılarak alım satım işlemlerini gerçekleştirmektedir. Bu sertifikaların her

yıl 31 Mayıs'a kadar AEEG'ye sunulması zorunlu kılınmıştır. Belirtilen tarihe kadar yeterli miktarda beyaz sertifika toplayamayan katılımcılara iki seçenek sunulmaktadır [68];

- Eğer sertifikaların sayısı, ulaşılması gereken hedefin yarısından fazlaysa, işletmeci herhangi bir ceza almamakta ve seneye eksik kalan enerji verimliliği hedefini telafi etmesi istenmektedir.
- Eğer sertifikaların sayısı, toplamakla yükümlü olduğu sertifikaların sayısının yarısına dahi erişememişse katılımcı cezalandırılmakta ve gelecek sene eksik kalan enerji verimliliği hedefini telafi etmesi istenmektedir.

Çizelge 5.1'de Beyaz Sertifikalar Sistemi GME Piyasası'nda Ocak 2013'te işlem gören sertifikalara ait ağırlık ortalama, minimum, maksimum fiyatlar ve ticareti yapılan sertifika miktarlarına yer verilmiştir [69]. Burada tür-I elektrik, tür-II doğalgaz ve tür-III ulaşımdaki kullanımları hariç LPG, dizel vb. ürünlerine ait tüketimlerinde yapılan tasarrufları belgeleyen sertifika türlerini belirtmektedir.

Çizelge 5.1: Ocak 2013'e ait GME'de ticareti yapılan beyaz sertifikaların piyasa fiyatları ve sertifika miktarları.

Tarih	Tür	Fiyat (€ / tep)			Sertifika miktarı
		ağırlıklı ortalama	minimum	maksimum	
08 Ocak 2013	I	89,38	87,80	90,00	7717
08 Ocak 2013	II	88,94	87,81	89,50	5469
08 Ocak 2013	III	88,99	87,80	89,94	151
15 Ocak 2013	I	90,19	89,00	90,60	15513
15 Ocak 2013	II	90,23	88,80	91,00	20815
15 Ocak 2013	III	90,13	89,00	90,60	11475
22 Ocak 2013	I	93,37	90,25	96,00	13979
22 Ocak 2013	II	94,48	93,01	96,00	16129
22 Ocak 2013	III	94,34	92,00	95,00	6010
29 Ocak 2013	I	95,85	94,01	96,60	6426
29 Ocak 2013	II	95,66	93,81	96,65	18933
29 Ocak 2013	III	95,78	93,51	96,55	10278

İtalyan BSS'de enerji tasarrufu çalışmaları ulaşım, küçük ölçekli kojenerasyon santralleri ve fotovoltaik güneş santrallerini de dahil olmak üzere tüm nihai kullanıcılar üzerinde birincil enerji tüketimi cinsinden hesaplanarak uygulanmaktadır. AEEG raporuna göre, BSS sayesinde Ocak 2005-Haziran 2012 tarihleri arasında 14 mtep enerji tasarrufu sağlanmış olup gerçekleştirilen projelerin

geneli bina sektöründe olmak üzere başlıca enerji verimliliğini artırıcı önlemler; akkor telli lambaların kompakt flüoresan lambalar ile değişimi (% 66.3), su tasarruflu duş başlığı (% 16.7) ve düşük debili musluk kullanımı (% 5.4) olmuştur [70].

5.2.3 Danimarka

Danimarka Enerji Ajansı, Danimarka'nın 2006 yılı enerji tüketim değeri değerini temel alarak, 2012 yılına kadar yıllık %2 oranında ve 2020 yılına kadar yıllık %4 oranında enerji tüketiminin azaltılmasını hedeflediklerini duyurmuştur [71]. Belirlenen bu hedeflere ulaşabilmek için Danimarka'nın uygulamaya koyduğu enerji politikalarından biri de 2006 yılında uygulanmaya başlanılan Beyaz Sertifikalar Sistemi'dir.

BSS'yi, Danimarka Enerji Ajansı yönetmekte olup yükümlü kullanıcılar enerji dağıtım şirketleri arasından seçilmiştir. Bu şirketler, her bir sektörde enerji verimliliği çalışmaları yapmaları için yetkilendirilerek enerji tasarrufunun yapılmasından ve sonuçlarının raporlanmasından yükümlü tutulmuşlardır [72]. Sektörlere göre belirlenen enerji tasarrufu hedefleri ve bu hedeflere ulaşacak yükümlü şirket sayısı Çizelge 5.2'de verilmektedir [73].

Çizelge 5.2: Danimarka'nın enerji tasarruf hedefleri ve bu hedeflere ulaşmakla yükümlü tutulan şirket sayıları.

Sektör	Yıllık Tasarruf Hedefi [PJ]	Yükümlü Şirket Sayısı
Elektrik Şirketleri	2.9	77
Doğalgaz Şirketleri	1.1	3
Bölgesel Merkezi Isıtma Şirketleri	1.9	415
Akaryakıt Şirketleri	0.2	6
Toplam	**6.1**	**501**

Nihai enerji tüketimi temel alınarak hesaplanan enerji verimliliği çalışmaları için, 2006-2009 yılları arasında toplamda 2.95 PJ yıllık enerji tasarrufu hedefi belirlenmiştir. Hedefler 2010-2012 dönemi için artırılarak 6.1 PJ'e çıkartılmıştır. Elde edilen sonuçlar, yükümlü katılımcıların enerji tasarrufu hedeflerine ulaştıklarını göstermektedir. 2010 yılında tasarruf hedefi %116 oranında gerçekleştirilmiş, 2011 yılında toplamda 2098 GWh (yaklaşık olarak 7.6 PJ) enerji tasarrufu edildiği bildirilmiştir [74]. Yükümlü katılımcılar enerji verimliliği çalışmalarını, daha büyük ölçekli enerji tüketicilerinde enerji verimliliği artırıcı çalışmaların maliyetinin daha düşük olmasından dolayı, İngiltere, İtalya ve Fransa'nın aksine daha çok endüstriyel

işletmelerde gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca, enerji tasarrufunun maliyeti ortalama olarak; 2006-2009 yılları arasında 0.045 €/kWh, 2010 yılında 0.053 €/kWh ve 2011 yılında 0.056 €/kWh olmuştur. Bu maliyetler ise nihai kullanıcılar üzerinden enerji tarifleri ile karşılanmıştır [75].

5.2.4 Fransa

Fransa'da 2005 yılında yayımlanan strateji belgesinde enerji verimliliğine yönelik hedef, enerji yoğunluğunu 2015 yılına kadar yılda %2, 2015-2030 yılları arasında ise yılda %2.5 düşürmek olarak belirlenmiştir [76]. Bu amaçla oluşturulan enerji verimliliği politikalarından biri de BSS'nin kurulması olmuştur.

2006'da kurulan Fransız Beyaz Sertifika Sistemi'nde sertifikalar, Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi'ne (EU Emission Trading Scheme) dahil edilmeyen enerji verimliliği çalışmaları karşılığında alınabilmektedir. Enerji verimliliği çalışmalarının değerlendirilmesi ise "kWh cumac" cinsinden yapılmaktadır. "cumac", uygulanan enerji verimliliği çalışmasının ömrü boyunca getireceği toplanmış ve şimdiki değerine indirgenmiş kapasitesini yansıtmaktadır.

Fransız BSS'nin 1 Temmuz 2006'da başlayıp 30 Haziran 2009'da biten ilk dönemi sonunda, toplam hedef olan 54 TWh cumac geçilerek 65.2 TWh cumac tasarruf elde edilmiş ve enerji verimliliği hedefi konulan katılımcıların 154'ü yükümlülüklerini yerine getirebilirken, 218'i başarısız olmuştur [77].

Temmuz 2009 – Aralık 2010 arasında, enerji verimliliğine yönelik kanunları düzenlemek ve kararnamelerin yayınlanması için gerekli hazırlık safhasını içeren geçiş döneminde yapılan tasarruf tedbirlerinin %81.5'i konut sektöründe (bu değerin %90'ını yalıtım ve ısıtma sistemleri çalışmaları tarafından sağlanmıştır) %7.1'i hizmet sektöründe, %6.5'i endüstri, %4.6'sı şebeke ve %0.3'ü ulaştırma sektöründen elde edilmiş olup Ocak 2011'de başlayıp üç yıl sürecek olan ikinci dönemde enerji verimliliği tasarruf hedefi toplam 345 TWh cumac olarak belirlenmiş ve bunun 225 TWh cumac'lik kısmı ilk dönemde yükümlü tutulan sistem oyuncularından, geri kalan 90 TWh'lik kısmı ise sisteme katılacak olan yeni katılımcılar tarafından (ulaşım sektöründeki akaryakıt toptan satış şirketleri) sağlanması beklenmektedir [77].

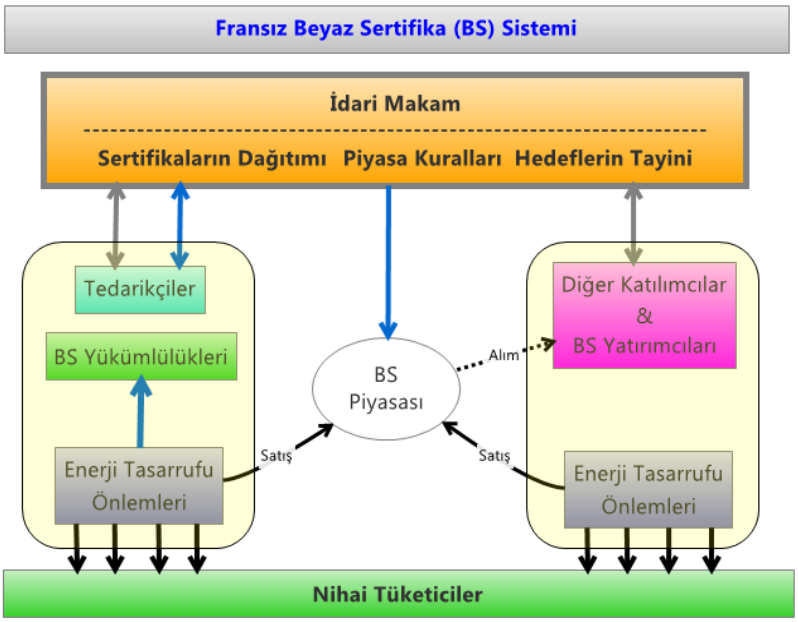
Fransız elektrik ve doğalgaz piyasalarının yapısından dolayı ulaşılması gereken yükümlülüklerin yaklaşık %80'i iki tedarikçi tarafından gerçekleştirilmiştir.

Yükümlü tutulan en büyük on piyasa oyuncusunun verimlilik çalışmalarının dağılımı Çizelge 5.3'te gösterilmektedir [78].

Çizelge 5.3: Fransız BSS'de birinci dönemde yükümlülüklerini yerine getiren en büyük on tedarikçi ve yaptıkları tasarruf miktarları.

Şirket İsimleri	Sektörler	Tasarruf Miktarları
EDF	Elektrik	30018 cumac GWh
Gaz De France	Doğalgaz	13457 cumac GWh
EcoFioul	Yerli Akaryakıt	2050 cumac GWh
Butagaz Sas	Lpg	427 cumac GWh
Electricité De Strasbourg	Elektrik	377 cumac GWh
Antargaz	Lpg	372 cumac GWh
Totalgaz	Lpg	349 cumac GWh
Bollore Energie	Yerli A.Yakıt /Isıtma&Soğutma	339 cumac GWh
Cpcu	Isıtma&Soğutma	297 cumac GWh
Primagaz	Lpg	282 cumac GWh
Toplam		**47968 cumac GWh**

Şekil 5.5'te de yönetim şeması verilmekte olduğu üzere, Fransız Beyaz Sertifikalar Sistemi'nin kurulması, kuralların ve hedeflerin belirlenmesi Ekoloji, Sürdürülebilir Kalkınma ve Enerji Bakanlığı (Ministry for Ecology, Sustainable Development and Energy Enerji İklim Departmanı) ile Ekonomi, Finans ve Sanayi Bakanlığı (Ministry of the Economy, Finances and Industry) tarafından gerçekleştirilmiştir [79].



Şekil 5.5: Fransız Beyaz Sertifikalar Sistemi.

Çevre ve Enerji Yönetimi Ajansı (Agency for Environment and Energy Management, ADEME) enerji tasarrufu projelerinin teknik analizinden ve değerlendirilmesinden sorumlu kurumu olmakla birlikte kamu ve şirketlere enerji verimliliği çalışmaları hakkında bilinçlendirme çalışmaları da yapmaktadır. Sanayi, Araştırma ve Çevre Bölge Kurulu (Regional Office for Industry, Research and Environment) beyaz sertifikaların yayımlanmasından sorumlu kamu organıdır ve belirlenen süre zarfından enerji verimliliği tasarruf tedbirlerini yerine getiren sistem katılımcıları beyaz sertifikaları alabilmeleri için buraya projelerini sunmaktadır. Sertifikaların dağıtımı ise EMMY sistemi üzerinden elektronik kayıtla yapılmaktadır. Verimlilik çalışmalarını yerine getiren her bir katılımcı burada kendi elektronik hesabını oluşturarak sisteme dahil olmaktadır. Enerji ve Çevre Teknik Derneği (Energy Environment Technical Association) ise enerji tasarrufu tedbirlerini gerçekleştiren sistem katılımcılarının bir araya geldiği platform olmakla birlikte, sistemin iyileştirilmesine yönelik önerilerini Ekonomi, Finans ve Sanayi Bakanlığı'na sunmaktadır.

BSS'deki enerji verimliliği çalışmaları yapmakla yükümlü kılınan katılımcılar, nihai enerji satışları;

- Elektrik ve doğalgaz: 400 GWh/yıl
- LPG: 100 GWh/yıl
- Isıtma/Soğutma: 400 GWh/yıl
- Fuel Oil: 500 m^3/yıl

aşan tedarikçiler olarak belirlenmiştir. İkinci döneme girilmesiyle birlikte yeni yükümlülüklere tabi tutulan katılımcılar ise ulaşım sektöründe hizmet veren ve nihai enerji satışları;

- LPG: 7000 t/yıl
- Akaryakıt: 7000 m^3/yıl

aşan yaklaşık elli kadar yerli akaryakıt tedarikçisini kapsamaktadır [80].

Genel olarak, İngiliz, İtalyan, Danimarka ve Fransız BSS'leri ile Flaman ve Polon BSS'lerinin tasarım parametreleri Çizelge 5.4 ile özetlenmektedir. Yükümlü katılımcılar ve enerji verimliliği çalışmalarının gerçekleştirileceği alt sektörler ülkeden ülkeye değişmekle birlikte enerji tasarrufu hedefleri ülkelerdeki ilgili

Bakanlıklarca belirlenmekte ve bu hedeflerin yükümlü katılımcılar arasında paylaşımı ise düzenleyici kurumlar tarafından yapılmaktadır. Sertifika ticaretinin dahil edilmesi, ceza kriterleri ve enerji tasarrufu ölçüm yöntemleri gibi diğer tasarım parametreleri de ülkelere göre farklılıklar göstermektedir.

Ayrıca, Çizelge 5.4'te ülkelerin gerçekleştirdikleri enerji tasarrufu miktarlarına bakıldığında ülkelerin enerji tasarrufu hedeflerini başarıyla gerçekleştirdikleri görülmektedir [64,69,75,78,81,82].

Sistemlerde karşılaşılan ortak engeller ise; sistemin karmaşık yapısı, son küresel ekonomik krizin etkileri ve finansmanın kısıtlı olması, ilgi ve bilgi eksikliği, yükümlü katılımcıların yatırım maliyeti düşük olan enerji verimliliği çalışmalarına yönelmeleri ve bina sektöründe konut stokunun yapısı hakkında bilgi eksikliği olarak sıralanabilir.

Çizelge 5.4: AB ülkelerinde uygulanmakta olan BSS'lerin karşılaştırılması.

Tasarım Parametreleri	İngiltere	İtalya	Danimarka	Fransa	Belçika	Polonya
Yükümlü Katılımcılar	Elektrik ve doğalgaz tedarikçileri	Elektrik ve doğalgaz dağıtıcıları	Elektrik, doğalgaz, bölgesel merkezi ısıtma ve akaryakıt dağıtıcıları	Bütün enerji tedarikçileri	Elektrik dağıtıcıları	Elektrik, doğalgaz ve bölgesel merkezi ısıtma şirketleri
Uygun Enerji Tüketicileri	Sadece bina sektörü	Ulaşım dahil bütün sektörler	Ulaşım hariç bütün sektörler	EU ticareti hariç, ulaşım dahil bütün sektörler	Bina ve hizmet sektörü, hafif sanayi	Bütün nihai kullanıcılar
Sistem Yöneticisi	Düzenleyici Kurum (OFGEM)	Düzenleyici Kurum (AEEG)	Düzenleyici Kurum (Danish Energy Authority)	Devlet	Flaman Devleti	Düzenleyici Kurum (ERO)
Hedefleri Belirleyen	Devlet	Devlet	Devlet	Devlet	Flaman Devleti	Devlet
Tasarrufların Ölçüm Metodu	Tasarrufun ömür boyu getirisi	Tasarrufun ömür boyu getirisi (birincil enerji)	Tasarrufun ömür boyu getirisi	Tasarrufun ömür boyu getirisi	Yıllık birincil enerjide sağlanan tasarruf	Yıllık birincil enerjide sağlanan tasarruf
Hedefler	Tasarrufun ömür boyu getirisi 2008-2012: 293 Mt CO_2-e Gerçekleştirilen: 296.9 Mt CO_2	Tasarrufun ömür boyu getirisi 2008 yılı: 2.2 Mtep 2012 yılı: 6.0 Mtep'e yükseltildi Gerçekleştirilen: 2005-Haziran 2012 arası 14 Mtoe	2006-2009 arası yıllık: 6.1 PJ 2010-2012 arası yıllık: 6.1 PJ Gerçekleştirilen 2011 yılı: 7.5 PJ	Temmuz 2006-Haziran 2009 arası: 54 TWh cumac Gerçekleştirilen: 65.2 TWh cumac Ocak 2011-Aralık 2013 arası:345 TWh cumac	Yükümlülerin durumuna göre belirlenen spesifik yükümlülükler Gerçekleştirilen 2003-2011 arası:13770.7 GWh	2016'ye kadar: 53452 GWh
Ceza	Uyumsuzluğun derecesine göre	"Duruma göre" temel alınarak 25bin € - 155 milyon € arası	kWh başına 0,1€	Yaşam ömrü gözetilerek birincil enerjide kWh başına 0.02 €	kWh başına 0.1€	Uyumsuzluk durumunda 2 milyon €'ya kadar
Sertifika Ticareti	Sadece tedarikçiler arasında	Evet	Sadece dağıtım şirketleri arasında	Evet	Hayır	Evet
Maliyetin Karşılanması	Enerji faturalarına yansıtılarak	Ulaşım hariç enerji tarifeleri üzerine eşit oranlarda yansıtılarak	Tarifelere yansıtılarak	Tarifelere yansıtılarak	Tarifelere yansıtılarak	Tarifelere yansıtılarak

6. BEYAZ SERTİFİKALAR SİSTEMLERİNİN TÜRKİYE'YE UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nin beşinci maddesinde belirtildiği üzere, Türkiye enerji yoğunluğu değerini 2023 yılında 2011 yılı değerine göre en az %20 oranında azaltılmayı hedeflemektedir. Bu hedefin önemli bir kısmı ise Beyaz Sertifikalar Sistemi ile gerçekleştirilmesi mümkündür. Buradan hareketle bu bölüm kapsamında, sistemin Türkiye'ye uygulanabilirliğini değerlendirebilmek amacıyla piyasa koşulları, hedeflerin saptanması, yükümlü tutulacak katılımcıların seçilmesi, piyasa mekanizmalarının belirlenmesi ve piyasa kurulumunun önündeki engellere yönelik değerlendirmeler yapılmaktadır.

6.1 Piyasa Genel Koşulları

Sisteme dahil edilecek katılımcı sayısı, sistemin kuralları ve enerji verimliliğini artırıcı çalışmaların marjinal maliyetteki değişime olan etkileri sertifikalar piyasası büyüklüğünü belirleyen başlıca parametrelerdir. Ayrıca sertifikaların ticaretinin dahil edilmesi, yükümlü katılımcıların enerji verimliliği yükümlülüklerini minimum maliyetle gerçekleştirebilmelerine olanak sağlayacaktır [83]. Bu sebeple, oligopol veya tekelci piyasa oluşumunun önüne geçmek amacıyla pazar payları birbirine yakın olan asgari sayıda yükümlü seçilerek sertifika ticaretinin de dahil edildiği esnek mekanizmalara sahip bir piyasa tasarımı göz önünde bulundurulmalıdır.

Uzun dönemli yapılan anlaşmalar rekabetçi bir piyasa yapısının oluşmasına negatif etki oluştursa da piyasanın kararlılığı bu anlaşmalar ile sağlanabilir. Diğer taraftan, spot piyasa ise katılımcılar arasındaki rekabeti artırıcı etki yapabilir [47]. Bu yüzden de düzenleyici kurum, rekabetçi bir piyasa alt yapısını sağlamak için belirli bir orandaki sertifika ticaretinin spot piyasa üzerinden yapılması yükümlülüğünün getirilmesini göz önünde bulundurmalıdır.

Enerji verimliliği çalışmalarının bina sektörü ile küçük ve orta ölçekli işletmelerde hayata geçirilmesi daha maliyetli bir işlemdir. Bu durum, yükümlü katılımcıların bu sektörlere ilgi göstermemesine ve enerji verimliliği çalışmalarını başta ağır sanayi

olmak üzere büyük ölçekli endüstriyel işletmelere kaydırmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla, düzenleyici kurum belirli bir orandaki sertifikaları bina ile küçük ve orta ölçekli işletmelerde yapılan enerji verimliliği çalışmaları sayesinde toplanması zorunluluğunu getirmesi Türkiye yapısına uygun olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca bina sektöründe herhangi bir finansal teşvik mekanizmasına sahip olunmaması, sertifika sistemi ile bu alandaki açığın kapatılmasına yönelik önemli bir adım teşkil edecektir.

6.2 Enerji Tasarrufu Hedeflerinin Belirlenmesi ve Özel Durumlar

Enerji tasarrufu hedeflerinin her bir alt sektör için makul ve ulaşabilir olarak seçilmesi ve bu hedeflerin BSS'de enerji tasarrufu hedeflerine ulaşmakla yükümlü tutulacak piyasa katılımcıları arasında adil bir biçimde paylaşımı sistemin doğru bir şekilde işlemesi için gereklilik göstermektedir. İlaveten, enerji verimliliği çalışmalarında herhangi bir teşvike sahip olmayan alt sektörlere yönelik olarak BSS'nin tasarımında ayrıcalıklı özel durumların oluşturulması enerji tasarruf potansiyellerinin en iyi şekilde değerlendirilmesini sağlayacaktır.

6.2.1 Enerji tasarrufu hedeflerinin belirlenmesi

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2010-2023 yılları arası dönemi kapsayıp 2015 yılı için ara hedefleri içermektedir. Bu nedenle bu alt bölüm kapsamında, sertifikalar sisteminin 2016 yılı başı itibariyle işleyişe geçirildiği kurgulanarak 2016-2023 yılları arası için enerji tasarrufu hedefleri önerilmektedir.

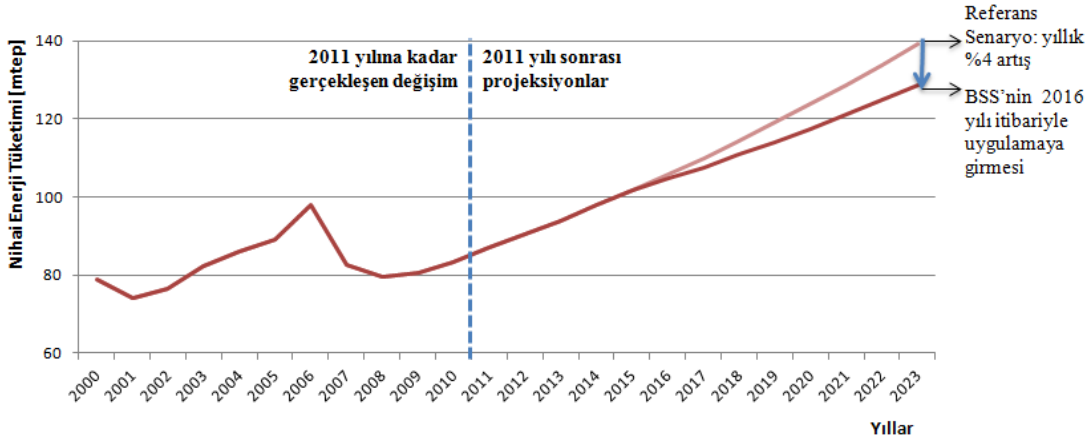
Strateji Belgesi'nin birinci stratejik amacının birinci stratejik hedefi, 2012 yılından itibaren on yıl içerisinde sanayi alt sektörlerinde enerji yoğunluklarını en az %15 oranında azaltılmasıdır. 2011 yılı Türkiye'nin enerji bilançosu temel alınarak bu hedefin sanayi sektöründe nihai enerji tüketiminin %15 azaltılması olarak yorumlanırsa, 2016-2023 yılları arası yedi yıllık dönem için 2011 yılı sanayi sektörü enerji tüketimi değerinin %10.5'i kadar (yaklaşık olarak 3250 ktep) enerji tasarrufu yapılması hedefi belirlenebilir.

İlaveten, Strateji Belgesi'nin altıncı stratejik amacının birinci stratejik hedefi, kamu binalarında enerji tüketimini 2015 yılına kadar %10 ve 2023 yılına kadar %20 oranında azaltılmasıdır. Bu hedefin, tüm bina ve hizmet sektörlerini kapsayacak şekilde genişletilerek revize edildiği varsayımı ile 2016-2023 yılları arasında enerji

tüketiminin %10 oranında azaltılması hedefi belirlenebilir. 2011 yılı bina ve hizmet sektörü enerji tüketimi değerleri temel alınarak yedi yıllık dönem için yaklaşık olarak 3000 ktep'lik enerji tasarrufu hedefi belirlenmiş olacaktır.

Strateji Belgesi'nde ulaştırma sektörünün enerji tüketiminin azaltılmasına dair sayısal bir hedef içermemektedir. Bununla birlikte, Bölüm 2.2 Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli'nde bahsedilmekte olduğu üzere, yapılan araştırmalar ulaştırma sektörünün enerji tasarruf potansiyelinin %15 olduğunu belirtmektedir. Buradan hareketle, 2011 yılı ulaşım sektörü enerji tüketim değerleri temel alınarak, 2016-2023 yılları arasında yaklaşık olarak 1700 ktep'lik enerji tasarrufu hedefi belirlenebilir.

Sanayi, bina ve ulaşım sektörleri için 2016-2023 yılları arasında toplamda 7950 ktep enerji tasarrufu hedefi Türk Beyaz Sertifikalar Sistemi için seçilmesi düşünülebilir. Yedi yıllık bu süre zarfında, bütün sektörlerde toplamda yıllık yaklaşık olarak 1140 ktep'lik enerji tasarrufu hedefi belirlenebileceği gibi, AB ülkelerinden verilen örneklerde olduğu gibi tasarruf boyutları sistemin başlangıcında daha küçük tutulup 2023 yılına yaklaştıkça tasarruf hedeflerinin yükseltilmesi yöntemi de izlenebilir. Şekil 6.1'de Türkiye'nin 2000'li yıllardan itibaren nihai enerji tüketimindeki artışı gösterilmekte olup %4 referans senaryosuna göre ve Türk BSS'nin uygulamaya girmesi durumunda oluşacak enerji tüketim değerlerine ait projeksiyonlara yer verilmektedir.



Şekil 6.1: 2000 yılı sonrası Türkiye'nin nihai enerji tüketiminin yıllara göre değişimi ve 2023 projeksiyonları.

6.2.2 Hedeflerin yükümlü tutulacak piyasa katılımcıları arasında paylaşımı

Hedeflerin yükümlü piyasa katılımcıları arasındaki dağılımı, dağıtılan/tedarik edilen enerji miktarına göre belirlenmesi önerilmektedir. Bunun dışında, müşteri sayısına göre de hedeflerin paylaştırılması yolu izlenilebilir.

6.2.3 Hedeflerin dağıtımında özel durumlar

Bölüm 3.2 Türkiye'nin Enerji Verimliliği Politikası kısmında bahsedilmekte olduğu üzere, endüstriyel işletmelerden bir milyon TL üst sınırına sahip olmak üzere verimlilik artırıcı proje yapanlara veya enerji yoğunluğunu düşürmeyi gönüllü anlaşmalarla taahhüt edenlere YEGM tarafından hibe desteği sağlanmaktadır. Fakat nihai enerji tüketimi sanayi sektörünün tüketimine çok yakın olan ve Bölüm 2.2 Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli'nde bahsedilmekte olduğu üzere %30 oranında enerji tasarrufu potansiyeli olmasına rağmen bina ve hizmet sektörlerine yönelik herhangi bir finansal teşvik mekanizması bulunmamaktadır. Ayrıca, Bölüm 6.1 Piyasa Genel Koşulları'nda da bahsedildiği üzere, bina ve hizmetler sektörü ile küçük ve orta ölçekli işletmelerde yapılan enerji verimliliği çalışmalarının daha maliyetli oluşundan dolayı, AB ülkelerinden elde edilen deneyimler eşliğinde, yükümlü katılımcıların büyük endüstriyel kuruluşlara yönelmektedir. Bu sebeple, düzenleyici kurum belirli bir orandaki sertifikaların bina ve hizmet sektöründen toplanması yükümlülüğünü getirmesi veya tüm sertifikalar sisteminin sadece bina ve hizmet sektörü üzerine inşa edilmesi de önerilmektedir.

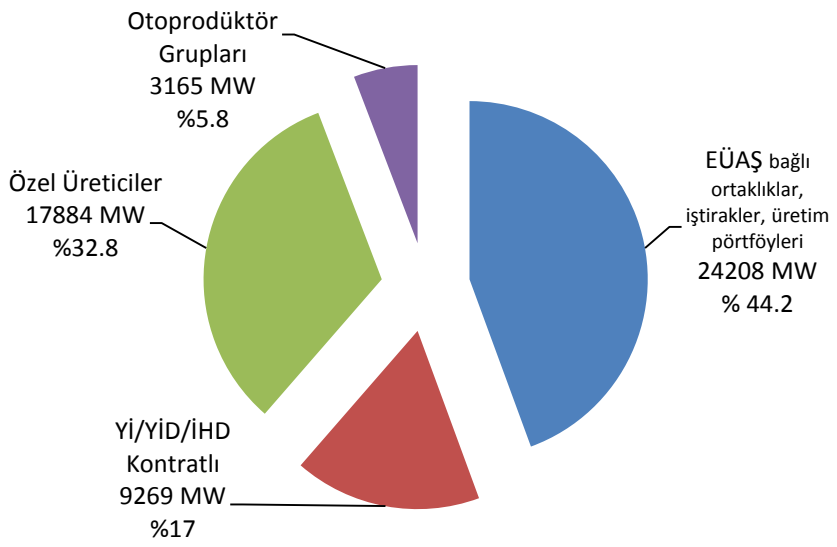
6.3 Yükümlü Piyasa Katılımcılarının Seçilmesi

BSS'nin tasarımında en büyük önem teşkil eden kısım enerji tasarrufu hedeflerine ulaşmakla yükümlü tutulacak piyasa katılımcılarının doğru bir şekilde seçilmesidir. Bu amaçla bu kısımda, elektrik, doğal gaz ve petrol piyasaları incelenerek potansiyel piyasa katılımcılarının belirlenmesine yönelik önerilere yer verilmektedir.

6.3.1 Elektrik piyasasının incelenmesi

Elektrik piyasasında enerji verimliliği yükümlülükleri için altı adet potansiyel aday bulunmaktadır. Bunlar; elektrik üretim şirketleri, toptan satış şirketleri, iletim şirketi, dağıtım şirketleri, perakende satış şirketleri ve nihai kullanıcılardır.

Elektrik üretim şirketleri beş ana üretici grubu altında sınıflandırılabilir. Şekil 6.2'de görülmekte olduğu üzere, ana üreticilerden biri en büyük pazar payına sahip olan Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) 'dir [84]. Diğer üreticiler; özel sektör, yap-işlet (Yİ)/yap-işlet-devret (YİD)/işletme-hakkı-devri(İHD) kontratlı üreticiler, otoprodüktörler ve lisansız yenilenebilir enerji ile mikro-kojenerasyon tesisleridir. 4628 sayılı ve 20.02.2001 tarihli Elektrik Piyasası Kanunu'nun yerini alan 6446 sayılı ve 14.03.2013 tarihli Elektrik Piyasası Kanunu ile birlikte, otoprodüktörlük lisansları üretim lisansına dönüştürülmüştür.



Şekil 6.2: Elektrik üreticilerinin Haziran 2012 itibariyle pazar payları.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun (EPDK) lisans verdiği toplam 154 adet toptan satış lisansına sahip şirket bulunmakta olup %35 pazar payı oranı ile en büyük pay iktisadi devlet teşekkülü olan Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. 'ye (TETAŞ) aittir [85,86].

Diğer bir aday, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ), tüm iletim hattı sahibi olup yapısı itibariyle doğal tekel durumundadır.

İktisadi devlet teşekkülü olan Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ), 2005 yılında 21 dağıtım bölgesine ayrılarak özelleştirilmeye başlanmıştır. Toplam nihai kullanıcı sayısı 32 milyonu aşan dağıtım sisteminde 4 milyon müşterisi ve 2009 yılı verilerine göre enerji tüketiminde %16.4 pazar payı ile Boğaziçi EDAŞ en büyük dağıtım şirketidir [87].

EPDK, 12.09.2012 tarihli Kurul Kararı ile dağıtım lisansı sahiplerinin 01.01.2013 tarihi itibariyle dağıtım ve perakende satış faaliyetlerini ayrı tüzel kişilikler altında yürütülmesini kararlaştırmıştır [88]. Böylece perakende satış şirketlerinin dağıtım şirketlerinden ayrıştırılması tamamlanmış olup kendi tüzel kişilikleri altına faaliyetlerini devam ettirmektedir.

Nihai tüketiciler talep tarafında bir takım bilgilere sahiptir, fakat enerji verimliliği çalışmalarını geniş ölçekte yürütmeye yönelik bir ekonomik hacme sahip olma potansiyelleri oldukça sınırlıdır.

Ayrıca, toptan satış ve perakende satış şirketleri "tedarikçiler" olarak Elektrik Piyasası Kanunu'nda tanımlanmaktadır. Bu iki aday birleştirilerek enerji verimliliği yükümlülükleri için tek bir büyük aday gibi düşünülebilir.

Langniss (2003)'e göre, marjinal maliyet ve enerji tüketim bilgilerine olan erişim göz önünde bulundurulduğunda, tedarikçiler elektrik piyasasındaki en uygun aday olarak gösterilmektedir [89]. Çünkü tedarikçiler, dağıtım şirketlerine göre daha rekabetçi bir yapıya sahiptirler. Bu durum, tedarikçilerin enerji verimliliği yükümlülüklerini yerine getirmeleri için daha fazla çaba harcayacakları anlamına gelmektedir.

Bu sebeple, elektrik piyasası için seçilebilecek en uygun aday tedarikçiler olarak öngörülmektedir. Sistemin büyüklüğünü katılımcıların sayısı da belirleyeceğinden, sistemi genişletmek adına elektrik dağıtım şirketlerinin de dahil edilmesi düşünülebilir.

6.3.2 Doğal gaz piyasasının incelenmesi

Doğal gaz piyasasının liberalleşme süreci 18.04.2001 tarihli Doğal Gaz Piyasası Kanunu ile başlamaktadır. Mevcut durumda, kamu iktisadi teşebbüsü olan Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ) en büyük doğalgaz ithalatçısı, LNG terminal işletmecisi ve doğal gaz iletim sistemi işletmecisidir.

EPDK verilerine göre, Türkiye doğalgaz tüketiminin %98'ini ithal etmekle birlikte, bu ithalatın %89'unu BOTAŞ gerçekleştirmekte olup BOTAŞ'ı %5.6 ile Enerco, %2 ile Egegaz, %1.7 ile BosphorusGaz, %1.1 ile Avrasyagaz ve %0.6 ile Shell takip etmektedir [90].

Kullanılan doğal gaz miktarının %48'i elektrik üretim tesislerinde, %26'sı endüstriyel işletmelerde ve %25'i bina sektöründe ısıtma amaçlı kullanılmaktadır

[91]. Şu ana kadar, kendi bölgelerinde doğalgaz dağıtım ve perakende satış faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için EPDK tarafından 65 şirkete dağıtım lisansı verilmiştir [92]. Dağıtım lisansına sahip bu şirketler arasında en büyük pazar payına sahip olan şirketlerin abone sayıları Çizelge 6.1'de verilmektedir [93].

Çizelge 6.1: Doğal gaz piyasasında dağıtım lisansına sahip en büyük pazar oyuncuları.

Şirket Adı	Abone Sayısı
Agdaş	135 bin
Aksa	925 bin
Arsan	202 bin
Başkentgaz	1.65 milyon
Cengiz	154 bin
Çedaş	220 bin
Energaz	600 bin
EWE-Çalık Holding	1.1 milyon
GDF Suez	286 bin
İgdaş	5 milyon
Kolin	640 bin
Zorlu	235 bin

Genel olarak, BOTAŞ hem doğalgaz ithalatında baskın kuruluş hem de iletim sisteminde doğal tekel konumundadır. BOTAŞ'ın sahip olduğu pazar payının çok büyük olmasından dolayı BSS'ye dahil edilmesiyle birlikte sertifika ticaretini yönlendirecek baş aktör olabileceğinden, sistemin ticaret mekanizması üzerine negatif etkiye neden olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle, BSS sistemine yükümlü katılımcı olarak seçilecek en uygun adayların pazar payları birbirine yakın olan ve perakende satış ile dağıtım faaliyetlerini bir arada yürüten dağıtım lisansı sahipleri olduğu değerlendirilmektedir.

6.3.3 Petrol piyasasının incelenmesi

Petrol piyasasında rekabet ortamının geliştirilmesi amacıyla 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu 04.12.2003 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Petrol piyasasındaki faaliyetler; rafineri, dağıtım, depolama, işleme, iletim, ihrakiye teslimi, madeni yağ, taşıma ve serbest kullanıcı altında sınıflandırılmaktadır.

Benzin, motorin ve fuel oil türleri ile denizcilik ve havacılık yakıtlarını içeren petrol piyasasında, işletmede olan dört adet rafineri (TÜPRAŞ İzmit, İzmir, Kırıkkale ve Batman Rafinerileri) ve henüz faaliyete geçmeyen iki adet rafineri (Doğu Akdeniz ve Star Rafinerileri) olmak üzere toplamda altı adet rafinerici lisansı sahibi vardır.

İşletmede olan rafinericiler tarafından temin edilen ham petrolün %12'lik kısmı (yaklaşık 2.5 milyon ton) yerli üretimden, kalanı ithalat yoluyla karşılanmaktadır [94]. Petrol piyasasındaki diğer faaliyetlere ilişkin EPDK tarafından verilen lisanslar Çizelge 6.2'de verilmektedir [95].

Çizelge 6.2: Petrol piyasasında faaliyetlere göre lisans sayıları.

Lisans Türü	Lisans Sayısı
Rafinerici Lisansı	6
Dağıtıcı Lisansı	55
Depolama Lisansı	108
İşleme Lisansı	26
İletim Lisansı	27
İhrakiye Teslim Lisansı	73
Madeni Yağ Lisansı	308
Taşıma Lisansı (Denizyolu)	103
Taşıma Lisansı (Demiryolu)	6
Serbest Kullanıcı Lisansı	52

Piyasa hacimleri göz önünde bulundurulduğunda petrol piyasasında sertifikalar sistemi için en uygun adayın dağıtım lisansına sahip şirketler olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca işletmede olan rafinerilerin tek sahibinin TÜPRAŞ olmasından dolayı, TÜPRAŞ'ın sertifikalar piyasasına katılması durumunda hacmi dolayısıyla sertifikalar ticaretini yönlendirme olasılığı ortaya çıkacaktır.

Akaryakıt dağıtım pazarında 2011 yılı sonu itibariyle ilk beş şirketin pazar payları toplamı %74.5 olmakla birlikte dağıtım pazarında bu yoğunlaşma gittikçe azalma eğilimi göstermektedir. Çizelge 6.3'te 2011 yılı satış rakamlarına göre toplam akaryakıt türlerinde en yüksek satış paylarına sahip dağıtıcılar listelenmektedir [94].

Çizelge 6.3: Toplam akaryakıt türlerine göre en yüksek satış paylarına sahip dağıtım şirketleri.

Firma Adı	Toplam Akaryakıt Satış Miktarı (ton)	Genel Piyasa Payı (%)
OMV Petrol Ofisi A.Ş.	4,155,386	23.7
Shell & Turcas Petrol A.Ş.	3,094,355	17.6
Opet Petrolcülük A.Ş.	3,024,156	17.2
BP Petrolleri A.Ş.	1,653,490	9.4
Total Oil Türkiye A.Ş.	915,991	5.2
Altınbaş Petrol ve Tic. A.Ş.	530,686	3.0
Lukoil Eurasia Petrol A.Ş.	359,927	2.1
TP Petrol Dağıtım A.Ş.	350,295	2.0

Genel olarak, sistem büyüklüğünü etkileyecek önemli parametrelerden biri sisteme dahil edilecek katılımcı sayısıdır. Sisteme çok büyük piyasa hacmine sahip şirketlerin dahil edilmesi, piyasanın monopol veya oligopol bir yapıya dönüşmesine sebep olabilir. Bu durumda da bazı şirketlerin sertifika ticaretine yön verme olasılığı doğmuş olacaktır. Bu nedenle elektrik, doğal gaz ve petrol piyasaları içerisinden seçilecek yükümlü katılımcıların, kendi piyasaları içerisinde pazar payları yakın olan gruplar arasından seçilmesi önerilmektedir.

6.4 Piyasa Mekanizmaları

Türk Beyaz Sertifikalar Sisteminin tasarımında piyasanın sürdürülebilirliğini sağlayacak mekanizmaların belirlenmesine yönelik olarak bu kısımda sertifika ticareti kurallarının belirlenmesi, sertifika ticaretine getirilebilecek önkoşulların belirlenmesi, sertifikaların toplanması ve pazaryerinin belirlenmesi, piyasada faaliyet gösterecek diğer katılımcıların seçilmesi, enerji tasarruflarının ölçülmesi, izlenmesi ve doğrulanması, yükümlülük süresi ve geçiş safhasının belirlenmesi, uyumsuzluk durumu ve maliyetlerin karşılanmasına konularında görüş ve önerilere yer verilmektedir.

6.4.1 Sertifika ticareti kurallarının belirlenmesinde sistem tasarımı

Enerji verimliliği yükümlülükleri şirketlerin kendi bünyelerinde yapacakları enerji verimliliği çalışmalarıyla, diğer yükümlü katılımcılardan sertifika alınması yoluyla veya yükümlü katılımcıların EVD şirketleriyle yapacakları çift taraflı anlaşmalar yoluyla tamamlanacaktır.

Yapılan enerji verimliliği çalışmalarının niteliğine göre sertifikaların sınıflandırılması izlenebilecek yöntemlerden biridir. Bina sektöründe (tür-I), endüstriyel işletmelerde (tür-II) ve ulaşım sektöründe (tür-III) yapılan enerji verimliliği çalışmaları olmak üzere üç türde sertifika belirlenebilir. Sertifikalarda sınıflandırma yapılırken izlenebilecek bir başka yöntem ise; elektrik enerjisinde (tür-I), doğalgazda (tür-II) ve elektrik ve doğalgaz hariç birincil enerjide sağlanan enerji tasarrufu (tür-III) olarak ayrımın yapılmasıdır. Ayrıca, belirlenecek bir katsayı ile sertifika türleri arasında geçiş imkanı da sağlanılabilir.

Bölüm 6.1 Piyasa Genel Koşulları'nda açıklanmakta olduğu üzere, sisteme dahil edilecek katılımcı sayısı ve sistem kurallarının esnekliği beyaz sertifikaların ticaret hacminin büyüklüğüne etki edecektir.

6.4.2 Sertifikalar piyasasına getirilebilecek önkoşullar

Elektrik piyasasında TEDAŞ, doğal gaz piyasasında İGDAŞ ve petrol piyasasında OMV Petrol Ofisi, Shell & Turcas ve OPET'in yükümlü katılımcılar olarak yer aldığı BSS'de, kuruluşların pazar hacimlerinin büyüklüğünden dolayı BSS'yi oligopol bir yapıya dönüştürme ihtimalleri olacaktır. Bu durumun neden olacağı sertifika fiyatlarına yön verme eğilimi sertifikalar piyasasında fiyat dengesi sağlayabileceği gibi enerji verimliliği çalışmalarının minimum maliyetle gerçekleştirilmesi önünde engel de olabilecektir.

Schaeffer (2000) tarafından da belirtilmekte olduğu üzere, maliyetlerin aşağı çekilmesine yönelik rekabet ortamının geliştirilmesinde spot piyasa ticaretinin sisteme dahil edilmesi önemli katkılar sağlayacaktır [96]. Bundan dolayı, belirli bir oranda sertifika ticaretinin spot piyasa üzerinden yapılması yükümlülüğü getirilebilir.

Uzun vadeli yapılan anlaşmalar ise piyasa şartlarındaki dalgalanmaların neden olacağı riski azaltacak ve uzun vadede piyasaya denge getirecektir. Bu durumda sistemin daha kararlı bir yapıya sahip olmasını sağlayacaktır. Fakat uzun vadeli anlaşmalarda piyasa rekabet ortamını desteklemediğinden dolayı enerji verimliliği çalışmalarının minimum maliyetle gerçekleştirilmesine katkı sağlamayacaktır.

6.4.3 Sertifikaların toplanması ve pazaryerinin belirlenmesi

Kullanıcıların bir veritabanında hesap oluşturarak elektronik ortamda sertifika ticareti yapmaları sistemi daha yönetilebilir kılacaktır. Burada finansal kuruluşlarda banka hesabı gibi sertifika hesabı açmalarına yönelik sistemleri kurabilirler.

Sertifika ticareti için en uygun pazaryeri olarak Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi (PMUM) altında bir çevre piyasasının kurulması önerilmektedir. Bu noktada İtalyan Elektrik Piyasası örnek gösterilebilir. Gestore dei Mercati Energetici hem elektrik piyasası faaliyetlerini bünyesinde gerçekleştirmekte hem de çevre piyasalarını içererek yeşil ve beyaz sertifikaların ticaretinin yapılmasına olanak sağlamaktadır.

6.4.4 Sertifikalar piyasasında faaliyet gösterecek diğer katılımcılar

Tasarrufların doğrulanması, sertifikaların kaydedilmesi ve verimlilik çalışmalarının incelenmesini yerine getirecek olan düzenleyici kurum, sistem yöneticisi olarak görev alacaktır. Bu noktada en uygun aday olarak EPDK bulunmakta olup EPDK'nın altında çevre piyasalarına yönelik bir birim kurulması gerekecektir. Diğer bir seçenek ise BSS'nin yönetimi için yeni bir kurumun kurulması olacaktır.

Yükümlü katılımcılar dışında BSS'ye, EVD firmalarının dahil edilmesi hem piyasa hacmini artıracak hem de EVD firmaları için yeni iş olanakları doğuracaktır.

Ayrıca finansal kuruluşların ve brokerların sisteme dahil edilmesi para akışını hızlandırıcı etki yapacağından sisteme dahil edilmesi önerilmektedir.

6.4.5 Enerji tasarrufunun ölçülmesi

Enerji tasarrufu hedeflerinin ölçülmesinde metodoloji olarak projenin getireceği yıllık tasarruf veya tasarrufun ömrü boyu getirisi seçilebilir. Burada referans terim olarak birincil enerji veya nihai enerji tüketimindeki tasarruf kullanılabilir.

6.4.6 Yükümlülük süresi ve sistemin geçiş safhası

Yükümlülük süresinin çok uzun seçilmesi durumunda sertifika maliyetleri, yükümlülük süresinin başında çok ucuz ve yükümlülük süresinin sonunda çok pahalı olma olasılığı doğacaktır. Eğer yükümlülük süresi çokta kısa seçilirse, hem sistemin kontrolü zorlaşacak hem de sistem işlem maliyetleri yükselecektir [83].

Yükümlülük süresinin, sistemin uygulanmakta olduğu birçok ülkedeki gibi bir veya üç yıllık dönemler halinde belirlenmesi önerilmektedir.

İlk yükümlülük dönemi geçiş dönemi olarak tanımlanıp, bu dönem boyunca sistem daha esnek mekanizmalara sahip olabilir. Örneğin, ilk dönemde yükümlülüklerini yerine getiremeyen yükümlü katılımcılar, toplayamadıkları sertifika miktarları için ceza ödemek yerine eksik kalan sertifika miktarını bir sonraki yükümlülük periyoduna aktarabilmeleri sağlanılabilir.

Geçiş döneminde sağlanılabilecek bir başka kolaylık ise, diğer BSS örneklerinde olduğu gibi devlet tarafından minimum fiyat garantisinin sağlanmasıdır. Minimum fiyatın bilinmesi sayesinde sertifika piyasasında daha az dalgalanmalarla birlikte güvenli bir pazar ortamı oluşturulabilecektir.

6.4.7 Tasarrufların izlenmesi ve doğrulanması

Enerji verimliliği çalışmalarının izlenmesini Makine Mühendisleri Odası veya Elektrik Mühendisleri Odası gibi yetkilendirilmiş kurumlar ile yetkilendirilmiş EVD firmaları gerçekleştirilebilir. İlaveten, ölçme ve doğrulama süreçlerinin Uluslararası Performans Ölçme ve Doğrulama Protokolü (International Performance Measurement and Verification Protocol, IPMVP) ile gerçekleştirilmesi sayesinde sistemin daha sağlıklı işletilmesi sağlanılabilir. IPMVP, enerji verimliliği çalışmaları ve tasarrufun ölçülmesine yönelik terminoloji ve metodolojilere yönelik bir çerçeve çizmekte, bina ve sanayi sektöründeki tüm süreçlere uygulanabilmektedir. Doğrulama işlemi ise YEGM tarafından veya EPDK altında yeni bir birim kurularak gerçekleştirilebilir.

Doğrulama işlemi tamamlanan enerji tasarruflarının ardından, yükümlü katılımcılara yaptıkları tasarruf miktarları kadar sertifika verilmesi işlemine geçilecektir.

6.4.8 Uyumsuzluk durumu: cezaların belirlenmesi

Cezalar, yükümlü katılımcıların yükümlülüklerini yerine getirmelerini sağlamaya yönelik kullanılan önemli bir araçtır. Cezalar, toplanılamayan sertifika veya tasarruf edilemeyen kWh başına sabit bir ceza fiyatı üzerinden belirlenebilir. Ceza fiyatı eğer çok yüksek seçilirse, sertifika eksikliği durumunda sertifikaların maliyetleri çok yüksek olacaktır. Ceza miktarının belirlenmesine yönelik bir başka öneri ise, ceza miktarının beyaz sertifikaların ortalama piyasa değerinin iki katı olarak belirlenmesidir.

Yükümlü katılımcıları cezalandırma yerine daha çok enerji verimliliği çalışması yapmaya teşvik etmeye yönelik, belirli bir orana kadar toplayamadıkları sertifika miktarını bir sonraki yükümlülük dönemine aktarmalarına izin verilebilir.

6.4.9 Maliyetlerin karşılanması

Maliyet karşılanması, enerji verimliliği çalışmaları maliyetinin kompanze edildiği mekanizmadır. EPDK'nın kontrolünde enerji tariflerine eklenerek veya özel fonlar kurularak maliyetlerin karşılanması sağlanılabilir.

Enerji tasarrufu hedefi 2023 yılı için, Bölüm 6.2.1 Enerji tasarrufu hedeflerinin seçilmesi ile paralel olarak, toplam enerji tüketiminin yılda %1 oranında azaltılması olarak seçilirse nihai kullanıcının enerji maliyeti %99'lık kısmında aynı kalacak ve

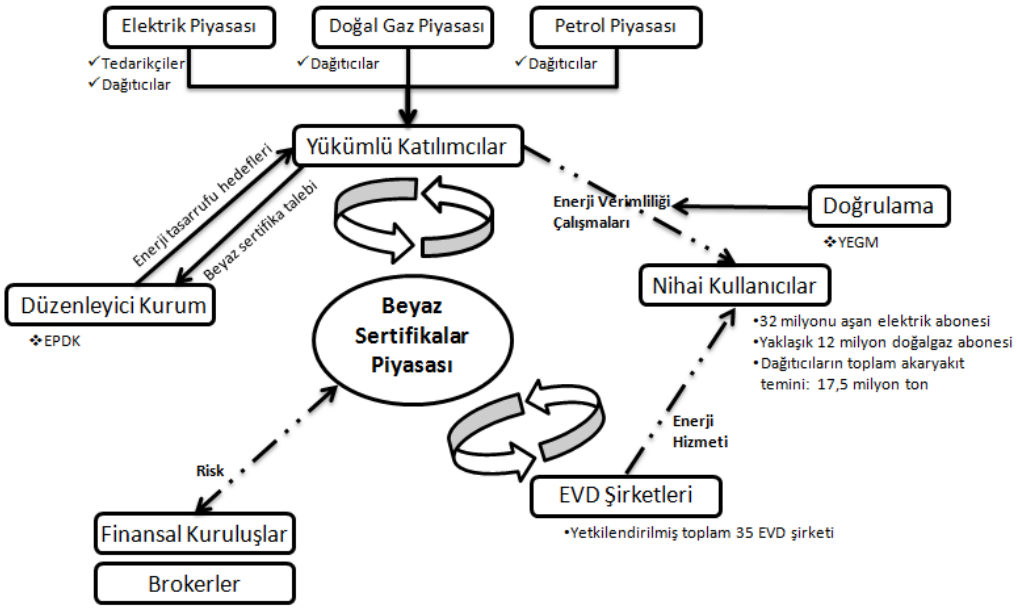
%1'lik kısmı da tasarruf edilen enerjiyi yansıtacaktır. Burada %1'lik kısım hem satın alınmayan enerji hem de enerji verimliliği çalışmalarının maliyeti olacaktır. Şöyle ki, tasarruf edilen enerjinin maliyeti, enerji maliyetinden %30 daha fazla ve "n" yıl olmak üzere elektrik fiyatı;

$$P(n) = P(n-1).\%99 + P(n-1).\%130.\%1 = P(n-1) \times 1.003 \qquad \textbf{(6.1)}$$

olacaktır. Elektrik fiyatı için 2016 yılında bugünkü fiyatına indirgenmiş halinde ve kWh'i 0.25 kuruş TL olduğu varsayımı ile bir sonraki yılda elektrik fiyatı; P(1)=25.075 kuruş TL olacaktır. Buradan da görülmekte olduğu üzere tüketiciye 0.075 kuruş TL'lik ilk yılda maliyet yansıması olmuştur. Sonraki yıllar için; P(2)=25.15, … , P(7)=25.53 kuruş TL olacaktır.

Kısacası maliyetin karşılanması 2023 yılına gelene kadar 7 yıllık süre sonunda tüketiciye yansıtılırsa, tarifede kWh başına bugünkü değeri ile yaklaşık 0.53 kuruş TL ilave maliyet geleceği öngörülmektedir.

Türk BSS'ye ait tasarı önerisinin özet şeması Şekil 6.3'te verilmektedir. Sertifika başvuruları için enerji verimliliği projelerinin minimum büyüklüğü, sertifikaların yaşam süresi, bankacılık işlemleri, diğer olası maliyet istirdadı mekanizmaları vb. parametreler sistem tasarımında göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 6.3: Türk BSS tasarı önerisi özet şeması.

6.5 Engeller

Genel olarak, diğer ülkelerden elde edilen deneyimler eşliğinde ortak engeller bilgi ve ilgi eksikliği, istek ve farkındalığın yeterince gelişmemiş olmasıdır. Türkiye'nin genel durumu gözetildiğinde bu engellere ilave olarak; kanuni alt yapının müsait olmaması, finansal durum ve yüksek kayıp-kaçak oranları eklenecektir.

Elektrik piyasasında karşılaşılabilecek en büyük zorluk, özellikle ülkenin doğu ve güneydoğu bölgelerinde karşılaşılan yüksek kayıp-kaçak oranlarıdır. Dicle, Vangölü ve Aras EDAŞ dağıtım bölgeleri en yüksek orana sahip olup bu bölgelere getirilecek yükümlülük sistemi, yükümlü katılımcıları yüksek maliyetlerle karşı karşıya bırakacaktır. EPDK Kurul Kararı ile belirlenen kayıp-kaçak oranı hedefleri Çizelge 6.4'te verilmektedir [97].

Çizelge 6.4: Bazı dağıtım bölgeleri için belirlenen kayıp-kaçak oranı hedefleri.

Dağıtım Şirketleri	2013	2014	2015
Dicle Edaş	%71.07	%59.03	%49.03
Vangölü Edaş	%52.10	%43.27	%35.94
Aras Edaş	%25.70	%21.35	%17.73
Toroslar Edaş	%11.80	%11.25	%10.72
Boğaziçi Edaş	%10.76	%10.26	%9.78

Yüksek kayıp-kaçak oranlarına sahip bölgelerde öncelik bu oranların düşürülmesi olmalıdır. Bunu gerçekleştirebilmek içinde EPDK, yıllık kayıp-kaçak oranı hedefleri belirlemekte ve dağıtım şirketlerine gerekli önlemleri almalarına yönelik yaptırımlar uygulamaktadır. BSS'de yükümlü katılımcılar, kayıp-kaçak hedeflerinde belirli bir oranın altına inen şirketler arasından seçilmesi düşünülebilir.

Doğuş, büyüme, gelişme ve olgunlaşma dönemleri olarak dört aşama halinde ele alınan doğal gaz piyasalarının gelişimi içi, ülkemizin doğuş döneminden büyüme dönemine geçiş aşamasında olduğu değerlendirilmektedir. Bu sebeple, doğal gaz piyasasının liberalleşme sürecinde daha fazla adımlar kat edilip BOTAŞ'ın piyasa yoğunluğunun azaltıldığı bir ortamda, hem doğalgaz tedarikçilerinin hem de dağıtıcılarının yer alacağı bir beyaz sertifikalar yapısı inşa edilebilir.

Petrol piyasasında Temmuz 2012 itibariyle, benzin fiyat oluşumunda vergisiz fiyata %143 oranında vergi eklenerek toplam fiyat oluşmaktadır [95]. Mevcut durumda yüksek vergi oranlarıyla tepki çeken fiyatlandırma sistemi üzerine, piyasaya

eklenecek yükümlü katılımcıların enerji verimliliği maliyetlerini akaryakıt fiyatlarına yansıtmalarıyla birlikte sistemin toplum tarafından kabullenilmesinde olumsuzluklar yaşanılması muhtemeldir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerjide dışa olan bağımlılığın ve sera gazı emisyonu azaltımında en etkili yöntem olan enerji verimliliği üzerine, geri ödeme süreleri nispeten uzun olan projelerin desteklenmesi ve ekonomik engellerin ortadan kaldırılmasına yönelik, ülkelerce birçok teşvik paketi hazırlanmış veya bu doğrultuda yükümlülükler getirilmiştir.

Türkiye'nin hızla artan enerji talebi ile birlikte bina sektöründe %30, sanayi sektöründe %20 ve ulaşım sektöründe %15 olmak üzere önemli oranlarda enerji tasarrufu potansiyeli bulunmaktadır. Şu ana kadar birçok çalışma yapılmasına rağmen, enerji ve çevre ile ilgili problemlerin çözüme kavuşması ve 2023 yılı hedefine ulaşabilmek için ilave politika enstrümanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada enerji verimliliği çalışmalarında ivmelenmeyi artırabilecek Beyaz Sertifikalar Sistemi veya diğer bir adıyla Enerji Verimliliği Yükümlülükleri çözüm önerisi olarak sunulmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında öncelikle Türkiye'nin enerji görünümü ve sektörlerin enerji tüketimleri, Türkiye'nin enerji verimliliği politikasının değerlendirilmesi, Veri Zarflama Analizi ile Türkiye'nin enerji verimliliği çalışmalarında nerede bulunduğunu ve kaydettiği ilerlemeyi görebilmek amacıyla AB-15 ve Türkiye'nin enerji verimliliği performanslarının kıyaslanmasına yönelik bir model oluşturulması ele alınmıştır. Modelleme sonucunda Türkiye'nin, AB-15 ülkeleri arasında enerjinin en az etkin kullanımına sahip olan ülke olduğu görülmekle birlikte, 2007 yılında yayımlanan Enerji Verimliliği Kanunun ve sonrasında çıkarılan ikincil mevzuatın Türkiye'nin enerji verimliliğinde önemli bir yol kat etmesini sağladığı değerlendirilmiştir. Ardından, enerji verimliliğini artırmaya yönelik nihai kullanıcılar için teşvik paketleri, enerji tedarikçileri içinse yükümlülükler getiren Beyaz Sertifikalar Sisteminin yapısı, ülkelerdeki çalışmaları ve nispeten daha fazla tecrübeye sahip olan İngiliz, İtalyan, Fransız ve Danimarka Sistemleri yakından incelenerek sistemin Türkiye'ye uygulanabilirliğine yönelik düşünceler aktarılmıştır.

Türk Beyaz Sertifikalar Sistemi, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulumu'nun sistem yöneticisi olduğu bir çatı altında Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi içerisinde kurulacak bir çevre piyasasıyla hayata geçirilmesi ve yükümlü katılımcılar olarak elektrik piyasasından dağıtım ve tedarikçi şirketlerini, doğalgaz ve petrol piyasalarından dağıtım şirketlerini kapsayan bir yapı içerisinde ele alınması önerilmektedir. Ayrıca, Enerji Verimlilik Danışmanlık şirketlerinin sertifikalar sisteminin içerisine dahil edilmesi hem piyasa büyüklüğünü artırıcı etkisi olacak hem de bu şirketlere yeni çalışma sahaları açacaktır. Bununla birlikte bilgi eksikliği, hukuki altyapının eksik oluşu, liberalleşme sürecinin devam ediyor oluşu ve yüksek kayıp-kaçak oranları Türkiye'de uygulanması kurgulanan sistemin önündeki en büyük engeller olarak durmakta olup sistemin karmaşık yapısından dolayı da kamu kurum ve kuruluşlarının yakın işbirliği içerisinde çalışması gerekecektir.

Ülkemizde elektrik dağıtım sektörünün yapısından dolayı öncelikli konunun kayıp-kaçak hedeflerinin yakalanması olarak belirtilmiştir. Bir sonraki aşama olarak, EPDK'nın belirlediği kayıp-kaçak hedeflerin altına inen dağıtım şirketlerini kapsayacak bir piyasa tabanlı enerji verimliliği sistemi, şirketlerin müşteri sayıları veya tedarik edilen/dağıtılan enerji miktarı göz önünde bulundurularak oluşturulabilir. Doğalgaz piyasası için, liberalleşme sürecinde daha fazla adımlar kat edilip BOTAŞ'ın piyasa yoğunluğunun azaltıldığı bir ortamda, hem doğalgaz tedarikçilerinin hem de dağıtıcılarının yer alacağı bir beyaz sertifikalar yapısı inşa edilebilir. Petrol piyasalarında ise mevcut vergi oranları göz önünde bulundurulduğunda sistemin maliyet istirdadının getireceği ek yükün sistemin toplum tarafından kabullenilmesinde olumsuzluklar yaşanılmasına sebep olacağı öngörülmektedir.

İlaveten, enerji tedarikçilerine nihai kullanıcılar üzerinde enerji verimliliği çalışması yapma yükümlülüğü getirirken, tüm nihai kullanıcıları kapsayan bir sistem modeli yerine, ilk etapta sadece konutları içene alan ve sistemin olgunlaşmasıyla birlikte serbest tüketicileri de kapsayan bir sistem üzerinde çalışılması da düşünülebilir. Yine bu konuda bir başka öneri olarak, enerji tedarikçileri arasında bir ayrıştırma yapılması (örneğin elektrik tedarikçileri konutlarda elektrik tüketen ürünlere yönelik enerji verimliliği çalışmaları yaparken, doğalgaz tedarikçileri konutlarda yalıtım sistemlerinin kurulmasını teşvik etme yükümlülüğü getirilmesi) verilebilir. Diğer bir öneri ise; sektör sınıflandırılması yapılarak konut, sanayi, ulaşım ve tarım sektörleri

gibi farklı dallarda farklı yükümlülüklerin ve teşvik sistemlerin getirildiği bir sistem tasarlanması, beyaz sertifikaların kategorilere ayrılarak ait olduğu sektörlere göre ticaretinin yapılmasıdır. Yine, ülkemizde kurulacak bir Beyaz Sertifikalar Sistemi'nde, geçiş dönemi boyunca yükümlülüklerini yerine getiremeyen, yani düzenleyici kurumun belirlediği miktarda beyaz sertifika toplayamayan enerji tedarikçilerine doğrudan ceza verilmesi yerine, gerçekleştiremedikleri eksik kalan enerji verimliliği çalışmalarını bir sonraki seneye aktarma olanağının sağlanması ise bir başka öneridir.

Bununla birlikte, sistemin tekel veya oligopol bir piyasa yapısına dönüşme olasılığı da mevcuttur. Ayrıca sistemin uygulamada olduğu ülkelerde karşılaşılan; enerji tüketiminin azaltılmasına değil sadece enerji verimliliğine odaklanması, oyuncuların geri dönüş süresi kısa olan projelere ağırlık vermesi ve sisteme yüksek işlem ücretlerinin dahil olma olasılığı, uygulanmakta olan ülkelerdeki sistemin karmaşık yapıya sahip olması, yeşil ve siyah sertifikalar gibi diğer enerji politikaları ile entegrasyonu, son finansal ekonomik kriz ve şirketlerin enerji verimliliği ölçümlerine yönelik bilgi eksiklikleri gibi ortak sorunlar göz önünde bulundurulmalıdır.

İleriki çalışmalar için BSS'nin Türkiye'ye uygulanmasına yönelik olarak yükümlü tutulacak enerji tedarikçilerinin şirket bazında detaylı olarak incelenmesi, geçiş dönemi boyunca piyasanın kararlılığını desteklemek amacıyla getirilecek minimum sertifika alım fiyat garantisinin belirlenmesi, enerji tasarrufunun doğrulanması aşamasında IPMVP gibi protokollerin sisteme dahil edilmesi ve yakın gelecekte uygulamaya geçilmesi planlanan karbon piyasalarının sertifikalar sistemine entegrasyonu gibi konulara açıklık getirilmesi gerekmektedir. Beyaz Sertifikalar Sistemi'nin alternatifi olarak; vergi indirim sistemleri, fonların kurulması, performans sözleşmelerinin yaygınlaştırılması, tasarruf edilen kWh veya tep başına teşvik sistemlerinin getirilmesi gibi enerji politikaları ise irdelenmeyi beklemektedir.

KAYNAKLAR

[1] **Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü** (2013). Enerji Verimliliği Projeleri: Tamamlanan Projeler. Alındığı tarih: 19.01.2013, adres: http://www.yegm.gov.tr/projeler/uls_verimlilik.aspx

[2] **Kavak, K.** (2005). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi, *DPT Uzmanlık Tezleri*, Ankara.

[3] **TMMOB** (2008). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği Oda Raporu, Ankara.

[4] **Heinrich Böll Stiftung Derneği** (2008). Enerji Verimliliği: Teknik Kitapçık, İstanbul.

[5] **Türkay, M., Yılmaz, Ş., Akça, B. Ş., Aras, B., Denk, A., Kılavuz, M. T.** ve diğ. (2012). Türkiye'nin Enerji Verimliliği Haritası ve Hedefler, Koç Üniversitesi Tüpraş Enerji Merkezi, İstanbul.

[6] **World Bank** (2010). Tapping the Potential for Energy Savings in Turkey, Washington, DC.

[7] **Zhou, P. ve Ang, B. W.** (2008). Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiency performance, *Energy Policy, **36**,* 2911-2916.

[8] **Ceylan, D.** (2010). *Economy-Wide Energy Efficiency Assessment: A Cross-Country Comparison Study in Europe*, Boğaziçi University, Institute for Graduate Studies in the Social Sciences, İstanbul (Yüksek Lisans Tezi).

[9] **Şimşek, N.** (2011). Türkiye'nin çevresel enerji etkinliği ve toplam faktör verimliliği: karşılaştırmalı bir analiz, *Ege Akademik Bakış, **11**,* 379-396.

[10] **Oikonomou, V.** (2010). *Interactions of White Certificates for Energy Efficiency with Other Energy and Climate Policy Instruments*, University of Groningen, Groningen (Doktora Tezi).

[11] **Giraudet, L. G. ve Quirion, P.** (2008). Efficiency and Distributional Impacts of Tradable White Certificates Compared to Taxes, Subsidies and Regulations, *Fondazione Eni Enrico Mattei*, Milano.

[12] **Moth, L.** (2012). *Applicability of White Certificates in the Indian Electricity Sector*, University of Utrecht, Utrecht (Yüksek Lisans Tezi).

[13] **Boot, P.A.** (2009). Energy Efficiency Obligations in the Netherlands: A Role for White Certificates?, *Energy Research Centre of the Netherlands*, Petten.

[14] **Ó Donaill, D.** (2013). Energy Supplier "Voluntary" Obligations; An Energy Supplier Perspective, *Workshop on Experiences and Policies on*

Energy Saving Obligations and White Certificates, Varese, Italy, 9-10 Nisan.

[15] **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** (2013). İstatistik: 1970-2006, 2007, 2008, 2009 ve 2010 Yılları Sektörel Enerji Tüketimi. Alındığı tarih: 27.01.2013, adres: http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398

[16] **World Energy Council Türk Milli Komistesi** (2013). Enerji Raporu 2012, Ankara.

[17] **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** (2013). İstatistik: 2011 Yılı Sektörel Enerji Tüketimi. Alındığı tarih: 27.01.2013, adres: http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/71073/2

[18] **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** (2013). Enerji. Alındığı tarih: 27.01.2013, adres: http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerji&bn=215&hn=12&nm=384&id=384

[19] **Türkiye Elektrik İletim A. Ş.** (2013). Türkiye Elektrik Üretim - İletim İstatistikleri: Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim Tüketim ve Kayıplarının Yıllar İtibariyle Gelişimi. Alındığı tarih: 01.02.2013, adres: http://www.teias.gov.tr/T%C3%BCrkiyeElektrik%C4%B0statistikleri/istatistik2011/istatistik%202011.htm

[20] **Türkiye Elektrik İletim A. Ş.** (2013). Kurulu Güç. Alındığı tarih: 01.02.2013, adres: www.teias.gov.tr/yukdagitim/kuruluguc.xls

[21] **Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı** (2013). Basın Açıklaması: Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Nihat Ergün 2012 yılı Aralık ayı sanayi üretim endeksi verilerini değerlendirdi. Alındığı tarih: 04.02.2013, adres: http://www.sanayi.gov.tr/PressReleases.aspx?dataID=286

[22] **Türk İstatistik Kurumu** (2013). Ulaştırma Özet Tabloları: Yıllara göre motorlu kara taşıt sayısı. Alındığı tarih: 08.02.2013, adres: http://tuikapp.tuik.gov.tr/ulastirmadagitimapp/ulastirma.zul

[23] **Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı** (2013). 2013 Araç Sayıları. Alındığı tarih: 08.02.2013, adres: http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/KUGM/tr/Belgelik/doc/20091005_102440_2769_1_64.swf

[24] **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** (2013). Enerji Verimliliği. Alındığı tarih: 17.02.2013, adres: http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=en&sf=webpages&b=enerjiverimliligi_EN&bn=217&hn=&id=40719

[25] **Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı** (2013). Demir Çelik Raporu 2012/1, Ankara.

[26] **Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı** (2013). Çimento Sektör Raporu 2012/1, Ankara.

[27] **Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı** (2013). Kimya Raporu 2012/1, Ankara.

[28] **Yalçın, E.** (2010). Sanayi Sektöründe Enerji Verimliliği Göstergeleri, *Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (Mülga),* Ankara.

[29] **European Commission Directorate-General for Energy** (2011). The EU Policy Framework for Energy Efficiency and RES in Buildings, *COCOF Meeting*, Brussels.

[30] **TS-825** (2008). Binalarda Isi Yalitimi Kurallari, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

[31] **Davis, S. T., Diegel, S. W. ve Boundy, R. G.** (2012). Transportation Energy Data Book, *U.S. Department of Energy*, Washington, DC.

[32] **Dışişleri Bakanlığı** (2013). Türkiye'de Karayolu Taşımacılığı. Alındığı tarih: 16.03.2013, adres: http://www.mfa.gov.tr/turkiye_de-karayolu-tasimaciligi-.tr.mfa

[33] **OECD** (1997). Evaluating economic instruments for environmental policy, Paris.

[34] **UNESCAP** (2013). Low Carbon Green Growth Roadmap for Asia and the Pacific Case Study: Charging ahead into gren lifestyles Republic of Korea's gren credit card, Bangkok.

[35] **European Commission** (2009). Taxation and customs union: Taxation trends in the European Union, Brussels.

[36] **Department of Energy & Climate Change** (2010). The Green Deal: A summary of the Government's proposals, London.

[37] **Enerji Verimliliği Kanunu** (2007). Kanun No:5627, tarih: 02.05.2007.

[38] **Gumusderelioglu, S.** (2008). Enerji Verimliliği Çalışmaları ve Mevzuatı, *Ege Sanayi Odası Çalıştayı*, İzmir, 7 Kasım.

[39] **Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü** (2013). Yetkilendirmeler: Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketlerinin Yetkilendirilme Çalışmaları. Alındığı tarih: 05.03.2013, adres: http://www.yegm.gov.tr/projeler/uls_verimlilik.aspx

[40] **Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü** (2013). Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu Kararları: 2011-1, 2011-2, 2011-3 ve 2011-4. Alındığı tarih: 05.03.2013, adres: http://www.yegm.gov.tr/verimlilik/evkk_toplanti_2011.aspx

[41] **Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü** (2013). Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu Kararları: 2010-1, 2010-2, 2010-3, 2010-4 ve 2010-5. Alındığı tarih: 05.03.2013, adres: http://www.yegm.gov.tr/verimlilik/evkk_toplanti_2010.aspx

[42] **Dinçer, S. E.** (2008). Veri zarflama analizinde Malmquist endeksiyle toplam faktör verimliliği değişiminin incelenmesi ve İMKB üzerine bir uygulama, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, ***2***.

[43] **Zhou, P., Ang, B. W. ve Poj, K. L.** (2008). A survey of data envelopment analysis in energy and environmental studies, *European Journal of Operational Research,* **189**, 1-18.

[44] **Gedik, H.** (2010). *Demir Çelik ve Demir Alaşımları İmalatı Sektöründe Stokastik Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara (Doktora Tezi).

[45] **Saygılı, Ş., Cihan, C. ve Yurtoğlu, H. Şimşek, N.** (2005). Türkiye Ekonomisinde Sermaye Birikimi Verimlilik ve Büyüme: 1972-2003, *Devlet Planlama Teşkilatı Ekonomik Modeller ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü*, Ankara.

[46] **Capozza, A. ve Grattieri, W.** (2006). Market instruments based on white certificates: a review of international experiences, *International Energy Agency*, Milano.

[47] **Capozza, A.** (2006). Market mechanisms for white certificates trading: task XIV final report based on national and international studies and experiences, *International Energy Agency*, Milano.

[48] **Nicola, L.** (2012). Energy saving obligations and tradable white certificates: comparative analysis of experience in the European Union, *European Commission, Directorate General JRC*, Milano.

[49] **Jannuzzi, M. G.** (2008). Final report: incentives and disincentives for utility driven DSM in Brazil, *Universidade Estadual de Campinas*, Campinas.

[50] **Less, E.** (2010). Case study on energy efficiency measures and policies: European and South American experience of white fertificates, *WEC-ADEME*, Paris.

[51] **David, C.** (2008). White certificates in Australia, *Workshop on White Certificates CESI Ricerca*, Milano, 22 Ekim.

[52] **Australian Government Progress Report** (2012). National energy savings initiative working group: Progress report, Canberra.

[53] **US Center for Climate and Energy Solutions** (2012). Energy efficiency standards and targets. Alındığı tarih: 25.05.2013, adres: http://www.c2es.org/us-states-regions/policy-maps/energy-efficiency-standards

[54] **American Council for an Energy-Efficient Economy** (2013). Energy efficiency resource standars. Alındığı tarih: 25.05.2013, adres: http://aceee.org/topics/eers

[55] **Rosenow, J.** (2012). Energy savings obligations in the UK: a history of change, *Energy Policy*, ***49***, 373-382.

[56] **Rosenow, J.** (2011). Different paths of change: home energy efficiency policy in Britain and Germany, *ECEE 2011 Summer Study Energy Efficiency First: The foundation of low-carbon Society*, Hyeres, France.

[57] **Rosenow, J. ve Eyre, N.** (2012). The Green Deal and the Energy Company Obligation-will it work?, *9 th BIEE Academic Conference-European Energy in a Challenging World: The impact of emerging markets*, Oxford.

[58] **OFGEM** (2008). A review of the Energy Efficiency Commitment 2005-2008, London.

[59] **OFGEM** (2008). What is the Carbon Emissions Reduction Target? CERT Update 1, London.

[60] **OFGEM** (2009). Carbon Emissions Reduction Target (CERT) 2008-2011 Supplier Guidance: Version 2, London.

[61] **OFGEM** (2009). A Review of the first year of the Carbon Emissions Reduction Target, London.

[62] **Government of UK** (2013). Guide Green Deal: energy savings for your home or business. Alındığı tarih: 02.06.2013, adres: https://www.gov.uk/green-deal-energy-saving-measures

[63] **Department of Energy & Climate Change** (2012). The energy efficiency strategy: the energy efficiency opportunity in the UK, London.

[64] **OFGEM** (2013). The final report of the Community Energy Saving Programme (CESP) 2009-2012, London.

[65] **Pavan, M.** (2012). The Italian experience with white certificates, *White Certificates Conference*, Warsaw, 25 Ekim.

[66] **Enrico, B., Di Santo D., Forni, D. ve Venturini V.** (2011). The white certificate scheme: the Italian experience and proposals for improvement, *ECEEE 2011 Summer Study, Energy Efficiency First: the foundation of a low-carbon society*, Toulon, France.

[67] **Pavan, M.** (2009). White certificates in Italy, *Climate Protection through Energy Efficiency in the EU and Germany*, Berlin.

[68] **Gestore Mercati Energetici** (2013). About TEE. Alındığı tarih: 05.02.2013, adres: http://www.mercatoelettrico.org/En/Mercati/TEE/CosaSonoTee.aspx

[69] **Gestore Mercati Energetici** (2013). Energy efficiency certificates. Alındığı tarih: 05.02.2013, adres: http://www.mercatoelettrico.org/En/Esiti/TEE/TEE.aspx

[70] **AEEG** (2012). Annual report on the state of services and regulatory activities, *Presentation by the President Guido Bortoni*, Rome.

[71] **International Energy Agency** (2012). Energy policies of IEA countries: Denmark 2011 review, Paris.

[72] **Bundgaard, S. S., Togeby, M., Dyhr-Mikkelsen, K., Sommer, T., Kjaerbye, V. H. ve Larsen, A.E.** (2013). Spending to save: evaluation of the energy efficiency obligation in Denmark. *ECEEE Summer Study Proceedings*, Toulon, France.

[73] **Danish Energy Agency** (2011). Fact sheet: saving obligations scheme for utility companies for electricity, natural gas, district heating and oil, Copenhagen.

[74] **Bach, P.** (2011). Energy saving obligations in Denmark, *BMU-international workshop*, Brussels, 9 Kasım.

[75] **International Energy Agency** (2012). The Regulatory Assistance Project: Best practices in designing and implementing energy efficiency obligation schemes, Stockholm.

[76] **Smith, J. E., Dyhr-Mikkelsen, K. ve Togeby, M.** (2007). Design of white certificates comparing UK, Italy, France and Denmark, *Ea Energy Analyses*, Copenhagen.

[77] **Tabet, J. P.** (2007). White certificates scheme in France: a working process, *Workshop on Energy Efficiency*, Bonn, 7-18 Mayıs.

[78] **Baudry, P. ve Osso, D.** (2011). Energy saving certificates in France: a new frame for the second period (2011-2013) and afterwards, *ECEE 2011 Summer Study Energy Efficiency First: The Foundation of a low-carbon society*, Toulon, France.

[79] **Bosseboeuf, D.** (2011). White certificates implementation and financial schemes, *European Parliament Workshop on Financing Energy Savings and Energy Efficiency in Europe*, Brussels, 4 Ekim.

[80] **Borde, C. ve Greaume, F.** (2011), The French Energy Savings Certificates Scheme, *ADEME Agency for Environment and Energy Management*, Paris.

[81] **Dabrowski, T.** (2012). Poland's energy efficiency policy in the context of the EU climate goals, *Director of Energy Department at the Ministry of Economy of Poland,* Warsaw.

[82] **Less, E.** (2007). European experience of white certificates, *World Energy Council ADEME Project on Energy Efficiency Policies,* Paris.

[83] **Fadeeva, O.** (2003). *Exploring opportunities of implementation of white certificates in Sweden*, University of Lund, Lund (Yüksek Lisans Tezi).

[84] **Camadan, E. ve Kolmek, F.** (2013). A critical evaluation of Turkish electricity reform, *The Electricity Journal*, volume: ***26***, 59-70.

[85] **Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu** (2013). Toptan satış lisansı verilen tüzel kişiler. Alındığı tarih: 27.03.2013, adres: http://www2.epdk.org.tr/ lisans/elektrik/lisansdatabase/verilentoptan.asp

[86] **TETAŞ** (2012). 2011 yılı faaliyet raporu, Ankara.

[87] **TEDAS** (2012). 2011 yılı faaliyet raporu, Ankara.

[88] **Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu** (2013). Dağıtım ve perakende satış faaliyetlerinin hukuki ayrıştırılmasına ilişkin usul ve esaslar. Karar tarihi: 12.09.2012, karar no: 4019.

[89] **Langniss, O.** (2003). How much market do market-based instruments create? an analysis of "white" certificates. *Time to Turn Down Energy Demand, Proceedings of ECEEE Summer Study,* Saint-Raphaël, France.

[90] **Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu** (2012). 2011 Yılı Doğal gaz Piyasası Sektör Raporu, Ankara.

[91] **Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu** (2012). Yatırımcı El Kitabı, Ankara.

[92] **Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu** (2013). Doğal gaz piyasası dağıtım lisansları. Alındığı tarih: 20.09.2013, adres: http://lisans.epdk.org.

tr/epvysweb/faces/pages/lisans/dogalgazDagitim/dogalgazDagitimOzetSorgula.xhtmlfaces/pages/lisans/dogalgazDagitim/dogalgazDagitimOzetSorgula.xhtml

[93] **Tekman, M. (**2012). Türkiye doğalgaz abonelerinin yıllara göre değişimi, *Tesisat Dergisi*, ***203***,66–74.

[94] **Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu** (2012). 2011 Yılı Petrol Piyasası Sektör Raporu, Ankara.

[95] **Kayıkçı, M. S.** (2012). Türkiye Petrol Piyasası İşleyişi, *ETKB Enerji ve Tabii Kaynaklar Uzman Yardımcısı Aday Memur Yetiştirme Hizmet İçi ve Teknik Eğitim Programı*, Ankara, 20 Aralık.

[96] **Schaeffer, G. J.** (2000). Options for design of tradable green certificate systems, *Öko-Institut*, Freiburg.

[97] **Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu** (2012). Elektrik piyasası tarife kurul kararları. Karar tarihi: 15.11.2012, karar no: 4128.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Bilal DÜZGÜN

Doğum Yeri ve Tarihi: KOCAELİ, 19.10.1987

E-Posta: bilalduzgun@gmail.com

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- **Ekim 2012 – Halen:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
  - Enerji ve Tabii Kaynaklar Uzman Yardımcısı
- **Şubat 2012 – Ekim 2012:** Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
  - Araştırma Görevlisi
- **Ekim 2012 – Mayıs 2011:** FİGES
  - Proje Mühendisi

Yayın ve Patent Listesi:

Düzgün, B. ve Kömürgöz, G. (2012). Proper Location of the Regulating Coil in Transformers from Short-circuit Forces Point of View', *The 15th International IGTE Symposium on Numerical Field Calculation in Electrical Engineering*, Graz, 16-19 Eylül.

Düzgün, B., Ergin, A. A., Küten, U., Kamış, İ. ve Ünlü, U. C. (2012). Hava Araçları Üzerinde Yıldırımın Doğrudan Etkilerinin Hesaplanması, *SAVTEK 2012 6. Savunma Teknolojileri Kongresi*, Ankara, 20-22 Haziran.

Düzgün, B. ve Ergene, L.T. (2011). The Analysis of the Line-Start Single-Phase Permanent Magnet Motors, *ELECO 2011 International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, Bursa, 1-4 Kasım.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- Duzgun, B. ve Komurgoz, G. (2014). Turkey's energy efficiency assessment: White Certificates Systems and their applicability in Turkey. *Energy Policy, **65**, 465-474.*