

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE SANAYİ VE KONUT ELEKTRİK ENERJİ TALEBİNİN
ÖNGÖRÜLMESİ VE KONUT ELEKTRİK TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN
PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sezgin DURAK

Enerji Bilim ve Teknoloji Ana Bilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE SANAYİ VE KONUT ELEKTRİK ENERJİ TALEBİNİN
ÖNGÖRÜLMESİ VE KONUT ELEKTRİK TÜKETİMİ ETKİLEYEN
PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Sezgin DURAK
(301031046)**

Enerji Bilim ve Teknoloji Ana Bilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Önder GÜLER

HAZİRAN 2012

İTÜ, Enerji Enstitüsü'nün 301031046 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Sezgin DURAK** , ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**TÜRKİYE SANAYİ VE KONUT ELEKTRİK ENERJİ TALEBİNİN ÖNGÖRÜLMESİ VE KONUT ELEKTRİK TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Önder GÜLER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Sermin ONAYGİL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi : **07 Haziran 2012**

ÖNSÖZ

Genel olarak Türkiye'nin gelecekte yaşanması olası bir elektrik enerjisi probleminin çözümüne yönelik bir çalışma ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Bunun için Türkiye'nin çeşitli alanlardaki elektrik tüketim değerleri, GSYİH'sı ve nüfusu incelenmiştir. Ancak; çalışmada kullanılan veriler kolaylıkla bulunamamıştır ve bu çalışmadan çıkan bir yan sonuç, Türkiye'nin geçmişe dönük tüm istatistiksel verilerinin ve geleceğe yönelik tüm tahminlerinin bir arada toplandığı bir internet veritabanına gereksinim duyulmasıdır.

Ülkemizde yaşayan vatandaşlarımızın elektrik tüketimi davranış biçimlerinin saptanması, özellikle tasarruf önlemlerine yönelik alınabilecek önlemlere rehberlik etmesi bakımından önemlidir. Bu amaçla kullanıcılara kolayca ulaşılabilen internet ortamında bir anket paylaşılmıştır. Kullanıcıların bu anketi sıkılmadan ve yarıda bırakmadan cevaplayabilmelerini sağlamak için anket 1.5 dakikalık bir sürede cevaplanabilecek şekilde oluşturulmuştur.

Özellikle internet üzerinde kurulmuş olan gruplar sayesinde on binlerce kullanıcıya ulaşılmış ve 800 civarında kullanıcı anketi güvenilir bir şekilde cevaplandırmıştır.

Sonuç olarak; Türkiye'nin elektrik tüketim tahminini yapmak amacıyla regresyon modelleri oluşturulmuş ve alınabilecek elektrik tüketim tasarruf tedbirlerine yönelik katkı sağlaması açısından kullanıcıların elektrik tüketim karakteristikleri belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada tüm samimiyetiyle ve sabrıyla bana desteğini hiç esirgemeyen hocam sayın Doç. Dr. Önder GÜLER'e teşekkür ederim.

Ayrıca, moral motivasyon açısından desteklerini sunan aileme, anket sorularının değerlendirilmesinde kendilerinin ve yakın çevrelerinin anketi cevaplamalarını sağlayan arkadaşlarıma ve son olarak sevgisini, desteğini ve sabrını benden esirgemeyen eşim Burcu DURAK'a teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Mayıs 2012

Sezgin DURAK
(Uçak Mühendisi / İşletme Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
2. BAZI VERİLER, YÖNTEM VE HİPOTEZLER.....	7
2.1 Bazı Veriler	7
2.2 Yöntem	9
2.2.1 ANOVA ve Welch testi.....	9
2.2.2. Regresyon analizi	12
2.3 Hipotezler	15
3. YAPILAN ÇALIŞMA.....	17
3.1 Konut Elektrik Tüketimi İçin Kullanılacak Modelin Oluşturulması ve Doğrulanması.....	17
3.2 Sanayi Elektrik Tüketimi İçin Kullanılacak Modelin Oluşturulması ve Doğrulanması.....	20
3.3 Toplam Elektrik Tüketimi İçin Kullanılacak Modelin Oluşturulması ve Doğrulanması.....	23
3.4 Türkiye'nin 2011 – 2025 Yılları Arasında Konut Elektrik Tüketim Değerlerinin Tahmin Edilmesi	27
3.5 Türkiye'nin 2011 – 2025 Yılları Arasında Sanayi Elektrik Tüketim Değerlerinin Tahmin Edilmesi	31
3.6 Türkiye'nin 2011 – 2025 Yılları Arasında Toplam Net Elektrik Tüketim Değerlerinin Tahmin Edilmesi	33
3.7 Konut Elektrik Tüketimini Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi	36
3.7.1 Gelir dağılım gruplarının ödenen fatura bedeli ile ilişkisinin test edilmesi ..	40
3.7.2 Ev büyüklük gruplarının ödenen fatura bedeli ile ilişkisinin test edilmesi ...	42
3.7.3 Isınma şekli gruplarının ödenen fatura bedeli ile ilişkisinin test edilmesi	44
3.7.4 Aile birey sayısı gruplarının ödenen fatura bedeli ile ilişkisinin test edilmesi	45
3.7.5 Ödenen faturaya etki eden faktörlerin değerlendirilmesi.....	47
3.7.6 Ortalama konut elektrik faturası tahmin modelinin oluşturulması.....	49
3.7.7 Kişi başına düşen ortalama konut elektrik faturası tahmin modelinin oluşturulması.....	51
3.7.8 Elektrik enerjisi tüketimi açısından çevre duyarlılığında etkili olan faktörlerin belirlenmesi ve kullanılan tasarruf yöntemlerinin incelenmesi	52
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKLAR	61

EK A	63
ÖZGEÇMİŞ	67

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of Variance
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
GDP	: Gross Domestic Product
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GWh	: Gigawatt hour
MW	: Megawatt
Sd	: Serbestlik derecesi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1: Elektrik üretim tesis projeleri senaryo 1 öngörüsü.	3
Çizelge 1.2: Elektrik üretim tesis projeleri senaryo 2 öngörüsü.	3
Çizelge 1.3: Toplam güvenilir elektrik enerjisi üretim kapasitesinin kaynağa göre gelişimi (Senaryo 1).....	4
Çizelge 1.4: Toplam güvenilir elektrik enerjisi üretim kapasitesinin kaynağa göre gelişimi (Senaryo 2).....	4
Çizelge 2.1: Varyansların homojenliği test sonucu için örnek bir çizelge.....	10
Çizelge 2.2: ANOVA testi örnek çıktısı.	10
Çizelge 2.3: Welch testi örnek çıktısı.	10
Çizelge 2.4: Tukey ve Games-Howell testlerinin örnek çıktısı.	12
Çizelge 2.5: Regresyon analizi için örnek veriler.	13
Çizelge 2.6: Örnek veriler için yapılan regresyon modelinin determinasyon katsayısı.	13
Çizelge 2.7: Örnek veriler için yapılan regresyon modelinin önemlilik seviyesi.	13
Çizelge 2.8: Örnek veriler için yapılan regresyon modeli katsayıları.....	14
Çizelge 2.9: Örnek veriler için oluşturulan ikinci regresyon modeli katsayıları.	14
Çizelge 2.10: Türkiye elektrik tüketim tahmini için oluşturulan hipotezler.	15
Çizelge 2.11: Elektrik kullanım karakteristiklerinin belirlenmesi ile ilgili hipotezler.	16
Çizelge 3.1: Tüm veriler için gerçekleştirilen regresyon analizi yöntemi.	17
Çizelge 3.2: 1990-2005 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.....	17
Çizelge 3.3: 1990-2005 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.....	18
Çizelge 3.4: 1990-2005 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.	18
Çizelge 3.5: EPDK'nın 2006 – 2010 yılları için GSYİH ve nüfus artışı için yapmış olduğu öngörüler.....	19
Çizelge 3.6: 1990-2005 verileri ile konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen model kullanılarak yapılan tahmin ile gerçekleşen değerler arasındaki ilişki.	19
Çizelge 3.7: 1990-2005 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.....	21
Çizelge 3.8: 1990-2005 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.....	21
Çizelge 3.9: 1990-2005 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.	21
Çizelge 3.10: 1990-2005 verileri ile sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen model kullanılarak yapılan tahmin ile gerçekleşen değerler arasındaki ilişki.	22
Çizelge 3.11: 1990-2005 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.....	23

Çizelge 3.12: 1990-2005 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.....	23
Çizelge 3.13: 1990-2005 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.	24
Çizelge 3.14: 1990-2005 verileri ile toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen model kullanılarak yapılan tahmin ile gerçekleşen değerler arasındaki ilişki.	25
Çizelge 3.15: 2006 - 2010 yılları arası tez tahmin yöntemiyle hesaplanmış veriler ile gerçekleşen veriler arasındaki fark.	26
Çizelge 3.16: 2006 - 2010 yılları arası EPDK tahmin yöntemiyle hesaplanmış veriler ile gerçekleşen veriler arasındaki fark.	26
Çizelge 3.17: 1990-2010 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.....	28
Çizelge 3.18: 1990-2010 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.	28
Çizelge 3.19: 1990-2010 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.	28
Çizelge 3.20: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen konut elektrik tüketim değerleri.	30
Çizelge 3.21: 1990-2010 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.....	31
Çizelge 3.22: 1990-2010 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.	31
Çizelge 3.23: 1990-2010 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.	32
Çizelge 3.24: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen sanayi elektrik tüketim değerleri.....	32
Çizelge 3.25: 1990-2010 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.....	33
Çizelge 3.26: 1990-2010 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.	34
Çizelge 3.27: 1990-2010 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.	34
Çizelge 3.28: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen toplam elektrik tüketim değerleri.....	35
Çizelge 3.29: Gelir dağılım gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.	41
Çizelge 3.30: Gelir dağılım grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.	41
Çizelge 3.31: Ortalama fatura değerleri arasında anlamlı fark bulunan gelir grupları.	42
Çizelge 3.32: Ev büyüklük gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.	42
Çizelge 3.33: Ev büyüklük grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.	43
Çizelge 3.34: Ortalama fatura değerleri arasında anlamlı fark bulunan ev grupları.	43
Çizelge 3.35: Isınma şekli gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.	44
Çizelge 3.36: Isınma şekli grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.	44

Çizelge 3.37: Ortalama fatura değerleri arasında anlamlı fark bulunan ısıtma şekli grupları.....	45
Çizelge 3.38: Aile birey sayısı gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.	46
Çizelge 3.39: Aile birey sayısı grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.	46
Çizelge 3.40: Ortalama fatura değerleri arasında anlamlı fark bulunan aile birey sayısı grupları.	47
Çizelge 3.41: Yaşanılan şehir gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.	48
Çizelge 3.42: Yaşanılan şehir grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.	48
Çizelge 3.43: Elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modelinin determinasyon katsayısı.	49
Çizelge 3.44: Elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modelinin önemlilik katsayısı.	50
Çizelge 3.45: Elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modeli katsayıları.	50
Çizelge 3.46: Kişi başına düşen elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modelinin determinasyon katsayısı.	51
Çizelge 3.47: Kişi başına düşen elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modelinin önemlilik katsayısı.	51
Çizelge 3.48: Kişi başına düşen elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modeli katsayıları.	52
Çizelge 3.49: Yaş gruplarının çevreye duyarlılık açısından varyanslarının homojenliği testi.	53
Çizelge 3.50: Yaş grupları arasında çevreye duyarlılık bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.	53
Çizelge 3.51: Çevreye duyarlılık değerleri arasında anlamlı fark bulunan yaş grupları.....	54
Çizelge 3.52: Gelir gruplarının çevreye duyarlılık açısından varyanslarının homojenliği testi.	54
Çizelge 3.53: Gelir grupları arasında çevreye duyarlılık bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.	54

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: 1990 – 2010 yılları arasındaki Türkiye GSYİH değerleri.	8
Şekil 2.2: 1990 – 2010 yılları arasındaki Türkiye nüfusu.	8
Şekil 2.3: 1990 - 2010 yılları arasında Türkiye elektrik tüketim değerleri.	9
Şekil 2.4: SPSS programındaki post hoc testleri.	11
Şekil 3.1: Konut elektrik tüketim tahmini ile gerçekleşen sonuçların karşılaştırılması.	20
Şekil 3.2: Sanayi elektrik tüketim tahmini ile gerçekleşen sonuçların karşılaştırılması	22
Şekil 3.3: Toplam elektrik tüketim tahmini ile gerçekleşen sonuçların karşılaştırılması.	25
Şekil 3.4: Tez çalışmasında kullanılan yöntem ile EPDK'nın kullandığı yöntemin karşılaştırılması.	27
Şekil 3.5: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen konut elektrik tüketim değerleri.	30
Şekil 3.6: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen sanayi elektrik tüketim değerleri.	33
Şekil 3.7: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen toplam elektrik tüketim değerleri.	35
Şekil 3.8: 1990- 2010 elektrik tüketim verileri ile 2011 - 2025 elektrik tüketim tahmin değerleri.	36
Şekil 3.9: Ankete katılım sağlayan kişilerin yaşadıkları iller.	37
Şekil 3.10: Ankete katılım sağlayan kişilerin yaşları.	38
Şekil 3.11: Ankete katılım sağlayan kişilerin yaşadığı ailedeki birey sayısı.	38
Şekil 3.12: Ankete katılım sağlayan kişilerin yaşadığı ev büyüklüğü.	39
Şekil 3.13: Ankete katılım sağlayan kişilerin aile aylık ortalama toplam geliri.	39
Şekil 3.14: Ankete katılım sağlayan kişilerin ödedikleri ortalama elektrik faturalarını gösteren histogram.	40
Şekil 3.15: Anket katılımcılarının uyguladıkları tasarruf tedbirleri.	56

TÜRKİYE SANAYİ VE KONUT ELEKTRİK ENERJİ TALEBİNİN ÖNGÖRÜLMESİ VE KONUT ELEKTRİK TÜKETİMİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Elektrik enerjisi, kullanım kolaylığı, yaygın dağıtım ağı ve temiz bir enerji olduğu için bir çok alanda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak, elektrik enerjisinin sağlanması uzun vadeli çözümlere dayanmaktadır. Dolayısıyla uzun vadede elektrik enerjisi problemleri yaşamamak için geleceğe yönelik elektrik ihtiyacının doğru bir şekilde belirlenmesi önemlidir.

Elektrik tüketim tahminlerine yönelik yapılmış olan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda genel olarak GSYİH ve nüfusun elektrik tüketim tahminin belirlenmesinde etkin olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan tez çalışmasında Türkiye'nin konut, sanayi ve toplam net elektrik tüketimine yönelik tahmin modelleri oluşturulmuştur. Tahmin modellerinin doğruluğunu sınamak amacıyla öncelikle 1990 – 2005 yılları arasındaki veriler kullanılarak 2006 – 2010 yılları arasındaki elektrik tüketim değerleri tahmin edilmiştir. Tahmin edilen bu değerler, aynı yıllar arasındaki gerçekleşmiş değerler ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, 2005 yılına kadar olan verilerin kullanılması ile elde edilen EPDK tahmini de karşılaştırma ölçütü olarak kullanılmıştır.

Tahmin modeli doğrulandıktan sonra 1990 -2010 yılları arasındaki veriler yardımıyla model güncellenmiştir. Güncellenen model yardımıyla 2011 – 2025 yılları arasındaki Türkiye'nin konut, sanayi ve toplam net elektrik tüketim değerleri tahmin edilmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmı ise, konut elektrik tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesine yöneliktir. Dünyada yapılan çalışmalar dikkate alındığında konut elektrik tüketimine gelir, aile birey sayısı, ev büyüklüğü, aile yaş ortalaması, eğitim seviyesi, elektriğin ısınmada kullanılma oranı gibi faktörlerin etkili olduğu görülmüştür. Bu faktörlerin istatistiksel olarak anlamlılığını test etmek amacıyla internet üzerinden Türkiye'deki kullanıcılara yönelik bir anket dağıtılmıştır. 812 kişinin vermiş olduğu cevaplara göre Aralık 2011, Ocak 2012 ve Şubat 2012 elektrik faturaları ortalaması dikkate alınarak elektrik tüketimini etkileyen faktörler tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı çıkan 4 faktör belirlenmiştir. Bunlar; gelir, aile birey sayısı, ev büyüklüğü ve elektriğin ısınmada kullanılma oranıdır. Bu 4 faktörün kullanımıyla bir çoklu regresyon modeli oluşturulmuştur.

Ayrıca, kişi başına düşen elektrik fatura bedelini tahmin etmek için bir çoklu regresyon modeli oluşturulmuştur.

Ödenen fatura bedeli ve bu bedeli tahmin etmek için kullanılan girdiler kullanıcıların karakteristiği hakkında çok değerli bilgiler vermektedir. Kullanıcıların karakteristiğini belirlemeye yönelik olarak çevre duyarlılığı, elektrik tasarrufu yapma eğilimi, kullanılan elektrik tasarruf yöntemleri gibi konular üzerinde analizler yapılmıştır. Bu analizler neticesinde yaş ile çevre duyarlılığı ve elektrik tasarrufu

yapma eğilimi üzerinde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca, elektriğe ödenen faturanın elektrik tasarrufu yapma eğilimine olan etkisi ölçülmüştür.

Son olarak kullanılan elektrik tasarruf yöntemleri değerlendirilmiştir. Çok kullanılan tasarruf yöntemlerinin az kullanılanlara göre dikkat çeken özellikleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Elde edilen tüm sonuçlar neticesinde Türkiye'nin gelecekteki elektrik tahmini ve elektrik tüketimini kontrol etmeye yönelik tespitler ve tavsiyeler sonuç bölümünde aktarılmıştır.

FORECASTING OF TURKEY INDUSTRIAL AND RESIDENTIAL ELECTRICAL ENERGY DEMAND AND DETERMINATION OF THE PARAMETERS AFFECTING RESIDENTIAL CONSUMPTION OF ELECTRICITY

SUMMARY

Electricity is used widely on many fields because of widespread distribution network, being clean energy and ease of use. However, electricity supply is depend on long-term solutions and electricity demand can be very diffucult to control. So, estimating of reliable future electricity demand is important not to live electiricity problems in long-term.

There are many studies to estimate electricity consumption. In general, GDP and population are determined as effective factor to estimate electricity consumption in these studies. Also, import and export rate, consumer price index, GDP per capita etc are used to estimate electricity consumption.

In this thesis, estimate models for determining Turkey's residential, industrial and total (net) electricity consumption are created. Firstly, the inputs and outputs between 1990 and 2005 are used to test correctness of estimate models. Then, the electricity consumption between 2006 – 2010 are estimated and compared with real consumpiton values. In other words, GDP, population and electircity consumption (Residential, industrial and total) values between 1990 and 2005 are used to create the model. The predicted GDP and population values in 2005 for 2006, 2007, 2008, 2009 and 2010 are put in to the model. Finally, predicted electricity consumption values are calculated to compare real values. Also, EPDK estimate which is generated by using values until 2005 is used as comparision criteria.

EPDK estimate models are based on TURKEY total gross electricity consumption. But, total net electricity consumption model is used in the thesis. So, percent error of the EPDK estimate is calculated by comparing predicted and real total gross electricity consumption values between 2006 and 2010. Simultaneously, percent error of the thesis estimate model is calculated by comparing predicted and real total net electricity consumption values between 2006 and 2010.

Next, the model is updated by using all values between 1990 – 2010 after it is verified by real values and EPDK estimate. By using updated model, Turkey's residential, industrial and total electricity consumption values between 2011 and 2025 are estimated. The correctness of the estimated values are depend on the model reliability and predicted inputs such as GDP and population. GDP values are sometimes unstable. For example, in 1994, 2001 and 2009, the GDP values are more different than expected. Therefore, low and high scenarios are used in the model to cover all unexpected change in GDP.

TUİK population predictions between 2011 and 2025 for TURKEY are used in the final model. But, there are many predictions for GDP. Therefore, two scenario between 2011 – 2025 for TURKEY are created to use GDP values in the final model.

It is assumed in the low scenario that TURKEY real growth rate between 2011 – 2025 will be % 4 per year. It is assumed in the high scenario that TURKEY real growth rate between 2011 – 2025 will be % 5 per year.

Finally, TURKEY electricity consumption value will be doubled from 2011 to 2025 on all titles (Residential, industrial and total). Also, it is expected that the share of foreign resources to produce electricity will remain at % 60, TURKEY should find alternative electricity sources which are not foreign origin.

Second part of the thesis study is for determining factors affecting residential electricity consumption. Considering the studies over the world, some factors such as income, number of family members, household size, family age, education level, the utilization rate of electricity in heating are effective in residential electricity consumption. In order to test the statistical significance of these factors, a questionnaire is distributed to users via the internet in Turkey.

The questionnaire is activated on March 1, 2012 and 913 people respond until March 16, 2012. But, 101 values of 913 are eliminated because of some reasons such as participation from other countries, wrong input (family size is 215 people) , missing input (no value for electricity bill) , nonsense input etc.

According to the results taken from 812 people and taking into account average electricity bills in December 2011, January 2012 and February 2012, the factors affecting electricity consumption are determined. The four factors are statistically significant. These are income, number of family member, household size and the utilization rate of electricity in heating. A multiple regression equation is formed by using these four factors. But, some factors such as family average age, education level, age of the person filling out the questionnaire are found as insignificant.

In addition, a multiple regression equation is created to estimate the per capita cost of electricity bill. One of the important result, as the number of family number increases, per capita cost of electricity bill decreases. So, the government should encourage large families to control and reduce the electricity consumption. Government electricity pricing policy may be based on electricity consumption of per capita rather than family total electricity consumption. Future family characteristics such as family size should be determined to revise the predicted electricity consumption values in houses.

Paid amount invoiced and the inputs used to estimate the amount invoiced give valuable information about the characteristics of users. In order to determine the characteristics of users, analysis are carried out on some topics such as environmental sensitivity, a tendency to make electricity savings, electricity-saving methods used in. A significant correlation is determined between environmental sensitivity and age and between tendency to make electricity savings and age. In other words, young people are less sensitive than old people. So, some methods to create awareness among young people such as sharing educational videos on social networks are proposed. In addition, the effect of paid electricity bill on tendency to make electricity is measured.

Finally, the electricity-saving methods used in are evaluated. The remarkable features of commonly used electricity saving methods are determined comparing with features of infrequently used methods.

The most common electricity-saving method among people who answer the questionnaire is using energy saving lamps in their houses. It may be preferred

because it is easy to use and cheap to try. Also, energy saving lamps are generally accepted by public, so its using rate is increasing in time.

As a result, Turkey's future electricity consumption estimate, factors to control electricity consumption and recommendations are described in the final section.

1. GİRİŞ

Gündelik yaşamın vazgeçilmez unsurlarından biri olan elektrik enerjisi Türkiye’de ilk kez 1902 yılında Tarsus ilçesinde kullanılmaya başlanmıştır [1]. Özellikle kullanımının pratik olması nedeniyle giderek yaygınlaşmıştır. Günümüzde hemen her yerde kullanımı bulunmaktadır.

Türkiye, çoğalan nüfusu ve gelişen ekonomisi ile birlikte enerji ihtiyacı sürekli olarak artan bir ülke konumundadır. Elektrik enerjisinin üretimi anlık olarak arttırılamadığı için gelecekte özellikle elektrik enerjisi sıkıntısı yaşamamak için talep tahminlerinin tutarlı olması çok önemlidir.

Gelişmiş ekonomilerde büyüme ile elektrik enerjisi ihtiyacı arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise bu ilişki sanayi atılımları, elektrikli ev aletlerinin kullanılmasının yaygınlaşması ve gelirlerin artması ile birlikte giderek artmaktadır.

Elektrik enerjisinin vazgeçilmez bir unsur olduğunun en iyi tahlili, elektrik kesintisinin olduğu zamanlarda yapılabilir. Üretim yapmayan hizmet sektöründe dahi elektrik kesintileri işlerin hemen tamamıyla durmasına yol açmaktadır. Dolayısı ile elektrik enerjisi arz güvenliği bir ülke için çok önem arz etmektedir. Elektrik enerjisi arz güvenliğinin önemi ve bu güvenliğin sağlanması için yapılabilecekleri sıralamak gerekirse;

- Bir ülkede yaşayan insanların refah seviyesi o ülkenin gelirleri ile, gelirleri ise ülkedeki yatırımların büyüklüğü ile kuvvetli bir ilişki içindedir. Yatırımların devamlı ve artan bir ivmede olmasını sağlamanın birincil unsurları arasında elektrik enerjisi arz güvenliği yatmaktadır.
- Elektrik enerjisi özellikle kullanım kolaylığı dolayısı ile ön plana çıkmaktadır.
- Elektrik enerjisi sektörlerin tamamına girdi verirken, bu sektörlerin hemen hepsinden girdi alamamaktadır. Bu durum da enerji darboğazlarına yol açmaktadır.

- Elektriğin tüketim ve üretimi aynı anda gerçekleşmekte, bir başka ifadeyle depolanması çok zor bir enerji olduğundan, tüm sektörlerin doğrudan etkilenmektedir.
- Elektrik enerjisinin bir çok alanda ikamesi bulunmamaktadır.
- Elektrik enerjisinin üretimi ve depolanması çok büyük yatırımlar ve alanlar gerektirmektedir. Dolayısı ile devletin elektrik üretiminde etkin bir rolü bulunmaktadır.
- Elektrik enerjisi talebi aylar, günler ve hatta gün içinde çok fazla değişkenlik göstermektedir.
- Elektrik Enerjisinin kesintisiz bir şekilde sağlanabilmesi için mutlaka yedek bulundurulmalıdır.
- Elektrik tüketiminin tahmini gerektiği kadar elektirik üretiminin sağlanması için çok önemlidir. Özellikle elektrik ihtiyacının karşılanamaması ülkedeki yatırımlara büyük darbe vururken, gelecek yatırımları da engellemektedir.
- Elektrik üretimi için yapılan yatırımlardan alınacak sonuçlar uzun vadeli olduğundan, tahmin ve planlama büyük önem arz etmektedir. Çünkü gerektiğinden fazla yatırım fırsat maliyetlerinin kaçmasına ve maliyetlerin artmasına yol açacaktır [2].
- Elektrik enerjisi kaynaklarının mümkün olduğunca ülke içinden sağlanması, yine elektrik arz güvenliği için önemlidir. Özellikle son yıllarda doğalgaza bağlı elektrik santrallerinin artması elektrik üretim riskini arttırmaktadır [Çizelge 1.1 ve 1.2].
- Elektrik tüketiminin tahmini için etkili faktörlerin tespit edilmesinde (GSYİH, Nüfus Artışı vs.) kullanılacak yöntemlerin minimum hata payı ile çalışması önemlidir.
- Tüm dünyada ve ülkemizde sürekli artan bir elektrik enerjisi ihtiyacı olduğu bilinerek enerji yatırımları yönlendirilmelidir.
- Elektrik kesintilerinin kullanılan cihazlara verdiği zararlar ve bu kesintiler nedeniyle duran üretimden meydana gelen zararlar dikkate alınmalıdır.
- Kapsamlı bir altyapı çalışması sonucunda, elektrik iletimi birçok mal ve hizmete göre çok kolay olmaktadır. Ancak, sadece kablolar vasıtası ile yapılabilen iletim yüzünden rekabet ortamının oluşturulması zordur.

Yukarıda genellikle elektrik enerjisinin kısıtları, zorlukları sıralanmıştır. Kullanımı kolay ve teknolojik ürünlerin hemen tamamına yakınına girdi sağlaması elektrik enerjisinin yaygınlaşmasına neden olmuştur.

EPDK'nın 2020 yılına kadar toplam güvenilir elektrik enerjisi üretim kapasitesinin kaynağa göre gelişiminin değerlendirildiği çizelge 1.3 ve çizelge 1.4 hazırlanırken yine EPDK kabullerine göre kullanılmış olan senaryo 1 ve senaryo 2'nin içeriği çizelge 1.1 ve çizelge 1.2'de verilmiştir [3].

Çizelge 1.1 ve 1.2'de elektrik enerjisi üretim işletmesi projelerinin, kapasitelerine göre öngörülen işletmeye giriş tarihleri verilmektedir.

Çizelge 1.1: Elektrik üretim tesis projeleri senaryo 1 öngörüsü [3].

Proje ilerleme oranı	Kapasitesi	İşletmeye giriş tarihi
Belirsiz.	Tamamı.	Belirsiz.
% 10 ve altı.	Tamamı.	Belirsiz.
% 10 - % 35	100 MW'ın altı.	2013
% 10 - % 35	100 MW – 1.000 MW arası.	2014
% 10 - % 35	1.000 MW'ın üzeri.	2015
% 35 - % 70	100 MW'ın altı.	2012
% 35 - % 70	100 MW – 1.000 MW arası.	2013
% 35 - % 70	1.000 MW'ın üzeri.	2014
% 70'in üzeri.	Tamamı.	2011

Çizelge 1.2: Elektrik üretim tesis projeleri senaryo 2 öngörüsü [3].

Proje ilerleme oranı	Kapasitesi	İşletmeye giriş tarihi
Belirsiz.	Tamamı.	Belirsiz.
% 15 ve altı.	Tamamı.	Belirsiz.
% 15 - % 40	100 MW'ın altı.	2013
% 15 - % 40	100 MW – 1.000 MW arası.	2014
% 15 - % 40	1.000 MW'ın üzeri.	2015
% 40 - % 80	100 MW'ın altı.	2012
% 40 - % 80	100 MW – 1.000 MW arası.	2013
% 40 - % 80	1.000 MW'ın üzeri.	2014
% 80'in üzeri.	Tamamı.	2011

Çizelge 1.3 ve Çizelge 1.4 incelendiğinde elektrik enerjisi üretimi için ithal edilecek kaynak oranının (Doğalgaz, fuel oil, ithal kömür) 2020 yılına kadar % 60'ın altına düşmediği görülmektedir. Bir başka ifadeyle ülke olarak dışa bağımlılığımızın uzun yıllar bu denli yüksek olacağı öngörülen bir kaynağı uygun bir şekilde planlamak çok önemlidir.

Çizelge 1.3: Toplam güvenilir elektrik enerjisi üretim kapasitesinin kaynağa göre gelişimi (Senaryo 1) [3].

Kaynak	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linyit	15,8	15,9	15,2	16,4	16,6	16,6	16,6	16,6	16,8	16,8
T.kömür+Asfaltit	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
İthal kömür	9,8	10,1	9,2	9,8	10,8	11	10,9	10,9	10,9	10,9
Doğalgaz	51,9	50,3	51	49,1	47,8	47,7	47,7	47,7	47,6	47,6
Jeotermal	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Fuel oil	3,3	3,6	3,3	3,1	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Motorin	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0
Diğer	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Biogaz+Atık	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Hidrolik	14,8	15,7	15,9	16	16,3	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
Rüzgar	1,7	1,9	2,7	3,1	3	3	3	3	3	3
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Çizelge 1.4: Toplam güvenilir elektrik enerjisi üretim kapasitesinin kaynağa göre gelişimi (Senaryo 2) [3].

Kaynak	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linyit	15,9	16	15,6	16,5	16	16	16	16	16,2	16,2
T.kömür+Asfaltit	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
İthal kömür	9,8	10,1	9,5	9,4	9,8	9,9	9,8	9,8	9,8	9,8
Doğalgaz	52	50,5	51,1	49,7	49,3	49,1	49,1	49,1	49	49
Jeotermal	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fuel oil	3,3	3,6	3,4	3,2	3	3	3	3	3	3
Motorin	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0
Diğer	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Biogaz+Atık	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Hidrolik	14,7	15,5	15,9	16	16,3	16,3	16,4	16,4	16,4	16,4
Rüzgar	1,7	1,8	2	2,7	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Bu tezin amacı geçmiş yıllarda elde edilmiş veriler yardımıyla geleceğe yönelik elektrik tüketim tahminlerini yapmak ve konut elektrik tüketimini miktarını kullanıcılar bazında etkileyen faktörleri belirlemektir.

Gelecekteki elektrik tüketim tahminlerinin belirlenmesinde bugüne kadar hem Türkiye açısından hem de dünya üzerindeki diğer ülkelerle ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Dünyada bazı ülkeler ve Türkiye için yapılan tahmin çalışmalarında kullanılan faktörler (bağımsız değişkenleri) çizelge halinde verilmiştir [4]. Tahmin

modellerinin büyük çoğunluğunda nüfus ve GSYİH değerlerinin bağımsız değişken olarak verildiği görülmektedir.

Türkiye için sanayi elektrik tüketim talebini tahmin etmeye yönelik yapılan analizlerde elektrik tüketiminin tahmin edilmesinde GSYİH'nın önemi vurgulanmaktadır [5].

Koteder tarafından hazırlanmış olan ve 2011 Mayıs ayında yayımlanmış olan Elektrik Sektör Raporu'nda da elektrik tüketim artış hızının GSYİH'a olan bağılılığı vurgulanmakta; özellikle kriz yıllarında bu bağılılığın net bir şekilde ortaya çıktığı anlatılmaktadır [6].

Deloitte tarafından hazırlanmış olan Türkiye Elektrik Enerjisi Piyasası 2010 -2011 raporunda elektrik tüketiminin ekonomik büyüme (GSYİH), nüfus artışı, kentleşme ve enerji verimliliği uygulamalarına bağlı olduğu belirtilmektedir [7].

Genetik algoritma ile Türkiye net elektrik enerjisi tüketiminin 2020 yılına kadar tahmininin yapıldığı bir çalışmada, daha önceden yapılmış olan benzer çalışmalar karşılaştırma amaçlı kullanılmaktadır ve elektrik tüketim tahminleri yapılırken GSYİH, nüfus, ithalat ve ihracat değişkenleri kullanılmıştır [8].

2011 yılında Ürdün'de yapılmış bir çalışmada konut elektrik tüketimini etkileyen faktörler olarak nüfus, GSYİH ve elektrik fiyatının olduğunu tahmin eden hipotezler kullanılmıştır. Konut elektrik tüketiminde nüfus ve GSYİH'nın istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkili, elektrik fiyatının ise etkisiz olduğu bulunmuştur [9].

Konut elektrik tüketimine etki eden faktörlerin belirlenmesi amacıyla dünya üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde konut elektrik tüketiminin hane toplam geliri, aile büyüklüğü, ev büyüklüğü, elektriğin kullanıldığı alanlar, elektrik fiyatı vb. faktörlerin önemli olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Kaliforniya konut elektrik tüketimi ile ilgili yapılmış bir çalışmada hane geliri, aile reisinin yaşı, aile büyüklüğü, evin büyüklüğü ve elektriğin kullanım alanlarının konut elektrik tüketim karakteristiğini belirlemede önemli rol oynadığı belirtilmektedir [10].

Utah üzerinde yapılan kent ve köydeki yaşamın konut elektrik tüketimi üzerinde anlamlı bir fark yaratabileceği hipotezi üzerine bir çalışma hazırlanmıştır. Bu çalışmada kent ve köy yaşantısının farklılığı üzerinde araştırmalar yapılmış, konut

elektrik tüketimi üzerinde etkili olan faktörler de belirlenmiştir. Evde kullanılan elektrikli aletlerin çeşidi ve sayısı, evde yaşayan aile bireylerinin sayısı ve aile reisinin yaşı vb. faktörlerin kent ve köy yaşamlarında farklılık gösterebileceği ve bunun konut elektrik tüketimini etkileyebileceği belirlenmiştir [11].

1991 yılında Florida’da 400 elektrik tüketicisi üzerinde yapılan bir çalışmada mobil evlerdeki elektrik tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Elektrik tüketimindeki ana faktörlerden birinin ev ısıtması olduğu belirtilmekle birlikte, aile büyüklüğü, gelir, evin yaşı vb. faktörlerin de etkili olduğu dikkate alınmaktadır [12].

2. BAZI VERİLER, YÖNTEM VE HİPOTEZLER

2.1 Bazı Veriler

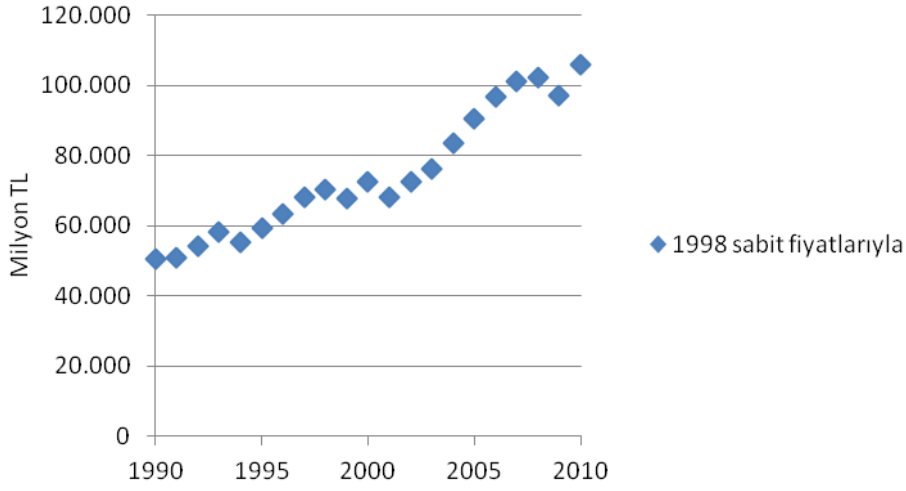
Bir ülke için sanayi ve elektrik tüketimini tahmin etmek için yapılan önceki çalışmalarda genel olarak iki değişkenin önemli rol oynadığı tespit edilmiştir: GSYİH ve nüfus.

GSMH'nın yerine GSYİH'nın kullanılıyor olmasının temel sebebi, GSYİH'nın ülke içinde üretilen tüm mal ve hizmetlere karşılık parasal değeri temsil ediyor olmasıdır. Ancak, GSMH hem yurtiçi hem de yurtdışında çalışarak ürettiği mal ve hizmetlerin parasal karşılığını temsil etmektedir [13].

Sonuç olarak; ülke içinde tüketilecek elektriğin tahmini için ülke içinde üretilen mal ve hizmetlerin etkisinin hesaba katılması uygun olacaktır.

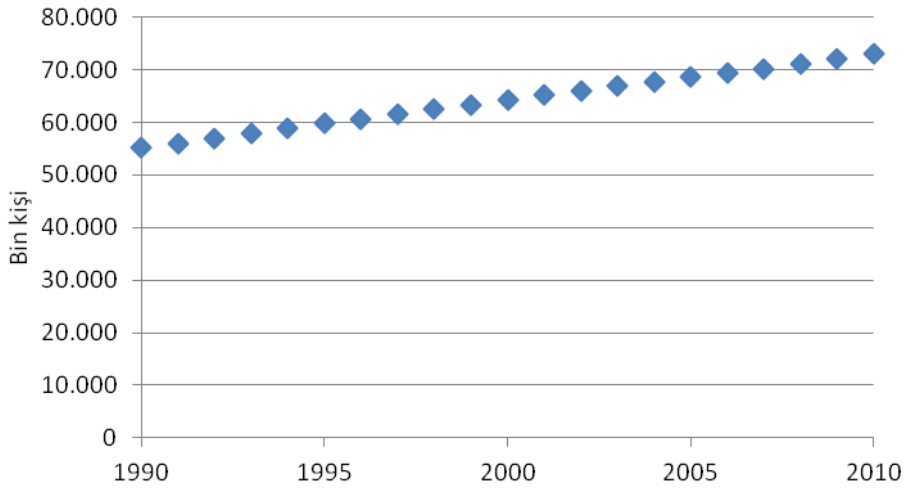
Nüfus artışı ise elektrik tüketimine olan etkisini kendiliğinden açıklamaktadır. Bir ülkede nüfus arttıkça, mal ve hizmetleri kullanan insan sayısı artacak ve bu durum doğrudan mal/hizmet kullanımı esnasında ve dolaylı olarak mal/hizmet üretimini arttırarak elektrik tüketimine etki edecektir.

GSYİH ülke para birimine göre ifade edilmekle birlikte bazı durumlarda yabancı para birimlerinde de gösterilmektedir. Ayrıca GSYİH cari ve sabit fiyatlarla gösterilebilir. Her iki gösterim biçiminin kullanıldığı alanlar olmakla birlikte, elektrik tüketim tahmini yaparken bulunmaya çalışılan üretilen mal ve hizmetlerin gerçek değeri olduğu için bu çalışmada enflasyon etkilerinden arındırılmış olan sabit fiyatlarla ifade edilen ve TL cinsinden GSYİH değerleri kullanılmaktadır. Şekil 2.1'de Türkiye'nin 1990-2010 yılları arasındaki GSYİH hasıla değerleri 1998 fiyatları baz alınarak verilmiştir.



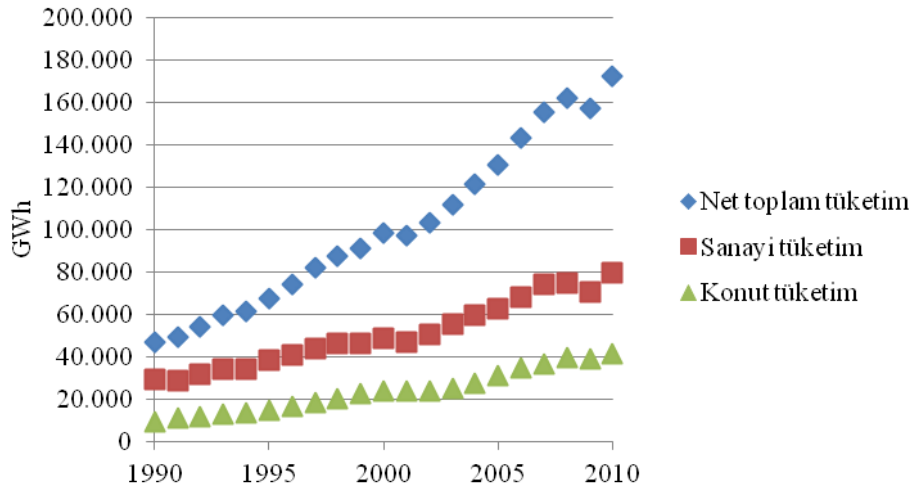
Şekil 2.1: 1990 – 2010 yılları arasındaki Türkiye GSYİH değerleri [14].

Bir diğer değişken olan nüfus verileri ise TÜİK web sayfasından temin edilmiştir. Adrese dayalı nüfus sistemine geçilene kadar, nüfus sayımı yılları arasında kalan veriler TÜİK'in yapmış olduğu tahmin yönetimiyle doldurulmuştur (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: 1990 – 2010 yılları arasındaki Türkiye nüfusu [15].

Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de verilen değişkenler yardımıyla bağımlı değişkenler sanayi, konut ve net toplam elektrik tüketim tahminleri yapılacaktır. Sanayi, konut ve net toplam elektrik tüketimi (kayıp, kaçak, santral kullanım bedeli hariç) de Şekil 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.3: 1990 - 2010 yılları arasında Türkiye elektrik tüketim değerleri [16].

2.2 Yöntem

Tahmin yapmak amacıyla çok çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılabilmektedir. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın elde edilen tahmin yöntemi bünyesinde mutlaka hataları barındıracaktır.

Bu çalışmada genel olarak 2 istatistik yöntem kullanılmıştır. Bunlardan birincisi, bir örneklem kütesinin çeşitli faktörler altında toplanıldığının gösterimi amacıyla yapılan ANOVA ve Welch testleridir. İkincisi ise belli girdiler yardımıyla tahmin edilmeye çalışılan çıktıların belirlendiği Regresyon testidir. İnternet üzerinden araştırma yapıldığında bu testler ile ilgili çok sayıda bilimsel makaleye ulaşılabilir.

2.2.1 ANOVA ve Welch testi

ANOVA analizi, birbirinden bağımsız üç veya daha fazla grubun bir değişken üzerindeki ortalamaları arasındaki anlamlı farklılığı sınamak amacıyla gerçekleştirilmektedir [17]. Testin amacı en az iki grup arasında belirlenmiş değişken üzerinde anlamlı farklılığın tespiti olabilirken, bazen bu farklılığın olmadığını göstermek de bir diğer amaç olabilir.

Gruplar arasındaki farklılığın sınanması amacıyla hipotezler oluşturulur. Bu hipotezler genellikle literatürde sıfır hipotezi ve alternatif hipotez olarak geçmektedir. Sıfır hipotezi tüm grupların belirlenmiş değişken için ortalamalarının eşitliğini savunurken, alternatif hipotez ise bu ortalamalardan en az ikisinin birbirinden farklı olduğunu savunmaktadır.

Fakat, ANOVA testi sadece en az iki grup arasındaki farklılığı açıklarken, ortalamaların hesaplandığı değişkenlerin varyanslarının homojen olarak dağıldığı kabulü yapılır. Eğer varyanslar homojen olarak dağılmamış ise gruplar arasındaki farklılığı sınamak amacıyla Welch testi kullanılır [18]. Bu test sonuçlarının yorumlanması açısından ANOVA testi ile birebir aynı olmakla birlikte, tek farklılık değerlendirilen ortalamaların varyanslarının homojen dağılmamasıdır.

Varyansların homojen olup olmadığının kontrolü amacıyla SPSS programında “test of homogeneity of variance” testi bulunmaktadır. Çizelge 2.1’de bu testin bir örnek çıktısı yer almaktadır.

Çizelge 2.1: Varyansların homojenliği test sonucu için örnek bir çizelge.

Levene istatistiği	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
2,269	4	807	0,060

Çizelge 2.1 incelendiğinde önem seviyesi 0,05’ten büyük olduğu için varyansların homojen dağıldığı hipotezi kabul edilir ve ANOVA testi sonuçları kullanılır. Eğer önem seviyesi değeri 0,05’ten küçük çıkmış olsaydı varyansların homojen dağıldığı hipotezi rededilecek ve ortalamalar arasındaki farklılığın incelenmesinde Welch testi kullanılacaktı.

Çizelge 2.2 ve çizelge 2.3’te ANOVA ve Welch testi için örnek birer çıktı yer almaktadır.

Çizelge 2.2: ANOVA testi örnek çıktısı.

	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Gruplar arası	10384,685	4	2596,171	3,373	0,009
Grup içi	621142,521	807	769,693		
Toplam	631527,207	811			

Çizelge 2.3: Welch testi örnek çıktısı.

	İstatistik	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
Welch	4,628	4	188,880	0,001

Her iki testin de önem seviyesi incelendiğinde elde edilmiş değerin 0,05'ten küçük olduğu tespit edilmiştir. Dolayısı ile test edilen grup ortalamalarından en az ikisi birbirinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklıdır sonucuna ulaşılabilir. Daha önce de belirtildiği üzere hem ANOVA hem de Welch testi sadece analiz edilen gruplar arasındaki en az iki grup arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermeye yaramaktadır. İki'den fazla grup arasındaki ilişkinin incelenmesi için bir sonraki test adımı olan SPSS'deki "post hoc" testlerinden biri kullanılmaktadır.

ANOVA ve Welch testlerinin seçiminde olduğu gibi "post hoc" testleri de iki grup altında toplanmaktadır. Bu gruplar hesaplanmış ortalamaların varyanslarının homojen dağılıp dağılmamasına göre oluşturulmuştur. SPSS programında şekil 2.4'teki çizelge içinden uygun olan test seçilerek tüm gruplar arasındaki ilişki incelenmektedir.

Equal Variances Assumed

☐ LSD	☐ S-N-K	☐ Waller-Duncan
☐ Bonferroni	☒ Tukey	Type I/Type II Error Ratio: 100
☐ Sidak	☐ Tukey's-b	☐ Dunnett
☐ Scheffe	☐ Duncan	Control Category: Last
☐ R-E-G-W F	☐ Hochberg's GT2	Test
☐ R-E-G-W Q	☐ Gabriel	☒ 2-sided ☐ < Control ☐ > Control

Equal Variances Not Assumed

☐ Tamhane's T2	☐ Dunnett's T3	☒ Games-Howell	☐ Dunnett's C
---------------------------------------	---------------------------------------	--	--------------------------------------

Significance level: 0,05

Şekil 2.4: SPSS programındaki post hoc testleri.

Her iki grup için de çok sayıda test yöntemi bulunmakla birlikte bu tez için varyansların homojen dağılması neticesinde Tukey, varyansların homojen dağılmaması neticesinde ise Games-Howell testi kullanılacaktır.

Her iki post hoc test sonuç çizelgesi içerik bakımından aynıdır. Çizelge 2.4'de bir örnek yer almaktadır.

Çizelge 2.4: Tukey ve Games-Howell testlerinin örnek çıktısı.

Karşılaştırılan gruplar		Ortalama farkı	Standart hata	Önem seviyesi
Grup1	Grup2	-15,606*	4,957	0,015
Grup1	Grup3	-12,092	5,031	0,115

* 0,05 önem seviyesine göre fark anlamlıdır.

Çizelge 2.4 incelendiğinde grup1 ve grup2 ortalamaları arasında yaklaşık 15 birimlik bir fark bulunmaktadır. Ancak, bu farklılığın gerçekten anlamlı olup olmadığının tespitini yapmak için ilgili önem seviyesi kontrol edilmelidir. Önem seviyesi $0,015 < 0,05$ olduğu için grup1 ve grup2 ortalamaları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılır.

Grup1 ve grup3 arasındaki yaklaşık 13 birimlik fark incelendiğinde ise önem seviyesi $0,115 > 0,05$ olduğu için ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı testpit edilmiş olur.

2.2.2. Regresyon analizi

Geleceğe yönelik tahminler yapmak, bilinmeyen sonuçları istediğimiz sonuçlar haline getirmek gibi çeşitli amaçlarla belki de farkında olmadan günlük hayatımızda regresyon analizini sıkça kullanmaktayız. Spor yaptıkça kilo verilmesi, tuzlu yemek yedikçe tansiyonun yükselmesi, üniversite sınavlarına girmeden önce çözülen örnek sayısı ile alınan puan arasındaki pozitif ilişki gibi örnekleri çoğaltmak mümkündür. Regresyon analizi kısaca bağımsız bir veya birden fazla değişken ile bu değişkenlere bağlı bir diğer değişken arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla kullanılmaktadır [19].

Regresyon analizinin anlatımı için SPSS program yardımıyla oluşturulmuş bir örnek üzerinden gidilmektedir. Çizelge 2.5’de bilinçli bir şekilde anlamlı olarak doldurulmuş A, B, C bağımsız değişkenleri ve anlamsız olarak doldurulmuş bağımsız X değişkeni ve bu dört değişkenle ilişkili olduğu düşünülen bağımlı bir Y değişkeni için girilmiş değerler yer almaktadır.

Bu çizelge oluşturulurken A değişkenin katsayısının 10, B değişkenin katsayısının 1.2, C değişkenin katsayısının ise -0.5 olduğu hesaba katılmıştır. X değişkeni rastgele çizelgeye konulmuştur. Hesaplama yapılırken bazı örnekler için hata değeri eklenmiş veya çıkartılmıştır. Hipotezimiz Y değişkeninin bağımsız A, B, C ve X değişkenleri ile ilişkili olduğunu savunmaktadır. SPSS yardımıyla çoklu regresyon analizi yapıldığında çizelge 2.6, çizelge 2.7 ve çizelge 2.8’deki sonuçlar hesaplanmaktadır.

Çizelge 2.5: Regresyon analizi için örnek veriler.

A	B	C	X	Y
1	4	2	3	22
2	7	10	5	35
3	1	12	8	35
4	10	6	12	60
5	2	8	5	59
6	3	8	6	70
7	8	10	6	85
8	7	5	7	96
9	7	2	9	107
10	5	5	1	115

Çizelge 2.6: Örnek veriler için yapılan regresyon modelinin determinasyon katsayısı.

Model	R	R kare	Düzeltilmiş R kare	Tahminin standart hatası
1	1,000 ^a	1,000	0,999	0,886

a. Belirleyiciler: (Sabit), X, A, C, B

Determinasyon katsayısı (Düzeltilmiş R Kare) beklendiği üzere 1'e çok yakın çıkmıştır. Bir başka ifadeyle Y bağımlı değişkeni üzerindeki farklılaşmanın % 99,9'u A, B, C ve X değişkenlerindeki farklılaşma ile açıklanabilmektedir.

Çizelge 2.7: Örnek veriler için yapılan regresyon modelinin önemlilik seviyesi.

Model		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
1	Regresyon	9240,477	4	2310,119	2944,419	0,000
	Artık	3,923	5	0,785		
	Toplam	9244,400	9			

Önemlilik seviyesi 0,05 değerinden düşük olduğu için hazırlanmış model Y değişkenini açıklamada istatistiksel olarak anlamlıdır sonucuna ulaşılır.

Çizelge 2.8 incelendiğinde elde edilmiş katsayıların beklenen sonuca yakın çıktığı görülmektedir. Sonucun birebir beklendiği gibi çıkmaması Y değişkeninde A, B ve C'den bağımsız olarak yapılmış olan değişikliklerdir.

Çizelge 2.8: Örnek veriler için yapılan regresyon modeli katsayıları.

Model	Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar		t	Önem seviyesi
	B	Standart hata	Beta			
	(Sabit)	7,875	1,211		6,504	0,001
1	A	10,114	0,104	0,955	97,430	0,000
	B	1,377	0,122	0,124	11,273	0,000
	C	-0,295	0,095	-0,031	-3,116	0,026
	X	-0,086	0,109	-0,008	-0,789	0,466

Tüm katsayıların önem seviyeleri incelendiğinde X haricindeki tüm değişkenlere ait önem seviyelerinin 0,05 değerinden düşük olduğu görülmektedir. Yine katsayıların B ve Beta değerleri incelendiğinde A ve B'nin Y'yi anlamlı bir şekilde pozitif etkilediği, C'nin ise anlamlı bir şekilde negatif etkilediği tespit edilmektedir. Fakat Y'deki değişimi en çok etkileyen değişkenin A olduğu beta katsayısı ile görülmekte, sonra sırası ile B ve C değişkenleri gelmektedir. Eğer anlamsız X değişkeni modelden çıkarılırsa çizelge 2.9'daki katsayılar elde edilmiş olur.

Çizelge 2.9: Örnek veriler için oluşturulan ikinci regresyon modeli katsayıları.

Model	Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar		t	Önem seviyesi
	B	Standart hata	Beta			
	(Sabit)	7,623	1,131		6,743	0,001
1	A	10,125	0,100	0,956	101,697	0,000
	B	1,332	0,104	0,119	12,768	0,000
	C	-0,309	0,090	-0,033	-3,440	0,014

Anlamsız X değişkeni çıkarıldığında A,B ve C'nin beklenen değerlere (10, 1.2 ve -0.5) daha çok yaklaştığı ve beta katsayıları gözönünde bulundurulduğunda Y'yi daha iyi açıkladıkları sonucuna ulaşılmış olur.

Sonuç olarak; tahmin modeli içindeki bağımsız değişkenler Y ile ne kadar ilişkili ise modelin açıklama gücü o kadar yüksek olacaktır. Tez çalışmasında yukarıda anlatıldığı şekilde varyans ve regresyon analizleri kullanılmıştır.

2.3 Hipotezler

Yapılan çalışma genel olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Birincisi makro anlamda Türkiye'nin elektrik tüketimine etki eden faktörlerin tespitidir. Bu faktörlerin yapılan değerlendirme sonucunda GSYİH ve nüfus olabileceği tahmin edilmektedir.

Çalışmanın ikinci kısmı ise mikro anlamda konut elektrik kullanıcılarının karakteristiklerinin belirlenmesine yöneliktir. Bu faktörlerin yapılan değerlendirmeler sonucunda gelir seviyesi, konut büyüklüğü, aile büyüklüğü, yaş, eğitim seviyesi ve elektriğin evde kullanım alanları olabileceği tahmin edilmektedir.

Çizelge 2.10'da Türkiye'nin konut, sanayi ve toplam elektrik tüketimini tahmin etmek amacıyla etkili olabilecek faktörler olan nüfus ve GSYİH'ya yönelik hipotezler oluşturulmuştur.

Çizelge 2.10: Türkiye elektrik tüketim tahmini için oluşturulan hipotezler.

Hipotez	
No	Hipotezin açıklaması
1-H0	Nüfus artışı ile konut elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.
1-H1	Nüfus artışı ile konut elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.
2-H0	GSYİH artışı ile konut elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.
2-H1	GSYİH artışı ile konut elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.
3-H0	Nüfus artışı ile sanayi elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.
3-H1	Nüfus artışı ile sanayi elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.
4-H0	GSYİH artışı ile sanayi elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.
4-H1	GSYİH artışı ile sanayi elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.
5-H0	Nüfus artışı ile toplam elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.
5-H1	Nüfus artışı ile toplam elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.
6-H0	GSYİH artışı ile toplam elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.
6-H1	GSYİH artışı ile toplam elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.

Çizelge 2.11'de ise konut tüketicilerinin elektrik kullanım karakteristiklerinin belirlenmesine yönelik olarak aile birey sayısı, gelir, ev büyüklüğü, yaş, ısınmada elektriğin kullanılması gibi faktörlere yönelik hipotezler oluşturulmuştur.

Çizelge 2.11: Elektrik kullanım karakteristiklerinin belirlenmesi ile ilgili hipotezler.

Hipotez No	Hipotezin açıklaması
7-H0	Aile birey sayısı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.
7-H1	Aile birey sayısı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.
8-H0	Aile toplam ortalama gelir miktarı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.
8-H1	Aile toplam ortalama gelir miktarı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.
9-H0	Ev büyüklüğü ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.
9-H1	Ev büyüklüğü ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.
10-H0	Isınmada elektrik kullanım oranı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.
10-H1	Isınmada elektrik kullanım oranı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.
11-H0	Yaş ile çevreye duyarlılık açısından elektrik tüketimine dikkat etme eğilimi yoktur.
11-H1	Yaş ile çevreye duyarlılık açısından elektrik tüketimine dikkat etme eğilimi vardır.
12-H0	Gelir seviyesi ile çevreye duyarlılık açısından elektrik tüketimine dikkat etme eğilimi yoktur.
12-H1	Gelir seviyesi ile çevreye duyarlılık açısından elektrik tüketimine dikkat etme eğilimi vardır.
13-H0	Aile yaş ortalaması ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.
13-H1	Aile yaş ortalaması ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.
14-H0	Anketi dolduran kişinin yaşı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.
14-H1	Anketi dolduran kişinin yaşı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.
15-H0	Yaşanılan şehir ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.
15-H1	Yaşanılan şehir ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.
16-H0	Eğitim seviyesi ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.
16-H1	Eğitim seviyesi ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.

3. YAPILAN ÇALIŞMA

3.1 Konut Elektrik Tüketimi İçin Kullanılacak Modelin Oluşturulması ve Doğrulanması

Giriş bölümünde de belirtildiği üzere elektrik tüketim tahminlerinin yapılmasına yönelik dünyada ve Türkiye’de çok sayıda çalışma yapılmıştır. Çok değişik yöntemler bulunmakla birlikte genel olarak GSYİH ve nüfus artışına bağlı olarak elektrik tüketim tahminleri yapılmaktadır.

Elde edilecek modelin doğrulanabilmesi için gerçekleşmiş verilerle yapılacak karşılaştırma en doğru sonucu verecektir. Bunun için 1990 -2005 yılları arasındaki veriler kullanılarak analiz yapılmıştır.

Konut elektrik tüketim tahmin modelinin oluşturulması için çoklu regresyon analizi yöntemlerinden “Enter” yöntemi kullanılmaktadır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1: Tüm veriler için gerçekleştirilen regresyon analizi yöntemi.

Girilen değişkenler	Yöntem
GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla), Nüfus (Bin kişi)	Enter

1990 – 2005 yılları arasındaki konut elektrik tüketiminin tahmin edilmesine yönelik GSYİH ve nüfus değerleri kullanılarak elde edilen çoklu regresyon modelinin determinasyon katsayısı Çizelge 3.2’de verilmiştir. Bulunan değer 1’e çok yakın olup, elde edilen modelin bağımlı değişkeni (konut elektrik tüketimi) açıklama gücünün çok yüksek olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 3.2: 1990-2005 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahminin standart hatası
1	0,992 ^a	0,984	0,981	909,92379

a. Belirleyiciler: (Sabit), GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla), Nüfus (Bin kişi)

Elde edilen modelin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını ölçmek için kullanılan önemlilik değeri Çizelge 3.3’de verildiği üzere 0,000’dır. Bu değer 0,05’ten küçük çıktığı için elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.3: 1990-2005 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.

Model		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
	Regresyon	643201434,348	2	321600717,174	388,425	0,000
1	Artık	10763496,881	13	827961,299		
	Toplam	653964931,229	15			

Konut elektrik tüketimini tahmin etmek amacıyla elde edilmiş çoklu regresyon modelinin katsayılarının anlamlılık ve bağımlı değişkeni açıklama gücünün değerleri Çizelge 3.4’de verilmiştir. Tüm değişkenlerin önemlilik değeri 0,05’ten küçük olup, istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu nedenle 1-H₀ (Nüfus artışı ile konut elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.) ve 2-H₀ (GSYİH artışı ile konut elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.) hipotezleri reddedilerek, 1-H₁ (Nüfus artışı ile konut elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.) ve 2-H₁ (GSYİH artışı ile konut elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.) hipotezleri kabul edilir.

Çizelge 3.4: 1990-2005 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.

Model		Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar	t	Önem seviyesi
		B	Standart hata	Beta		
	(Sabit)	-59734,988	7475,913		-7,990	0,000
	Nüfus (Bin kişi)	1,088	0,192	0,704	5,654	0,000
1	GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla)	0,171	0,072	0,296	2,377	0,034

GSYİH ve nüfus değerlerinin bağımlı değişken olan konut elektrik tüketimini açıklama gücünü ifade eden beta değerleri incelendiğinde her iki değişkenin de bağımlı değişkenle pozitif bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Fakat, nüfusun

GSYİH'ya göre bağımlı değişkenle daha güçlü bir ilişkiye sahip olduğu beta katsayısının (0,704) 1'e daha yakın olması ile açıklanabilir. Bu durum beklenen bir sonuçtur. Sonuç olarak; konut elektrik tüketimi nüfus ve GSYİH ile açıklanabilir ve nüfusun etkisi GSYİH'ya göre daha yüksektir.

Çizelge 3.4'de katsayıları yer alan model vasıtası ile 2006 – 2010 yılları arasında tahmin yapılarak, kullanılan değişkenlerin ve modelin doğruluğu çizelge 3.6'da gözden geçirilmiştir.

Gözden geçirme yapılırken 2005 yılında Türkiye'nin nüfusu ve GSYİH'sı için EPDK'nın 2006 – 2010 yılları arasında yapmış olduğu ve çizelge 3.5'de yer alan öngörüler kullanılmıştır.

Çizelge 3.5: EPDK'nın 2006 – 2010 yılları için GSYİH ve nüfus artışı için yapmış olduğu öngörüler [20].

Dönemler	Kalkınma Hızı (%)	Nüfus Artışı (%)
2000 - 2005	3,1	1,6
2005 - 2010	5,5	1,4
2010 - 2015	6,4	1,2
2015 - 2020	6,4	1,0

Çizelge 3.6' da 2005 – 2010 yılları arası için GSYİH ve nüfus artış hızları kullanılarak tahminler yapılmıştır. 2005 yılı için TÜİK'ten alınan resmi nüfus değeri (68.566.000 kişi) her yıl için % 1,4 ve Hazine Kontrolörleri Derneği web sayfası (www.hazine.org.tr) alınmış olan 1998 sabit fiyatlarıyla GSYİH değeri (90.500.000.000 TL) her yıl için % 5,5 arttırılarak çizelge 3.6'da 2005 yılında öngörülen girdiler oluşturulmuştur.

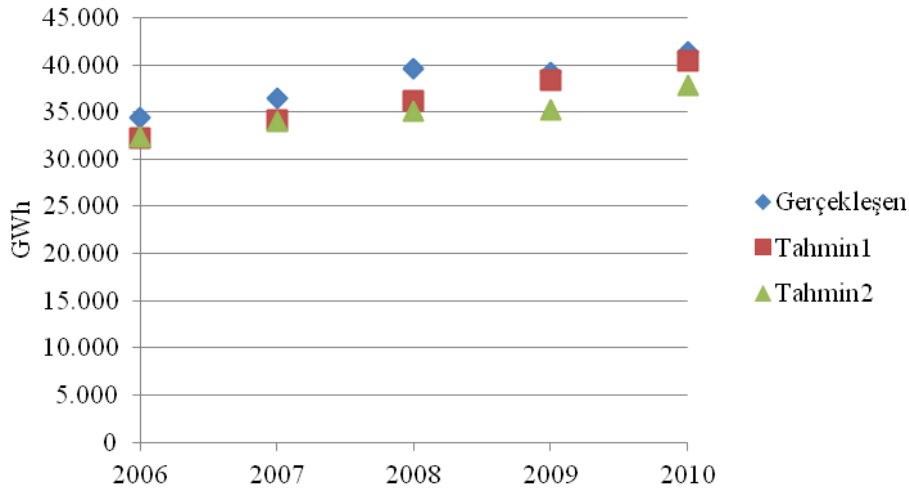
Çizelge 3.6: 1990-2005 verileri ile konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen model kullanılarak yapılan tahmin ile gerçekleşen değerler arasındaki ilişki.

Yıl	2005 yılında öngörülen girdiler		Gerçekleşmiş girdiler				Gerçekleşen Sonuç (GWh)
	Nüfus (Bin kişi)	GSYİH (Milyon TL*)	Tahmin1 (GWh)	Nüfus (Bin kişi)	GSYİH (Milyon TL*)	Tahmin2 (GWh)	
2006	69.526	95.477	32.236	69.395	96.738	32.309	34.466
2007	70.499	100.729	34.193	70.215	101.255	33.973	36.476
2008	71.486	106.269	36.214	71.095	102.164	35.086	39.584
2009	72.487	112.113	38.302	72.050	97.003	35.243	39.148
2010	73.502	118.280	40.461	73.003	105.886	37.799	41.411

* 1998 sabit fiyatlarıyla

Bu girdiler yardımıyla Tahmin1 sonucu elde edilmiştir. Sanayi ve toplam tüketim tahminlerinde de girdi olarak aynı değerler kullanılmıştır. Tahmin2 sonucunu elde etmek için aynı yıllarda “gerçekleşmiş” olan girdiler kullanılmıştır.

Çizelge 3.6’da verilen tahmin ve gerçekleşen değerlerin grafiksel gösterimi şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1: Konut elektrik tüketim tahmini ile gerçekleşen sonuçların karşılaştırılması.

Şekil 3.1 incelendiğinde kullanılan modelin tahmin ettiği değerler ile gerçekleşen değerlerin birbirine yakın olduğu sadece 2008 yılında öngörülemez bir büyüme artışı nedeniyle biraz geride kaldığı ancak 2009 yılındaki ekonomik kriz ile birlikte tahmin ve gerçekleşen değerlerin tekrar örtüştüğü gözlemlenmiştir.

3.2 Sanayi Elektrik Tüketimi İçin Kullanılacak Modelin Oluşturulması ve Doğrulanması

1990 – 2005 yılları arasındaki sanayi elektrik tüketiminin tahmin edilmesine yönelik GSYİH ve nüfus değerleri kullanılarak elde edilen çoklu regresyon modelinin determinasyon katsayısı Çizelge 3.7’de verilmiştir. Bulunan değer 1’e çok yakın olup, elde edilen modelin bağımlı değişkeni (sanayi elektrik tüketimi) açıklama gücünün çok yüksek olduğunu belirtmektedir.

Elde edilen modelin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını ölçmek için kullanılan önemlilik değeri Çizelge 3.8’de verildiği üzere 0,000’dır. Bu değer 0,05’ten küçük çıktığı için elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.7: 1990-2005 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahminin standart hatası
1	0,998 ^a	0,995	0,994	790,49025

a. Belirleyiciler: (Sabit), GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla), Nüfus (Bin kişi)

Çizelge 3.8: 1990-2005 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.

Model		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
1	Regresyon	1,627E9	2	813359625,640	1301,636	0,000
	Artık	8123372,953	13	624874,843		
	Toplam	1,635E9	15			

Sanayi elektrik tüketimini tahmin etmek amacıyla elde edilmiş çoklu regresyon modelinin katsayılarının anlamlılık ve bağımlı değişkeni açıklama gücünün değerleri Çizelge 3.9’da verilmiştir. Tüm değişkenlerin önemlilik değeri 0,05’ten küçük olup, istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu nedenle 3-H0 (Nüfus artışı ile sanayi elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.) ve 4-H0 (GSYİH artışı ile sanayi elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.) hipotezleri reddedilerek, 3-H1 (Nüfus artışı ile sanayi elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.) ve 4-H1 (GSYİH artışı ile sanayi elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.) hipotezleri kabul edilir.

Çizelge 3.9: 1990-2005 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.

Model		Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar		Önem seviyesi
		B	Standart hata	Beta	t	
1	(Sabit)	-58109,739	6494,650		-8,947	0,000
	Nüfus (Bin kişi)	1,091	0,167	0,447	6,526	0,000
	GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla)	0,512	0,063	0,561	8,199	0,000

GSYİH ve nüfus değerlerinin bağımlı değişken olan sanayi elektrik tüketimini açıklama gücünü ifade eden beta değerleri incelendiğinde her iki değişkenin de

bağımlı değişkenle pozitif bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Fakat, GSYİH'nın nüfusa göre bağımlı değişkenle daha güçlü bir ilişkiye sahip olduğu beta katsayısının (0,561) 1'e daha yakın olması ile açıklanabilir. Bu durum beklenen bir sonuçtur. Sonuç olarak; konut elektrik tüketimi nüfus ve GSYİH ile açıklanabilir ve GSYİH'nın etkisi nüfusa göre daha yüksektir.

Çizelge 3.9'da katsayıları yer alan model vasıtası ile 2006 – 2010 yılları arasında tahmin yapılarak, kullanılan değişkenlerin ve modelin doğruluğu çizelge 3.10'da gözden geçirilmiştir.

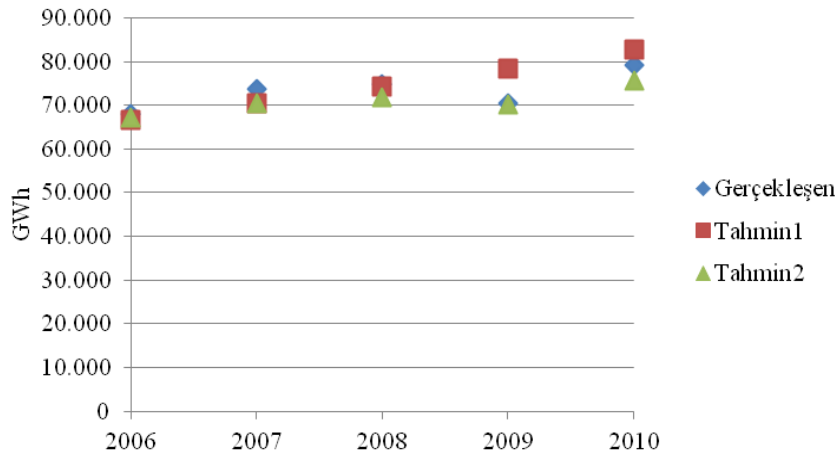
Gözden geçirme yapılırken 2005 yılında Türkiye'nin nüfusu ve GSYİH'sı için EPDK'nın 2006 – 2010 yılları arasında yapmış olduğu ve çizelge 3.5'de yer alan öngörüler kullanılmıştır.

Çizelge 3.10: 1990-2005 verileri ile sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen model kullanılarak yapılan tahmin ile gerçekleşen değerler arasındaki ilişki.

Yıl	2005 yılında öngörülen girdiler			Gerçekleşmiş girdiler			
	Nüfus (Bin kişi)	GSYİH (Milyon TL*)	Tahmin1 (GWh)	Nüfus (Bin kişi)	GSYİH (Milyon TL*)	Tahmin2 (GWh)	Gerçekleşen Sonuç (GWh)
2006	69.526	95.477	66.627	69.395	96.738	67.130	68.027
2007	70.499	100.729	70.378	70.215	101.255	70.337	73.795
2008	71.486	106.269	74.291	71.095	102.164	71.763	74.850
2009	72.487	112.113	78.375	72.050	97.003	70.162	70.470
2010	73.502	118.280	82.640	73.003	105.886	75.750	79.331

* 1998 sabit fiyatlarıyla

Çizelge 3.10'da verilen tahmin ve gerçekleşen değerlerin grafiksel gösterimi şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2: Sanayi elektrik tüketim tahmini ile gerçekleşen sonuçların karşılaştırılması

Şekil 3.2 incelendiğinde kullanılan modelin tahmin ettiği değerler ile gerçekleşen değerlerin birbirine yakın olduğu sadece 2009 yılında yaşanan ekonomik krizin etkisi nedeniyle yapılan tahminin gerçekleşen değerden biraz yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak tahmin edilen değerler ile gerçekleşen değerler birbirleriyle örtüşmektedir.

3.3 Toplam Elektrik Tüketimi İçin Kullanılacak Modelin Oluşturulması ve Doğrulanması

1990 – 2005 yılları arasındaki toplam net elektrik tüketiminin tahmin edilmesine yönelik GSYİH ve nüfus değerleri kullanılarak elde edilen çoklu regresyon modelinin determinasyon katsayısı Çizelge 3.11’de verilmiştir. Bulunan değer 1’e çok yakın olup, elde edilen modelin bağımlı değişkeni (toplam net elektrik tüketimi) açıklama gücünün çok yüksek olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 3.11: 1990-2005 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahminin standart hatası
1	0,998 ^a	0,997	0,996	1539,07096

a. Belirleyiciler: (Sabit), GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla), Nüfus (Bin kişi)

Elde edilen modelin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını ölçmek için kullanılan önemlilik değeri çizelge 3.12’de verildiği üzere 0,000’dır. Bu değer 0,05’ten küçük çıktığı için elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.12: 1990-2005 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.

Model	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Regresyon	1,004E10	2	5,022E9	2120,062	0,000
1 Artık	30793612,322	13	2368739,409		
Toplam	1,007E10	15			

Toplam net elektrik tüketimini tahmin etmek amacıyla elde edilmiş çoklu regresyon modelinin katsayılarının anlamlılık ve bağımlı değişkeni açıklama gücünün değerleri Çizelge 3.13’de verilmiştir. Tüm değişkenlerin önemlilik değeri 0,05’ten küçük olup, istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu nedenle 5-H0 (Nüfus artışı ile toplam elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.) ve 6-H0 (GSYİH artışı ile toplam elektrik tüketimi arasında bir ilişki yoktur.) hipotezleri reddedilerek, 5-H1 (Nüfus artışı ile toplam elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.) ve 6-H1 (GSYİH artışı ile toplam elektrik tüketimi arasında bir ilişki vardır.) hipotezleri kabul edilir.

Çizelge 3.13: 1990-2005 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.

Model	Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar		t	Önem seviyesi
	B	Standart hata	Beta			
(Sabit)	-205754,457	12644,971			-16,272	0,000
Nüfus (Bin kişi)	3,701	0,325	0,610		11,372	0,000
1 GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla)	0,902	0,122	0,398		7,416	0,000

GSYİH ve nüfus değerlerinin bağımlı değişken olan toplam net elektrik tüketimini açıklama gücünü ifade eden beta değerleri incelendiğinde her iki değişkenin de bağımlı değişkenle pozitif bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Fakat, nüfusun GSYİH’ya göre bağımlı değişkenle daha güçlü bir ilişkiye sahip olduğu beta katsayısının (0,610) 1’e daha yakın olması ile açıklanabilir.

Çizelge 3.13’te katsayıları yer alan model vasıtası ile 2006 – 2010 yılları arasında tahmin yapılarak, kullanılan değişkenlerin ve modelin doğruluğu çizelge 3.14’de gözden geçirilmiştir.

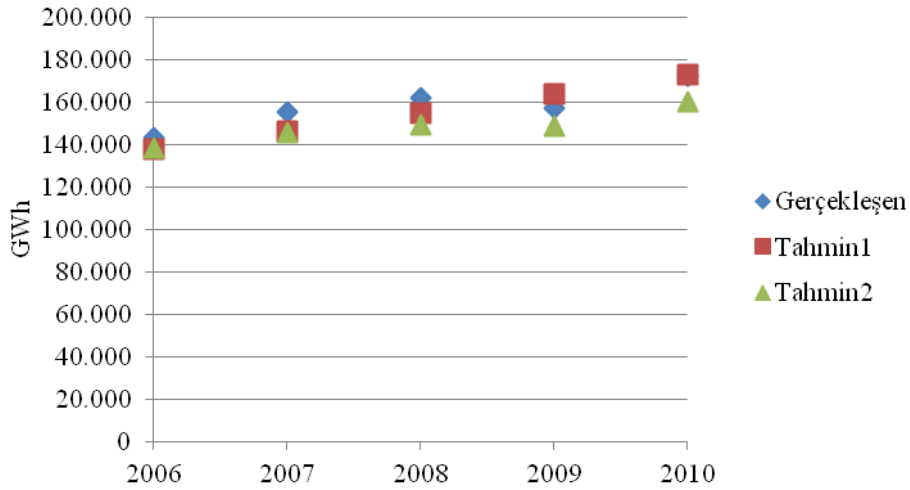
Gözden geçirme yapılırken 2005 yılında Türkiye’nin nüfusu ve GSYİH’sı için EPDK’nın 2006 – 2010 yılları arasında yapmış olduğu ve çizelge 3.5’de yer alan öngörüler kullanılmıştır.

Çizelge 3.14: 1990-2005 verileri ile toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen model kullanılarak yapılan tahmin ile gerçekleşen değerler arasındaki ilişki.

Yıl	2005 yılında öngörülen girdiler		Gerçekleşmiş girdiler				
	Nüfus (Bin kişi)	GSYİH (Milyon TL*)	Tahmin1 (GWh)	Nüfus (Bin kişi)	GSYİH (Milyon TL*)	Tahmin2 (GWh)	Gerçekleşen Sonuç (GWh)
2006	69.526	95.477	137.682	69.395	96.738	138.334	143.071
2007	70.499	100.729	146.020	70.215	101.255	145.443	155.135
2008	71.486	106.269	154.670	71.095	102.164	149.520	161.948
2009	72.487	112.113	163.646	72.050	97.003	148.399	156.894
2010	73.502	118.280	172.965	73.003	105.886	159.939	172.051

* 1998 sabit fiyatlarıyla

Çizelge 3.14'te verilen tahmin ve gerçekleşen değerlerin grafiksel gösterimi şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3: Toplam elektrik tüketim tahmini ile gerçekleşen sonuçların karşılaştırılması.

Şekil 3.3 incelendiğinde kullanılan modelin tahmin ettiği değerler ile gerçekleşen değerlerin birbirine yakın olduğu sadece 2009 yılında yaşanan ekonomik krizin etkisi nedeniyle yapılan tahminin gerçekleşen değerden biraz yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak; tahmin edilen değerler ile gerçekleşen değerler birbirleriyle örtüşmektedir.

Kullanılan modelin konut, sanayi ve toplam net elektrik tüketimi açısından gerçekleşen değerler ile sınaması yapılmış ve modelin uygun olabileceği değerlendirilmiştir. Modelin doğruluğunu sınamada aşağıda uygulanan ikinci yöntem

de kullanılarak, modelin uygunluğunun farklı bir yöntemle de doğrulanması yapılmıştır.

EPDK her yıl bir sonraki 10 yıl için elektrik tüketim ve üretimi ile ilgili tahminlerinin yer aldığı raporlar hazırlamaktadır. 2006 – 2010 yılları arasındaki brüt elektrik tüketim değerlerini 2005 yılına kadar olan verilerle tahmin ettiği değerler çizelge 3.16’da verilmektedir.

Tezde kullanılan tahmin modelinde Türkiye’nin toplam net elektrik tüketimi dikkate alınırken, EPDK yapmış olduğu tahmin çalışmalarında toplam brüt elektrik tüketimi dikkate alınmıştır. Her iki verinin karşılaştırılabilmesi amacıyla tahmin değerleri ile gerçekleşen değerler arasındaki farkın yüzdesi hesaba katılmıştır. Ayrıca, EPDK tahminlerini oluştururken 2 farklı senaryo kullanmaktadır. Sapma oranları belirlenirken her iki senaryonun ortalaması alınmıştır.

Çizelge 3.15: 2006 - 2010 yılları arası tez tahmin yöntemiyle hesaplanmış veriler ile gerçekleşen veriler arasındaki fark.

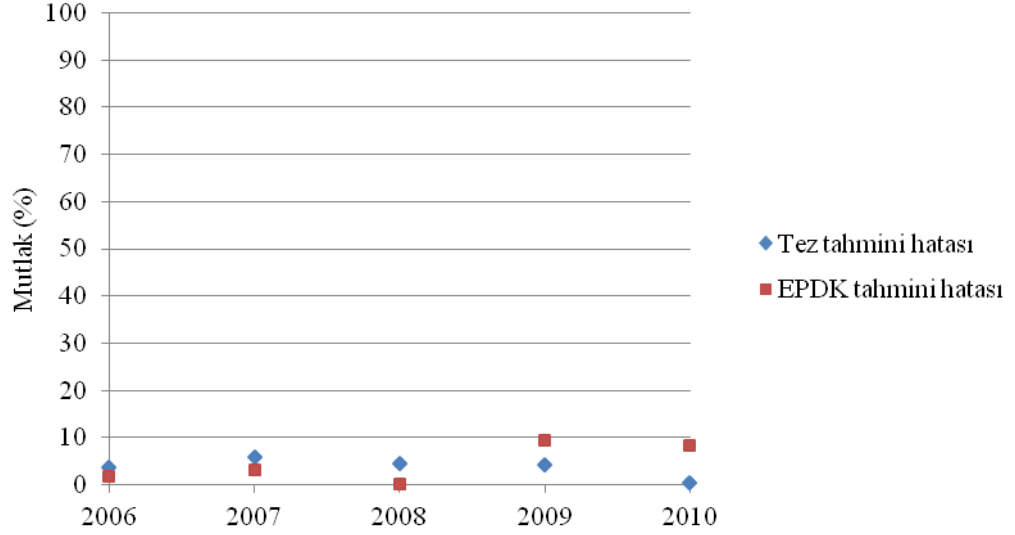
Yıl	Tahmin (GWh)	Gerçekleşen Net Tüketim (GWh)	Fark (%)	Mutlak fark (%)
2006	137.682	143.071	-3,77	3,77
2007	146.020	155.135	-5,88	5,88
2008	154.670	161.948	-4,49	4,49
2009	163.646	156.894	4,30	4,30
2010	172.965	172.051	0,53	0,53

Çizelge 3.15’de tezde kullanılan tahmin yöntemi ile hesaplanmış toplam net elektrik tüketimi ile gerçekleşen net elektrik tüketimi arasındaki fark yüzde olarak verilmektedir.

Çizelge 3.16: 2006 - 2010 yılları arası EPDK tahmin yöntemiyle hesaplanmış veriler ile gerçekleşen veriler arasındaki fark.

Yıl	Tahmin1 (GWh)	Tahmin2 (GWh)	Tahmin ortalaması (GWh)	Gerçekleşen Brüt Tüketim (GWh)	Fark (%)	Mutlak fark (%)
2006	171.430	171.430	171.430	174.637	-1,84	1,84
2007	182.230	185.830	184.030	190.000	-3,14	3,14
2008	193.711	201.440	197.576	198.085	-0,26	0,26
2009	205.914	218.361	212.138	194.079	9,30	9,30
2010	218.887	236.703	227.795	210.434	8,25	8,25

Çizelge 3.15 ve 3.16'daki verileri bir grafik yardımıyla karşılaştırmak için tahmin değerinin yüzde olarak hatasının mutlak değeri hesaplanmıştır. Mutlak hata değerleri kullanılarak şekil 3.4 oluşturulmuştur.



Şekil 3.4: Tez çalışmasında kullanılan yöntem ile EPDK'nın kullandığı yöntemin karşılaştırılması.

Şekil 3.4 incelendiğinde tez tahmininde kullanılan yöntemin EPDK'nın kullandığı yönteme göre benzer ve/veya daha iyi tahmin yaptığı sonucuna varılabilir. Sonuç olarak kullanılan model elektrik tüketimlerinin tahmin edilmesine kullanılabilir.

3.4 Türkiye'nin 2011 – 2025 Yılları Arasında Konut Elektrik Tüketim Değerlerinin Tahmin Edilmesi

Bölüm 3.1, 3.2 ve 3.3'de kullanılacak olan regresyon modelinin gerçekleşmiş verilerle karşılaştırılarak güvenilirliği doğrulanmıştır. Model 2006 – 2010 yılları arasındaki verilerin eklenmesi ile konut, sanayi ve toplam net elektrik tüketim değerleri için tekrar hesaplanmıştır.

Çizelge 3.17'de verilmiş olan determinasyon katsayısı yine bir önceki modelde hesaplandığı gibi 1'e çok yakın çıkmıştır. Modelde kullanılan değişkenlerin konut elektrik tüketimini açıklama gücü % 98,7'dir.

Çizelge 3.17: 1990-2010 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahminin standart hatası
1	0,994 ^a	0,988	0,987	1174,71617

a. Belirleyiciler: (Sabit), GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla), Nüfus (Bin kişi)

Elde edilen modelin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını ölçmek için kullanılan önemlilik değeri çizelge 3.18’de verildiği üzere 0,000’dır. Bu değer 0,05’ten küçük çıktığı için elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.18: 1990-2010 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.

Model		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
	Regresyon	2,064E9	2	1,032E9	747,680	0,000
1	Artık	24839245,364	18	1379958,076		
	Toplam	2,088E9	20			

Konut elektrik tüketimini tahmin etmek amacıyla elde edilmiş çoklu regresyon modelinin katsayılarının anlamlılık ve bağımlı değişkeni açıklama gücünün değerleri Çizelge 3.19’da verilmiştir. Tüm değişkenlerin önemlilik değeri 0,05’ten küçük olup, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çizelge 3.19: 1990-2010 arası veriler kullanılarak konut elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.

Model	Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar		t	Önem seviyesi
	B	Standart hata	Beta			
	(Sabit)	-53940,581	7983,252		-6,757	0,000
	Nüfus (Bin kişi)	0,849	0,187	0,457	4,531	0,000
1	GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla)	0,309	0,057	0,545	5,407	0,000

GSYİH ve nüfus değerlerinin bağımlı değişken olan konut elektrik tüketimini açıklama gücünü ifade eden beta değerleri incelendiğinde her iki değişkenin de bağımlı değişkenle pozitif bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Fakat, GSYİH'nın nüfusa göre bağımlı değişkenle daha güçlü bir ilişkiye sahip olduğu beta katsayısının(0,545) 1'e daha yakın olması ile açıklanabilir. Bu durum bir önceki modelde nüfus lehine iken 2006 – 2010 yılları arasındaki verilerin hesaba katılması ile değişmiş olması, Türkiye'de yaşanan ekonomik gelişmelerin elektrik tüketimi üzerindeki etkinliğini arttırdığının bir göstergesi olabilir.

2011 – 2025 arasındaki nüfus değerleri (projeksiyonları) TÜİK web sayfasından temin edilmiştir. 2011 yılından önceki nüfus projeksiyonları dikkate alındığında tahmin edilen değerler ile gerçekleşen değerler arasında dikkate değer bir farklılık gözlenmemiştir. Dolayısıyla tahminlerin oluşturulması için hazırlanacak senaryolarda nüfus değerlerinin projeksiyonlarda verilen değerler olduğu kabulü yapılacaktır.

Ancak, GSYİH için aynı durum geçerli değildir. Geçmiş yıllarda yapılan GSYİH projeksiyonları dikkate alındığında özellikle kriz yıllarında gerçekleşen değerlerin dikkate değer bir farklılıkla değiştiği gözlemlenmiştir. En son 2009 yılında gerçekleşmiş GSYİH artış durgunluğu buna bir örnektir. Bu yüzden, GSYİH için düşük ve yüksek şeklinde iki senaryo belirlenmesi öngörülemeyen değişimlerin yaratacağı hatayı minimuma indirecektir.

GSYİH için bir çok kuruluş tahminlerde bulunmuştur. Bu tahminleri genel olarak yurtiçi ve yurtdışı kuruluşların tahminleri olarak iki kısma ayırabiliriz. Bunun nedeni yurtdışı tahminleri her yıl için artışın 2025 yılına kadar ortalama % 4 civarında olacağını öngörürken, yurtiçi tahminleri ise özellikle 2020 yılına kadar artışın ortalama % 5 civarında gerçekleşeceğini öngörmektedir[21, 22].

Sonuç olarak 2011 yılı GSYİH değeri 1998 sabit fiyatları ile baz alınarak her yıl ortalama % 4 artış öngören bir düşük senaryo ve % 5 artış öngören bir yüksek senaryo oluşturulmuştur. Türkiye'nin 2011 – 2025 yılları arasındaki konut, sanayi ve toplam net elektrik tüketim tahminlerinde bu iki senaryo kullanılmıştır.

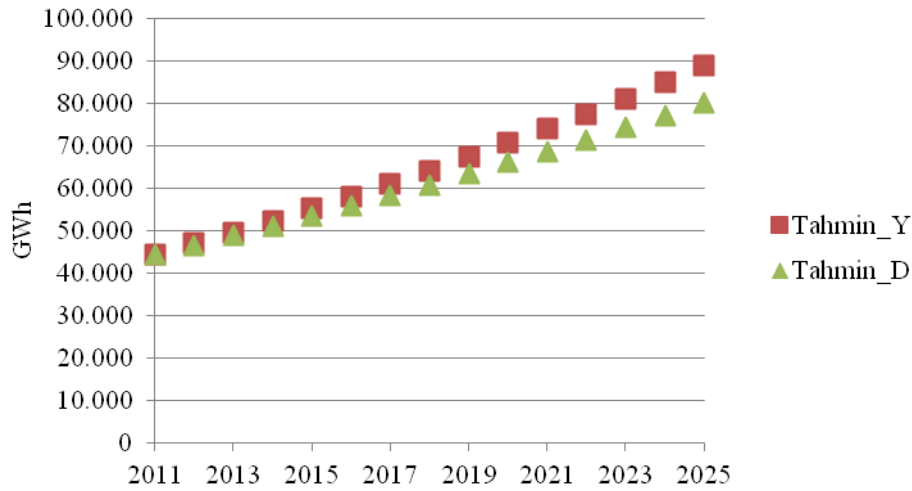
Konut elektrik tüketim tahmini için çizelge 3.19'da verilmiş olan katsayılar yardımıyla ve çizelge 3.20'de verilmiş olan nüfus ve GSYİH projeksiyon değerleri yardımıyla düşük senaryo ve yüksek senaryo tahminleri çizelge 3.20'de verilmiştir.

Çizelge 3.20: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen konut elektrik tüketim değerleri.

Yıl	Nüfus (1.000 kişi)	GSYİH_D (Milyon TL*)	Tahmin_D (GWh)	GSYİH_Y (Milyon TL*)	Tahmin_Y (GWh)
2011	73.950	114.874	44.339	114.874	44.339
2012	74.885	119.469	46.553	120.618	46.908
2013	75.811	124.248	48.816	126.649	49.557
2014	76.707	129.218	51.112	132.981	52.275
2015	77.601	134.386	53.468	139.630	55.088
2016	78.478	139.762	55.874	146.612	57.990
2017	79.337	145.352	58.330	153.942	60.985
2018	80.173	151.166	60.837	161.639	64.073
2019	80.983	157.213	63.393	169.721	67.258
2020	81.778	163.502	66.011	178.207	70.555
2021	82.558	170.042	68.694	187.118	73.971
2022	83.328	176.843	71.449	196.474	77.515
2023	84.053	183.917	74.251	206.297	81.166
2024	84.741	191.274	77.108	216.612	84.938
2025	85.407	198.925	80.038	227.443	88.850

* 1998 sabit fiyatlarıyla

Çizelge 3.20’de verilen düşük senaryo tahmini ve yüksek senaryo tahmini değerlerin grafiksel gösterimi şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.5: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen konut elektrik tüketim değerleri.

Şekil 3.5 incelendiğinde 2025 yılına doğru tahminler arasındaki farkın beklendiği şekilde açıldığı görülmüş olacaktır. 2025 yılı için fark yaklaşık % 10 civarlarında olacaktır ve 2011 yılına göre talep 2025 yılında ortalama olarak iki katına çıkacaktır.

3.5 Türkiye'nin 2011 – 2025 Yılları Arasında Sanayi Elektrik Tüketim Değerlerinin Tahmin Edilmesi

Çizelge 3.21'de verilmiş olan determinasyon katsayısı yine bir önceki modelde hesaplandığı gibi 1'e çok yakın çıkmıştır. Modelde kullanılan değişkenlerin sanayi elektrik tüketimini açıklama gücü % 99,6'dır.

Çizelge 3.21: 1990-2010 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahminin standart hatası
1	0,998 ^a	0,997	0,996	993,35894

a. Belirleyiciler: (Sabit), GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla), Nüfus (Bin kişi)

Elde edilen modelin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını ölçmek için kullanılan önemlilik değeri çizelge 3.22'de verildiği üzere 0,000'dır. Bu değer 0,05'ten küçük çıktığı için elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.22: 1990-2010 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.

Model		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
	Regresyon	5,078E9	2	2,539E9	2573,173	0,000
1	Artık	17761715,880	18	986761,993		
	Toplam	5,096E9	20			

Sanayi elektrik tüketimini tahmin etmek amacıyla elde edilmiş çoklu regresyon modelinin katsayılarının anlamlılık ve bağımlı değişkeni açıklama gücünün değerleri Çizelge 3.23'de verilmiştir. Tüm değişkenlerin önemlilik değeri 0,05'ten küçük olup, istatistiksel olarak anlamlıdır.

GSYİH ve nüfus değerlerinin bağımlı değişken olan sanayi elektrik tüketimini açıklama gücünü ifade eden beta değerleri incelendiğinde her iki değişkenin de bağımlı değişkenle pozitif bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Fakat, GSYİH'nın nüfusa göre bağımlı değişkenle daha güçlü bir ilişkiye sahip olduğu beta katsayısının (0,735) 1'e daha yakın olması ile açıklanabilir.

Çizelge 3.23: 1990-2010 arası veriler kullanılarak sanayi elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.

Model	Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar		Önem seviyesi
	B	Standart hata	Beta	t	
(Sabit)	-48138,955	6750,767		-7,131	0,000
Nüfus (Bin kişi)	0,782	0,159	0,269	4,935	0,000
¹ GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla)	0,651	0,048	0,735	13,469	0,000

Bu durum bir önceki modelde de GSYİH lehine iken 2006 – 2010 yılları arasındaki verilerin hesaba katılması ile beta değerinin 0,561’den 0,735’e çıkmış olması, Türkiye’de yaşanan ekonomik gelişmelerin elektrik tüketimi üzerindeki etkinliğini arttırdığının bir göstergesi olabilir.

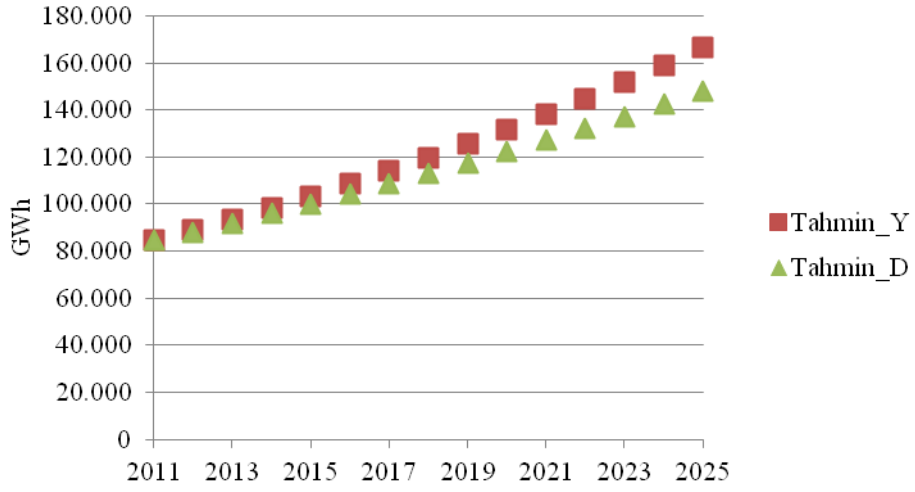
Sanayi elektrik tüketim tahmini için çizelge 3.23’de verilmiş olan katsayılar yardımıyla ve çizelge 3.24’de verilmiş olan nüfus ve GSYİH projeksiyon değerleri yardımıyla düşük senaryo ve yüksek senaryo tahminleri çizelge 3.24’de verilmiştir.

Çizelge 3.24: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen sanayi elektrik tüketim değerleri.

Yıl	Nüfus (1.000 kişi)	GSYİH_D (Milyon TL*)	Tahmin_D (GWh)	GSYİH_Y (Milyon TL*)	Tahmin_Y (GWh)
2011	73.950	114.874	84.473	114.874	84.473
2012	74.885	119.469	88.195	120.618	88.943
2013	75.811	124.248	92.031	126.649	93.593
2014	76.707	129.218	95.967	132.981	98.417
2015	77.601	134.386	100.031	139.630	103.444
2016	78.478	139.762	104.216	146.612	108.675
2017	79.337	145.352	108.527	153.942	114.119
2018	80.173	151.166	112.966	161.639	119.783
2019	80.983	157.213	117.535	169.721	125.678
2020	81.778	163.502	122.251	178.207	131.824
2021	82.558	170.042	127.118	187.118	138.235
2022	83.328	176.843	132.148	196.474	144.928
2023	84.053	183.917	137.320	206.297	151.890
2024	84.741	191.274	142.648	216.612	159.143
2025	85.407	198.925	148.149	227.443	166.714

* 1998 sabit fiyatlarıyla

Çizelge 3.24’de verilen düşük senaryo tahmini ve yüksek senaryo tahmini değerlerin grafiksel gösterimi şekil 3.6’da verilmiştir



Şekil 3.6: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen sanayi elektrik tüketim değerleri.

Şekil 3.6 incelendiğinde 2025 yılına doğru tahminler arasındaki farkın beklendiği şekilde açıldığı görülmüş olacaktır. 2025 yılı için fark yaklaşık % 12 civarlarında olacaktır ve 2011 yılına göre talep 2025 yılında ortalama olarak iki katına çıkacaktır.

3.6 Türkiye’nin 2011 – 2025 Yılları Arasında Toplam Net Elektrik Tüketim Değerlerinin Tahmin Edilmesi

Çizelge 3.25’de verilmiş olan determinasyon katsayısı yine bir önceki modelde hesaplandığı gibi 1’e çok yakın çıkmıştır. Modelde kullanılan değişkenlerin toplam net elektrik tüketimini açıklama gücü % 99,5’dir.

Çizelge 3.25: 1990-2010 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için gerçekleştirilen regresyon analizi determinasyon katsayısı.

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahminin standart hatası
1	0,998 ^a	0,996	0,995	2712,65542

a. Belirleyiciler: (Sabit), GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla), Nüfus (Bin kişi)

Elde edilen modelin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını ölçmek için kullanılan önemlilik değeri çizelge 3.26’da verildiği üzere 0,000’dır. Bu değer

0,05'ten küçük çıktığı için elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.26: 1990-2010 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli önemlilik değeri.

Model		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
1	Regresyon	3,148E10	2	1,574E10	2139,031	0,000
	Artık	132452989,630	18	7358499,424		
	Toplam	3,161E10	20			

Toplam net elektrik tüketimini tahmin etmek amacıyla elde edilmiş çoklu regresyon modelinin katsayılarının anlamlılık ve bağımlı değişkeni açıklama gücünün değerleri Çizelge 3.27'de verilmiştir. Tüm değişkenlerin önemlilik değeri 0,05'ten küçük olup, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çizelge 3.27: 1990-2010 arası veriler kullanılarak toplam elektrik tüketimi tahmini için elde edilen regresyon modeli katsayıları.

Model	Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar		t	Önem seviyesi
	B	Standart hata	Beta			
(Sabit)	-182739,883	18434,931			-9,913	0,000
Nüfus (Bin kişi)	2,862	0,433	0,396		6,610	0,000
1 GSYİH (Milyon TL - 1998 sabit fiyatlarıyla)	1,346	0,132	0,610		10,194	0,000

GSYİH ve nüfus değerlerinin bağımlı değişken olan toplam net elektrik tüketimini açıklama gücünü ifade eden beta değerleri incelendiğinde her iki değişkenin de bağımlı değişkenle pozitif bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Fakat, GSYİH'nın nüfusa göre bağımlı değişkenle daha güçlü bir ilişkiye sahip olduğu beta katsayısının (0,610) 1'e daha yakın olması ile açıklanabilir. Bu durum bir önceki modelde nüfus lehine iken 2006 – 2010 yılları arasındaki verilerin hesaba katılması ile GSYİH lehine çıkmış olması, Türkiye'de yaşanan ekonomik gelişmelerin elektrik tüketimi üzerindeki etkinliğini arttırdığının bir göstergesi olabilir.

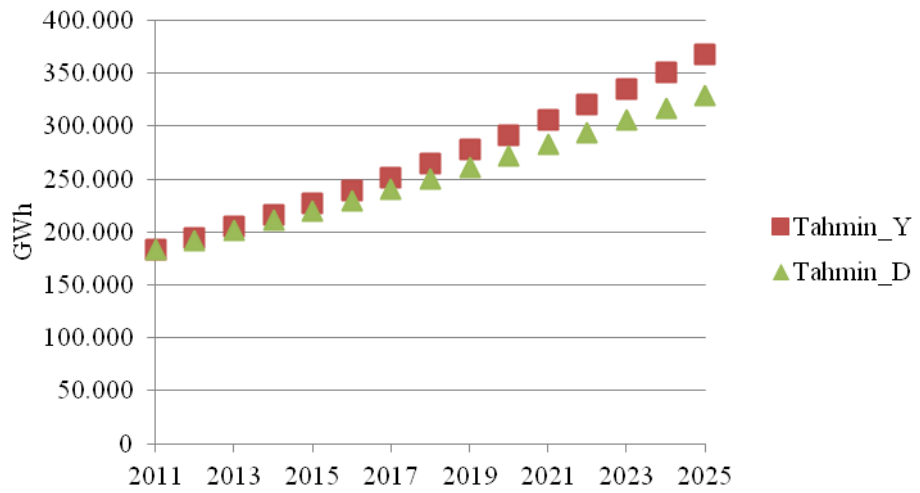
Toplam net elektrik tüketim tahmini için çizelge 3.27’de verilmiş olan katsayılar yardımıyla ve çizelge 3.28’de verilmiş olan nüfus ve GSYİH projeksiyon değerleri yardımıyla düşük senaryo ve yüksek senaryo tahminleri çizelge 3.28’de verilmiştir.

Çizelge 3.28: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen toplam elektrik tüketim değerleri.

Yıl	Nüfus (1.000 kişi)	GSYİH_D (Milyon TL*)	Tahmin_D (GWh)	GSYİH_Y (Milyon TL*)	Tahmin_Y (GWh)
2011	73.950	114.874	183.525	114.874	183.525
2012	74.885	119.469	192.386	120.618	193.932
2013	75.811	124.248	201.469	126.649	204.700
2014	76.707	129.218	210.722	132.981	215.788
2015	77.601	134.386	220.238	139.630	227.296
2016	78.478	139.762	229.984	146.612	239.203
2017	79.337	145.352	239.967	153.942	251.529
2018	80.173	151.166	250.185	161.639	264.282
2019	80.983	157.213	260.642	169.721	277.478
2020	81.778	163.502	271.382	178.207	291.176
2021	82.558	170.042	282.417	187.118	305.401
2022	83.328	176.843	293.776	196.474	320.198
2023	84.053	183.917	305.372	206.297	335.496
2024	84.741	191.274	317.243	216.612	351.349
2025	85.407	198.925	329.447	227.443	367.833

* 1998 sabit fiyatlarıyla

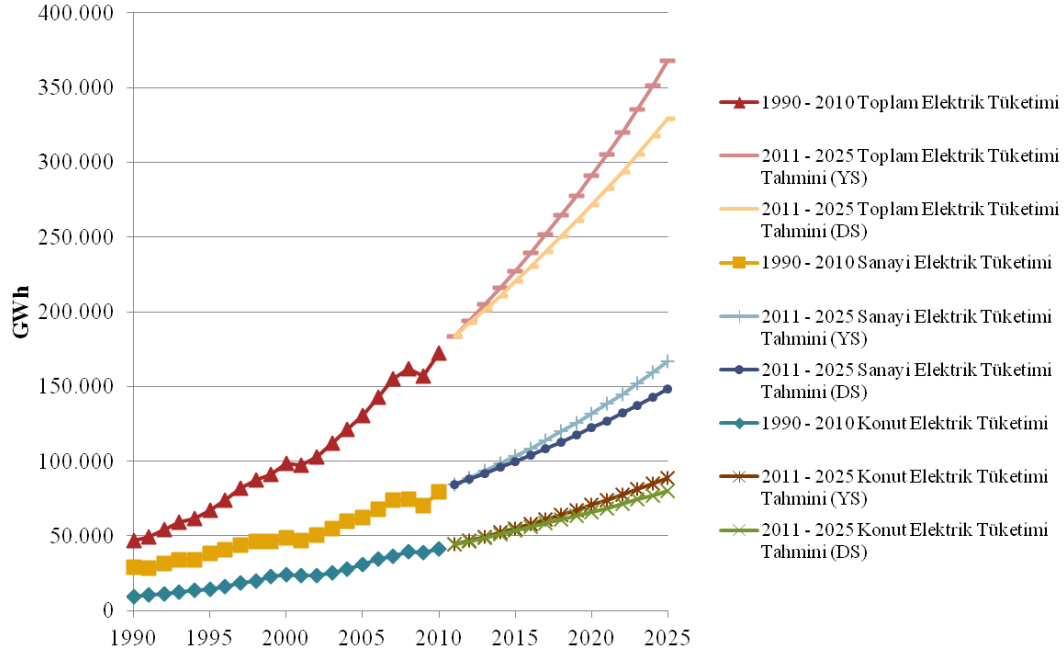
Çizelge 3.28’de verilen düşük senaryo tahmini ve yüksek senaryo tahmini değerlerin grafiksel gösterimi şekil 3.7’de verilmiştir



Şekil 3.7: 2011-2025 yılları arası düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin edilen toplam elektrik tüketim değerleri.

Şekil 3.7 incelendiğinde 2025 yılına doğru tahminler arasındaki farkın beklendiği şekilde açıldığı görülmüş olacaktır. 2025 yılı için fark yaklaşık % 11 civarlarında olacaktır ve 2011 yılına göre talep 2025 yılında ortalama olarak iki katına çıkacaktır.

Şekil 3.8’de ise 1990 – 2010 yılları arasında gerçekleşmiş konut, sanayi ve toplam elektrik tüketimleri ile 2011 – 2025 yılları arasında tahmin edilen tüketim değerleri aynı grafik üzerinde verilmiştir.



Şekil 3.8: 1990- 2010 elektrik tüketim verileri ile 2011 - 2025 elektrik tüketim tahmin değerleri.

Şekil 3.8 incelendiğinde toplam elektrik tüketimindeki artış miktarının konut ve sanayi elektrik tüketimi artış miktarından fazla olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca, düşük ve yüksek senaryoya göre tahmin modelinin oluşturulduğu veri kümesinden (1990 – 2010) uzaklaşıldıkça yapılan kestirimin daha geniş bir aralıkla verildiği görülmektedir. Özellikle gelecek yıllarda oluşabilecek ekonomik krizler, tahmin grafiklerinde düşük senaryo eğrilerine yaklaşmaya neden olabilecektir.

3.7 Konut Elektrik Tüketimini Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi

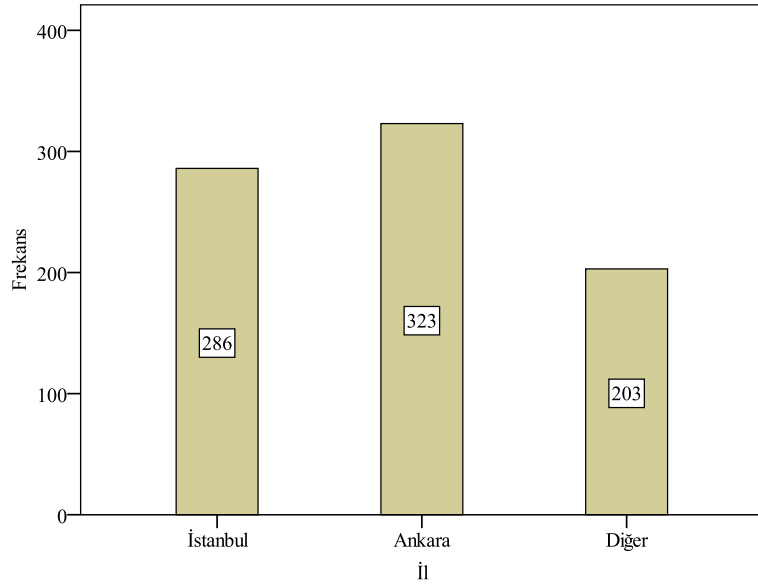
Konut elektrik tüketimini etkileyen parametrelerin belirlenmesi amacıyla yapılan literature araştırmaları neticesinde bir anket hazırlanarak internet ortamında kullanıcılara sunulmuştur. Hazırlanmış anket Ek A’da yer almaktadır.

Anket 1 Mart 2012 tarihinde yayımlanmaya başlamış ve 16 mart 2012 tarihi itibariyle toplam 913 kişi tarafından cevaplandırılmıştır. Ancak toplanan verilerden 101 tanesi aşağıdaki nedenlerden dolayı elenmiş ve geriye kalan 812 veri ile analizler yapılmıştır.

Anket verilerinin elenme nedenleri:

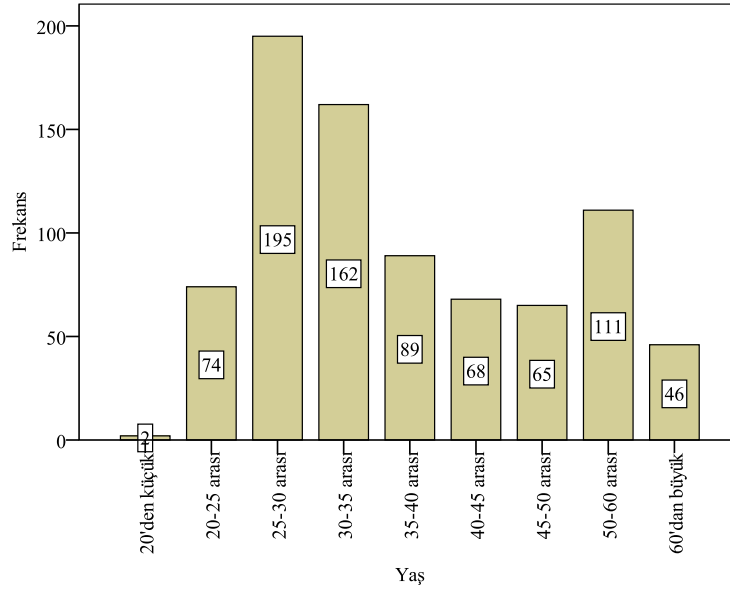
- Yurtdışından katılım sağlayan kişiler (Örneğin Almanya),
- Yanlış veri doldurulması (Örneğin aile birey sayısının 215 olması),
- Eksik veri (Örneğin fatura bilgisinin girilmemiş olması),
- Saçma veri (Örneğin ısınmanın % 100 elektrikten sağlanmasına rağmen faturanın 30 TL gelmesi),
- Uç veri (Örneğin 800 TL'lik elektrik faturası).

Ankete katılan örneklem kütesinin bazı özellikleri şekil 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13 ve 3.14'de verilmiştir.



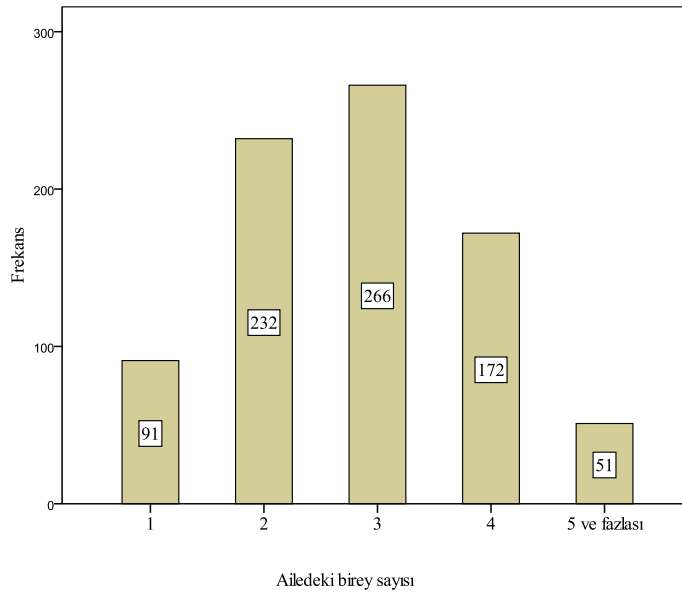
Şekil 3.9: Ankete katılım sağlayan kişilerin yaşadıkları iller.

Ankete Türkiye'nin 56 ilinden katılım sağlanmıştır. Ancak, şekil 3.9'da da görüleceği üzere İstanbul ve Ankara'dan sağlanan katılım diğer 54 ilden sağlanan katılım toplamından fazla olmuştur. Ayrıca anketin internet üzerinden dağıtılmış olması da diğer illerden sağlanan katılımı azaltan bir başka factor olmuştur.



Şekil 3.10: Ankete katılım sağlayan kişilerin yaşları.

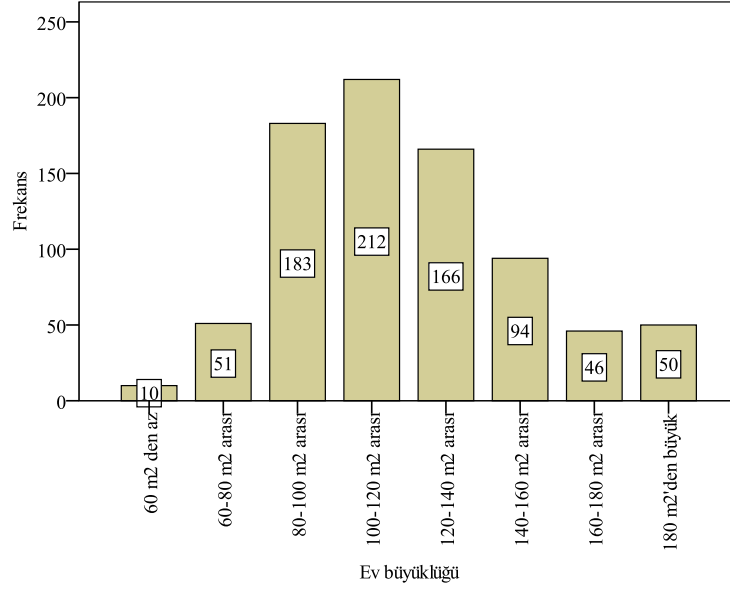
Ankete katılım sağlayan kişilerin yaş dağılımı şekil 3.10'da da görüleceği üzere 50-60 yaş arasındaki katılımcıların beklenenden fazla çıkması nedeniyle tam olarak bir normal dağılıma uymamaktadır. Bu yaş grubunun yüksek çıkmasının bir sebebi emekli olarak internet üzerinden ankete vakit ayırma isteklerinin yüksek olması olabilir. 20-50 arası yaş grubu çalışan kesimi temsil ettiğinden normal dağılıma uygun bir grafik görülmektedir.



Şekil 3.11: Ankete katılım sağlayan kişilerin yaşadığı ailedeki birey sayısı.

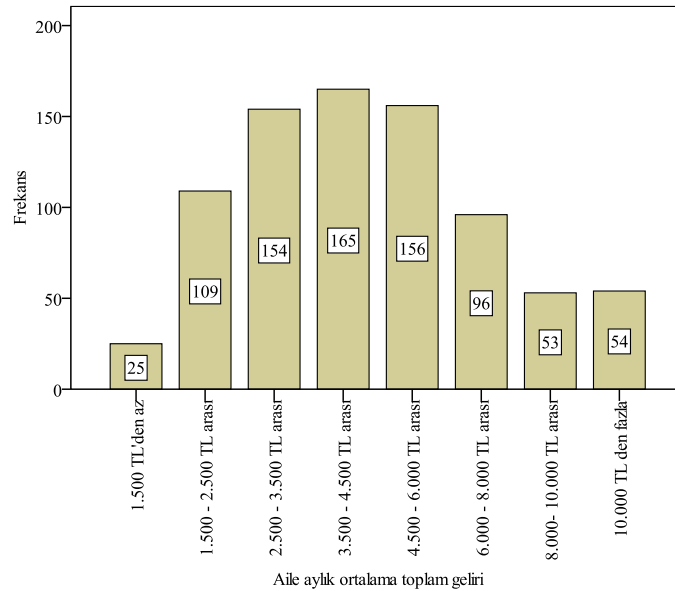
Ankete katılım sağlayan kişilerin birlikte yaşadıkları ailelerin toplam üye sayılarının incelendiği şekil 3.11'e bakıldığında aile birey sayısı dağılımının normal dağılıma uyduğunu söyleyebiliriz. Yanlış yaşayan kişilerin toplam katılımın % 11'ini

oluşturduğu gözlemlenmektedir. 5 ve daha fazla aile bireylerinin bulunduğu sütunda en fazla 8 kişilik aileler yer almaktadır.



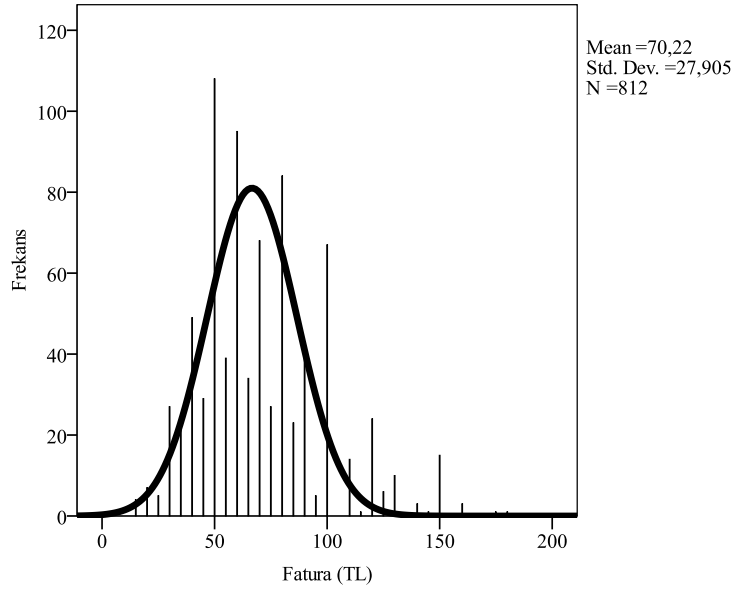
Şekil 3.12: Ankete katılım sağlayan kişilerin yaşadığı ev büyüklüğü.

Ankete katılım sağlayan kişilerin yaşadıkları evlerin büyüklüğünün incelendiği şekil 3.12'ye bakıldığında ev büyüklüğü dağılımının normal dağılıma uyduğunu söyleyebiliriz. Ev büyüklükleri incelendiğinde katılımcıların % 70 gibi büyük bir çoğunluğu 80 – 140 m² arası evlerde yaşamaktadırlar.



Şekil 3.13: Ankete katılım sağlayan kişilerin aile aylık ortalama toplam geliri.

Ankete katılım sağlayan kişilerin ailelerinin aylık ortalama toplam gelirlerinin incelendiği şekil 3.13'e bakıldığında gelir dağılımının normal dağılıma uyduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 3.14: Ankete katılım sağlayan kişilerin ödedikleri ortalama elektrik faturalarını gösteren histogram.

Ankete katılım sağlayan kişilerin Aralık 2011, Ocak 2012 ve Şubat 2012 faturaları ortalamaları dikkate alınarak hazırlanmış şekil 3.14 incelendiğinde, yapılan fatura ödemelerinin normal dağılıma uyduğunu söyleyebiliriz.

Genel olarak incelenen tüm veriler normal dağılıma uymaktadırlar. Bunun en büyük sebeplerinden birisi örneklem kütesinin büyüklüğüdür (812 kişi). Örneklem kütesi küçük olsaydı elde edilmiş tüm verilerin normal dağılıma uyup uymadıklarının kontrolü SPSS program yardımıyla yapılacaktı.

Verilerin normal dağılıma uyması yapılan istatistiksel analizlerin sağlıklı sonuçlar vermesi açısından önemlidir. Çünkü, istatistiksel analizler yapılırken kullanılan test yöntemleri genellikle veri kütesinin normal dağıldığı kabulüne göre çalışmaktadırlar.

3.7.1 Gelir dağılım gruplarının ödenen fatura bedeli ile ilişkisinin test edilmesi

Yapılan literatür araştırmaları neticesinde konut elektrik tüketimi ile ilişkili olduğu düşünülen gelir dağılımı ANOVA testinden geçirilmiştir. İlk olarak gelir dağılım

gruplarının ödenen fatura bedeli bakımından varyanslarının homojenliği testi yapılmıştır. Test sonucu çizelge 3.29’da verilmiştir.

Çizelge 3.29: Gelir dağılım gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.

Levene istatistiği	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
3,096	7	804	0,003

Test sonucu 0,05’ten küçük çıktığı için varyanslar homojen dağılmamıştır kararına varılır. Dolayısıyla “welch” testi yapılması ve “post hoc” testleri arasından varyansların homojen dağılmadığı kabulüne göre yapılacak testlerden biri seçilir. Bunun için “Games-Howell” testi seçilmiştir.

Çizelge 3.30: Gelir dağılım grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.

	İstatistik	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
Welch	9,492	7	206,153	0,000

Çizelge 3.30’daki test sonucu incelendiğinde önemlilik seviyesi 0.05’ten küçük olduğu için gelir dağılımına göre ödenen faturalar bakımından en az iki grup arasında anlamlı farklılık vardır sonucuna varılır. Bir başka ifadeyle 8-H0 (Aile toplam ortalama gelir miktarı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.) hipotezi reddedilirken 8-H1 (Aile toplam ortalama gelir miktarı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmektedir. Tüm gruplar arasındaki anlamlı farklılığın sorgulandığı “Games-Howell” test sonuçları çizelge 3.31’de verilmiştir.

Çizelge 3.31’de ortalama fatura değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan gelir grupları yer almaktadır. Fark değerleri için hesaplanmış olan önem seviyeleri 0,05’ten küçüktür.

Aralarında anlamlı fark bulunmayan grup ikilileri çizelgede yer almamaktadır. 1500 TL’den az gelire sahip gelir grubunun herhangi bir diğer gruba anlamlı bir farka sahip olamamasının temel nedeni örneklem kütesinin düşük olması, bunun sonucunda standart hatanın yüksek çıkmış olması olabilir. Ancak, diğer gruplar incelendiğinde özellikle düşük gelir grubundan yüksek gelir grubuna doğru ilerledikçe anlamlı farklar artmaktadır.

Çizelge 3.31: Ortalama fatura değerleri arasında anlamlı fark bulunan gelir grupları.

Karşılaştırılan gelir grupları	Ortalama farkı	Standart hata	Önem seviyesi
1500 - 2500 TL arası 6000 - 8000 TL arası	-12,220*	3,733	0,027
1500 - 2500 TL arası 8000- 10000 TL arası	-23,996*	4,792	0,000
1500 - 2500 TL arası 10000 TL den fazla	-30,906*	5,391	0,000
2500 - 3500 TL arası 6000 - 8000 TL arası	-10,989*	3,054	0,010
2500 - 3500 TL arası 8000- 10000 TL arası	-22,765*	4,285	0,000
2500 - 3500 TL arası 10000 TL den fazla	-29,675*	4,946	0,000
3500 - 4500 TL arası 8000- 10000 TL arası	-17,764*	4,475	0,004
3500 - 4500 TL arası 10000 TL den fazla	-24,674*	5,111	0,000
4500 - 6000 TL arası 8000- 10000 TL arası	-15,932*	4,428	0,012
4500 - 6000 TL arası 10000 TL den fazla	-22,843*	5,070	0,001

* 0,05 önemlilik seviyesinde fark anlamlıdır.

Kısaca gelir seviyesi ödenen fatura bedelini anlamlı bir şekilde etkilemekte ve gelir seviyesi arttıkça ödenen fatura miktarı artmaktadır.

3.7.2 Ev büyüklük gruplarının ödenen fatura bedeli ile ilişkisinin test edilmesi

Yapılan literatür araştırmaları neticesinde konut elektrik tüketimi ile ilişkili olduğu düşünülen ev büyüklük dağılımı ANOVA testinden geçirilmiştir. İlk olarak ev büyüklük dağılım gruplarının ödenen fatura bedeli bakımından varyanslarının homojenliği testi yapılmıştır. Test sonucu çizelge 3.32’de verilmiştir.

Çizelge 3.32: Ev büyüklük gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.

Levene istatistiği	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
1,777	7	804	0,089

Test sonucu 0,05’ten büyük çıktığı için varyanslar homojen dağılmıştır kararına varılır. Dolayısıyla “ANOVA” testi yapılması ve “post hoc” testleri arasından varyansların homojen dağıldığı kabulüne göre yapılacak testlerden biri seçilir. Bunun için “Tukey” testi seçilmiştir.

Çizelge 3.33’deki test sonucu incelendiğinde önemlilik seviyesi 0.05’ten küçük olduğu için ev büyüklüğüne göre ödenen faturalar bakımından en az iki grup arasında anlamlı farklılık vardır sonucuna varılır. Bir başka ifadeyle 9-H0 (Ev büyüklüğü ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.) hipotezi

reddedilirken 9-H1 (Ev büyüklüğü ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmektedir.

Çizelge 3.33: Ev büyüklük grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.

	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Gruplar arası	115289,885	7	16469,984	25,651	0,000
Grup içi	516237,322	804	642,086		
Toplam	631527,207	811			

Tüm gruplar arasındaki anlamlı farklılığın sorgulandığı “Tukey” test sonuçları çizelge 3.34’de verilmiştir.

Çizelge 3.34: Ortalama fatura değerleri arasında anlamlı fark bulunan ev grupları.

Karşılaştırılan ev grupları		Ortalama farkı	Standart hata	Önem seviyesi
60 m2 den az	160-180 m2 arası	-32,135*	8,841	0,007
60 m2 den az	180 m2'den büyük	-52,940*	8,778	0,000
60-80 m2 arası	120-140 m2 arası	-15,074*	4,057	0,005
60-80 m2 arası	140-160 m2 arası	-20,417*	4,407	0,000
60-80 m2 arası	160-180 m2 arası	-30,533*	5,153	0,000
60-80 m2 arası	180 m2'den büyük	-51,338*	5,043	0,000
80-100 m2 arası	120-140 m2 arası	-10,031*	2,716	0,006
80-100 m2 arası	140-160 m2 arası	-15,374*	3,215	0,000
80-100 m2 arası	160-180 m2 arası	-25,489*	4,179	0,000
80-100 m2 arası	180 m2'den büyük	-46,295*	4,044	0,000
100-120 m2 arası	140-160 m2 arası	-9,428	3,140	0,056
100-120 m2 arası	160-180 m2 arası	-19,543*	4,122	0,000
100-120 m2 arası	180 m2'den büyük	-40,348*	3,984	0,000

* 0,05 önemlilik seviyesinde fark anlamlıdır.

Çizelge 3.34’de ortalama fatura değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan ev grupları yer almaktadır. Fark değerleri için hesaplanmış olan önem seviyeleri 0,05’ten küçüktür.

Aralarında anlamlı fark bulunmayan grup ikilileri çizelgede yer almamaktadır. 60 m²’den az ev büyüklüğüne sahip bir ailenin elektrik faturası ile 160 m²’den geniş ev büyüklüğüne sahip aile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde fark olduğu çizelge 3.34’den görülmektedir. 60-80 m² büyüklüğe sahip evin faturası ile 140 m²’den büyük eve ait fatura arasında da anlamlı fark meydana gelmiştir.

Ortalama fatura değerleri en dar büyüklüğe sahip evden en geniş eve doğru sürekli artmakla birlikte, yine  izelge 3.34’den de görülebileceği üzere standart hatanın yüksekliği nedeniyle anlamlı farkın oluşması ortalamalar arasındaki farkın büyüklüğü ile gerçekleşmiştir. Ancak, birbirine genişlik olarak çok yakın duran 80-100 m²’lik ev ile 120-140 m²’lik büyüklüğe sahip evlerin fatura ortalamalarındaki anlamlı fark standart hatanın düşüklüğü, bir başka ifadeyle örneklem kütlesinin büyüklüğü ile açıklanabilir.

Kısaca ev büyüklüğü ödenen fatura bedelini anlamlı bir şekilde etkilemekte ve ev büyüklüğü arttıkça ödenen fatura miktarı artmaktadır.

3.7.3 Isınma şekli gruplarının ödenen fatura bedeli ile ilişkisinin test edilmesi

Yapılan literatür araştırmaları neticesinde konut elektrik tüketimi ile ilişkili olduğu düşünülen ısınma şekli (ısınmada elektriğin kullanım oranı) dağılımı ANOVA testinden geçirilmiştir. İlk olarak ısınma şekli dağılım gruplarının ödenen fatura bedeli bakımından varyanslarının homojenliği testi yapılmıştır. Test sonucu  izelge 3.35’de verilmiştir.

Çizelge 3.35: Isınma şekli gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.

Levene istatistiği	Sd1	Sd2	önem seviyesi
2,012	4	807	0,091

Test sonucu 0,05’ten büyük çıktığı için varyanslar homojen dağılmıştır kararına varılır. Dolayısıyla “ANOVA” testi yapılması ve “post hoc” testleri arasından varyansların homojen dağıldığı kabulüne göre yapılacak testlerden biri seçilir. Bunun için “Tukey” testi seçilmiştir.

Çizelge 3.36: Isınma şekli grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.

	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	önem seviyesi
Gruplar arası	36213,588	4	9053,397	12,273	0,000
Grup içi	595313,619	807	737,687		
Toplam	631527,207	811			

Çizelge 3.36'daki test sonucu incelendiğinde önemlilik seviyesi 0.05'ten küçük olduğu için ısınma şekline göre ödenen faturalar bakımından en az iki grup arasında anlamlı farklılık vardır sonucuna varılır. Bir başka ifadeyle 10-H0 (Isınmada elektrik kullanım oranı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.) hipotezi reddedilirken 10-H1 (Isınmada elektrik kullanım oranı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmektedir. Tüm gruplar arasındaki anlamlı farklılığın sorgulandığı “Tukey” test sonuçları çizelge 3.37’de verilmiştir.

Çizelge 3.37: Ortalama fatura değerleri arasında anlamlı fark bulunan ısınma şekli grupları.

Karşılaştırılan ısınma şekli grupları		Ortalama farkı	Standart hata	Önem seviyesi
% 0	% 50	-9,973*	2,574	0,001
% 0	% 100	-27,860*	4,704	0,000
% 25	% 100	-22,141*	4,999	0,000
% 50	% 100	-17,887*	5,047	0,004

* 0,05 önemlilik seviyesinde fark anlamlıdır.

Çizelge 3.37’de ortalama fatura değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan ısınma şekli grupları yer almaktadır. Fark değerleri için hesaplanmış olan önem seviyeleri 0,05’ten küçüktür.

Aralarında anlamlı fark bulunmayan grup ikilileri çizelgede yer almamaktadır.

Isınmada elektrik enerjisini hiç kullanmayan grup ile ilk anlamlı farklılık ısınmada yarı yarıya elektrik enerjisi kullanan grup arasında başlamaktadır. Birbirinden önce veya sonra gelen gruplar arasında ise anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Isınmada tamamiyle elektrik enerjisi kullanan grup ile sadece ısınmada çoğunlukla elektrik enerjisi kullanan grup arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Kısaca ısınma şekli ödenen fatura bedelini anlamlı bir şekilde etkilemekte ve ısınmada elektrik enerjisi kullanımı arttıkça ödenen fatura miktarı artmaktadır.

3.7.4 Aile birey sayısı gruplarının ödenen fatura bedeli ile ilişkisinin test edilmesi

Yapılan literatür araştırmaları neticesinde konut elektrik tüketimi ile ilişkili olduğu düşünülen aile birey sayısı dağılımı ANOVA testinden geçirilmiştir. İlk olarak aile

birey sayısı dağılım gruplarının ödenen fatura bedeli bakımından varyanslarının homojenliği testi yapılmıştır. Test sonucu çizelge 3.38’de verilmiştir.

Çizelge 3.38: Aile birey sayısı gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.

Levene istatistiği	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
2,294	4	807	0,058

Test sonucu 0,05’ten büyük çıktığı için varyanslar homojen dağılmıştır kararına varılır. Dolayısıyla “ANOVA” testi yapılması ve “post hoc” testleri arasından varyansların homojen dağıldığı kabulüne göre yapılacak testlerden biri seçilir. Bunun için “Tukey” testi seçilmiştir.

Çizelge 3.39: Aile birey sayısı grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.

	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Gruplar arası	79745,418	4	19936,354	29,158	0,000
Grup içi	551781,789	807	683,744		
Toplam	631527,207	811			

Çizelge 3.39’daki test sonucu incelendiğinde önemlilik seviyesi 0.05’ten küçük olduğu için aile birey sayısına göre ödenen faturalar bakımından en az iki grup arasında anlamlı farklılık vardır sonucuna varılır. Bir başka ifadeyle 7-H0 (Aile birey sayısı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.) hipotezi reddedilirken 7-H1 (Aile birey sayısı ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmektedir. Tüm gruplar arasındaki anlamlı farklılığın sorgulandığı “Tukey” test sonuçları çizelge 3.40’da verilmiştir.

Çizelge 3.40’da ortalama fatura değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan aile birey sayısı grupları yer almaktadır. Fark değerleri için hesaplanmış olan önem seviyeleri 0,05’ten küçüktür. Aralarında anlamlı fark bulunmayan grup ikilileri çizelgede yer almamaktadır.

Tek kişilik bir ailenin diğer tüm aile gruplarından anlamlı bir şekilde farklı fatura ödediği görülmektedir. Diğer gruplar da kendi içlerinde değerlendirildiğinde sadece 4 ve daha fazla birey sayısına sahip aile grupları arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

Çizelge 3.40: Ortalama fatura değerleri arasında anlamlı fark bulunan aile birey sayısı grupları.

Karşılaştırılan aile birey sayısı grupları	Ortalama farkı	Standart hata	Önem seviyesi
1 2	-14,566*	3,234	0,000
1 3	-23,279*	3,176	0,000
1 4	-31,191*	3,390	0,000
1 5 ve 5+	-35,603*	4,574	0,000
2 3	-8,713*	2,349	0,002
2 4	-16,625*	2,631	0,000
2 5 ve 5+	-21,037*	4,044	0,000
3 4	-7,913*	2,558	0,017
3 5 ve 5+	-12,324*	3,997	0,018

* 0,05 önemlilik seviyesinde fark anlamlıdır

Kısaca aile birey sayısı ödenen fatura bedelini anlamlı bir şekilde etkilemekte ve aile birey sayısı arttıkça ödenen fatura miktarı artmaktadır.

3.7.5 Ödenen faturaya etki eden faktörlerin değerlendirilmesi

Yapılan çalışmanın sonucu olarak; internet üzerinden 812 kişiden alınan anket verilerine göre Aralık 2011, Ocak 2012 ve Şubat 2012 fatura bedelleri üzerinde aşağıdaki dört faktörün etkili olduğu bulunmuştur;

- Gelir,
- Ev büyüklüğü,
- Isınma şekli,
- Aile birey sayısı.

Diğer faktörler de test edilmiştir. Ancak, aşağıda yer alan bu faktörlerin ödenen fatura üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı sonucuna varılmıştır;

- Aile yaş ortalaması,
- Anketi dolduran kişinin yaşı,
- Yaşanılan şehir,
- Eğitim seviyesi.

Bu dört faktörün anlamlı çıkmamasının sebeplerinden biri gerçekten etkisiz olmaları bir ihtimalken, diğer bir ihtimal de gruplar arasında anlamlı farklılık oluşturabilecek sayının toplanamaması da olabilir. Örneğin, eğitim seviyesi bakımından anketi

dolduran kişilerin % 95,6'sı üniversite mezunudur. Bu durumun başlıca sebebi anketin internet üzerinden dolduruluyor olması ve genellikle üniversite mezunlarının aktif olarak internet kullanıyor olması olabilir.

Etkisiz olarak çıkan dört faktörden biri olan yaşanılan şehrin (İstanbul, Ankara ve diğer olmak üzere) ANOVA test sonuçları çizelge 3.41 ve 3.42'de verilmiştir.

Çizelge 3.41: Yaşanılan şehir gruplarının ödenen fatura bedeli ortalaması bakımından varyanslarının homojenliği testi.

Levene istatistiği	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
0,551	2	809	0,576

Çizelge 3.42: Yaşanılan şehir grupları arasında fatura bedelleri bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.

	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Gruplar arası	294,123	2	147,061	0,188	0,828
Grup içi	631233,084	809	780,263		
Toplam	631527,207	811			

Çizelge 3.41'de önem seviyesi 0,05'ten büyük çıktığı için ANOVA testi sonuçlarına bakılabilmektedir. Çizelge 3.42'de de önem seviyesi 0,05'ten büyük çıktığı için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın oluşmadığı sonucuna varılır. Bir başka ifadeyle 15-H1 (Yaşanılan şehir ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki vardır.) hipotezi reddedilirken, 15-H0 (Yaşanılan şehir ile konut elektrik faturası miktarı arasında bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilir.

Diğer etkisiz üç faktör (Aile yaş ortalaması, anketi dolduran kişinin yaşı ve eğitim seviyesi) için de benzer sonuçlar geçerlidir.

Aile yaş ortalamasının anlamlı çıkmamış olması ise aile bireyleri arasındaki yaş farklılığın çokluğu nedeniyle ortalamanın gerçekte bir şey ifade etmiyor oluşu olabilir. Örneğin 35 yaşındaki karı-koca'nın 2 yaşındaki çocukları ile birlikte yaş ortalaması 24 olurken, yine 24 yaşındaki çocuğu olmayan karı kocanın aile yaş ortalaması aynı çıkacaktır ve bu durum elektrik tüketim davranışlarının belirlenmesinde önemsiz olabilir.

Anketi dolduran kişinin yaşı evde kullanılan elektrik faturası üzerinde etkili olabilir. Ancak, bunun olabilmesi için anketi dolduran kişinin aile reisi olması önemlidir. Bir

başka ifadeyle evdeki kararlarda söz sahibi olmalıdır. Benzer çalışmayı yürütmeyi düşünen araştırmacılar ankete böyle bir soru ilave edebilirler.

Yaşanılan şehrin de etkisiz çıkması aynı eğitim seviyesinde yaşanan benzer durum ile açıklanabilir. Genel olarak 3 grup altında anket doldurulmuştur. Bunlar İstanbul, Ankara ve diğer şehirlerdir. Bu üç grup arasında da elektrik tüketimini farklılaştıracak bir etken tespit edilmemiştir.

3.7.6 Ortalama konut elektrik faturası tahmin modelinin oluşturulması

Aralık 2011, Ocak 2012 ve Şubat 2012 dönemlerinde ödenmiş olan elektrik faturaları dikkate alınarak yapılan anket neticesinde elektrik faturasına etki eden 4 faktörün olduğu tespit edilmiştir. Bu faktörler şunlardır:

- Gelir,
- Ev büyüklüğü,
- Isınma şekli,
- Aile birey sayısı.

Bu 4 faktör kullanılarak elektrik faturasını tahmin eden bir regresyon modeli oluşturulmuştur. Regresyon modeline ait determinasyon katsayısı çizelge 3.43'de verilmiştir.

Çizelge 3.43: Elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modelinin determinasyon katsayısı.

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahminin standart hatası
1	0,580 ^a	0,336	0,333	22,791

a. Belirleyiciler: (Sabit), ısınma_k, ailebirey, gelir_k, ev_k

Elde edilen determinasyon katsayısı 0,333 olarak hesaplanmıştır. Bu bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki varyansın % 33,3'ünü açıklayabildiği anlamına gelmektedir. Mikro ölçekteki konut elektrik tüketimleri çoğunlukla insan davranışlarına bağlı olduğu için kestirimi zor bir değişken olmaktadır. Tüm bağımsız değişkenleri aynı olan iki insan birbirlerinden tamamiyle farklı elektrik tüketebilirler. Bu durum biraz da sosyal bilimlerin alanına giren bir konudur. Yine de oluşturulan model mikro ölçekteki konut elektrik tüketim davranışlarının tahmin edilmesinde rehberlik edebilir.

Elde edilen modelin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını ölçmek için kullanılan önemlilik değeri çizelge 3.44’de verildiği üzere 0,000’dır. Bu değer 0,05’ten küçük çıktığı için elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.44: Elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modelinin önemlilik katsayısı.

Model		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
1	Regresyon	212340,557	4	53085,139	102,197	0,000
	Artık	419186,650	807	519,438		
	Toplam	631527,207	811			

Ortalama konut elektrik fatura bedelini tahmin etmek amacıyla elde edilmiş çoklu regresyon modelinin katsayılarının anlamlılık ve bağımlı değişkeni açıklama gücünün değerleri Çizelge 3.45’de verilmiştir. Tüm değişkenlerin önemlilik değeri 0,05’ten küçük olup, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çizelge 3.45: Elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modeli katsayıları.

Model	Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar	t	Önem seviyesi
	B	Standart hata	Beta		
(Sabit)	8,033	3,274		2,454	0,014
aile birey	7,209	0,716	0,296	10,071	0,000
1 gelir_k	3,558	0,482	0,228	7,376	0,000
ev_k	4,619	0,547	0,264	8,438	0,000
ısıtma_k	7,009	0,754	0,271	9,300	0,000

Oluşturulan modeldeki bağımsız değişkenlerin beta katsayıları incelendiğinde, bağımlı değişken ile en ilgili katsayının aile birey sayısı olduğu, en az ilişkili katsayının da gelir dağılımı olduğu sonucuna varılabilir. Gelir dağılımının etkisinin düşük çıkması elektrik enerjisinin lüks sınıfına girmediğine işaret olabilir.

Yukarıdaki modele göre, geliri 1500 TL’nin altında olan (1 x 3,558), 60 m²’den küçük bir evde (1 x 4,619), elektrik enerjisi kullanmadan ısınan (1 x 7,009), tek kişilik bir ailenin (1 x 7,209) aralık, ocak ve şubat ayı elektrik faturası ortalaması yaklaşık 30 TL gelecektir.

3.7.7 Kişi başına düşen ortalama konut elektrik faturası tahmin modelinin oluşturulması

Bölüm 3.7.6’da konutların ortalama elektrik faturaları dikkate alınarak bir regresyon modeli oluşturulmuştu. Ancak, konut elektrik faturalarının belirlenmesinin yanı sıra kişi başına düşen elektrik faturasının belirlenmesi de ayrı bir önem arz etmektedir. Bu amaçla anket vasıtasıyla toplanmış olan ortalama fatura bedelleri, aile birey sayısına bölünerek kişi başına düşen fatura miktarı modellenmiştir.

Çizelge 3.46’da verilmiş olan determinasyon katsayısı 0,408 çıkmıştır. Modelde kullanılan değişkenlerin kişi başına düşen elektrik fatura bedelini açıklama gücü % 40,8’dir. Bu değer ortalama fatura bedeli için oluşturulan determinasyon katsayısından yüksektir. Dolayısıyla, mevcut bağımsız değişkenlerin ortalama faturaya nazaran kişi başına düşen fatura bedelini açıklama gücü daha yüksektir.

Çizelge 3.46: Kişi başına düşen elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modelinin determinasyon katsayısı.

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahminin standart hatası
1	0,641 ^a	0,411	0,408	11,52226

a. Belirleyiciler: (Sabit), ısınma_k, ailebirey, gelir_k, ev_k

Elde edilen modelin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını ölçmek için kullanılan önemlilik değeri çizelge 3.47’de verildiği üzere 0,000’dır. Bu değer 0,05’ten küçük çıktığı için elde edilen denklemin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.47: Kişi başına düşen elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modelinin önemlilik katsayısı.

Model		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
	Regresyon	74753,663	4	18688,416	140,766	0,000
1	Artık	107139,255	807	132,762		
	Toplam	181892,918	811			

b. Bağımlı değişken: fatura_kisi

Kişi başına düşen elektrik fatura bedelini tahmin etmek amacıyla elde edilmiş çoklu regresyon modelinin katsayılarının anlamlılık ve bağımlı değişkeni açıklama

gücünün değerleri Çizelge 3.48’de verilmiştir. Tüm değişkenlerin önemlilik değeri 0,05’ten küçük olup, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çizelge 3.48: Kişi başına düşen elektrik faturası tahmini için oluşturulan regresyon modeli katsayıları.

Model	Katsayılar		Standartlaştırılmış katsayılar	t	Önem seviyesi
	B	Standart hata	Beta		
(Sabit)	35,286	1,655		21,320	0,000
ailebirey	-7,638	0,362	-0,585	-21,104	0,000
1 gelir_k	1,248	0,244	0,149	5,118	0,000
ev_k	1,436	0,277	0,153	5,188	0,000
ısınma_k	3,297	0,381	0,238	8,653	0,000

a. Bağımlı değişken: fatura_kisi

Oluşturulan modeldeki bağımsız değişkenlerin beta katsayıları incelendiğinde, bağımlı değişken ile en ilgili katsayının aile birey sayısı olduğu, en az ilişkili katsayının da gelir dağılımı olduğu sonucuna varılabilir. Ortalama elektrik faturası tahmin modelinde de aynı sonuç çıkmıştır. Ancak, bu modelde ailebirey katsayısının etkisi artarken, diğer katsayıların etkisi azalmıştır.

Yukarıdaki modele göre, geliri 1500 TL’nin altında olan (1 x 1,248), 60 m²’den küçük bir evde (1 x 1,436), elektrik enerjisi kullanmadan ısınan (1 x 3,297), tek kişilik bir ailenin (1 x -7,638) aralık, ocak ve şubat ayı kişi başına düşen elektrik faturası ortalaması yaklaşık 33 TL gelecektir.

Aynı evde yaşayan birey sayısının arttırılmasının etkisi kişi başına yaklaşık 8 TL’lik bir azalma olarak belirecektir.

3.7.8 Elektrik enerjisi tüketimi açısından çevre duyarlılığında etkili olan faktörlerin belirlenmesi ve kullanılan tasarruf yöntemlerinin incelenmesi

Kullanıcıların elektrik enerjisi tüketimlerinde nasıl davrandıklarını tespit etmek önemli bir konudur. Özellikle çevre duyarlılığı ve tasarruf yapma eğilimlerini gösteren bireysel özelliklerin tespit edilmesi ile, bu konularda eksik kalan diğer bireylerin eğitilmesi, bilinçlendirilmesi gibi önlemler devreye alınabilir ve sonuç olarak elektrik tüketim miktarlarında azaltmaya gidilebilir.

Anketi dolduran kullanıcıların yaş ve gelir dağılımlarına göre elektrik tüketim davranışları arasındaki ilişki tespit edilmiştir. Yaşa göre analiz yaparken 20’den küçük yaşındaki iki katılımcı, 20-25 yaş grubuna dahil edilmiştir.

İlk olarak yaş dağılım gruplarının çevre duyarlılığı bakımından varyanslarının homojenliği testi yapılmıştır. Test sonucu çizelge 3.49’da verilmiştir.

Çizelge 3.49: Yaş gruplarının çevreye duyarlılık açısından varyanslarının homojenliği testi.

Levene istatistiği	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
2,228	7	804	0,030

Test sonucu 0,05’ten küçük çıktığı için varyanslar homojen dağılmamıştır kararına varılır. Dolayısıyla “welch” testi yapılması ve “post hoc” testleri arasından varyansların homojen dağılmadığı kabulüne göre yapılacak testlerden biri seçilir. Bunun için “Games-Howell” testi seçilmiştir.

Çizelge 3.50: Yaş grupları arasında çevreye duyarlılık bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.

	İstatistik	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
Welch	8,099	7	268,188	0,000

Çizelge 3.50’deki test sonucu incelendiğinde önemlilik seviyesi 0.05’ten küçük olduğu için yaş gruplarına göre çevreye duyarlılık bakımından en az iki grup arasında anlamlı farklılık vardır sonucuna varılır. Bir başka ifadeyle 11-H0 (Yaş ile çevreye duyarlılık açısından elektrik tüketimine dikkat etme eğilimi yoktur.) hipotezi reddedilirken 11-H1(Yaş ile çevreye duyarlılık açısından elektrik tüketimine dikkat etme eğilimi vardır.) hipotezi kabul edilmektedir. Tüm gruplar arasındaki anlamlı farklılığın sorgulandığı “Games-Howell” test sonuçları çizelge 3.51’de verilmiştir.

Çizelge 3.51’de çevreye duyarlılık değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan yaş grupları yer almaktadır. Fark değerleri için hesaplanmış olan önem seviyeleri 0,05’ten küçüktür.

Aralarında anlamlı fark bulunmayan grup ikilileri çizelgede yer almamaktadır. Gruplar genel olarak 40 yaş civarında ikiye ayrılmaktadır. Birinci grup 20-40 yaş arasındaki kişilerden oluşmaktadır ve bu grup içinde çevreye duyarlılık bakımından anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 3.51: Çevreye duyarlılık değerleri arasında anlamlı fark bulunan yaş grupları.

Karşılaştırılan yaş grupları		Ortalama farkı	Standart hata	Önem seviyesi
20-25 arası	40-45 arası	-0,694*	0,162	0,001
20-25 arası	45-50 arası	-0,924*	0,160	0,000
20-25 arası	50-60 arası	-0,751*	0,150	0,000
20-25 arası	60'dan büyük	-0,854*	0,172	0,000
25-30 arası	45-50 arası	-0,590*	0,136	0,001
25-30 arası	50-60 arası	-0,417*	0,124	0,020
25-30 arası	60'dan büyük	-0,520*	0,150	0,019
30-35 arası	45-50 arası	-0,540*	0,141	0,005

* 0,05 önemlilik seviyesinde fark anlamlıdır

İkinci grup için de aynı durum sözkonusudur ve grup içinde çevreye duyarlılık bakımından anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Bu iki ana gruptan birincisinin (yaşı düşük olan) çevreye duyarlılığı ikincisine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha düşük çıkmıştır.

Kısaca yaşa göre çevreye duyarlılık anlamlı bir şekilde etkilemekte ve yaş arttıkça çevreye duyarlılık artmaktadır.

İkinci olarak da gelir dağılım gruplarının çevre duyarlılığı bakımından varyanslarının homojenliği testi yapılmıştır. Test sonucu çizelge 3.52’de verilmiştir.

Çizelge 3.52: Gelir gruplarının çevreye duyarlılık açısından varyanslarının homojenliği testi.

Levene istatistiği	Sd1	Sd2	Önem seviyesi
0,662	7	804	0,704

Test sonucu 0,05’ten büyük çıktığı için varyanslar homojen dağılmıştır kararına varılır. Dolayısıyla “ANOVA” testi yapılmıştır.

Çizelge 3.53: Gelir grupları arasında çevreye duyarlılık bakımından anlamlı farklılığın sorgulandığı test sonucu.

	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Gruplar arası	2,557	7	0,365	0,330	0,940
Grup içi	890,044	804	1,107		
Toplam	892,601	811			

Çizelge 3.53'deki test sonucu incelendiğinde önemlilik seviyesi 0.05'ten büyük olduğu için gelir gruplarına göre çevreye duyarlılık bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur sonucuna varılır. Bir başka ifadeyle 12-H1 (Gelir seviyesi ile çevreye duyarlılık açısından elektrik tüketimine dikkat etme eğilimi vardır.) hipotezi reddedilirken 12-H0 (Gelir seviyesi ile çevreye duyarlılık açısından elektrik tüketimine dikkat etme eğilimi yoktur.) hipotezi kabul edilmektedir. Gelir dağılımına göre çevreye duyarlılık bakımından bir farklılık bulunmamaktadır.

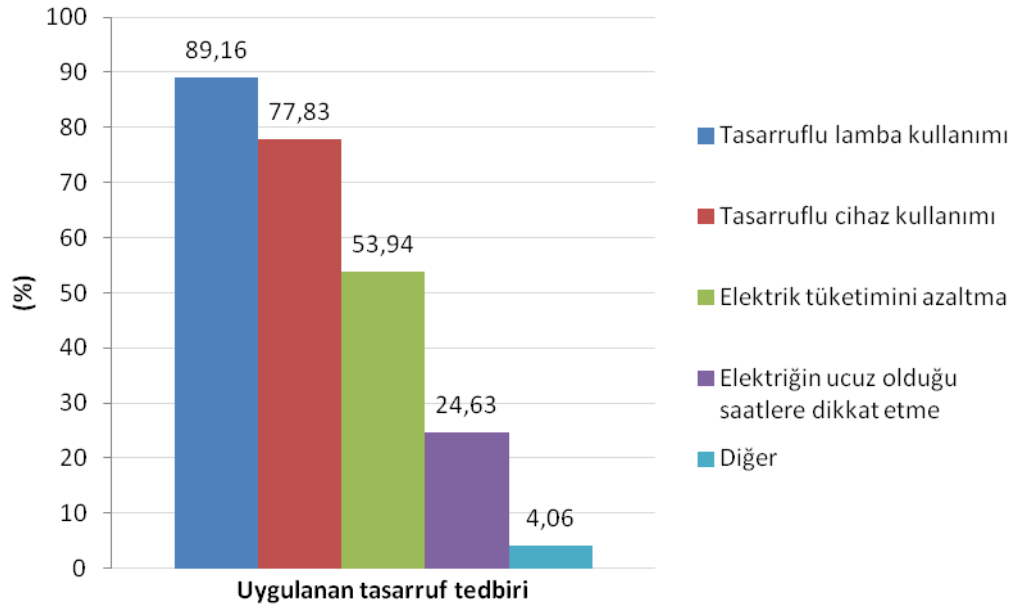
Şekil 3.15'de ankete katılan 812 kullanıcının tercih ettiği elektrik tasarruf yöntemleri bulunmaktadır. En çok tercih edilen tasarruflu lamba kullanımı olurken, en az kullanılan tedbirin elektriğin ucuz olduğu saatlere dikkat etmek olduğu görülmektedir.

Yine tasarruflu cihaz kullanımı da, tasarruflu lamba kullanımı kadar yüksek bir orana sahiptir. Bu iki tasarruf tedbirinin kullanım oranının yüksek olmasının çeşitli nedenleri olabilir;

- Kullanımlarının pratik olması,
- Üzerilerinde yapılan elektrik tasarrufuna yönelik bilgi bulunması,
- Diğer tasarrufsuz modellere göre fiyat farkının göreceli olarak caydırıcı olmaması

Diğer yandan elektriğin ucuz olduğu saatlere dikkat edilmesi tasarruf tedbirinin uygulanmamasının çeşitli nedenleri olabilir;

- Elektriğin ucuz olduğu saatler belirlenirken özellikle iş çıkışından akşam saat 10:00'a kadar olan saatlerde de normale göre yüksek elektrik bedeli alınmıyor olması.
- Yapılan tasarrufun tespit edilemiyor olması.
- Kullanılan sayaçların uyumsuzluğu.



Şekil 3.15: Anket katılımcılarının uyguladıkları tasarruf tedbirleri.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gündelik yaşamın ve endüstriyel üretimin vazgeçilmez unsurlarından biri olan elektrik enerjisinin talebinin sürekli olarak karşılanabilmesi devlet politikalarının öncelikleri arasında yer almaktadır. Elektrik arz güvenliği olarak da adlandırılan bu olgunun sağlanamadığı noktalarda bireylerin yaşam kalitesi düşmekte, yatırım için ülkeyi tercih etmeyi düşünen yatırımcıların vazgeçmelerine neden olabilmektedir. Yüksek refah seviyesinin sağlanabilmesi ve ekonomik büyümenin devamlılığı açısından elektrik enerjisi arz ve talebi bir denge halinde olmalıdır.

Bu iki değişkenden birincisi olan arz devlet tarafından kontrol edilebilirken, ikincisi olan talep kısmi olarak kontrol edilebilmektedir. Talebin kontrol edilememesi nedeniyle, geleceğe yönelik tahminlerinin doğru bir şekilde yapılabilmesi çok önemlidir.

Bu tez çalışmasında Türkiye'nin 2011 – 2025 yılları arasındaki konut, sanayi ve toplam net elektrik tüketim değerleri tahmin edilmiştir. Tahmin için oluşturulan model 2006 – 2010 yılları arasında gerçekleşmiş olan elektrik tüketim değerleri ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Ayrıca, Türkiye'de geleceğe yönelik elektrik tüketim tahminlerini resmi olarak yapan kuruluşlardan biri olan EPDK'nın 2006 – 2010 yılları arasında yapmış olduğu tahminlerin performansı da karşılaştırmalı olarak dikkate alınmıştır.

Doğrulanmış model elektrik tüketim tahminlerinin yapılabilmesi için iki bağımsız değişkenden etkilenmektedir. Bunlar GSYİH ve nüfus değerleridir. 1990 – 2010 yılları arasındaki konut, sanayi, toplam elektrik tüketim, nüfus ve GSYİH değerleri alınarak bir çoklu regresyon modeli oluşturulmuş ve bu model vasıtasıyla elektrik tüketim tahminleri yapılmıştır.

1990 -2005 arasındaki veriler yardımıyla yapılan tahminlerde GSYİH'nın etkisi, 2006 – 2010 yılları arasındaki verilerin eklenmesiyle gözle görülür bir şekilde artmıştır. Bunun başlıca nedeni ülkedeki ekonomik gelişme hızının elektrik enerjisi tüketimine olan etkisinin artması olarak değerlendirilebilir. Özellikle 2001 krizinden

sonra yüksek büyüme rakamlarına çıkılan ekonomi enerji kullanımında ağırlığını arttırmıştır. 2025 yılına kadar arada 2023 gibi çok önemli bir varış noktasının bulunması da nedeniyle ülke politikası olarak büyüme hızını koruyan bir Türkiye planlaması gerçeği altında, bu planlama ile uyumlu olarak enerji yatırımlarının da hız kesmemesi önem arz etmektedir.

Sanayi elektrik tüketimlerinin GSYİH'ya konut elektrik tüketimlerine göre daha yüksek oranda bağlı olması sonucu beklenen bir durumdur. Sanayide kullanılan elektrik gider kalemlerinde önemli bir paya sahipken, aynı durum konutlarda geçerli değildir.

Yapılan tahmin çalışmaları iki farklı senaryo üzerinden yürütülmüştür. Senaryolardaki farklılığın sebebi, kullanılan girdilerden biri olan GSYİH'daki öngörülemeyen değişimlerdir. Dolayısı ile GSYİH'nın beklenenden düşük ve yüksek gerçekleşmesi olasılığına karşılık iki farklı senaryo oluşturulmuştur. Her iki senaryo sonucuna göre 2025 yılında talep edilen elektrik enerjisi talebinin yaklaşık olarak 2011 yılının iki katına ulaşması beklenmektedir.

Literatürde ve devletin resmi kurumları tarafından yapılan çok sayıda elektrik enerjisi tahmin modelleri bulunmaktadır. Tamamına yakını oldukça başarılı olan bu modellerin performansı büyük oranda girdilerin doğru tahmin edilebilmesine bağlıdır. Örneğin, 2005 yılında EPDK tarafından yapılan tahmin modellemesi 2008 yılı sonuna kadar çok az hata (% 5'in altında) çalışırken, 2009 ve 2010 yıllarında hata oranı dikkat çekici bir şekilde artmıştır (% 10 civarı). Bunun başlıca sebebi 2005 yılında yapılan tahminde, 2009 yılı için gerçekleşen değer çok üzerinde GSYİH beklentisi olmasıdır. Kısaca tahmin modellerinin sağlıklı çalışabilmesi için nüfus ve GSYİH tahminlerinin sağlıklı yapılmış olması önem arz etmektedir.

Tezin ikinci bölümünde ise mikro ölçekte konut elektrik tüketimine etki eden faktörler belirlenmiştir. 800'e yakın kullanıcının katılım sağladığı bu çalışmada ekte verilmiş olan anket soruları vasıtasıyla veriler toplanmış ve istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur.

Makro ölçekte yapılan tahminlerde % 90'nın üzerinde determinasyon katsayısına sahip modeller elde edilirken, mikro ölçekte bu oran % 30 – 40 civarlarına düşmüştür. Bunun başlıca sebebi mikro ölçekte yapılan analizin insan davranışlarına olan bağlılığın yüksekliğidir. İnsan davranışları çeşitli tez çalışmaları ile tahmin

edilmeye çalışılsa da yüksek oranda başarı beklenmesi zordur. Özellikle elektrik enerjisi gibi elde edilmesi çok zor olmayan bir olgu için insan davranışlarını kesitmek kolay değildir.

Yine de yapılan çalışmada insan davranışları dışında oluşan faktörler yardımıyla bazı tahminler yapılmıştır. Aralık 2011, Ocak 2012 ve Şubat 2012 ortalama elektrik faturaları göz önünde bulundurularak yapılan modellemede ailenin aylık gelir seviyesi, evde yaşayan bireylerin sayısı, yaşanan evin büyüklüğü ve ısınmada elektriğin kullanım oranı faktörlerinin anlamlı olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu dört faktörden en etkilisi aile birey sayısı olarak bulunmuştur.

Gelirde meydana gelen artışın elektrik tüketiminde meydana getirdiği artışı kullanıcıların yaşam alışkanlıklarındaki değişimle açıklanabilir. Örneğin, birden fazla televizyon, bilgisayar kullanımı, çamaşır kurutma makinesi gibi yüksek gelir seviyesine hitap eden ürünlerin kullanılması gibi.

Evin büyüklüğünün artışı ile elektrik tüketiminde meydana artış, kullanılan elektrikli alet sayısının fazlaşması ile açıklanabilir. Bu durumun en bariz örneği kullanılan aydınlatma lambalarının artmasıdır.

Aile birey sayısının artması da aynı evde aynı anda daha çok elektrikli alet kullanımına sebebiyet vereceğinden elektrik tüketimini arttırmaktadır sonucuna varılabilir.

Isınmada elektrik kullanım oranının yüksekliği beklenen bir sonuç olarak elektrik tüketiminde artışa neden olmaktadır. Tez çalışmasında bu artış doğrulanmakla birlikte, artışın oranı da tespit edilmiştir.

Ancak, ortalama elektrik faturasından çok, kişi başına düşen elektrik fatura miktarı önem arz etmektedir. Kişi başına düşen elektrik tüketiminin tahmini gelecekte oluşabilecek makro ölçekteki elektrik taleplerinin tahmin edilmesinde yardımcı olacaktır. Örneğin, nüfus aynı kalsa bile elektrik talebinin artıyor olması bireylerin ev hayatlarında yaptıkları değişimler olabilir ve bu durum mevcut talep tahminleri açısından gizli bir bilinmezliği bünyesinde barındırmaktadır. Aile hayatından uzaklaşmış, yalnız yaşayan bireylerin sayısı arttıkça beklenmedik elektrik taleplerinin geleceği aşıkardır. Dolayısı ile bir toplum bilimi konusu olan aile yaşamının dikkatli bir şekilde irdelenmesi ve 2025 yılına kadar oluşabilecek değişimlerin kestirilmesi önemlidir.

Yine daha büyük evlerde yaşama isteği, gelirden meydana gelen artışlar elektrik talebindeki artışları beraberinde getirecektir.

Günümüzde bir ev için elektrik kullanım bedeli belli bir miktarın üzerine çıkarsa ek ücret alınmaktadır. Ancak, yapılan modelleme sonucunda da görüldüğü üzere evdeki birey sayısı arttıkça kullanılan elektrik miktarının artacağı aşikardır. Dolayısıyla bu uygulama beklenmedik bir şekilde yalnız yaşayan bireylerin faydasına olmaktadır. Adrese dayalı nüfus sistemine geçilmesi sayesinde artık bir evde kimlerin yaşadığı büyük oranda belirlenebilmektedir. Toplam elektrik faturası üzerinden yapılan ek ücret uygulamasının, kişi başına düşen elektrik faturası üzerinden yapılarak değiştirilmesi elektrik tasarrufu bakımından devlet yararına olacak toplu yaşamayı teşvik eden bir unsur olacaktır.

Genç nüfus, yaşlı nüfusa göre elektrik tüketimi açısından daha düşük seviyede çevre duyarlılığına sahiptir. Üniversite ve liselerde elektrik tüketimi ve çevre ilişkisi duyarlılığını arttıran eğitimlere ağırlık verilebilir. Ayrıca gençler arasında çevre duyarlılığını arttırıcı yarışma programları kullanılabilir. Genç nüfusun yoğun bir şekilde kullandığı facebook gibi sosyal ağlar yardımıyla çevre duyarlılığının artırılması sağlanabilir.

Elektrik tasarruf oranı yüksek olan cihazlar için devletin teşvik uygulaması bu ürünlerin daha cazip haline gelmesini sağlayarak kullanım oranları artacak ve uzun vadede elektrik tüketiminde meydana gelecek göreceli azalma anlamlı bir fayda sağlayacaktır.

Günümüzdeki bayanların işe katılım oranı giderek artmaktadır. Bu durumda gündüz saatlerinde evde kimse bulunmadığından ev işleri akşam saatlerinde ya da hafta sonu yapılabilir. Dolayısıyla elektrik kullanım oranı özellikle hafta içi akşam (19:00 – 22:00) saatlerinde artmaktadır. Elektrik ucuz olduğu saatlere dikkat edilmesi tasarruf tedbirinin diğer tedbirlere göre çok düşük çıkmasının başlıca sebebi fiyatlandırma politikasının uygun olmayışı olabilir. Fiyatlandırma politikasına göre kullanıcıların elektrikli aletlerini 22:00 – 06:00 saatlerinde kullanması gerekmektedir ve bu durum aile üyelerinin çalıştığı gerçeği altında uygun olmayan bir politikadır. Fiyatlandırma politikasının çalışan ailelere göre tekrar düzenlenmesi kullanıcıların bu tasarruf tedbirine de yönelmesini sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Url-1** <http://www.emo.org.tr/ekler/0082ac261d74f5a_ek.pdf>, 15.04.2012
- [2] **Cullen, Kathleen Ann** (1999). Forecasting Electricity Demand using Regresyon and Monte Carlo Simulation Under Conditions of Insufficient Data. Master of Science In Agriculture and Natural Resource Economics, Morgantown, West Virginia.
- [3] **Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2011 – 2020)** (2011). 16.04.2012, http://www.epdk.gov.tr/documents/elektrik/rapor_yayin/Elk_Yayin_Uretim_Kapasite_Projeksiyonu_2011_2020.pdf
- [4] **Kankal M., Akpınar A., Kömürcü M.İ., Özşahin T.Ş.** (2010). Modeling and Forecasting of Turkey's Energy Consumption Using Socio-Economic and Demographic Variables. Applied Energy.
- [5] **Hunt C.L. ve Dilaver Z.** (2010). Industrial Electricity Demand for Turkey : A Structural Time Series Analysis. Surrey Energy Economics Discussion paper Series, September, 2010.
- [6] **Koteder** (2011). Elektrik Sektörü Tüketim ve Üretim. Sektör Raporu Mayıs 2011/2.
- [7] **Deloitte** (2010). Türkiye Elektrik Enerjisi Piyasası 2010-2011 Beklentiler ve Gelişmeler. Enerji ve Doğal Kaynaklar Sektörü Temmuz 2010.
- [8] **Yiğit, Vecihi** (2011). Genetik Algoritma ile Türkiye Net Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2020 Yılına Kadar Tahmini. International Journal of Engineering Research and Development, Vol.3, No.2, 37-41.
- [9] **Alrahamneh, Adeeb Ahmad Ali** (2011). Forecasting Household Electricity Consumption in Jordan. World Applied Sciences Journal, 15 (12), 1752-1757.
- [10] **Costa, D.L., Kahn M.E.** (2010). Why Has California's Residential Electricity Consumption Been So Flat Since The 1980s. A Microeconometric Approach. National Bureau of Economic Research Working Paper Series, May 2010, Cambridge, MA.
- [11] **Petersen, H. Craig** (t.y.). Electricity Consumption in Rural vs. Urban Areas. Department of Economics At Utah State University, Logan, Utah.

- [12] **Berg, S. V. ve Taylor, C.** (1991). Electricity Consumption in Manufactured Housing. Gainesville, FL.
- [13] **Url-2** <<http://www.cihanbarut.com/ekonomi.html>>, 30.04.2012
- [14] **Url-3** <<http://www.hazine.org.tr/tr/index.php/ekonomi/ueretim-ve-bueyueme>>, 02.04.2012.
- [15] **Url-4** <http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=39>, 25.04.2012
- [16] **Url-5** <http://www.tedas.gov.tr/29,Istatistiki_Bilgiler.html>, 01.04.2012
- [17] **Url-6** <<https://Istatistiks.laerd.com/spss-tutorials/one-way-anova-using-spss-Istatistiks.php>>, 12.04.2012.
- [18] **Url-7** <<http://www.graphpad.com/faq/viewfaq.cfm?faq=1568>>, 30.04.2012
- [19] **Url-8** <http://www.istatistikanaliz.com/regresyon_analizi.asp>, 30.04.2012
- [20] **Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2006 – 2015)**
(2006)16.04.2012,http://www.epdk.gov.tr/documents/elektrik/rapor_yayin/KapasiteProjeksiyonu2006.pdf
- [21] **Stratejik Araştırmalar Enstitüsü** (2007). Türkiye İçin Büyüme Öngörülleri 2025. Akatlar, İstanbul,Türkiye.
- [22] **O'Neill Jim** (2011). The Growth Map: Economic Opportunity in the BRICs and Beyond. New York, USA.

EK A

Ev kullanıcılarının elektrik tüketim karakteristiklerinin belirlenmesi

(* Doldurulması zorunlu alanlar)

Yaşadığınız şehir? *

Evinizin ısıtma ihtiyacı nasıl karşılanıyor? * (Su ısıtma, yemek ısıtma, doğalgaz sistemi için kullanılan elektrik enerjisi gibi tüketimler bu soru için dikkate alınmayacaktır.)

- ☐ Tamamiyle elektrik enerjisinden.
- ☐ Çoğunlukla elektrik enerjisinden.
- ☐ Yarı yarıya (kısmen elektrik, kısmen diğer (doğalgaz, odun, kömür vs.).
- ☐ Nadiren elektrik enerjisinden.
- ☐ Tümüyle elektrik enerjisi haricindeki enerji kaynaklarından.

Elektrikli ev aleti alırken enerji tüketimini dikkate alır mısınız? * (Bir elektrikli aletin A, A+ sınıfı olması gibi..)

- ☐ Her zaman.
- ☐ Çoğu zaman.
- ☐ Ortalama.
- ☐ Nadiren.
- ☐ Hiç.

Elektriğe ödediğiniz ücret sizi elektrik tasarrufu yapmaya yönlendiriyor mu? *

- ☐ Herzaman.
- ☐ Çoğu zaman.
- ☐ Ortalama.
- ☐ Nadiren.
- ☐ Hiç.

Çevreyi korumak adına elektrik tasarruf tedbirleri alıyor musunuz? *

- ☐ Her zaman.
- ☐ Çoğu zaman.
- ☐ Ortalama.
- ☐ Nadiren.
- ☐ Hiç.

Yaşadığınız evin büyüklüğü? *

- ☐ 60 m²'den az.
- ☐ 60-80 m² arası.
- ☐ 80-100 m² arası.
- ☐ 100 - 120 m² arası.
- ☐ 120 - 140 m² arası.
- ☐ 140-160 m² arası.
- ☐ 160-180 m² arası.
- ☐ 180 m²'den büyük.

Evde uyguladığınız elektrik tasarruf tedbirlerine örnek verebilir misiniz?

- ☐ Tasarruflu lamba kullanma.
- ☐ A, A+ gibi enerji tüketimi düşük cihazlar seçme.
- ☐ Elektriğin ucuz olduğu saatlere dikkat etme.
- ☐ Cihazların kullanımını azaltma
- ☐ Diğer:

Yasınız? *

- ☐ 20'den küçük.
- ☐ 20-25 arası.
- ☐ 25-30 arası.
- ☐ 30-35 arası.
- ☐ 35-40 arası.
- ☐ 40-45 arası.
- ☐ 45-50 arası.
- ☐ 50-60 arası.
- ☐ 60'dan büyük.

Eğitim durumunuz? *

- ☐ Okur-yazar.
- ☐ İlköğretim.
- ☐ Lise.
- ☐ Üniversite.

Evinizde sizinle birlikte toplam kaç kişi yaşıyor? *

Aralık 2011, Ocak 2012 ve Şubat 2012 elektrik faturalarınızı dikkate alarak aylık ortalama elektrik faturanız kaç TL'dir? * (Yaklaşık bir değeri verebilirsiniz.).

Evinizde yaşayan bireylerin (siz dahil) yaş ortalaması kaçtır? *

- ☐ 20'den küçük.
- ☐ 20-25 arası.
- ☐ 25-30 arası.
- ☐ 30-35 arası.
- ☐ 35-40 arası.
- ☐ 40-45 arası.
- ☐ 45'ten büyük.

Ailenizin aylık ortalama toplam gelir seviyesi? *

- ☐ 1.500 TL'den az.
- ☐ 1.500 - 2.500 TL arası.
- ☐ 2.500 -3.500 TL arası.
- ☐ 3.500 - 4.500 TL arası.
- ☐ 4.500 - 6.000 TL arası.
- ☐ 6.000 - 8.000 TL arası.
- ☐ 8.000 - 10.000 TL arası.
- ☐ 10.000 TL'den fazla.

ÖZGEÇMİŞ

Sezgin DURAK, 1980 yılında Manisa’da doğdu. 1998 yılında İTÜ Uçak Mühendisliğini bölümünü kazanarak lisans eğitimine başladı. 2001 yılında İTÜ İşletme Mühendisliği bölümünde çift anadal programına kabul edildi. 2003 yılında Uçak Mühendisliği bölümünden, 2005 yılında İşletme Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2003/2004 eğitim/öğretim yılında İTÜ Enerji Enstitüsü, Enerji Bilim ve Teknoloji Ana Bilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2008 yılında Hava Araçları Sertifikasyon Uzmanı olarak çalışmaya başladığı Savunma Teknolojileri Mühendislik AŞ’de çalışmaya devam etmektedir.