

**PILOT BİR BÖLGEDE TALEP YÖNLÜ YÖNETİM
STRATEJİLERİNİN UYGULANMASI YOLUYLA
KONUTLARDA ENERJİ TASARRUFU ELDE
EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Gökhan ONAR

Anabilim Dalı: Elektrik Mühendisliği

Programı: Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Fuat GÜRLEYEN

OCAK 2008

**PILOT BİR BÖLGEDE TALEP YÖNLÜ YÖNETİM
STRATEJİLERİNİN UYGULANMASI YOLUYLA
KONUTLARDA ENERJİ TASARRUFU ELDE
EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Gökhan ONAR

(504041107)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Aralık 2007

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Ocak 2008

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Fuat GÜRLEYEN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Ömer USTA

Yrd. Doç. Dr. Osman Kaan EROL

OCAK 2008

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın temelini oluşturan değerli fikirleri, tezimin hazırlanması sürecinde karşılaştığım tüm zorluklara karşı her ne koşulda olursa olsun yardımcı oluşu, cesaretlendirmesi ve anlayışından dolayı danışmanım Doç.Dr. Fuat GÜRLEYEN' e sonsuz teşekkürlerimi iletmeyi bir borç bilirim.

Yüksek lisans öğrenimim süresince, yoğun çalışma hayatımdan fırsat yaratmama imkân tanıyan, şirketim General Technics Incorporation'daki yöneticilerime ve çalışma arkadaşlarıma anlayışlarından ötürü teşekkür ederim.

Yüksek lisansa başladığım günden bu yana desteklerini esirgemeyen tüm arkadaşlarıma ve özellikle Elektrik Mühendisi arkadaşım Yusuf Süha IŞIKLI'ya ve Makina Mühendisi arkadaşım Mesut AKSOY'a teşekkür ederim.

Tabi ki en büyük şükran duygularımı bana hayat veren aileme sunarım.

Ocak, 2008

Gökhan ONAR

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. TALEP YÖNLÜ YÖNETİM	3
2.1. Talep Yönlü Yönetimin Tanımı	3
2.2. Talep Yönlü Yönetimin Tarihsel Gelişimi	4
2.3. Talep Yönlü Yönetimin Sağladığı Faydalar	4
3. TALEP YÖNLÜ YÖNETİM STRATEJİSİNİN PLANLANMASI	7
3.1. Planlama Adımlarına Giriş	7
3.2. Planlama Adımlarının Analizi	7
3.3. Talep Yönlü Yönetim Stratejisinin Uygulanması Ve İzlenmesi	10
3.4. Talep Yönlü Yönetim Stratejisi Tasarlama Süreci	11
4. TALEP YÖNLÜ YÖNETİM İÇİN SON TEKNOLOJİ ÖNERİLERİ	12
4.1. Konutlar İçin Son Teknoloji Önerileri	12
4.2. Ticari Binalar İçin Son Teknoloji Önerileri	12
4.3. Sanayi Tesisleri İçin Son Teknoloji Önerileri	13
5. GELİŞMİŞ ÜLKELERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI	14
5.1. Gelişmiş Ülkelerdeki Talep Yönlü Yönetim Uygulamaları	14
5.2. ABD'nde Talep Yönlü Yönetim Uygulamaları	15
5.3. Almanya'da Talep Yönlü Yönetim Uygulamaları	16
5.4. Japonya'da Talep Yönlü Yönetim Uygulamaları	16
6. PİLOT BÖLGEDE ENERJİ TASARRUFU ÇALIŞMALARI	19
6.1. Çalışma İle İlgili Genel Bilgiler	19
6.2. Aydınlatma Yükleri İle İlgili Öneriler Ve Hesaplamalar	20
6.3. Isıtma Yükleri İle İlgili Öneriler Ve Hesaplamalar	28
7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	37
KAYNAKLAR	39
EKLER	40
ÖZGEÇMİŞ	45

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Wh	: Watt-saat
MWh	: Megawatt-saat
AB	: Avrupa Birliği
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
KWh	: Kilowatt-saat
USD	: Amerikan Doları
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
YTL	: Yeni Türk Lirası
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
AFL	: Akkor flamanlı lamba
KFL	: Kompakt Floresan lamba

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 6.1 Konutların daire sayısına göre dağılımı.....	24
Tablo 6.2 Dairelerin oda sayısına göre dağılımı.....	25
Tablo 6.3 Katman kalınlıkları ve ısı iletkenlik katsayıları.	30

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1 : Yük araştırması şematiği.....	8
Şekil 3.2 : Yük eğrisi üzerindeki kararlılık çalışması tipleri.....	9
Şekil 6.1 : Sektörel bazda enerji tüketim dağılımları.....	19
Şekil 6.2 : Samsun ili konutların daire sayısına göre dağılımı.....	23
Şekil 6.3 : Samsun ili dairelerin oda sayısına göre dağılımı.....	24
Şekil 6.4 : Konutlarda kullanılan aydınlatma cihazları oranı.....	26
Şekil 6.5 : Isı yalıtımı bulunmayan yüzey.....	29
Şekil 6.6 : Isı yalıtımı bulunan yüzey.....	31
Şekil 6.7 : Samsun ili konutların çatı yalıtımı durumu.....	32
Şekil 6.8 : Samsun ili konutların çatı yalıtımı kalitesi.....	33
Şekil 6.9 : Çatıların geometrik yapısı.....	34

SEMBOL LİSTESİ

L	: 10.000 saat boyunca kullanılan akkor flamanlı lamba sayısı
KFL	: Kompakt fluoressan lambanın standart işletme ömrü
AFL	: Akkor flamanlı lambanın standart işletme ömrü
E_{AFL}	: 100W Akkor flamanlı lambanın 10.000 saatte tükettiği enerji
E_{KFL}	: 23W Kompakt fluoressan lambanın 10.000 saatte tükettiği enerji
E_{TAS}	: 100W AFL ile 23W KFL'nin 10.000 saatte tükettiği enerji farkı
TO	: Tasarruf oranı
M_{AFL}	: 100W AFL'nin işletme maliyeti
M_{KFL}	: 23W KFL'nin işletme maliyeti
DM_{AFL}	: 100W AFL'nin donanım maliyeti
DM_{KFL}	: 23W KFL'nin donanım maliyeti
TM_{AFL}	: Samsun ilindeki AFL'ın tamamının 10.000 saat için işletme ve donanım maliyetinin toplamı
TM_{KFL}	: Samsun ilindeki AFL'ın tamamının KFL ile değiştirilmesi durumunda KFL'ın 10.000 saat için işletme ve donanım maliyetinin toplamı
TMS_{AFL}	: Samsun ilindeki AFL'ın enerjilenmesi için senelik maliyet
TMS_{KFL}	: Samsun ilindeki AFL'ın tamamının KFL ile değiştirilmesi durumunda KFL'ın enerjilenmesi için senelik maliyet
E_{TASS}	: Senelik Enerji Tasarrufu Miktarı
$T1$	: İç ortam sıcaklığı
$T2$	: Dış ortam sıcaklığı
α_i	: İç ortamın ısı taşınım kapasitesi
α_d	: Dış ortamın ısı taşınım kapasitesi
U_1	: Yalıtımsız yüzeyin toplam ısı geçiş katsayısı
U_2	: Yalıtımlı yüzeyin toplam ısı geçiş katsayısı
d_1	: İç sıva katmanının kalınlığı
d_2	: Delikli tuğla katmanının kalınlığı
d_3	: Dış sıva katmanının kalınlığı
λ_1	: İç sıva katmanının ısı iletkenlik katsayısı
λ_2	: Delikli tuğla katmanının ısı iletkenlik katsayısı
λ_3	: Dış sıva katmanının ısı iletkenlik katsayısı
I_r	: Ohmik yük üzerinden akan akımın tepe değeri
Q_{K1}	: Yalıtımsız birim yüzeyde bir saatteki ısı kaybı
Q_{K2}	: Yalıtımlı birim yüzeyde bir saatteki ısı kaybı
a	: Çatı tabanının bir kenarı
h	: Çatının yüksekliği
S	: Samsun ilindeki yalıtımsız çatıların toplam yüzey alanı
Q_{TYY}	: Yalıtımsız çatılardaki senelik toplam enerji kaybı
Q_{TYV}	: Yalıtımlı çatılardaki senelik toplam enerji kaybı
P	: Yalıtımlı çatılar sayesinde senelik ekonomik kazanım
M_{YAL}	: Yalıtımsız çatı yüzeylerinin tamamının yalıtılmasının bedeli

PİLOT BİR BÖLGEDE TALEP YÖNLÜ YÖNETİM STRATEJİLERİNİN UYGULANMASI YOLUYLA KONUTLARDA ENERJİ TASARRUFU ELDE EDİLMESİ

ÖZET

1900’lerin başından bu yana hızla sanayileşme sürecine giren dünyamızda enerjiye duyulan ihtiyaç her geçen gün biraz daha artmaktadır. Bununla birlikte, enerji üretiminde kullandığımız fosil yakıtlarının rezervleri de aynı süreçte hızlı bir şekilde azalmaktadır. İnsanlık tarihinin en önemli problemlerinden biri ile karşı karşıya kalacağımız gerçeği tüm çıplaklığı ile önümüzde durmaktadır. Yapılan araştırmalar ve bilimsel çalışmalar neticesinde bu yüzyılın ikinci yarısında petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlarının rezervlerinin tamamına yakınının kullanılmış olacağı ve bu yakıt rezervlerinin tükeneceği yönündedir. Bu bağlamda enerjinin verimli bir şekilde kullanılmasının sağlanması çok büyük bir önem arz eder. Son yirmi yıl içerisinde başta A.B.D ve Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere bir çok ülkede enerjinin verimli kullanılmasına yönelik pek çok çalışma yapılmış ve bu çalışmaların bir kısmı hayata geçirilmiştir. Tezimizde amaçlanan, ülkemiz için de son derece büyük önem arz eden enerjinin verimli kullanılması konusunda konutlarımızda yapacağımız çok basit uygulamaları, bu uygulamalar neticesinde ne kadar enerji tasarrufu yapılabileceğini ve bu uygulamaların talep yönlü yönetim stratejileri kullanılarak tüm ülke geneline yayılıp yayılamayacağını göstermek olacaktır.

Tez çalışmamızın ilk aşamasında talep yönlü yönetim stratejileri hakkında genel açıklamalara değinilmiş; talep yönlü yönetimin yararları, uygulama adımları ve talep yönlü yönetim programlarının tasarımı hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra dünya üzerinde uygulanmış talep yönlü yönetim stratejileri ile ilgili örnekler verilmiş ve pilot bölge olarak seçtiğimiz Samsun ilinde konutlarda enerji tasarrufu yapılabilmesi için önerilen son kullanıcı teknolojilerinin sağlayacağı enerji tasarrufu miktarı Devlet İstatistik Enstitüsü’nden alınan veriler ışığında hesaplanmış, yorumlar yapılmıştır.

Tez çalışmamızın sonuç kısmında ise elde ettiğimiz verileri yorumlayarak enerjinin verimli kullanılması noktasında talep yönlü yönetim stratejilerinin ne şekilde uygulanabileceği, bu stratejilerin devletin enerji politikasının bir parçası olup olamayacağı tartışılmıştır.

ENERGY SAVING AT RESIDENTIAL AREAS BY APPLYING DEMAND SIDE MANAGEMENT STRATEGIES IN A PILOT AREA

SUMMARY

As a result of industrial revolution at 1900's, the need for the energy is increasing day by day. However, the reserves of fossil fuels are decreasing by increasing energy consumptions. The academically researches shows that in the second part of this century, the reserves of fossil fuels will end up. So, decreasing the amount of consuming energy is very important subject for us in today's world. In the last twenty years, there are many researches and studies over energy saving and energy efficiency and some of these studies were applied to real world. The aim of this study is to describe basic energy saving applications in our residential areas, to calculate the amount of energy saving by these applications and to discuss about these applications if they can be applied at whole country by using demand side management strategies.

In the first chapter of our study; a brief general descriptions of demand side management strategies were given, also the benefits of demand side management, steps in typical demand side management program and the design of demand side management programs were studied in a detailed way. After that, the examples of demand side management applications from other countries were given and the calculations in our randomly selected city Samsun were studied by using statistical data of Turkish Statistical Institute and results were discussed. Then the comparison of the conventional methods and our new approach is expressed.

In the result chapter of our study, it was discussed how demand side management strategies can be applied for energy efficiency and energy saving in our residential areas by analyzing the results of our calculations. Also, it was discussed how applicable demand side management strategies can be a governmental energy policy.

1. GİRİŞ

1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı

Günümüz dünyasında insanoğlunun yaşam kalitesi üzerine pozitif etki yapan en önemli unsurlardan birisi de hiç şüphesiz ki elektrik enerjisidir. Bugün, günlük koşuşturmamızın içerisinde yaptığımız en basit eylemlerde dahi elektrik enerjisine ihtiyaç duyarız. Sabah işimize gittiğimizde kullanacağımız bilgisayarı çalıştırmak için elektrik enerjisine ihtiyaç duyarız, ya da akşam evimize döndüğümüzde bulunduğumuz ortamı aydınlatmak için gene elektrik enerjisine ihtiyaç duyarız. Bu bağlamda elektrik enerjisinin ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli bileşenlerinden biri olduğu, yaşam standartlarının yükseltilmesinde hayati bir rol oynadığı söylenebilir[1].

Bununla birlikte, elektrik enerjisi üretiminde yaygın olarak kullanılan fosil yakıtların rezervlerinin sanayileşen dünyanın hızla artan enerji ihtiyacını gelecek dönemlerde karşılamasının pek te mümkün olmadığı görülmektedir. Bunun neticesinde içinde bulunduğumuz yüzyılın ikinci yarısında fosil yakıt rezervlerinin çok önemli bir oranda kullanılmış olacağı ve yüzyılın sonlarına doğru bu rezervlerin tükenmeye başlayacağı düşünülmektedir. Bu sebeplerle özellikle ABD ve Avrupa Birliği ülkelerinde son yirmi yıl içerisinde enerji verimliliği ve enerji tasarrufu konusu, üzerinde pek çok çalışma yapılan bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmalar neticesinde ortaya çıkan pek çok fikir bu ülkelerde uygulama sahası da bulabilmiştir. Maalesef, fosil yakıt rezervleri son derece kısıtlı olan ülkemizde ise enerji verimliliği ve enerji tasarrufu konusunda ancak son bir kaç senede çalışmalar yapılmaya başlanmış ve bu konunun önemi henüz tam olarak kavranamamıştır. Fosil yakıtlar konusunda dışa bağımlı bir ülke olan Türkiye'nin ivedi bir şekilde bir enerji tasarrufu politikası oluşturması ve bu politikayı zaman kaybetmeksizin konutlardan, ticari binalara ve sanayi tesislerine kadar hayatımızın her alanında hayata geçirmesi gerektiğini düşünüyoruz. Dünyanın gelişmiş ülkelerinde uzun yıllardır uygulanan talep yönlü

yönetim stratejilerinin ülkemize de adapte edilerek hayata geçirilebileceğini düşünüyoruz.

Talep yönlü yönetim aktiviteleri temel olarak iki seviyeli bir süreçten oluşmaktadır. Sürecin ilk aşaması detaylı yük eğrisi analizinin gerçekleştirilmesini kapsamaktadır. İkinci aşama ise, son kullanıcılara teknolojik alternatiflerin sunulmasını ve pazarlama stratejilerinin planlanmasını kapsamaktadır[5]. Günümüzde kullanılan talep yönlü yönetim stratejilerinin planlanmasında kullanılan temel fonksiyonlar yük modeli, tüketici modeli, üretici ve tüketici arasındaki ilişki, ve gelecekte gerçekleşmesi beklenen üretim maliyetleridir[6]. Tezimizde amaçlanan, ülkemiz için de son derece büyük önem arz eden enerjinin verimli kullanılması konusunda konutlarımızda yapacağımız çok basit uygulamaları, bu uygulamalar neticesinde ne kadar enerji tasarrufu yapılabileceğini ve bu uygulamaların talep yönlü yönetim stratejileri kullanılarak tüm ülke geneline yayılıp yayılamayacağını göstermek olacaktır.

Tez çalışmamızın ilk aşamasında talep yönlü yönetim stratejileri hakkında genel açıklamalara değinilmiş; talep yönlü yönetimin yararları, uygulama adımları ve talep yönlü yönetim programlarının tasarımı hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra dünya üzerinde uygulanmış talep yönlü yönetim stratejileri ile ilgili örnekler verilmiş ve pilot bölge olarak seçtiğimiz Samsun ilinde konutlarda enerji tasarrufu yapılabilmesi için önerilen son kullanıcı teknolojilerinin sağlayacağı enerji tasarrufu miktarı Türkiye İstatistik Kurumu'ndan alınan veriler ışığında hesaplanmış, sonuçlar üzerine yorumlar yapılmıştır. Tez çalışmamızda kullandığımız veriler Türkiye İstatistik Kurumu'nun 1998 yılında gerçekleştirmiş olduğu "Konutlarda enerji tüketim karakteristikleri" isimli anketinde yer alan verilerdir. Pilot bölge olarak Samsun ilimizin seçilmesi noktasında herhangi bir kriter gözetilmemiştir, seçim tamamen rastlantısal bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamızın sonuç kısmında ise elde ettiğimiz verileri yorumlayarak enerjinin verimli kullanılması noktasında talep yönlü yönetim stratejilerinin ne şekilde uygulanabileceği, bu stratejilerin devletin enerji politikasının bir parçası olup olamayacağı tartışılmıştır.

2. TALEP YÖNLÜ YÖNETİM

2.1. Talep Yönlü Yönetimin Tanımı

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin değişen elektrik pazarları, bu değişimle birlikte pek çok zorlukla ve problemle yüzleşmek zorunda kalmaktadır. Yük artışındaki belirsizlik ve kararsızlıklar, yük artışı ile birlikte ortaya çıkan yeni tesislerin kurulması zorunluluğu ve bunun beraberinde getirdiği yüksek maliyetler, hızla azalmaya devam eden fosil yakıt kaynakları ve tüm bunların çevre kirliliği artışına olanak sağlaması, bu zorluklar ve problemler içerisinde ilk akla gelenleridir[2].

Talep yönlü yönetim konsepti yukarıda sıraladığımız problemlerin etkilerini minimize etmek için ortaya atılmış bir fikir olarak gelişmiştir. Bu etkilerin minimize edilemesi istenirken diğer taraftan da ortaya konacak çözüm yollarının uzun vadede uygulanabilir olması ve yenilikleri takip edebilir, yenilikleri kolayca üzerine adapte edebilir olması istenir.

Talep yönlü yönetim stratejisi; elektrik enerjisi üreticisi, dağıtıcısı ve son kullancısı arasındaki işbirliğine dayanan aktiviteler olarak tanımlanabilir. Bu aktivitelerle amaçlanan elektrik enerjisi üreticisinin, dağıtıcısının ve son kullancısının enerji verimliliğini arttıracak seçeneklerin tespit edilmesi ve ortaya çıkarılarak uygulanabilir olup olmadığını araştırmaktır. Doğaldır ki bu amaç hem üreticiye hem dağıtıcıya hem de son kullanıcılara pek çok faydalar sağlayacaktır. Üretici, dağıtıcı ve son kullanıcı arasındaki ilişkiyi mutualist bir ilişki olarak tanımlayabiliriz. Bu ilişkinin her üç ögesi de bu birliktelik neticesinde kendileri için faydalı sonuçlar elde edeceklerdir. Her bir ögenin elde ettiği faydalar, diğer ögelerin kazançlarına da olumlu etki yapacak ve sarmal bir yapıda elde edilen kazançlar sürekli olarak artarak insanoğlunun gelecekte karşılaşması muhtemel pek çok enerji krizi sorununa çözüm olabilecektir.

2.2. Talep Yönlü Yönetimin Tarihsel Gelişimi

Talep yönlü yönetim stratejileri hakkında ilk fikirlerin ortaya çıkışı 1980' lerin ortası ile 1990' ların hemen başına denk düşmektedir. Bu dönemi talep yönlü yönetim stratejilerinin uygulanabilirliğinin düşünölmeye başladığı ilk dönem olarak kabul etmekle beraber asıl büyük sıçramanın 2000' lerin başından günümüze uzanan süreç olduğunu da belirtmeliyiz. Bu iki ayrı dönemde talep yönlü yönetim stratejilerinin üzerinde düşünölmeginin ve fikirler ortaya konulmasının farklı nedenleri bulunmaktadır.

Fikirlerinin yeşermeye başladığı ilk dönemin ortaya çıkmasındaki en büyük sebep hiç kuşkusuz ki 1970' larde petrol üreticisi zengin Arap ölkelerinin uyguladıkları petrol ambargosu idi. Bu ambargo neticesinde artan petrol fiyatları enerji üretim maliyetlerinin artmasına sebep olmuş, artan maliyetler ile birlikte enerjinin daha verimli kullanılması ve enerji tasarrufu yapılması konusunda bir takım araştırmaların ve çalışmaların yapılması gerekliliğı ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda ilerleyen yıllarla birlikte hem petrol hem de doğalgaz fiyatlarında artış olacağı, bunun da elektrik enerjisi üretim maliyetlerini arttıracığı öngörölmüştür.

2000' lerin başından bugüne uzanan ikinci dönemde tekrar talep yönlü yönetim stratejileri üzerinde düşünölmeye ve çalışılmaya başlanmasının en önemli sebepleri yüksek elektrik enerjisi üretim maliyetleri, petrol fiyatlarındaki dengesizliğin yarattığı ani maliyet değışiklikleri, çevresel kirliliğın insanoğlunun yaşam kalitesi üzerinde yarattığı olumsuz etkiler ve fosil türü yakıtların kaynaklarının hızla tükenmesi olarak sayılabilir[3].

2.3. Talep Yönlü Yönetimin Sağladığı Faydalar

Talep yönlü yönetim stratejilerinin uygulanması hem elektrik enerjisi üreticisi ve elektrik enerjisi dağıtıcısı hem de tüketici için bir çok faydayı beraberinde getirmektedir. Bu faydaları tüketicilerin elde edeceği faydalar, üretici ve dağıtıcıların elde edeceği faydalar ve tüm insanlığın elde edeceği toplumsal faydalar olarak gruplandırmak daha doğru olacaktır.

İlk olarak tüketicilerin yani bizlerin elde edeceği faydaları irdelemeye çalışalım. Elektrik enerjisi için ödediğimiz bedelin azalması ve stabil bir hale gelmesi sayabileceğimiz ilk faydadır. Bununla birlikte, azalan enerji sarfiyatı neticesinde

enerji sağlayıcı kurumların bize sağlayabileceği servislerin çeşitliliğinin ve kalitesinin artması ikinci bir fayda olarak sayılabilir. Bu bağlamda, elektrik enerjisi temini için kullandığımız tesisatın işletme süresinin gerek daha az enerji tüketimi gerekse daha stabil elektrik enerji tüketimi sayesinde artması bir diğer fayda olarak sayılabilir.

İkinci olarak, talep yönlü yönetim stratejilerinin uygulanmasının elektrik enerjisi üreticisi ve dağıtıcısına getirdiği faydalara bir göz atalım. Azalan enerji sarfıyatı sayesinde iletim ve dağıtım hatlarının bakımı için hesaplanan maliyetlerin azalması en önemli faydalardan biridir. Ayrıca, sürekli bir şekilde artmayan enerji talepleri, yeni tesislerin kurulması zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Yeni talep güçler karşısında yeni üretim ve dağıtım tesisleri kurulmasının maliyetlerinin ne kadar yüksek olduğu aşıkardır. Diğer bir fayda, işletme kolaylığının sağlanabilecek olmasıdır. Elektrik üreticileri, talep yönlü yönetim stratejileri uygulanması yolu ile fayda sağlanması noktasında, enerji üretiminde yeni teknolojilerin kullanımına geçilmesi sürecini de atlamamaktadırlar. Bu teknolojiler, yakıt hücreleri, fotovoltanik sistemler, termal sistemler gibi talep yönlü yönetim stratejilerinin de kolayca uygulanabileceği sistemlerdir[7]. Unutulmamalıdır ki, talep yönlü yönetim stratejilerinin uygulamaya konulmasındaki amaç enerji verimliliğinin artırılması ve enerji tasarrufunun sağlanması ile birlikte talep edilen enerjinin kararlı bir hale getirilmesi, yani tepe değerlerinin mümkün olduğunca kırılmasıdır. Bu konuya ilerleyen bölümlerde değineceğiz.

Son olarak, talep yönlü yönetim stratejilerinin uygulanmasının toplumsal yaşama olan faydalarına değinelim. Öncelikle, çevre kirliliğinin artış hızının düşürülmesi akla gelen ilk faydadır. Çevre kirliliği ve küresel ısınma günümüz dünyasının yüz yüze olduğu en önemli problemlerin başında gelmektedir. Elektrik enerjisi üretimi için kullanılan fosil yakıtlarının çevre kirliliğine olan katkısı göz ardı edilemeyecek kadar fazladır. Gereksiz yere harcanan 1 Wh enerjinin bile çevre kirliliğine olan katkısını düşünmek zorundayız. Biz bugünü yaşamakla beraber, yarını yaşayacak genç kuşaklara daha temiz ve yaşanabilir bir dünya bırakmak zorundayız. İnsanoğlunun yaşam kalitesinin artması sayılabilecek bir diğer toplumsal faydadır. Görüldüğü üzere tüketicilerin elde edeceği faydalar, üreticinin ve dağıtıcının elde edeceği faydalar ve ortaya çıkacak toplumsal faydalar hep birbirleri ile ilişkili bir

durumdadır. Bir grubun elde edeceği fayda aslında tüm grupların elde edeceği faydaları tetiklemekte ve sonucunda tüm insanoğlu bundan karlı çıkmaktadır.

Özetle, talep yönlü yönetim stratejilerinin uygulanması enerji iletim ve dağıtım sistemlerinin verimliliğini arttırır, azalan talep güçle beraber yeni tesislerin kurulması için gerekli olan yatırım maliyetlerini azaltır, zararlı gazların emisyon oranını azaltarak çevre kirliliğinde enerji üretiminin sebep olduğu zararları minimize eder ve enerji üretim maliyetlerinin azalması ile birlikte son kullanıcıya daha ucuz ve daha kaliteli enerji sağlanmasına katkıda bulunur.

3. TALEP YÖNLÜ YÖNETİM STRATEJİSİNİN PLANLANMASI

3.1. Planlama Adımlarına Giriş

Seçilen bir bölgede uygulanabilecek olan en uygun talep yönlü yönetim stratejisinin tespit edilebilmesi için öncelikle bu bölgenin enerji tüketim karakteristiğinin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Unutulmamalıdır ki, farklı farklı bölgelerin enerji tüketim karakteristikleri de birbirinden farklı olacaktır. Sanayileşmenin merkezi olan Marmara Bölgesi'nin enerji tüketim karakteristiği ile daha çok tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlayan Doğu Anadolu Bölgesi'nin enerji tüketim karakteristiği mutlak suretle farklılık gösterecektir. Uygulanacak talep yönlü yönetim stratejisinin tespitini sırasıyla şu üç adımda ortaya çıkarabiliriz[2]:

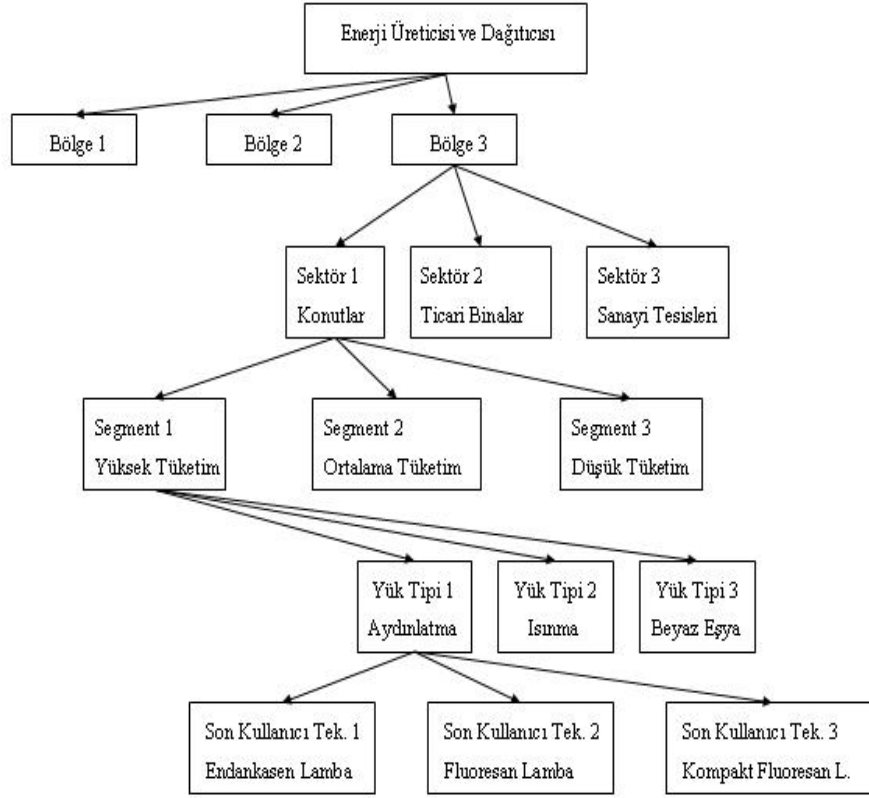
- Yük araştırması.
- Yük eğrisi üzerinde kararlılık çalışması tipiğinin tespiti.
- Son kullanıcıya önerilecek teknolojilerin tespiti.

3.2. Planlama Adımlarının Analizi

Yukarıda bahsi geçen planlama adımlarının, seçilen pilot bir bölgede uygulanabilecek en doğru talep yönlü yönetim stratejisinin tespit edilmesi için mutlak suretle tek tek incelenmesi ve en doğru bilgilerin ortaya konulması gerekmektedir.

Yük Araştırması: Seçili bölgedeki yük karakteristiğinin çıkarılması en doğru stratejinin uygulanabilmesi için son derece büyük önem arz eder. Bu bağlamda ilk olarak seçili bölgeyi enerji tüketimi bakımından birbirine benzer tipik parçalara ayırarak her bir parçadaki yüklerin sektörel bazda dağılımını yapmak gerekecektir. Burada sektörlerden kastımız, konutlar, ticari binalar veya sanayi tesisleridir. Her bir sektörü de bir sonraki adımda alt segmentlere ayırmak gerekecektir. Bu segmentler yüksek miktarda enerji tüketicileri, ortalama miktarda enerji tüketicileri ve düşük miktarda enerji tüketicileri olarak gruplandırılacaktır. Her bir segmenti de son

kullanıcı yükleri bakımından gruplamak gerekecektir. Aydınlatma yükleri, ısıtma-soğutma yükleri gibi. Bu ayrımı da gerçekleştirdikten sonra yük tiplerini de kullanılan son tüketici teknolojisi bakımından gruplandırmak gerekecektir.

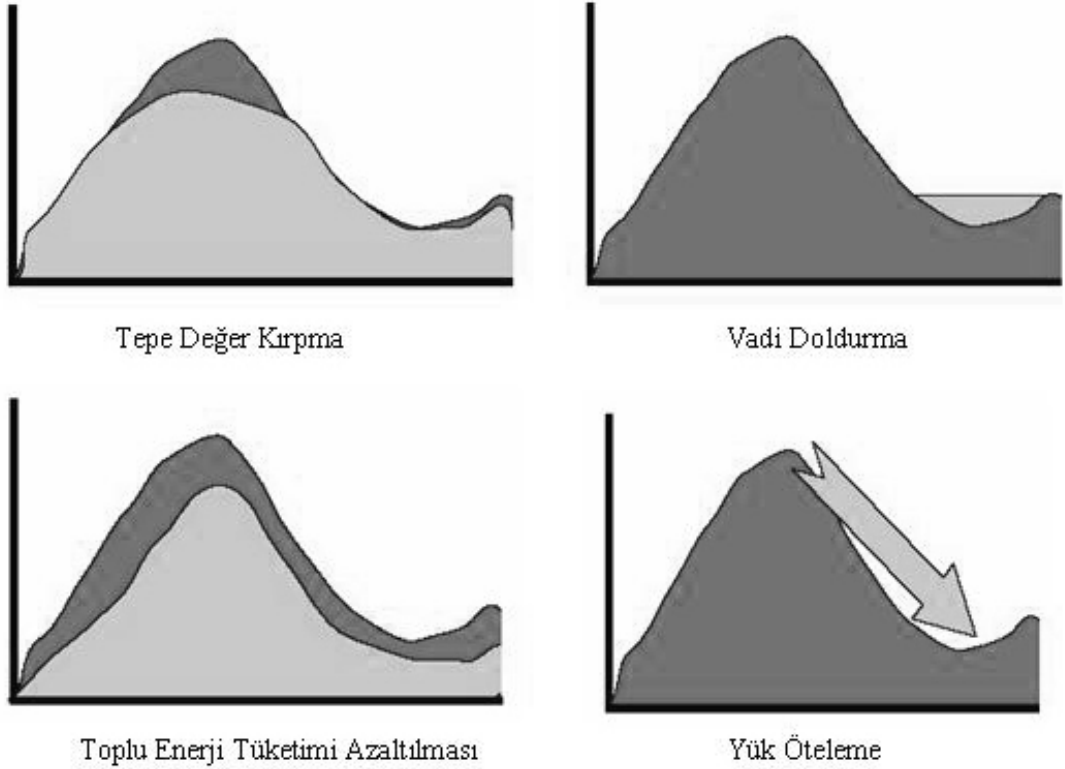


Şekil 3.1: Yük Araştırması Şematiği

Yük Eğrisi Üzerinde Kararlılık Çalışması Tipiğinin Tespiti: Bu adımda seçili bölgenin sahip olduğu yük eğrisinin ne tip bir uygulama gerçekleştirilerek daha kararlı hale getirilebileceğinin çalışması yapılır. Bilindiği üzere yük eğrisinin tepe değerinin mümkün olduğunda azaltılması istenir. Daha kararlı bir yük eğrisine sahip bir bölgeye enerji temin etmek hem daha kolay hem de daha ucuza mal edilebilecektir. Bu bağlamda, yük eğrisi üzerindeki tüm çalışmalar, bu eğrinin tepe değerini minimize etmeye yöneliktir. Tepe değerini minimize etmenin çeşitli yöntemleri mevcuttur. Bu yöntemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Tepe Değer Kırpma.
- Toplu Enerji Tüketimi Azaltılması.

- Vadi Doldurma.
- Yük Öteleme.



Şekil 3.2: Yük Eğrisi Üzerindeki Kararlık Çalışması Tipleri

Yukarıda yer alan kararlık çalışması tiplerinden hangisinin kullanılacağını seçimi yapılmalıdır. Tepe değer kırpma stratejisinin seçimi yük eğrisinin tepe değer yaptığı periyot içerisinde, bu tepe değerinin mümkün olduğunca aşağıya çekilmesini hedefler. Örneğin, insanların konutlarında çamaşır makinalarını tepe değer meydana geldiği saatlerin dışında kullanmalarını teşvik etmek bu stratejinin bilinen en yaygın uygulamalarından biridir. Aslında, bahsi geçen tüm tipikler aynı amaca hizmet ederler. Gerek tepe değer kırpma, gerekse vadi doldurma, toplu enerji tüketimi azaltılması ve yük öteleme ilgili bölgenin sahip olduğu yük dağılım eğrisinin tepe noktası değerini olabildiğince aşağıya çekmek ve yük eğrisini olabildiğince kararlı hale getirebilmeyi hedefler.

Son Kullanıcıya Önerilecek Teknolojilerin Tespiti: Seçili bölgede enerji verimliliğini arttırmak ve enerji tasarrufu sağlamak amacıyla uygulanacak talep yönlü yönetim stratejisinin tespitindeki son adım son kullanıcıya yani tüketiciye önerilecek olan teknolojilerin tespit edilmesidir. Önerilecek olan teknolojilerin detaylı bir fayda-maliyet analizinin yapılması, seçilen bölgede uygulanabilir olup

olmadığının dikkatlice araştırılması gerekmektedir. Her bir yük tipi ile ilgili önerilebilecek pek çok son teknoloji mevcuttur. Aydınlatma yüklerini göz önüne alırsak, konutlarda, sanayi tesislerinde veya ticari binalarda kullanılan mevcut aydınlatma sistem ve ürünlerinin yerlerini alabilecek çok daha verimli sistem ve ürünler son kullanıcıya önerilebilir. Örneğin, evlerimizde çok yoğun bir şekilde kullanılan akkor flamanlı lambaların, kompakt flouresan lambalar ile değişimi gerek maliyeti açısından gerek ise sağlayacağı enerji tasarrufu açısından son kullanıcıya önerilebilecek teknolojik çözümlerden bir tanesidir. Ticari binalarda kullanılan aydınlatma sistemlerinin, gün ışığına bağlı olarak belli oranlarda çalışmasını sağlayan bir otomasyon sisteminin kullanılmasını önermekte yine konu ile ilgili verilebilecek örnekler arasında sayılabilir. Bunun için ilgili aydınlatma yükü panolarında yapılacak revizyon gerek teknik olarak oldukça basit gerekse çok yüksek maliyetler içermeyen bir çalışma olacaktır.

3.3. Talep Yönlü Yönetim Stratejisinin Uygulanması ve İzlenmesi

Gerekli yük araştırması yapılan, hangi tipte bir yük eğrisi kararlılık stratejisi kullanılacağına karar verilen ve seçili bölgedeki son kullanıcı için önerilecek son teknolojilerin fayda – maliyet analizi yapılarak tespit edilen bölgede artık talep yönlü yönetim stratejisinin uygulanması safhasına geçilebilir. Bu noktada önemli olan insanların önerilen stratejiyi mümkün olan en kısa sürede benimsemelerini sağlamak olacaktır. Bunu sağlayabilmek için farklı yöntemler izlenebilir. Son kullanıcıya televizyon ve radyo duyuruları ile ulaşılabilir. Bu duyurularda son kullanıcılara önerilen değişiklikleri yapmaları durumunda elde edecekleri kazançlar kolayca anlaşılabilir bir dille aktarılabilir. Bununla birlikte önerilen son teknolojiye geçiş için gerekli ilk yatırım maliyetlerini azaltabilmek amacıyla çeşitli teşvikler uygulanabilir. Bu ürünler üzerinden alınan katma değer vergisinin azaltılması ya da ürüne ödenecek bedelin uzun vadede faturalar üzerinden geri dönüşümünün sağlanması düşünülebilir. Önerilen strateji, sanayi tesisleri ile ilgili ise devlet tarafından büyük toplantı ve seminerler düzenlenerek, sanayi tesislerinin sahipleri ve personellerine detaylı olarak konunun önemi anlatılabilir. Yine aynı şekilde uygulanması düşünülen talep yönlü yönetim stratejisini teşvik edebilmek için çeşitli indirimler, geri ödemeler gündeme getirilebilir. Talep yönlü yönetim stratejisinin uygulanmaya başlamasından itibaren dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise uygulamanın sonuçlarının sürekli gözlem

altında tutulmasıdır. Uygulamanın ne oranda gerçekleştiği, insanların bu yeni uygulamaya verdikleri reaksiyon, alınan sonuçlar, çok detaylı bir şekilde analiz edilmelidir. Talep yönlü yönetim stratejisinin uygulanmasından önce tespit edilen hedeflere ulaşıp ulaşılmadığı analiz edilmeli, eğer hedefe ulaşamamış ise bunun nedenleri araştırılmalıdır. Başarılı bir uygulama gerçekleştirilmiş ise elde edilen sonuçlar ülke kamuoyu ile paylaşılmalı, aynı zamanda uygulanabilecek yeni stratejiler üzerinde çalışılmaya devam edilmedir. Tüm bu verilerin ışığında tipik bir talep yönlü yönetim stratejisinin tasarlanması sürecini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

3.4. Talep Yönlü Yönetim Stratejisi Tasarlama Süreci

Tipik bir talep yönlü yönetim stratejisinin tasarlanma süreci aşağıdaki adımları içerir:

- Kullanılan mevcut son teknolojinin tespit edilmesi.
- Hedef sektör veya segmentin tespit edilmesi.
- Var olan tüm potansiyel engellerin ortadan kaldırılması için çözümler üretilmesi.
- Mevcut teknolojiye alternatif olarak sunulacak teknoloji ile ilgili fayda – maliyet analizinin yapılması.
- İlgili ürünler veya sistemler için pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi.
- Uygulanacak strateji için personel kaynaklarının yeterli olup olmayacağının tespit edilmesi.
- Uygulanacak stratejinin her yönüyle maliyetinin tespit edilmesi.
- Talep yönlü yönetim stratejisinin en verimli şekilde uygulanabilmesi için bir eylem planının oluşturulması.
- Uygulamanın takip ve izleme süreci için prosedürler oluşturulması.

4. TALEP YÖNLÜ YÖNETİM İÇİN SON TEKNOLOJİ ÖNERİLERİ

4.1. Konutlar İçin Son Teknoloji Önerileri

Herhangi bir talep yönlü yönetim stratejisinin uygulanabilmesi yolundaki en önemli adımlardan biri en uygun son teknolojinin veya sistemin kullanıcılara önerilmesidir. Önerilecek olan teknolojilerin veya sistemlerin kullanılması neticesinde elde edilecek kazanımlar detaylı bir şekilde analiz edilmelidir. Doğaldır ki her sektör için önerilebilecek son kullanıcı teknolojileri ve sistemleri farklılıklar içermektedir. Öncelikle, konutlarda kullanılması önerilebilecek son teknolojilere ve sistemlere bir bakalım.

- Kompakt floresan lambalar.
- Yüksek verimli floresan lambalar.
- Gün ışığından faydalanabilmek için aydınlatma otomasyonu.
- Düşük kayıplı balastlar.
- Yüksek verimli klimalar.
- Enerji tüketimi düşük buzdolapları.
- Güneş enerjisi ile çalışan su ısıtma sistemleri.

Bu son kullanıcı teknolojileri ve sistemleri hiç şüphesiz ki arttırılabilir ve çeşitlendirilebilir.

4.2. Ticari Binalar İçin Son Teknoloji Önerileri

Ticari binalarda kullanılabilecek son teknoloji ürünlerini ve sistemlerini aşağıda görüldüğü gibi sıralayabiliriz. Doğaldır ki bu listeye pek çok yeni kalem ilave edilebilir ve liste çeşitlendirilebilir.

- Kompakt floresan lambalar.
- Yüksek verimli floresan lambalar.

- Gün ışığından faydalanabilmek için aydınlatma otomasyonu.
- Havalandırma sistemlerinde yüksek verimli ekipman kullanımı.
- Havalandırma sistemi otomasyonu.
- Yüksek verimli motorlar.
- Ekipman bakım prosedrlерinin oluşturulması.
- Tarifelendirme sistemi.
- Düşük enerji tüketimine sahip klimalar.

4.3. Sanayi Tesisleri İçin Son Teknoloji nerileri

Sanayi tesislerinde kullanılabilecek son teknoloji ürünlerini ve sistemlerini aşağıda grldĞu gibi sıralayabiliriz. Doğaldır ki bu listeye pek çok yeni kalem ilave edilebilir ve liste çeşitlendirilebilir.

- Kompakt floresan lambalar.
- Yüksek verimli floresan lambalar.
- Gün ışığından faydalanabilmek için aydınlatma otomasyonu.
- Havalandırma sistemlerinde yüksek verimli ekipman kullanımı.
- Havalandırma sistemi otomasyonu.
- Yüksek verimli motorlar.
- Ekipman bakım prosedrlерinin oluşturulması.
- Tarifelendirme sistemi.
- Düşük enerji tüketimine sahip klimalar.
- Güvenlik aydınlatması otomasyonu.
- Kompanzasyon sistemleri.
- Kojenerasyon uygulamaları.
- Motor sürücüleri uygulamaları.
- Düşük kayıplı balastlar.

5. GELİŞMİŞ ÜLKELERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI

5.1. Gelişmiş Ülkelerdeki Talep Yönlü Yönetim Uygulamaları

Talep yönlü yönetim stratejileri vasıtasıyla enerji tasarrufuna yönelik finansal programların temelinde, üretim kapasitesini artırma şeklindeki geleneksel seçenek ile aynı hizmeti sağlayarak elektrik talebini düşürme seçeneğinin eşit şekilde ele alınması bulunmaktadır. 1980' li yıllarda ABD' de uygulanmaya başlayan bu yaklaşım, elektrik hizmeti sağlayan kuruluşların etkili teşvik mekanizmalarıyla enerji tasarrufunu özendirmelerini ve böylece söz konusu kuruluşların yeni yatırımların maliyetinden kaçınmalarını esas almıştır. ABD' deki uygulamalarda, elektrik dağıtım şirketleri kadar, elektrikli cihaz satıcıları ve enerji verimli ekipman kullanımını destekleyen mühendislik firmaları da bu süreci desteklemişlerdir.

Talep yönlü yönetim stratejilerinin kullanılmaya başlandığı ilk ülke Amerika Birleşik Devletleri' dir. Bununla birlikte, özellikle Danimarka'da bu konu üzerine yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar çok daha dikkat çekicidir. Danimarka'da talep yönlü yönetim stratejilerinin daha kolay ve hızlı bir şekilde uygulanabilmesinin sebebi hiç kuşkusuz ki 1970' lerin başından bu yana ülke genelinde kullanılan marjinal maliyete dayalı tarife uygulamasıdır. Bu tür bir tarife uygulaması ile çift yönlü yük tahmini methodu kolaylıkla uygulanabilmektedir. Buradan elde edilen verilerin talep yönlü yönetim stratejilerinin uygulanmasına zemin hazırlaması, elektrik kuruluşlarının da tüketiciye yönelik çeşitli programlar ve kampanyalar hazırlamalarını kolaylaştırmıştır.

Hazırlanan kampanyalardan ve programlardan en dikkat çekici olanı kompakt floresan lambaların kullanımını teşvik eden programdır. Bilindiği üzere, kompakt floresan lambalar diğer lamba tipleri ile karşılaştırıldığında çok daha az enerji tüketimi gerçekleştirmektedirler. Öncelikle küçük bir kampanya olarak başlayan program, ilerleyen zamanla birlikte tüm ülke geneline yayılmıştır. Kompakt floresan lambaların gerek işletme ömürlerinin akkor flamanlı lambalardan çok daha uzun olması, gerekse enerji tüketimlerinin çok daha az olması sebebiyle tercih

edilmişlerdir. Program neticesinde, tüm Danimarka genelinde beş milyon adetten fazla kompakt floresan lamba satışı gerçekleştirilmiştir.

Ülkeden ülkeye talep yönlü yönetim stratejileri farklılık göstermektedir. Bunun en geçerli sebebi, ülkelerin enerji tüketim karakteristiklerinin birbirlerinden farklı olmasıdır. Bununla beraber, tüm ülkelerdeki uygulamalar için ortak noktalarda bulunmaktadır. Elektrik ile ilgili kuruluşlar, enerji tasarrufunun enerjinin birim fiyatının pahalı olduğu saatler ile üretilen enerjinin birim fiyatının maliyetinden yüksek olduğu zaman dilimlerinde gerçekleşmesi yönünde çalışmalar yapmaktadırlar. Bunun en temel nedeni olarak, talep gücün tepe değer yaptığı zaman diliminin yataylaştırılması ile yüksek talep gücün karşılanabilmesi için yapılması gereken yatırımların maliyetlerini minimize edebilmektir. Dünyanın gelişmiş ülkeleri, aynı zamanda enerji tüketim oranları yüksek ülkelerinde enerji verimliliğinin sağlanması ve enerji tasarrufunun artmasına yönelik çalışmaları ülkeler bazında inceleyelim.

5.2. ABD’ nde Talep Yönlü Yönetim Uygulamaları

Enerji verimliliği çalışmalarında en etkin ve somut sonuç alan ülkelerden birisi ABD’ dir. Bu ülkede son otuz yıl içerisinde enerji verimliliği yüksek teknolojiler kullanılarak, toplam enerji verimi önemli miktarda artırılmıştır. 1973 yılından bugüne ekonomideki büyüme %126 oranında gerçekleştirilirken, aynı süre zarfında enerji kullanım oranındaki artış yalnızca %30 olmuştur[1].

Alet ve ekipman verimlilik standartları, ABD’ nin bugüne kadar uyguladığı en başarılı enerji tasarruf politikalarından biri olmuştur. Standart geliştirme işlemleri ABD’ de 1980’ lerin başında başlamış ve National Appliance Energy Conservation Act (Aletlerde Enerji Tasarrufu Ulusal Sözleşmesi) ile 1987 yılında ülke geneline yaygınlaştırılmıştır. 1988 ve 1992 yıllarındaki yasal düzenlemelerle ürün listeleri genişletilmiştir. Diğer taraftan Amerikan Enerji Bakanlığı, ilgili standartları periyodik olarak yenilemektedir.

Amerikan Enerji Bakanlığı’ na göre 2000 yılı itibariyle alet ve ekipman verimliliği için uygulanan standartlar yaklaşık olarak 21.000 MWh elektrik enerjisi tasarrufu yapılmasını sağlamıştır.

5.3. Almanya’da Talep Yönlü Yönetim Uygulamaları

Almanya’ da 1980 ile 1995 yılları arasında yapılan enerji tasarrufu çalışmaları neticesinde enerji tüketiminde %30’ a varan tasarruflar elde edildiği görülmüştür. Bu çok önemli başarıda hiç kuşkusuz ki uygulanan talep yönlü yönetim stratejilerinin de çok önemli bir yeri bulunmaktadır. Özellikle konutların enerji tüketimi ile ilgili uygulanan talep yönlü yönetim stratejileri ısıtma sistemlerinin modernizasyonunu, enerji verimliliği son derece düşük olan tesisatların tümüyle yeniden inşaa edilmesini, ısı yalıtımının yönetmelikle uygun şekilde revizyonunu içermekteydi. Tüm bu işlemlerin yapılabilmesi devlet tarafından teşvik edilmiştir. Bunun için gerek vergi indirimleri gerekse düşük faizli ve uzun vadeli kredi uygulamaları kullanılmıştır.

Ayrıca, elektrikli ev aletlerini etiketlemeyle ilgili AB Direktifi 30 Ekim 1997 tarihli Enerji Etiketleme Yönetmeliği ile uygulanmaya başlamıştır. Almanya’ da 1998’ den beri büyük ev aletlerinden pek çoğuna, enerji tüketimi ve diğer ürün karakteristikleriyle ilgili bilgileri içeren standart etiketlere sahip olma zorunluluğu getirilmiştir.

5.4. Japonya’da Talep Yönlü Yönetim Uygulamaları

Japonya, enerji verimliliğinin artırılması ve enerji tasarrufu konularında pek çok bilimsel çalışmaya imza atmış, ortaya konulan fikirlerin pek çoğunun hayata geçirildiği ülkelerden birisidir. Kuşkusuz ki, bunun en önemli nedeni ülkenin gelişmiş sanayisinin ihtiyaç duyduğu yüksek enerji tüketimidir. 2000 yılı enerji tüketim rakamları incelendiğinde, Japonya’nın enerji tüketiminin ülkemizin enerji tüketiminden yaklaşık dokuz kat fazla olduğu görülür[1].

Japonya’da Enerji Tasarrufu Kanunu 1999 yılında yenilenmiştir. Yenilenen kanunun en önemli ayaklarından birini “Top Runner Programı” oluşturmaktadır. OECD’ye üye ülkelerin çoğunda, önemli miktarda enerji tüketen buzdolapları, klimalar ve diğer elektrikli ev aletlerinde enerji tasarrufunu teşvik etmek için, ürünlerin enerji tüketim miktarlarının ne seviyede olduğu bilgisini içeren etiketleme yapılması imalatçı firmalar için bir zorunluluk haline getirilmiştir. Japonya ise bu çalışmayı bir adım daha ileriye götürmüş ve etiketleme zorunluluğunun yanısıra hedeflenen enerji tüketim seviyelerinde cihazlar üretilmesi için imalatçı firmalar teşvik edilmiştir.

“Top Runner Programı” esas olarak bu temel eksenine oturtulmuş bir programdır. Top Runner Programı’ nın kapsadığı ürünlerden başlıcaları otomobiller, dizel yakıtlı otomobiller, kamyonlar, dizel yakıtlı kamyonlar, klimalar, floresan lambalar, buzdolapları, televizyonlar, bilgisayarlar, videolar ve fotokopi makinalarıdır. Program kapsamına giren ürünler farklı boyutta, modelde ve işlevde olduğundan, ürün grupları çeşitli kategorilere ayrılmakta ve her bir ürün için farklı standartlar tanımlanmaktadır.

Japonya’nın iklimi hem uzun dönemli süreçlerde, mevsim değişiklikleri gibi, hem de kısa vadeli süreçlerde, gece – gündüz değişikliği gibi, yüksek sıcaklık değişimlerine sahiptir. Bu sebeple klima kullanma oranı Japonya’ da çok yüksektir. Bu oranın çok yüksek olması beraberinde iklimlendirme için harcanan enerji miktarının da yüksek olmasına sebebiyet vermektedir. Klimaların enerji verimlilik endekslerinin yapılan çalışmalar neticesinde her geçen gün daha da aşağıya çekilmesi hedeflenmektedir. Amaç, iklimlendirme için harcanan enerji miktarını olabildiğince aşağıya çekebilmektir.

Japonya’ da enerji verimliliğinin artırılması için devlet tarafından çeşitli finansal modeller oluşturularak teşvikler verilmektedir. En önemli teşvik mekanizmalarından bir tanesi vergi indirimlerinin uygulanmasıdır. Enerji verimliliğine yönelik ekipman satın alımı yapan firmalara, ekipman bedeli üzerinden %7’ lik bir gelir vergisi indirimi yapılması kararlaştırılmıştır. On yıldan beri uygulanan bu teşvik, 20.000 kadar çeşitli ölçekteki firma tarafından kullanılmıştır. İkinci bir teşvik metodu ise devlet bankaları tarafından verilen uzun geri ödeme süresine sahip, düşük faizli kredilerdir. Devlet bankaları; enerji üreten kuruluşlar, sanayi kuruluşları, kojenerasyon tesisleri ve diğer şirketlere projenin enerji verimliliğine katkısı oranında otuz yıla kadar yayılabilen düşük faizli krediler vermektedir.

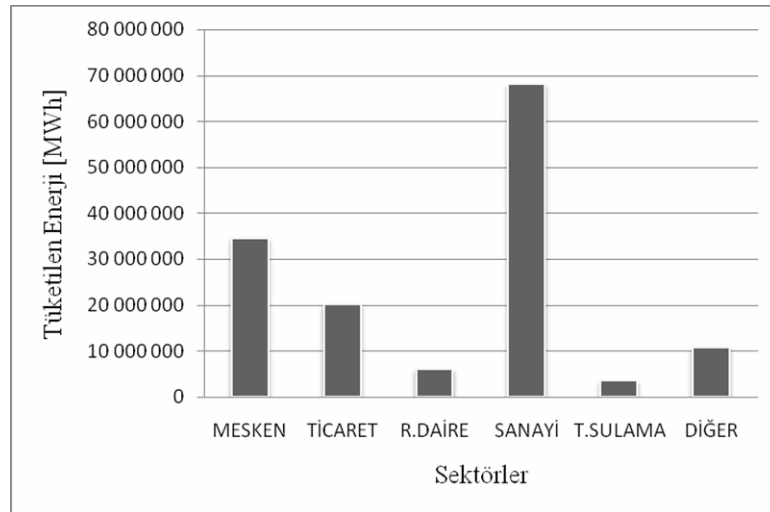
Enerji verimliliği bilincinin çok yüksek olduğu Japonya’da, çalışmalar sadece devlet eliyle yürütülmemekte, hem sanayi kuruluşları hem de halk çalışmalara gönüllü destek sağlamaktadır. Diğer yandan, şehir yönetimleri de kendi sınırları içinde zaman zaman çeşitli verimlilik programları uygulamaktadırlar. Bunlardan biri olan Kawagoe şehri, elektrik tasarrufu konusundaki uygulamasıyla çok ilginç bir örnek olmuştur. Şehir yönetimi, yıllık elektrik tüketimini her yıl %1 oranında düşürmeyi hedefleyen hayranlık uyandırıcı bir kampanya başlatmıştır. 4 yılın sonunda ekstra herhangi bir yatırım yapmadan elektrik tüketiminde %5’ lik bir tasarruf sağlanması başarılmıştır. Bu rakam ise 10 milyon KWh’ lik enerji tasarrufuna ve yaklaşık 3

milyon USD' lik bir ekonomik kazanıma tekabül etmektedir. Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu konusunu stratejik bir hedef olarak gören Japonya ilerleyen süreç içinde uygulamaya koyacağı pek çok talep yönlü yönetim strateji üzerinde bugünden çalışmalarına devam etmektedir. Bu stratejilerden bazıları, sanayide gönüllü faaliyet programı, enerji verimlilik endeksi düşük ekipmanların kullanımının teşvik edilmesinin ülke genelinde yaygınlaştırılması, enerji verimli aparatları sınıflandırma katalogunun oluşturulması, enerji tasarrufu sağlayan ürünler hakkında bilgi servisinin oluşturulmasıdır.

6. PİLOT BÖLGEDE ENERJİ TASARRUFU ÇALIŞMALARI

6.1. Çalışma İle İlgili Genel Bilgiler

Şu ana kadar talep yönlü yönetim stratejileri ile ilgili vermiş olduğumuz bilgiler ve örnekler ışığında, bu tarz çalışmaların fosil yakıt rezervleri son derece kısıtlı olan ülkemizde de uygulanabileceğini ve elde edilecek kazanımların ülkemiz ekonomisi için son derece faydalı olacağını düşünmekteyiz. Bu bağlamda ilerleyen bölümlerde detaylıca anlatılacak olan pilot bir bölgede enerji tasarrufu uygulamaları için bir takım öneriler getirilmiştir. Öncelikli olarak, çalışmamızın dağınık bir yapıdan kurtulması ve elde edilecek sonuçların daha rahat anlaşılabilmesi ve analiz edilebilmesi için sektörel bazda bir ayırım yapılması gereği duyulmuştur. Bu ayırım konutlar, ticari binalar, sanayi tesisleri, resmi kurumlar ve tesisler ile tarımsal sulama olarak yapılmış ve önerilerimiz sadece konutlarda sağlanabilecek enerji tasarrufunun hesaplanması ile sınırlandırılmıştır. Böyle bir seçim yapılmasındaki diğer bir kriterimiz ise konut modellemesinin mevcut olan konutlardaki enerji tüketimini yüksek bir yüzdeyle gerçekleştirebilmesidir. Ayrıca konutlarda tüketilen enerjinin, toplam tüketim içerisindeki payının Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2006 yılı verilerine göre %24 olarak gerçekleşmesi çalışmamızı konutlardaki enerji tüketimi üzerine yoğunlaştırmamızı sağlamıştır.



Şekil 6.1: Sektörel Bazda Enerji Tüketim Dağılımları

Bu çalışmamızda, elde edilecek sonuçların, ülkemiz enerji tüketim gerçeklerini yansıtabilmesi için Türkiye İstatistik Kurumu' nun konutlarda enerji tüketimi ile ilgili ortaya koyduğu veriler çalışmamızda kullanılmıştır. Kurumun 1998 yılında yapmış olduğu Konutların Enerji Tüketim Karakteristikleri Anketi, tarafımızca kurumdan talep edilmiştir. Maalesef, kurumun konutlarda enerji tüketim karakteristikleri üzerine yapmış olduğu daha güncel bir çalışma mevcut değildir. Çalışmanın yapılmasından bu yana geçen on yıllık süreçte kullandığımız verilerde değişiklikler olacağı açıktır. Ancak, çalışmamızın neticesinde ortaya çıkacak olan verilerdeki değişikliğin, çalışmamız sonuçları büyük bir oranda değiştirmeyeceğini düşünmekteyiz. Böyle bir düşünceye sahip olmamızın sebebi de hiç kuşkusuz ki, son on yıllık süreçte ülkemizde enerji verimliliği ve enerji tasarrufu üzerine yapılmış olan çalışmaların son derece kısıtlı olması ve hayata geçirilmiş uygulamaların yine aynı oranda son derece az olmasıdır. Pilot bölge seçiminde herhangi bir kriter gözetilmemiş, Samsun şehrimiz tamamen rastlantısal olarak çalışmamıza konu olan şehir olarak kabul edilmiştir. Çalışmamızda, konutlardaki enerji tüketim karakteristikleri incelenerek, konutlardaki toplam harcanan enerjide en büyük paya sahip olan aydınlatma ve ısıtma yükleri için öneriler sunulmuş ve bu önerilerin sağlayacağı enerji tasarrufu ve bunun ekonomik kazancı hesaplanmıştır. Öncelikli olarak, aydınlatma yükleri ile ilgili olan çalışmamızı inceleyelim.

6.2. Aydınlatma Yükleri İle İlgili Öneriler ve Hesaplamalar

Ülkemiz genelinde olduğu gibi Samsun ilinde de konutlardaki enerji tüketiminin önemli bir oranı aydınlatma amaçlı kullanıma ayrılmıştır. Bu bağlamda, çalışmamızın ilk kısmında Samsun ili kapsamında konutlarda kullanılan mevcut aydınlatma sistem ve gereçlerinin yerine enerji verimliliği yüksek ürünler önerecek ve bu değişikliğin ortaya çıkaracağı enerji tasarrufunun ne seviyelerde olacağını hesaplamaya çalışacağız. Talep yönlü yönetim stratejilerinin geliştirilmesi çalışmalarında aydınlatma yükleri üzerine bugüne kadar pek çok deney ve simülasyon yapılmıştır[8]. Bunun sebeplerini anlamak zor değildir. Uygulama kolaylığı, uygulama maliyetinin son derece düşük olması ve ilk yatırım maliyetinin geri dönüş süresinin kısa oluşu konutlarda aydınlatma yüklerinde enerji tasarrufu yapılmasını önemli bir konu haline getirmektedir. Konutlardaki aydınlatma yüklerinde tasarruf sağlanabilmesi için getireceğimiz öneri hali hazırda satışları devam eden ve kolaylıkla temin edebileceğimiz kompakt floresan lambaların

kullanımı olacaktır. Ülkemizdeki aydınlatma eğilimi, son yıllarda ufak bir değişiklik göstermeye başlasa da halen akkor flamanlı lambaların kullanılması üzerinedir. Buradan hareketle, ilk olarak 100 Watt gücündeki bir akkor flamanlı lamba ile 23 Watt gücündeki bir kompakt floresan lambanın karşılaştırmasını yapalım. İlk yatırım maliyetimizi hesap edebilmek için bu iki lambanın piyasadaki satış fiyatlarını bilmemiz gerekecektir.

Bir adet 100 Watt akkor flamanlı lambanın satış fiyatı 0,75 YTL iken, 23 Watt kompakt floresan lambanın birim satış fiyatı 5 YTL' dir. Üretici firmalar tarafından bu iki ayrı lamba tipi için belirtilen işletme ömürleri ise 100 Watt akkor flamanlı lamba için 750 saat ve 23 Watt kompakt floresan lamba için 10.000 saattir. Buradan hareketle, 10.000 saatlik kullanım süresi içerisinde 1 adet kompakt floresan lamba kullanırken, kaç adet akkor flamanlı lamba kullanılması gerektiğini hesaplayabiliriz.

$$L = \frac{KFL}{AFL} = \frac{10.000saat}{750saat} = 13,33 \text{ adet} \quad (6.1)$$

Görüldüğü üzere, 10.000 saatlik işletme süresi boyunca 1 adet kompakt floresan lamba kullanılırken, 13,33 adet akkor flamanlı lamba kullanılması gerekmektedir. Hesaplama kolaylığını sağlayabilmek amacıyla 13 adet akkor flamanlı lamba kullanılacağı düşünülecektir. 10.000 saatlik işletme süresi içerisinde 1 adet akkor flamanlı lamba ile 1 adet kompakt floresan lambanın harcayacağı enerji miktarlarını hesaplayalım. Enerji, birim zamanda yapılan iş olarak tanımlandığına göre, enerjinin tanımını aşağıdaki gibi verebiliriz.

$$Enerji = Güç \times Zaman \quad (6.2)$$

Bu formülüzasyondan hareketle, hem akkor flamanlı lamba ve kompakt floresan lambanın 10.000 saatlik işletme süresinde harcayacağı enerji miktarları aşağıdaki gibi olur.

$$E_{AFL} = 100W \times 10.000saat = 1.000KWh \quad (6.3)$$

$$E_{KFL} = 23W \times 10.000saat = 230KWh \quad (6.4)$$

Kompakt floresan lamba ile akkor flamanlı lambanın 10.000 saatlik işletme süresinde harcayacakları enerji miktarlarını hesapladıktan sonra bu süre içerisinde elde edeceğimiz enerji tasarrufu miktarını hesaplayalım.

$$E_{TAS} = E_{AFL} - E_{KFL} \quad (6.5)$$

$$E_{TAS} = 1.000 - 230 = 770KWh \quad (6.6)$$

Sağlanacak tasarruf miktarının oransal değeri ise aşağıdaki formülden kolayca hesaplanabilir.

$$TO = \frac{E_{AFL} - E_{KFL}}{E_{AFL}} \times 100 = \frac{1.000 - 230}{1.000} \times 100 = \%77 \quad (6.7)$$

Görüldüğü üzere 1 adet kompakt floresan lambanın 1 adet akkor flamanlı lambaya tercih edilmesi tüketilen enerji miktarında %77'lik bir tasarruf sağlanabilmesini mümkün kılmaktadır. Bir sonraki hesabımız 10.000 saatlik işletme süresi boyunca her iki lamba tipi için cebimizden çıkacak bedelin hesaplanması olacaktır. Bu hesaplamanın yapılabilmesi için elektrik enerjisi birim fiyatını TEDAŞ'ın geçerli birim fiyatı olan 0,124 YTL olarak kullanacağız. Yukarıda hesapladığımız tüketim miktarlarından elektrik enerjisi için cebimizden çıkacak tutarı her iki tip içinde aşağıdaki gibi hesaplayacağız.

$$M_{AFL} = E_{AFL} \times 0,124YTL / KWh = 1.000KWh \times 0,124YTL / KWh = 124YTL \quad (6.8)$$

$$M_{KFL} = E_{KFL} \times 0,124YTL / KWh = 230KWh \times 0,124YTL / KWh = 28,52YTL \quad (6.9)$$

Hesaplamanızın bir sonraki adımı 10.000 saatlik işletme süresi boyunca 1 adet kompakt floresan lamba ile 1 adet akkor flamanlı lambanın kullanılması durumunda ortaya çıkacak olan toplam maliyetin hesaplanmasıdır. Bunun için, yukarıda hesapladığımız işletme maliyetine ilave olarak donanım maliyetini de hesaplamalı ve bunu işletme maliyetine eklemeliyiz.

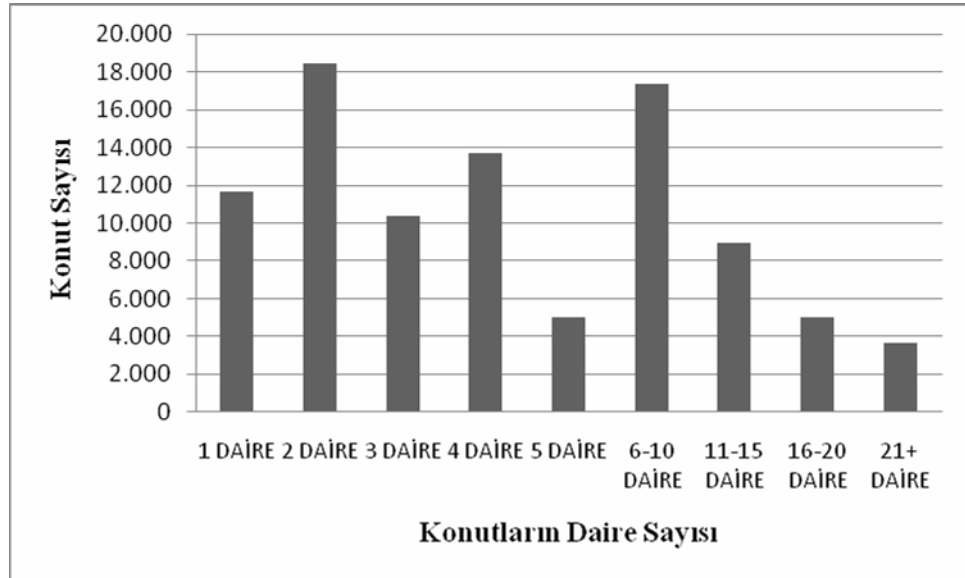
Donanım maliyetlerinin hesabı aşağıda görüldüğü şekilde kolaylıkla yapılabilir.

$$DM_{AFL} = 13 \times 0,75YTL = 9,75YTL \quad (6.10)$$

$$DM_{KFL} = 1 \times 5,00 \text{ YTL} = 5,00 \text{ YTL} \quad (6.11)$$

Şimdi 10.000 saatlik işletme süresi boyunca her iki lamba tipinin kullanılması durumunda oluşacak maliyetleri kolaylıkla hesaplayabiliriz. Akkor flamanlı lamba kullanılması durumunda maliyet, işletme maliyeti ile donanım maliyetinin toplamı olan 133,75 YTL'yi bulmaktadır. Kompakt floresan lamba tercih edilmesi durumunda ise maliyetimiz sadece 33,52 YTL olmaktadır. Yukarıdaki hesaplamalarımız birer adet kompakt floresan lamba ve akkor flamanlı lamba için 10.000 saatlik işletme süresi boyunca harcanan enerji ve toplam maliyeti içerdiğini unutmamız gerekmektedir. Bu hesaplamalar ışığında, seçili pilot bölgemiz olan Samsun ili için hesaplamalar yapmaya başlayabiliriz.

Türkiye İstatistik Kurumu, Konutlarda Enerji Tüketim Karakteristikleri Anketi çalışmasına göre Samsun ilinde mevcut konut sayısı 94.129 adettir. Yine aynı, çalışmada konutların daire sayısına göre istatistiksel dağılımı Şekil 6.2' de görüldüğü gibidir.



Şekil 6.2: Samsun İli Konutların Daire Sayısına Göre Dağılımı

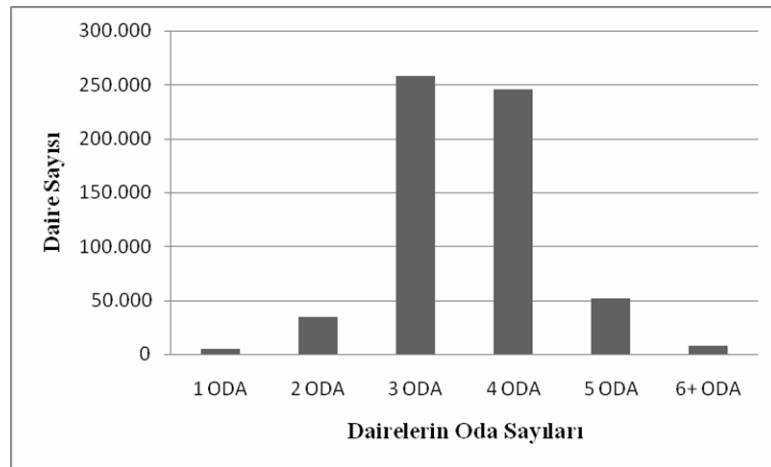
Konutların daire sayısına göre dağılımı incelememizdeki amaç, il genelinde akkor flamanlı lambalar ile kompakt floresan lambaların değişikliğini yaptığımızı varsaydığımızda değişiklik yapılacak lamba sayısına en doğru şekilde ulaşabilmektir. Buradan hareketle bir sonraki adımda, mevcut dairelerin oda sayısına göre dağılımını göz önüne alacağız. Öncelikle, daire sayısına göre konutların dağılımını bir tablo halinde tekrar verelim.

Tablo 6.1: Konutların Daire Sayısına Göre Dağılımı

KONUT TİPLERİ	KONUT SAYILARI	YÜZDELİK ORAN
1 Daireli Konutlar	11.662	12,39
2 Daireli Konutlar	18.445	19,60
3 Daireli Konutlar	10.353	11,00
4 Daireli Konutlar	13.685	14,54
5 Daireli Konutlar	4.998	5,31
6-10 Daireli Konutlar	17.374	18,46
11-15 Daireli Konutlar	8.925	9,48
16-20 Daireli Konutlar	4.998	5,31
20+ Daireli Konutlar	3.689	3,92

Tablo6.1’ den hareket ederek kolaylıkla Samsun ili sınırları içerisinde yer alan daire sayısını çıkarabiliriz. Bunu hesaplayabilmek için, daire sayısına göre tipiklere ayrılmış olan konut sayıları ile tipiklerde belirtilen daire sayılarını çarpmamız yeterli olacaktır. Burada, üç tipik konut için varsayımlar yapmamız gerekecektir. Bu varsayımlar, 6-10 daireli konutlar için daire sayısının 8, 11-15 daireli konutlar için daire sayısının 14, 16-20 daireli konutlar için daire sayısının 18 ve 20’den fazla daireli konutlar için daire sayısının 24 olarak kabul edilmesidir. Kabullerimiz neticesinde Samsun ili için toplam daire sayısı 601.783 olarak hesaplanır.

Çalışmamızdaki bir sonraki adımımız, il sınırları içerisindeki dairelerde yer alan toplam oda sayısının tespit edilmesi olacaktır. Bu noktada da Konutlarda Enerji Tüketim Karakteristikleri Anketi içerisinde yer alan istatistiki verileri kullanacağız. Bu verilerde ilgili çalışmanın oda sayısına göre konut sayısı ve oranı başlığı altında toplanmıştır. Bu dağılım Şekil6.3’ de görülebilir.



Şekil 6.3: Samsun İli Dairelerin Oda Sayısına Göre Dağılımı

Dairelerin oda sayısına göre dağılımını detaylı bir şekilde Tablo6.2’ de görebiliriz.

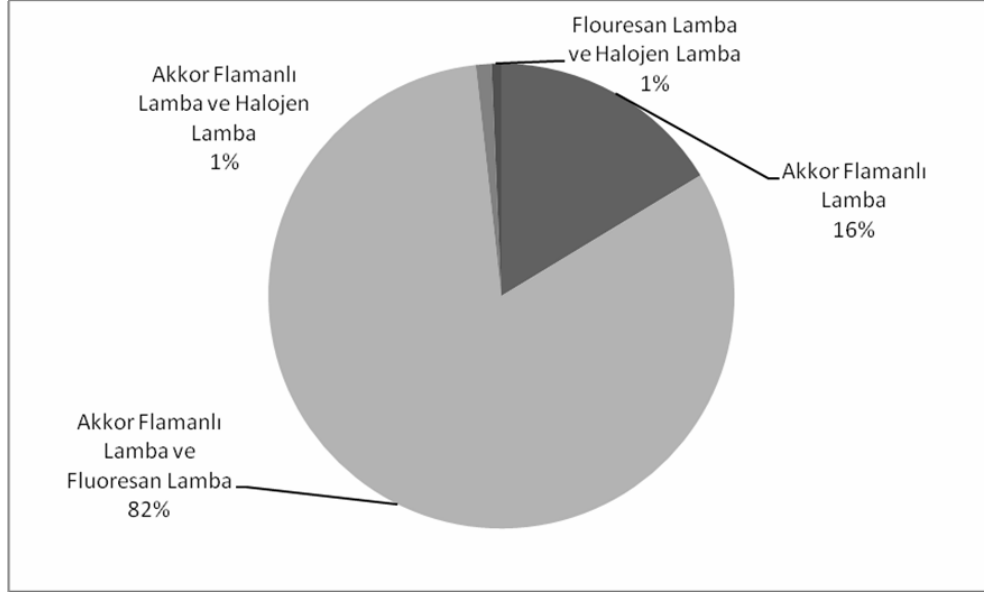
Tablo 6.2: Dairelerin Oda Sayısına Göre Dağılımı

DAİRE TİPLERİ	DAİRE SAYILARI	YÜZDELİK ORAN
1 Odalı Daireler	4.814	0,80
2 Odalı Daireler	34.302	5,70
3 Odalı Daireler	258.165	42,90
4 Odalı Daireler	245.528	40,80
5 Odalı Daireler	51.753	8,60
6+ Odalı Daireler	7.221	1,20

Tablo6.2’ deki verilerden de yararlanarak toplam oda sayısına ulaşmamız mümkün olacaktır. Daire sayısı ile daire tipiklerinde yer alan oda sayılarının çarpımı bize toplam oda sayısını verecektir. Toplam oda sayısı bu hesaplama yöntemi ile 2.132.116 adet olarak bulunur.

Bir sonraki adımda, konutlarda kullanılan aydınlatma cihazları ile ilgili istatistiki verileri kullanacağız. Türkiye İstatistik Kurumu’ nun verilerine göre konutlarda kullanılan aydınlatma cihazları dört ana başlık altında toplanmıştır. Gruplandırma şu şekilde yapılmıştır. Sadece akkor flamanlı lambaların kullanıldığı konutlar, akkor flamanlı lambalar ve floresan lambaların birlikte kullanıldığı konutlar, akkor flamanlı lambalar ve halojen lambaların birlikte kullanıldığı konutlar ile floresan lambaların ve halojen lambaların birlikte kullanıldığı konutlar. Bu araştırmanın 1998 yılında yapılmış ve daha sonra güncellenmemiş olmasının getirdiği sıkıntılardan birisi bu noktada önümüze çıkmaktadır. Şöyle ki, aydınlatma cihazlarına göre gruplandırma yapılırken kompakt floresan lambalar sınıflandırmaya dahil edilmemiştir. Zaten, belirtilen yıl itibariyle ülkemizde kompakt floresan lamba kullanımının ancak büyük şehirlerimizde ve çok küçük bir oranda olduğunu hatırlamakta fayda bulunmaktadır. Ancak, bugünkü güncel duruma ilişkin bir istatistiksel çalışma yapılmadığı için, konutlarda hangi oranda kompakt floresan lamba kullanıldığı bilgisine sahip değiliz.

Çalışmamızda yukarıda bahsi geçen dört gruptan ikisini kullanıldı. Bu gruplar akkor flamanlı lamba ile aydınlatılan konutlar ile hem akkor flamanlı hem de floresan lamba ile aydınlatılan konutlardır. Şekil6.4’ te konutlarda kullanılan aydınlatma cihazlarının tiplerine göre dağılımını görmek mümkündür.



Şekil 6.4: Konutlarda Kullanılan Aydınlatma Cihazları Oranı

Konutlarda kullanılan aydınlatma cihazlarının yüzdesel dağılımını verdikten sonra, bu oranları konutlardaki oda sayıları ile ilişkilendirmek durumundayız. Bu ilişkiyi şu şekilde kuracağız. Oranlardan hareket ederek 94.129 adet konutun 15.351 adetinde sadece akkor flamanlı lamba kullanıldığı, 78.183 adetinde ise akkor flamanlı lamba ile fluoresan lambanın birlikte kullanıldığını kolaylıkla hesaplayabiliriz. Bu yüzdesel oranları toplam oda sayısına da uygulayabiliriz. Böyle bir uygulama gerçekleştirildiğinde hata oranının ihmal edilebilecek kadar küçük olacağı kabul edilebilir.

Toplam 2.132.116 adet odanın %16' lık oranında sadece akkor flamanlı lamba kullanıldığı ve bunun da 341.138 adet odaya karşılık geldiği görülmektedir. Toplam oda sayısının %82' lik kısmında ise akkor flamanlı lamba ile fluoresan lamba birlikte kullanılmaktadır, ve bunun da 1.748.335 odaya tekabül ettiği görülmektedir. Bu noktada yeni bir kabul yapmak durumundayız. Her iki tip aydınlatma cihazının kullanıldığı 1.748.335 odanın %60' ında akkor flamanlı lamba ve %40' ında fluoresan lamba kullanıldığını kabul edelim. Bu bağlamda, akkor flamanlı lamba kullanılan toplam oda sayısı 1.390.139 olduğu kolayca hesaplanır.

Bu odaların tamamında bir adet 100 Watt akkor flamanlı lamba kullanıldığı ve bunların tamamının bir adet 23 Watt kompakt fluoresan lamba ile değiştirilmesi talep yönlü yönetim stratejimiz olarak düşünölsün. 100 Watt akkor flamanlı lambanın

lümen değeri 1690 iken 23 Watt kompakt floresan lambanın lümen değeri 1500' tür. Bu bağlamda lamba sayısında değişiklik yapma gereği duymamaktayız.

Toplam 1.390.139 adet akkor flamanlı lambanın, kompakt floresan lamba ile değiştirilmesi durumunda ortaya çıkacak toplam enerji tasarrufu, bunun ekonomik değeri ve bu değişikliği yapmanın toplam maliyetini hesaplayalım. Bu hesabı yaparken yukarıda izlediğimiz yöntemi takip edeceğiz. Öncelikle, 10.000 saatlik işletme süresi için hesaplama yapacağız. Daha sonrasında ise, hesabımızı bir yıl süreli kullanıma dönüştürerek, daha anlaşılabılır sonuçlar ortaya koyacağız.

Kullanımdaki mevcut akkor flamanlı lambaların, işletme ve donanım maliyet toplamının 10.000 saatlik işletme süresi için 133,75 YTL olduğunu hesaplamıştık. Buradan akkor flamanlı lambalar için toplam maliyet,

$$TM_{AFL} = 1.390.139 \times 133,75 YTL = 185.931.091 YTL \quad (6.12)$$

Kullanımını önerdiğimiz kompakt floresan lambaların, işletme ve donanım maliyet toplamının 10.000 saatlik işletme süresi için 33,52 YTL olduğunu hesaplamıştık. Buradan kompakt floresan lambalar için toplam maliyet,

$$TM_{KFL} = 1.390.139 \times 33,52 YTL = 46.597.459 YTL \quad (6.13)$$

Elde ettiğimiz sonuçların anlaşılabılır ve analiz edilebilir hale getirilmesi büyük önem arz eder. Bu sağlayabilmek için ulaştığımız sonuçları yıl bazında düzenlememiz gerekir. Yukarıda hesabı yapılan lambaların günde ortalama 10 saat enerjili kaldıklarını kabul edelim. Dolayısı ile bu lambalar bir yıllık süreçte toplam 3650 saat enerjili kalacaktır. Bu bağlamda senelik toplam maliyetler şu şekilde hesaplanabilecektir.

$$TMS_{AFL} = \frac{3.650}{10.000} \times 185.931.091 YTL = 67.864.848 YTL \quad (6.14)$$

$$TMS_{KFL} = \frac{3.650}{10.000} \times 46.597.459 YTL = 17.008.072 YTL \quad (6.15)$$

Formül 6.14 ve 6.15' ten görüldüğü üzere pilot bölge olarak seçilen Samsun ilinde kullanımda olan mevcut akkor flamanlı lambaların yerine kompakt floresan lambalar kullanılıyor olsaydı, senelik yaklaşık 50.000.000 YTL' lik bir ekonomik tasarruf elde ediliyor olacaktı. Ekonomik sorunla boğuşan ülkemizin 81 ilinden

sadece birinde ve yalnızca konutlardaki aydınlatma cihazlarının değiştirilmesi ile bir senede yapılabilecek tasarruf miktarı talep yönlü yönetim stratejilerinin detaylı bir şekilde çalışılarak, çok kısa sürede hayata geçirilmesinin önemini gözler önüne sermektedir. Olayın bir de tasarruf edilen enerji boyutuna bakalım. Samsun ili için sadece konutların aydınlatma yüklerinden elde edilecek senelik enerji tasarrufu miktarı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$E_{TASS} = \frac{3.650}{10.000} \times 1.390.139 \times 770 KWh = 390.698.565 KWh \quad (6.16)$$

Formül 6.16' dan görüldüğü üzere sadece konutlardaki aydınlatma yükünden elde edilebilecek senelik enerji tasarrufu 391.000 MWh mertebesindedir. Son olarak, şehirdeki tüm akkor flamanlı lambaların kompakt floresan lambalar ile değiştirilmesinin ilk yatırım maliyetine bir göz atalım.

Toplam 1.390.139 adet akkor flamanlı lambanın kompakt floresan lamba ile değişiminin maliyeti yaklaşık 7.000.000 YTL' dir. Bir senede elde edeceğimiz ekonomik kazanımın 50.000.000 YTL olacağı düşünülürse, böyle bir ilk yatırım maliyetinin devede kulak kalacağı aşıkardır. Dolayısı ile, lamba değişimi uygulamasının geri dönüşümünün beklemeksizin, hemen gerçekleşeceği görülmektedir. Dünya üzerinde uygulanan talep yönlü yönetim stratejilerinin büyük bir kısmının konutlarda aydınlatma cihazlarının yenilenmesi üzerine olması boşuna değildir. Yaptığımız çalışma da bunu bir kez daha haklı kılmaktadır.

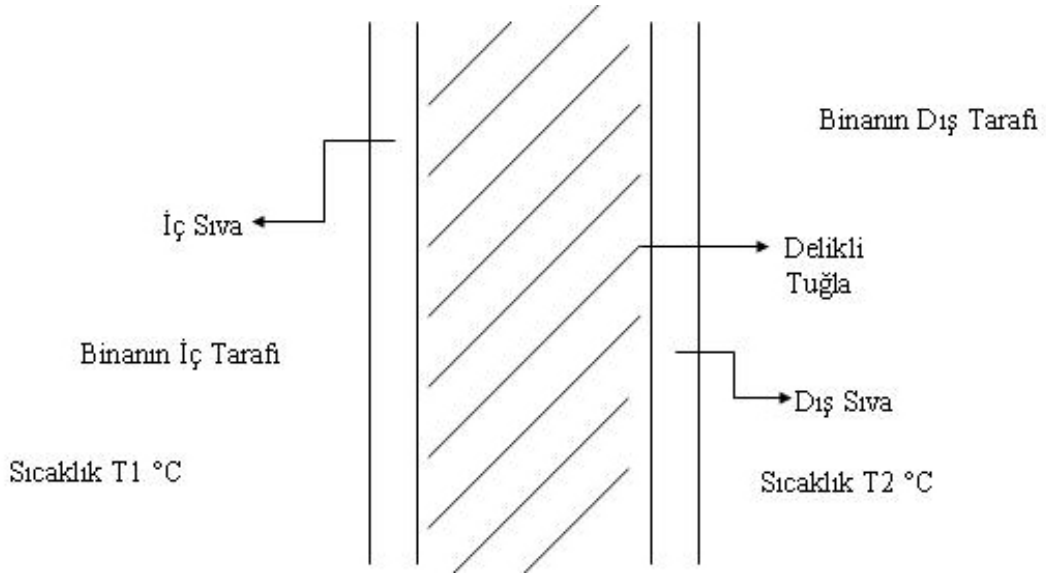
Tez çalışmamızın bir sonraki bölümünde, konutlarda enerji tüketiminde yine önemli bir paya sahip olan ısıtma yükleri ile ilgili önerileri ve hesaplamaları inceleyeceğiz.

6.3. Isıtma Yükleri İle İlgili Öneriler ve Hesaplamalar

Konutlarda tüketilen enerjinin önemli bir oranının aydınlatma yükleri için harcandığını bir önceki bölümümüzde anlatmıştık. Aydınlatma yükleri ile birlikte konutlardaki enerji tüketiminin en önemli öğelerinden bir diğeri de ısınma için harcanan enerjidir. Bu bağlamda ısınma enerjisi için önerilebilecek ve uygulanabilecek talep yönlü yönetim stratejileri enerji verimliliğin artırılması ve enerji tasarrufu yapılabilmesi noktasında büyük önem arz eder. Ülkemizdeki mevcut ısı yalıtımı yönetmeliklerinin gelişmiş ülkeler ile karşılaştırıldığında, oldukça eksik olduğu görülmektedir. Ancak bu haliyle bile yeterince uygulanmamakta, bu konuya

resmi kurumlar ve halkımız duyarsız davranmaktadır. Bir konut sahibi olunmak istendiğinde çoğu kimsenin baktığı ve önem verdiği şeyler gözle görünen vitrifiye, armatür, seramik ve benzeri ürünler olup, hiç kimse konut alırken konutun ısı yalıtımının ne ölçüde yapıldığını sormamaktadır. Isı yalıtımına gerektiği önemin verilmemesi, ülkemiz genelinde çok büyük çapta enerji kaybının meydana gelmesine sebebiyet vermektedir. Bu bağlamda, konutlarda ısınma yüklerine harcanan enerjiden tasarruf elde edilebilmesi ülkemiz için son derece önemlidir. Bu konu üzerine pek çok talep yönlü yönetim stratejisi geliştirilebilir ve ülke genelinde uygulanabilir.

Bu fikirden hareketle, pilot bölgemiz olan Samsun ili ile ilgili konutların çatı yalıtımlarının mevcut yönetmeliklere uygun hale getirilmesi durumunda elde edeceğimiz enerji tasarrufunu, bunun ekonomik bedelini ve yapılacak olan uygulamanın ilk yatırım maliyetini hesaplayarak, ortaya çıkacak sonuçları gündeme getirmek istedik. Bu çalışmamızda da seçili pilot bölgeyi doğruya en yakın şekilde modelleyebilmek için TÜİK tarafından hazırlanan Konutlarda Enerji Tüketim Karakteristikleri Anketi'nde yer alan istatistiksel verileri kullandık. Öncelikle, ısı yalıtımlı bir yüzey ile yalıtımsız bir yüzey için birim yüzeyde meydana gelen ısı kayıplarının ne şekilde hesaplandığına göz atalım.



Şekil 6.5: Isı Yalıtımı Bulunmayan Yüzey

Şekil 6.5' te herhangi bir ısı yalıtım malzemesi ile kaplanmamış bir yüzey görülmektedir. İç sıva, dış sıva ve delikli tuğladan oluşan üç tabakalı yüzey ülkemiz genelinde binalarda kullanılan geleneksel duvar yapısını göstermektedir. Birim yüzeyde oluşacak ısı kaybını hesaplamak için her üç katmanında ısı iletkenlik

katsayılarını kullanacağız. Bu katmanların ısı iletkenlik katsayılarını ve kalınlıklarını tablo 6.3’ te görebiliriz.

Tablo 6.3: Katman Kalınlıkları ve Isı İletkenlik Katsayıları

KATMAN	KALINLIK	ISI İLETKENLİK KATSAYISI
İç Sıva	0,02 mt	0,87 W/mK°
Delikli Tuğla	0,19 mt	0,50 W/mK°
Dış Sıva	0,03 mt	1,40 W/mK°

Birim yüzeyde oluşan ısı kaybının hesaplanabilmesi için ayrıca aşağıda belirtilen değişkenlerin de kullanılması gerekmektedir.

İç ortam sıcaklığı $T_1 = 22^{\circ}\text{C}$ ve dış ortam sıcaklığı $T_2 = -2^{\circ}\text{C}$ olduğunu kabul edelim. Bununla birlikte, iç yüzeyin ısı taşınım kapasitesi $\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ve dış yüzeyin ısı taşınım kapasitesi $\alpha_d = 23 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak kullanılacaktır. Bu iki değer, kullanılan malzemenin yapısına bağlı olarak tespit edilmiş değerlerdir. Bu değerlerin nasıl tespit edildiği, tez çalışmamızın kapsamı dışındadır. Birim yüzeydeki ısı kaybının hesaplanabilmesi için öncelikle, toplam ısı geçiş katsayısını hesaplayacağız.

$$\frac{1}{U_1} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_d} \quad (6.17)$$

Toplam ısı geçiş katsayısını yukarıda yer alan Formül 6.17 ile hesaplayacağız. Bu formülde yer alan λ_1 , λ_2 , λ_3 her bir katmanın ısı iletkenlik katsayısını göstermektedir. d_1 , d_2 , d_3 ise her bir katmanın kalınlıklarını göstermektedir. Böylece toplam ısı geçiş katsayısı,

$$\frac{1}{U_1} = \frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,19}{0,50} + \frac{0,03}{1,40} + \frac{1}{23} = 0,592 \text{ W} / \text{m}^2\text{K} \quad (6.18)$$

Buradan toplam ısı geçiş katsayısı U_1 ’ in $1,69 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülür. Toplam ısı kaybı ise şu şekilde hesaplanır.

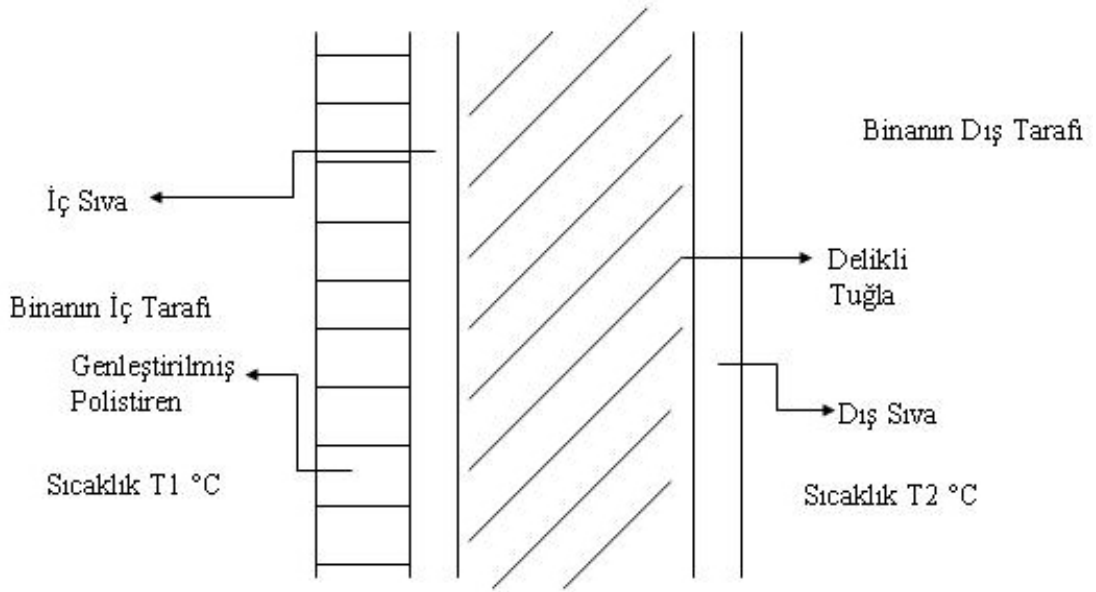
$$Q_{K1} = U_1 x (T_1 - T_2) = 1,69 x (22 - (-2)) = 40,56 \text{ W} / \text{m}^2\text{h} \quad (6.19)$$

Birim yüzeyde bir saatde meydana gelen toplam ısı kaybı 40,56 Watt olarak hesaplanmış oldu. Aynı ısı kaybı hesabını bir yalıtım malzemesi ile kaplanmış yüzey içinde yapalım. Bu bağlamda kullanımını önereceğimiz yalıtım malzemesi

genleştirilmiş polistiren olacaktır. Polistiren sert köpük, yapay organik bir ısı yalıtım malzemesi olup, ilk kez 1952 yılında Alman BASF firması tarafından üretilmiş ve Styropor adı altında tüm dünya genelinde satışa sunulmuştur. Hali hazırda ülkemizde bu malzeme strofor adı ile anılmakta ve yaygın bir şekilde ısı yalıtımı için kullanılmaktadır[4]. Bu ısı yalıtım malzemesinin kullanılmasını önermemizdeki başlıca sebepler şu şekilde sıralanabilir:

- Isı iletkenlik katsayısı diğer malzeme oranla daha düşüktür.
- Uygulaması diğer ısı yalıtım malzemelerine oranla daha kolaydır.
- Hafifliğinden dolayı nakliyesi çok kolaydır.
- Piyasada kolaylıkla bulunur.
- Maliyeti son derece düşüktür.

Yalıtımsız yüzey için yapılan ısı kaybı hesabımızı, aynı yüzeyi 5 cm kalınlığında genleştirilmiş polistiren kaplandığını düşünerek tekrar yapalım.



Şekil 6.6: Isı Yalıtımı Bulunan Yüzey

Şekil 6.6' da birim yüzeyimizin 5 cm kalınlığında genleştirilmiş polistiren ile kaplandığını görmekteyiz. Genleştirilmiş polistiren maddesinin ısı iletkenlik katsayısı 0,04 W/m²K olarak verilmiştir. Bu yüzeydeki ısı kaybını aşağıda görüldüğü gibi hesaplayacağız.

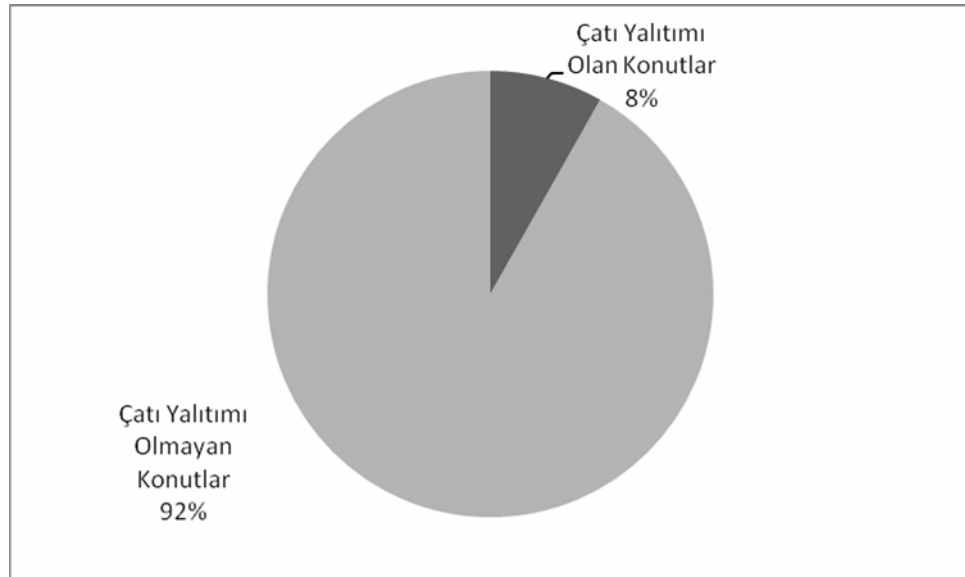
$$\frac{1}{U_2} = \frac{1}{U_1} + \frac{0,05}{0,04} = 0,592 + 1,25 = 1,842 W / m^2 \circ K \quad (6.20)$$

Buradan toplam ısı geçiş katsayısı U_2 ' in $0,54 W/m^2 \circ K$ olduğu görülür. Toplam ısı kaybı ise şu şekilde hesaplanır.

$$Q_{K2} = U_2 x (T1 - T2) = 0,54 x (22 - (-2)) = 12,96 W / m^2 h \quad (6.21)$$

Isı yalıtım malzemesi olarak genleştirilmiş polistiren kullanılması durumunda birim yüzeyde bir saatte ortaya çıkan ısı kaybının 12,96 Watt olacağı hesaplanmış oldu. Dolayısı ile, ısı kaybındaki azalma oranının yaklaşık %68 oranında olacağı kolaylıkla görülebilir. Bu oranın son derece yüksek bir oran olduğu ve ısı yalıtımı ile ilgili uygulanabilecek talep yönlü yönetim programları neticesinde büyük tasarruflar elde edilebileceği görülmektedir.

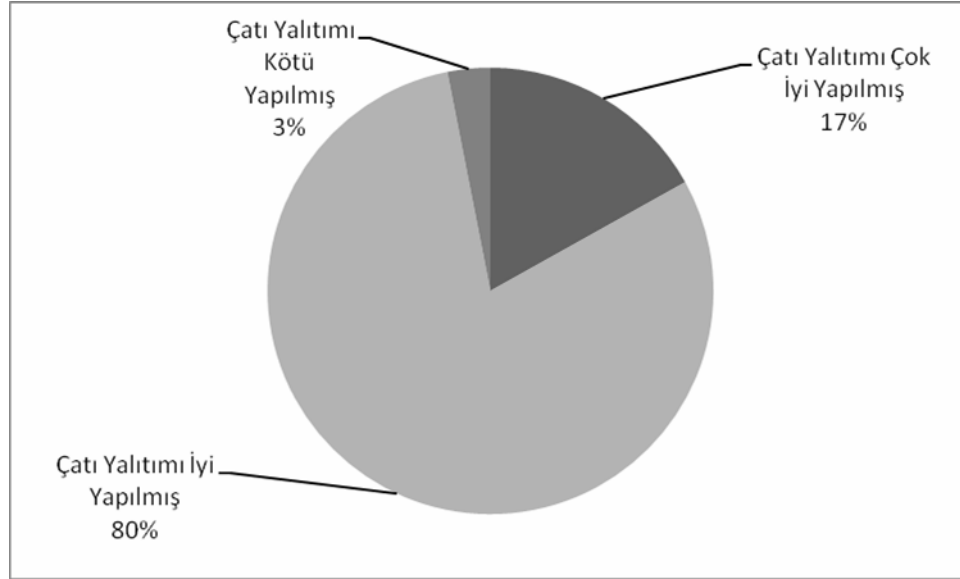
Bir sonraki adımıımızda TÜİK verilerini kullanarak pilot bölge olarak seçtiğimiz Samsun ili için genleştirilmiş polistiren maddesini kullanarak, ısı yalıtımı yapılmamış çatılarda ne ölçüde bir tasarruf sağlanabileceğinin hesabını yapalım. Samsun ili sınırları içerisinde yer alan 94.129 konutun çatı yalıtımı olanlarının sayısı sadece 7.719' dur. Bu sayı yaklaşık %8,2' lik bir orana tekabül eder.



şekil 6.7: Samsun İli Konutların atı Yalıtımı Durumu

Ayrıca, mevcut çatı yalıtımlarının durumu, Konutlarda Enerėi Tüketim Karakteristikleri Anketi' ne göre üç gruba ayrılmıştır. Yalıtımı çok iyi olanlar, iyi

olanlar ve kötü olanlar olarak gruplandırma yapılmış ve çatı yalıtımı kötü olarak tanımlanan konutlarda hesabımız içerisine katılmıştır.



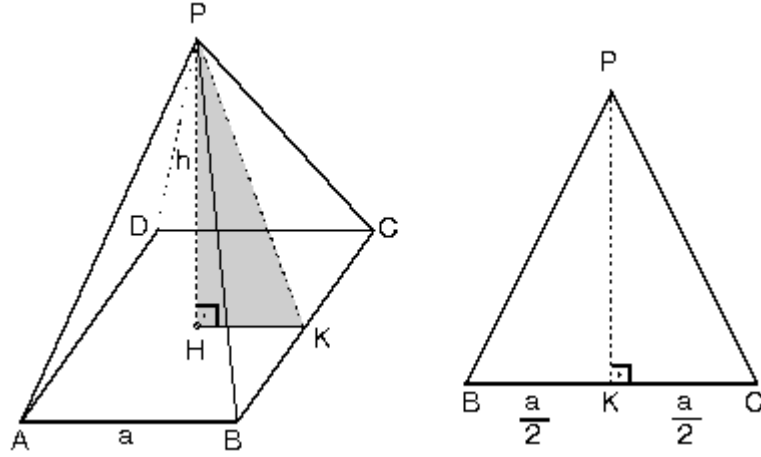
Şekil 6.8: Samsun İli Konutların Çatı Yalıtımı Kalitesi

Şekil 6.8’ den de görüleceği üzere mevcut çatı yalıtımlı konutların %3’ lük kısmının yalıtım kalitesi kötüdür. Çatı yalıtım kalitesi kötü olan 240 adet konutu da, yalıtımı hiç bulunmayan 86.410 adet konuta ilave ederek, çalışmamız kapsamında yer alacak konut sayısını tespit etmiş oluruz. Bu sayı, 86.650’ dir.

Çalışmamız kapsamında yer alacak konut sayısının tespit edilmesinden sonra, çalışmamıza konu olacak yani, yalıtım malzemesi ile kaplanacak yüzeyin tespit edilmesi safhasına gelinir. Maalesef, çalışmamız başından bu yana kullandığımız Konutlarda Enerji Tüketim Karakteristikleri Anketi’ nde yer alan veriler ile bu yüzey alanının tespit edilmesi mümkün değildir. Bu bağlamda, elimizdeki verilerden bir takım kabuller de yaparak yüzey alanı hesaplamak durumundayız. Bu hesaplama yöntemi, özetle şu şekilde gerçekleştirilmiştir.

İlgili çalışmadaki verilere göre Samsun ili sınırları içerisinde yer alan konutlardaki dairelerin %80,3’ ü 80 m² ile 120 m² arasında alana sahiptir. Çatı yalıtımı bulunmayan konutların içerisinde yer alan dairelerin de 80 m² ile 120 m² arasında alana sahip olduklarını kabul edelim. Hesaplamalarımızda ortalama alanı da 100 m² olarak alalım. Mevcut binaların her bir katında kaç adet dairenin yer aldığı bilgisi de Konutlarda Enerji Tüketim Karakteristikleri Anketi’ nde yer almamaktadır. Bu bağlamda, ülkemizdeki geleneksel konut inşaatlarını göz önüne getirerek ısı yalıtımı

yapacağımız konutların %50' sinin her katta 2 dairesel konutlar, %35' inin her katta 1 dairesel konutlar ve %15' inin de her katta 4 dairesel konutlar olduğunu kabul edelim. Ayrıca, tüm çatıların geleneksel meyilli yapıda inşa edildiklerini kabul edelim. Bu kabullerimiz neticesinde çatıların Şekil 6.9'da görüldüğü gibi tabanı kare olan piramit şeklinde olduğunu düşüneceğiz.



Şekil 6.9: Çatıların Geometrik Yapısı

2 dairesel konutlar için taban alanını 196 m^2 , dolayısı ile tabanın bir kenarını 14 mt, 1 dairesel konutlar için taban alanını 100 m^2 , dolayısı ile tabanın bir kenarını 10 mt ve 4 dairesel konutlar için taban alanını 400 m^2 ve tabanın bir kenarı 20 mt olarak kabul edecek ve bu şekilde hesaplarımızın içerisinde kullanacağız. Ayrıca, h yüksekliğini de 1 ve 2 dairesel konutlar için 2 mt ve 4 dairesel konutlar için 3 mt alacağız. Bu değerler ışığında geometrik hesaplamalar yapıldığı takdirde 1 dairesel konutlar için çatı yüzey alanı 108 m^2 , 2 dairesel konutlar için $142,8 \text{ m}^2$ ve 4 dairesel konutlar için de $417,2 \text{ m}^2$ olarak hesaplanır.

Bu yüzey alanlarını kullanarak çatı yalıtımı yapacağımız toplam yüzey miktarına kolayca ulaşırız.

Çatı yalıtımı yapılacak toplam 86.650 adet konutun %35' lik oranının her katta 1 daire içerdiğini kabul etmiştik. Dolayısı ile her katta bir daire içeren çatı yalıtımsız konut sayısı 30.328 adet olur. Aynı yaklaşımla, her katta 2 daire içeren çatı yalıtımsız konut sayısı 43.325 ve her katta 4 daire içeren çatı yalıtımsız konut sayısı 12.997 adet olarak bulunur. Çatı yalıtımı yapılacak toplam yüzey alanının hesaplanması için, konut sayıları ile çatı yüzey alanlarının çarpılarak toplanması yeterli olacaktır.

$$S = (108 \text{ m}^2 \times 30.328) + (142,8 \text{ m}^2 \times 43.325) + (417,2 \text{ m}^2 \times 12.997) \quad (6.22)$$

Buradan, çatı yalıtımı yapılacak toplam S yüzey alanının $14.884.582 \text{ m}^2$ olacağı bulunur. Yalıtım yapılmamış birim yüzeyden bir saatte ortaya çıkan ısı kaybının $40,56 \text{ Watt}$ olduğunu hatırlatarak toplam yüzey için ısı kaybı değerinin basit bir hesaplama $603.718,6 \text{ KWatt}$ olduğunu bulabiliriz. Bu ısı kaybı değeri, yalıtım malzemesinin kullanıldığı durumda ise $192.904,2 \text{ Kwatt}$ olacaktır. Samsun ilinin sıcaklık ortalamaları göz önünde tutularak, ısınma için enerji harcamasının yılın 6 ayında günde ortalama 8 saatlik bir süre için yapıldığını kabul edelim. Bu bağlamda, bir yıllık süre içerisinde toplam 1440 saat ısınma için enerji tüketildiğini düşünerek, yalıtımsız çatılardan kaybolan enerji miktarının,

$$Q_{TYV} = 1440\text{saat} \times 603.713,6\text{KWatt} = 869.347.584\text{KWh} \quad (6.23)$$

olduğu hesaplanır. Yalıtımlı çatılarda meydana gelecek enerji kaybı ise,

$$Q_{TYV} = 1440\text{saat} \times 192.904,2\text{KWatt} = 277.782.048\text{KWh} \quad (6.24)$$

olarak hesaplanır. Görüldüğü üzere ısıtma enerjisinde Samsun ili için elde edilebilecek tasarruf miktarı bir yıl için yaklaşık 600.000 MWh olmaktadır. Isıtma için harcanan enerjinin tamamının elektrik enerjisi olarak kullanıldığını kabul ederek, senelik ne kadar bir paranın cebimizde kalacağını hesaplayalım. Elektrik enerjisi yerine kullanılan diğer yakıtların verimlerinin yüksek olmaması, hesabımızın YTL olarak çok fazla bir değişikliğe uğramamasını sağlayacaktır.

$$P = 6.10^8 \text{ KWh} \times 0,124\text{YTL} / \text{KWh} = 74.400.000\text{YTL} \quad (6.25)$$

Senelik ekonomik tasarrufumuz $74.400.000 \text{ YTL}$ olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte, yalıtım malzemesi bulunmayan tüm yüzeyin yalıtım malzemesi ile kaplanmasının toplam maliyetini hesaplayalım. Genleştirilmiş polistirenin m^2 döşeme maliyeti, işçilik dahil 15 YTL olduğunu düşünerek,

$$M_{YAL} = 14.884.582\text{m}^2 \times 15\text{YTL} / \text{m}^2 = 223.268.730\text{YTL} \quad (6.26)$$

olacağını hesaplarız. Yalıtımsız çatılara, genleştirilmiş polistiren maddesi ile çatı yalıtımının yapılması durumunda ilk yatırım maliyetinin yaklaşık 3 yılda kendini amorti edeceği görülmektedir. Uygulanan çatı yalıtım malzemesinin işletme ömrünün 20 yıl olduğunu düşünürsek, çatı yalıtımı bulunmayan konutlara yalıtım yapılmasının talep yönlü yönetim stratejileri kullanılarak bir an önce hayata geçirilmesinin önemi anlaşılr.

Gerek aydınlatma yükleri, gerekse ısınma yükleri ile ilgili hesaplarımızın sadece pilot bölge olarak seçtiğimiz Samsun ili için yapıldığı düşünülür ve bu tarz uygulamaların tüm ülke geneline yayılması durumu göz önüne getirilirse, ülkemiz adına elde edilecek kazanımların ne kadar büyük olacağı kolayca anlaşılabılır. Bu önerilerin haricinde de enerji verimliliğini sağlayabilecek değişik öneriler ve uygulamalar gündeme getirilebilir.

7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tez çalışmamız; dünyanın gelişmiş ülkelerinde uzunca bir süredir uygulanmakta olan talep yönlü yönetim stratejilerinin, ülkemiz enerji tüketim gerçeklerini içinde barındıracak şekilde revize edilmesinin ve ülkemizde zaman kaybetmeksizin uygulamaya konulmasının zorunluluğunu ortaya koymak fikri ile hazırlanmaya başlanmıştır. Pilot bölge olarak seçtiğimiz Samsun ili için TÜİK, Konutlarda Enerji Tüketim Karakteristikleri Anketi'nde yer alan gerçek veriler kullanılarak konutlarda aydınlatma ve ısınma için harcanan enerjiden mümkün olan en büyük oranda tasarrufun elde edilebilmesi için tüketiciye çeşitli ürünlerin ve sistemlerin kullanılması önerilmiştir. Aydınlatma için harcanan enerjinin tasarrufu için kompakt floresan lambaların, akkor flamanlı lambaların yerine kullanılması, ısınma için harcanan enerjiden tasarruf edilmesi için çatı yalıtımında geliştirilmiş polistiren kullanılması önerileri getirilmiştir. Bu öneriler ışığında, il geneli için enerji tasarrufu miktarları hesaplanmış ve sonuçlar senelik bazda gözler önüne serilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, oldukça basit talep yönlü yönetim stratejisi uygulamaları yapılarak, çok önemli oranlarda enerji tasarrufları yapılabileceği görülmüştür.

Bu çalışmadaki esas amaç ise, gerek devletin ilgili kurumlarının gerekse bilimsel çevrelerin dikkatini enerji verimliliğinin artırılması ve enerji tasarrufu yapılmasının ülkemizin geleceği için ne ölçüde önemli olduğuna bir kez daha dikkat çekmektir. Ayrıca, enerji verimliliğini arttıracak talep yönlü yönetim stratejilerinin çok basit uygulamalar olduğunu ancak sonuçlarının ülke geleceğini pozitif anlamda büyük oranda etkileyebileceğini göstermek istedik. Gelişmiş ülkelerin yıllardır uyguladıkları bu yöntemlerin, devletin enerji politikası olarak kabul edilmesi ve üzerinde çok daha detaylı bir biçimde çalışılmaya başlanması için geç bile kalındığını düşünüyoruz. Devletin ilgili kurum ve kuruluşları, uygulamaya konabilecek talep yönlü yönetim uygulamalarını tespit etmeli, bunlar ile ilgili altyapı çalışmalarını tamamlamalı ve ivedilikle bu uygulamaları hayata geçirmelidir.

Devlet, üniversiteler ve gönüllü toplum kuruluşları el birliği içerisinde çalışmalı, enerji savurganlığının önüne geçebilmek için yapılabilecek çalışmalar masaya yatırılarak tartışılmalıdır.

Devlet, enerji tasarrufu için mümkün olan tüm kaynaklarını seferber ederek, çeşitli teşvik mekanizmalarını hayata geçirmelidir. Enerji tüketiminin tüm öğelerini, çeşitli oranlarda sunulacak teşvikler ile enerji tasarrufu konusunda heyecanlandırmalı ve harekete geçirmelidir. Çeşitli vergi indirimleri, uzun vadeli düşük faizli kredilerin verilmesi akla gelen ilk önerilerdir. Yapılacak altyapı çalışmalarında çok daha değişik fikirlerin ortaya çıkacağı aşıkardır.

Üniversiteler, bilimsel gelişmenin merkezleri olarak enerji tasarrufu konusunda yapacakları çalışmalar ile devletin enerji politikasının önemli bir ögesi olmak durumundadırlar. Bu bağlamda, büyük sanayi kuruluşları araştırma geliştirme çalışmalarına daha fazla kaynak ayırmalı ve üniversitelere destek vermelidirler.

Gönüllü toplum kuruluşları, halkın enerji tasarrufu konusunda bilinçlendirilmesi için faaliyetler göstermeli, paneller, toplantılar, radyo ve televizyon yayınları ile tüm ülkeye enerji tasarrufu ile elde edilecek kazanımları anlatmalıdırlar.

Sonuç olarak; ekonomik olarak henüz düzlüğe çıkmayı başaramamış ülkemizin, dış kaynaklı çözümler yerine kendi göbek bağını kendi kesebileceği ve büyük kazanımlar sağlayabileceği enerji verimliliği konusuna bugüne kadar verdiği değerden çok daha fazlasını vermesinin zamanın geldiği bir kez daha hatırlatmak istiyoruz.

KAYNAKLAR

- [1] **Kavak, K.**, 2005. Dünyada ve Türkiye’de enerji verimliliği ve Türk sanayiinde enerji verimliliğinin incelenmesi, *Uzmanlık Tezi*, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- [2] **International Institute for Energy Conservation**, 2006. Demand side management best practices guidebook for Pasific Islands power utility, IIEC Publishes, USA.
- [3] **Violette, D.**, 2006. Demand-Side Management (DSM): Future role in energy markets, *2007 Energy futures speaker series: Panel discussion on consumer response to high energy prices*, Calgary, Alberta, Italy, April 21.
- [4] **Karakoç, T.H., Binyıldız, E. ve Turan, O.**, 1999. Binalarda ve tesisatta ısı yalıtımı, ODE teknik yayınları, İstanbul.
- [5] **Rahman, S. and Rinaldy**, 1993. An Efficient Load Model for Analying Demand Side Management Impacts, *IEEE Transactions on Power Systems*, **vol:8, no:3**, 1219.
- [6] **Matsumoto, K., Takamuki, Y., Mori, N., Kitayama, M.**, 2000. An Interactive Approach to Demans Side Management Based on Utility Functions, *2000 Conference on Electric Utility Deregulation and Restructing and Power Technologies*, London, England, April 4-7.
- [7] **Coles, L.R., Chapel, S.W., Iannucci J.J.**, 1995. Valuation of Modular Generation, Storage, and Targeted Demand-Side Management, *IEEE Transactions on Energy Conversion*, **vol:10, no:1**, 182.
- [8] **Ramirez-Rosado, I.J., Tarancon-Andres, E., Fernandez-Jimenez, L.A., Garcia-Garrido, E., Zorrano-Santamaria, P.J., Zorrano-Alba, E., Lara-Santillan, P., Mendoza-Villena, M.**, 2007. Electricty Distribution Networks Planning with Energy Efficiency Programs, *2007 26th IASTED International Conference on Modelling, Identification and Control*, Innsbruck, Austria, February 12-14.
- [9] **Konutlarda Enerji Tüketim Karakteristikleri Anketi**, 1998. *Türkiye İstatistik Kurumu*, Ankara.

EKLER

4. Binadaki daire sayısına göre konut sayısı, 1998

4. Number of residences by number of flats in the building, 1998

Coğrafi bölge ve seçilmiş il merkezi	Konut sayısı Number of residences		Daire sayısı Number of flat										Geographic regions and centers of selected provinces								
			1	2	3	4	5	6-10	11-15	16-20	21+										
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%											
Toplam	11 549 759	100,0	4 376 991	100,0	1 936 723	100,0	912 517	100,0	725 957	100,0	340 058	100,0	1 635 996	100,0	782 186	100,0	441 244	100,0	398 087	100,0	Total
I.Bölge	3 578 566	31,0	676 211	15,4	592 028	30,6	316 924	34,7	348 821	48,0	188 581	55,5	767 784	46,9	330 006	42,2	202 550	45,9	155 661	39,1	Region I
II.Bölge	1 780 276	15,4	791 684	18,1	331 339	17,1	168 656	18,5	103 909	14,3	41 792	12,3	178 063	10,9	85 448	10,9	47 637	10,8	31 748	8,0	Region II
III.Bölge	1 543 709	13,4	737 611	16,9	325 391	16,8	124 008	13,6	52 535	7,2	18 497	5,4	146 423	9,0	52 572	6,7	48 162	10,9	38 510	9,7	Region III
IV.Bölge	2 102 065	18,2	952 462	21,8	234 982	12,1	73 409	8,0	72 386	10,0	26 710	7,9	283 703	17,3	223 433	28,6	105 224	23,8	129 756	32,6	Region IV
V.Bölge	1 114 148	9,6	373 699	8,5	214 545	11,1	150 363	16,5	106 755	14,7	50 213	14,8	140 110	8,6	41 088	5,3	20 631	4,7	16 744	4,2	Region V
VI.Bölge	659 688	5,7	410 269	9,4	70 751	3,7	34 483	3,8	25 122	3,5	10 414	3,1	76 662	4,7	20 395	2,6	3 312	0,8	8 280	2,1	Region VI
VII.Bölge	771 307	6,7	435 055	9,9	167 687	8,7	44 674	4,9	16 429	2,3	3 851	1,1	43 251	2,6	29 244	3,7	13 728	3,1	17 388	4,4	Region VII
Seçilmiş il merkezi	4 234 472	100,0	995 691	100,0	564 062	100,0	286 717	100,0	328 971	100,0	171 861	100,0	805 723	100,0	511 162	100,0	280 086	100,0	290 199	100,0	Center of selected provinces
Ankara	782 810	18,5	253 022	25,4	60 844	10,8	15 211	5,3	20 776	6,3	7 791	4,5	111 671	13,9	145 432	28,5	77 539	27,7	90 524	31,2	Ankara
Antalya	183 512	4,3	75 922	7,6	17 864	3,2	9 744	3,4	6 090	1,9	3 248	1,9	38 976	4,8	18 676	3,7	7 917	2,8	5 075	1,7	Antalya
Erzurum	64 064	1,5	33 880	3,4	2 904	0,5	3 608	1,3	3 608	1,1	2 200	1,3	11 616	1,4	2 904	0,6	704	0,3	2 640	0,9	Erzurum
Gaziantep	151 998	3,6	47 235	4,7	59 220	10,5	16 638	5,8	4 512	1,4	1 269	0,7	11 703	1,5	9 306	1,8	1 833	0,7	282	0,1	Gaziantep
İstanbul	2 113 488	49,9	285 792	28,7	270 192	47,9	151 008	52,7	217 776	66,2	130 416	75,9	490 464	60,9	259 584	50,8	152 880	54,6	155 376	53,5	İstanbul
İzmir	630 992	14,9	197 534	19,8	107 492	19,1	66 659	23,2	50 256	15,3	18 497	10,8	83 062	10,3	56 887	11,1	27 571	9,8	23 034	7,9	İzmir
İzmit	51 170	1,2	10 640	1,1	10 640	1,9	8 540	3,0	4 480	1,4	2 380	1,4	8 820	1,1	3 430	0,7	980	0,3	1 260	0,4	İzmit
Konya	162 309	3,8	80 004	8,0	16 461	2,9	4 956	1,7	7 788	2,4	1 062	0,6	32 037	4,0	6 018	1,2	5 664	2,0	8 319	2,9	Konya
Samsun	94 129	2,2	11 662	1,2	18 445	3,3	10 353	3,6	13 685	4,2	4 998	2,9	17 374	2,2	8 925	1,7	4 998	1,8	3 689	1,3	Samsun

22. Çatı yalıtım durumuna göre konut sayısı, 1998

Number of residences by situation of roof insulation, 1998

Coğrafi bölge ve seçilmiş il merkezi Geographic region and centers of selected provinces	Konut sayısı Number of residences	Çatı yalıtımı olan konut sayısı Number of residences with roof insulation		Çatı yalıtımının durumu - Situation of roof insulation					
				Çok iyi Very good		İyi Good		Kötü Bad	
				%		%		%	
Toplam - Total	11 549 759	1 178 731	10,2	169 874	14,4	918 830	78,0	90 027	7,6
I.Bölge - Region I	3 578 566	511 210	14,3	79 017	15,5	421 126	82,4	11 067	2,2
II.Bölge - Region II	1 780 276	74 565	4,2	7 379	9,9	64 205	86,1	2 981	4,0
III.Bölge - Region III	1 543 709	25 932	1,7	927	3,6	20 205	77,9	4 800	18,5
IV.Bölge - Region IV	2 102 065	422 725	20,1	55 790	13,2	311 846	73,8	55 089	13,0
V.Bölge - Region V	1 114 148	82 380	7,4	8 217	10,0	63 822	77,5	10 341	12,6
VI.Bölge - Region VI	659 688	45 026	6,8	12 472	27,7	27 741	61,6	4 813	10,7
VII.Bölge - Region VII	771 307	16 893	2,2	6 072	35,9	9 885	58,5	936	5,5
Seçilmiş il merkezi Center of selected provinces	4 234 472	693 296	16,4	101 579	14,7	543 878	78,4	47 839	6,9
Ankara	782 810	220 003	28,1	41 923	19,1	148 400	67,5	29 680	13,5
Antalya	183 512	3 248	1,8	406	12,5	2 842	87,5	-	-
Erzurum	64 064	10 120	15,8	2 552	25,2	6 336	62,6	1 232	12,2
Gaziantep	151 998	1 692	1,1	282	16,7	987	58,3	423	25,0
İstanbul	2 113 488	381 888	18,1	47 424	12,4	326 976	85,6	7 488	2,0
İzmir	630 992	29 665	4,7	4 188	14,1	23 034	77,6	2 443	8,2
İzmit	51 170	2 660	5,2	840	31,6	1 680	63,2	140	5,3
Konya	162 309	36 285	22,4	2 655	7,3	27 435	75,6	6 195	17,1
Samsun	94 129	7 735	8,2	1 309	16,9	6 188	80,0	238	3,1

27. Oda sayısına göre konut sayısı ve oranı, 1998

Number and ratio of residences by number of the room in the house, 1998

Coğrafi bölge ve seçilmiş il merkezi Geographic region and centers of selected provinces	Konut sayısı Number of residences	Oda sayısı - Number of the room											
		1		2		3		4		5		6+	
		%		%		%		%		%		%	
Toplam - Total	11 549 759	40 102	0,3	855 492	7,4	4 784 000	41,4	5 086 856	44,0	643 647	5,6	139 662	1,2
I.Bölge - Region I	3 578 566	5 830	0,2	228 984	6,4	1 594 982	44,6	1 599 750	44,7	123 893	3,5	25 127	0,7
II.Bölge - Region II	1 780 276	8 794	0,5	140 210	7,9	755 220	42,4	764 464	42,9	99 354	5,6	12 234	0,7
III.Bölge - Region III	1 543 709	8 638	0,6	106 483	6,9	677 555	43,9	681 311	44,1	61 141	4,0	8 581	0,6
IV.Bölge - Region IV	2 102 065	2 436	0,1	98 513	4,7	718 682	34,2	1 100 956	52,4	139 504	6,6	41 974	2,0
V.Bölge - Region V	1 114 148	3 496	0,3	80 716	7,2	430 617	38,6	420 401	37,7	144 494	###	34 424	3,1
VI.Bölge - Region V	659 688	1 139	0,2	58 540	8,9	281 986	42,7	270 445	41,0	40 591	6,2	6 987	1,1
VII.Bölge - Region V	771 307	9 769	1,3	142 046	18,4	324 958	42,1	249 529	32,4	34 670	4,5	10 335	1,3
Seçilmiş il merkez Center of selected provinces	4 234 472	14 143	0,3	322 014	7,6	1 806 780	42,7	1 948 035	46,0	113 876	2,7	29 624	0,7
Ankara	782 810	1 855	0,2	44 891	5,7	290 122	37,1	419 601	53,6	18 550	2,4	7 791	1,0
Antalya	183 512	812	0,4	12 992	7,1	72 268	39,4	88 914	48,5	7 105	3,9	1 421	0,8
Erzurum	64 064	88	0,1	7 392	11,5	32 384	50,5	21 736	33,9	2 024	3,2	440	0,7
Gaziantep	151 998	2 820	1,9	30 174	19,9	63 450	41,7	49 632	32,7	4 653	3,1	1 269	0,8
İstanbul	2 113 488	4 992	0,2	177 840	8,4	954 720	45,2	934 128	44,2	29 952	1,4	11 856	0,6
İzmir	630 992	2 792	0,4	37 343	5,9	273 965	43,4	288 972	45,8	25 128	4,0	2 792	0,4
İzmit	51 170	70	0,1	2 310	4,5	22 890	44,7	22 540	44,0	3 150	6,2	210	0,4
Konya	162 309	-	-	3 717	2,3	56 640	34,9	84 075	51,8	15 222	9,4	2 655	1,6
Samsun	94 129	714	0,8	5 355	5,7	40 341	42,9	38 437	40,8	8 092	8,6	1 190	1,3

28. Net kullanım alanına göre konut sayısı ve oranı, 1998

Number and ratio of residences by net usage area of residences, 1998

Coğrafi bölge ve seçilmiş il merkezi Geographic region and centers of selected provinces	Konut sayısı Number of residences	Net kullanım alanı - Net area used											
		40 m ² den az Less than 40 m ²		40-59 m ²		60-79 m ²		80-99 m ²		100-120 m ²		120+ m ² More than 120 m ²	
		%		%		%		%		%		%	
Toplam - Total	11 549 759	89 969	0,8	438 825	3,8	1 491 334	12,9	4 160 788	36,0	4 310 528	37,3	1 058 315	9,2
I.Bölge - Region I	3 578 566	24 123	0,7	132 910	3,7	519 838	14,5	1 526 809	42,7	1 177 591	32,9	197 295	5,5
II.Bölge - Region II	1 780 276	24 825	1,4	87 423	4,9	278 801	15,7	709 659	39,9	554 277	31,1	125 291	7,0
III.Bölge - Region III	1 543 709	11 483	0,7	50 460	3,3	106 766	6,9	449 101	29,1	715 129	46,3	210 770	13,7
IV.Bölge - Region IV	2 102 065	18 136	0,9	48 269	2,3	205 381	9,8	672 602	32,0	943 857	44,9	213 820	10,2
V.Bölge - Region V	1 114 148	2 780	0,2	30 645	2,8	169 066	15,2	422 108	37,9	395 406	35,5	94 143	8,4
VI.Bölge - Region VI	659 688	2 759	0,4	28 417	4,3	92 718	14,1	194 952	29,6	223 453	33,9	117 389	17,8
VII.Bölge - Region VI	771 307	5 863	0,8	60 701	7,9	118 764	15,4	185 557	24,1	300 815	39,0	99 607	12,9
Seçilmiş il merkezi Center of selected provinces	4 234 472	46 339	1,1	189 475	4,5	603 913	14,3	1 681 418	39,7	1 425 663	33,7	287 664	6,8
Ankara	782 810	10 759	1,4	27 083	3,5	103 509	13,2	327 964	41,9	253 393	32,4	60 102	7,7
Antalya	183 512	1 624	0,9	7 105	3,9	18 676	10,2	63 742	34,7	66 787	36,4	25 578	13,9
Erzurum	64 064	176	0,3	3 872	6,0	13 552	21,2	24 024	37,5	16 808	26,2	5 632	8,8
Gaziantep	151 998	1 974	1,3	18 612	12,2	31 443	20,7	24 957	16,4	54 144	35,6	20 868	13,7
İstanbul	2 113 488	19 344	0,9	102 336	4,8	318 240	15,1	876 720	41,5	697 008	33,0	99 840	4,7
İzmir	630 992	11 517	1,8	26 873	4,3	94 230	14,9	263 844	41,8	192 299	30,5	42 229	6,7
İzmit	51 170	350	0,7	280	0,5	8 960	17,5	21 280	41,6	17 920	35,0	2 380	4,7
Konya	162 309	-	-	2 124	1,3	5 664	3,5	36 285	22,4	94 341	58,1	23 895	14,7
Samsun	94 129	595	0,6	1 190	1,3	9 639	10,2	42 602	45,3	32 963	35,0	7 140	7,6

55. Aydınlatmada kullanılan cihaz türüne göre konut sayısı ve oranı, 1998
Number and ratio of residences by type of lighting appliances, 1998

Coğrafi bölge ve seçilmiş il merkezi Geographic region and centers of selected provinces	Konut sayısı Number of residence	Aydınlatma cihaz türü Type of lighting appliances							
		Ampul ve florasan Bulbs and fluorescent lamp		Ampul ve halojen lamba Bulbs and halogene lamp		Florasan ve halojen lamba Fluorescent and halogene lamp			
		Ampul Bulbs	%	Ampul ve florasan Bulbs and fluorescent lamp	%	Ampul ve halojen lamba Bulbs and halogene lamp	%	Florasan ve halojen lamba Fluorescent and halogene lamp	%
Toplam - Total	11 549 759	3 630 108	31,43	7 613 252	65,92	89 872	0,78	216 527	1,87
I.Bölge - Region I	3 578 566	1 436 896	40,15	1 956 852	54,68	51 048	1,43	133 770	3,74
II.Bölge - Region II	1 780 276	424 348	23,84	1 330 961	74,76	4 515	0,25	20 452	1,15
III.Bölge - Region III	1 543 709	403 847	26,16	1 132 595	73,37	3 586	0,23	3 681	0,24
IV.Bölge - Region IV	2 102 065	547 129	26,03	1 479 397	70,38	26 807	1,28	48 732	2,32
V.Bölge - Region V	1 114 148	255 219	22,91	850 698	76,35	1 948	0,17	6 283	0,56
VI.Bölge - Region VI	659 688	371 455	56,31	283 904	43,04	1 656	0,25	2 673	0,41
VII.Bölge - Region VII	771 307	191 214	24,79	578 845	75,05	312	0,04	936	0,12
Seçilmiş il merkezi	4 234 472	1 415 414	33,43	2 610 927	61,66	70 488	1,66	137 643	3,25
Center of selected provinces									
Ankara	782 810	266 749	34,08	465 976	59,53	21 889	2,80	28 196	3,60
Antalya	183 512	59 073	32,19	122 815	66,92	609	0,33	1 015	0,55
Erzurum	64 064	29 832	46,57	33 704	52,61	440	0,69	88	0,14
Gaziantep	151 998	6 204	4,08	145 230	95,55	141	0,09	423	0,28
İstanbul	2 113 488	775 008	36,67	1 191 840	56,39	44 304	2,10	102 336	4,84
İzmir	630 992	219 521	34,79	405 887	64,33	2 443	0,39	3 141	0,50
İzmit	51 170	19 250	37,62	31 710	61,97	70	0,14	140	0,27
Konya	162 309	24 426	15,05	135 582	83,53	354	0,22	1 947	1,20
Samsun	94 129	15 351	16,31	78 183	83,06	238	0,25	357	0,38

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında İstanbul'da doğan yazar ilk ve orta öğrenimini yine bu şehirde tamamladı. Pertevniyal Lisesi'nden 1998 senesinde mezun olan Gökhan ONAR, 1999 senesinde İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümünde lisans eğitime başladı. Elektrik Mühendisliği bölümünden 2004 yılında mezun olan yazar, daha sonra yine İstanbul Teknik Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitime başladı. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitime devam eden yazar, 2005 senesinden bu yana General Technics Incorporation'da, görev yapmaktadır.