

# SERA GAZI



Ulusal Katkı Hedefinin Gerçekleştirilmesi  
için Kapasite Geliştirme ve İzleme Projesi

**4. ARA RAPOR  
HAZİRAN 2020**



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır.  
Evrakınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı  
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü  
İklim Değişikliği Dairesi  
www.csb.gov.tr  
iklim@csb.gov.tr



## 4. ARA RAPOR (Revize 2)

### Sera Gazı Ulusal Katkı Hedefinin Gerçekleştirilmesi için Kapasite Geliştirme ve İzleme Projesi

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| Proje Yürütücüsü          | Zekai ŞEN                     |
| Genel Koordinatör         | Doç. Dr. İsmail DABANLI       |
| Proje Koordinatörü        | Dr. Öğr. Üyesi Eyüp ŞİŞMAN    |
| Ekonomi Sektörü           | Prof. Dr. Hatice KARAHAN      |
|                           | Doç. Dr. Ali ARI              |
|                           | Doç. Dr. Raif CERGİBOZAN      |
|                           | Dr. Öğr. Üyesi Caner DEMİR    |
| Enerji Sektörü            | Dr. Öğr. Üyesi Emre ÇELEBİ    |
|                           | Proje Asistanı Melis KURUM    |
|                           | Prof. Dr. Ercan ÖZTEMEL       |
| Sanayi Sektörü            | Dr. Öğr. Üyesi Merve ER KARA  |
|                           | Yük. Müh. Aygül ÖZSU          |
|                           | Prof. Dr. Abdullah Hilmi LAV  |
| Ulaştırma Sektörü         | Proje Asistanı Özay USLU      |
|                           | Prof. Dr. Levent ŞAYLAN       |
| Tarım ve Ormanlık Sektörü | Proje Asistanı Merve KIZIL    |
|                           | Dr. Öğr. Üyesi Duygu ERTEN    |
| Binalar ve Atık Sektörü   | Dr. Öğr. Üyesi Uğur SERENCAM  |
|                           | Proje Asistanı Rümeyza TEKCAN |
|                           | Doç. Dr. Ahmet ÖZTOPAL        |
| Uyum Sektörü              | Doç. Dr. Ahmet ÖZTOPAL        |
|                           | Proje Asistanı M. Emin USTA   |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sebahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır.  
Evra@imza-<https://ehys.medipol.edu.tr/e-imza-linkinden> Haziran 2020

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

# İÇİNDEKİLER

|  |    |
|--|----|
| 1. YÖNETİCİ ÖZETİ .....  | 19 |
| 2. GİRİŞ .....   | 21 |
| 3. TEMEL KABULLER .....  | 23 |
| 3.1. Nüfus.....  | 23 |
| 3.2. Kentsel Nüfus Oranı.....  | 23 |
| 3.3. Kırsal Nüfus Oranı .....  | 24 |
| 3.4. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) .....  | 24 |
| 4. Enerji Sektörü .....  | 27 |
| 4.1. Elektrik ve Isı Üretimi .....   | 27 |
| 5. Sanayi Sektörü.....   | 33 |
| 5.1. Demir-Çelik Sektörü.....  | 34 |
| 5.2. Çimento Sektörü .....   | 39 |
| 5.3. Kağıt Sektörü .....   | 43 |
| 5.4. Seramik Sektörü .....   | 44 |
| 5.5. Cam Sektörü.....  | 45 |
| 6. Ulaştırma Sektörü.....  | 47 |
| 6.1. Karayolu.....   | 47 |
| 6.1.1. Hava Sıcaklığı Tahmini.....   | 48 |
| 6.1.2. Emisyon Standartlarına Göre Taşıt Sayılarının Tahmini.....                                  | 48 |
| 6.1.3. Yakıt Türlerine Göre Taşıt Sayıları .....   | 49 |
| 6.1.4. COPERT Türkiye Modeli İçin Taşıt Cinslerinin Belirlenmesi.....                              | 49 |
| 6.1.5. Taşıtların Kat Ettiği Yıllık Ortalama Mesafelerin Belirlenmesi .....                        | 50 |
| 6.1.6. Taşıtların Devlet Yolu, İl Yolu ve Otoyol Üzerindeki Ortalama Hızlarının Belirlenmesi ..... | 50 |
| 6.1.7. Taşıt Faaliyetlerine Bağlı Enerji Tüketimleri .....   | 51 |
| 6.1.8. Taşıt Sayılarının Tahmin Edilmesi .....   | 51 |
| 6.1.9. Taşıt Faaliyetlerinin Saptanması .....  | 54 |
| 6.1.10. Yakıt Talebi .....   | 56 |
| 6.2. Havayolu.....   | 57 |
| 6.2.1. Uçak Trafik Faaliyetlerinin Saptanması .....  | 57 |
| 6.2.2. Yakıt Talebi .....  | 58 |
| 6.3. Demiryolu.....  | 60 |
| 6.3.1. Tren Faaliyetlerinin Saptanması.....  | 60 |
| 6.3.2. Yakıt Talebi .....  | 63 |
| 6.4. Denizyolu.....  | 64 |
| 6.4.1. Denizyolu Faaliyetlerinin Saptanması.....   | 64 |
| 6.4.2. Yakıt Talebi .....  | 65 |

Bu belge 547/0 sayılı Yasa Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ehys.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden/D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

|               |  |            |
|---------------|--|------------|
| <b>7.</b>     | <b>Tarım ve Ormancılık Sektörü</b>                       | <b>67</b>  |
| <b>7.1.</b>   | <b>Tarım ve Hayvancılık Sektörü</b>                      | <b>68</b>  |
| 7.1.1.        | Enterik Fermantasyon                                     | 74         |
| 7.1.2.        | Gübre Yönetimi   | 75         |
| 7.1.3.        | Çeltik Yetiştiriciliği                                   | 76         |
| 7.1.4.        | Tarım Toprakları   | 77         |
| 7.1.5.        | Anız Yakılması   | 82         |
| 7.1.6.        | Üre Uygulamaları   | 83         |
| <b>7.2.</b>   | <b>AKAKDO Sektörü</b>                                    | <b>84</b>  |
| 7.2.1.        | Orman Alanları ve Orman Alanlarına Dönüşen Alanlar       | 86         |
| 7.2.2.        | Tarım Alanları ve Tarım Alanlarına Dönüşen Alanlar       | 92         |
| 7.2.3.        | Mera Alanları ve Mera Alanlarına Dönüşen Alanlar         | 94         |
| 7.2.4.        | Sulak Alanlar ve Sulak Alanlara Dönüşen Alanlar          | 95         |
| 7.2.5.        | Yerleşim Alanları ve Yerleşim Alanlarına Dönüşen Alanlar | 97         |
| 7.2.6.        | Diğer Alanlar ve Diğer Alanlara Dönüşen Alanlar          | 97         |
| 7.2.7.        | Hasad Edilen Odun Ürünleri                               | 98         |
| 7.2.8.        | AKAKDO'da TES ve İTS'ye Bağlı Değişimler                 | 98         |
| <b>8.</b>     | <b>Binalar ve Atık Sektörü</b>                           | <b>99</b>  |
| <b>8.1.</b>   | <b>Atık Sektörü</b>                                      | <b>99</b>  |
| 8.1.1.        | Katı Atık Bertarafı                                      | 100        |
| 8.1.2.        | Katı Atık Biyolojik Arıtma                               | 104        |
| 8.1.3.        | Atık Yakma ve Açıkta Atık Yakma                          | 105        |
| 8.1.4.        | Atıksu Arıtma ve Deşarj                                  | 106        |
| <b>8.2.</b>   | <b>Binalar Sektörü</b>                                   | <b>108</b> |
| <b>9.</b>     | <b>EKONOMİ</b>   | <b>119</b> |
| <b>9.1.</b>   | <b>Verilerin Temini</b>                                  | <b>119</b> |
| <b>9.2.</b>   | <b>Genel Denge Modelinin Temel Yapısı</b>                | <b>119</b> |
| 9.2.1.        | Giriş  | 119        |
| 9.2.2.        | Kurgulanan Modele Temel Oluşturan Bazı Yapılar           | 119        |
| 9.2.3.        | GTAP-E Modelinin Temel Yapısı                            | 119        |
| <b>9.3.</b>   | <b>Ekonomi Model Sonuçları</b>                           | <b>123</b> |
| 9.3.1.        | Giriş  | 123        |
| 9.3.2.        | Sanayi Sektörü   | 124        |
| 9.3.3.        | Ulaştırma Sektörü  | 128        |
| 9.3.4.        | Tarım Sektörü  | 135        |
| <b>9.3.5.</b> | <b>Atık Sektörü</b>                                      | <b>138</b> |
| <b>10.</b>    | <b>TÜMDEN GELİM MODELİ</b>                               | <b>141</b> |
| <b>10.1.</b>  | <b>Giriş</b>   | <b>141</b> |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://atiks.sektoril.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

|   |            |
|---|------------|
| <b>10.2. Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Katkı Belgesi (INDC) .....</b> | <b>142</b> |
| <b>10.3. Modelleme Temelleri .....</b>  | <b>148</b> |
| 10.3.1. Tümnden Geliş Modeli.....   | 149        |
| 10.3.2 Enerji Sektörü Tümnden Geliş Model Çıktıları .....                       | 152        |
| 10.3.3 Sanayi Sektörü Tümnden Geliş Model Çıktıları.....                        | 154        |
| 10.3.4 AKAKDO Sektörü Tümnden Geliş Model Çıktıları.....                        | 156        |
| <b>10.4 Toplam SGS Tümnden Geliş Model Çıktıları .....</b>                      | <b>158</b> |
| <b>10.5 Sera Gazı Salımları Risk Hesaplamaları .....</b>                        | <b>163</b> |
| 10.5.1 CO <sub>2</sub> SGS.....   | 163        |
| 10.5.2 CH <sub>4</sub> SGS .....  | 166        |
| 10.5.3 N <sub>2</sub> O SGS .....   | 169        |
| 10.5.4 F SGS .....  | 172        |
| 10.5.5 Toplam SGS.....  | 176        |
| <b>10.6 Gelecek Senaryolar .....</b>  | <b>181</b> |
| 10.6.1 Tedbirler Senaryosu.....   | 182        |
| 10.6.2 İlave Tedbirler Senaryosu .....  | 184        |
| <b>11. SONUÇ ve BEKLENTİLER .....</b>   | <b>186</b> |
| <b>12. KAYNAKLAR.....</b>   | <b>188</b> |
| <b>13. EKLER .....</b>  | <b>192</b> |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



# ŞEKİLLER LİSTESİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 2.1. Emisyon hesabı ve model ana çalışma ilkesi .....  | 21 |
| Şekil 3.1. Nüfus projeksiyonu .....  | 23 |
| Şekil 3.2. Kentsel nüfus oranı projeksiyonu .....  | 24 |
| Şekil 3.3. Kırsal nüfus oranı projeksiyonu .....   | 24 |
| Şekil 3.4. GSYH projeksiyonu .....   | 25 |
| Şekil 4.1. Enerji sektörü modellemesi sektör alt kırılım şeması .....                                  | 27 |
| Şekil 4.2. Elektrik üretimi modellemesi sektör alt kırılım şeması .....                                | 27 |
| Şekil 4.3. Elektrik üretimi modellemesi sektör alt kırılım şeması .....                                | 28 |
| Şekil 4.4. Elektrik üretim projeksiyonu (Bin TEP) (ETKB) .....   | 29 |
| Şekil 4.5. Elektrik üretimi kaynaklı emisyon projeksiyonu .....  | 30 |
| Şekil 4.6. REF, TES ve İTS senaryosu eklenen kapasite (MW) (2018-2030) .....                           | 31 |
| Şekil 4.7. Referans senaryo için kaynaklara göre elektrik üretiminin (GWh) gelişimi (2018-2030).....   | 31 |
| Şekil 4.8. Senaryolara göre puant elektrik talebi gelişimi (GW) (2018-2030) .....                      | 32 |
| Şekil 5.1. Enerji kullanımı kaynaklı sanayi sektörü alt kırılım şeması .....                           | 33 |
| Şekil 5.2. Proses emisyonları kaynaklı sanayi sektörü alt kırılım şeması .....                         | 34 |
| Şekil 5.3. Toplam ham çelik üretim projeksiyonu .....  | 35 |
| Şekil 5.4. Demir çelik sektörü toplam enerji tüketimi projeksiyonu .....                               | 35 |
| Şekil 5.5. Demir-Çelik sektörü yakıtların yanması kaynaklı emisyon projeksiyonu.....                   | 36 |
| Şekil 5.6. Sinter ve Pelet üretimi kaynaklı proses emisyonu projeksiyonu .....                         | 37 |
| Şekil 5.7. EAF ve BOF tesisleri kaynaklı proses emisyonları projeksiyonu .....                         | 38 |
| Şekil 5.8. Demir çelik sektörü enerji tüketimi kaynaklı toplam emisyon projeksiyonu.....               | 38 |
| Şekil 5.9. Çimento üretim projeksiyonu .....   | 39 |
| Şekil 5.10. CCR senaryosunun enerji tüketimi kaynaklı emisyonlara etkisi.....                          | 39 |
| Şekil 5.11. CCR senaryosunun proses kaynaklı emisyonlara etkisi .....                                  | 40 |
| Şekil 5.12. CCS senaryosunun proses kaynaklı emisyonlara etkisi .....                                  | 40 |
| Şekil 5.13. Klinkerin termal enerji yoğunluğu senaryosunun enerji tüketimi kaynaklı emisyonlara etkisi | 41 |
| Şekil 5.14. Çimento sektörü toplam enerji tüketimi projeksiyonu.....                                   | 41 |
| Şekil 5.15. ATY senaryosunun enerji tüketimi kaynaklı emisyonlara etkisi .....                         | 42 |
| Şekil 5.16. Çimento sektörü yakıtların yanması kaynaklı emisyon projeksiyonu.....                      | 42 |
| Şekil 5.17. Çimento üretimi kaynaklı proses emisyonları projeksiyonu .....                             | 43 |
| Şekil 5.18 Kağıt sektörü yakıt talebi projeksiyonu .....   | 43 |
| Şekil 5.19. Kağıt sektörü yakıt talebi kaynaklı emisyon projeksiyonu .....                             | 44 |
| Şekil 5.20 Seramik sektörü yakıt talebi projeksiyonu .....   | 44 |
| Şekil 5.21 Seramik sektörü yakıt talebi kaynaklı emisyon projeksiyonu .....                            | 45 |
| Şekil 5.22 Cam sektörü yakıt talebi projeksiyonu .....   | 45 |
| Şekil 5.23 Cam sektörü yakıt talebi kaynaklı emisyon projeksiyonu.....                                 | 46 |
| Şekil 6.1. Ulaştırma sektörü alt kırılım şeması .....  | 47 |
| Şekil 6.2. Taşıt sayısı projeksiyonu .....   | 52 |
| Şekil 6.3. Benzinli otomobil sayısı projeksiyonu .....   | 52 |
| Şekil 6.4. Dizel otomobil sayısı projeksiyonu .....  | 53 |
| Şekil 6.5. LPG'li otomobil sayısı projeksiyonu .....   | 53 |
| Şekil 6.6. Dizel otobüs sayısı projeksiyonu .....  | 54 |

Bu belge 6.7. benzinli otomobil sayısı projeksiyonu başlıklı bölümü N. Bahattin A.YDİN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağın <https://ehys.madenl.edu.tr/e-imza/linkinden/D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

|  |    |
|--|----|
| Şekil 6.7. Karayolu yolcu-km projeksiyonu.....   | 54 |
| Şekil 6.8. Karayolu ton-km projeksiyonu .....  | 55 |
| Şekil 6.9. Karayolu şehirlerarası taşıt faaliyetleri projeksiyonu.....                 | 55 |
| Şekil 6.10. Karayolu şehir içi taşıt faaliyetleri projeksiyonu .....                   | 56 |
| Şekil 6.11. Taşıtların enerji talebi projeksiyonu .....                                | 56 |
| Şekil 6.12. Karayolu taşıtları kaynaklı toplam emisyon projeksiyonları .....           | 57 |
| Şekil 6.13. Havayolu yolcu taşımacılığı projeksiyonu.....                              | 58 |
| Şekil 6.14. Uçak trafiği projeksiyonu .....  | 58 |
| Şekil 6.15. Uçakların toplam enerji talebi projeksiyonu .....                          | 59 |
| Şekil 6.16. Sivil havacılık kaynaklı toplam emisyon projeksiyonları.....               | 59 |
| Şekil 6.17. Demiryolu yolcu taşımacılığı projeksiyonları.....                          | 60 |
| Şekil 6.18. Demiryolu yük taşımacılığı projeksiyonları .....                           | 61 |
| Şekil 6.19. Toplam tren-km projeksiyonları .....                                       | 61 |
| Şekil 6.20. Dizel yakıtlı yolcu trenlerinin tren-km oranı projeksiyonları.....         | 62 |
| Şekil 6.21. Elektrikli yolcu trenlerinin tren-km oranı projeksiyonları.....            | 62 |
| Şekil 6.22. Dizel yakıtlı yük trenlerinin tren-km oranı projeksiyonları.....           | 62 |
| Şekil 6.23. Elektrikli yük trenlerinin tren-km oranı projeksiyonları.....              | 63 |
| Şekil 6.24. Elektrikli ve dizelli trenlerin toplam yakıt talebi projeksiyonu.....      | 63 |
| Şekil 6.25. Demiryolu toplam emisyon projeksiyonu .....                                | 64 |
| Şekil 6.26. Denizyolu yolcu taşımacılığı projeksiyonu.....                             | 65 |
| Şekil 6.27. Denizyolu yük taşımacılığı projeksiyonu.....                               | 65 |
| Şekil 6.28. Denizyolu toplam enerji talebi projeksiyonu.....                           | 66 |
| Şekil 6.29. Denizyolu toplam emisyon projeksiyonu.....                                 | 66 |
| Şekil 7.1. Tarım ve Ormancılık sektörü alt kırılım şeması .....                        | 67 |
| Şekil 7.2. Süt sığırları sayıları projeksiyonu .....                                   | 70 |
| Şekil 7.3. Diğer sığırlar sayıları projeksiyonu .....                                  | 70 |
| Şekil 7.4. Manda baş sayıları projeksiyonu .....                                       | 71 |
| Şekil 7.5. Yerli koyunların toplam baş sayıları projeksiyonu.....                      | 71 |
| Şekil 7.6. Merinos koyunlarının toplam baş sayıları projeksiyonu .....                 | 71 |
| Şekil 7.7. Kıl keçilerinin toplam baş sayıları projeksiyonu .....                      | 71 |
| Şekil 7.8. Tiftik keçilerinin toplam baş sayıları projeksiyonu.....                    | 71 |
| Şekil 7.9. Deve baş sayıları projeksiyonu.....   | 72 |
| Şekil 7.10. Domuz baş sayıları projeksiyonu.....                                       | 72 |
| Şekil 7.11. At baş sayıları projeksiyonu.....  | 72 |
| Şekil 7.12. Eşek-Katır baş sayıları projeksiyonu .....                                 | 73 |
| Şekil 7.13. Et tavukları baş sayıları projeksiyonu .....                               | 73 |
| Şekil 7.14. Yumurta tavukları baş sayıları projeksiyonu .....                          | 73 |
| Şekil 7.15. Hindi baş sayısı projeksiyonu .....  | 74 |
| Şekil 7.16. Kaz-Ördek baş sayısı projeksiyonu .....                                    | 74 |
| Şekil 7.17. Enterik fermentasyon kaynaklı emisyon projeksiyonu .....                   | 75 |
| Şekil 7.18. Gübre yönetimi kaynaklı CH <sub>4</sub> emisyon projeksiyonu .....         | 76 |
| Şekil 7.19. Gübre yönetimi kaynaklı direkt N <sub>2</sub> O emisyon projeksiyonu ..... | 76 |
| Şekil 7.20. Çeltik alanı projeksiyonu.....   | 77 |
| Şekil 7.21. Çeltik alanından kaynaklanan emisyon projeksiyonu .....                    | 77 |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır.  
Evrak için link: <https://gubresenyonemimudayaizle.kuiz.gov.tr/evrak/5070> doğrulayabilirsiniz.

|   |     |
|---|-----|
| Şekil 7.22. Kimyasal azotlu gübre azot miktarı projeksiyonu.....                                    | 78  |
| Şekil 7.23. Tarım topraklarına uygulanan hayvan gübresi azot miktarı projeksiyonu .....             | 79  |
| Şekil 7.24. Tarım topraklarına uygulanan arıtma çamuru azot miktarı projeksiyonu .....              | 79  |
| Şekil 7.25. Diğer organik gübreler azot miktarı projeksiyonu .....                                  | 79  |
| Şekil 7.26. Otlak hayvanlardan kaynaklanan katı ve sıvı gübre azot miktarı projeksiyonu.....        | 80  |
| Şekil 7.27. Anız azot miktarı projeksiyonu.....   | 80  |
| Şekil 7.28. Organik toprak işleme azot miktarı projeksiyonu.....                                    | 80  |
| Şekil 7.29. Organik toprak işleme emisyonu projeksiyonu .....                                       | 81  |
| Şekil 7.30. Atmosferik çökeltmeden kaynaklanan azot miktarı projeksiyonu.....                       | 82  |
| Şekil 7.31. Azot sızması ve akışından kaynaklanan azot miktarı projeksiyonu .....                   | 82  |
| Şekil 7.32. Tarım toprakları toplam emisyon miktarı projeksiyonu .....                              | 82  |
| Şekil 7.33. Yakılan anız alanı projeksiyonu.....  | 83  |
| Şekil 7.34. Yakılan anız kaynaklı emisyon projeksiyonu .....  | 83  |
| Şekil 7.35. Kullanılan üre miktarı projeksiyonu.....  | 84  |
| Şekil 7.36. Üre uygulaması kaynaklı emisyonların projeksiyonu.....                                  | 84  |
| Şekil 7.37. Orman arazisi dönüşüm projeksiyonu .....  | 88  |
| Şekil 7.38. Toplam orman alanları değişim projeksiyonu .....  | 89  |
| Şekil 7.39. Ağaç serveti değişim projeksiyonu .....   | 90  |
| Şekil 7.40. Orman alanı yutak kapasitesi projeksiyonu .....   | 91  |
| Şekil 7.41. Orman yangını alanı projeksiyonu.....   | 91  |
| Şekil 7.42. Orman yangını emisyonu projeksiyonu .....   | 92  |
| Şekil 7.43. Değişmeyen tarım alanı yutak/ emisyon projeksiyonu.....                                 | 93  |
| Şekil 7.44. Tarım alanına dönüşen alanlara ait emisyon projeksiyonu.....                            | 93  |
| Şekil 7.45. Toplam tarım alanı emisyon projeksiyonu .....   | 94  |
| Şekil 7.46. Değişmeyen mera alanlarının organik toprak emisyon projeksiyonu.....                    | 94  |
| Şekil 7.47. Mera alanına dönüşen alanlara ait emisyon projeksiyonu .....                            | 95  |
| Şekil 7.48. Toplam mera alanı emisyon projeksiyonu .....  | 95  |
| Şekil 7.49. Değişmeyen sulak alandaki organik toprak alandan kaynaklanan emisyon projeksiyonu ....  | 96  |
| Şekil 7.50. Sulak alana dönüşen alanlara ait yutak/ emisyon projeksiyonu.....                       | 96  |
| Şekil 7.51. Toplam sulak alanı yutak/ emisyon projeksiyonu .....                                    | 97  |
| Şekil 7.52. Toplam yerleşim alanı emisyon projeksiyonu .....  | 97  |
| Şekil 7.53. Toplam diğer alanlar emisyon projeksiyonu .....   | 98  |
| Şekil 8.1. Binalar ve Atık sektörü alt kırılım şeması.....  | 99  |
| Şekil 8.2. Türkiye’de 1990-2017 yılları arasında atık sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonları | 100 |
| Şekil 8.3. Yıllar itibarıyla toplanan MSW miktarları .....  | 100 |
| Şekil 8.4. Depolama sahaları kaynaklı metan emisyonları ve geri kazanım miktarları .....            | 101 |
| Şekil 8.5. Katı atık kompozisyonu mevcut durum değişimi.....  | 101 |
| Şekil 8.6. Düzenli/Düzensiz depolama sahalarının mevcut durum değişimi.....                         | 102 |
| Şekil 8.7. Belediye katı atığı projeksiyonu.....  | 102 |
| Şekil 8.8. Kişi başına düşen atık miktarı projeksiyonu.....   | 103 |
| Şekil 8.9. Katı atık bertarafı kaynaklı emisyon projeksiyonu.....                                   | 104 |
| Şekil 8.10. Biyolojik Arıtma atık miktarı projeksiyonu.....   | 104 |
| Şekil 8.11. Biyolojik Arıtma kaynaklı emisyon projeksiyonu .....                                    | 105 |
| Şekil 8.12. Açıkta yakılan katı atık miktarı projeksiyonu.....                                      | 105 |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır.  
Evrak kodu: Biyolojik Arıtma atık miktarı projeksiyonu B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

|  |     |
|--|-----|
| Şekil 8.13. Açıkta yakılan katı atık kaynaklı emisyon projeksiyonu .....                                 | 106 |
| Şekil 8.14 . Endüstriyel atık su miktarı projeksiyonu .....  | 106 |
| Şekil 8.15. Atıksu arıtma ve deşarj kaynaklı (Endüstriyel Atıksu) emisyon projeksiyonu .....             | 107 |
| Şekil 8.16. Atıksuda parçalanabilir organik madde miktarı (Evsel Atıksu) projeksiyonu.....               | 107 |
| Şekil 8.16. Atıksu arıtma ve deşarj kaynaklı (Evsel Atıksu) emisyon projeksiyonu .....                   | 108 |
| Şekil 8.17. Konut ve konut dışı bina sayısı.....   | 109 |
| Şekil 8.18. Konut ve konut dışı binaların taban alanı .....  | 109 |
| Şekil 8.19. Konut enerji tüketimi mevcut durumu (2017) .....   | 110 |
| Şekil 8.20. Kullanım alanlarına göre konut enerji tüketimi mevcut durumu (2017).....                     | 110 |
| Şekil 8.21 Kullanım alanlarına göre konut emisyonu (2017) .....  | 111 |
| Şekil 8.22. Konut dışı binalarda kaynağına göre enerji tüketimi (2017).....                              | 111 |
| Şekil 8.23. Kullanım alanlarına göre konut dışı binalarda enerji tüketimi mevcut durumu (2017).....      | 112 |
| Şekil 8.24. Kullanım alanlarına göre konut dışı binalar emisyonu mevcut durumu (2017) .....              | 112 |
| Şekil 8.25. Konut bina sayısı projeksiyonu.....  | 113 |
| Şekil 8.26. Konut binalarında toplam enerji talebi projeksiyonu .....                                    | 113 |
| Şekil 8.27. Konut binalarında elektrik harici enerji talebi projeksiyonu .....                           | 114 |
| Şekil 8.28. Konut dışı bina sayısı projeksiyonu .....  | 114 |
| Şekil 8.29. Konut dışı binalarda toplam enerji talebi projeksiyonu.....                                  | 115 |
| Şekil 8.30. Konut dışı binalarda elektrik harici enerji talebi projeksiyonu .....                        | 115 |
| Şekil 8.31. Konut binalarında toplam emisyon projeksiyonu .....  | 116 |
| Şekil 8.32. Konut dışı binalarda toplam emisyon projeksiyonu .....                                       | 116 |
| Şekil 9.1. GTAP-E Modeli'nin Genel Yapısı (Burniaux ve Truong, 2002).....                                | 122 |
| Şekil 10.1 Türkiye SGS azaltma planı.....  | 142 |
| Şekil 10. 2 Türkiye SGS azaltma tümünden geliş model sonuçları .....                                     | 143 |
| Şekil 10.3 Türkiye SGS azaltma planı ile tümünden geliş modelinin kıyaslanması.....                      | 143 |
| Şekil 10.4 REF(BAU)'ya göre azaltımların sektör maliyetleri, a) Enerji, b) Sanayi, c) Tarım, d) Atık.... | 146 |
| Şekil 10.5 Sektör Mt CO <sub>2e</sub> SGS'lerinin toplam Mt CO <sub>2e</sub> ile ilişkileri.....         | 147 |
| Şekil 10.6 AKAKDO REF(BAU) uzatımları ve yüzde artım miktarları.....                                     | 148 |
| Şekil 10.7. Enerji sektörü uzatımları (projeksiyonları) .....  | 153 |
| Şekil 10.8 Enerji sektörü yıllık değişim yüzdeleri.....  | 153 |
| Şekil 10.9. Atık sektörü uzatımları.....   | 155 |
| Şekil 10.10. Atık sektörü yıllık değişim yüzdesi.....  | 155 |
| Şekil 10.11. AKAKDO uzatımları.....  | 157 |
| Şekil 10.12 AKAKDO kayıt değişim yüzdeleri .....   | 157 |
| Şekil 10.13. Toplam Mt CO <sub>2e</sub> SGS.....   | 160 |
| Şekil 10.14. Toplam Mt CO <sub>2e</sub> SGS.....   | 161 |
| Şekil 10.15 Toplam SGS kayıt değişim yüzdeleri.....  | 162 |
| Şekil 10.16. CO <sub>2</sub> SGS değişim yüzdeleri .....   | 164 |
| Şekil 10.17. CO <sub>2</sub> SGS YTÇ grafiği .....   | 165 |
| Şekil 10.18. CO <sub>2</sub> SGS Uzatımı .....   | 165 |
| Şekil 10.19. CO <sub>2</sub> SGS risk grafiği .....  | 166 |
| Şekil 10.20 CH <sub>4</sub> yıllık değişim yüzdeleri .....   | 167 |
| Şekil 10.21 CH <sub>4</sub> CO <sub>2e</sub> miktarlarının 2030 ve 2050 yıllarına kadar uzatımları ..... | 167 |
| Şekil 10.22. YTÇ metoduna göre CH <sub>4</sub> davranışı .....   | 168 |

Bu belge 5076 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır.  
Evrakın ID:20/0145 yıllık değişim yüzdeleri linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

|  |     |
|--|-----|
| Şekil 10.23 CH <sub>4</sub> SGS risk grafiği.....                                    | 169 |
| Şekil 10.24. N <sub>2</sub> O SGS yıllık yüzde değişim ve ortalaması.....            | 170 |
| Şekil 10.25 N <sub>2</sub> O YTÇ grafiği.....  | 170 |
| Şekil 10.26. N <sub>2</sub> O REFS(BAU) esaslı uzatımlar (projeksiyonları).....      | 171 |
| Şekil 10.27. N <sub>2</sub> O SGS risk seviye değerleri.....                         | 172 |
| Şekil 10.28. F SGS yüzde değişim gidiş ve ortalaması.....                            | 173 |
| Şekil 10.29. F SGS YTÇ grafiği.....  | 174 |
| Şekil 10.30. F SGS yüzde değişim gidiş ve ortalama uzatımları (projeksiyonları)..... | 175 |
| Şekil 10.31 F SGS risk seviye ve miktarları.....                                     | 175 |
| Şekil 10.32. Toplam SGS yüzde değişim gidiş ve ortalaması.....                       | 176 |
| Şekil 10.33. Toplam SGS YTA grafiği.....   | 177 |
| Şekil 10.34. Toplam SGS uzatımları (projeksiyonları).....                            | 178 |
| Şekil 10.35. Toplam SGS risk seviye ve miktarları.....                               | 179 |
| Şekil 10.36. SGS riskleri.....   | 180 |
| Şekil 10.37. SGS döngü aralıkları.....   | 181 |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

# ÇİZELGE LİSTESİ

|  |     |
|--|-----|
| Çizelge 4.1. Elektrik üretim senaryoları .....   | 29  |
| Çizelge 5.1. Sanayi sektörü fosil yakıt talebi kaynaklı emisyon tahminleri (Mt CO <sub>2eş</sub> ).....      | 33  |
| Çizelge 5.2 Sanayi sektörü proses emisyon tahminleri (Mt CO <sub>2eş</sub> ).....                            | 34  |
| Çizelge 6.1. Ulaştırma sektörü emisyon tahminleri .....  | 47  |
| Çizelge 6.2. Taşıt Sayısı Ağırlıklı Türkiye Geneli Ortalama Sıcaklık ve Nem Değerleri (1981-2010) .....      | 48  |
| Çizelge 6.3. Türkiye'nin taşıt cinslerine göre Euro emisyon standartlarına geçiş yılları .....               | 49  |
| Çizelge 6.4. Taşıt sayılarının emisyon standartlarına göre dağılımı (2016) .....                             | 49  |
| Çizelge 6.5. Taşıt sayılarının yakıt Türlerine göre dağılımı (2016) .....                                    | 49  |
| Çizelge 6.6. Taşıt cinslerine göre COPERT Türkiye modeli varsayımları .....                                  | 50  |
| Çizelge 6.7. Taşıt cinslerine göre yıllık ortalama kat edilen mesafeler (TÜİK).....                          | 50  |
| Çizelge 6.8. Taşıt cinslerine göre devlet yolu, il yolu ve otoyollardaki ortalama hız kabulleri (km/sa) .... | 51  |
| Çizelge 6.9. Taşıtların kilometre başına enerji tüketimleri .....  | 51  |
| Çizelge 6.10. Uçak tiplerine göre iniş-kalkış esnasında yakıt tüketimleri .....                              | 57  |
| Çizelge 7.1. Tarım sektörü emisyon tahminleri (Mt CO <sub>2eş</sub> ).....                                   | 67  |
| Çizelge 7.2. Tarım sektöründe Tedbirler Senaryoları.....   | 68  |
| Çizelge 7.3. Tarım sektöründe İlave Tedbirler Senaryoları .....  | 69  |
| Çizelge 7.4. Ulusal Envanter Raporu (2017) hayvan gübresi yönetim sistemleri .....                           | 75  |
| Çizelge 7.5. Belirli bitkilere uygulanan ve uygulanması gereken kimyasal azotlu gübre miktarları.....        | 78  |
| Çizelge 7.6. Toprak işleme yöntemlerine göre ortaya çıkan emisyon miktarları emisyon tahminleri .....        | 81  |
| Çizelge 7.7. AKAKDO sektörü ekolojik bölge isimleri ve orman türleri .....                                   | 85  |
| Çizelge 7.8. AKAKDO sektörü arazi dönüşümleri .....  | 85  |
| Çizelge 7.9. Tedbirler Senaryoları .....   | 87  |
| Çizelge 7.10. İlave Tedbirler Senaryosu .....  | 87  |
| Çizelge 7.11. Toplam AKAKDO Sektörü emisyon değerleri (Mt CO <sub>2eş</sub> ) ve değişim yüzdesi (%).....    | 98  |
| Çizelge 8.1 Binalar ve Atık sektörü emisyon tahminleri (Mt CO <sub>2eş</sub> ) .....                         | 99  |
| Çizelge 9.1. Çimento Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin).....                                   | 125 |
| Çizelge 9.2. Çelik Üretimi (Elektrik Ark Ocakları) Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin).....     | 127 |
| Çizelge 9.3. Çelik Üretimi (Entegre Üretim Tesisleri) Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin) ..    | 128 |
| Çizelge 9.4. Havayolu Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin) .....                                 | 129 |
| Çizelge 9.5. Karayolu Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin).....                                  | 131 |
| Çizelge 9.6. Demiryolu Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin).....                                 | 133 |
| Çizelge 9.7. Denizyolu Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin) .....                                | 134 |
| Çizelge 9.8. Enterik Fermantasyon Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin) .....                     | 136 |
| Çizelge 9.9. Tarım Toprakları Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin) .....                         | 137 |
| Çizelge 9.10. Atık Su Arıtımı ve Deşarj Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin) .....               | 139 |
| Çizelge 10.1 Türkiye yıllık SGS azaltım maliyetleri .....  | 144 |
| Çizelge 10.2. %21 azaltım için yıllık harcamalar .....   | 145 |
| Çizelge 10.3. SGS Mt CO <sub>2e</sub> yıllık değerleri (TÜİK, 2019a).....                                    | 150 |
| Çizelge 10.4. Yıllık SGS değişim yüzdesi .....   | 151 |
| Çizelge 10.5. Enerji sektörü uzatımları (projeksiyonları) .....  | 152 |
| Çizelge 10.6. Sanayi sektörü uzatımları (projeksiyonları) .....  | 154 |
| Çizelge 10.7. AKAKDO sektörü uzatımları (projeksiyonları) .....  | 156 |

Bu belge 07/06/2020 tarihinde Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ehys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

|  |     |
|--|-----|
| Çizelge 10.8. Toplam (AKAKDO hariç) uzatımları (projeksiyonları) .....     | 158 |
| Çizelge 10.9. Toplam (AKAKDO dahil) uzatımları (projeksiyonları) .....     | 158 |
| Çizelge 10.10. AKAKDO etkisinin yüzdesinin yıllara göre değişimi .....     | 163 |
| Çizelge 10.11. Tüm SGS riskleri ve miktarları (Mt CO <sub>2e</sub> ) ..... | 179 |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



# KISALTMALAR

|                |  |
|----------------|--|
| <b>BAU</b>     | : Busines as Usual (Referans Senaryo)    |
| <b>CGE</b>     | : Hesaplanabilir Genel Denge             |
| <b>Gempack</b> | : General Equilibrium Modelling Software |
| <b>GSYH</b>    | : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla              |
| <b>GTAP</b>    | : Global Trade Analysis Project          |
| <b>İTS</b>     | : İlave Tedbirler Senaryosu              |
| <b>OECD</b>    | : Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü  |
| <b>REFS</b>    | : Referans Senaryo                       |
| <b>SAM</b>     | : Sosyal Hesaplar Matrisi                |
| <b>TES</b>     | : Tedbirler Senaryosu                    |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

# 1. YÖNETİCİ ÖZETİ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na (ÇŞB) "Ulusal Katkı Hedefinin Gerçekleştirilmesi için Kapasite Geliştirme ve İzleme Projesi" kapsamında sunular bu raporda modelleme çalışmalarının altyapısı ve esasları açıklanmıştır. LEAP (The Long-Range *Energy* Alternatives Planning System) modeliyle hesaplanan sera gazı salımlarının (SGS) sektör esasında Referans Senaryo (REF-BAU) Tedbirler Senaryosu (TES) ve İleri Tedbirler Senaryoları (İTS) kapsamında tüm model parametrelerinin ve sektörel salım (emisyon) değerlerinin 2030 yılına kadar uzatımları (projeksiyonları) verilmiştir. Projenin geri kalan süresinde bu projeksiyonlar benzer senaryoların ışığı altında proje akdinde belirlenen bütün sektörler için uygulanacaktır. Nihai raporda burada 2030 yılına kadar uzatılmış olan salımların 2050 yılına kadar uzatımları da sunulacaktır. Bu raporda sektörler tarafından belirtilen stratejik uzatımlar sunulmuştur.

İkinci bölümde LEAP programında geliştirilen model altyapısı ve emisyon hesaplama usulleri açıklanarak hesaplamalarda kullanılan Tier 1, Tier 2 ve Tier 3 yöntemleri ve ulusal envanter hakkında kısaca bilgiler verilmiştir. Modelleme alt yapısı ile ulusal envanter arasındaki temel yaklaşım farklılıkları ve benzerlikleri ortaya konulmuştur.

Üçüncü bölümde modelleme altyapısı içerisinde ortaya konulan ve tüm sektörleri ilgilendiren temel kabuller açıklanmıştır. Nüfus, GSYH, Şehir ve Kırsal nüfus gibi modelleme için önemli temelleri arz eden kabullerin üç farklı senaryo için 2050 yılına kadar gerçekleşmesi muhtemel projeksiyonlar ortaya konulmuştur. Dördüncü bölümden sekizinci bölüme kadar sırasıyla Enerji, Sanayi, Ulaştırma, Tarım ve Ormancılık ile Binalar ve Atık sektörlerine ait temel model altyapısı ve sektör kırılımları verilmiştir. Sektör özelinde senaryo parametrelerinin 2050 yılına kadar uzatımı (projeksiyonu) yapılarak REF, TES ve İTS kapsamında emisyon sonuçları elde edilmiştir. Geliştirilen senaryolar ve emisyon projeksiyonlarına etki eden parametreler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Birbirleriyle ilişkili olan sektör ve parametreler bütünlük olarak çalışır vaziyette olduğu gösterilmiştir.

Enerji sektörü elektrik ve ısı üretimi, petrol artımı gibi bütün çevrim sistemlerini modelleyecek şekilde tasarlanmıştır. Sanayi sektörü temel olarak yakıtların yanması sonucu ortaya çıkacak emisyonlardan dolayı enerji talebi açısından ve işlem (proses) emisyonları açısından alt sektörler olarak modellenmiştir.

Ulaştırma sektörü genel olarak Karayolu, Demiryolu, Havayolu, Denizyolu ve Boru Hatları olmak üzere beş ayrı alt sektörde modellenmiştir. Karayolları modellemesine destek ve altyapı hazırlaması gayesiyle COPERT modeli kabulleri ve alt yapısı hakkında bilgiler verilmiştir. Tarım ve Ormancılık sektörü en genelde, tarım, hayvancılık ve AKAKDO olarak iki ana sektörde ele alınmıştır. İlk sektörde tarım ve hayvancılık için emisyonların modellenmesi konusunda alt yapı tanıtılmış ve örnek senaryolar üzerinden emisyon sonuçları elde edilmiştir. AKAKDO bölümünde ayrıntılı hesap altyapısı hakkında özet bilgi verilir, tüm arazi dönüşümleri ve projeksiyonlarından örnekler sunulmuştur.

Binalar ve Atık sektörleri yakıt talebinden dolayı Binalar ve Atık olarak iki ayrı alt yapı kurularak modellenmiştir. Atık sektörü kendi içerisinde Katı Atık Bertarafı, Atıksu Arıtımı, Biyolojik Arıtma, Açıkta Yakma gibi alt sektörler olarak modellenmiş ve emisyon hesabı için misaller sunulmuştur.

Dokuzuncu bölümde makro ekonomik modellemede kullanılacak programlar tanıtılmıştır. Tercih edilen modellerin alt yapıları ve kabulleri sektörel örneklerle açıklanmıştır. Ayrıca model için gerekli olan sosyal denge matrisi kurulmuş ve bu matris içerisinde yer alan sektörler tanıtılmıştır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanunu'na göre Prof. Dr. Sebahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrağınızı <https://ehys.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden-D7B0DB35X8-kodu-ile-dogrulu-yababilirsiniz>.

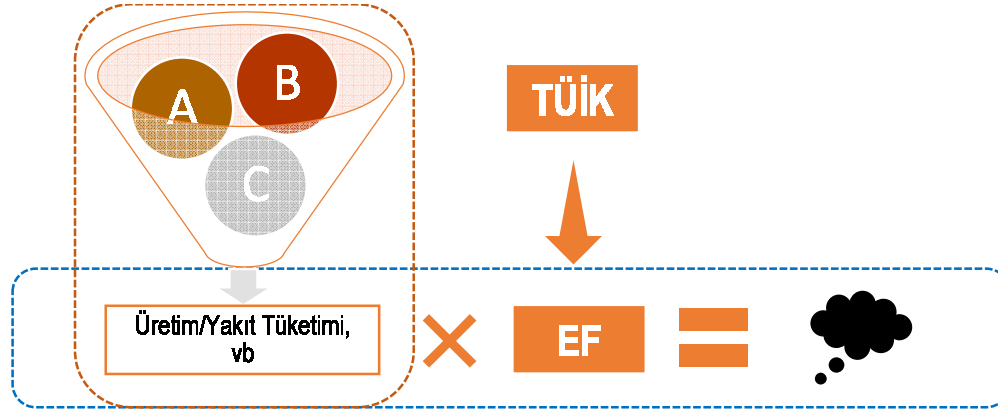
Sen bölümde yerli olarak geliştirilmiş yazılımlar aracılığı ile makro ölçekte bütüncül gelişim modelinin ilk sonuçları da sunulmuştur. Sektörel türden gelişim modelleri aracılığıyla 2050 yılına kadar muhtemel emisyon projeksiyonları REF (BAU) temelinde geliştirilmiş ve sonuçları kıyaslanmıştır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

## 2. GİRİŞ

Ulusal Katkı Hedefinin Gerçekleştirilmesi için Kapasite Geliştirme ve İzleme Projesi kapsamında IPCC (2006) rehber dokümanı esas alınarak toplanan sera gazı salım (SGS) hesaplamalarından ortaya çıkan referans senaryo (REF-BAU) verilerinde tedbir ve ileri tedbir senaryo öngörülerine göre gerekli hesaplamaların yapılabilmesi konusunda uluslararası saygınlığı olan LEAP modeli yazılımı kullanılmıştır. Burada sektörler tarafından belirlenen stratejik planlama esaslı olmak üzere SGS uzatımları 2030 yılına kadar hesaplanarak çizelge ve grafikler şeklinde sunulmuştur. Model altyapısında IPCC tarafından önerilmiş olan sektör sınıflamaları esas alınmıştır. Böylece mevcut durumda hesaplanan SGS değerleri TÜİK raporları ile kıyaslanarak modelin geçerliliği, doğruluğu ve hassaslığı kontrol edilmiştir. Modelin işletimi sırasında SGS projeksiyonlarında kullanılan salım (emisyon) faktörlerinin belirlenmesinden ve açıklanmasından yasal olarak sorumlu olan TÜİK ulusal envanterinden yararlanılmıştır.

Sektör hesaplarında veriler mevcut olması durumunda öncelikle Tier 3 seviyesi dikkate alınmış; bu seviyede tesis ve teknoloji esaslı verilerin mevcut olmaması durumunda da Tier 1 ve Tier 2 seviyelerinde hesap yapacak şekilde model alt yapısı tesis edilmiştir. Şekil 2.1'de SGS hesabı ve modelleme ana stratejisi açıklanmıştır.



Şekil 2.1. Emisyon hesabı ve model ana çalışma ilkesi

TÜİK (2019) tarafından açıklanmış envantere genelde yatay kırık çizgili mavi kutu içerisindeki veriler toplu olarak açıkladığı için doğrudan SGS miktarlarının hesabında kullanılması mümkün olmamaktadır. SGS hesaplarında kullanılan üretim miktarı, yakıt tüketimi gibi parametrelerin alt ayrıntılarla parçalanıp doğru bir şekilde modellenmesi gerekmektedir. Hatta toplu olarak verilen her sektör verisinde açıklanan salım parametresi (emission factor - EF) ağırlıklı ortalamayı ifade ettiğinden doğrudan alt ayrıntılarda kullanılamamaktadır. Mesela, TÜİK (2019) karayolu sektöründe tüketilen sıvı yakıt miktarını ve toplam emisyonun yakıt tüketimine bölünmesi sonucu elde edilen ortalama emisyon faktörünü raporlamıştır. Karayolu emisyon hesabı yapabilecek model kurabilmek için kullanılan yakıt (Benzin, Mazot, LPG, CNG, v.b.) ve taşıt türlerine (Otomobil, Kamyon, Otobüs, v.b.) göre alt sektör ayrımlarına (Kırılımlarına) ihtiyaç vardır. Aynı şekilde, genel olarak ifade edilen hesap yönteminde, karayolu örneğinde A, B ve C parametreleri değişik yakıt ve taşıt türlerini temsil edebilir.

Alt parametre verilerinin toplanması veya toplu verilerden uzman görüşü doğrultusunda A, B, C alt parametrelerine erişilmesi senaryo analizleri için elzemdir. Mesela, A parametresi üzerinde uygulanacak bir senaryonun toplam emisyonları ne yönde etkileyeceği modelleme açısından kritik öneme sahiptir. Salım (emisyon) hesapları açısından önemli olan bir diğer parametre ise emisyon faktörleridir ki, bunlar doğrudan TÜİK tarafından açıklanan faktörlerden alındığı için herhangi bir değişiklik ya da farklı senaryo uygulanmamıştır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evragınızı <https://eays.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D/B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

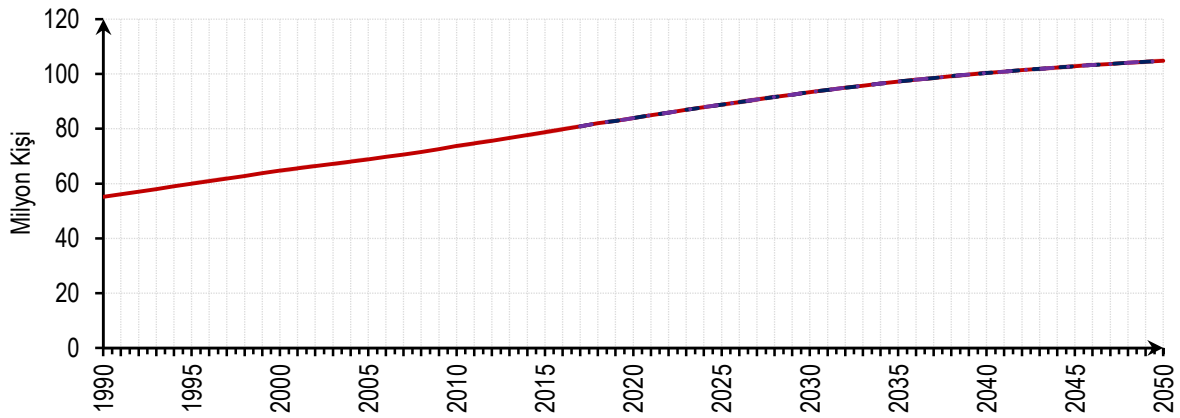
Modelin eldeki verilere göre doğru hesap yaptığından emin olmak için A, B, C parametreleri üzerinden ayrı ayrı emisyon hesap formülleri (IPCC 2006 Rehberi) modele girilmiş ve toplanarak TÜİK envanteriyle kıyaslanabilecek seviyeye getirilmiştir. Karşılaştırma sonucu yüksek doğruluk, ya da makul seviyede hata (<5%) ile model sonuçları TÜİK envanteri ile uyumlu ise, o sektörün altyapısının doğru kurulduğu kabul edilmiştir. Farklı sonuçların ortaya çıktığı durumda hata sebepleri araştırılarak (parametre, değerleri, birimler, kabuller vb.) ve hata makul seviyeye indirilinceye kadar sonuçlar kıyaslanarak model ayarlaması (kalibrasyonu) yapılmıştır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

## 3. TEMEL KABULLER

### 3.1. Nüfus

Temel kabuller tüm sektörlerin modellemesinde kullanılan ana parametreler olarak LEAP modeli içerisinde tanımlanmıştır. Bu parametrelerden ilki, 1990-2017 arasında mevcut nüfus değerleri olarak TÜİK (2019) istatistiklerinden alınmıştır. İlave olarak, 2050 yılına kadar olan nüfus projeksiyonu da TÜİK tarafından açıklanan ana senaryodan alınmıştır (Bkz. Şekil 3.1). Buna göre nüfus artış hızı özellikle 2030'dan sonra yavaşlayıp 2050 yılında 104,75 milyon olacağı öngörülmüştür. Bu projeksiyon tüm senaryo takımları için ortak kabul edilmiştir. Şekilden anlaşılacağı üzere referans senaryosu (REF-BAU), tedbirler senaryosu (TES) ve ileri tedbirler senaryoları (İTS) arasında tam bir mutabakat bulunmaktadır. Bunun sebebi TÜİK tarafından verilen verilerin resmi olarak kabul edilmiş olması dolayısı ile TES ve İTS için ayrıcalıklar düşünülmemiştir.



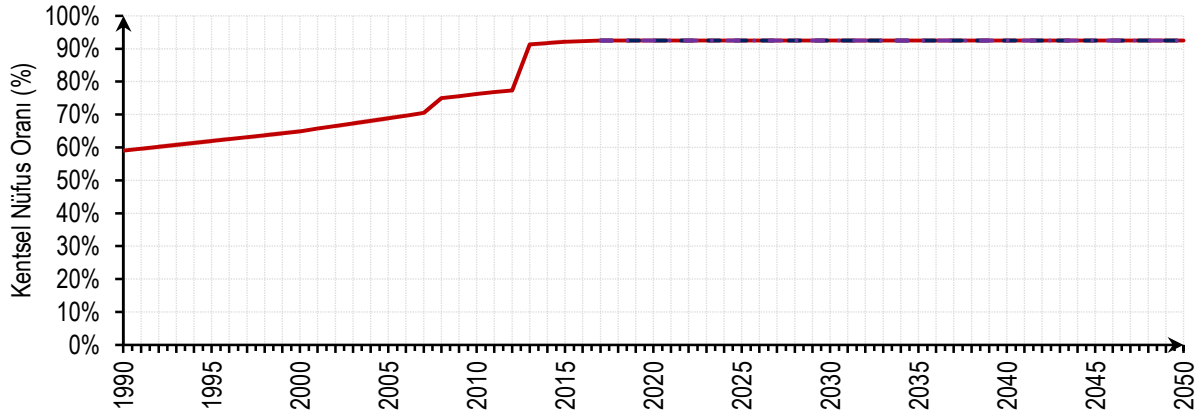
Şekil 3.1. Nüfus projeksiyonu

### 3.2. Kentsel Nüfus Oranı

Kentleşme dar anlamda; kent sayısının ve kentlerde yaşayan nüfusun artması, geniş anlamda ise; sanayileşme ve ekonomik gelişmelere bağlı olarak kent sayısının artması, kentlerin büyümesi, bu kentlerde yaşayan insanların örgütlenme, iş bölümü ve uzmanlaşmaları ile davranış ve karşılıklı ilişkilerinde değişiklikler ortaya çıkan bir nüfus birikimi sürecidir (Keleş, 2008). Türkiye'de kentli nüfusun miktar ve oranındaki büyük artışların nedeni; insanların işsizlik, gelir düşüklüğü, topraksızlık gibi ekonomik zorunluluklar, sosyal ve kültürel imkanlarının fazla olması nedeniyle köyler yerine kentlerde yaşamayı tercih etmelerinden kaynaklanmaktadır (Kızıroğlu, 2014). Dünya Bankası verilerine göre; 2017 yılında kentsel alanlarda yaşayan nüfus oranı; Türkiye'de %74,4, AB-28 ülkelerinde ise %76,4 olup, bu oranlar dünya ortalaması olan %54,3'ün oldukça üzerindedir. ([https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=The\\_EU\\_in\\_the\\_world\\_-\\_population#Urban\\_population](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=The_EU_in_the_world_-_population#Urban_population)).

Nüfusun kentsel ve kırsal olarak dağılımı emisyon değerlerine ilave olarak enerji talebi, atık üretimi ve tarımsal faaliyetler açısından da önemli bir girdi parametresidir. Şekil 3.2'den görüleceği üzere 1990 sonrası 2012 yılına kadar yıllık kent nüfus artış hızı sabit iken, 2012 yılında Büyükşehir yasası gereği kentsel nüfus tanımı değişmiş ve bu yüzden kentsel nüfus oranında çok yüksek bir artış görülmüştür. (Bkz. Şekil 3.2) Buna mukabil aynı yılda kırsal nüfus oranları hızla düşmüştür.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

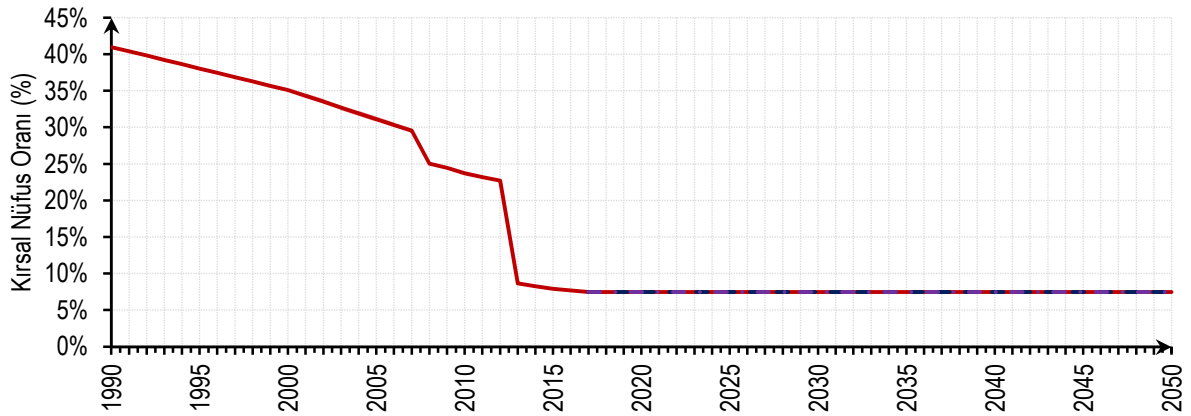


Şekil 3.2. Kentsel nüfus oranı projeksiyonu

### 3.3. Kırsal Nüfus Oranı

TÜİK'in 2013 yılı verilerine göre büyükşehirlerin tamamında kırsal nüfus neredeyse 0 olarak gösterilmiştir. Türkiye'de 1980 ile 2012 yılları arasındaki sayım dönemleri incelendiğinde kırsal nüfus önemli ölçüde azalmıştır. Aynı süreçte kırsal nüfusun illere dağılımında ve kırsal nüfusu fazla olan illerin bölgelere dağılımında da önemli değişimler yaşanmıştır. Bu değişimin başlıca nedeni kırdan kente yönelik yoğun göçlerdir. Ancak göçlerin dışında idari taksimat, yeni yasalar gibi etkenler de söz konusu değişikliklere neden olmuştur. Ülkede kırsal nüfus özellikle son 12 yılda hızlı bir azalış trendine girmiştir (Yılmaz, 2012).

Kırsal ve kentsel nüfus oranları 2050'ye kadar 2017 (%7-%93) değerinin Şekil 3.3'de gösterildiği üzere sabit kalacağı varsayılmıştır.



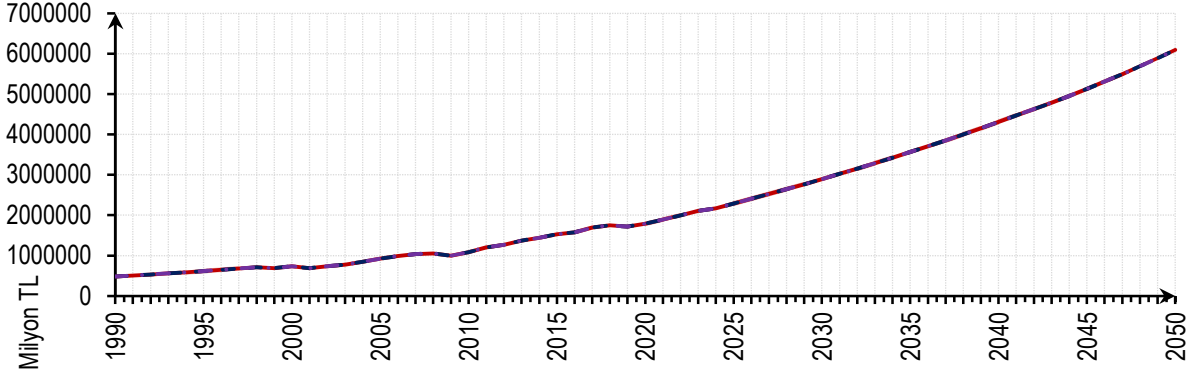
Şekil 3.3. Kırsal nüfus oranı projeksiyonu

### 3.4. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. GSYH makro ekonomik göstergelerin en önemlilerinden ve gelişmişlik ölçüsü olarak kabul edildiğinden model temel parametresi olarak sektörel üretim projeksiyonları ile ilgili görülen yerlerde ilişkilendirilmiştir. Maliyet analizi için fiyatlar ABD doları (USD) cinsinden hesaplanmaktadır. Gelecek projeksiyonlarında Türkiye için aralarında OECD ve Dünya Bankası'nın bulunduğu pek çok yabancı



kuruluşun GSYH konusunda projeksiyonları olmasına rağmen proje çalışmasında Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı Sektörler ve Kamu Yatırımları Genel Müdürlüğü tarafından paylaşılan GSYH tahminleri kullanılmıştır. Bu oranların LEAP modeline girilmesi ile 2017 sonrası elde edilen projeksiyonlar Şekil 3.2.1’de her bir senaryo için (REF, TES ve İTS ile aynı olacak biçimde) 2050 yılına kadar uzatılmıştır.



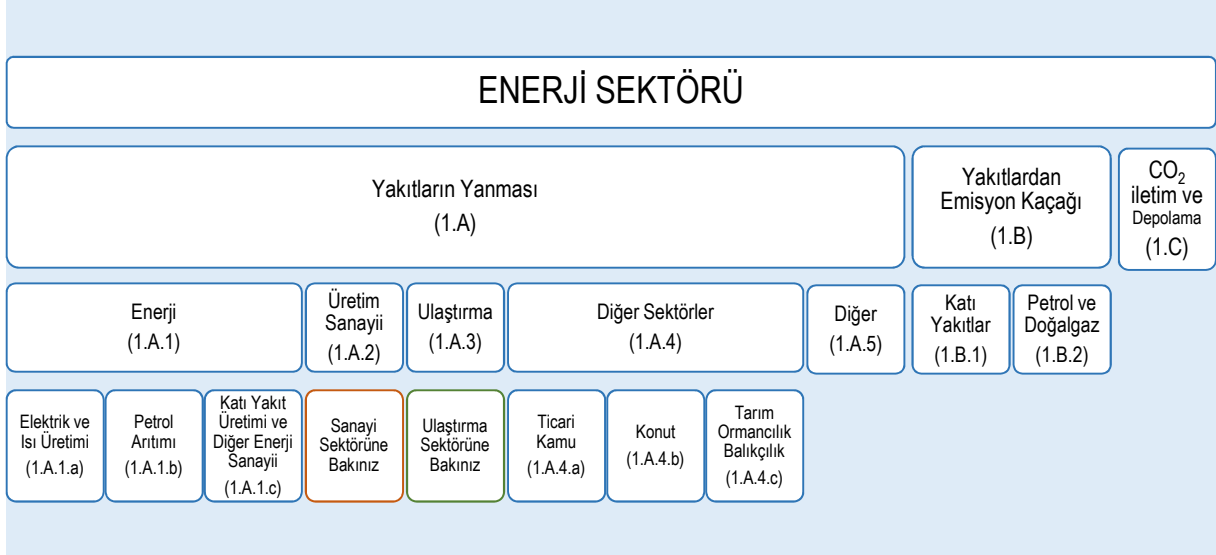
Şekil 3.4. GSYH projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

## 4. ENERJİ SEKTÖRÜ

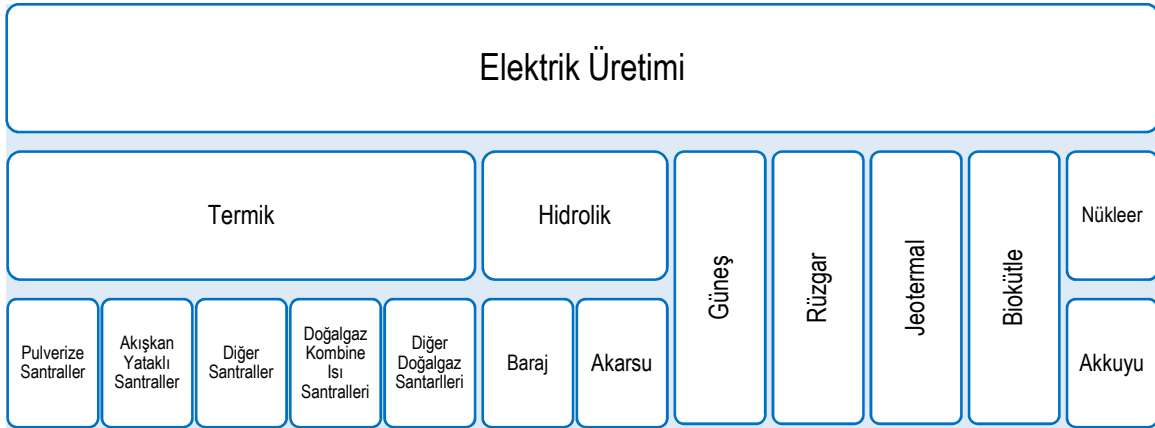
Enerji modelleme hesaplarında temel kaynak olarak enerji denge tabloları kullanılmıştır. Modele girdi olacak enerji türleri ulusal envantere verilen toplu yakıt miktarları (katı, sıvı ve gaz) ile tek tek kıyaslanarak öncelikle uyumlu olup olmadıkları denetlenmiştir. Ulusal envanter ile kıyaslama yapabilmek için enerji sektörü IPCC sınıflandırmasına uygun olarak alt sektörler Şekil 4.1'deki gibi bölünmüştür



Şekil 4.1. Enerji sektörü modellemesi sektör alt kırılım şeması

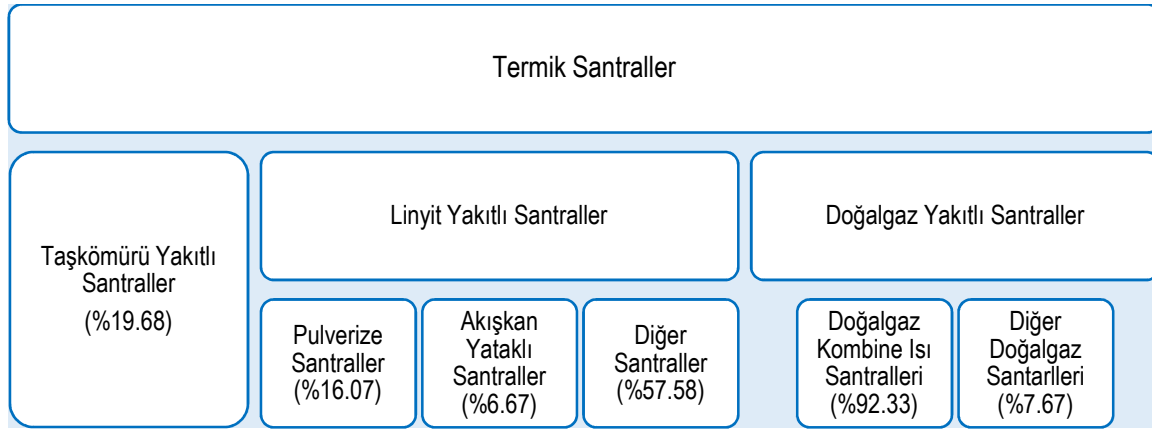
### 4.1. Elektrik ve Isı Üretimi

Çevrim sektörü içerisinde yer alan elektrik ve ısı üretimi kaynaklı salımların (emisyonların) modellenmesi için ayrı ayrı elektrik ve ısı üretimi modülleri kurulmuştur. Elektrik üretiminde kullanılan yakıtlar ve Türkiye NIR (Ulusal Envanter Raporu –National Inventory Report) (2019) raporunda belirtilen teknolojiler Şekil 4.2'de görüldüğü gibi alt gruplara ayrılmıştır.



Şekil 4.2. Elektrik üretimi modellemesi sektör alt kırılım şeması

Termik santraller yakıt türlerine göre ayrıca alt sınıflandırmaya ayrılmıştır. Linyit, taşkömürü ve doğalgaz yakıtlı santraller teknolojilerine göre ayrı ayrı modellenmiştir. Şekil 4.3'de gösterildiği üzere; taş kömür yakıtlı termik santraller toplamda 2017 verilerine göre toplam termik santrallerde üretilen elektriğin %19,68'ine, linyit yakıtlı pulverize santraller %16,07'sine, linyit yakıtlı akışkan yataklı santraller %6,67'sine ve bunların dışında kalan santraller ise %57,58'ine sahiptirler. Doğalgaz yakıtlı santraller de kendi içerisinde birleşik ısı ve güç santralleri (%92,33) ve diğer santraller (%7,67) olmak üzere iki gruba ayrılarak modellenmiştir.

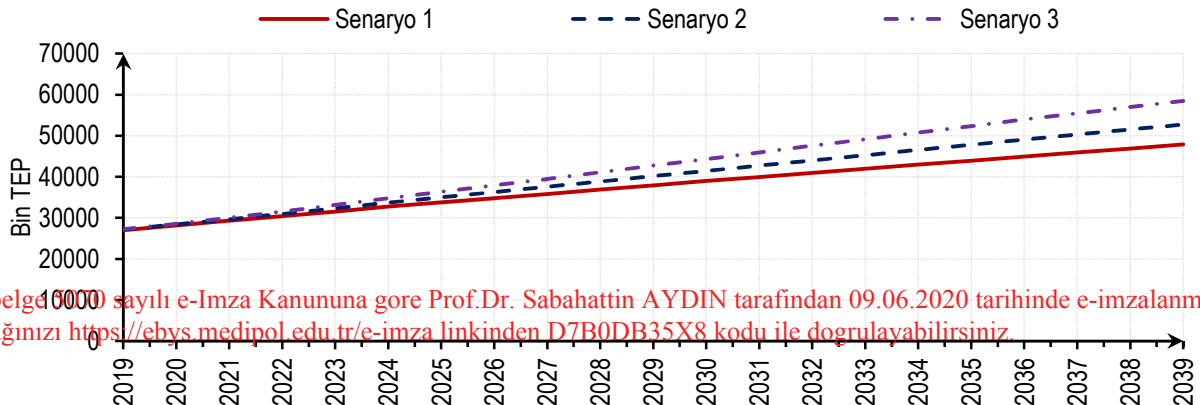


Şekil 4.3. Elektrik üretimi modellemesi sektör alt kırılım şeması

LEAP modelinin elektrik üretiminde kullanılan teknoloji setleri ve maliyetleri hakkında detaylı bir veritabanı kullanılmıştır. Farklı veritabanlarından veri toplamak ve derlemek yerine tek bir kaynaktan veriler elde edilmeye çalışılmıştır. Bu noktada, NIR (2019) raporunda belirtilen üretim sınıflandırması için kullanılan kaynak türüne ve teknolojilerine göre maliyetlerin de belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için, açık kaynak yayınlanan JRC-EU-TIMES (2019) veritabanından faydalanılarak tek bir kaynaktan tutarlı ve güvenilir teknoloji setleri ve maliyet verileri elde edilmiştir. Bu model ve veritabanı, Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezi (Joint Research Center –JRC) tarafından FP7 ve Horizon 2020 çerçeve programlarında tamamlanan projelerde (örneğin, Energy Roadmap 2050, (ECF, 2010)) geliştirilmiş çeşitli enerji modellerinden faydalanılarak rafine edilmiş (Simoes vd., 2013) ve birçok bilimsel çalışmaya ve yeni modele temel oluşturmuştur (örneğin, POLES modeli (Després vd., 2018), POTEnCIA modeli (Mantzou vd., 2019), JRC-IDEES veritabanı (Mantzou vd., 2017) gibi).

Bu modelin 2010-2050 yıllarını kapsayan verileri temel alınarak Türkiye elektrik üretiminde (mevcut ve gelecek) kaynak ve teknolojileri için belirtilen maliyet verileri kullanılmıştır (bakınız Simoes, 2013, Çizelge 25, s. 83). JRC-EU-TIMES referans senaryosu baz alınarak bu maliyet verileri LEAP programına girilmiştir. Her bir kaynak ve teknolojinin 2010-2050 (on yıllık dilimlerde) ilk yatırım maliyeti ve işletme/bakım maliyetleri veritabanında sunulmuştur. Bu veriler LEAP'de doğrusal interpolasyon ile yıllara yayılmıştır. Bunun yanısıra, bu teknolojilerin emre amade kapasite oranları, verimlilikleri ve ömürleri ve ayrıca yakıt maliyetleri de bu veritabanından alınmıştır. Mevcut üretim teknolojilerinin emisyon faktörleri NIR (2019) raporundan, gelecek teknolojiler için ise JRC-EU-TIMES (2019) veritabanından elde edilmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) 2039 yılına kadar elektrik üretimi için belirlediği projeksiyonlar Şekil 4.4'te verilmiştir. Burada, 3 farklı senaryo altında verilen elektrik üretimi doğrusal olarak 2039 yılına kadar artmaktadır.



Bu belge 16000 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://cbys.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden/D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

#### Şekil 4.4. Elektrik üretim projeksiyonu (Bin TEP) (ETKB)

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere elektrik üretiminde çeşitli kaynakların elektrik kapasitesindeki payları ETKB 2027 projeksiyonlarına göre aşağıdaki çizelgelerde “REF”, “TES” ve “İTS” senaryoları için ortaya konulmuştur. 2040 ve 2050 yılları için yapılan projeksiyonlar (teknik kaynak potansiyelleri göz önüne alınarak) yapılmıştır. TES senaryosunda, referans senaryosuna göre rüzgar ve güneş kurulu gücünün nispeten artması ve şebeke kayıp ve iç tüketim kaybının düşmesi öngörülmektedir. Ayrıca yerli kömür (linyit + taş kömür) kurulu kapasitesinin de bir miktar düşmesi beklenmiştir. İTS senaryosunda ise, referans senaryosuna göre rüzgar ve güneş kurulu gücünün daha da artması ve şebeke kayıp ve iç tüketim kaybının biraz daha düşmesi öngörülmektedir. Bu senaryolar Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) uzmanları ile sektör temsilcileri görüşü alınarak güncellenebilecektir.

#### Çizelge 4.1. Elektrik üretim senaryoları

|  |   | REFERANS SENARYOSU (REF)    |             |                 |              |                 |              |                 |              |                 |              |                 |              |            |
|--|---|-----------------------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|------------|
|  |   | 2017                        |             | 2023            |              | 2027            |              | 2030            |              | 2040            |              | 2050            |              |            |
| Sektör                                 | Temel Kabuller                            | Kurulu Güç (GW)             | Pay (%)     | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      |            |
| Enerji*                                | Elektrik üretimi                          | Termik (Kömür+Linyit)       | 19.4        | 22.7            | 24.8         | 22.6            | 28.6         | 22.5            | 32.1         | 22.1            | 40.1         | 22.7            | 50.1         | 20.4       |
|  |   | Termik (Doğalgaz)           | 26.6        | 31.2            | 25.7         | 23.5            | 25.7         | 20.3            | 25.7         | 17.7            | 25.7         | 14.6            | 25.7         | 10.4       |
|  |   | Nükleer                     | 0.0         | 0.0             | 1.2          | 1.1             | 4.8          | 3.8             | 9.6          | 6.6             | 9.6          | 5.4             | 18.0         | 7.3        |
|  |   | Hidrolik                    | 27.3        | 32.0            | 32.0         | 29.3            | 32.9         | 25.9            | 33.6         | 23.2            | 35.9         | 20.3            | 35.8         | 14.6       |
|  |   | Rüzgâr                      | 6.5         | 7.6             | 11.9         | 10.9            | 16.0         | 12.6            | 20.0         | 13.8            | 30.0         | 17.0            | 50.0         | 20.3       |
|  |   | Güneş                       | 3.4         | 4.0             | 10.0         | 9.1             | 14.7         | 11.6            | 19.6         | 13.5            | 30.0         | 17.0            | 60.0         | 24.4       |
|  |   | Jeotermal                   | 1.1         | 1.2             | 1.6          | 1.4             | 1.7          | 1.4             | 1.9          | 1.3             | 2.3          | 1.3             | 2.9          | 1.2        |
|  |   | Biyokütle                   | 0.6         | 0.8             | 1.3          | 1.2             | 1.4          | 1.1             | 1.5          | 1.0             | 1.9          | 1.1             | 2.4          | 1.0        |
|  |   | Diğer (petrol ürünleri vs.) | 0.4         | 0.4             | 1.0          | 0.9             | 1.0          | 0.8             | 1.0          | 0.7             | 1.0          | 0.6             | 1.0          | 0.4        |
|  |   | <b>Toplam</b>               | <b>85.2</b> | <b>100</b>      | <b>109.5</b> | <b>100</b>      | <b>126.8</b> | <b>100</b>      | <b>144.9</b> | <b>100</b>      | <b>176.5</b> | <b>100</b>      | <b>245.9</b> | <b>100</b> |
| Elektrik İletim, Dağıtım ve İç Tüketim | Toplam şebeke kayıp ve iç tüketim oranı** | 16.2%                       |             | 17.4%           |              | 16.9%           |              | 16.5%           |              | 15.3%           |              | 14.0%           |              |            |

|  |   | TEDBİRLER SENARYOSU (TES)   |             |                 |              |                 |              |                 |              |                 |              |                 |              |            |
|--|---|-----------------------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|------------|
|  |   | 2017                        |             | 2023            |              | 2027            |              | 2030            |              | 2040            |              | 2050            |              |            |
| Sektör                                 | Temel Kabuller                            | Kurulu Güç (GW)             | Pay (%)     | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)      |            |
| Enerji*                                | Elektrik üretimi                          | Termik (Kömür+Linyit)       | 19.4        | 22.7            | 24.8         | 22.6            | 28.6         | 22.5            | 32.1         | 22.1            | 35.1         | 20.5            | 40.1         | 15.7       |
|  |   | Termik (Doğalgaz)           | 26.6        | 31.2            | 25.7         | 23.5            | 25.7         | 20.3            | 25.7         | 17.7            | 25.7         | 15.0            | 25.7         | 10.0       |
|  |   | Nükleer                     | 0.0         | 0.0             | 1.2          | 1.1             | 4.8          | 3.8             | 9.6          | 6.6             | 9.6          | 5.6             | 18.0         | 7.0        |
|  |   | Hidrolik                    | 27.3        | 32.0            | 32.0         | 29.3            | 32.9         | 25.9            | 33.6         | 23.2            | 35.9         | 20.9            | 35.8         | 14.0       |
|  |   | Rüzgâr                      | 6.5         | 7.6             | 11.9         | 10.9            | 16.0         | 12.6            | 20.0         | 13.8            | 30.0         | 17.5            | 60.0         | 23.4       |
|  |   | Güneş                       | 3.4         | 4.0             | 10.0         | 9.1             | 14.7         | 11.6            | 19.6         | 13.5            | 30.0         | 17.5            | 70.0         | 27.4       |
|  |   | Jeotermal                   | 1.1         | 1.2             | 1.6          | 1.4             | 1.7          | 1.4             | 1.9          | 1.3             | 2.3          | 1.4             | 2.9          | 1.1        |
|  |   | Biyokütle                   | 0.6         | 0.8             | 1.3          | 1.2             | 1.4          | 1.1             | 1.5          | 1.0             | 1.9          | 1.1             | 2.4          | 0.9        |
|  |   | Diğer (petrol ürünleri vs.) | 0.4         | 0.4             | 1.0          | 0.9             | 1.0          | 0.8             | 1.0          | 0.7             | 1.0          | 0.6             | 1.0          | 0.4        |
|  |   | <b>Toplam</b>               | <b>85.2</b> | <b>100</b>      | <b>109.5</b> | <b>100</b>      | <b>126.8</b> | <b>100</b>      | <b>144.9</b> | <b>100</b>      | <b>171.5</b> | <b>100</b>      | <b>255.9</b> | <b>100</b> |
| Elektrik İletim, Dağıtım ve İç Tüketim | Toplam şebeke kayıp ve iç tüketim oranı** | %16.2                       |             | 15.0%           |              | 13.0%           |              | 12.0%           |              | %11.0           |              | 10.0%           |              |            |

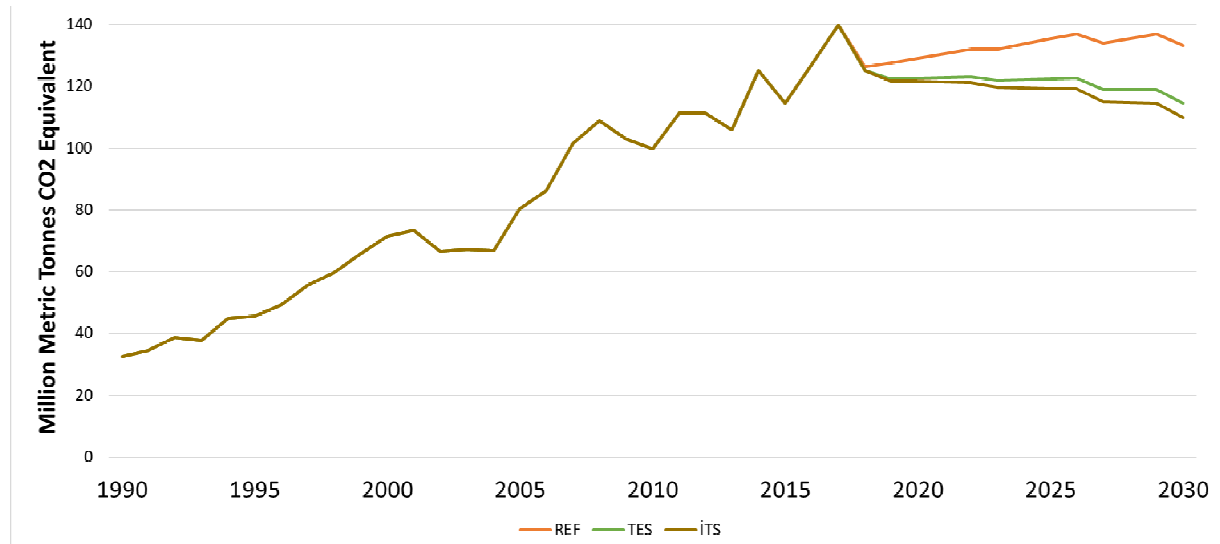
Bu belge 5079 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağını <http://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

| İLAVE TEDBİRLER SENARYOSU (İTS)        |   |                             |            |                 |            |                 |            |                 |            |                 |            |                 |            |      |
|--|---|-----------------------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|------|
| Sektör                                 | Temel Kabuller                            | 2017                        |            | 2023            |            | 2027            |            | 2030            |            | 2040            |            | 2050            |            |      |
|  |   | Kurulu Güç (GW)             | Pay (%)    | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)    | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)    | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)    | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)    | Kurulu Güç (GW) | Pay (%)    |      |
| Enerji*                                | Elektrik üretimi                          | Termik (Kömür+Linyit)       | 19.4       | 22.7            | 24.8       | 22.6            | 28.6       | 22.5            | 32.1       | 22.1            | 35.1       | 20.5            | 40.1       | 15.7 |
|  |   | Termik (Doğalgaz)           | 26.6       | 31.2            | 25.7       | 23.5            | 25.7       | 20.3            | 25.7       | 17.7            | 25.7       | 15.0            | 25.7       | 10.0 |
|  |   | Nükleer                     | 0.0        | 0.0             | 1.2        | 1.1             | 4.8        | 3.8             | 9.6        | 6.6             | 9.6        | 5.6             | 18.0       | 7.0  |
|  |   | Hidrolik                    | 27.3       | 32.0            | 32.0       | 29.3            | 32.9       | 25.9            | 33.6       | 23.2            | 35.9       | 20.9            | 35.8       | 14.0 |
|  |   | Rüzgâr                      | 6.5        | 7.6             | 11.9       | 10.9            | 16.0       | 12.6            | 20.0       | 13.8            | 30.0       | 17.5            | 60.0       | 23.4 |
|  |   | Güneş                       | 3.4        | 4.0             | 10.0       | 9.1             | 14.7       | 11.6            | 19.6       | 13.5            | 30.0       | 17.5            | 70.0       | 27.4 |
|  |   | Jeotermal                   | 1.1        | 1.2             | 1.6        | 1.4             | 1.7        | 1.4             | 1.9        | 1.3             | 2.3        | 1.4             | 2.9        | 1.1  |
|  |   | Biyokütle                   | 0.6        | 0.8             | 1.3        | 1.2             | 1.4        | 1.1             | 1.5        | 1.0             | 1.9        | 1.1             | 2.4        | 0.9  |
|  |   | Diğer (petrol ürünleri vs.) | 0.4        | 0.4             | 1.0        | 0.9             | 1.0        | 0.8             | 1.0        | 0.7             | 1.0        | 0.6             | 1.0        | 0.4  |
|  | <b>Toplam</b>                             | <b>85.2</b>                 | <b>100</b> | <b>109.5</b>    | <b>100</b> | <b>126.8</b>    | <b>100</b> | <b>144.9</b>    | <b>100</b> | <b>171.5</b>    | <b>100</b> | <b>255.9</b>    | <b>100</b> |      |
| Elektrik İletim, Dağıtım ve İç Tüketim | Toplam şebeke kayıp ve iç tüketim oranı** | %16.2                       |            | 15.0%           |            | 13.0%           |            | 12.0%           |            | %10.0           |            | 9.0%            |            |      |

\*Sayısal veriler ETKB 2027 projeksiyonlarına göre oluşturulmuştur. 2040 ve 2050 yılı elektrik kurulu güç uzatımları ETKB ve ÇŞB uzmanları ile sektör temsilcileri görüşü alınarak güncellenebilir.

\*\* İletim, dağıtım kayıpları ve iç tüketim oranı, toplam brüt üretim miktarının yüzde payı olarak belirtilmiştir. 1990-2017 yılı verileri TEİAŞ'tan alınmış ve referans senaryosu için doğrusal olarak uzatımları 2050 yılına kadar hesaplanmıştır. TES ve İTS senaryoları için uzatımlar ise ETKB uzmanlarının görüşü alınarak belirlenmiştir.

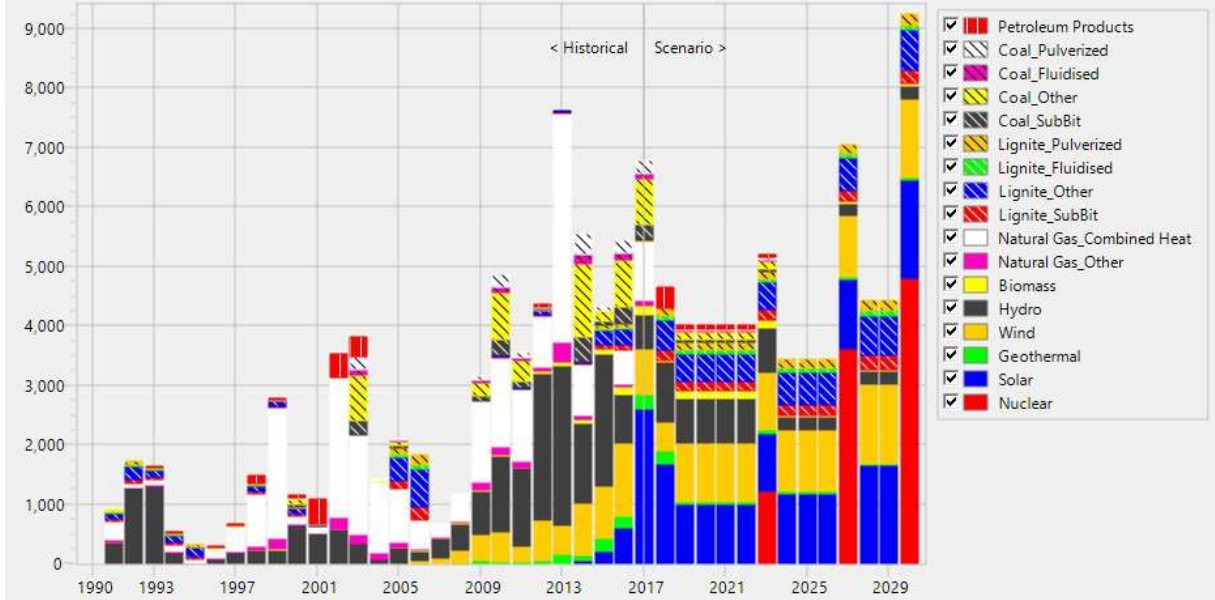
Yukarıda açıklanan senaryolar altında 2030 yılına kadar elektrik üretimi kaynaklı emisyonlar modellenmiş ve Şekil 4.5'te sunulmuştur. Buna göre REF senaryosunda 2030 yılında 133.1 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon değerine ulaşılabileceği tahmin edilmiştir. Diğer taraftan, TES ve İTS senaryolarında 2023-2030 yılları arasında devreye giren yenilenebilir ve nükleer enerji kaynakları sebebiyle emisyonların aşağı yönlü bir trendle azalmasına sebep olmuştur. 2030 yılı için TES kabulleri altında emisyonların 114.5 Mt CO<sub>2eş</sub> artan taleple birlikte 2023 sonrası TES'de emisyonlar bir miktar artsa da İTS takip edildiğinde toplam emisyonların 109.8 Mt CO<sub>2eş</sub> seviyesine çekilmesi tahmin edilmiştir.



Şekil 4.5. Elektrik üretimi kaynaklı emisyon projeksiyonu

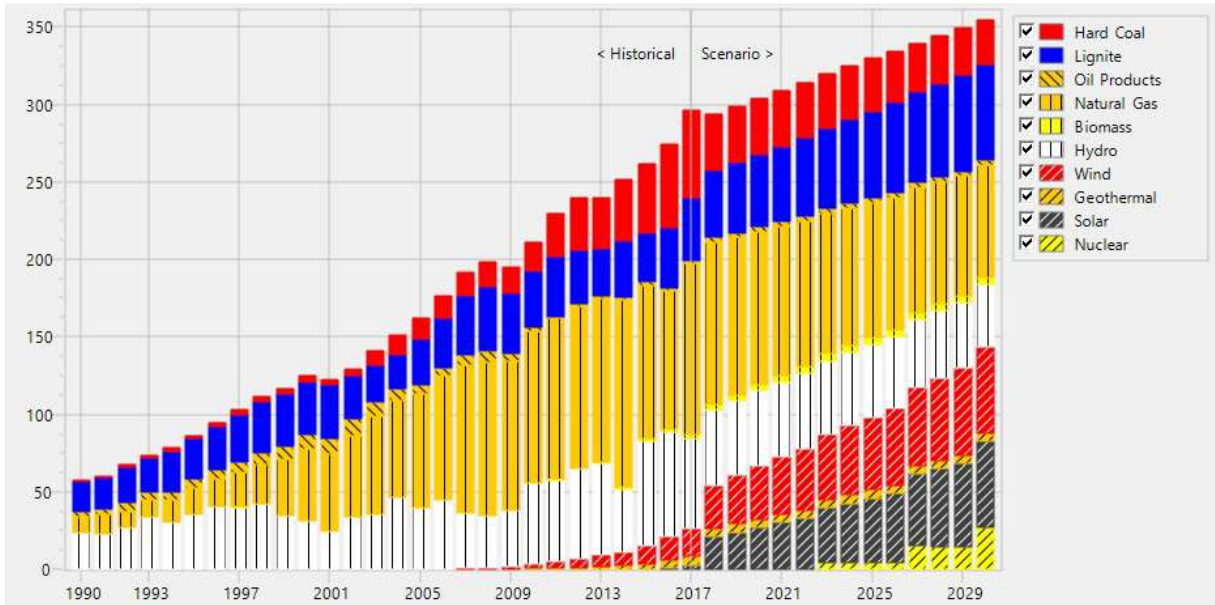
Şekil 4.5'den 2030 yılında REF senaryosuna göre toplam sera gazı CO<sub>2eş</sub> miktarının 133.1 Mt CO<sub>2eş</sub>, tedbirler ve ileri tedbirler senaryoları içinde sırası ile 114.5 Mt CO<sub>2eş</sub> ve 109.8 Mt CO<sub>2eş</sub> olabileceği anlaşılmaktadır. Buna göre REF senaryosuna esas alınmak üzere 2030 yılında TES senaryosuna göre 18.6 Mt CO<sub>2eş</sub> miktarında bir azaltımın olması beklenmektedir. Benzer beklenti, İTS senaryosu esasına göre ise 23.3 Mt CO<sub>2eş</sub> kadardır.

Şekil 4.6'da her üç senaryoda da ortak olan 2018-2030 yıllarına ait yeni eklenen kurulu güç gelişimi gösterilmiştir. Tüm senaryolarda 2023'de devreye girmesi planlanan 1.2 GW Akkuyu Nükleer santralinin 2027 yılında ilave 3.6 GW ile tam kapasite çalışması öngörülmüştür. 2030 yılında da 4.8 GW'lık yeni bir nükleer santralin devreye alınması öngörülmüştür. Rüzgar ve güneş kaynaklı kurulu gücü de her yıl belli oranlarda artarak gelişim göstermektedir. Son olarak, tüm senaryolarda ele alınan yerli kömür (linyit) de artış dikkat çekmektedir.



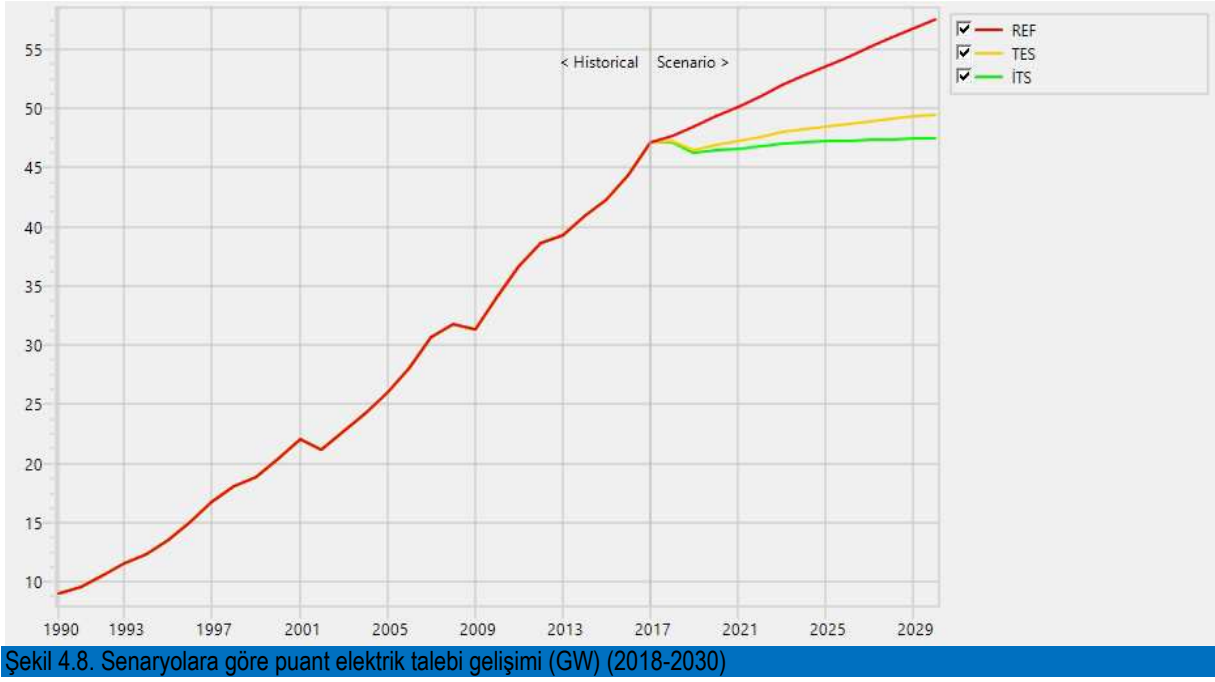
Şekil 4.6. REF, TES ve ITS senaryosu eklenen kapasite (MW) (2018-2030)

Şekil 4.7'de üretimin kaynaklar arasında nasıl dağıldığı REF senaryosu için gösterilmiştir. Rüzgar, güneş ve linyit kaynaklı üretim artış gösterirken, doğalgaz ve kömür kaynaklarına dayalı üretim düşüş trendindedir.



Şekil 4.7. Referans senaryo için kaynaklara göre elektrik üretiminin (GWh) gelişimi (2018-2030)

Son olarak Şekil 4.8'de elektrik puant talebi her senaryo için ayrı ayrı gösterilmiştir. TES ve ITS senaryoları için puant talebin REF senaryosuna göre sırasıyla yaklaşık 8 ve 10 GW düşük olacağı tahmin edilmektedir.



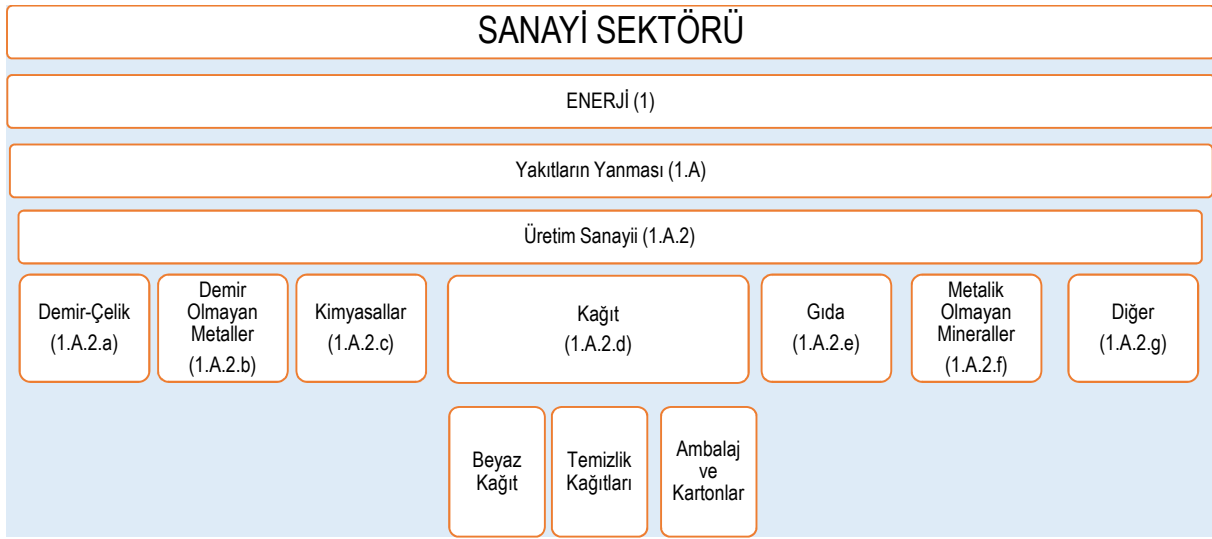
Şekil 4.8. Senaryolara göre puant elektrik talebi gelişimi (GW) (2018-2030)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



## 5. SANAYİ SEKTÖRÜ

Sanayi sektörü salımları (emisyonları) yakıtların yanması ve üretim işlemleri (prosesler) içerisinde açığa çıkan sera gazlarına göre LEAP yazılımı ile ayrı ayrı modellenmiştir. Yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan SGS (emisyonlar) sanayide kullanılan enerji sektörü içerisinde Şekil 5.1'de görüldüğü gibi unsurlarına ayrılmıştır. Buradaki bileşenler her bir ana sektör için daha ayrıntılı alt kırılımlara sanayi işlemleri göz önünde tutularak bölünmüştür (Bkz. Şekil 5.2). Yakıtların yanmasından kaynaklı emisyonlar TÜİK'in açıkladığı emisyon faktörlerine göre her sektör ve yakıt için en ileri seviyede (Tier 3,2,1) hesap yapılacak şekilde model altyapısı kurulmuştur (TÜİK, 2019a). Elektrik enerjisi talebi dışındaki fosil yakıt taleplerinden kaynaklanan ve üzerinde senaryo üretilen sektörlerle sınırlı olmak kaydıyla sanayi sektörüne ait toplam emisyon miktarları Çizelge 5.1'de gösterilmiştir.



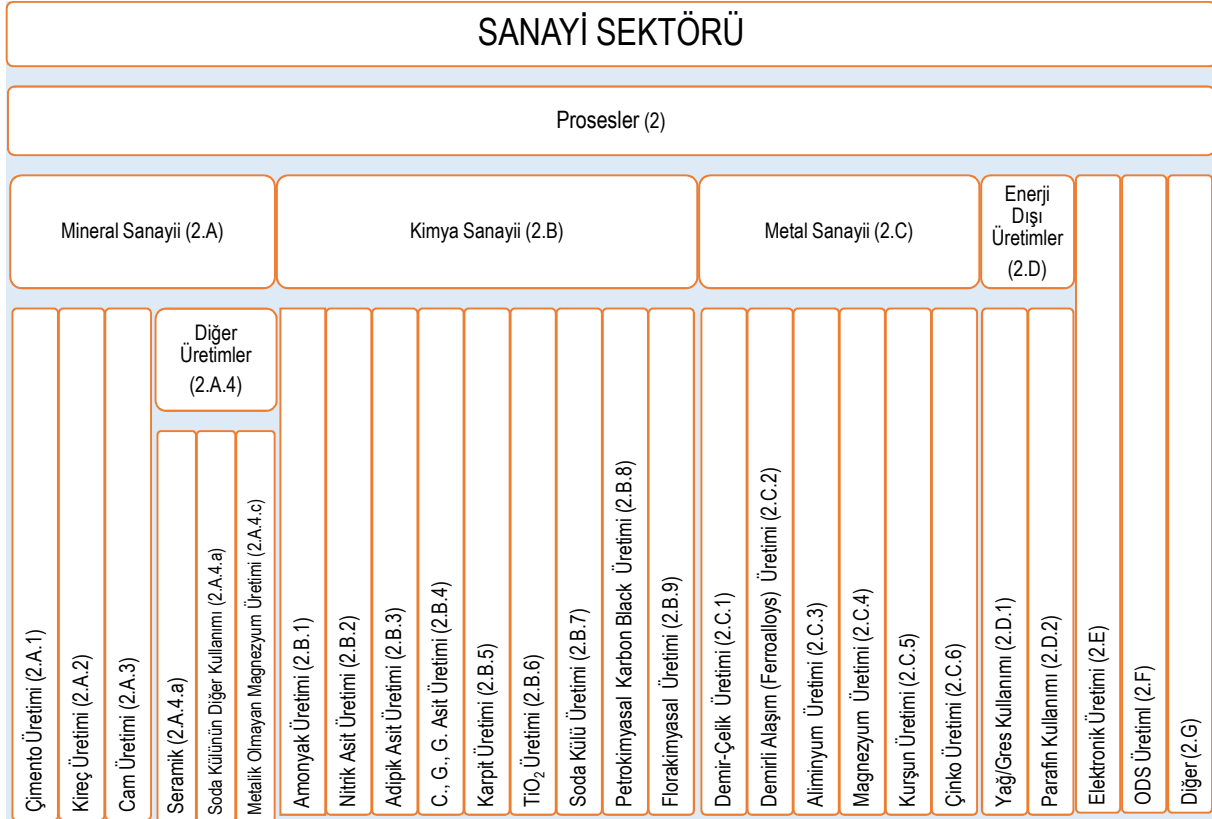
Şekil 5.1. Enerji kullanımı kaynaklı sanayi sektörü alt kırılım şeması

| Çizelge 5.1. Sanayi sektörü fosil yakıt talebi kaynaklı emisyon tahminleri (Mt CO <sub>2eS</sub> ) | Yıllar | 2020  | 2025  | 2030  |
|--|--------|-------|-------|-------|
| Demir Çelik Enerji   | REF    | 4,05  | 4,86  | 5,53  |
|  | TES    | 4,01  | 4,67  | 5,04  |
|  | İTS    | 4,01  | 4,67  | 5,04  |
| Çimento Enerji   | REF    | 14,71 | 15,94 | 17,93 |
|  | TES    | 14,09 | 14,26 | 15,25 |
|  | İTS    | 14,09 | 13,61 | 12,79 |
| Kağıt Emisyon  | REF    | 1,00  | 1,11  | 1,23  |
|  | TES    | 0,99  | 1,09  | 1,19  |
|  | İTS    | 0,99  | 1,06  | 1,14  |
| Seramik Enerji   | REF    | 2,99  | 3,10  | 3,20  |
|  | TES    | 2,97  | 3,06  | 3,14  |
|  | İTS    | 2,96  | 3,02  | 3,08  |
| Cam Enerji   | REF    | 1,61  | 1,67  | 1,72  |
|  | TES    | 1,60  | 1,65  | 1,69  |
|  | İTS    | 1,59  | 1,63  | 1,66  |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Sanayi işlemleri (prosesler) sonucu açığa çıkan emisyonlara göre sanayi sektörü Şekil 5.2'de görüldüğü üzere alt kırılımlara ayrılarak modellenmiştir. Modellemede yakıtların yanması, üretim sürecinin ortaya

çıkardığı emisyonlar ve hem de elektrik talebinden kaynaklı emisyon payları ayrı ayrı ve toplu halde raporlanabilecek şekilde model alt yapısı kurulmuştur. Elektrik enerjisi talebi dışındaki fosil yakıt taleplerinden kaynaklanan ve üzerinde senaryo üretilen sektörlerle sınırlı olmak kaydıyla sanayi sektörüne ait toplam emisyon miktarları Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Proses emisyonları kaynaklı sanayi sektörü alt kırılım şeması

Çizelge 5.2 Sanayi sektörü proses emisyon tahminleri (Mt CO<sub>2es</sub>)

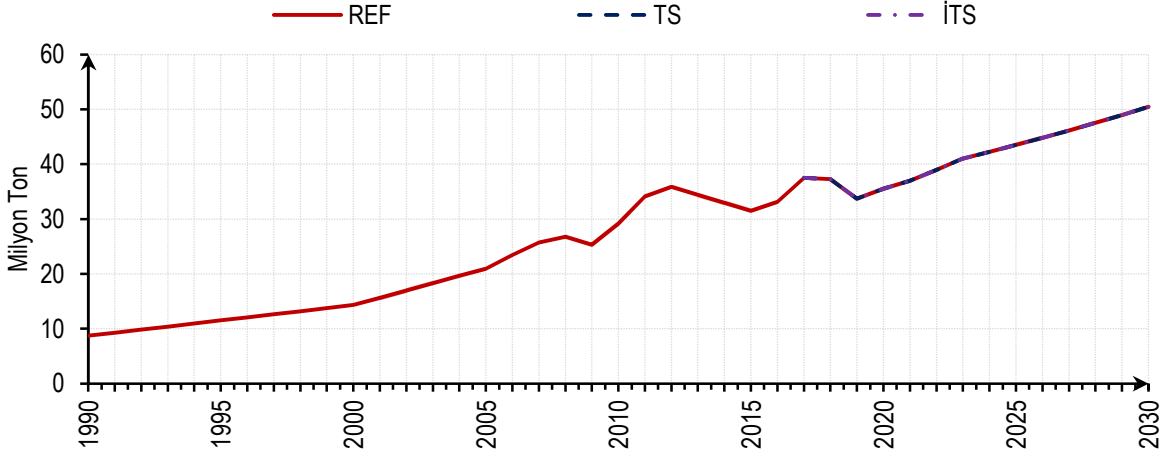
| Yıllar | Demir Çelik Proses Kaynaklı Emisyonlar |       |       | Çimento Proses Kaynaklı Emisyonlar |       |       |
|--------|--|-------|-------|------------------------------------|-------|-------|
|        | REF                                    | TES   | İTS   | REF                                | TES   | İTS   |
| 2020   | 10,82                                  | 10,82 | 10,82 | 24,95                              | 24,71 | 24,71 |
| 2025   | 12,93                                  | 12,93 | 12,93 | 27,05                              | 26,11 | 25,07 |
| 2030   | 14,61                                  | 14,61 | 14,61 | 30,42                              | 28,57 | 23,63 |

### 5.1. Demir-Çelik Sektörü

Demir-çelik sektörü enerji yoğunluğu ve işlem (proses) emisyonları bakımından çimento sektöründen sonra en yüksek SGS üreten faaliyettir. Emisyon miktarına doğrudan ham çelik üretimi etki ettiği için ham çelik üretiminin projeksiyonu yapılmıştır. Üretim projeksiyonunun TÇÜD’ün üretim tahminlerine bağlı olarak artacağı kabulü ile 2030 yılına kadar uzatılmıştır. Bu üretim hedeflerinin karşılanması için kapasite artış projeksiyonları ve yatırım ihtiyaçları henüz belirlenmemiştir. Şekil 5.3’te gösterilen üretim değerleri Elektrikli Ark Ocaklı ve Entegre Tesislerde üretilen toplam ham çelik üretimine göre ortaya çıkarılmıştır. Ham çelik üretiminde REF, TES ve İTS oluşturunurken Türkiye Çelik Üreticileri Derneği tarafından verilen ham çelik üretim projeksiyonu kullanılmıştır. Şekil 5.3’te de görüldüğü gibi 2030 yılında yaklaşık 50 milyon ton ham çelik üretimi öngörülmüştür. 2030 yılından itibaren bu teknolojinin kullanımıyla açığa çıkan emisyonların bir kısmı tutularak depolanacaktır. Türkiye için 2023 yılına kadar

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre D. Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde imzalanmıştır. Evraktan https://ehys.madipol.edu.tr/e-imza linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

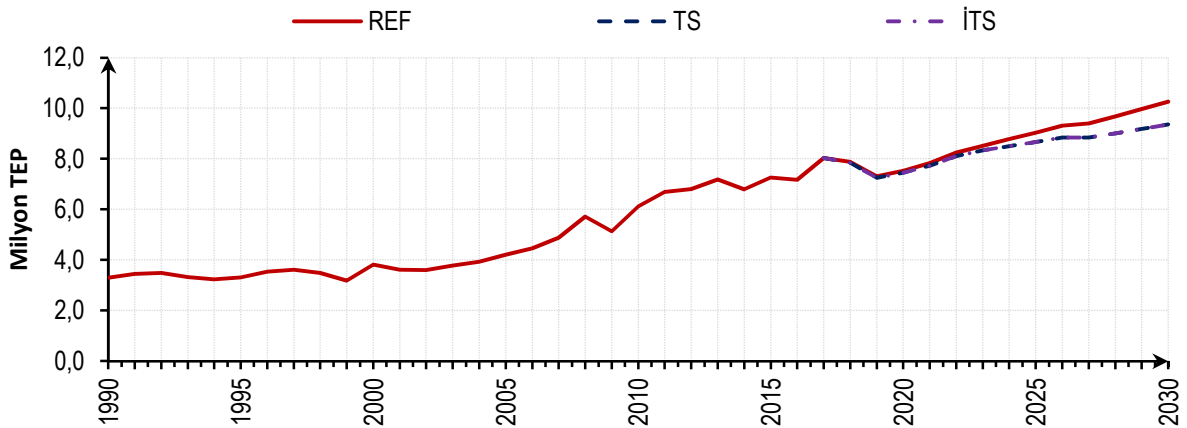
demir-çelik sektörü için bir CCS yatırımı öngörülemez. IEA'nın çimento sektörü için 2030 yılı için belirlediği %3,5 değeri Türkiye demir-çelik sektörü için de İTS'de 2030 hedefi olarak eklenmiştir.



Şekil 5.3. Toplam ham çelik üretim projeksiyonu

Üretim projeksiyonuna bağlı olarak enerji yoğunluğunun gelecekte az bir oranda azalacağı varsayılarak, 3 ayrı senaryo belirlenmiştir. REF senaryosunda enerji yoğunluğunun 2017 yılındaki değerinin sabit kalacağı varsayımı yapılmıştır. Entegre tesisler için TES ve İTS'de 2023 yılında 20 ve 2030 yılında 18 GJ/ton spesifik enerji değerine ulaşılacağı varsayılmıştır.

Enerji yoğunluğu ve üretim projeksiyonlarına bağlı senaryolara göre sektörün toplam enerji uzatımı (projeksiyonu) Şekil 5.4.'te görüldüğü gibi ortaya çıkmıştır. Buna göre REF senaryosunda 2030 yılında yukarıdaki büyüme projeksiyonu ve 2017 yılındaki mevcut enerji tüketim payları dikkate alındığında 10,3 Milyon TEP üzerine çıkmaktadır. Böylece, 2030 yılı TES ve İTS durumlarında toplam enerji talebi 9,4 Milyon TEP olarak hesaplanmıştır.



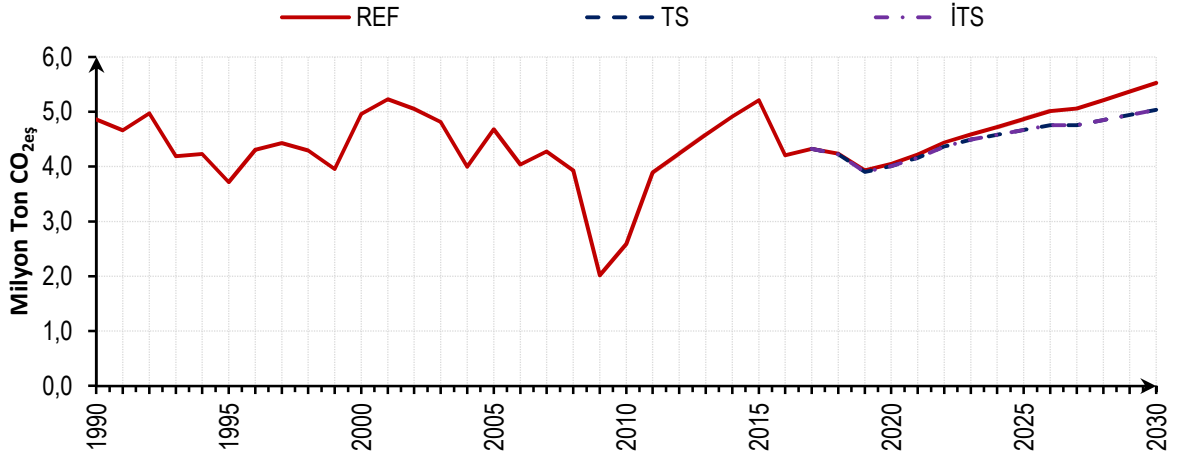
Şekil 5.4. Demir çelik sektörü toplam enerji tüketimi projeksiyonu

Bu belge 000 sayılı Esaslı Cevapname (2023/11/20) ile değiştirilmiştir. Bu belge 000 sayılı Esaslı Cevapname (2023/11/20) ile değiştirilmiştir. Evrap (2023/11/20) ile değiştirilmiştir. DTTB (2023/11/20) ile değiştirilmiştir. Demir Çelik sektöründe işlem (proses) ve enerji kullanımından kaynaklı emisyonlar aşağıda listelenen parametreler üzerinde belirlenen senaryolara göre hesaplanmıştır. Enerji tüketimi emisyonlarında elektrik enerjisi talebinden kaynaklı emisyon hariç olmak üzere projeksiyonlar Şekil 5.5.'te gösterilmiştir. Buna göre, 2030 yılı için REF senaryosunda 5,53 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon uzatımı (projeksiyonu)

hesaplanmıştır. Diğer taraftan, TES ve İTS için 2030 yılında 5,04 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon hesaplanmıştır. Böylece 2030 yılında REF senaryosuna göre TES ve İTS ile kıyaslanınca 5,53 – 5,04 = 0,49 Mt CO<sub>2eş</sub> kadar bir sera gazı azaltımının elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

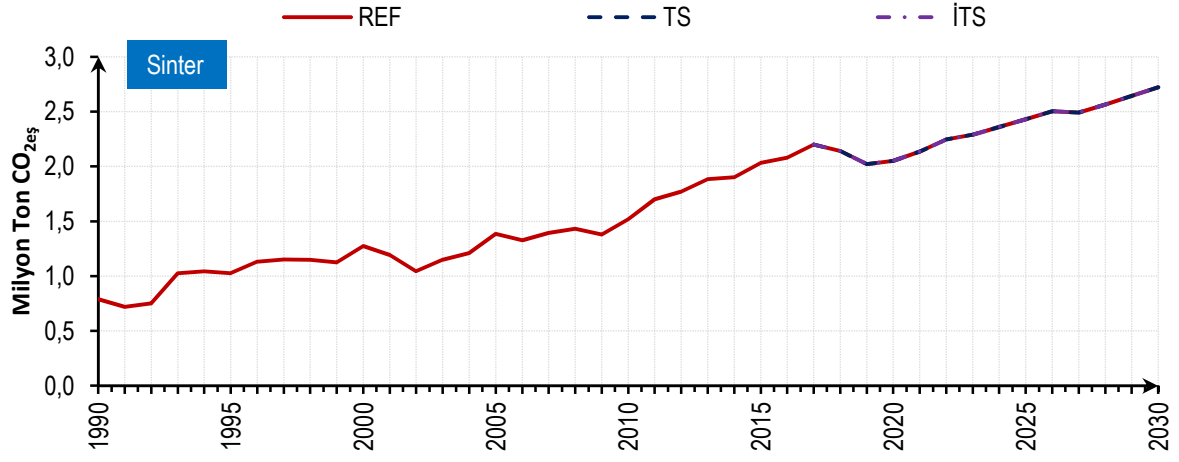
#### Emisyon Hesabına Etki Eden Üzerinde Senaryo Üretilen Parametreler

- Üretim
- Enerji Talebi
- Enerji yoğunluğu

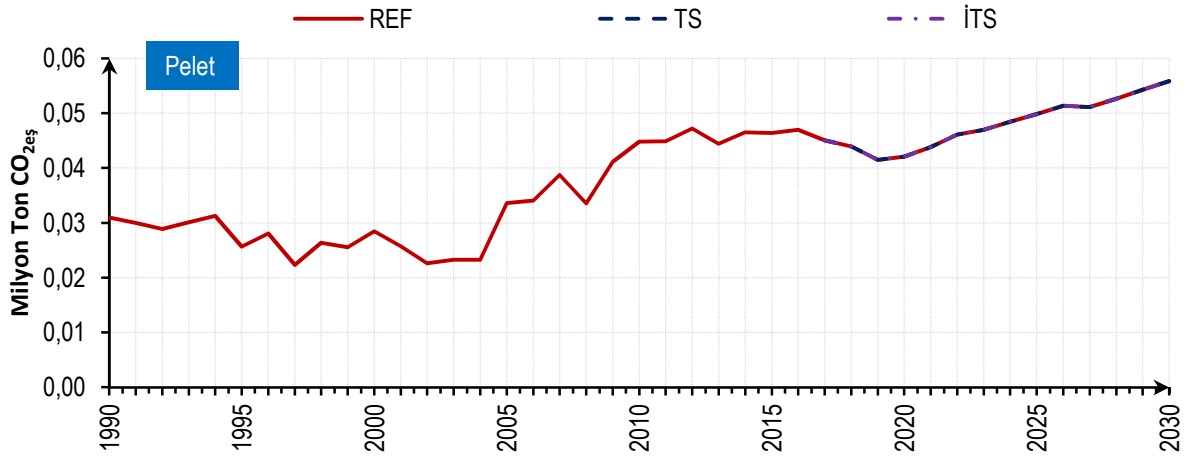


Şekil 5.5. Demir-Çelik sektörü yakıtların yanması kaynaklı emisyon projeksiyonu

Elektrik Ark Fırını (EAF) tesislerinin spesifik enerji tüketimi MET'lerle aynı olduğundan herhangi bir azaltım öngörülmemiştir. Üretim artışına bağlı olarak toplam CO<sub>2</sub> emisyonları artacaktır. Sinter ve pelet için üretim kaynaklı projeksiyonlar Şekil 5.6.'da gösterilmektedir. EAF ve BOF kaynaklı işlem (proses) emisyonları projeksiyonları Şekil 5.7'de verilmiştir.



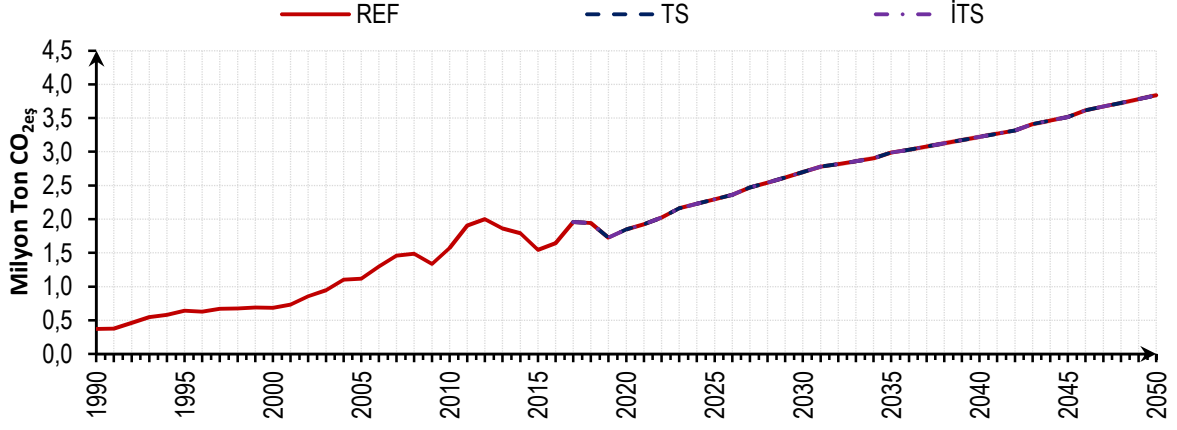
(a) Sinter



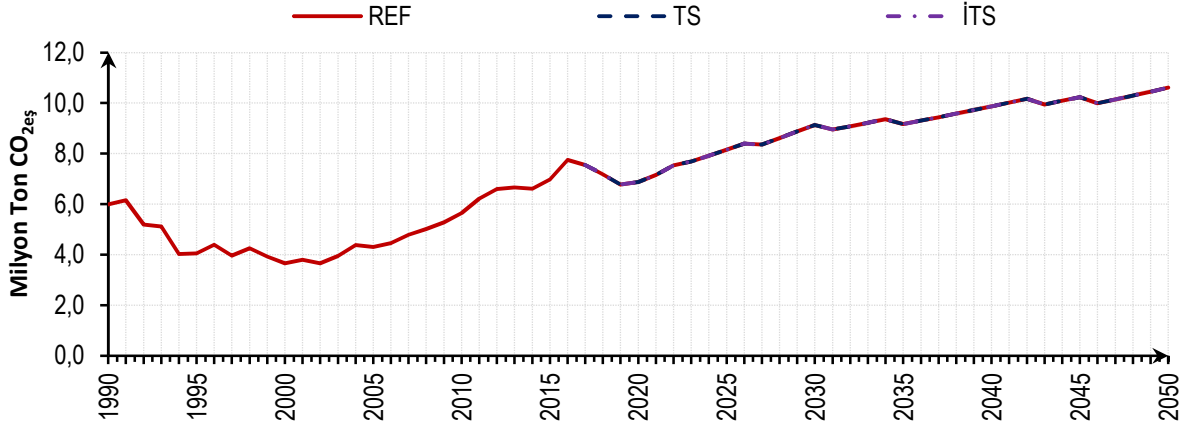
(b) Pelet

Şekil 5.6. Sinter ve Pelet üretimi kaynaklı proses emisyonu projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



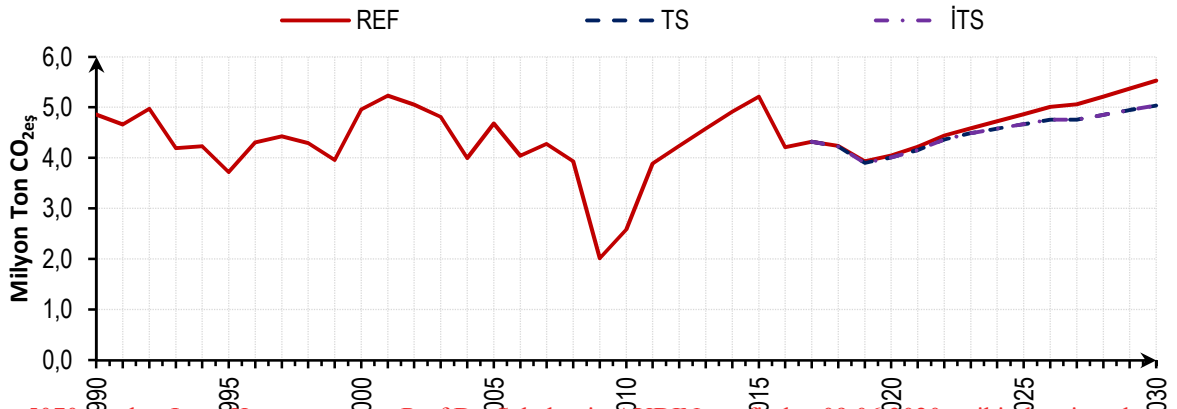
(a) EAF



(b) BOF

Şekil 5.7. EAF ve BOF tesisleri kaynaklı proses emisyonları projeksiyonu

Şekil 5.8 demir çelik sektörü enerji tüketimi kaynaklı toplam emisyon projeksiyonunu göstermektedir.

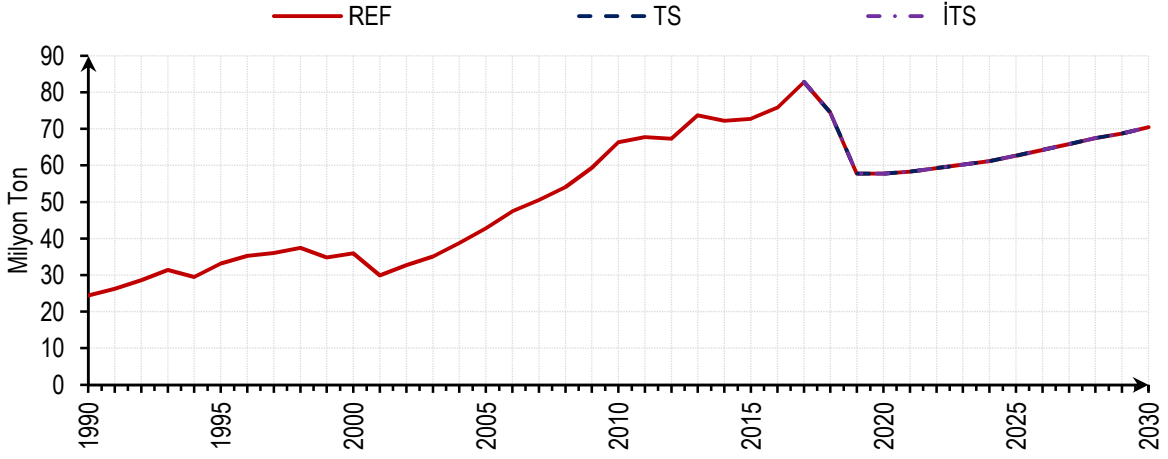


Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 5.8. Demir çelik sektörü enerji tüketimi kaynaklı toplam emisyon projeksiyonu

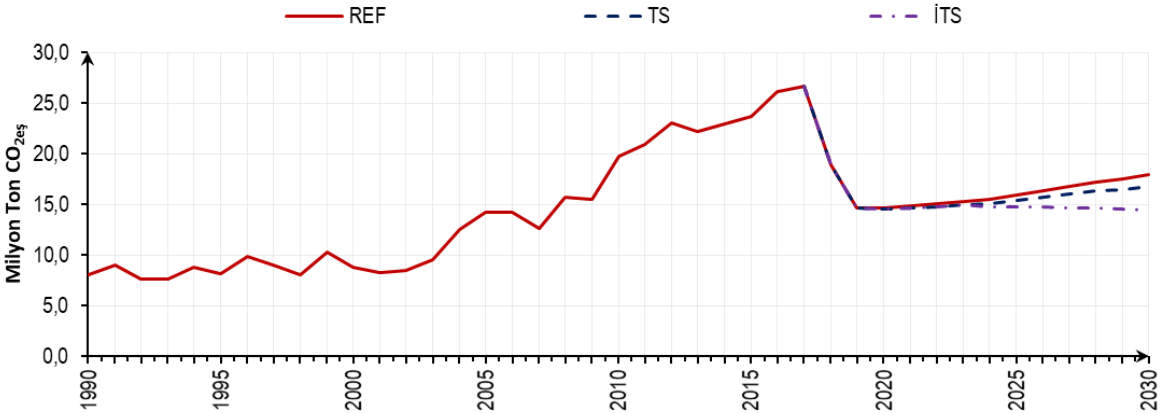
## 5.2. Çimento Sektörü

Çimento sektörü işlemleri (proses) SGS bakımından en fazla emisyon üreten sektördür. Emisyon hesabında kullanılan ve üzerinde senaryo üretilmiş parametrelerin listesi aşağıda verilmiştir. Bütün senaryolar için çimento talebi TÇMB'den alınan öngörüler doğrultusunda hazırlanmıştır (Bkz. Şekil 5.9). İthalat ve ihracat hedefleri bu aşamada talep içerisinde dahil edilmemiştir.



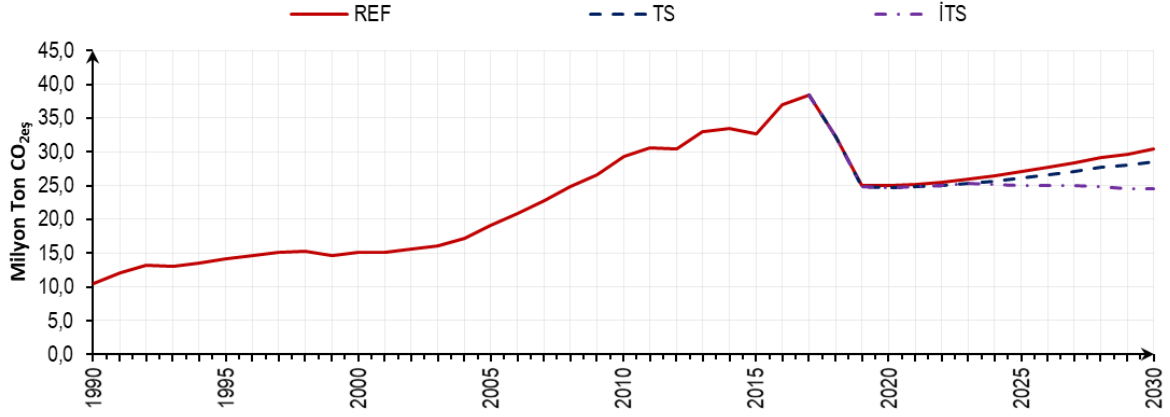
Şekil 5.9. Çimento üretim projeksiyonu

CCR (Clinker Cement Ratio) değerinin azaltılmasıyla çimento üretiminde kullanılan klinker miktarının düşürülmesi planlanmaktadır. 2017 yılında %82 olan CCR değerinin TES'de 2023 yılında %80 ve 2030 yılında %77 olacağı öngörülmektedir. İTS'de ise 2023 yılında yine %80 olması, 2030 yılında ise %66 değerine ulaşması öngörülmektedir. Şekil 5.10 ve Şekil 5.11 CCR senaryosunun sırasıyla enerji tüketimi ve proses kaynaklı emisyonlara etkisini göstermektedir.



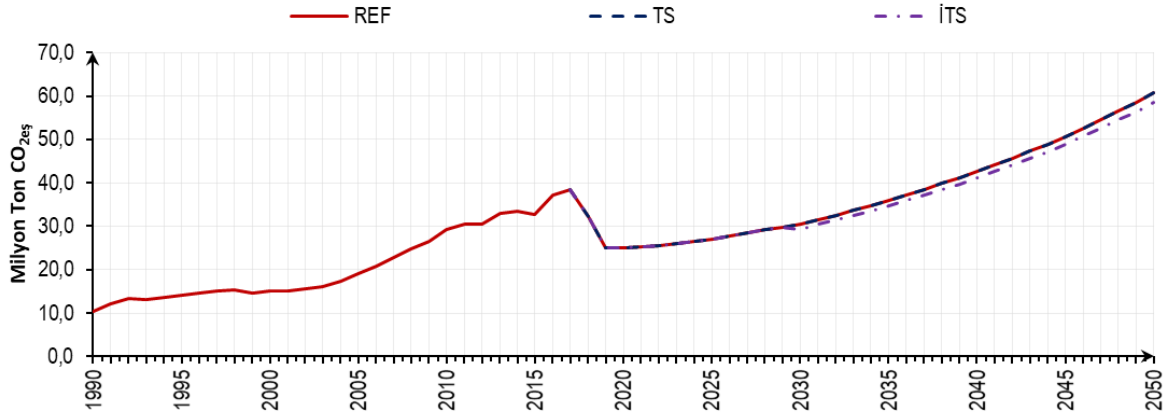
Şekil 5.10. CCR senaryosunun enerji tüketimi kaynaklı emisyonlara etkisi

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 5.11. CCR senaryosunun proses kaynaklı emisyonlara etkisi

CCS (Carbon Capture and Storage) teknolojisinin 2030 yılından önce devreye alınması planlanmamaktadır. 2030 yılından itibaren bu teknolojinin kullanımıyla açığa çıkan emisyonların bir kısmı tutularak depolanacaktır. İTS'de 2030 yılından itibaren %3,5 oranında karbon tutulması öngörülen bu işlem ile sera gazı emisyonlarının azaltılması hedeflenmektedir. Şekil 5.12 CCS senaryosunun proses kaynaklı emisyonlara etkisini göstermektedir.



Şekil 5.12. CCS senaryosunun proses kaynaklı emisyonlara etkisi

Enerji talebi enerji yoğunluğuna bağlı olarak tahmin edilmektedir. Klinkerin termal enerji yoğunluğunun REF senaryosunda 3,3 GJ/ton klinker olan 2017 değerinin sabit kalacağı varsayılmıştır. TES ve İTS için enerji yoğunluğunun 2023 yılından itibaren 3,2 GJ/ton klinker olacağı kabul edilmiştir. Buna bağlı olarak her yakıt türü için üretim miktarı toplam enerjinin 2017 yılındaki paylarına göre dağıtılarak hesaplanmıştır. Şekil 5.13 klinkerin termal enerji yoğunluğu senaryosunun enerji tüketimi kaynaklı emisyonlara etkisini göstermektedir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



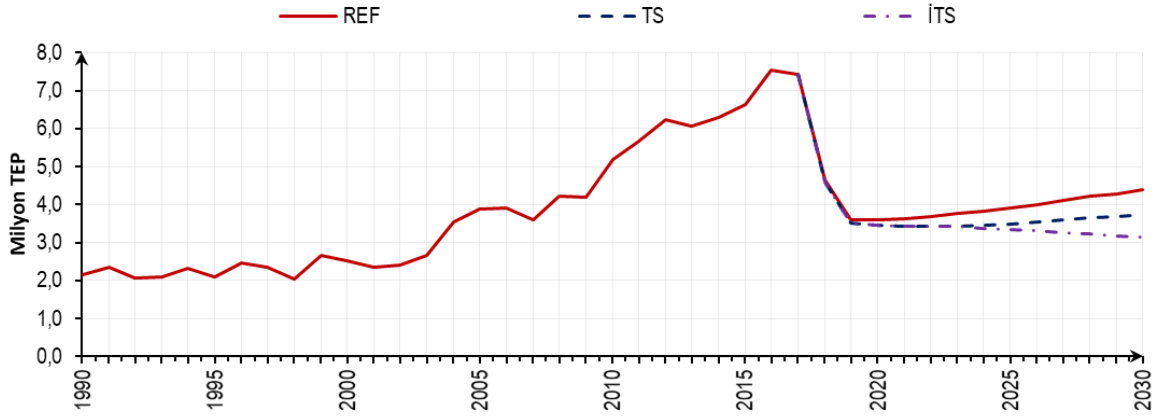


Şekil 5.13. Klinkerin termal enerji yoğunluğu senaryosunun enerji tüketimi kaynaklı emisyonlara etkisi

Bu kabuller neticesinde çimento sektörü toplam yakıt tüketimi projeksiyonu Şekil 5.14'te gösterilmiştir.

#### Emisyon Hesabına Etki Eden Üzerinde Senaryo Üretilen Parametreler

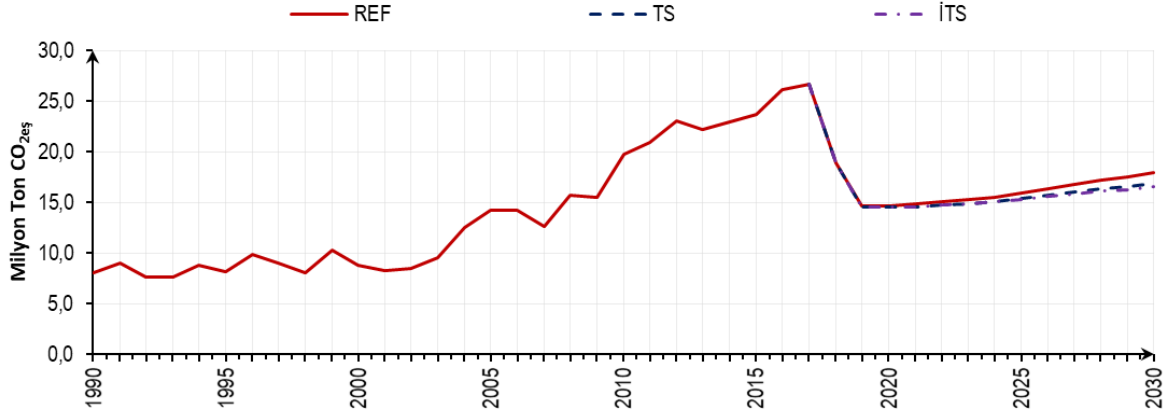
- Üretim
- Enerji Talebi
- Çimento Katkı Oranı
- Klinkerin termal enerji yoğunluğu



Şekil 5.14. Çimento sektörü toplam enerji tüketimi projeksiyonu

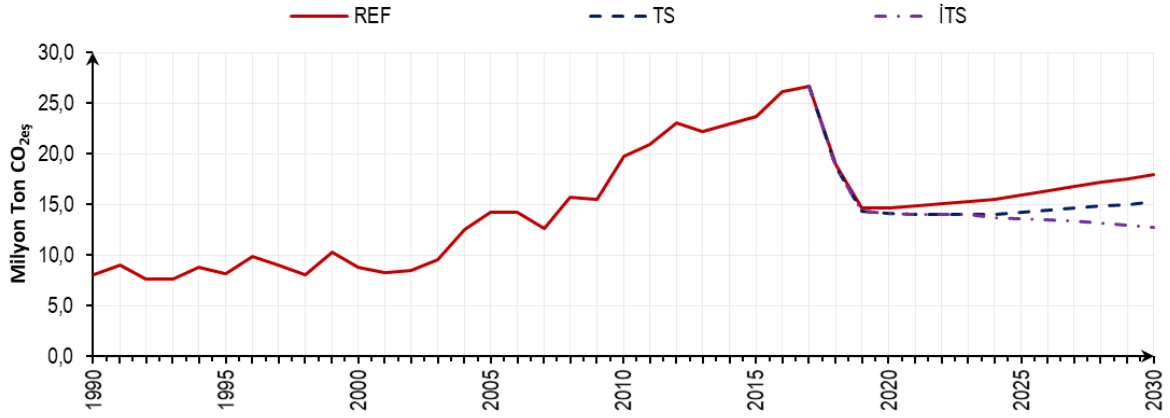
2017 yılında %6,04 olan ATY'nin sektörün toplam termik enerji tüketimindeki payının TES'de 2023 yılında %7 ve 2030 yılında %10 değerine ulaşacağı kabul edilmiştir. İTS'de ise ATY kullanım oranının 2023'te yine %7, 2030 yılında ise %12 değerine ulaşacağı kabul edilmiştir. Şekil 5.15 ATY senaryosunun enerji tüketimi kaynaklı emisyonlara etkisini göstermektedir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 5.15. ATY senaryosunun enerji tüketimi kaynaklı emisyonlara etkisi

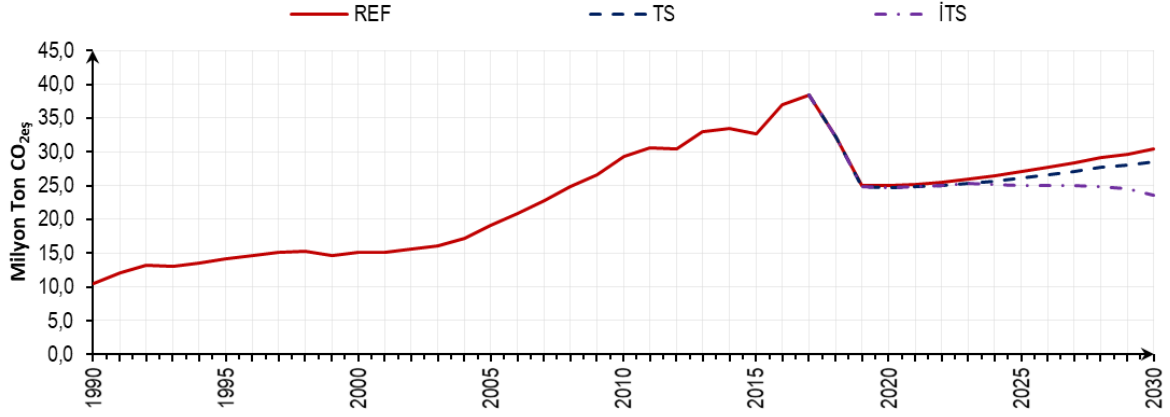
Yukarıda açıklanan kabuller doğrultusunda çimento sektörü toplam yakıt talebi projeksiyonu 2017 yılında sektörde kullanılan yakıtların toplam içerisindeki payları sabit kalacağı kabulüyle yakıt türüne göre ayrı ayrı dağıtılmıştır. Buna göre yakıtların yanmasından kaynaklı emisyonlar 2030 yılına kadar hesaplanmıştır (Bkz. Şekil 5.16). REF senaryosunda toplam emisyon miktarının 2030 yılında 17,9 Mt CO<sub>2eş</sub> mertebelerine erişeceği görülmektedir. Aynı yıllarda TES ve İTS miktarları da sırası ile 15,3 Mt CO<sub>2eş</sub> ve 12,8 Mt CO<sub>2eş</sub> kadar hesaplanmıştır. Böylece 2030 yılı temel tarihi REF uzatımına göre SGS azaltım miktarları TES için  $17,9 - 15,3 = 2,6$  Mt CO<sub>2eş</sub> ve İTS için ise  $17,9 - 12,8 = 5,1$  Mt CO<sub>2eş</sub> kadar ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5.16. Çimento sektörü yakıtların yanması kaynaklı emisyon projeksiyonu

İşlem (Proses) kaynaklı emisyonlarda enerji kaynaklı emisyonlara göre senaryolar arasındaki fark daha fazla açılmıştır (Bkz. Şekil 5.17). REF senaryosunda 2030 yılında beklenen 30,4 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon miktarı TES ve İTS kabullerine göre aynı yılda sırasıyla 28,6 Mt CO<sub>2eş</sub> ve 23,6 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon miktarına düşmektedir. Bu miktarlar esas alınarak TES ve İTS durumlarında sera gazı azaltım miktarları sırası ile  $30,4 - 28,6 = 1,8$  Mt CO<sub>2eş</sub> ve  $30,4 - 23,6 = 6,8$  Mt CO<sub>2eş</sub> kadar olmaktadır.

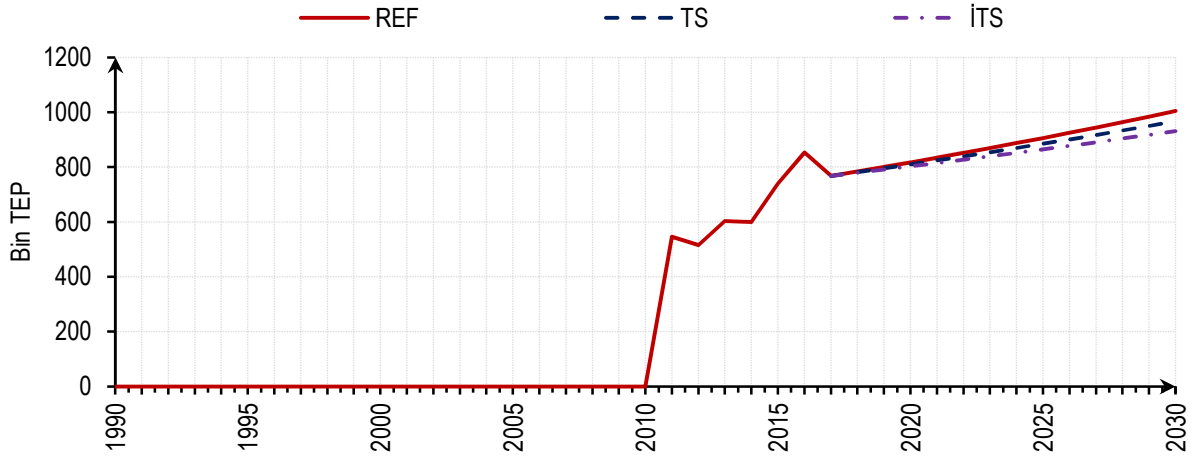
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 5.17. Çimento üretimi kaynaklı proses emisyonları projeksiyonu

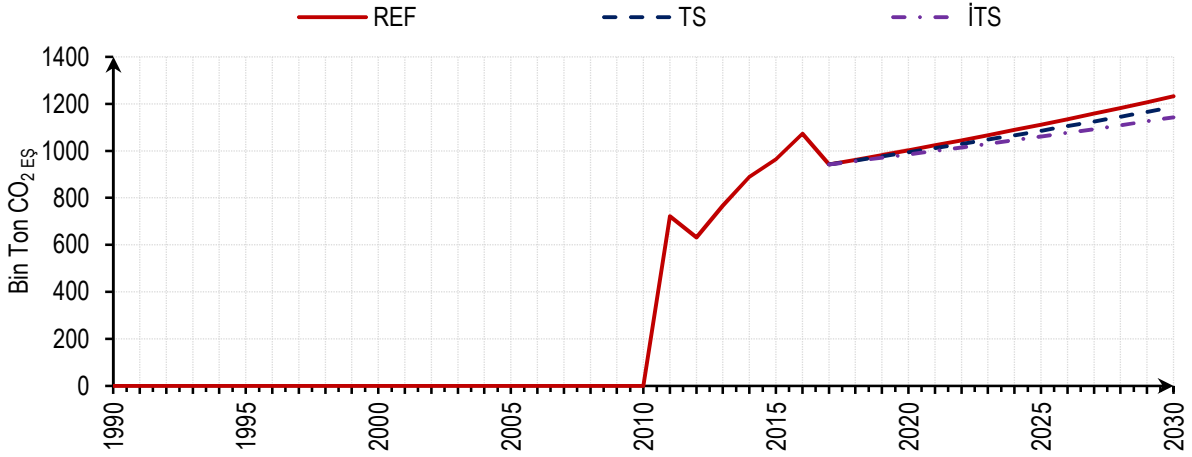
### 5.3. Kağıt Sektörü

Kağıt sektöründe üretime dayalı işlem (proses) emisyonları bulunmamaktadır ve bunlar sadece yakıt talebi kaynaklı emisyonlardır. Sektörün toplam yakıt talebi projeksiyonu Şekil 5.18'de verilmiştir. Gelecek enerji talebindeki büyüme GSYH'ye bağlı olarak tahmin edilmiştir. Buna göre GSYH'deki senaryo kabullerine göre 0,6 esneklik kabul edilerek REF için 2030 yılı yakıt tahminin 1005 Bin TEP, TES'de 967 Bin TEP ve İTS'de 931 Bin TEP olarak tahmin edilmiştir.



Şekil 5.18 Kağıt sektörü yakıt talebi projeksiyonu

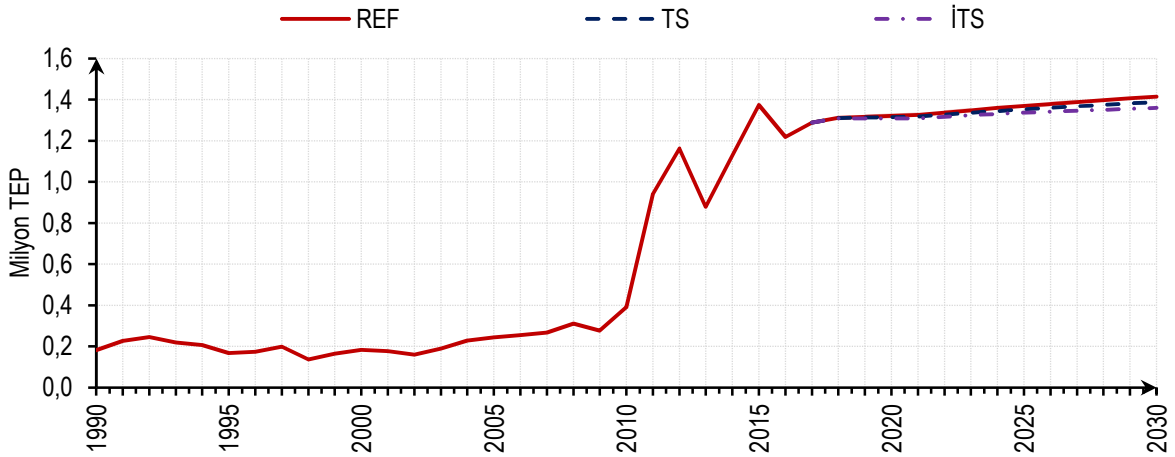
Yakıt talebi projeksiyonlarına 2017 yılındaki yakıt yüzdeleri sabit kalacağı kabul edilerek emisyon değerleri hesaplanmıştır. Şekil 5.19'da gösterildiği üzere REF senaryosunda 2030 yılına göre 1232 Bin Ton CO<sub>2eş</sub>, TES'de 1187 Bin Ton CO<sub>2eş</sub> ve İTS'de 1142 Bin Ton CO<sub>2eş</sub> emisyon değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu değerler TES ve İTS senaryoları için SGS azaltım miktarlarını 1232 – 1187 = 45 Bin Ton CO<sub>2eş</sub> ve 1232 – 1142 = 90 Bin Ton CO<sub>2eş</sub> olarak verir.



Şekil 5.19. Kağıt sektörü yakıt talebi kaynaklı emisyon projeksiyonu

#### 5.4. Seramik Sektörü

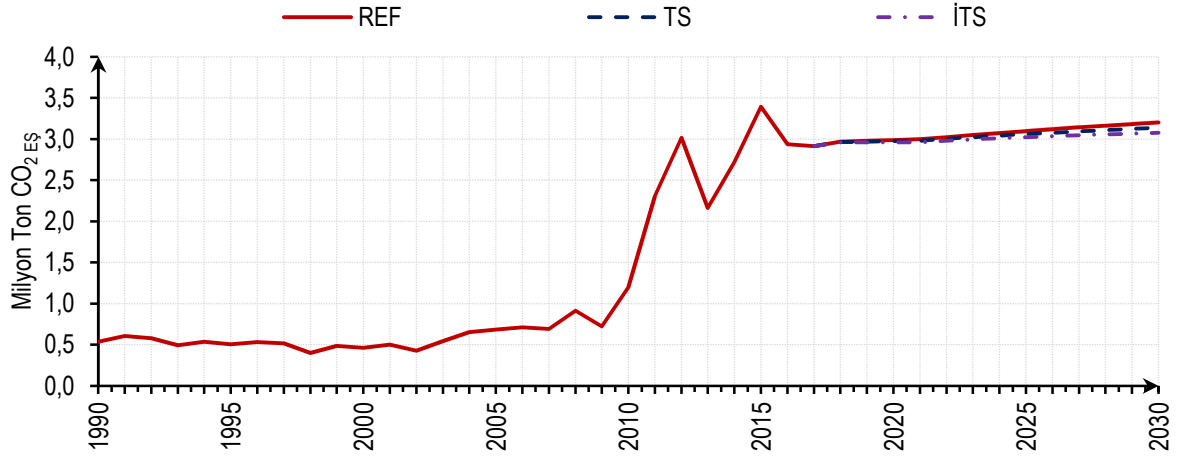
Seramik sektöründe sadece yakıt talebi kaynaklı emisyonlar üzerinden senaryo üretilip hesap yapılmıştır. Sektörün toplam yakıt talebi projeksiyonu Şekil 5.20'de verilmiştir. Gelecek enerji talebi çimento sektörünün enerji talebiyle aynı oranda büyüyeceği varsayılarak hesaplanmıştır. Buna göre REF için 2030 yılı yakıt tahmini 1,41 Milyon TEP, TES'de 1,39 Milyon TEP ve İTS'de 1,36 Milyon TEP olarak tahmin edilmiştir.



Şekil 5.20 Seramik sektörü yakıt talebi projeksiyonu

Yakıt talebi projeksiyonlarına 2017 yılındaki yakıt yüzdeleri sabit kalacağı kabul edilerek emisyon değerleri hesaplanmıştır. Şekil 5.21'de gösterildiği üzere REF senaryosunda 2030 yılı için 3,220 Mt CO<sub>2eş</sub>, TES'de 3,138 Mt CO<sub>2eş</sub> ve İTS'de 3,075 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon değerine ulaşılabileceği tahmin edilmektedir. Senaryolara göre sera gazı azaltımları da TES için 3,201 – 3,138 = 0,071 Mt CO<sub>2eş</sub> ve İTS için de 3,201 – 3,075 = 0,126 Mt CO<sub>2eş</sub> miktarlarına ulaşmaktadır.

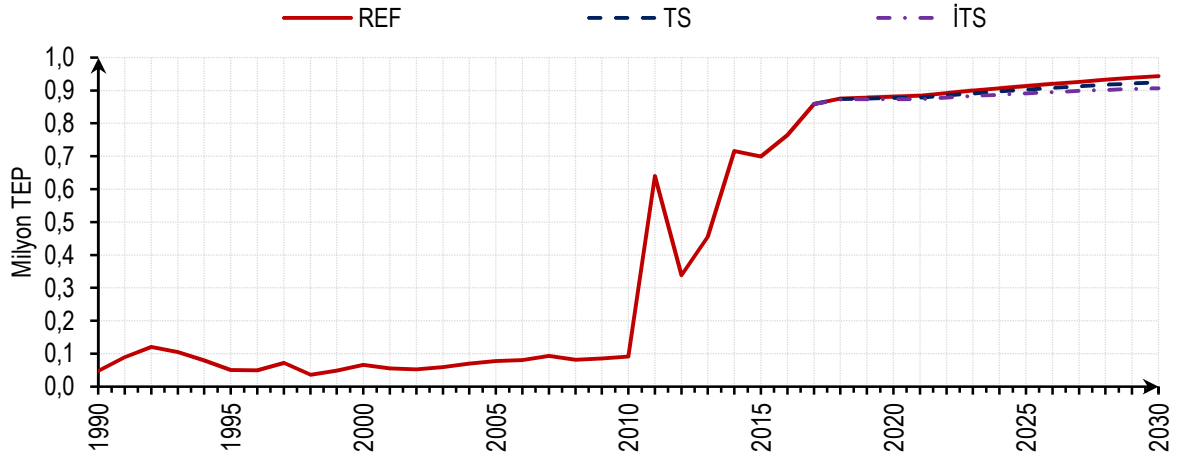
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 5.21 Seramik sektörü yakıt talebi kaynaklı emisyon projeksiyonu

### 5.5. Cam Sektörü

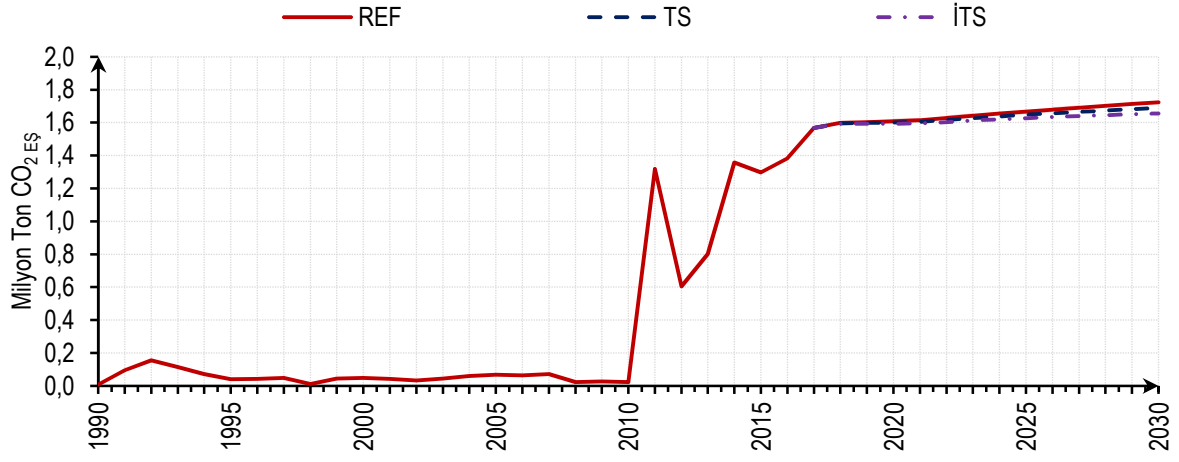
Cam sektöründe seramik sektöründe olduğu gibi sadece yakıt talebi kaynaklı emisyonlar üzerinden senaryo üretilip hesap yapılmıştır. Sektörün toplam yakıt talebi projeksiyonu Şekil 5.22'de verilmiştir. Gelecek enerji talebi çimento sektörünün enerji talebiyle aynı oranda büyüyeceği varsayılarak hesaplanmıştır. Buna göre REF için 2030 yılı yakıt tahmini 0,944 Milyon TEP, TES'de 0,925 Milyon TEP ve İTS'de 0,907 Milyon TEP olarak tahmin edilmiştir.



Şekil 5.22 Cam sektörü yakıt talebi projeksiyonu

Yakıt talebi projeksiyonlarına 2017 yılındaki yakıt yüzdeleri sabit kalacağı kabul edilerek emisyon değerleri hesaplanmıştır. Şekil 5.23'te gösterildiği üzere REF senaryosunda 2030 yılına göre 1,723 Mt CO<sub>2eş</sub>, TS'de 1,689 Mt CO<sub>2eş</sub> ve İTS'de ise 1,655 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon değerine ulaşılacağı tahmin edilmektedir. Bu değerler 2030 yılında TES ve İTS senaryolarının tarihi REF uzatımına göre sırası ile 1,723 – 1,689 = 0,034 Mt CO<sub>2eş</sub> ve 1,723 – 1,655 = 0,068 Mt CO<sub>2eş</sub> miktarlarında SGS azaltımlarına sebep olabileceğini göstermektedir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanunu'na göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

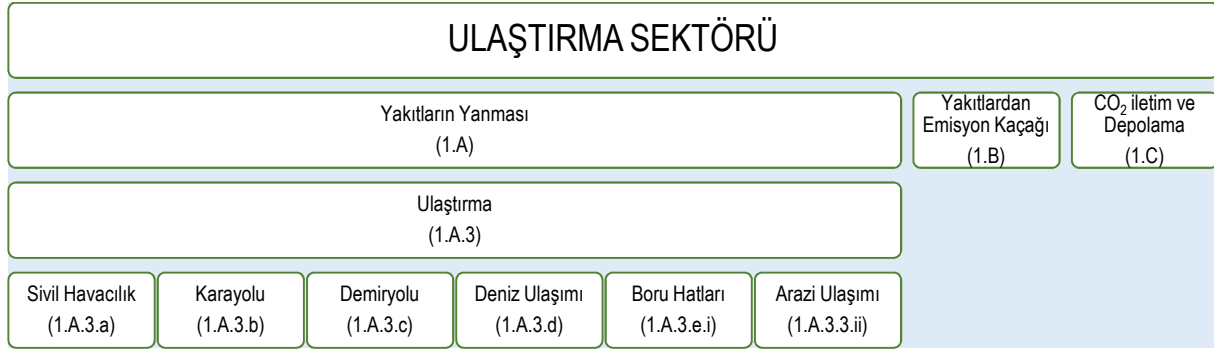


Şekil 5.23 Cam sektörü yakıt talebi kaynaklı emisyon projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

## 6. ULAŞTIRMA SEKTÖRÜ

Ulaştırma sektörü petrol kaynaklı ikincil yakıt tüketimi açısından, artan araç sayısına bağlı olarak sürekli artan bir emisyon trendine sahiptir. Modellemede ulaştırma sektörü yakıtların yanmasından kaynaklı emisyonlara sahip olduğundan ana sınıflandırmada enerji sektörü altında yer almaktadır. Şekil 6.1'de model içerisindeki ulaştırma sektörü ana sınıflandırılması gösterilmektedir. Bu sektörde, karayolu, demiryolu, havayolu ve denizyolu üzerinde yolcu ve yük talebinin dağıtılması karayolu üzerindeki ağırlığın hafifletilmesi ana senaryo hedefleri arasında yer almaktadır.



Şekil 6.1. Ulaştırma sektörü alt kırılım şeması

Üretilen senaryolar kapsamında ulaştırma sektörüne ait emisyon tahminleri Çizelge 6.1'de özetlenmiştir. Karayolu ulaşım modundan demiryolu ve denizyolu ulaşım modlarına geçiş söz konusu olduğundan demiryolu ve denizyolu tedbir senaryolarında kısmi artış görülmektedir.

Çizelge 6.1. Ulaştırma sektörü emisyon tahminleri

| YILLAR | Karayolu                 |        |       | Havayolu                 |       |       | Demiryolu                |      |      | Denizyolu                |      |      |
|--------|--------------------------|--------|-------|--------------------------|-------|-------|--------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|        | REF                      | TES    | İTS   | REF                      | TES   | İTS   | REF                      | TES  | İTS  | REF                      | TES  | İTS  |
|        | Milyon CO <sub>2eş</sub> |        |       | Milyon CO <sub>2eş</sub> |       |       | Milyon CO <sub>2eş</sub> |      |      | Milyon CO <sub>2eş</sub> |      |      |
| 2020   | 97,01                    | 88,51  | 87,05 | 5,31                     | 5,25  | 5,20  | 0,65                     | 0,91 | 0,81 | 1,01                     | 1,64 | 1,64 |
| 2025   | 129,00                   | 99,83  | 95,50 | 8,60                     | 8,19  | 8,02  | 1,05                     | 1,33 | 0,80 | 1,12                     | 3,26 | 3,26 |
| 2030   | 168,68                   | 107,39 | 99,81 | 13,18                    | 11,98 | 11,57 | 1,53                     | 1,37 | -    | 1,26                     | 5,70 | 5,70 |

### 6.1. Karayolu

Karayolu en karmaşık yapıya sahip olan alt sektördür. Yakıt ve motor teknolojilerine göre araç sınıflandırmalarının fazla olması, modelleme yapısının karmaşık olmasına sebebiyet vermiştir.

Karayolu sektörüne ait hesaplamalarda COPERT programından faydalanılmıştır. COPERT programı hava kirlenici emisyonların hesaplanması için, (Emission Inventories and Projections) EMEP/EEA hava kirlenici emisyon envanter rehberini kullanır. Sera gazı emisyonlarının hesaplanmasında metodolojilerin de yer aldığı 2006 IPCC Ulusal Sera Gazı Envanterleri Rehberleri ile uyumludur (Ntziachristos L., Gkatzoflias D., Kouridis C., Samaras Z., 2009). Bu yazılımla yapılan çözümde ayrıntılı veri girişine ihtiyaç duyulmaktadır. TÜİK (2019b) taşıt-km istatistikleri, model yıllarına göre taşıt sayıları, yakıt tipine göre taşıt sayıları ve trafiğe kaydı yapılan otomobillerin motor hacmine göre dağılımları gibi veri takımlarından bu anlamda faydalanılmıştır. Karayolları Genel Müdürlüğü Trafik ve Ulaşım Bilgileri 2004-2017 istatistiki yıllıklarından da devlet yolu, il yolu ve otoyol üzerinde taşıt faaliyetlerini belirlemek için

kullanılmıştır (KGM, 2017).  
Bu belge elektronik ortamda e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

### 6.1.1. Hava Sıcaklığı Tahmini

Soğuk çalıştırma ve buharlaşma emisyonlarının hesabı için en yüksek ve en düşük hava sıcaklık değerlerinin bilinmesi gerekmektedir (Ntziachristos L., Gkatzoflias D., Kouridis C., Samaras Z., 2009). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) illere ait mevsim normalleri (1981-2010) temin edilip ülke ölçeğinde değerlendirilmiştir. Toplam 81 ilde belirlenen meteoroloji istasyonlarındaki en yüksek ve en düşük hava sıcaklık değerleri kullanılarak, aşağıdaki eşitlikler yardımıyla ülke geneli için ortalama hava sıcaklık değeri öngörülmüştür.

$$T_{max} = \sum_{i=1}^{81} T_i \times \frac{n_i}{n_{toplam}}$$

$$T_{min} = \sum_{i=1}^{81} T_i \times \frac{n_i}{n_{toplam}}$$

$T_{max}$  :İllerdeki kayıtlı taşıt sayılarına göre ülke geneli ortalama en yüksek hava sıcaklığı tahmini

$T_{min}$  :İllerdeki kayıtlı taşıt sayılarına göre ülke geneli ortalama en düşük hava sıcaklığı tahmini

$n_i$  :i ilinde trafiğe kayıtlı araç sayısı

$n_{toplam}$  :Türkiye geneli kayıtlı araç sayısı

Yapılan hesaplama sonuçları ortalama bağıl nem miktarları ile beraber en yüksek ve en düşük sıcaklıklar Çizelge 6.2'de sunulmuştur.

Çizelge 6.2. Taşıt Sayısı Ağırlıklı Türkiye Geneli Ortalama Sıcaklık ve Nem Değerleri (1981-2010)

| Aylar   | En Düşük Sıcaklık (°C) | En Yüksek Sıcaklık (°C) | Bağıl Nem (%) |
|---------|------------------------|-------------------------|---------------|
| Ocak    | 1,26                   | 8,82                    | 71,98         |
| Şubat   | 5,99                   | 15,48                   | 69,82         |
| Mart    | 6,37                   | 16,32                   | 63,88         |
| Nisan   | 10,45                  | 23,08                   | 55,57         |
| Mayıs   | 13,11                  | 23,53                   | 63,70         |
| Haziran | 18,37                  | 30,27                   | 55,73         |
| Temmuz  | 20,73                  | 32,50                   | 52,51         |
| Ağustos | 21,55                  | 32,88                   | 56,49         |
| Eylül   | 16,34                  | 27,94                   | 55,99         |
| Ekim    | 12,00                  | 22,93                   | 60,55         |
| Kasım   | 6,16                   | 16,94                   | 61,80         |
| Aralık  | 0,61                   | 7,76                    | 71,26         |

### 6.1.2. Emisyon Standartlarına Göre Taşıt Sayılarının Tahmini

Taşıt türlerine göre toplam taşıt sayıları TÜİK (2019b) tarafından yayınlanan motorlu kara taşıt sayısı istatistiklerinden elde edilmiştir. Ayrıntılı emisyon hesapları için mevcut araç envanterinde kayıtlı araçların hangi emisyon sınıfında olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Bu sebeple, TÜİK (2019b) model yıllarına göre kara taşıt sayısı istatistikleri ve Otomotiv Sanayi Derneği tarafından veri geri dönüşü olarak paylaşılan Türkiye'nin Euro emisyon standartlarına geçiş tarihleri birlikte değerlendirilerek, taşıtların Euro emisyon standartlarına göre sayıları bu kabuller altında tahmini olarak belirlenmiştir.

Türkiye'de motosikletlerin emisyon standartlarına geçiş yılları hakkında bilgi olmadığı için Avrupa ile eş zamanlı geçiş yapıldığı varsayılmıştır. (Ur – 1) (Bkz Çizelge 6.3).

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınzı <https://oy.s.mcgipol.edu.tr/e-imza-linkinden> D7E9E97A6 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



**Çizelge 6.3. Türkiye'nin taşıt cinslerine göre Euro emisyon standartlarına geçiş yılları**

| Taşıt Cinsi         | Euro 1 | Euro 2 | Euro 3 | Euro 4 | Euro 5 | Euro 6 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Otomobil            | 2003   |        |        | 2009   | 2012   | 2018   |
| Kamyonet ve Minibüs | 2003   |        |        | 2009   | 2013   | 2018   |
| Kamyon ve Otobüs    | 2003   |        |        | 2009   | 2012   | 2016   |
| Motosiklet          | 2000   | 2004   | 2007   | 2016   | 2020   |        |

Taşıtların 2016 yılında emisyon standartlarına göre tahmini yüzdelik dağılımı ise Çizelge 6.4'te gösterilmiştir.

**Çizelge 6.4. Taşıt sayılarının emisyon standartlarına göre dağılımı (2016)**

|            | Otomobil | Minibüs | Otobüs | Kamyonet | Kamyon | Motosiklet |
|------------|----------|---------|--------|----------|--------|------------|
| Geleneksel | 37,84    | 35,86   | 34,8   | 22,12    | 45,3   | 23,55      |
| Euro 1     | 18,37    | 27,96   | 26,28  | 31,35    | 22,56  | 2,61       |
| Euro 2     | 0        | 0       | 0      | 0        | 0      | 22,7       |
| Euro 3     | 0        | 0       | 0      | 0        | 0      | 46,02      |
| Euro 4     | 12,34    | 18,24   | 11,67  | 26,08    | 9,65   | 5,12       |
| Euro 5     | 31,45    | 17,94   | 27,26  | 20,44    | 20,23  | 0          |
| Euro 6     | 0        | 0       | 0      | 0        | 2,26   | 0          |
| Toplam     | 100      | 100     | 100    | 100      | 100    | 100        |

#### 6.1.3. Yakıt Türlerine Göre Taşıt Sayıları

Yakıt türlerine göre taşıt sayısı istatistikleri TÜİK (2019b)'den alınarak taşıtların yakıt türlerine göre yüzdelik dağılımları Çizelge 6.5'te gösterilmiştir.

**Çizelge 6.5. Taşıt sayılarının yakıt Türlerine göre dağılımı (2016)**

|            | Otomobil | Minibüs | Otobüs | Kamyon | Kamyonet | Motosiklet |
|------------|----------|---------|--------|--------|----------|------------|
| Benzin     | 26,79    | 2,15    | 0,84   | 0,87   | 2,72     | 99,28      |
| Dizel      | 33,61    | 97,11   | 97,05  | 98,41  | 94,63    | 0,23       |
| CNG        | 0        | 0       | 1,36   | 0,01   | 0        | 0          |
| LPG        | 39,23    | 0,25    | 0,01   | 0,01   | 2,41     | 0,01       |
| Hibrit     | 0        | 0       | 0      | 0      | 0        | 0          |
| Elektrik   | 0,01     | 0       | 0,01   | 0      | 0        | 0,27       |
| Bilinmeyen | 0,37     | 0,48    | 0,73   | 0,7    | 0,24     | 0,2        |
| Toplam     | 100      | 100     | 100    | 100    | 100      | 100        |

#### 6.1.4. COPERT Türkiye Modeli İçin Taşıt Cinslerinin Belirlenmesi

COPERT Türkiye modeli için taşıt cinslerine uygun model sınıfları aşağıdaki değerlendirmelere uygun olarak belirlenmiş ve Çizelge 6.6'da özetlenmiştir.

Otomobiller için 2012-2016 yılları arasında TÜİK (2019b) tarafından yayınlanan trafiğe kaydı yapılanların motor hacimlerine göre dağılımı istatistiklerinden elde edilmiştir. TÜİK (2019b) istatistiklerine göre trafiğe kaydı yapılan otomobillerin %34,2'si 1400cc'den küçük, %64,3'ü 1400cc ile 2000cc arasında, %1,5'i 2000cc'den büyük motor hacmine sahiptir. Motor hacmi 1400cc'den küçük, 1400cc ile 2000cc arasında ve 2000cc'den büyük sınıflardaki gruplar için modeldeki karşılığı olan küçük, orta ve büyük sınıf segment seçimi yapılmıştır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evragınızı <https://eobys.medipol.edu.tr/e-imza/ninkinden/D7B0DB55X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Minibüs ve kamyonet cinsi taşıt sınıfları için ortalama ağırlık üzerinden yapılan varsayımla hafif ticari araçların yer aldığı N1-III segmenti tercih edilmiştir.

Kamyon kategorisinin seçiminde 2010-2014 yılları arasında yapılan ağır taşıt trafiği etüt sonuçlarına göre rijit kamyonların ortalama yüklü ağırlığı 16,6 ton olduğu düşünülerek ağır taşıtların 14-20 t segmenti, kamyon+römorkların ortalama yüklü ağırlığı 28,9 ton olduğu düşünülerek ağır taşıtların 28-34 t segmenti seçilmiştir (KGM, 2016).

Otobüs kategorisinin belirlenmesinde ortalama yüklü ağırlık üzerinden hareketle standart şehirlerarası otobüsleri için uygun olacağı düşünülen 15-18 ton segmenti tercih edilmiştir.

Motosiklet kategorisi seçiminde trafiğe kayıtlı motosikletlerin büyük çoğunluğu 250 cm<sup>3</sup> 'ten küçük motor hacmine sahip olduğu düşünülerek motor hacmi < 250 cm<sup>3</sup> segmenti seçilmiştir.

**Çizelge 6.6. Taşıt cinslerine göre COPERT Türkiye modeli varsayımları**

| Taşıt Cinsi         | Kategori             | Yakıt                           | Segment                                     | Euro Standardı                    |
|---------------------|----------------------|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| Otomobil            | Binek Araçlar        | Benzin, Dizel, Hibrit. LPG, CNG | Küçük, Orta, Büyük Sınıf                    | Geleneksel, Euro 1,2,3,4,5,6      |
| Minibüs ve Kamyonet | Hafif Ticari Araçlar | Dizel, Benzin                   | N1-III                                      | Geleneksel, Euro 1,2,3,4,5,6      |
| Rijit Kamyon        | Ağır Yük Kamyonları  | Dizel, Benzin                   | Rijit 14 - 20 t                             | Geleneksel, Euro I,II,III,IV,V,VI |
| Kamyon+Römork       | Ağır Yük Kamyonları  | Dizel, Benzin                   | Römorklu 28 -34 t                           | Geleneksel, Euro I,II,III,IV,V,VI |
| Otobüs              | Otobüsler            | Dizel, Benzin                   | Standart Kent Otobüsleri 15 - 18 t          | Geleneksel, Euro I,II,III,IV,V,VI |
| Motosiklet          | L-Kategori           | Benzin, Dizel                   | Dört Zamanlı Motosiklet<250 cm <sup>3</sup> | Geleneksel, Euro 1,2,3,4,5,6      |

#### 6.1.5. Taşıtların Kat Ettiği Yıllık Ortalama Mesafelerin Belirlenmesi

Taşıtların kat ettiği yıllık ortalama mesafelerin belirlenmesi için 2015, 2016 ve 2017 yılları için TÜİK (2019b) tarafından yayınlanmıştır (Bkz. Çizelge 6.7).

**Çizelge 6.7. Taşıtların kat ettiği yıllık ortalama mesafeler (TÜİK)**

| Taşıt Cinsi       | Ortalama yıl-km |        |        |
|-------------------|-----------------|--------|--------|
|                   | 2015            | 2016   | 2017   |
| Otomobil (Benzin) | 9.185           | 9.622  | 9.671  |
| Otomobil (Dizel)  | 16.348          | 17.740 | 17.220 |
| Otomobil (LPG)    | 11.158          | 11.497 | 11.599 |
| Minibüs           | 25.105          | 26.396 | 28.172 |
| Kamyonet          | 16.954          | 17.845 | 18.659 |
| Kamyon            | 42.232          | 45.735 | 50.114 |
| Rijit Kamyon*     | 42.232          | 45.735 | 50.114 |
| Kamyon+Römork*    | 42.232          | 45.735 | 50.114 |
| Otobüs            | 43.457          | 44.491 | 50.141 |
| Motosiklet        | 3.799           | 3.766  | 3.817  |

\*TÜİK tarafından kamyon için, ortalama yıl-km bilgisi verilmiştir. Rijit Kamyon ve Kamyon+Römork taşıtları için ayrı ayrı yapılamamış olup, verilen kamyon istatistik bilgisi her iki taşıt cinsi için de aynı kabul edilmiştir.

Bu belge 6.1.6. Taşıtların Devlet Yolu, İl Yolu ve Otoyol Üzerindeki Ortalama Hızlarının Belirlenmesi başlıklı bölümde imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

KGM'nin yayınladığı trafik ve ulaşım bilgileri istatistikleri, karayollarında hız istatistikleri, uzman görüşleri ve yol türüne göre yasal hız sınırları gibi kaynaklardan faydalanılarak Çizelge 6.8'de listelenen kabuller yapılmıştır (KGM, 2017).

**Çizelge 6.8. Taşıt cinslerine göre devlet yolu, il yolu ve otoyollardaki ortalama hız kabulleri (km/sa)**

| Taşıt Cinsi   | Şehir İçi Yollar<br>(Devlet Yollarının<br>%10'luk kısmı)* | Devlet Yolları** | İl Yolları*** | Otoyollar |
|---------------|---|------------------|---------------|-----------|
| Otomobil      | 30  | 90,7             | 78            | 120       |
| Minibüs       | 30  | 90,7             | 78            | 100       |
| Kamyonet      | 30  | 90,7             | 78            | 95        |
| Rijit Kamyon  | 30  | 74,4             | 71            | 90        |
| Kamyon+Römork | 30  | 73,6             | 64            | 90        |
| Otobüs        | 30  | 85,9             | 73            | 100       |
| Motosiklet    | 30  | 90,7             | 78            | 100       |

\*Şehir içinde trafik sebebiyle ortalama hızların azalması varsayılmıştır. Devlet yollarının %10'luk kısmının şehir içinde olduğu varsayılarak hız değerleri 30 km/sa olarak kabul edilmiştir.

\*\*KGM' nin 2016 yılı Trafik ve Ulaşım Bilgileri yayınından yararlanılarak ağırlıklı ortalama hız değerlerinin elde edilmesiyle tespit edilmiştir.

\*\*\*KGM' nin Karayollarında Hız yayınından yararlanılarak elde edilmiştir.

### 6.1.7. Taşıt Faaliyetlerine Bağlı Enerji Tüketimleri

Karayolu modeli altyapısı şehir içi ve şehirlerarası şeklinde kurulmuştur. Karayolu taşıtlarının mevcut hız verileri ve emisyon standartlarındaki araç dağılımları dikkate alınarak REF senaryosu için taşıtların birim enerji tüketimleri elde edilmiştir. Şehir içi ortalama hız değerinin 5 km/sa artırılması ve hurda teşvikiyle araçların emisyon standartlarının iyileştirilmesi stratejileri uygulanarak TES ve İTS senaryolarında kullanılan birim enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Taşıtlara ait istatistikler ve kabuller doğrultusunda COPERT programıyla hesaplama yapılarak elde edilen birim enerji tüketimi değerleri Çizelge 6.9 'de gösterilmiştir.

**Çizelge 6.9. Taşıtların kilometre başına enerji tüketimleri**

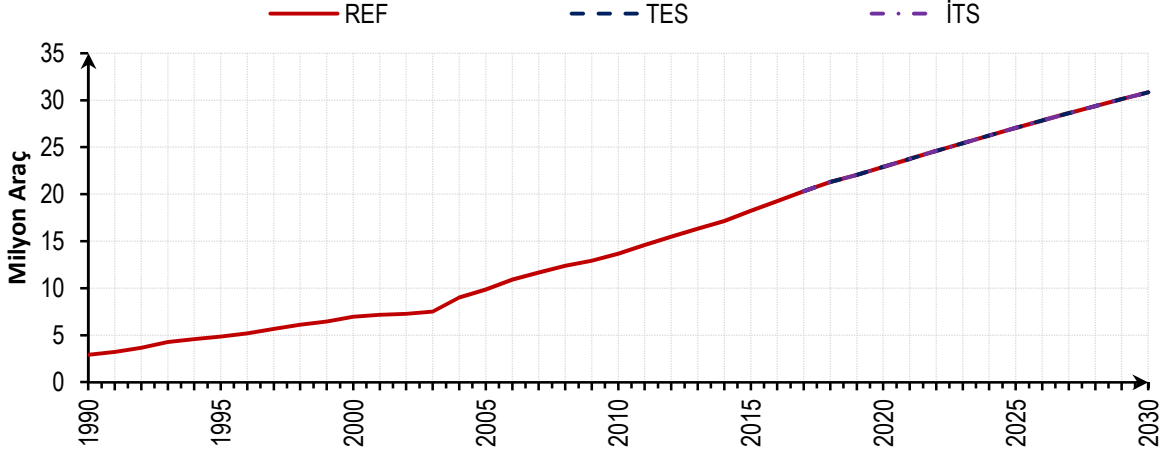
| Taşıt Cinsi         | Yakıt  | Şehir İçi (REF) | Şehir İçi (TES,İTS) |
|---------------------|--------|-----------------|---------------------|
| Otomobil            | Benzin | 2.72            | 2.50                |
|                     | Dizel  | 2.11            | 2.06                |
|                     | Hibrit | 1.80            | 1.78                |
|                     | LPG    | 2.71            | 2.54                |
|                     | CNG    | 2.66            | 2.63                |
| Hafif Ticari Araç   | Benzin | 3.29            | 3.09                |
|                     | Dizel  | 3.38            | 3.20                |
| Ağır Yük Kamyonları | Benzin | 6.48            | 6.44                |
|                     | Dizel  | 8.83            | 8.01                |
| Otobüs              | Dizel  | 9.16            | 8.82                |
|                     | CNG    | 26.64           | 26.64               |
| Motosiklet          | Benzin | 1.06            | 0.87                |
|                     | Dizel  | 1.33            | 1.33                |

### 6.1.8. Taşıt Sayılarının Tahmin Edilmesi

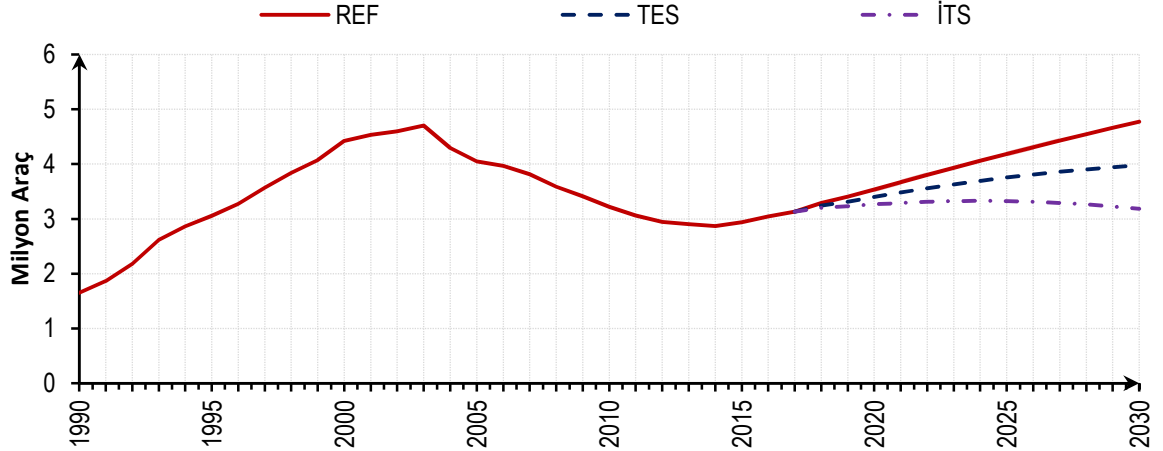
Taşıtların sayılarının tahmini için her taşıt cinsinin nüfus ile olan ilişkisi dikkate alınmıştır. Nüfusa bağlı regresyon modeli kurularak taşıtların 2030 yılı tahmini sayıları elde edilmiştir. REF, TES ve İTS için tahmini taşıt sayıları aynı kabul edilmiştir. Buna göre 2030 yılında toplam taşıt sayısının yaklaşık 30 milyon olacağı öngörülmektedir (Bkz. Şekil 6.2). Toplam taşıt sayıları elde edildikten sonra yakıt türlerine göre dağılımlarının aynı kalması kabulüyle REF senaryosu tespit edilmiştir. Hibrit ve elektrikli

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin ALTIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrakinizi <https://eys.medipol.edu.tr/e-imza/makalesi/1719013228> yolu ile doğrulayabilirsiniz.

araçların katılımı göz önüne alınarak TES ve İTS'de taşıtların yakıt türüne göre dağılımı değiştirilmiştir. Tedbir senaryosu Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının 2035 yılı için düşük azimli senaryosu (Toplam otomobil parkındaki elektrikli otomobil oranı %3 ve hibrit otomobil oranı %15 öngörüsü) doğrultusunda belirlenmiştir. İlave tedbirler senaryosunun belirlenmesinde ise yine bu bakanlığının 2035 yılı için yüksek azimli senaryosu (Toplam otomobil parkındaki elektrikli otomobil oranı %10 ve hibrit otomobil oranı %25 öngörüsü) kullanılmıştır. Bu doğrultuda 2030 yılında benzinli otomobillerin sayısı REF senaryosunda 4,8 milyon iken TES'de 4,0 milyon ve İTS'de yaklaşık 3,2 milyon olması beklenmektedir (Bkz. Şekil 6.3).



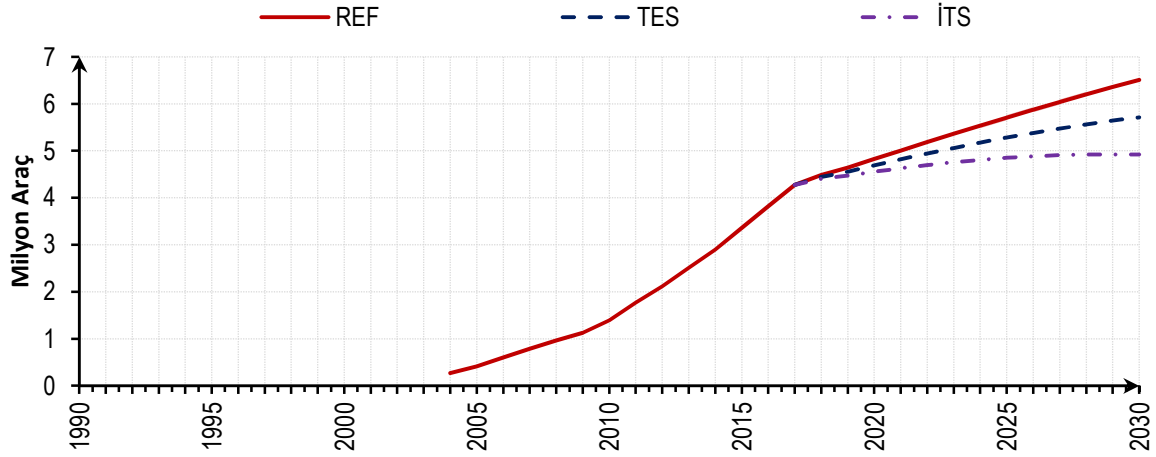
Şekil 6.2. Taşıtların toplam sayısının projeksiyonu



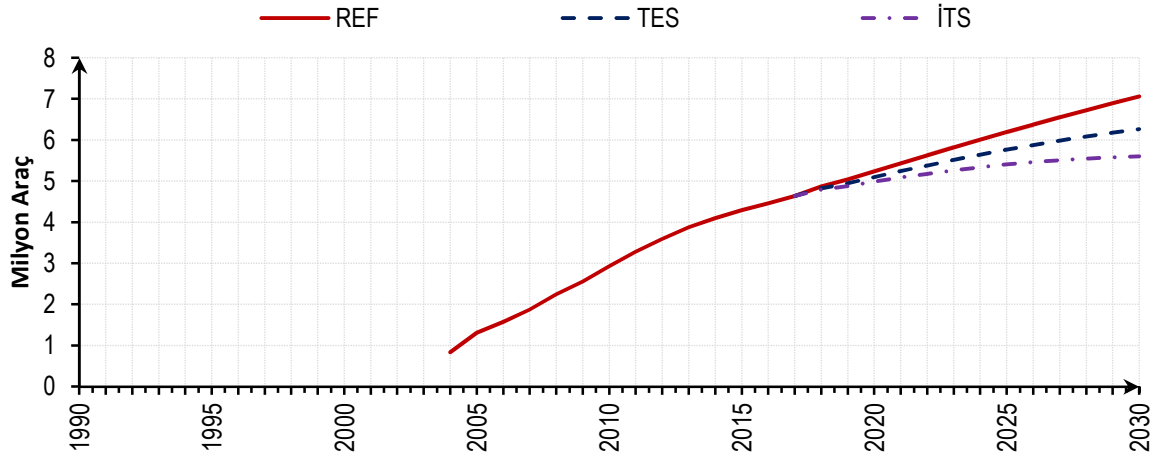
Şekil 6.3. Benzinli otomobil sayısının projeksiyonu

Hibrit ve elektrikli otomobillerin otomobil parkındaki yüzdesinin artışıyla dizel ve LPG'li otomobillerin sayılarının da TES ve İTS'de azaltılması hedeflenmektedir. Bu bağlamda 2030 yılında dizel otomobil sayısı REF senaryosunda 6,5 milyon iken TES ve İTS'de sırasıyla 5,7 ve 4,9 milyon olması öngörülmektedir (Bkz. Şekil 6.4). 2030 yılında LPG'li otomobillerin sayıları ise REF, TES ve İTS'de sırasıyla 7,1, 6,3 ve 5,6 milyon olarak saptanmıştır (Bkz. Şekil 6.5).

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

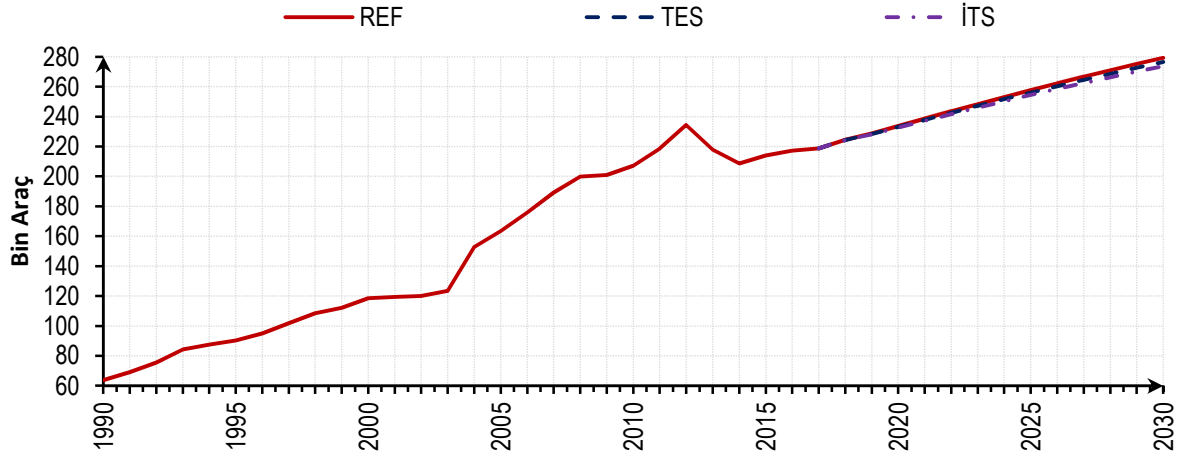


Şekil 6.4. Dizel otomobil sayısı projeksiyonu



Şekil 6.5. LPG'li otomobil sayısı projeksiyonu

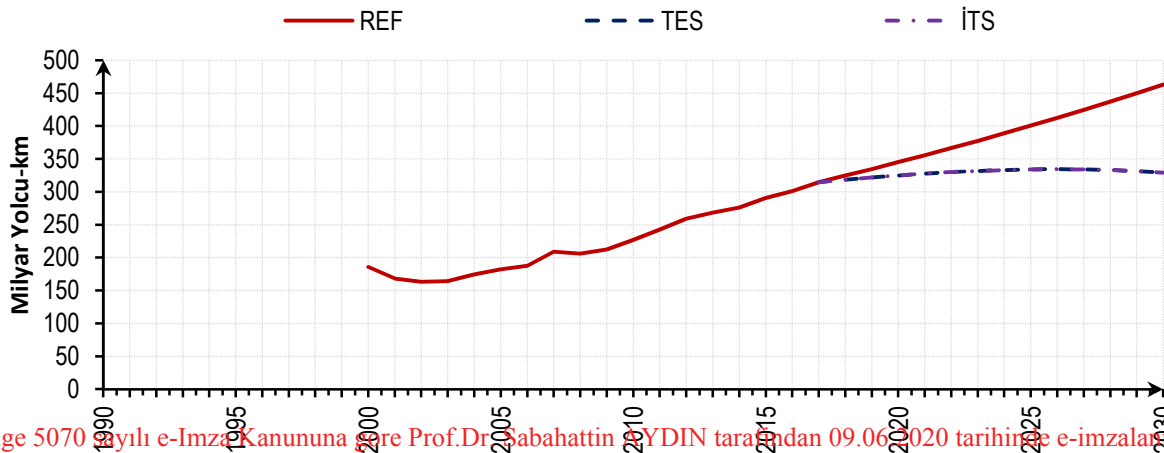
Otobüsler için de benzer yaklaşımla elektrikli araçların katılımı göz önüne alınarak TES ve İTS senaryolarında taşıtların yakıt türüne göre dağılımı değiştirilmiştir. Örneğin REF senaryosunda toplam otobüs sayısı içerisinde %0,03 mertebelerinde paya sahip olan elektrikli otobüslerin payının TES'de %1'e çıkarılması, İTS'de ise %2'ye çıkarılması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda 2030 yılında dizel otobüslerin sayısı REF senaryosunda 279 bin iken TES ve İTS'de sırasıyla 276 bin ve 274 bin olması beklenmektedir (Bkz. Şekil 6.6).



Şekil 6.6. Dizel otobüs sayısı projeksiyonu

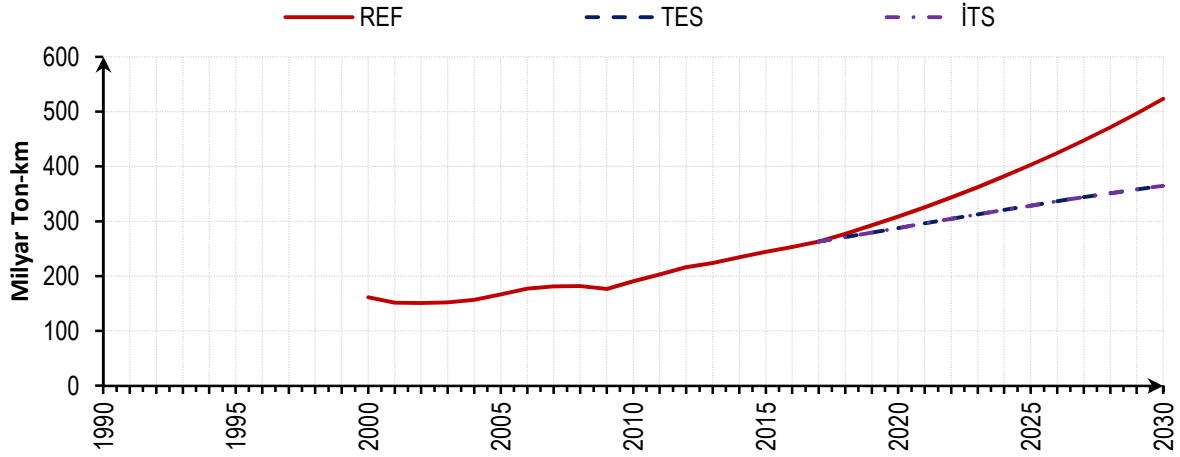
### 6.1.9. Taşıt Faaliyetlerinin Saptanması

Taşıtların faaliyetleri bakımından analizi yolcu taşımacılığı ve yük taşımacılığı şeklinde ayrı ayrı ele alınmıştır. Tüm ulaştırma modlarını içeren toplam yolcu-km ve ton-km istatistikleri nüfus artışına ve ulaşım ihtiyacına bağlı olarak artması beklenmektedir. Bu bağlamda uzatımı yapılan toplam yolcu-km ve ton-km verileri her senaryoda kullanılmak üzere ortaya konmuştur. Toplam yolcu ve yük taşımaları her ulaşım moduna stratejiler uygulanarak paylaştırılmıştır. REF senaryosu 2019 yılında yayınlanan On Birinci Kalkınma Planı'nda yer alan Lojistik ve Ulaştırma Sektörü Hedefleri doğrultusunda 2023 yılında karayolu yolcu taşımacılığının karasal (Karayolu+Demiryolu) yolcu taşımacılığı içerisindeki payının %96,2, karayolu yük taşımacılığının karasal (Karayolu+Demiryolu) yük taşımacılığı içerisindeki payının %90 olması durumu göz önüne alınarak hazırlanmıştır (Bkz. Şekil 6.7-6.8). Yolcu ve yük taşımacılığı REF senaryosunda Ulaşan ve Erişen Türkiye 2019 yılı raporunun 2023 yılı karayolu yolcu kilometre ve ton kilometre öngörülerini kullanılmıştır (UAB, 2019). TES ve İTS'de Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi'nde yer alan ulaştırma ve iletişim stratejisi 2023 yılı hedefleri uygulanmıştır (ÇŞB, 2018). Toplam yolcu taşımacılığında karayolu payının %72 olması, toplam yük taşımacılığında karayolu payının %74 olması hedefleri dikkate alınarak Şekil 6.7 ve Şekil 6.8 elde edilmiştir.



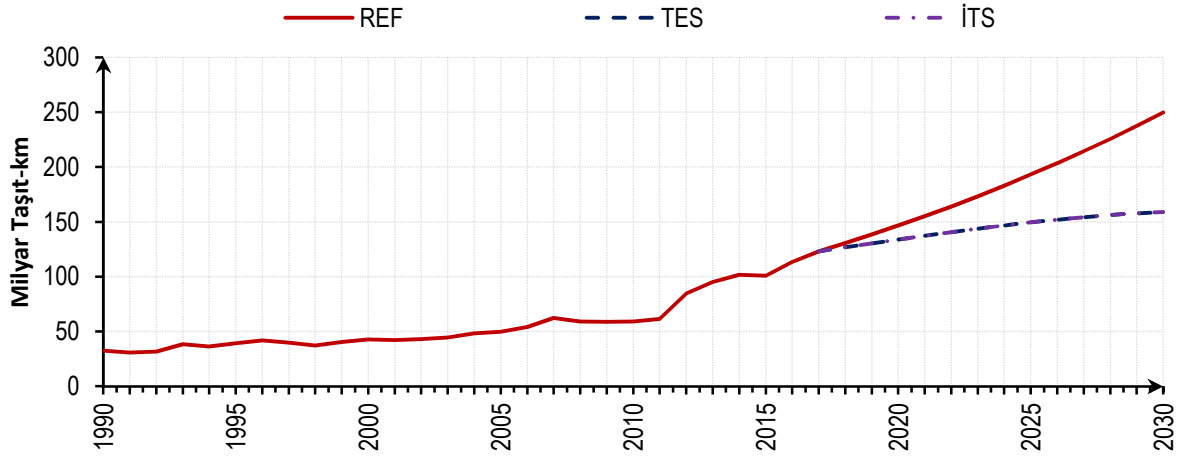
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin YEDİN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 6.7. Karayolu yolcu-km projeksiyonu



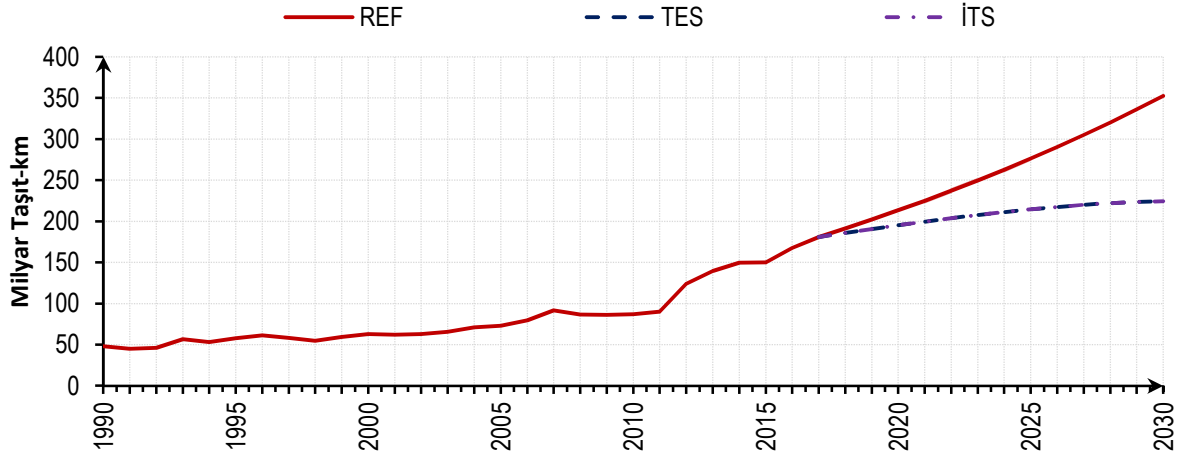
Şekil 6.8. Karayolu ton-km projeksiyonu

Yolcu ve yük taşımacılığında karayolu payının değişimiyle şehir içi ve şehirlerarası taşıt faaliyetlerine olan talebin azaldığı Şekil 6.9 ve Şekil 6.10'da açıkça görülmektedir. Burada yer alan REF senaryosu Ulaşan ve Erişen Türkiye 2019 yılı raporunun 2023 yılı karayolu taşıt km öngörülerini (172 milyar taşıt-km) doğrultusunda hazırlanmıştır (UAB, 2019). Raporla belirtilen bu değer KGM'nin de istatistikî yıllıklarında yayınlamış olduğu şehirlerarası faaliyetleri ifade etmektedir. Yolcu ve yük taşımacılığı içinde karayolunun payı, taşıt sayıları, şehir içi ve şehirlerarası taşıt faaliyetleri gibi parametrelerin LEAP programında modellenmesiyle TES ve İTS projeksiyonları saptanmıştır (Bkz. Şekil 6.9-6.10).



Şekil 6.9. Karayolu şehirlerarası taşıt faaliyetleri projeksiyonu

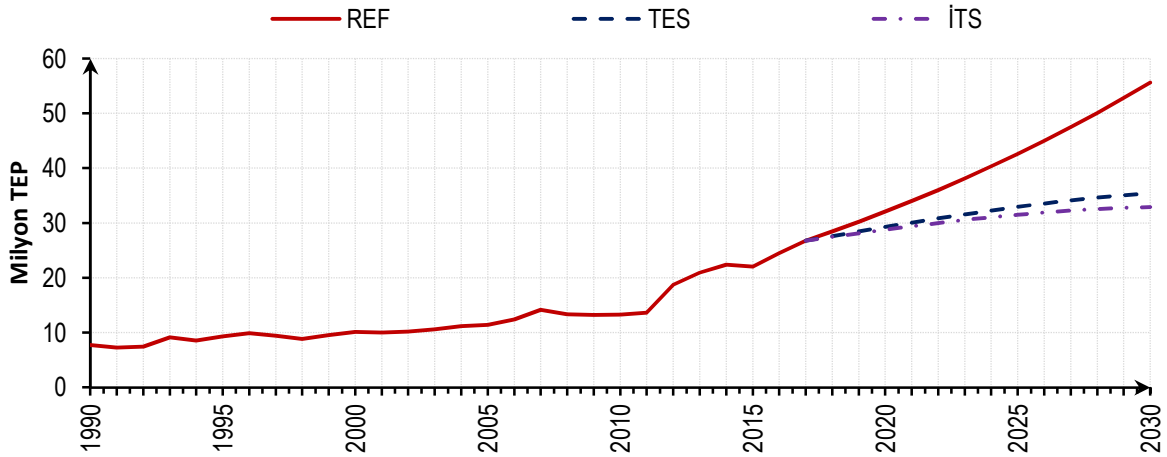
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 6.10. Karayolu şehir içi taşıt faaliyetleri projeksiyonu

#### 6.1.10. Yakıt Talebi

Yakıt türlerine göre taşıt sayıları, taşıt faaliyetleri ve birim araç başına enerji tüketimleri kullanılarak her taşıt cinsi için ayrı ayrı yakıt talebi (Ör. Benzinli, dizel taşıtlar) hesaplanmıştır. Toplam yakıt talebi TEP cinsinden elde edilerek 2030 yılına kadar taşıtların enerji talepleri belirlenmiştir (Bkz. Şekil 6.11). Buna göre 2030 yılında REF için 55,6 Milyon TEP enerji talebi olacağı görülmektedir. Diğer taraftan, TES ve İTS için 35,4 Milyon TEP ve 32,9 Milyon TEP enerji talebi tahmin edilmiştir.



Şekil 6.11. Taşıtların enerji talebi projeksiyonu

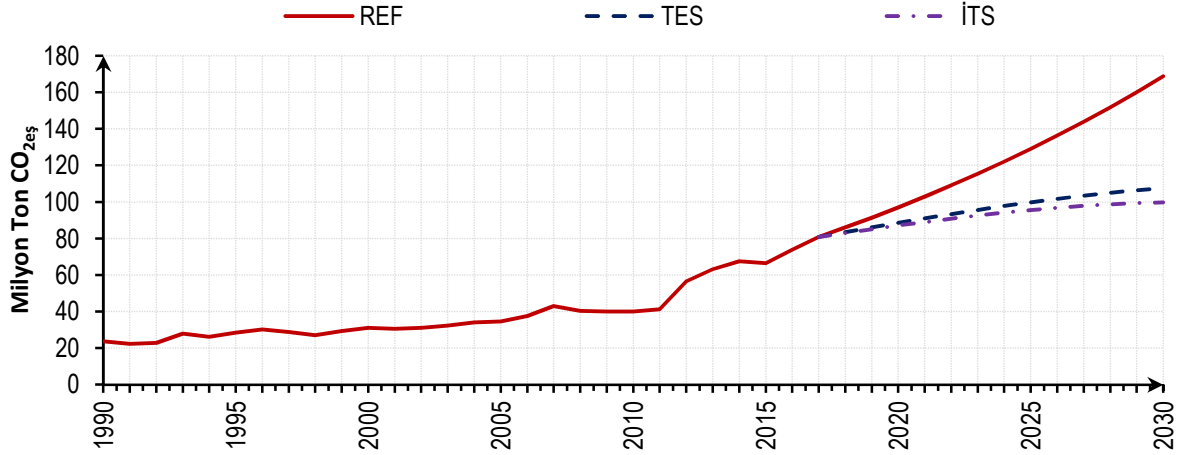
Yukarıdaki bilgilerden yararlanarak ve yakıt türlerine ait emisyon faktörleri kullanılarak toplam emisyon projeksiyonu, LEAP modeli uygulanması sonucunda Şekil 6.12'de görüldüğü gibi ortaya çıkmaktadır. Buna göre karayolu taşıtlarından kaynaklı emisyon miktarları, yukarıdaki senaryolar çerçevesinde 2030 yılında REF için 168,7 MtCO<sub>2eş</sub>, TES için 107,4 MtCO<sub>2eş</sub> ve İTS için ise 99,8 MtCO<sub>2eş</sub> değerlerine ulaşacağı hesaplanmıştır. Böylece karayolu taşıtlarından kaynaklı SGS azaltım miktarlarını 2030 yılı için TES ve İTS'ye karşı gelen değerler sırası ile 168,7 - 107,4 = 61,3 MtCO<sub>2eş</sub> ve 168,7 - 99,8 = 68,9 MtCO<sub>2eş</sub> kadardır.

Bu bulguların ışığında İstanbul Bölgesi Karayolu Taşıtlarından Kaynaklı SGS Azaltım Miktarlarını 2030 yılı için TES ve İTS'ye karşı gelen değerler sırası ile 61,3 ve 68,9 MtCO<sub>2eş</sub> olarak tahmin edilmiştir. Evraksiz TEP/İTS mekânizması için ayrı bir çalışmada (7B.35X) Kula ile ilgili tahminler yapılmıştır.



### Emisyon Hesabına Etki Eden Üzerinde Senaryo Üretilen Parametreler

- Yolcu-km
- Ton-km
- Yakıt türlerine göre araç sayısı (share)
- Taşıt-km
- Nüfus
- Toplam enerji talebi



Şekil 6.12. Karayolu taşıtları kaynaklı toplam emisyon projeksiyonları

## 6.2. Havayolu

Havayolu modeli, sivil havacılık faaliyetleri içerisinde bulunan tüm uçakların iniş-kalkış ve düz uçuş (cruise) yaparlarken harcamış oldukları yakıt miktarları göz önünde tutularak ortaya çıkarılmıştır. Uçakların modellerine göre birim enerji tüketimleri ve emisyon faktörleri için IPCC'den yararlanılmıştır (IPCC,2006). İniş-kalkış esnasındaki yakıt tüketimleri uçak tiplerine göre ayrı ayrı modellenerek hesaplanmıştır. Uçak tipine göre yakıt tüketimleri Çizelge 6.10'da verilmiştir. Düz uçuş yaparken harcanan enerji tüm uçak tipleri için ortak ve eşit olarak kabul edilmiştir.

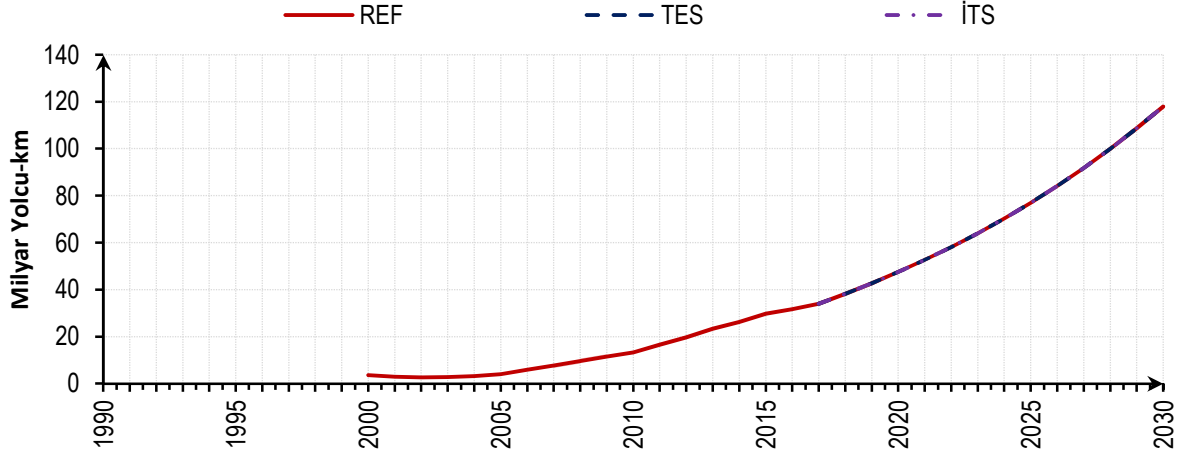
Çizelge 6.10. Uçak tiplerine göre iniş-kalkış esnasında yakıt tüketimleri

| Uçak Tipleri      | Birim Enerji Tüketimi (TJ/İniş-Kalkış) |
|-------------------|--|
| B738              | 0,039248                               |
| A321              | 0,042816                               |
| A320              | 0,034342                               |
| B737              | 0,034788                               |
| A333              | 0,099458                               |
| A332              | 0,099458                               |
| A319              | 0,032558                               |
| B734              | 0,034788                               |
| B752              | 0,061102                               |
| B77W              | 0,114176                               |
| A20N              | 0,034342                               |
| B739              | 0,039248                               |
| C172 ve Diğerleri | 0,003122                               |

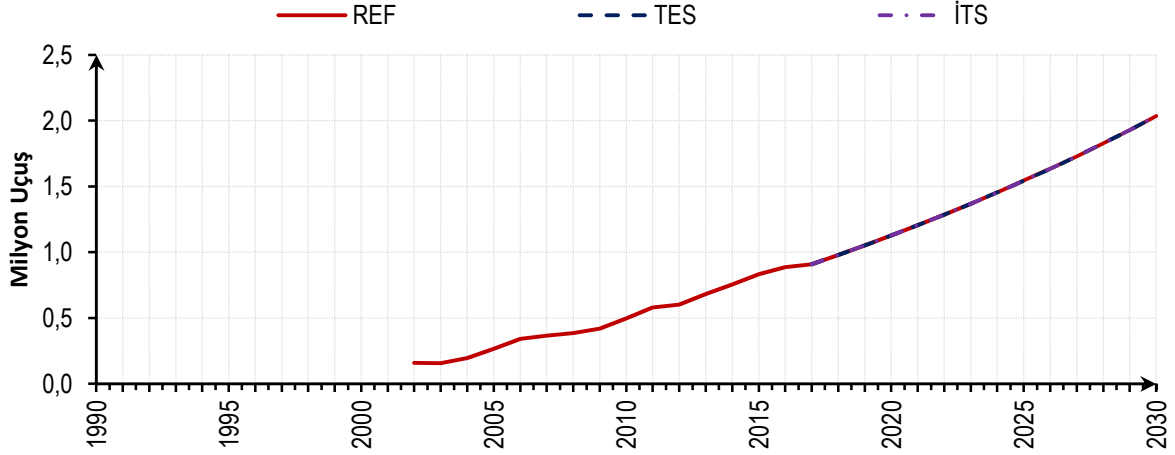
### 6.2.1. Uçak Trafiği Faaliyetlerinin Saptanması

Uçakların faaliyetleri bakımından analizi yolcu taşımacılığı ve yük taşımacılığı şeklinde ayrı ayrı ele alınmıştır. Ancak yük taşımacılığındaki payı çok düşük ve ihmal edilebilir düzeyde olduğundan yolcu taşımacılığındaki payına odaklanılmıştır. Toplam yolcu taşımacılığında havayolunun payı giderek artmaktadır. 2018 yılında yayınlanmış Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi'nde yer alan ulaştırma ve

iletişim stratejisi 2023 yılı hedeflerine bakıldığında havayolunun %14'lük paya sahip olması beklenmektedir (ÇŞB, 2018). Bu strateji REF senaryosu, TES ve İTS'de aynı kabul edilerek bunun üzerinden havayolu yolcu-km değerleri hesaplanmıştır (Bkz. Şekil 6.13). Yolcu taşımacılığı ile uçak trafiğinin ilişkisi incelenip uygun regresyon modeli kurularak uçak trafiği tahmin edilmiştir (Bkz. Şekil 6.14).



Şekil 6.13. Havayolu yolcu taşımacılığı projeksiyonu



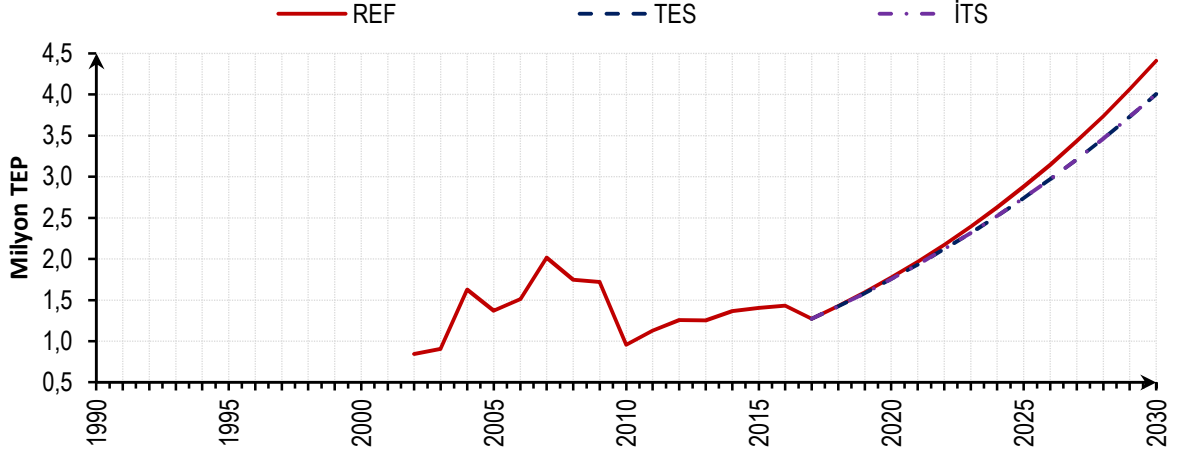
Şekil 6.14. Uçak trafiği projeksiyonu

### 6.2.2. Yakıt Talebi

Havayolu toplam yakıt talebi REF senaryosu için uçak trafiği ve birim enerji tüketimi verileri yardımıyla hesaplanmıştır. Tedbir senaryosunda ilave olarak Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (The International Air Transport Association-IATA) beklentisi doğrultusunda enerji verimliliğindeki yıllık %1,5'luk iyileşme dikkate alınmıştır (IATA, 2015). Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün (The International Civil Aviation Organization-ICAO) ve Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği'nin (The International Air Transport Association-IATA) havacılıkta biyoyakıt kullanımına ilişkin önemli hedefleri bulunmaktadır. IATA tarafından 2015 yılında yayınlanmış "Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı Yol Haritası" dokümanı bu hedefler için her iki kuruluş tarafından ortak kaynak olarak gösterilmektedir. Raporun içeriğinde, havacılıkta alternatif yakıt kullanım oranının 2025 yılına kadar Almanya'da %10'a, 2050 yılına kadar Avrupa Birliği'nde %40'a ulaşması amaçlanmaktadır (IATA, 2015). Bu bağlamda Türkiye'nin de Avrupa Birliği'nin artış eğilimini takip ederek 2030 yılına kadar yaklaşık %10 alternatif yakıt kullanım

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre P101-E2. Sayısının AITD'n tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır.  
Evrakın İmza: Hava Yolları Genel Müdürlüğü - İstanbul - T.C. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü - Ankara

oranına ulaşabileceği öngörüsü İTS'de uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 6.15'te görüldüğü gibi 2030 yılında havayolu enerji talebi REF senaryosunda 4,41 Milyon TEP, TES ve İTS'de 4,01 Milyon TEP olarak LEAP modelinden hesaplanmıştır.

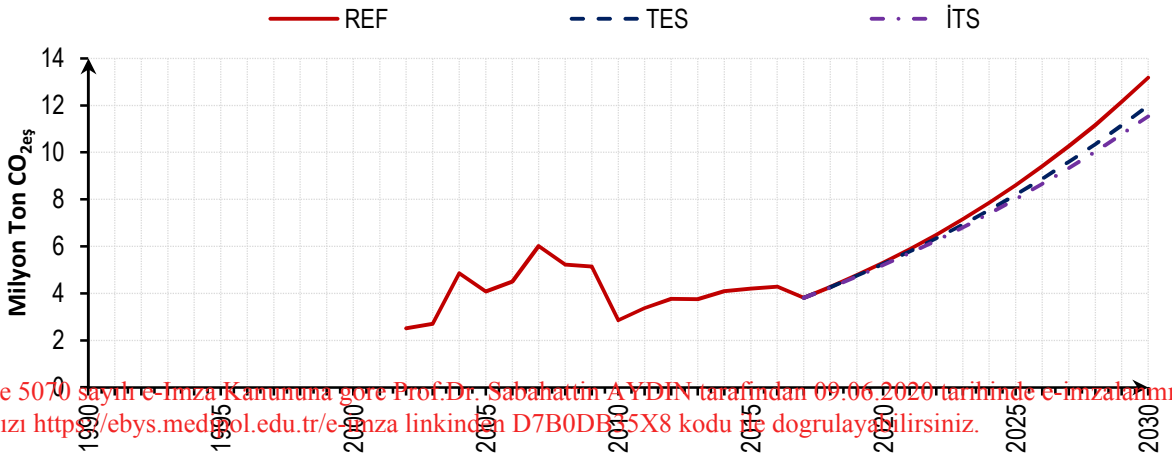


Şekil 6.15. Uçakların toplam enerji talebi projeksiyonu

Emisyon hesabına etki eden parametreler aşağıda listelenmiştir. Üretilen senaryo ve kabuller dahilinde sivil havacılık kaynaklı emisyon tahminleri Şekil 6.16'da verilmiştir. Burada, 2000 yılı öncesi uçak iniş-kalkış istatistikleri mevcut olmadığı için bu yıllar arasında emisyon hesabı yapılamamıştır. Enerji talebi üzerinden kabul edilen büyüme rakamlarının etkisi doğrudan benzer oranlarda emisyon değerleri üzerine yansımıştır. İlave olarak İTS'de uygulanan havacılıkta biyoyakıt kullanımının etkisi Şekil 6.16'da sunulmuştur. Buna göre 2030 yılına kadar REF senaryosunda 13,2 Mt CO<sub>2eş</sub>, TES ve İTS'de sırasıyla 12,0 Mt CO<sub>2eş</sub> ve 11,5 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon değerlerine ulaşılacağı öngörülmektedir. Bu değerler temel REF senaryosuna göre SGS azaltımı olarak 2030 yılında TES'de 1,2 Mt CO<sub>2eş</sub> ve İTS'de 1,6 Mt CO<sub>2eş</sub> değerleri hesaplanmaktadır.

#### Emisyon Hesabına Etki Eden Üzerinde Senaryo Üretilen Parametreler

- Toplam enerji talebi
- Birim yakıt tüketimi
- İniş-kalkış tahmini
- Yolcu-km



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kararına göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrağımızı <http://ebys.medipol.edu.tr/e-İmza> linkinden D7B0DBF5X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

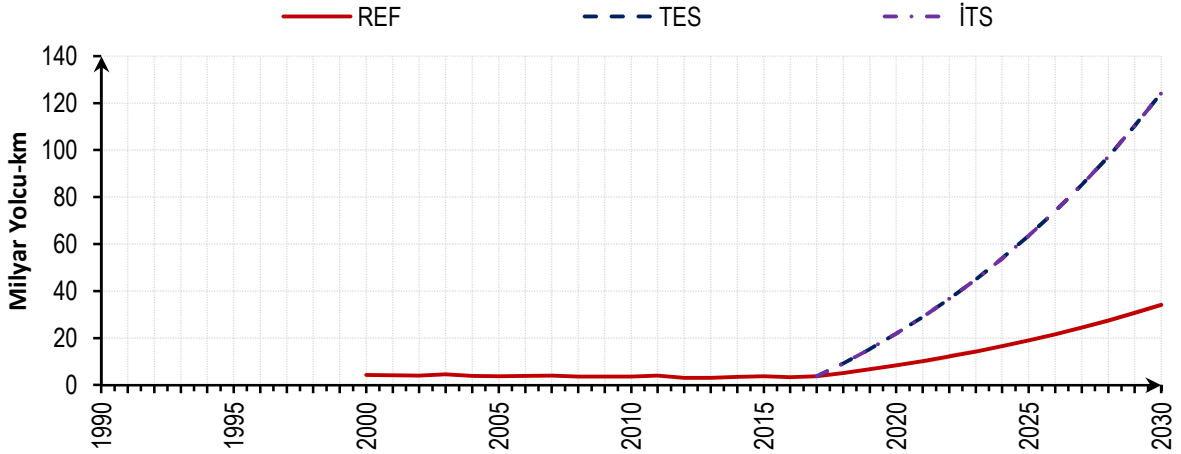
Şekil 6.16. Sivil havacılık kaynaklı toplam emisyon projeksiyonları

### 6.3. Demiryolu

Demiryolu sektörü önce yolcu ve yük taşımacılığına göre alt sektöre ayrılmıştır. Ayrılan her bir sektör yakıt tüketimlerine göre (Dizel ve Elektrik) tekrar ikiye ayrılmıştır. Yakıt türlerine göre yolcu ve yük trenleri de kendi içerisinde lokomotif ve dizi olarak ikiye ayrılmıştır. Elektrikli trenler içerisinde Yüksek Hızlı Tren (YHT) ayrı bir kategori olarak tanımlanmıştır. Trenlerin sınıflandırılmasına göre yolcu ve yük taşımacılığı aktivite verileri için 1999-2017 zaman aralığında her yıl açıklanan TCDD İstatistik Yıllıkları'ndan yararlanılmıştır (TCDD, 2017). Yolcu ve yük taşımacılığının tren kilometrelerle olan ilişkisi regresyon modeliyle ortaya konarak tren faaliyetleri belirlenmiştir.

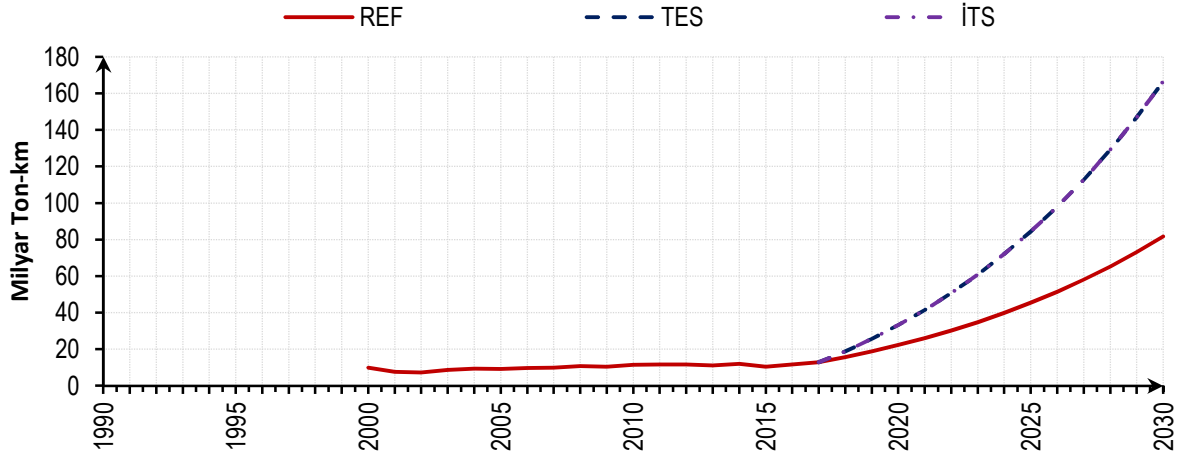
#### 6.3.1. Tren Faaliyetlerinin Saptanması

Yolcu ve yük taşımacılığında demiryolunun payı karayoluna göre oldukça düşüktür. Sera gazı emisyonları bakımından çok daha çevreci olan demiryolu modunun toplam taşımacılık içerisindeki payının artırılması hedeflenmektedir. Bu hususta REF senaryosu, 11. Kalkınma Planı'nda yer alan Lojistik ve Ulaştırma Sektörü Hedefleri doğrultusunda demiryolu yolcu taşımacılığının karasal (Karayolu+Demiryolu) yolcu taşımacılığı içerisindeki payının 2023 yılında %3,8 olması durumu göz önüne alınarak hazırlanmıştır (Bkz. Şekil 6.17). Benzer şekilde demiryolu yük taşımacılığının karasal (Karayolu+Demiryolu) yük taşımacılığı içerisindeki payının 2023 yılında %10 olması durumuna göre kararlaştırılmıştır (Bkz. Şekil 6.18). TES ve İTS'de Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi'nde yer alan ulaştırma ve iletişim stratejisi 2023 yılı hedefleri kullanılmıştır (ÇŞB, 2018). Toplam yolcu taşımacılığında demiryolu payının %10 olması, toplam yük taşımacılığında demiryolu payının %15 olması hedefleri dikkate alınarak Şekil 6.17 ve Şekil 6.18 elde edilmiştir.



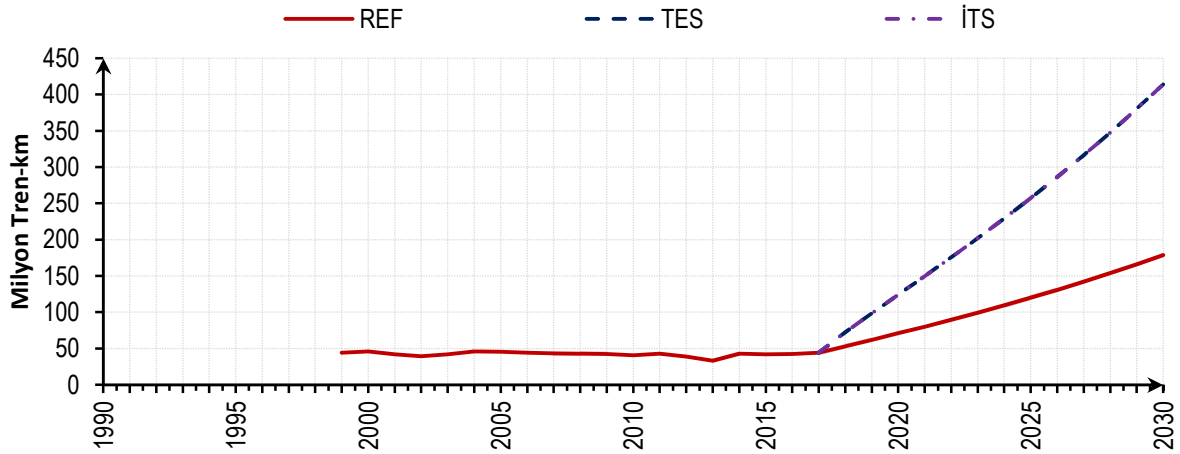
Şekil 6.17. Demiryolu yolcu taşımacılığı projeksiyonları

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 6.18. Demiryolu yük taşımacılığı projeksiyonları

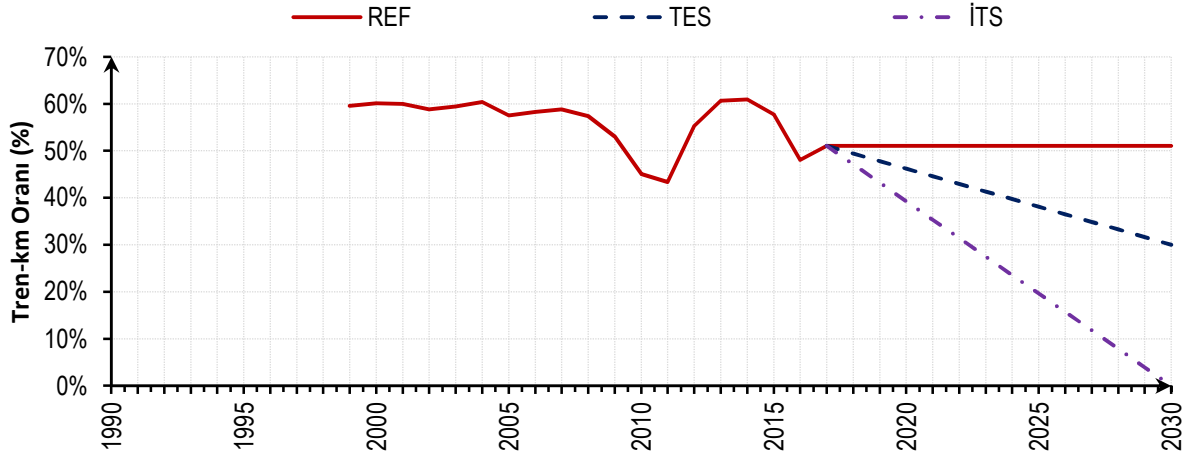
Demiryolu yolcu ve yük taşımacılığı faaliyetlerinden yola çıkılarak tren sınıflarına göre tren kilometre tahmini yapılmıştır. LEAP modelinden elde edilen toplam tren-km projeksiyonu Şekil 6.19'da verilmiştir. Buna göre toplam tren faaliyetlerinin REF senaryosunda 179 Milyon tren kilometreye, demiryolunun toplam taşımacılık içerisinde payının artışıyla da TES ve İTS'de 414 Milyon tren kilometreye ulaşacağı öngörülmüştür.



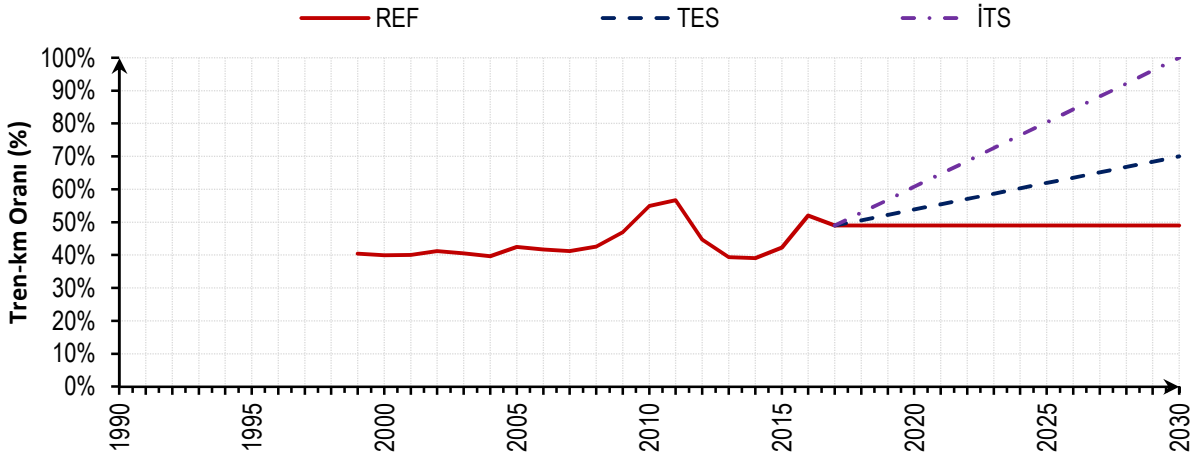
Şekil 6.19. Toplam tren-km projeksiyonları

Tren sınıflarına göre REF senaryosu tespit edilirken mevcut tren sınıflarının toplam tren kilometredeki payları aynı kabul edilip projeksiyon yapılmıştır. TES ve İTS için tren faaliyetleri hesaplanırken 11. Kalkınma Planı lojistik hedeflerinde belirtilen 2023 yılına kadar elektrikli hat oranının %77'ye ulaşma stratejisi göz önüne alınmıştır. Elektrikli hat oranının artışıyla toplam tren kilometre içerisinde elektrikli trenlerin payı giderek artacaktır. Bu durum dikkate alındığında 2030 yılına kadar elektrikli trenlerin toplam tren faaliyetlerinde %70 ve %100'lük paya ulaşma senaryoları sırasıyla TES ve İTS'de uygulanmıştır. Yolcu treni faaliyetlerinin yakıt türüne göre tren kilometre oranları Şekil 6.20 ve Şekil 6.21'de ifade edilmiştir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

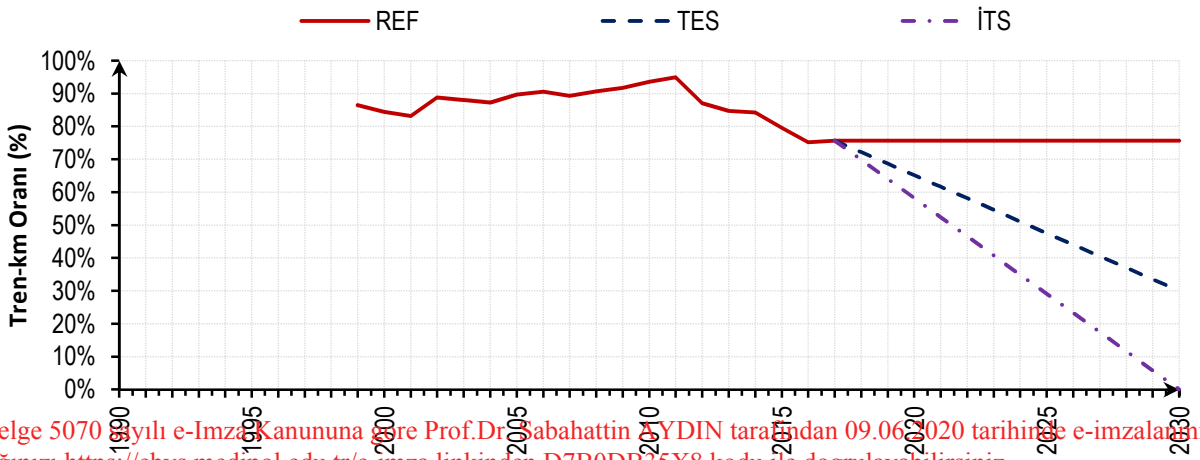


Şekil 6.20. Dizel yakıtlı yolcu trenlerinin tren-km oranı projeksiyonları



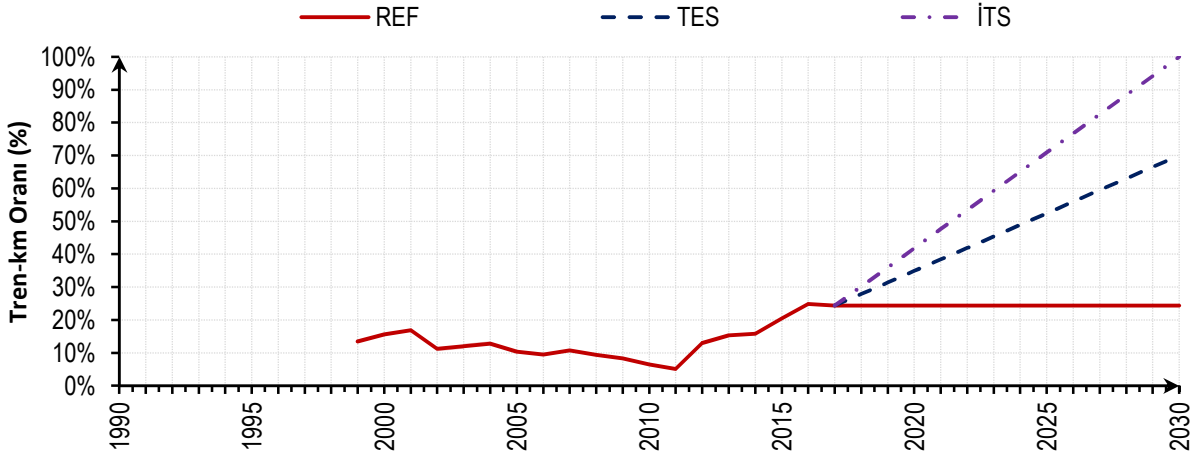
Şekil 6.21. Elektrikli yolcu trenlerinin tren-km oranı projeksiyonları

Yolcu taşımacılığına benzer şekilde yük taşımacılığı için de aynı kabuller uygulanarak hesap yapılmıştır. Yük treni faaliyetlerinin yakıt türüne göre tren kilometre oranları Şekil 6.22 ve Şekil 6.23'de gösterilmiştir.



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr.Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

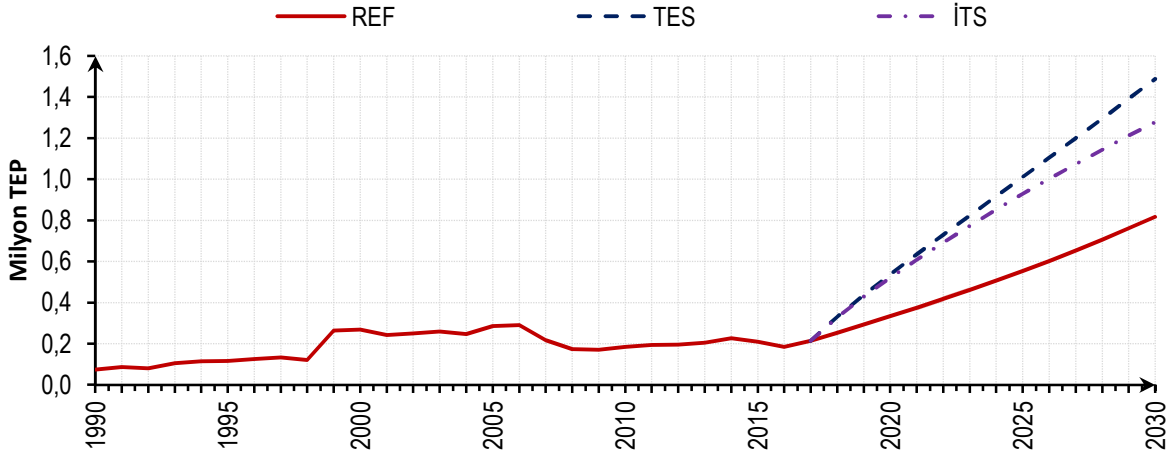
Şekil 6.22. Dizel yakıtlı yük trenlerinin tren-km oranı projeksiyonları



Şekil 6.23. Elektrikli yük trenlerinin tren-km oranı projeksiyonları

### 6.3.2. Yakıt Talebi

Dizel (0,00439 TEP/tren-km) ve elektrikli (0,0013 TEP/tren-km) trenlere ait enerji yoğunlukları için 1999-2017 zaman aralığında her yıl yayımlanan TCDD İstatistik Yıllıkları kullanılmıştır (TCDD, 2017). Elektrikli ve dizelli trenlerin yakıt tüketimleri ve gelecek projeksiyonu, enerji yoğunluğunun tren kilometre değerleriyle çarpılması sonucu elde edilmiştir. Buna göre toplam enerji talebi (Elektrik ve Dizel) 2030 yılına gelindiğinde 0,82 Milyon TEP değerine ulaşacağı tahmin edilmiştir. Tren kilometre parametreleri üzerindeki senaryoların enerji talebine etkisi sonucu TES ve İTS için enerji talepleri sırasıyla 1,49 ve 1,28 Milyon TEP sınırlarında olacağı görülmüştür (Bkz. Şekil 6.24).



Şekil 6.24. Elektrikli ve dizelli trenlerin toplam yakıt talebi projeksiyonu

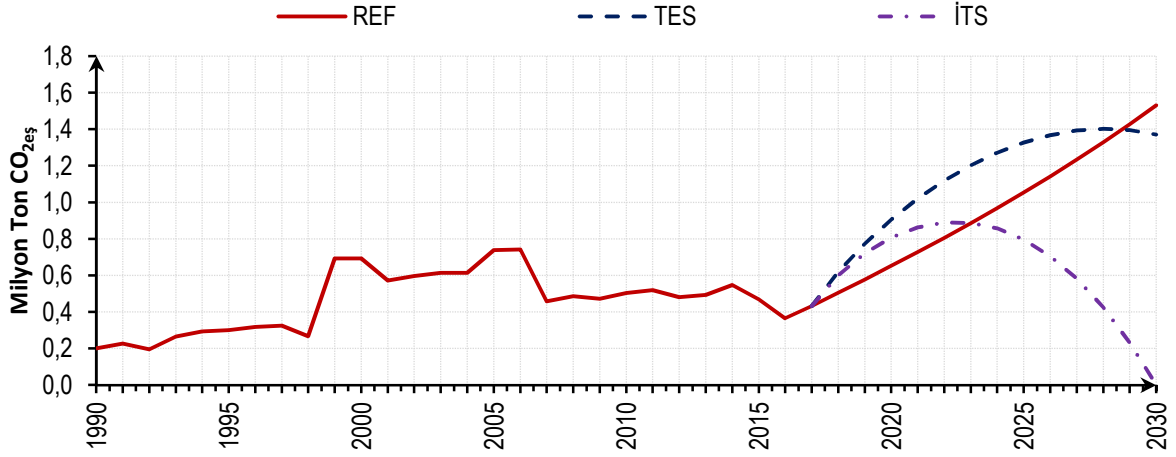
Emisyon hesapları ve projeksiyonlarında yukarıda açıklanan parametreler üzerindeki senaryolar doğrudan etki etmektedir. Senaryolarda kullanılan parametrelerin listesi aşağıda sunulmuştur. Özellikle, aktivite payları üzerinde üretilen senaryo emisyon tahminlerine en büyük etkiyi yaptığı görülmektedir. Dizel kullanımının 2030 yılına kadar sürekli azaltılması ve hatta İTS için sıfırlanması, demiryolu talebindeki artışa rağmen emisyon değerlerini azaltıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Dizel talebinin artmasına karşı, elektrik talebinin artması sonucu ortaya çıkacak elektrik üretimi kaynaklı emisyon payları, elektrik çevriminden hesaplanıp dağıtılacaktır. Şekil 6.25'te 2030 yılı için REF senaryosunda 1,53 MtCO<sub>2eş</sub> değerine ulaştığı gözlenmektedir. TES'de tren kilometrelerdeki talep artışı

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrakinizi: <https://ebvs.medipol.edu.tr/e-Imza/Linkinden/D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

elektrikli hat oranı artışından daha fazla olacağından emisyonların artışı üzerinden azalma söz konusudur. Bu doğrultuda 2030 yılında TES'de 1,37 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon ortaya çıkması beklenirken İTS'de dizelli tren faaliyetlerinin sınırlanmasıyla demiryolu kaynaklı emisyonlar sıfıra indirilmiştir (Bkz. Şekil 6.25).

#### Emisyon Hesabına Etki Eden Üzerinde Senaryo Üretilen Parametreler

- Yolcu-km
- Ton-km
- Tren-km
- Birim yakıt tüketimi
- Aktivite Yüzdesi (Pay)



Şekil 6.25. Demiryolu toplam emisyon projeksiyonu

## 6.4. Denizyolu

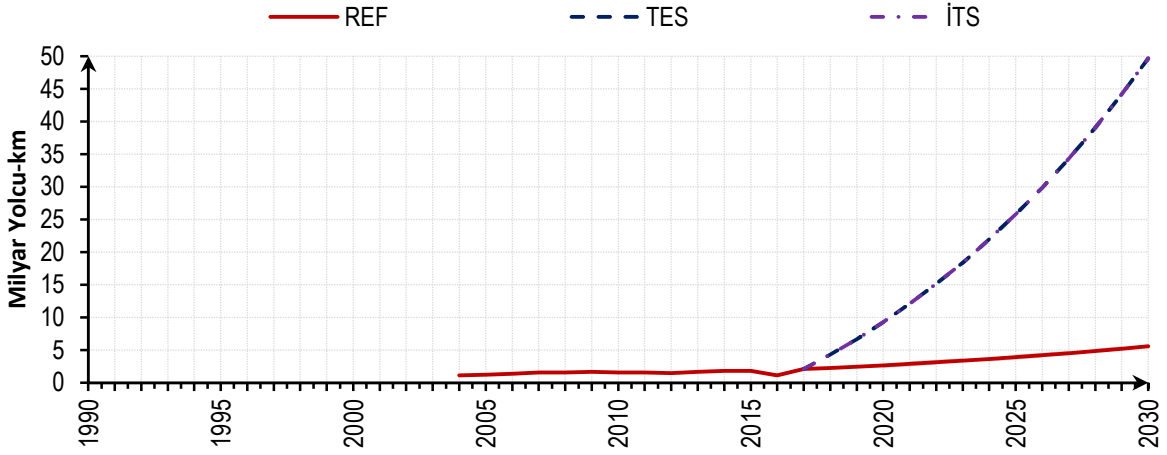
Denizyolu kabotaj hattı içerisinde hem yük hem de yolcu taşımacılığı içerisinde çok yüksek paya sahip değildir. Temel strateji olarak karayolu üzerindeki yolcu ve yük taşımacılığının payının azaltılıp demiryolu ve denizyolu üzerine dağıtılması ulaştırma sektörü ana hedefleri arasında yer almaktadır. Denizyolu yolcu-km ve ton-km değerleri 2017 yılında yayımlanan TCDD yıllık istatistiklerinden elde edilmiştir (TCDD, 2017). TCDD yıllık istatistiklerinde yalnızca demiryoluna ait veriler paylaşılmayıp aynı zamanda denizyoluna ait istatistikler de verilmektedir.

### 6.4.1. Denizyolu Faaliyetlerinin Saptanması

Yolcu ve yük taşımacılığının projeksiyonu için 2018 yılında yayınlanmış Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi'nde yer alan ulaştırma ve iletişim stratejisi 2023 yılı hedeflerine bakılmıştır (ÇŞB, 2018). Buna göre yolcu taşımacılığında denizyolu payının %4'e, yük taşımacılığındaki payının ise %10'a çıkarılması hedeflenmektedir. TES ve İTS bu hedefler doğrultusunda hazırlanarak mevcut durum ve yolcu-km projeksiyonu Şekil 6.26'da gösterilmektedir. REF senaryosunda 2030 yılında yaklaşık 5,6 Milyar Yolcu-km değerine, TES ve İTS'de ise talep artışı sonucunda 49,6 Milyar Yolcu-km hedefine ulaşacağı tahmin edilmiştir.

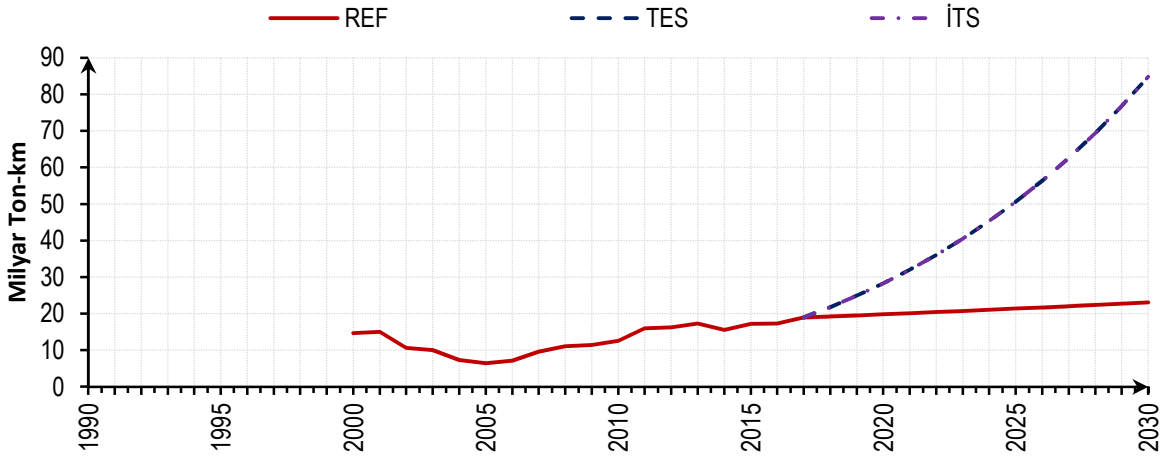
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.





Şekil 6.26. Denizyolu yolcu taşımacılığı projeksiyonu

Yolcu taşımacılığına benzer şekilde yük taşımacılığının projeksiyonu için de Ulusal Ulaştırma Ana Planı'nda yer alan 2023 yılı hedeflerine bakılmıştır. Buna göre yük taşımacılığında denizyolu payının %10'a çıkarılması hedeflenmektedir. TES ve İTS bu hedefler doğrultusunda hazırlanarak mevcut durum ve ton-km projeksiyonu Şekil 6.27'de gösterilmektedir. REF senaryosunda 2030 yılında yaklaşık 23,1 Milyar Ton-km değerine, TES ve İTS'de ise 84,8 Milyar Ton-km hedefine ulaşacağı tahmin edilmiştir.

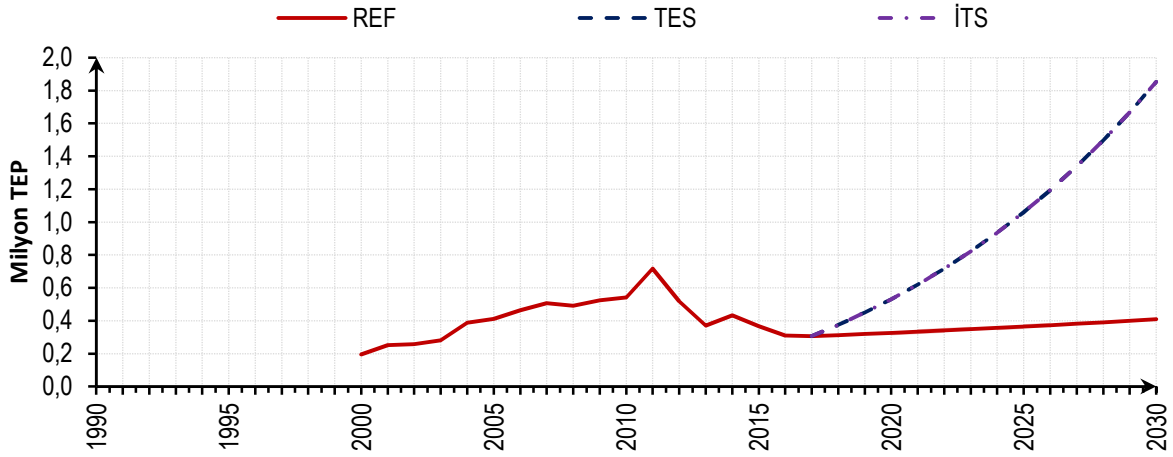


Şekil 6.27. Denizyolu yük taşımacılığı projeksiyonu

#### 6.4.2. Yakıt Talebi

Yolcu ve yük taşımacılığında birim yakıt tüketimi gemilerin motor güç ve gros-ton büyüklüğüne göre değişmektedir. Bu aşamada model içerisinde toplam yakıt talebi ortalama birim yakıt tüketimi üzerinden yolcu-km ve ton-km değerleri kullanılarak projeksiyonu yapılmıştır. Şekil 6.28 denizyolunda 2030 yılına kadar muhtemel enerji talebini göstermektedir. REF senaryosunda yaklaşık 0,4 Milyon TEP, TES ve İTS'de ise 1,9 Milyon TEP enerji talebi olacağı tahmin edilmektedir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

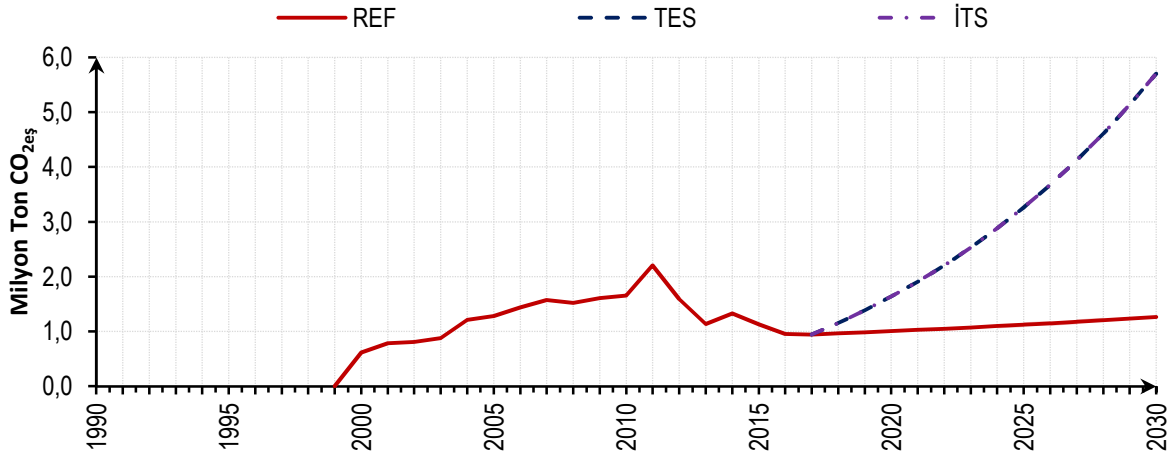


Şekil 6.28. Denizyolu toplam enerji talebi projeksiyonu

Yukarıda açıklanan temel senaryo beklentileri doğrultusunda meydana gelebilecek yakıtların yanması kaynaklı denizyolu muhtemel emisyon projeksiyonları Şekil 6.29'da gösterilmiştir. Emisyon tahmini için üzerinde senaryo geliştirilen parametreler aşağıda listelenmiştir. Buna göre REF senaryosunda 2030 yılına gelindiğinde toplamda 1,3 Mt CO<sub>2eş</sub> emisyon değerlerine yaklaşacağı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan, artan talebin doğal sonucu olarak TES ve İTS'de muhtemel emisyon miktarları 2030 5,7 Mt CO<sub>2eş</sub> olarak gerçekleşmesi beklenmektedir.

#### Emisyon Hesabına Etki Eden Üzerinde Senaryo Üretilen Parametreler

- Toplam enerji talebi
- Yolcu-km
- Ton-km
- Birim yakıt tüketimi
- Aktivite Yüzdesi (Pay)



Şekil 6.29. Denizyolu toplam emisyon projeksiyonu

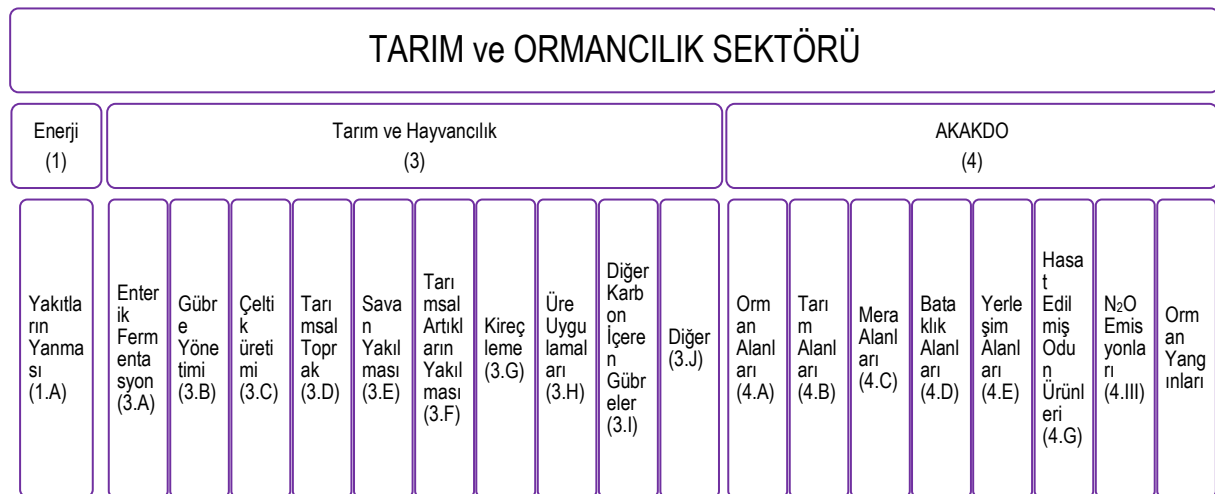
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

## 7. TARIM VE ORMANCILIK SEKTÖRÜ

Tarım ve Ormanlık aktivite sayısı bakımından en yoğun sektörlerden birisidir. Sektör modeli temel olarak Şekil 7.1'de görüldüğü gibi 3 alt sınıfa ayrılmıştır. Tarım ve Ormanlık sektörünün enerji talebi ve buna bağlı emisyonlar, enerji sektörü altında modellenmektedir. Tarım ve Hayvancılık faaliyetleri Tarım kategorisi altında modellenmiştir. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişimi ve Ormanlık (AKAKDO) ise ayrı bir sınıf olarak modellenmiştir. Üretilen senaryolar kapsamında tarım sektörüne ait emisyon tahminleri Çizelge 7.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 7.1. Tarım sektörü emisyon tahminleri (Mt CO<sub>2</sub>eş)

|                      | Yıllar | 2020  | 2025  | 2030  |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|
| Enterik Fermantasyon | REF    | 41,56 | 50,52 | 59,80 |
|                      | TES    | 37,07 | 42,89 | 53,98 |
|                      | İTS    | 36,84 | 42,13 | 52,52 |
| Gübre Yönetimi       | REF    | 8,63  | 10,34 | 12,07 |
|                      | TES    | 8,53  | 10,01 | 11,47 |
|                      | İTS    | 8,53  | 10,01 | 11,47 |
| Çeltik Yetiştirme    | REF    | 0,31  | 0,36  | 0,42  |
|                      | TES    | 0,31  | 0,36  | 0,42  |
|                      | İTS    | 0,31  | 0,36  | 0,42  |
| Tarım Toprakları     | REF    | 21,6  | 24,75 | 28,13 |
|                      | TES    | 21,6  | 24,75 | 28,13 |
|                      | İTS    | 21,51 | 24,51 | 27,73 |
| Anız Yakılması       | REF    | 0,17  | 0,16  | 0,16  |
|                      | TES    | 0,09  | 0     | 0     |
|                      | İTS    | 0,09  | 0     | 0     |
| Üre Uygulaması       | REF    | 1,36  | 1,45  | 1,56  |
|                      | TES    | 1,36  | 1,45  | 1,56  |
|                      | İTS    | 1,35  | 1,41  | 1,49  |



Şekil 7.1: Tarım ve Ormanlık sektörü alt kırılım şeması.

Bu belge 3070 sayılı e-İmza Kanununa göre 2019/17 sayılı Bakanlık ANDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

## 7.1. Tarım ve Hayvancılık Sektörü

Tarım ve Hayvancılık sektörü kendi içerisinde 10 ana sınıfa ayrılmıştır. Her bir sınıflandırmada kendi içerisinde emisyon hesabı seviyesine göre birden fazla alt kategoriye ayrılmaktadır. Tarım sektöründe emisyonun kaynağı olarak hayvancılık en önemli bileşenlerden biridir. Hayvan sayıları ve projeksiyonları hayvancılık sektörünün en önemli temel kabulleri arasındadır. Hayvan sayıları doğrudan emisyon miktarını etkilediği için öncelikle hayvan envanteri üzerinde senaryolar geliştirilmiştir.

Hayvan sayıları projeksiyonları yapılırken kişi başı kırmızı et, süt, tavuk eti ve yumurta tüketimi, nüfus projeksiyonu ve bakanlıklara ait sektör politika belgeleri kaynak olarak kullanılmıştır. 2030 yılına kadar ülkemiz gıda güvenliği ve ekonomisi dikkate alınarak tedbir veya ek tedbir olarak gıda üretiminde ve hayvan sayılarında azaltım yapılmaması ilgili planlanmıştır. Bu sebeple hayvan sayıları projeksiyonlarında REF, TES ve İTS birbirinden farklı değerlerdir. Çünkü dolaylı tedbirler ile hayvancılık sektöründen kaynaklanan sera gazı salımının (emisyonunun) azaltımı hedeflenmiştir.

Aşağıdaki Çizelge 7.2 ve 7.3'te tarım ve hayvancılık sektöründe emisyon azaltımı için uygulanacak tedbirler ile ilave tedbirler her bir alt sektör için ayrı ayrı verilmiştir. Önerilen tarım sektörü için tedbirlere göre azaltım, uluslararası kaynaklar (FAO, 2012), ilgili bakanlık ile görüşmeler ve onayları, Türkiye'nin biyogaz üretimi ile ilgili bilgilere dayanmaktadır. Sonuçta hayvancılık sektöründen yem rasyonu tedbiri ile % 5,7; anız yakmanın durdurulması ile %0,16 ve biyogaz ile %0,59 sera gazı azaltımı yapılması uygundur. Arazi toplulaştırmadan kaynaklanan sera gazı verileri enerji sektöründe kullanılacaktır. Aşağıdaki Çizelge 7.2'de yem rasyonu değişimi ile metan emisyonunda gelecekte gerçekleşebilecek değerler ve tedbirler, ilave tedbirler ile meydana gelebilecek değişimler verilmiştir.

Çizelge 7.2. Tarım sektöründe Tedbirler Senaryoları

| Alt Sektör                           | Güncellenen Tedbire Göre Azaltım | Güncellenen Tedbir ile Toplam Tarım Sektörüne Etkisi | Güncellenen Tedbir Referansı                     |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|--|
| Enterik Fermantasyon (Rasyon)        | %12                              | %5,7   | FAO (2012)                                       |
| Anız Yakma                           | %100                             | %0,16  | Tarım Bakanlığı uzmanları ve proje takımı görüşü |
| Gübre Yönetimi (Biyogaz)             | %4,97                            | %0,59  | Düşük Karbonlu Kalkınma Projesi (2019)           |
| Enerji Sektörü (Arazi Toplulaştırma) | %9,32                            | -  | Onbirinci Kalkınma Planı (2019)                  |

İlave tedbirlerde sera gazı azaltımı yaklaşık % 1,88'e (tedbirler ile toplamda % 8,33) indirgenmiştir. Bunun %1,43'ünün hayvancılık sektöründe rasyonunun %12'den (tedbirlerde) %15'e çıkarılması (%3 artış) ile gerçekleşmesi beklenmektedir. Tarım toprakları alt sektörüne ait kimyasal azotlu gübre, minimum toprak işleme ve dolaylı azot girdisinde alınan ilave tedbirler ile sırasıyla toplam tarım sektöründe %0,33, %0,01 ve %0,04 sera gazı azaltımı yapılabilir. Üre uygulamasında alınabilecek ilave tedbirler ise tarım sektöründen kaynaklanan toplam sera gazı emisyonunu %0,07 azaltacaktır (Çizelge 7.3).

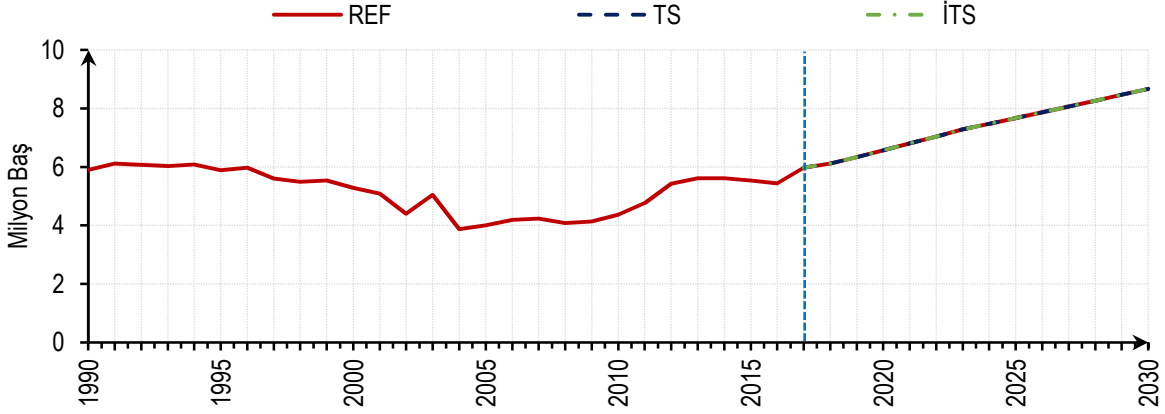
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabanattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrakınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

**Çizelge 7.3. Tarım sektöründe ilave Tedbirler Senaryoları**

| <b>Alt Sektör</b>                                  | <b>Güncellenen Tedbire Göre Azaltım</b> | <b>Güncellenen Tedbir ile Toplam Tarım Sektörüne Etkisi</b> | <b>Güncellenen Tedbir Referansı</b>               |
|--|---|---|---|
| Enterik Fermantasyon (Rasyon)                      | %15                                     | %7,13   | FAO (2012)  |
| Tarım Toprakları (Kimyasal Azotlu Gübre Kullanımı) | %4,42                                   | %0,33   | Gübre Tavsiye Verileri (TOB, t.y.)                |
| Tarım Toprakları (Minimum Toprak İşleme)           | %13,5                                   | %0,01   | Chatskikh ve ark., (2008)                         |
| Üre Uygulaması                                     | % 4,49                                  | %0,07   | Gübre Tavsiye Verileri (TOB, t.y.)                |
| Tarım Toprakları (Dolaylı Azot Girdisi)            | %1,22                                   | %0,04   | Tarım Toprakları Azot Girdisinde Değişimin Sonucu |
| Enerji Sektörü (Arazi Topplulaştırma)              | %13,7                                   | -   | 11. Kalkınma Planı (2019)                         |

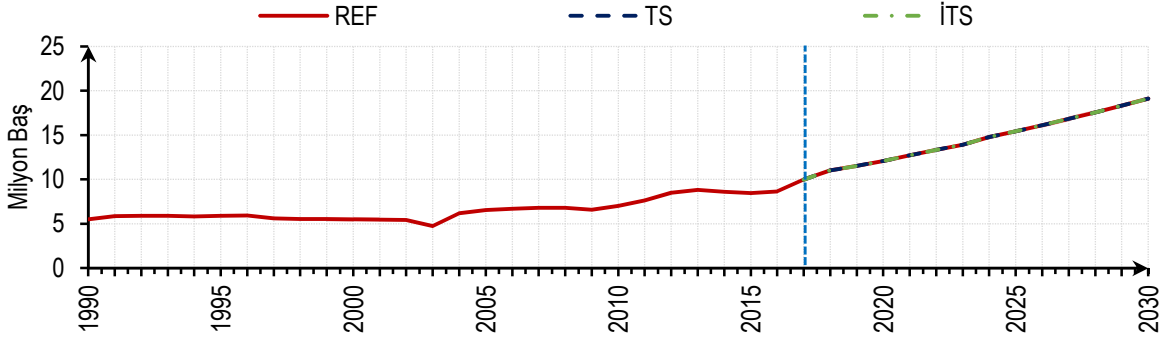
Süt Sektör Politika Belgesi 2018-2022'ye dayanarak toplam süt ihtiyacı kişi başı süt tüketiminin 2016 yılındaki değerinden (234 kg/kişi) doğrusal artarak 2022 yılında 255 kg/kişi değerine ulaşacağı belirlenmiştir (TAGEM, 2018a). Ayrıca politika belgesinde yer alan süt tozu üretimi de modele eklenmiştir. Bu parametrelerin projeksiyonu Ek 3'te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Sağılan tüm hayvanların (süt sığırları, kıl ve tiftik keçi, yerli ve merinos koyunu ve manda) toplam süt üretimindeki payları 2017 yılı değeri ve her bir türün süt veriminin değişmeyeceği kabul edilmiştir. Bu kabullerden hareketle süt talebini karşılamak için olması gereken süt sığırları hayvan baş sayıları tahminleri Şekil 7.2'de gösterilmiştir. Buna göre süt sığırlarının 2030 yılında 8,66 milyon baş olacağı tahmin edilmektedir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



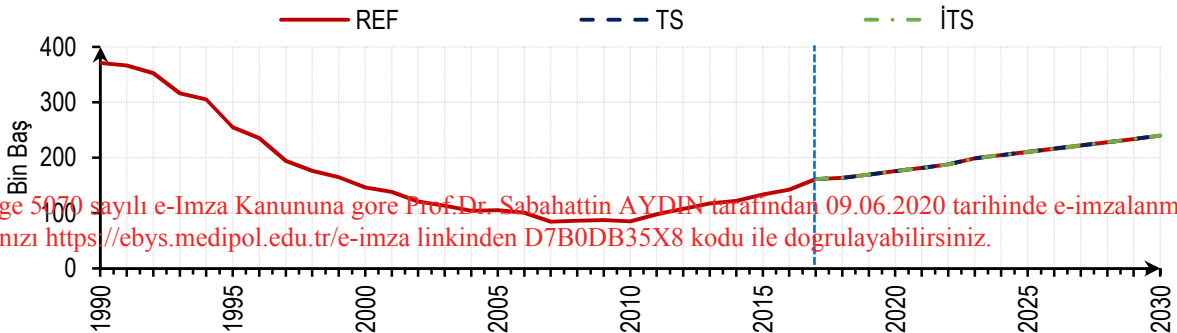
Şekil 7.2. Süt sığırları sayıları projeksiyonu

Et üreten hayvan türlerinin (diğer sığırlar, kıl ve tiftik keçi, yerli ve merinos koyunu ve manda) projeksiyonu yapılırken Tarım Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı 'Hedef 1.2' ve 11. Kalkınma Planı (2019-2023) kırmızı et üretimi miktarı baz alınmıştır (TOB, 2018; CSBB, 2019). Her iki plana göre de kırmızı et üretiminin 2023 yılında 1700 kt'a ulaşması beklenmektedir. Bu parametrelerin projeksiyonu Ek 3'te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Tüm hayvanların toplam et üretimindeki 2017 yılı payı sabit kabul edilip, her bir türün et veriminin değişmeyeceği kabul edilmiştir. Bu kabullerden hareketle kırmızı et talebini karşılamak için olması gereken diğer sığırlar hayvan baş sayıları tahminleri Şekil 7.3'te gösterilmiştir. Buna göre 2030 yılı değerinin 19,10 milyon baş olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 7.3. Diğer sığırlar sayıları projeksiyonu

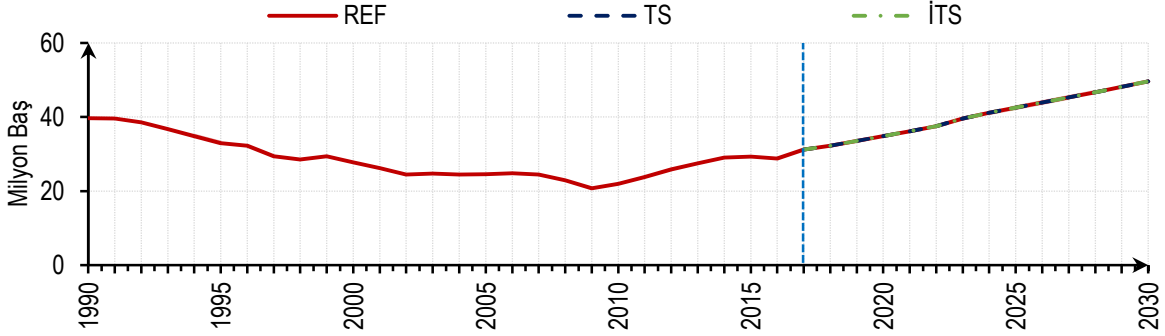
Manda sayısı yukarıda belirtilen süt ve kırmızı et ihtiyacına göre gelecek projeksiyonu yapılmıştır. Şekil 7.4'te gösterildiği üzere toplam manda sayısının 2030 yılına gelindiğinde yaklaşık 239 bin baş olması beklenmektedir.



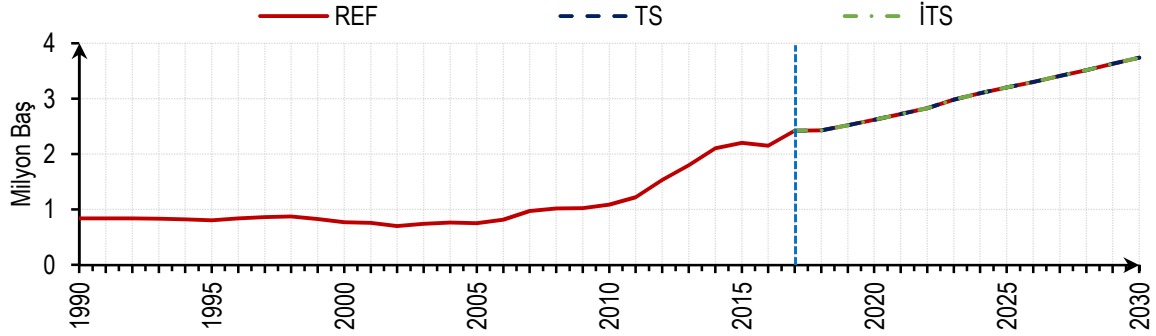
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 7.4. Manda baş sayıları projeksiyonu

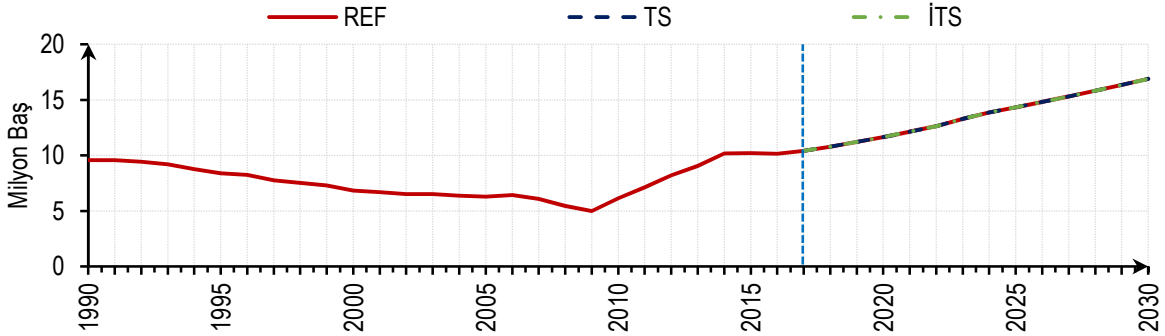
Yerli ve merinos koyunu, tiftik ve yerli keçi sayıları yukarıda belirtilen süt ve kırmızı et ihtiyacına göre gelecek projeksiyonu yapılmıştır. Şekil 7.5-7.8 arasında gösterildiği üzere 2030 yılına gelindiğinde toplam yerli koyun sayısının 49,65, merinos koyunu sayısının 3,74, kıl keçisinin 16,88 milyon baş ve tiftik keçi sayısının 359 bin baş olması beklenmektedir.



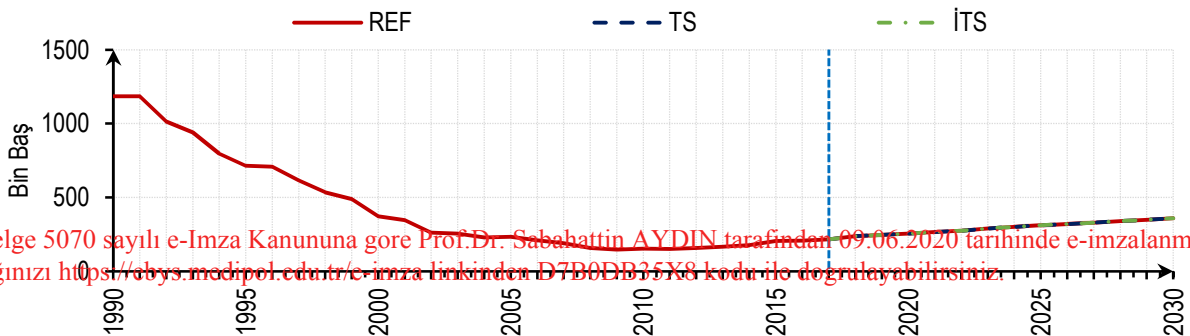
Şekil 7.5. Yerli koyunların toplam baş sayıları projeksiyonu



Şekil 7.6. Merinos koyunlarının toplam baş sayıları projeksiyonu



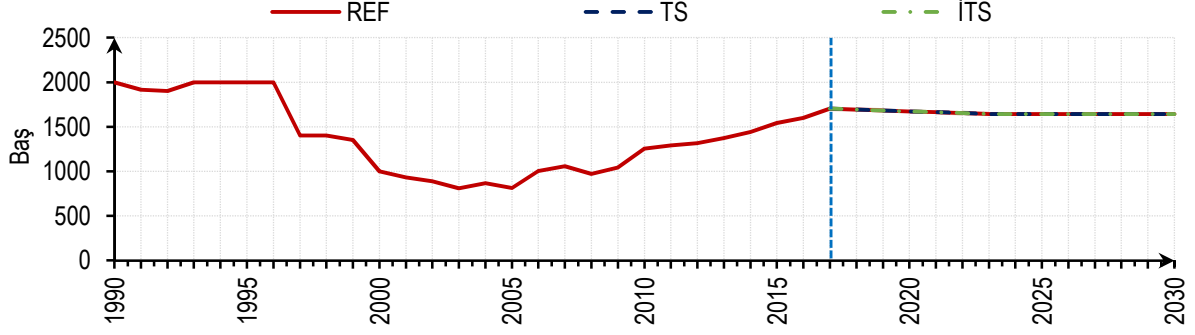
Şekil 7.7. Kıl keçilerinin toplam baş sayıları projeksiyonu



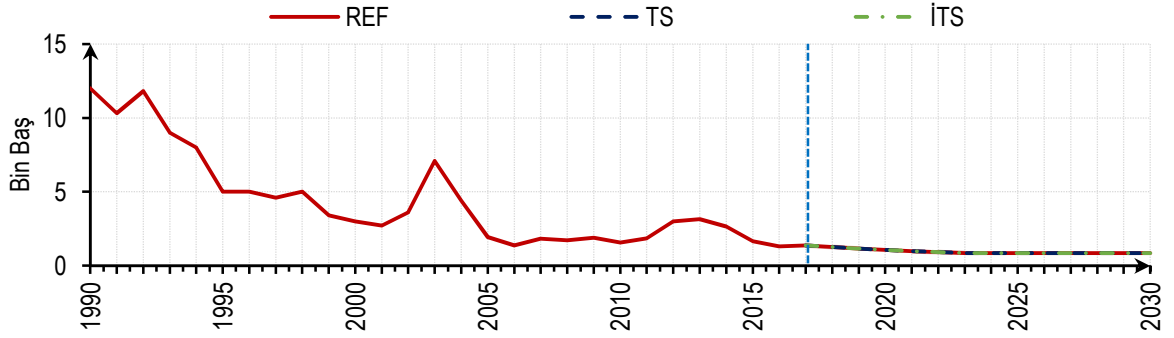
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://obys.medipol.edu.tr/e-imza-linkinden-D7B0DB25X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 7.8. Tiftik keçilerinin toplam baş sayıları projeksiyonu

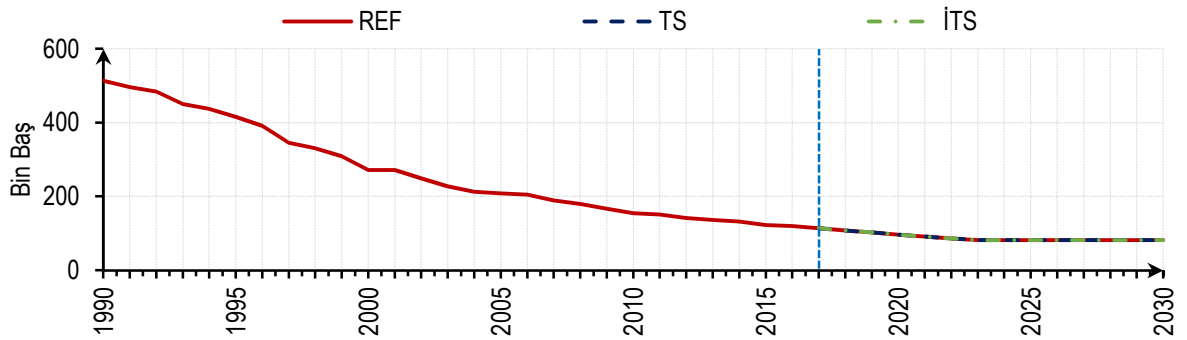
Et ve süt üretimi bulunmayan diğer hayvanların projeksiyonunda ise 2030 yılına kadar azalma trendinin devam edeceği (1990-2017 yılları arası veri analizi sonucu) kabulü yapılarak Şekil 7.9-7.12 arasında gösterildiği gibi projeksiyon yapılmıştır. Fakat bu hayvan türlerinin yok olma eşiğine gelme tehlikesine karşın 2023 yılında tedbirler alınarak bu azalma trendinin durdurulacağı kabul edilmiştir. Buna göre REF senaryosunda 2023 yılında Deve sayısının 1,64, Domuz sayısının 0,84, At sayısının 81,65, Eşek ve Katır sayısının 114,94 bin baş olacağı ve bu değerlerin 2030 yılına kadar korunacağı görülmektedir.



Şekil 7.9. Deve baş sayıları projeksiyonu



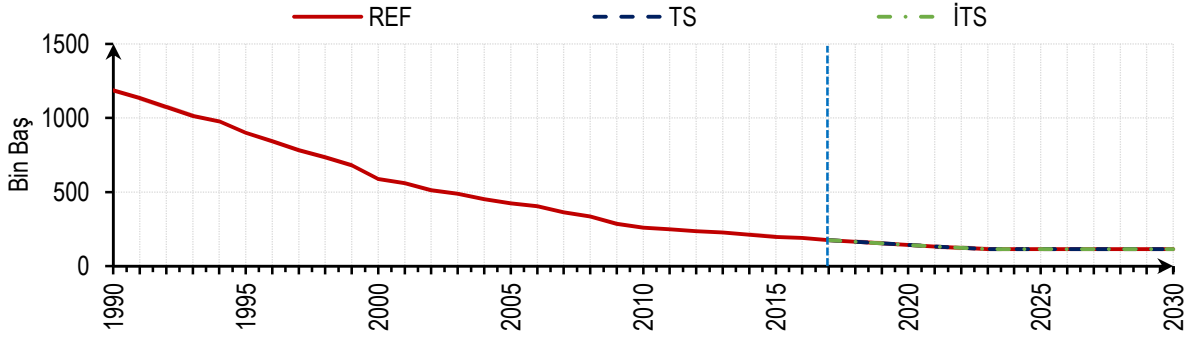
Şekil 7.10. Domuz baş sayıları projeksiyonu



Şekil 7.11. At baş sayıları projeksiyonu

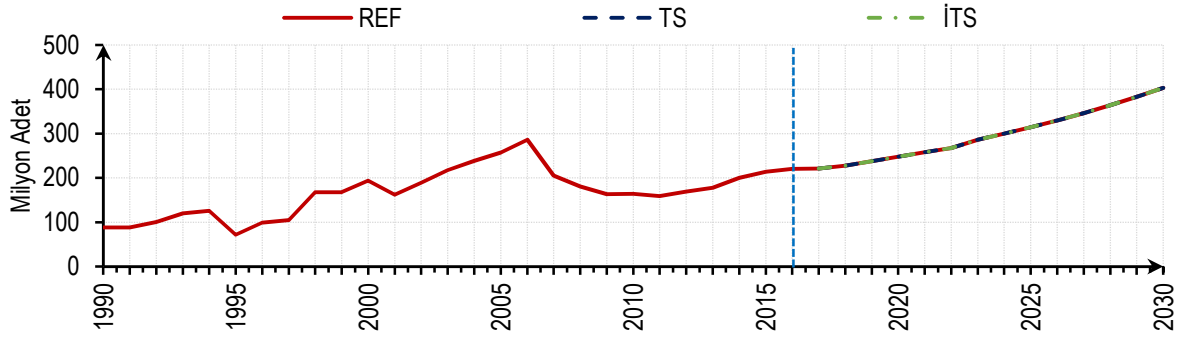
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



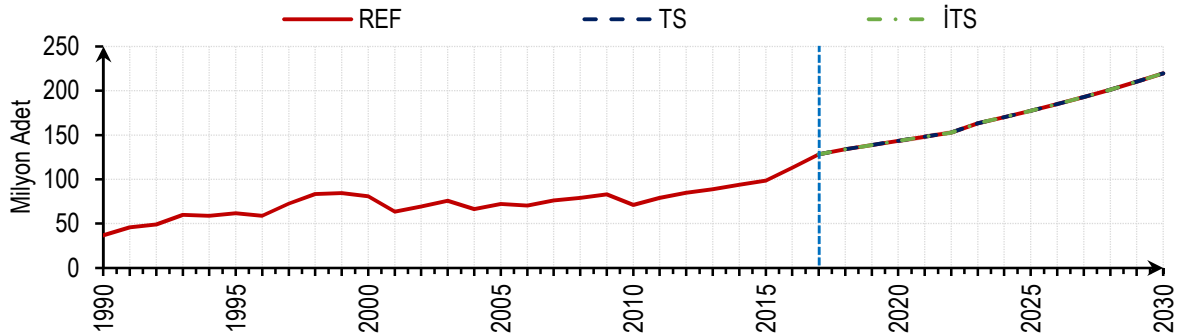


Şekil 7.12. Eşek-Katır baş sayıları projeksiyonu

Kümes hayvanları projeksiyonu yapılırken Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi 2018-2022'de yer alan Senaryo 2 projeksiyon değerleri referans alınmıştır (TAGEM, 2018b). Bu projeksiyonlardan elde edilen tavuk eti ve tavuk yumurtası üretimi 2030 yılı projeksiyonu ve kabulleri Ek 3'te ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Bu projeksiyonlar yapıldıktan sonra 2017 yılı et ve yumurta verimleri sabit kabul edilerek kesilen et ve yumurta tavuğu sayısı projeksiyonu yapılmıştır. Ayrıca canlı et tavuğu sayısını hesaplayabilmek için 2017 kesilen tavuk/canlı et tavuğu oranı olan %18 sabit kabul edilmiştir (Şekil 7.13-7.14).



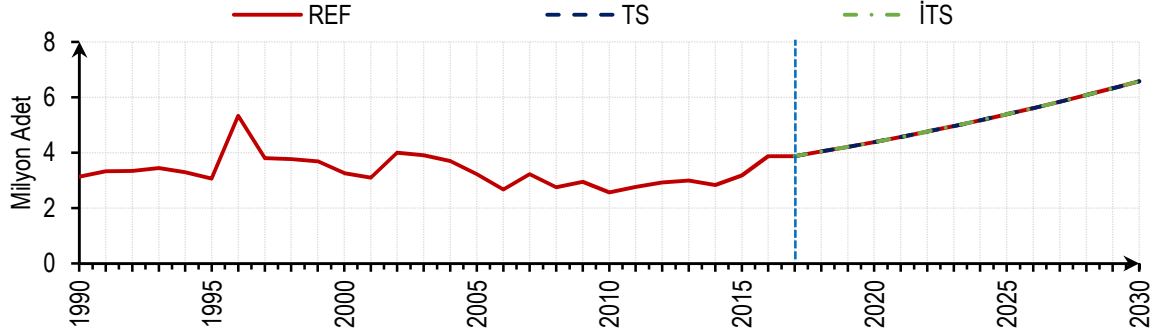
Şekil 7.13. Et tavukları baş sayıları projeksiyonu



Şekil 7.14. Yumurta tavukları baş sayıları projeksiyonu

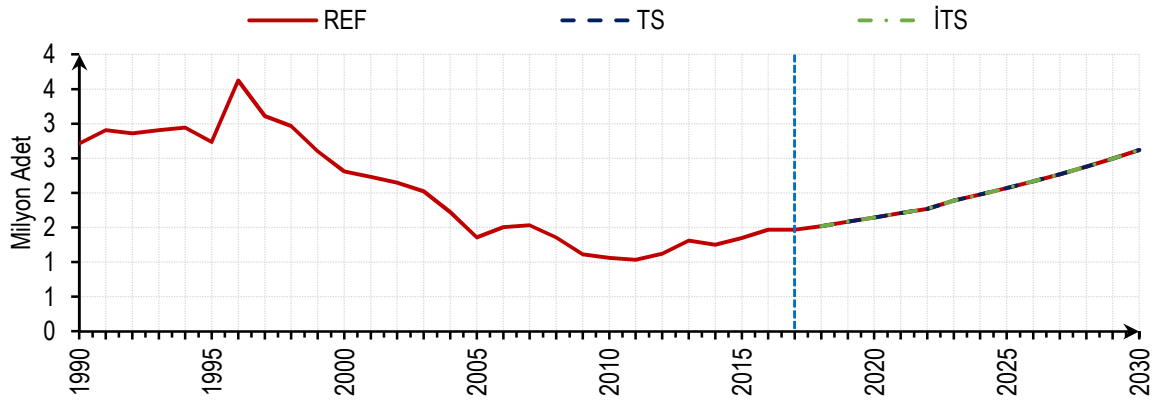
Hindi baş sayısı projeksiyonu kişi başı hindi eti tüketim miktarı dikkate alınarak yapılmıştır. 2017 yılı değeri 0,56 kg/kişi olan kişi başı hindi eti tüketiminin 2030 yılında 0,77 kg/kişi değerine ulaşacağı tahmin edilmiştir. Bu tahmin 2007-2017 yılları arası kişi başı tüketim verilerinin büyüme oranının hesaplanarak 2030 yılı projeksiyonu sonucu elde edilmiştir. Hindi et veriminin sabit kalacağı kabul edilerek projeksiyonu yapılan hindi sayısı Şekil 7.15'te görülmektedir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 7.15. Hindi baş sayısı projeksiyonu

Kaz ve ördek sayıları projeksiyonu toplam tavuk sayısına oranlanarak hesaplanmıştır. Buna göre toplam tavuk sayısının 0,14'ü Ördek ve 0,28'i Kaz olarak kabul edilerek Şekil 7.16'da gösterilen projeksiyonlar elde edilmiştir.



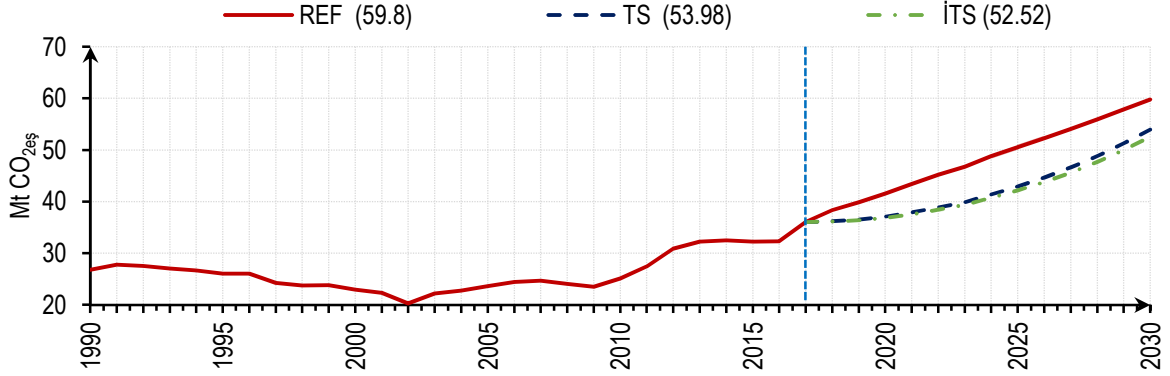
Şekil 7.16. Kaz-Ördek baş sayısı projeksiyonu

#### 7.1.1. Enterik Fermantasyon

Enterik fermantasyon, karbonhidratların mikroorganizmalar tarafından basit moleküllere ayrıldığı sindirim sürecidir ve ana ürün  $CH_4$  gazıdır. Hayvanlar yem alımı sırasında ve/veya sonrasında  $CH_4$  üretir (TÜİK, 2019a). Bu fermantasyondan kaynaklanan sera gazı, hayvan sayısına, cinsine ve beslenme şekline bağlı bir faktördür. Enterik fermantasyon kaynaklı  $CH_4$  emisyonu Şekil 7.17'de gösterilmiştir. Daha önce belirtildiği üzere enterik fermantasyonda hayvan sayısı azaltımı ile herhangi bir tedbir alınmamıştır. Bunun yerine enterik fermantasyon salınımını etkileyen hayvan yeminde tedbir alınmıştır. Burada kaynak olarak FAO (2012) kullanılmıştır. FAO'nun 2012 yılında yayınladığı 'Hayvancılık verimliliğini geliştirmek için dengeli besleme' isimli çalışmada hayvanların özelliklerine göre dengeli beslenmesi sonucunda sığırların ve mandaların enterik fermantasyonunda bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Bu azalma bazı bölgelerde %17-20, %17-21, %13-15 oranında gerçekleşmiştir. İnek ve mandalarda ortalama olarak %12 ve %15 metan emisyonunda azalma tespit edilmiştir (FAO, 2012). Ülkemiz tarımından kaynaklanan sera gazı bütçesini gelecek için belirlerken, referans senaryoda yem rasyonunun senaryo yılları boyunca değişmeyeceği kabul edilmiştir. Tedbirler senaryosunda hayvanları dengeli besleme sonucunda enterik fermantasyondan kaynaklanan metan emisyonunun %12 azalacağı (FAO, (2012) kaynağına göre rasyon değişimi ile ortalama en düşük sera gazı azaltım değeridir), İlave Tedbirler Senaryosunda ise hayvancılık sektöründe yem rasyonu değişikliği ile toplamda %15 azalacağı (FAO (2012) kaynağına göre rasyon değişimi ile ortalama en yüksek sera gazı azaltım değeridir) Tedbire ilave olarak (%3) kabul edilmiştir. Dolayısıyla Tedbirler ve İlave Tedbirler senaryolarımızda FAO (2012) sonuçlarına (hayvancılık sektöründe rasyon değişikliği) dayanılarak azaltım planlaması yapılmıştır.

Bu belge 5076 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin A. FIDAN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrakın (http://eib.gov.tr/dp3) e-İmza ve imza şifreleri ile DİE 2020/10000 ile doğrulanmıştır.

Buna göre 2030 yılına gelindiğinde tedbir senaryosu uygulanan ve uygulanmayan hayvanların toplam emisyon değerlerinin yaklaşık REF senaryosunda 59,8 Mt CO<sub>2eş</sub>, TES için 53,98 Mt CO<sub>2eş</sub>, İTS için 52,52 Mt CO<sub>2eş</sub> seviyesine ulaşılacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 7.17. Enterik fermentasyon kaynaklı emisyon projeksiyonu

### 7.1.2. Gübre Yönetimi

Gübre, hayvanlara ait katı ve sıvı atıklara verilen isimdir. Gübre yönetimi bölümünde hayvanlardan kaynaklanan bu gübrelerin açığa çıkardığı CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O emisyonları hesaplanmaktadır. Toplam emisyon hayvan sayısına, cinsine ve gübrenin yönetim sistemine bağlı bir faktördür.

Türkiye bir tarım ve hayvancılık ülkesidir. Türkiye’de biyogaz ile ilgili çalışmalar 1957 yılında başlamıştır. 1975 yılından sonra Toprak Su ve 1980’li yıllarda Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü kapsamında yürütülen biyogaz üretimi çalışmaları, uluslararası bazı anlaşmalarla desteklenmiş olmasına karşın 1987 yılında kesilmiştir. Türkiye’nin biyogaz potansiyelinin 17,3 milyon TEP/yıl düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir (Öztürk, 2017). YEKDEM verilerine göre 2018 yılında sadece hayvansal atık kullanılarak elektrik üreten biyogaz tesislerinden 4618 TEP elektrik üretilmiştir.

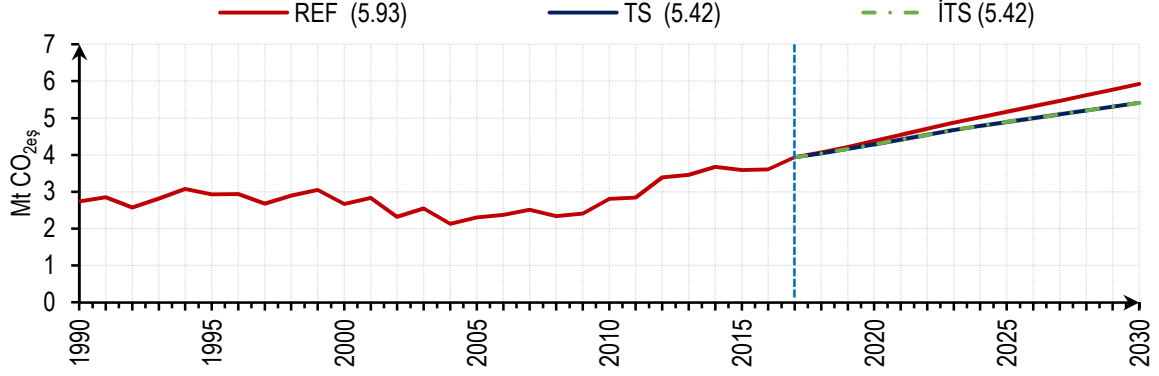
Fakat 2017 Ulusal Envanter Raporunda anaerobik lagün (biyogaz üretimi için kullanılan gübre) oranının % 0 olduğunu görmekteyiz (Çizelge 7.4). Bu durum kayıt dışı kullanılan hayvan gübresi ile açıklanabilir.

Çizelge 7.4. Ulusal Envanter Raporu (2017) hayvan gübresi yönetim sistemleri

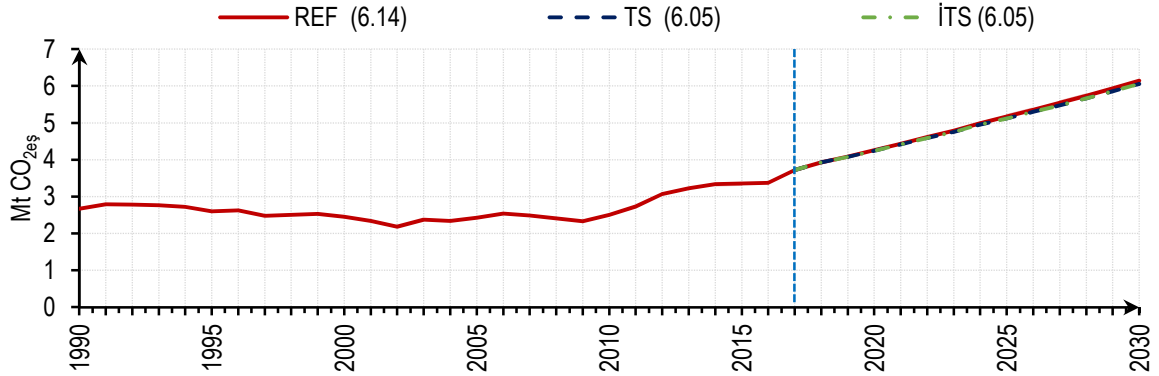
| MS                      |                  |               |              |               |         |                           |            |           |                             |       | (%) |      |
|-------------------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------|---------------------------|------------|-----------|-----------------------------|-------|-----|------|
|                         | Anaerobic lagoon | Liquid system | Daily spread | Solid storage | Dry lot | Pasture range and paddock | Composting | Digesters | Burned for fuel or as waste | Other |     |      |
| Dairy Cattle - Culture  |                  | 10.0          |              | 50.0          | 6.0     | 30.0                      |            |           |                             |       |     | 4.0  |
| Dairy Cattle - Hybrid   |                  | 10.0          |              | 50.0          | 6.0     | 30.0                      |            |           |                             |       |     | 4.0  |
| Dairy Cattle - Domestic |                  | 10.0          |              | 50.0          | 6.0     | 30.0                      |            |           |                             |       |     | 4.0  |
| Non Dairy Cattle        |                  | 10.0          |              | 50.0          | 6.0     | 30.0                      |            |           |                             |       |     | 4.0  |
| Swine                   |                  | 40.0          |              |               | 54.0    |                           |            |           |                             |       |     | 6.0  |
| Sheep - Domestic        |                  |               |              | 40.0          |         | 60.0                      |            |           |                             |       |     |      |
| Sheep - Merino          |                  |               |              | 40.0          |         | 60.0                      |            |           |                             |       |     |      |
| Buffalo                 |                  |               |              | 60.0          | 6.0     | 30.0                      |            |           |                             |       |     | 4.0  |
| Camels                  |                  |               |              | 40.0          |         | 60.0                      |            |           |                             |       |     |      |
| Horses                  |                  |               |              | 25.0          | 15.0    | 60.0                      |            |           |                             |       |     |      |
| Goats                   |                  |               |              | 10.0          | 10.0    | 80.0                      |            |           |                             |       |     |      |
| Mules and Asses         |                  |               |              | 25.0          | 15.0    | 60.0                      |            |           |                             |       |     |      |
| Chickens                |                  |               |              |               |         | 20.0                      |            |           |                             |       |     | 80.0 |
| Ducks & Geese           |                  |               |              |               |         | 100.0                     |            |           |                             |       |     |      |
| Turkeys                 |                  |               |              |               |         | 20.0                      |            |           |                             |       |     | 80.0 |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Sera Gazı Projemiz doğrultusunda Referans (REF) Senaryosunda anaerobik lagün ve kompostlama yöntemlerinin maliyetli olacağı ve bu yüzden tercih edilemeyeceği göz önünde bulundurularak gübre yönetim sistemlerinin 2017 oranlarının korunacağı kabul edilmiştir.

Tedbirler Senaryosunda (TES) ise biyogaz üretiminin destekleneceği ve anaerobik lagün sisteminin oranının artacağı öngörülmüştür. TES'de Düşük Karbonlu Kalkınma için Çözümsel Tabanlı Strateji ve Eylem Geliştirilmesi Teknik Destek Projesinde öngörülen 2030 yılında anaerobik lagün (projede geçen isimle anaerobik çürüme) oranının %23,2'ye çıkacağı kabul edilmiştir (ÇŞB, 2019). Bu REF ve Tedbirler Senaryosu sonucu oluşan hayvansal gübre yönetimi metan ve azot emisyonu Şekil 7.18 ve Şekil 7.19'da görülmektedir.



Şekil 7.18. Gübre yönetimi kaynaklı CH<sub>4</sub> emisyon projeksiyonu



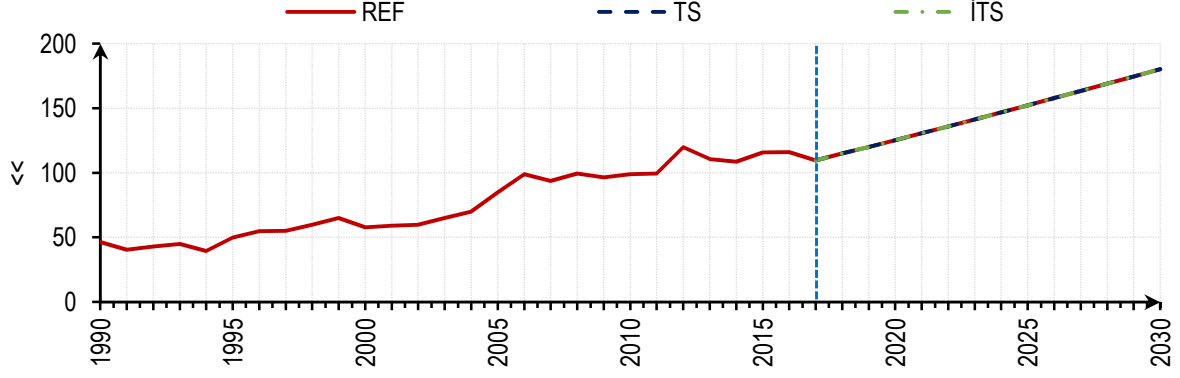
Şekil 7.19. Gübre yönetimi kaynaklı direkt N<sub>2</sub>O emisyon projeksiyonu

Biyogaz üretimi sonucu sıvı formda fermente organik gübre elde edilmektedir. Elde edilen gübre tarlaya sıvı olarak uygulanabilir, granül haline getirilebilir ve/veya beton-toprak havuzlarda doğal kurumaya bırakılabilir. Fermantasyon sonucu elde edilen organik gübrenin temel avantajı anaerobik fermantasyon sonucunda patojen mikroorganizmaların büyük bir bölümünün yok olmasıdır. Bu özellik kullanılacak olan organik gübrenin yaklaşık %10 daha verimli olmasını sağlar (Url-2).

### 7.1.3. Çeltik Yetiştiriciliği

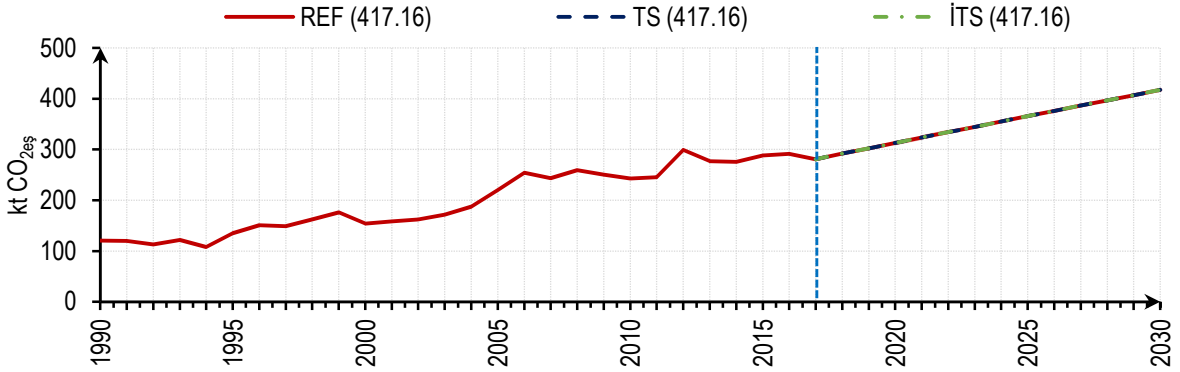
Çeltik yetiştirilmesinde kişi başı pirinç tüketimi esas alınarak gelecek projeksiyonu yapılmıştır. Kişi başına tüketim REF senaryosunda 2030 yılında 11,6 kg/kişi olacağı kabul edilmiştir. Modelde pirinç üretimi hesaplanırken tüketim, ihracat ve ithalat değerleri hesaplamalarda dikkate alınmıştır. Pirinç ekilen alan bu kabullere göre 2030 yılına gelindiğinde 180,27 bin hektar olması gerektiği tahmin edilmiştir (Bkz. Şekil 7.20).

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 7.20. Çeltik alanı projeksiyonu

Emisyon hesapları yapılırken pirinç tarım arazisinin sulama rejimlerinin 2017 yılındaki değerlerde olduğu gibi kalacağı varsayılmıştır. Buna göre toplam alanın %38,5'i sürekli sulanan, %22'si aralıklı tekil sulanan ve %39,5'i aralıklı çoklu sulanan alan olarak kabul edilmiştir. Buna bağlı olarak çeltik alanına bağlı emisyon projeksiyonu Şekil 7.21'de gösterilmiştir. 2030 REF senaryosuna göre 417,16 kt CO<sub>2eş</sub> emisyon değerine ulaşacaktır.



Şekil 7.21. Çeltik alanından kaynaklanan emisyon projeksiyonu

#### 7.1.4. Tarım Toprakları

N<sub>2</sub>O nitrifikasyon ve denitrifikasyon işlemleri ile topraklarda doğal olarak üretilir. Diazot monoksit, denitrifikasyonun reaksiyon sekansındaki bir gaz ara ürünü ve mikrobiyal hücrelerden toprağa ve nihayetinde atmosfere transfer olan bir nitrifikasyon yan ürünüdür. Bu reaksiyondaki ana kontrol faktörlerinden biri, topraktaki inorganik azottur . Bu nedenle, bu yöntem, N<sub>2</sub>O emisyonlarını toprağa insan kaynaklı azot ilavelerinden (Örn., kimyasal veya organik gübreler, biriktirilmiş gübre, mahsul artıkları, arıtma çamuru veya organik drenaj) sonra toprak organik maddesinde bulunan N'nin mineralizasyonunu kullanarak tahmin eder (IPCC, 2006).

Tarım toprakları alt sektöründe bu azot ilavelerinin kaynaklarının sırasıyla projeksiyonu yapılmıştır. Öncelikle 2022 yılına kadar tarım topraklarına uygulanan gübre miktarındaki değişimi belirlemek için Gübre Sektör Politika Belgesi 2018-2022'de belirlenen (TAGEM, 2018c) kullanılan, üretilen ve ithal edilen gübre miktarları kullanılmıştır. 2022'den sonrası için ise, 2018-2022 yılları arasındaki değişim oranlarının devam edeceği öngörülmüştür (Şekil 7.22).

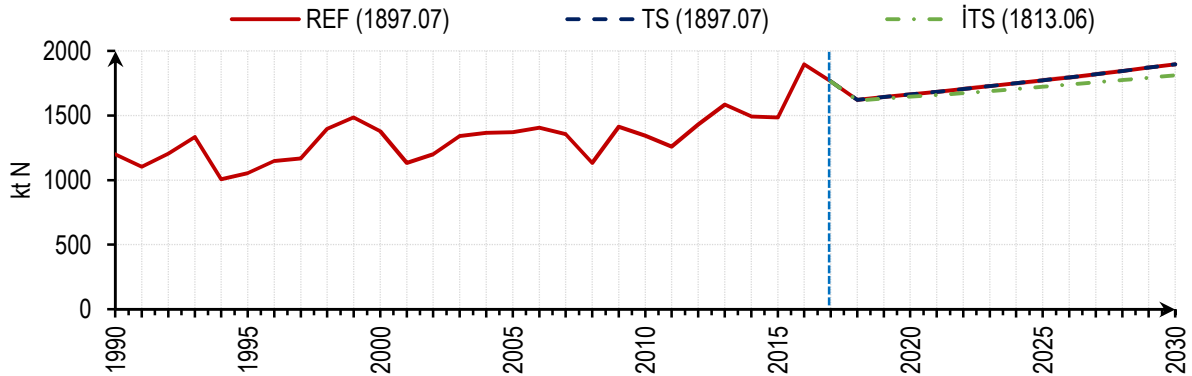
Bu belge 5079 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evragnızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İlave Tedbirler Senaryosunda gereğinden fazla gübre kullanılan bitkilerin belirlenmesi ve bu bitkilerin Tarım ve Orman Bakanlığının hazırladığı gübre tavsiye verileri ile gereken miktarda kullanımına indirilmesi önerilmiştir (TOB, t.y). Çizelge 7.5'te güncel olarak bitki türüne göre tarım topraklarına uygulanan ve uygulanması gereken kimyasal azotlu gübre miktarı verilmiştir.

Çizelge 7.5. Belirli bitkilere uygulanan ve uygulanması gereken kimyasal azotlu gübre miktarları

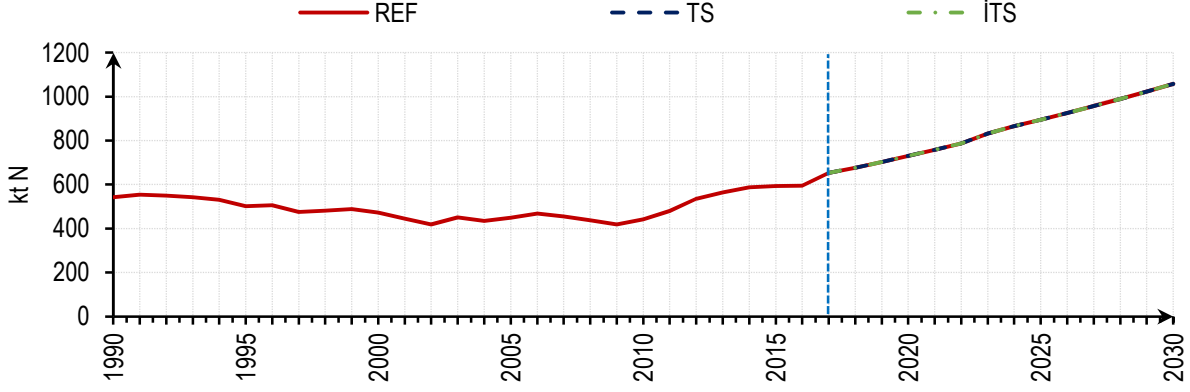
| Bitki Adı      | Uygulanan Gübre Miktarı (2015) (kg N/da) | Gübre Tavsiyesi (kg N/da) |
|----------------|--|---------------------------|
| Mısır          | 20,63                                    | 17,33                     |
| Kuru Fasulye   | 13,37                                    | 5,25                      |
| Şeker Pancar   | 21,26                                    | 15,33                     |
| Kanola         | 18,56                                    | 10,78                     |
| Yonca          | 6,28                                     | 4,22                      |
| Pamuk          | 17,93                                    | 14,5                      |
| Soya Fasulyesi | 10,09                                    | 5                         |

Tedbirler Senaryosunda ise bu bitkilerde gübre tavsiye verilerinin uygulanacağı kabul edilerek tarım topraklarında meydana gelecek N<sub>2</sub>O emisyon azaltım miktarı hesaplanmıştır (Şekil 7.22).



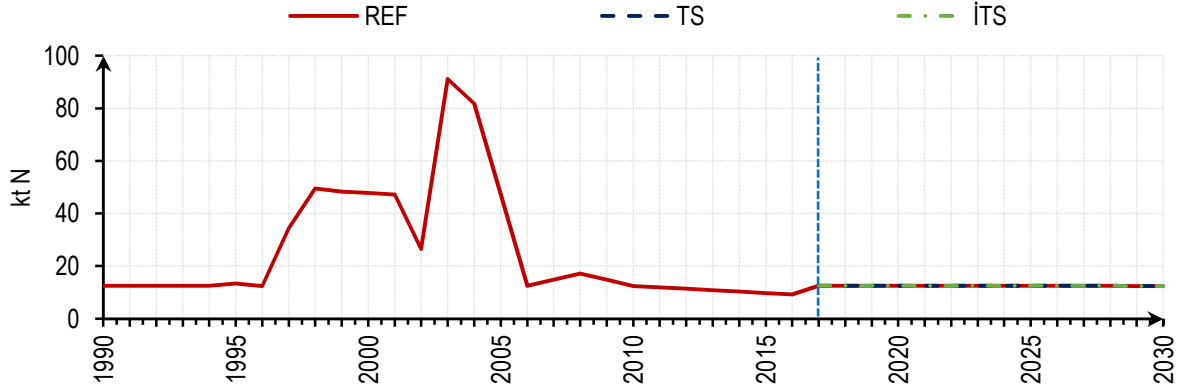
Şekil 7.22. Kimyasal azotlu gübre azot miktarı projeksiyonu

Organik gübrelere ait ilk bileşik tarım topraklarına uygulanan hayvan gübrelere aittir. Tarım topraklarına uygulanan hayvan gübresi projeksiyonu yapılırken Enterik Fermantasyon ve Gübre Yönetimi için projeksiyonu yapılan hayvan sayısı kullanılmıştır. Bu hayvan sayılarından gübre yönetim sistemine göre tarım topraklarına uygulanan hayvan gübresi miktarı hesaplanmıştır (Şekil 7.23).



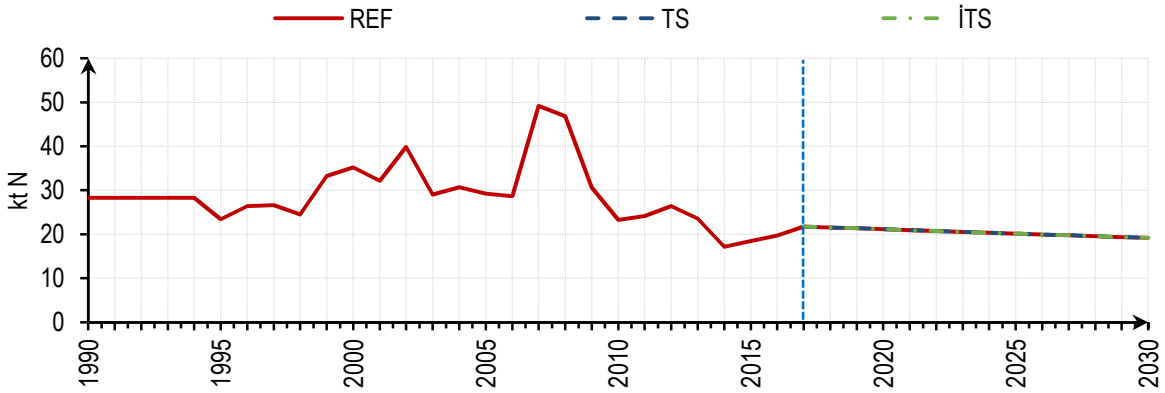
Şekil 7.23. Tarım topraklarına uygulanan hayvan gübresi azot miktarı projeksiyonu

Organik gübrelere ait ikinci bileşik olan Şekil 7.24'te atık arıtma tesislerinde işlem görmüş atıkların katı posasının gübre olması amacı ile tarım topraklarına uygulanmasını ifade eden arıtma çamuru projeksiyonu yer almaktadır. Bu projeksiyon yapılırken özellikle son yıllarda belirgin bir değişiklik olmaması sebebiyle 1990-2017 yılları arasındaki arıtma çamuru azot içeriği verilerinin büyüme oranından (%-0,02) faydalanılmıştır.



Şekil 7.24. Tarım topraklarına uygulanan arıtma çamuru azot miktarı projeksiyonu

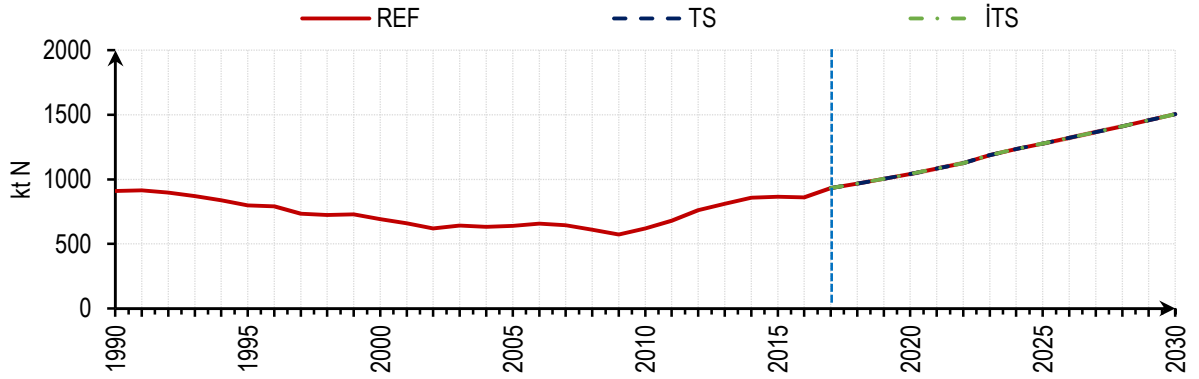
Organik gübrelere ait son alt başlık ise 'diğer organik gübrelere'dir. Şekil 7.25'te gübre olarak kullanılan diğer organik gübrelere ilişkin yıllık kayıt miktarı esas alınarak 2030 yılına kadar projeksiyonu yapılmıştır. Bu projeksiyon yapılırken tarım topraklarına uygulanan arıtma çamuru için azot miktarı ile aynı yöntem uygulanmış ve büyüme oranı %-0,9 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 7.25. Diğer organik gübrelere azot miktarı projeksiyonu hakkında AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağın İhtiyaçları, Diğer Organik Gübrelere Kaynaklanan Katı ve Sıvı Gübre Azot Miktarı Projeksiyonunda Otlatılan

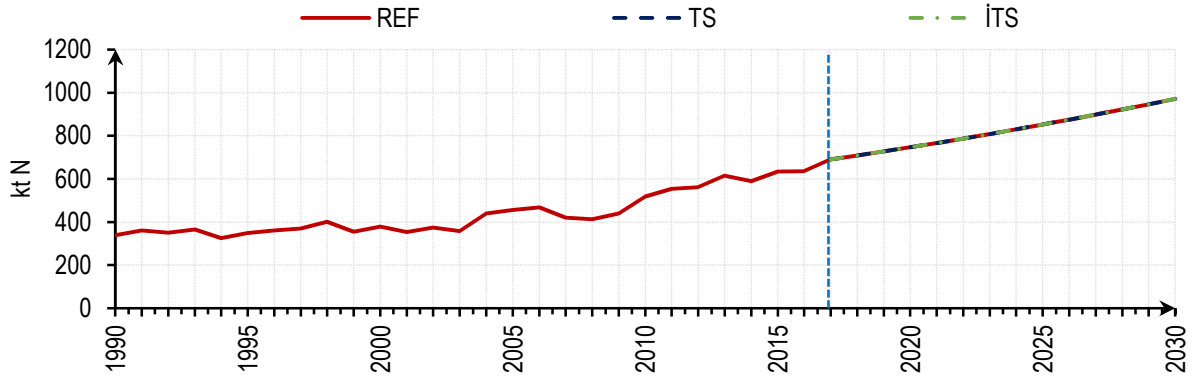
Hayvanların (domuz hariç) otlatma yüzdeleri dikkate alınmıştır. Hayvan sayıları üzerinde senaryolar

arası fark olmadığı için burada da her senaryoda aynı sonuç elde edilmiştir. Buna göre 2030 yılında 1504,8 kt N miktarına kadar çıkacağı belirlenmiştir (Şekil 7.26).



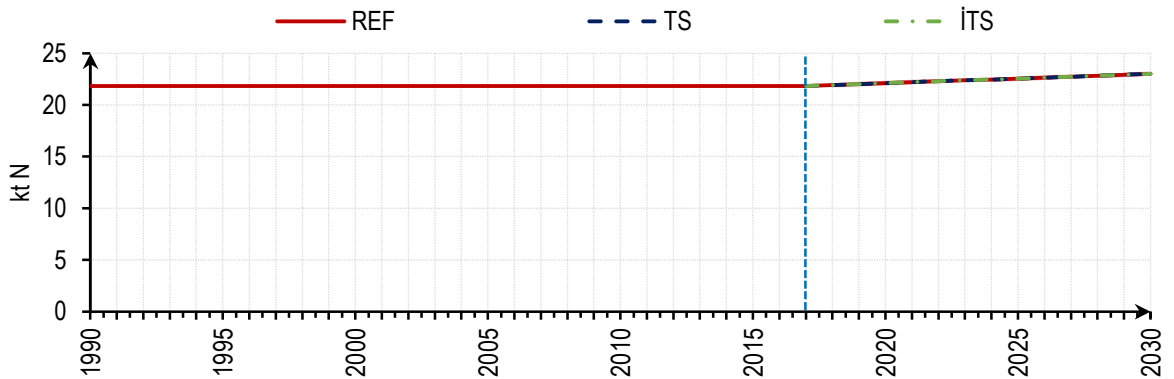
Şekil 7.26. Otlak hayvanlardan kaynaklanan katı ve sıvı gübre azot miktarı projeksiyonu

Anız hasat sonrası tarlada kalan tarımsal artıklara verilen isimdir. Anızdan kaynaklanan emisyon projeksiyonu yapılırken 1990-2017 yılları arasındaki anız azot içeriği verilerinin büyüme oranı (%3,85) kullanılmıştır (Şekil 7.27).



Şekil 7.27. Anız azot miktarı projeksiyonu

COP12 (2015)'e göre kabul edilen yıllık % 4 ha organik toprak artışı kabul edilmiştir (Bossio, 2015). Fakat bu değişim 13 yıllık bir projeksiyonda belirgin bir farklılık göstermemektedir. Buna göre 2030 yılında 21,84 kha değerinden 23 kha değerine ulaşacağı kabul edilmiştir (Şekil 7.28).



Şekil 7.28. Organik toprak işleme azot miktarı projeksiyonu. Bu belge ANADOLU ÜNİVERSİTESİ tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Organik toprak işleme tarım toprakları içerisinde tutulan emisyon kaynaklarının atmosfere salınmasına sebep olmaktadır. Bu emisyonun azaltılması için toprak işleme yöntemleri olan geleneksel toprak



işleme, minimum toprak işleme ve toprak işlememe arasında geçiş yapılması etkili bir politikadır. Çünkü dünyanın farklı bölgelerinde yapılmış birçok araştırma göstermiştir ki bu yöntemler arasında emisyon salınımında ciddi bir fark vardır.

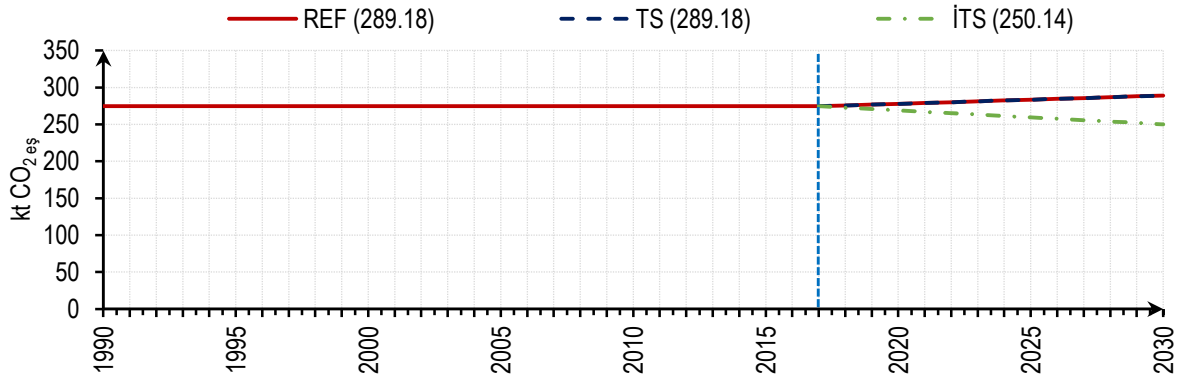
Silva ve ark. (2013) tarafından yapılan bir araştırmada şeker pancarı yetiştirilen bir arazide toprak işleme farklarının emisyonlara etkisi incelenmiş ve emisyonun CO<sub>2</sub> eşdeğerinin, azaltılmış toprak işleme ile %32, minimum toprak işleme ile %38, toprak işlememe ile de %40 oranında azaldığı belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada ise, Barut ve ark. (2012), buğday tarlasında geleneksel toprak işleme yerine minimum toprak işleme yapıldığında emisyon miktarının (CO<sub>2</sub> eşdeğerinin), en az %23, toprak işlenmez ise en az %57 azalacağını hesaplamışlardır.

Son olarak organik toprak işlemede N azaltımı ile ilgili yapılan bir çalışmada geleneksel toprak işleme yerine minimum toprak işleme yapıldığı taktirde hektar başına 22 kg N azaltım olacağı hesaplanmıştır (Chatskikh ve ark, 2008) (Çizelge 7.6).

Çizelge 7.6. Toprak işleme yöntemlerine göre ortaya çıkan emisyon miktarları emisyon tahminleri

|                                      |          | Buğday |
|--------------------------------------|----------|--------|
| <b>Geleneksel Toprak İşleme (CT)</b> | kg N/ ha | 163    |
| <b>Minimum Toprak İşleme (RT)</b>    | kg N/ ha | 141    |

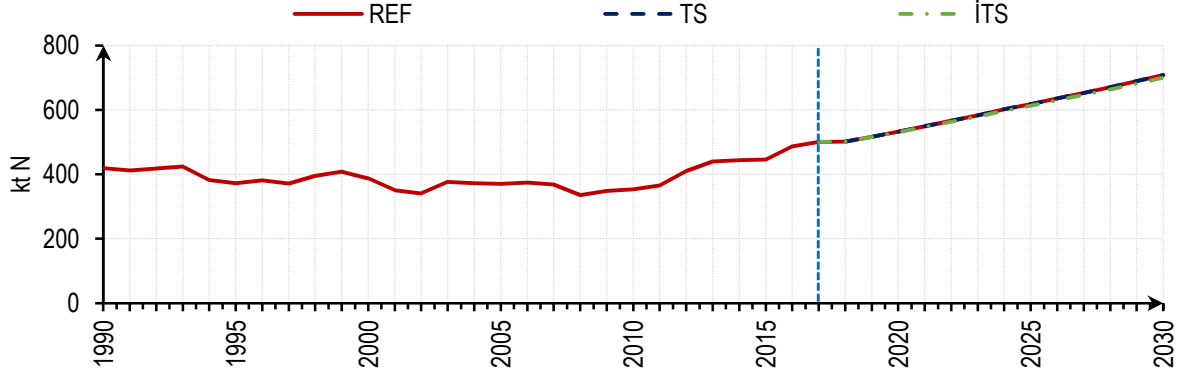
Bu çalışma hektar başına %13,5 emisyon azaltımına denk gelir. Ülkemizde en yaygın yetiştirilen tarım ürünü olması sebebi ile buğday üzerinde yapılan çalışma dikkate alınmıştır ve İlave Tedbirler Senaryosunda uygulanmıştır (Şekil 7.29).



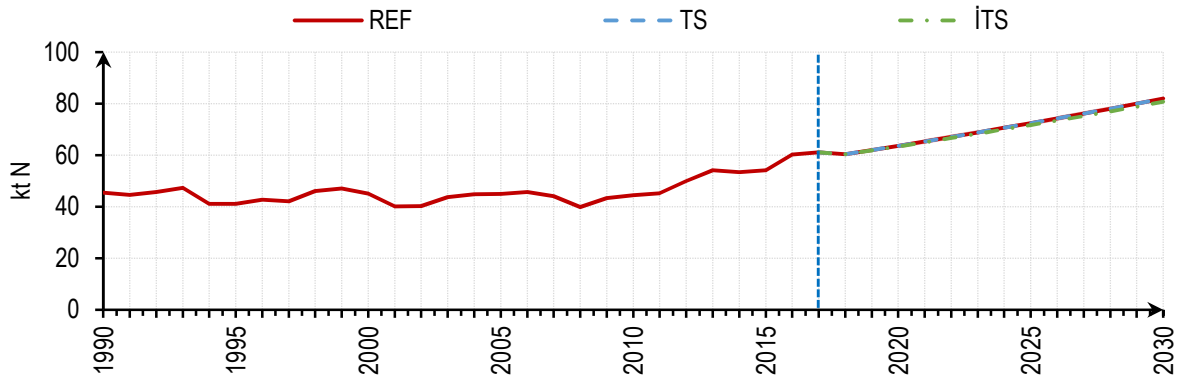
Şekil 7.29. Organik toprak işleme emisyonu projeksiyonu

Atmosferik çökeltmeden kaynaklanan azot miktarı ve azot sızması/akışından kaynaklanan azot miktarı tarım toprakları dolaylı azot emisyon kaynaklarıdır. Bu dolaylı azot kaynakları, tarım topraklarına ait doğrudan azot kaynaklarının bir sonucudur. Bu sebeple projeksiyon yaparken yeni bir strateji kullanmak yerine doğrudan azot kaynakları projeksiyonları kullanılmıştır. Hesaplama sonucunda REF Senaryolarında 2030 yılında atmosferik çökeltmeden kaynaklanan azot miktarı 708,50 kt N ve azot sızması/akışından kaynaklanan azot miktarı 81,94 kt N olacağı öngörülmüştür. Bilinçli kimyasal gübre kullanımı ve minimum toprak işleme ile ilgili alınan tedbirlerle bu rakam İlave Tedbir Senaryolarında atmosferik çökeltmeden kaynaklanan azot miktarı 700,10 kt N ve azot sızması/akışından kaynaklanan azot miktarı 80,68 kt N değerlerine inmiştir (Şekil 7.30-7.31).

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

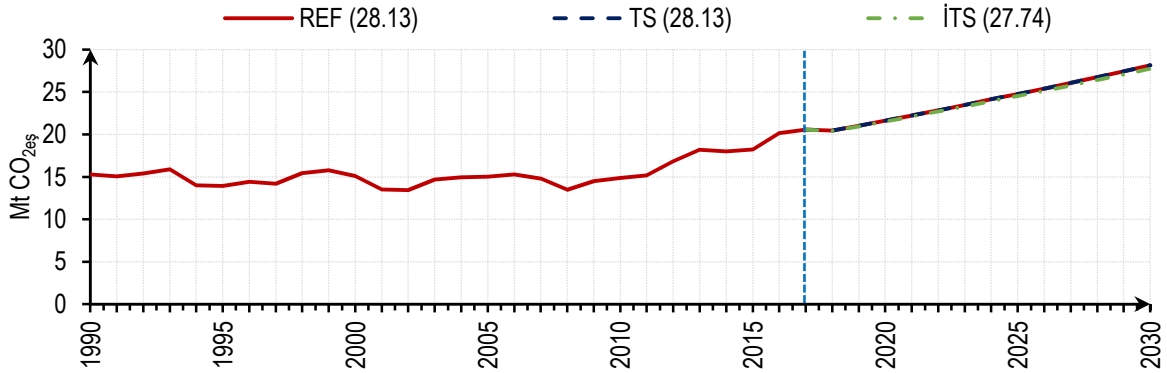


Şekil 7.30. Atmosferik çökelden kaynaklanan azot miktarı projeksiyonu



Şekil 7.31. Azot sızması ve akışından kaynaklanan azot miktarı projeksiyonu

Özetle Tarım Sektörü'ne ait Tarım Toprakları alt sektörü emisyon projeksiyonu Şekil 7.32'de gösterilmiştir. Buradan 2030 yılında Referans senaryosuna ait toplam emisyonun 28,13 Mt CO<sub>2eş</sub> ve İTS'de ise 27,74 Mt CO<sub>2eş</sub> olacağı görülmektedir.

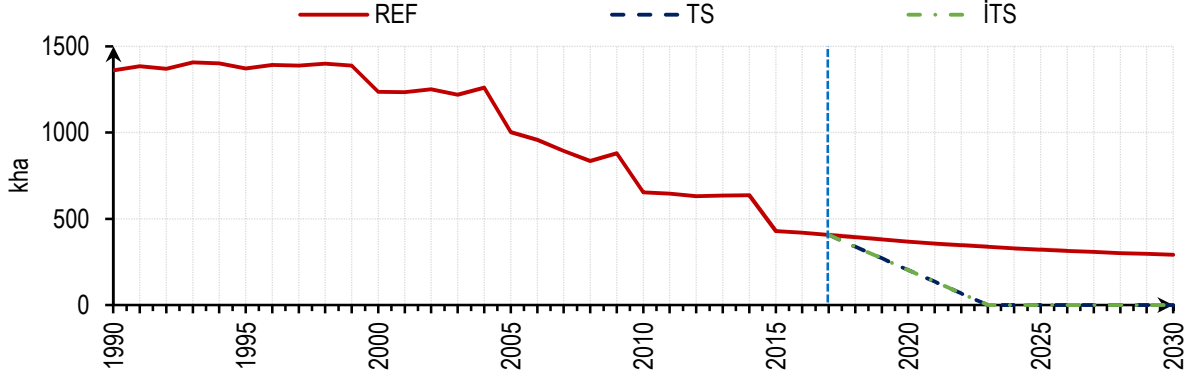


Şekil 7.32. Tarım toprakları toplam emisyon miktarı projeksiyonu

#### 7.1.5. Anız Yakılması

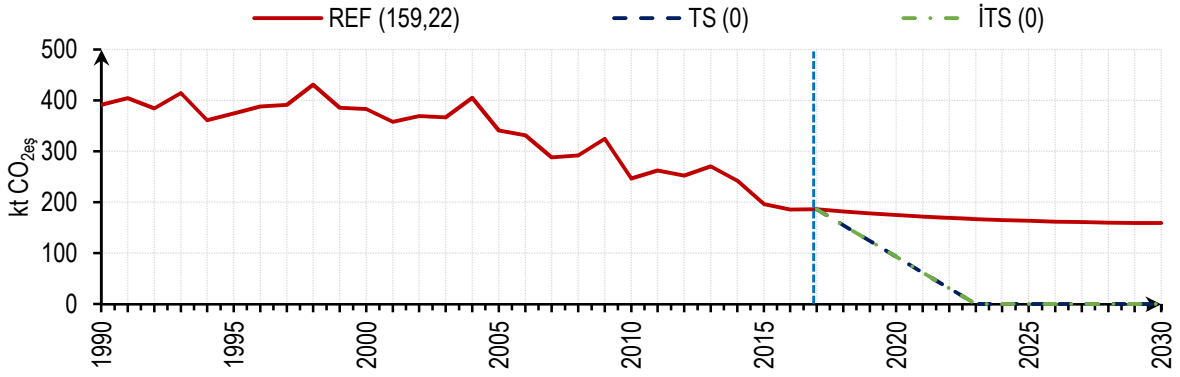
Anız hasat sonrası tarlada kalan tarımsal artıklara verilen isimdir. Bu tarımsal artıkların yakılması sonucunda atmosfere CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O emisyonları yayılmaktadır. 1990-2017 yılları arası anız yakılması verileri incelendiğinde hızlı bir azalış trendi görülmektedir. Referans (REF) senaryosunda bu azalış trendinin aynı hızda devam edeceği ve 2030 yılında 291,63 bin hektar değerine kadar düşeceği

hesaplanmıştır. 1 Kasım 2006 tarihinde Resmî gazetesinin 26333 sayısında yayınlanan genelgede yakılan anızla birlikte çıkan duman hava kirliliğinin artırmakta, atmosferdeki karbondioksit oranını yükseltmekte olduğu belirtilmiştir. Bu genelge kapsamında anız yakma, 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu ve 31/8/1956 tarihli ve 6831 sayılı Orman Kanunu ile yasaklanmıştır. Tedbirlerde bu durum dikkate alınmış ve anız yakmanın çiftçiye ve çevreye verdiği zararların minimuma indirilmesi amacı ile en kısa sürede son bulacağı dikkate alınmıştır (Şekil 7.33).



Şekil 7.33. Yakılan anız alanı projeksiyonu

Alan üzerinde üretilen senaryolara göre anız yakılmasından kaynaklı emisyonlar Şekil 7.34'te gösterilmiştir. TES ve İTS için 2023 sonrası emisyon sıfırlanırken 2030 yılında REF'te 159,22 kt CO<sub>2eş</sub> emisyon değerinin var olacağı tahmin edilmiştir. Buna göre TES için SGS azaltımı 159,22– 0 = 159,22 kt CO<sub>2eş</sub> olacaktır.

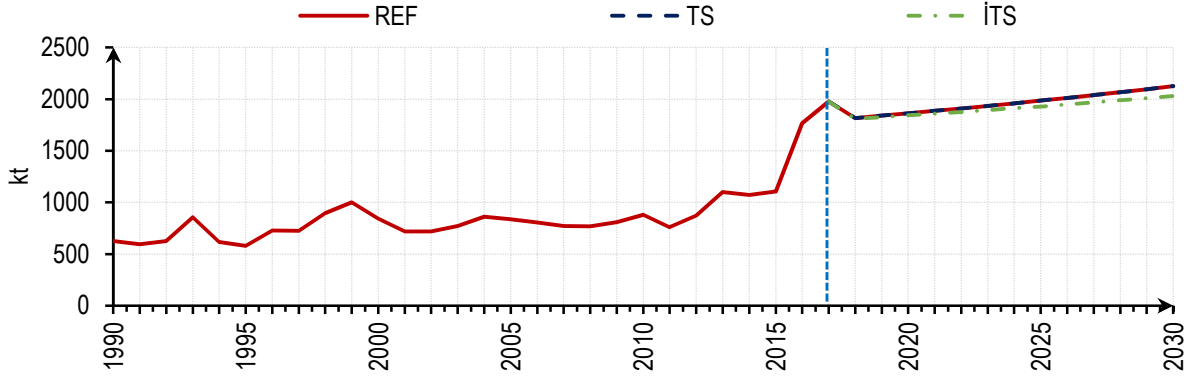


Şekil 7.34. Yakılan anız kaynaklı emisyon projeksiyonu

#### 7.1.6. Üre Uygulamaları

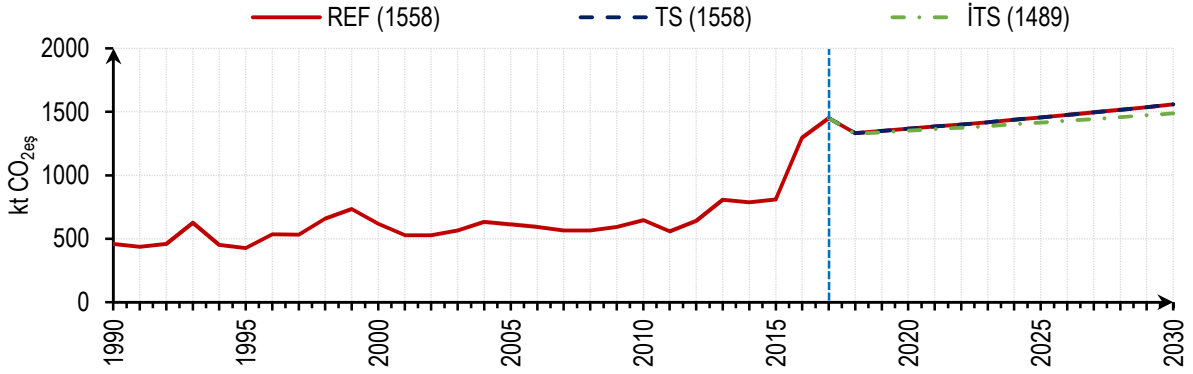
Üre uygulamaları azotlu gübrelerin kullanımıyla paralel büyüyeceği kabul edilerek tahmin edilmiştir. Tarım Bakanlığı'nın 2022'ye kadar açıkladığı azotlu gübreler hakkındaki stratejiye göre büyümenin aynı oranda korunacağı kabul edilmiştir (TAGEM, 2018c). Bu 2018 yılı sonrası ortalama %1,3'lük bir büyümeye tekabül etmektedir ve 2030 yılına gelindiğinde 2125,12 bin ton olacağı tahmin edilmiştir. Üre bir kimyasal azotlu gübre çeşidi olduğu için kimyasal azotlu gübreler başlığında alınan ilave tedbir bu sektörü de etkileyecek ve 2030 yılında yapılacak olan üre uygulamasında 94 kt miktarında bir azaltıma sebep olacaktır (Şekil 7.35).

Bu belge 09.06.2020 tarihinde Şekil Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 7.35. Kullanılan üre miktarı projeksiyonu

Kullanılan üre miktarının artışına paralel olarak muhtemel emisyon değerleri de hesaplanmıştır. REF Senaryosu için Şekil 7.36'da gösterildiği üzere 2030 yılında toplam 1558 kt CO<sub>2eş</sub> emisyon değerine ulaşılacağı, İTS'de ise 1489 kt CO<sub>2eş</sub> değerine düşeceği tahmin edilmiştir.



Şekil 7.36. Üre uygulaması kaynaklı emisyonların projeksiyonu

## 7.2. AKAKDO Sektörü

AKAKDO sektörü ulusal sera gazı bütçemizde yutak kapasitesi nedeniyle büyük öneme sahip bir bileşendir. Arazi kullanım ve değişimi yutak kapasitesi üzerinde oldukça etkilidir. Bu sektörün sera gazı bütçesi hesaplanırken, kullanılan model alt yapısı tüm arazi dönüşümlerini kapsayacak şekilde planlanmıştır. Mesela, orman alanlarının dönüşümü için Orman Genel Müdürlüğü'nün ekolojik bölge sınıflandırmasına göre model alt yapısı oluşturulmuştur (TUİK, 2019). Buna göre Çizelge 7.7'de görüldüğü üzere 32 (8x4=32) farklı dönüşüm modülü orman alanları için tanımlanmış ve Orman Genel Müdürlüğü'nden bu veriler temin edilmiştir. Orman alanları dışında kalan diğer alan türlerinin ekolojik sınıflandırma verileri elde edilemediği için her iklim bölgesinde eşit miktarda paya sahip oldukları kabul edilmiştir. Bu alanların tür ayrımı da aynı çizelge üzerinde gösterilmiştir.

**Çizelge 7.7. AKAKDO sektörü ekolojik bölge isimleri ve orman türleri**

| Kod | Ekolojik Bölge                                  | Tür    |            |         |                        |
|-----|---|--------|------------|---------|------------------------|
| 01  | Akdeniz Dağ Kuşağı                              | İbrelî | Yapraklı   | Karışık | Boşluklu Kapalı        |
| 02  | Akdeniz Kıyı Kuşağı Yapraklı ve İbrelî Orman    | İbrelî | Yapraklı   | Karışık | Boşluklu Kapalı        |
| 03  | Doğu Anadolu Step                               | İbrelî | Yapraklı   | Karışık | Boşluklu Kapalı        |
| 04  | Doğu Anadolu Yapraklı Orman Kuşağı              | İbrelî | Yapraklı   | Karışık | Boşluklu Kapalı        |
| 05  | Euxine - Colchic Yapraklı Orman                 | İbrelî | Yapraklı   | Karışık | Boşluklu Kapalı        |
| 06  | İç Anadolu Step                                 | İbrelî | Yapraklı   | Karışık | Boşluklu Kapalı        |
| 07  | İç Ege Yapraklı ve İbrelî Orman                 | İbrelî | Yapraklı   | Karışık | Boşluklu Kapalı        |
| 08  | Kuzey Anadolu Yapraklı, İbrelî ve Karışık Orman | İbrelî | Yapraklı   | Karışık | Boşluklu Kapalı        |
|     | Tarım Alanı                                     |        | Tek Yıllık |         | Çok Yıllık             |
|     | Sulak Alan                                      |        | Turbalık   | Diğer   | Su Altında Kalmış alan |
|     | Mera  |        |            |         |                        |
|     | Yerleşim Alanları                               |        |            |         |                        |
|     | Diğer   |        |            |         |                        |

AKAKADO sektöründe arazi kullanım ve dönüşümleri aşağıdaki kullanım durumları göz önünde tutularak yapılmıştır. Çizelge 7.8'de bu dönüşüm türleri önceki ve sonraki kullanım türlerine göre ayrılmıştır. Sonraki kullanım alanları ayrıca Çizelge 7.7'de gösterilen kendi içerisindeki türlere de ayrılacak şekilde modelleme altyapısı kurulmuştur. Arazi kullanım değişiminde geçiş periyodu 20 yıl olarak kabul edilmiştir.

**Çizelge 7.8. AKAKDO sektörü arazi dönüşümleri**

| Önceki Kullanım   | Sonraki Kullanım  |
|-------------------|-------------------|
| Orman Alanı       | Tarım Alanı       |
|                   | Mera Alanı        |
|                   | Sulak Alan        |
|                   | Yerleşim Alanları |
|                   | Diğer Alanlar     |
| Tarım Alanı       | Orman Alanı       |
|                   | Mera Alanı        |
|                   | Sulak Alan        |
|                   | Yerleşim Alanları |
|                   | Diğer Alanlar     |
| Mera Alanı        | Orman Alanı       |
|                   | Tarım Alanı       |
|                   | Sulak Alan        |
|                   | Yerleşim Alanları |
|                   | Diğer Alanlar     |
| Sulak Alan        | Tarım Alanı       |
|                   | Mera Alanı        |
|                   | Yerleşim Alanları |
|                   | Diğer Alanlar     |
|                   | Diğer Alanlar     |
| Yerleşim Alanları | Sulak Alan        |
|                   | Diğer Alanlar     |
|                   | Orman Alanı       |
|                   | Tarım Alanı       |
|                   | Mera Alanı        |
|                   | Sulak Alan        |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

### 7.2.1. Orman Alanları ve Orman Alanlarına Dönüşen Alanlar

AB ve FAO bir alanı orman olarak tanımlayabilmek için, minimum % 10 kapallılık, minimum 1 hektar alan ve minimum 5 m ağaç yüksekliğine sahip olmalıdır. %10'un altında kapallılığa sahip araziler, orman arazileri altında "boşluklu kapalı" alt kategorisinde sınıflandırılmaktadır. Tarımsal çok yıllık ağaçlar (meyve ağaçlar vb.), orman tanımının bir parçası değildir.

Orman alanlarının dönüşümleri kendi içerisinde farklı orman türlerine göre ayrı ayrı modellenmektedir. Dönüşüm sürecini tamamlayan arazi kullanımı 20 yıl sonunda dönüştüğü arazi kullanım sınıfına dahil edilmektedir. Dönüşüm süreci içerisinde ise, dönüştüğü alan envanterinden düşülüp, dönüşüm sürecinde kalmaktadır. Şekil 7.37'de farklı orman türlerine dönüşüm projeksiyonu verilmiştir. OGM ile yapılan görüşmeler sonucunda REF Senaryosu'nda mevcut dönüşümler harici herhangi bir dönüşüm öngörülmemiştir. Orman serveti ise 2018 yılı değerleri (mevcut orman serveti) 2030 yılına kadar korunacaktır. İlave olarak, TES ve İTS'de Türkiye yüzölçümünün %30'una tekabül eden alanın ormanlaştırılması hedefi sonucu, farklı orman türlerine dönüşmesi gereken alanlar verilmiştir. OGM hedefine göre bu dönüşümlerin 2023 yılına kadar tamamlanması beklenmektedir.

Şekil 7.37'den de görüleceği üzere, ibreli, yapraklı, karışık ve boşluklu kapalı orman alanlarında 2017 yılından 2023 yılına kadar bir artış söz konusudur. Bu hedef gerçekleştiğinde ibreli orman alanları 10666 bin ha, yapraklı orman alanları 8936 bin ha, karışık orman alanları 734 bin ha ve boşluklu kapalı orman 3200 bin ha olması beklenmektedir. 2023 yılından sonra diğer alanlardan (tarım, mera vb.) orman alanlarına bir dönüşüm olmayacağından ibreli, yapraklı, karışık ve boşluklu kapalı orman alanlarına dönüşen alanlar sifıra düşmektedir. Ayrıca orman alanına olan dönüşümler OGM Stratejik Planında (2019-2023) belirtildiği gibi hazine arazilerinden (mera) olacaktır. Diğer arazilerin ise 2030 yılına kadar 2017 yılı mevcut değerini koruyacağı kabul edilmiştir.

Şekil 7.37'de dört farklı türe göre yıllık orman alanı dönüşümleri verilmiştir. Şekil 7.38'de gösterildiği üzere dönüşümler tamamlanıp orman alanlarına dahil edildiğinde toplam orman alanı envanteri hesaplanmıştır. 2018 yılından 2023 yılına kadar Tedbirler kapsamında alınan bu önlem vasıtasıyla orman alanları ve yutak kapasitemizin artmasına neden olmuştur. 2023 yılında %30 orman alanı hedefine ulaşıldıktan sonra toplam alanında 2030 yılına kadar bir artış söz konusu değildir.

TES'de orman serveti değişimi için OGM Stratejik Planındaki 'hektardaki ağaç servet miktarı (2018'de 73,3 m<sup>3</sup>; 2023'te 75 m<sup>3</sup>)' kullanılmış, 2023 yılı sonrası için ise aynı artış oranı (%0,17) devam ettirilmiştir. İTS için de orman serveti miktarı 2023'e kadar aynı politika dikkate alınmış fakat 2023 yılı sonrası orman serveti miktarı artış oranının iki katına çıkacağı (%0,34) öngörülmüştür. Alınacak bu tedbir ve ilave tedbirler ormanlarımızın yutak kapasitesini arttırıcı bir önlemdir.

Orman alanlarında alınması planlanan bir diğer tedbir de yangın başına düşen alan miktarının azaltılmasıdır. 2018 yılında yangın başına düşen alan miktarı 2,6 ha iken bunun 2023 yılına kadar 2,2 ha değerine düşürülmesi ve 2030 yılına kadar 2,2 ha seviyesinde devam etmesi planlanmıştır. Alınacak bu önlem ile de ormanlarımızdan yangınlar vasıtası ile atmosfere verilen emisyonun azaltılması sağlanacaktır.

Orman Genel Müdürlüğü ile yapılan görüşmeler sonucunda ortak karar kılınan tedbir ve ilave tedbir senaryoları Çizelge 7.9 ve 7.10'da belirtilmiştir.

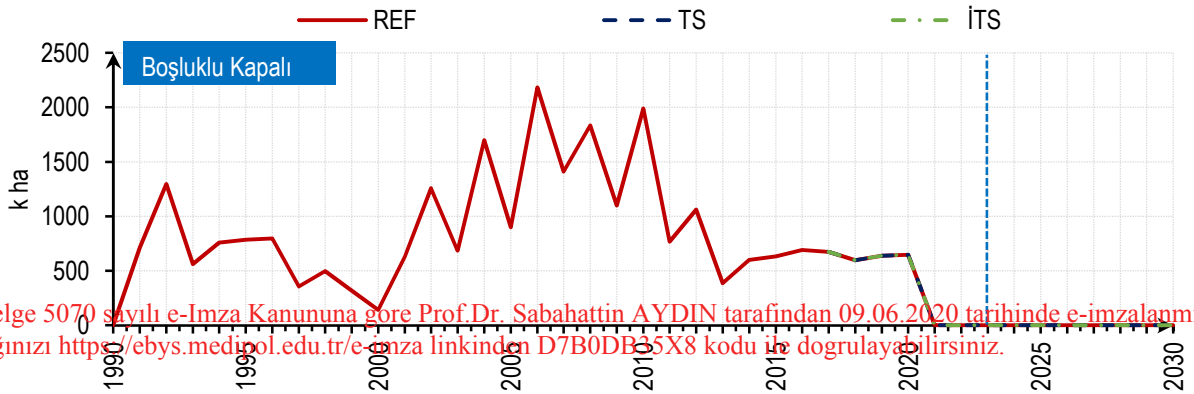
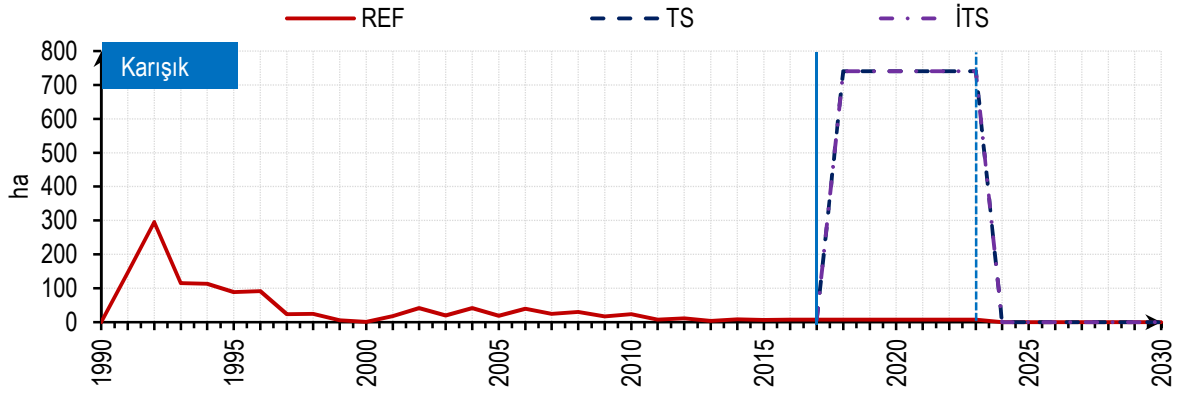
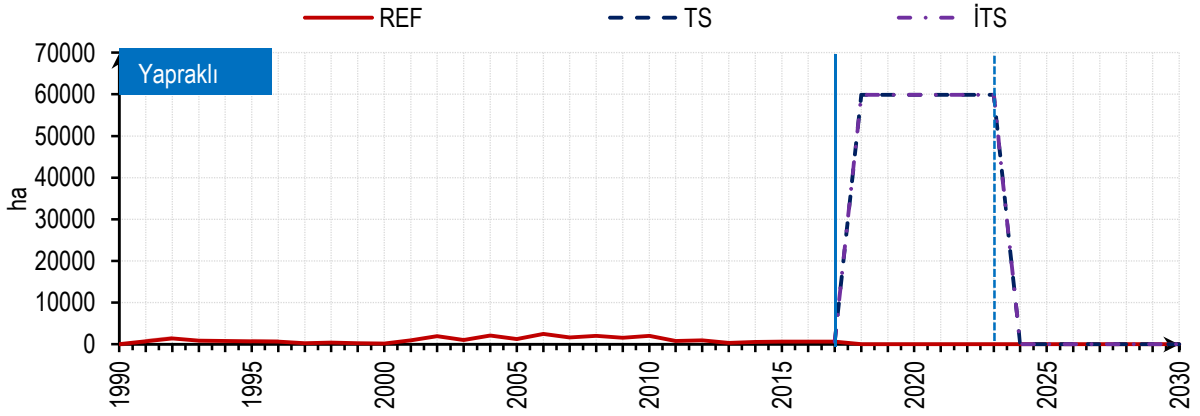
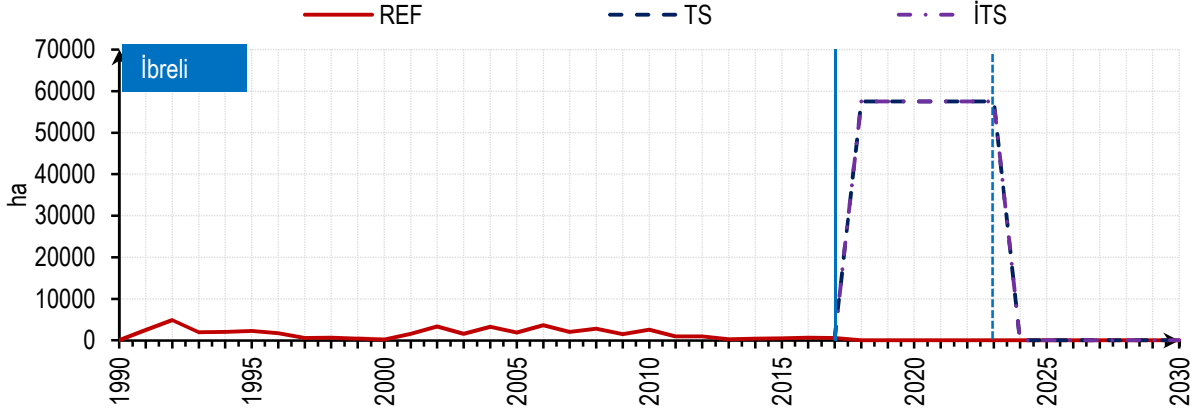
**Çizelge 7.9. Tedbirler Senaryoları**

| <b>Alt Sektör</b>                        | <b>2018</b> | <b>2023</b> | <b>2030</b> | <b>Tedbir Referansı</b>           |
|--|-------------|-------------|-------------|-----------------------------------|
| Toplam Orman Alanı                       | %29         | %30         | %30         | OGM (2018)<br>Proje Takımı Görüşü |
| Ağaç Servet Miktarı (m <sup>3</sup> /ha) | 73,3        | 75          | 77          | OGM (2018)<br>Proje Takımı Görüşü |
| Yangın Başına Düşen Alan Miktarı (ha)    | 2,6         | 2,2         | 2,2         | OGM (2018)<br>Proje Takımı Görüşü |

**Çizelge 7.10. İlave Tedbirler Senaryosu**

| <b>Alt Sektör</b>                                | <b>2018</b> | <b>2023</b> | <b>2030</b> | <b>Tedbir Referansı</b>           |
|--|-------------|-------------|-------------|-----------------------------------|
| Hektardaki Ağaç Servet Miktarı (m <sup>3</sup> ) | 73,3        | 75          | 79          | OGM (2018)<br>Proje Takımı Görüşü |

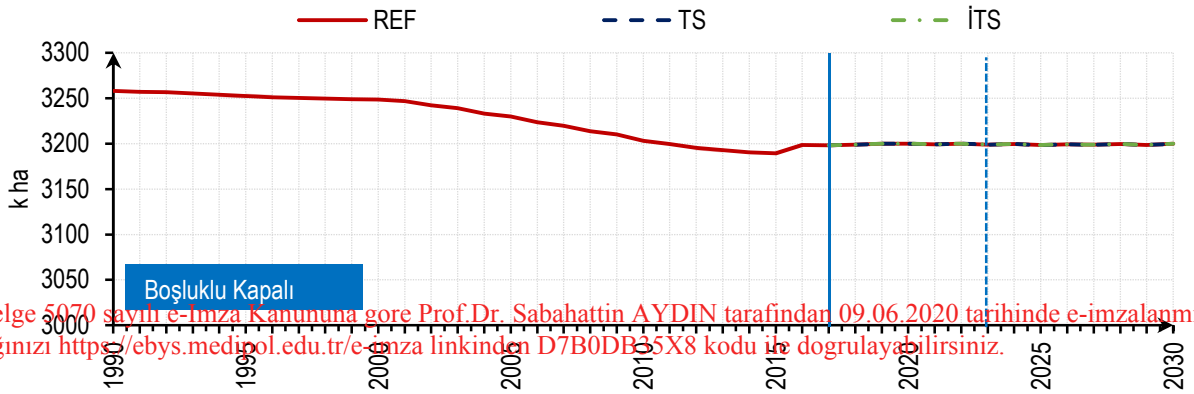
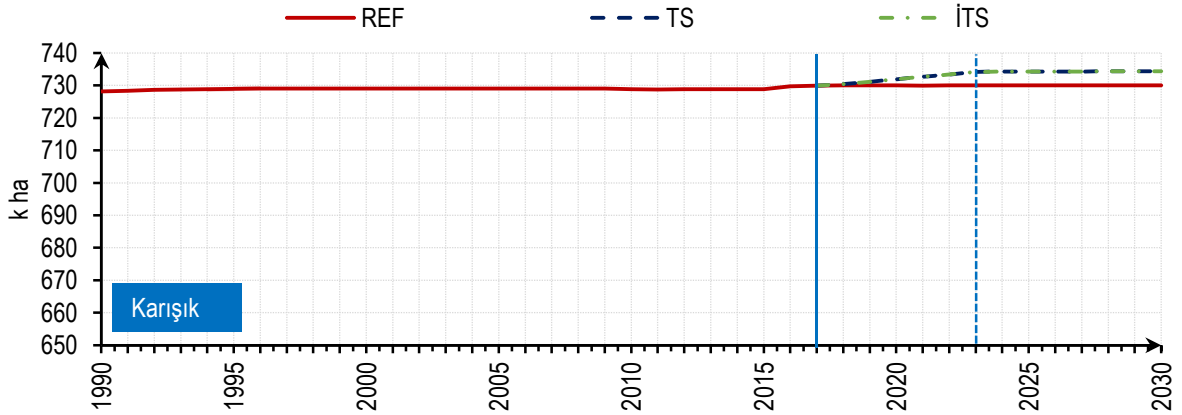
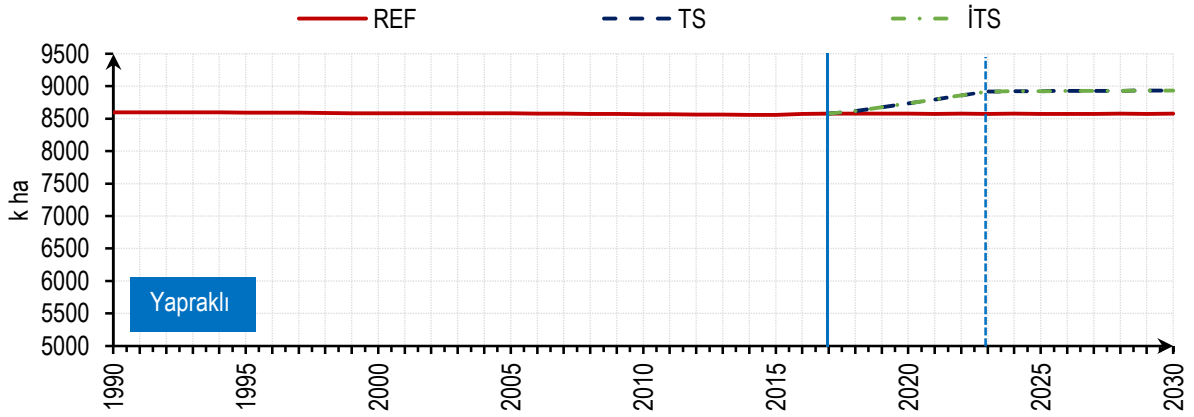
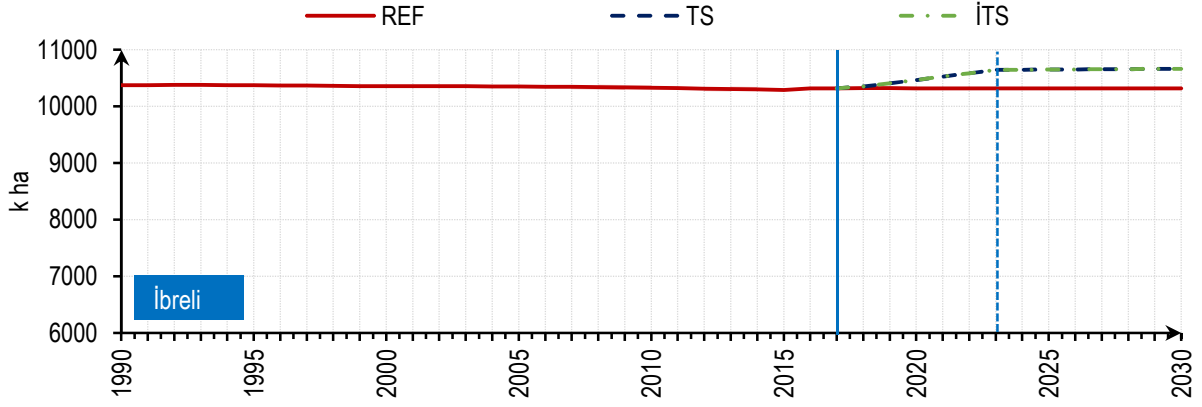
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <http://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 7.37. Orman arazisi dönüşüm projeksiyonu





Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <http://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 7.38. Toplam orman alanları değişim projeksiyonu

Mevcut orman alanları ve gelecek projeksiyonu yapılmış alanlar dikkate alınarak yutak kapasiteleri hesaplanmıştır. Hesaplama ulusal envanter raporu emisyon hesaplama adımları izlenmiştir (TÜİK, 2019a). Fakat hasat edilen odun ürünleri hesaplamasında Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) tavsiyesine uyularak formül değişikliğine gidilmiştir. Bu nedenle IPCC (2006)'da belirtilen aşağıdaki denklem;

$$\Delta C_i = C_{i+1} - C_i$$

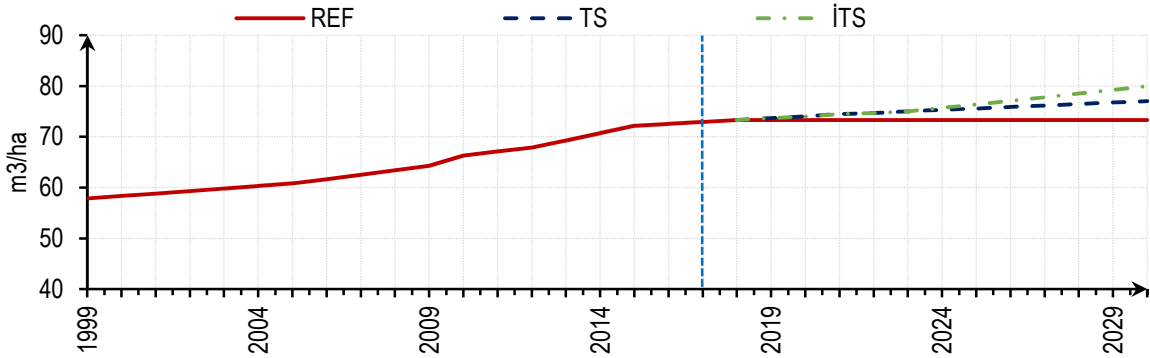
yerine, OGM tarafından önerilen ;

$$\Delta C_i = C_i - C_{i-1}$$

denklemini kullanılmıştır.

Bu denklemlerde yer alan  $i$  yılı,  $C$  belirtilen yıla ait karbon stoğunu,  $\Delta C$  belirtilen yıllar arasındaki karbon stok değişimini ifade etmektedir.

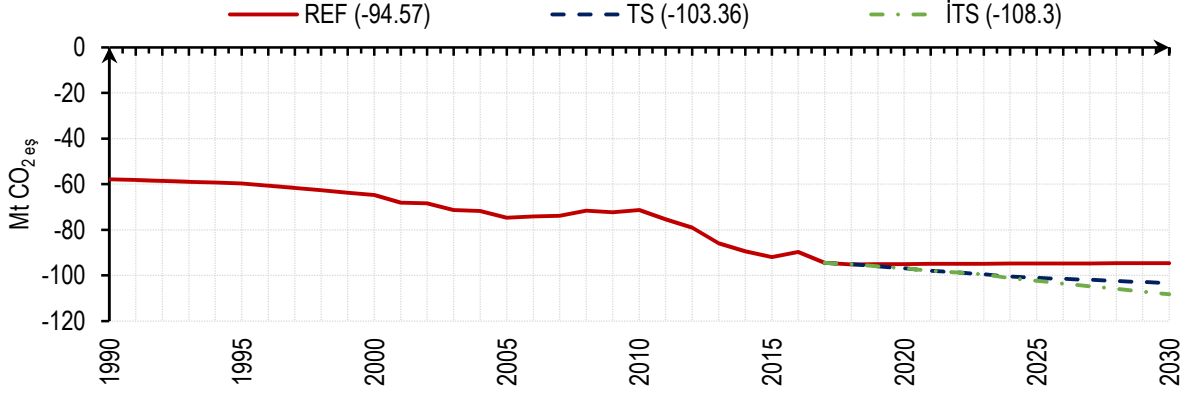
Ağaç serveti, ormanın ölçüldüğü anda yaşayan ve üretim yapan, belirli bir göğüs çapının üstündeki gövdelerin hacimleri toplamıdır (Eraslan, 1982). Göğüs çapı 8 cm ve üzeri gövdelerin, m<sup>3</sup> cinsinden dikili kabuklu silindirik gövde hacimleri toplamıdır (OGM, 2014). Emisyon hesaplamada kullanılan ağaç servetinin yukarıda belirtilen senaryo kabulleri doğrultusunda projeksiyonu Şekil 7.39'da görülmektedir. Şekil 7.39'da görüleceği üzere ağaç servetinin artımı ile yapılan ilave tedbir yutak potansiyelini 2030 yılına kadar arttırmaktadır.



Şekil 7.39. Ağaç serveti değişim projeksiyonu

2030 yılında mevcut durumun korunması ile oluşturulan REF senaryosunda açığa çıkan yutak kapasitesinin -94,57 Mt CO<sub>2eş</sub> olacağı hesaplanmıştır. Yukarıda belirtilen tedbirler ve ek tedbirler doğrultusunda yutak kapasitesi değerinin TES için -103,36 Mt CO<sub>2eş</sub>, ve İTS -108,3 Mt CO<sub>2eş</sub> değerine ulaşması beklenmektedir (Şekil 7.40).

Bütün bu yutak miktarlarının karşılaştırılması ile toplam yutak miktarının 2017-2030 yılları arasında alınan tedbirler ile 8,78 Mt CO<sub>2eş</sub> (TES-REF) artacağı, ek tedbirler ile de toplamda 13,72 Mt CO<sub>2eş</sub> (İTS-REF)'e kadar artacağı sonucuna varılmaktadır.

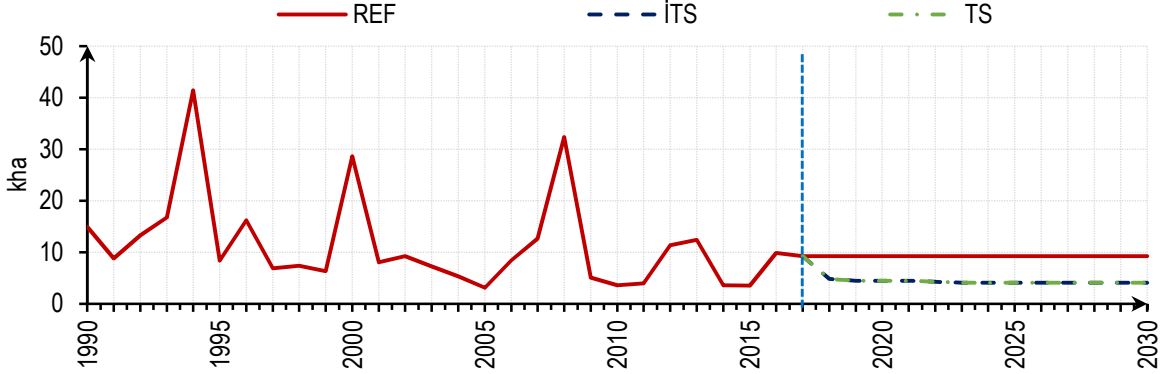


Şekil 7.40. Orman alanı yutak kapasitesi projeksiyonu

Orman varlığımızı tehdit eden ve her yıl binlerce hektar orman alanının zarar görmesine neden olan orman yangınlarının çıkmasına engel olunması veya çıkan yangınların tehlike arz edecek boyutlara ulaşmadan kısa zamanda söndürülebilmesi hedeflenmektedir (OGM, 2018).

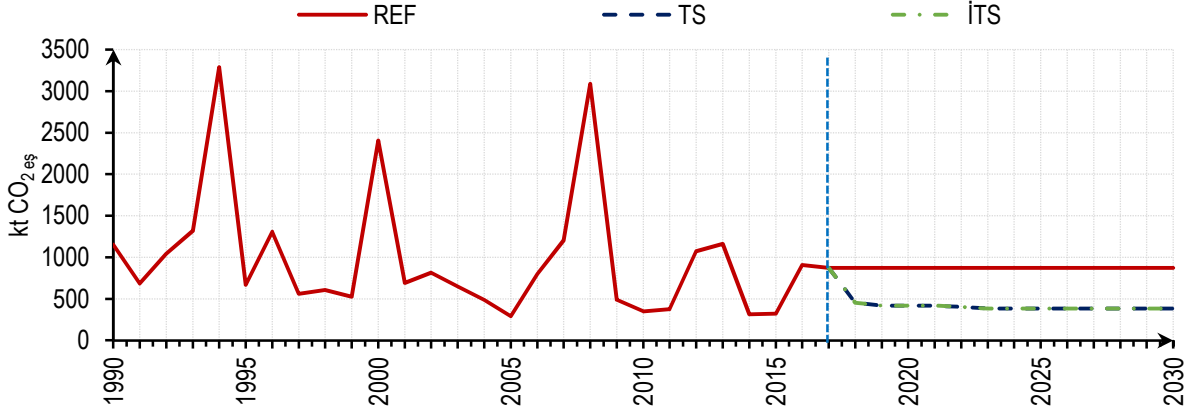
OGM Stratejik Plan 2019-2023'te bu hedef doğrultusunda insan kaynaklı yangın sayısının azaltılacağı, yangına müdahale süresinin 2018 yılındaki 15 dakika değerinden 2023 yılında 13 dakikaya indirileceği ve dolayısıyla yangın başına düşen alan miktarının da azalacağı hedeflenmiştir.

Yangın sayısının 2017 değerinde sabit kalacağı fakat yangın başına düşen alan miktarının hedefe göre düşeceği dikkate alınmış ve bu tedbir ile 2023 yılında REF senaryosunda 9,25 kha olması beklenen orman yangını alanının 4,07 kha değerine düşeceği öngörülmüştür (Şekil 7.41). Alınan tedbirler ile orman yangını emisyonunun 2023 yılında 872 kt CO<sub>2eş</sub> REF senaryosu değerinden 383 kt CO<sub>2eş</sub> TES değerine ineceği hesaplanmıştır (Şekil 7.42). 2023 yılı sonrasında herhangi bir hedef bulunmadığı için mevcut durumun korunacağı kabul edilmiştir.



Şekil 7.41. Orman yangını alanı projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 7.42. Orman yangını emisyonu projeksiyonu

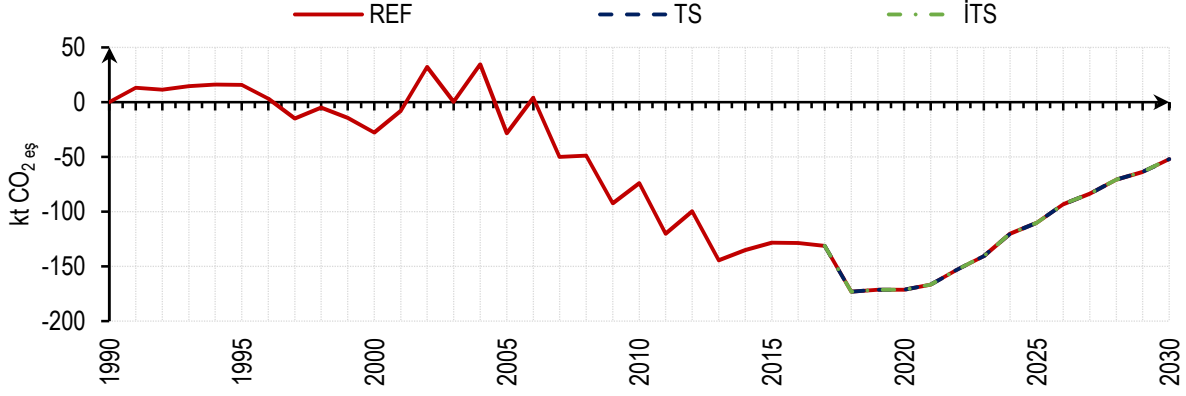
### 7.2.2. Tarım Alanları ve Tarım Alanlarına Dönüşen Alanlar

Bu emisyon hesaplamalarında farklı özelliklere ve emisyon katsayılarına sahip olmaları sebebiyle tek yıllık ve çok yıllık olmak üzere iki durum ayrı ayrı göz önünde bulundurulmalıdır. Tek yıllık bitkiler adından da anlaşılacağı üzere tek sezon yılı içerisinde dikilip hasadı yapılan bitkilerdir. Çok yıllık bitkiler ise birden fazla sezonda hasadı yapılan, yaşam süresi en az 3 yıl olan bitkilerdir. Bunlar bağlar, meyve ağaçları, zeytinlikler vb. alanlardır.

Tarım arazilerinde bitkinin büyümesinin bir göstergesi olan biyokütle, organik ve mineral topraklardan kaynaklanan emisyon/yutak karbon stokları dikkate alınmıştır. Tarım alanlarından meydana gelen emisyon ve yutak miktarlarını hesaplayabilmek için değişmeyen tarım arazi ve tarım arazisine dönüşen alanlar ayrı ayrı incelenmelidir. Değişmeyen tarım arazi içerisindeki tek/çok yıllık bitkiler dönüşümleri sebebi ile bazı yıllarda yutak kapasitesine sahipken bazı yıllarda ise emisyon kaynağı olmaktadır.

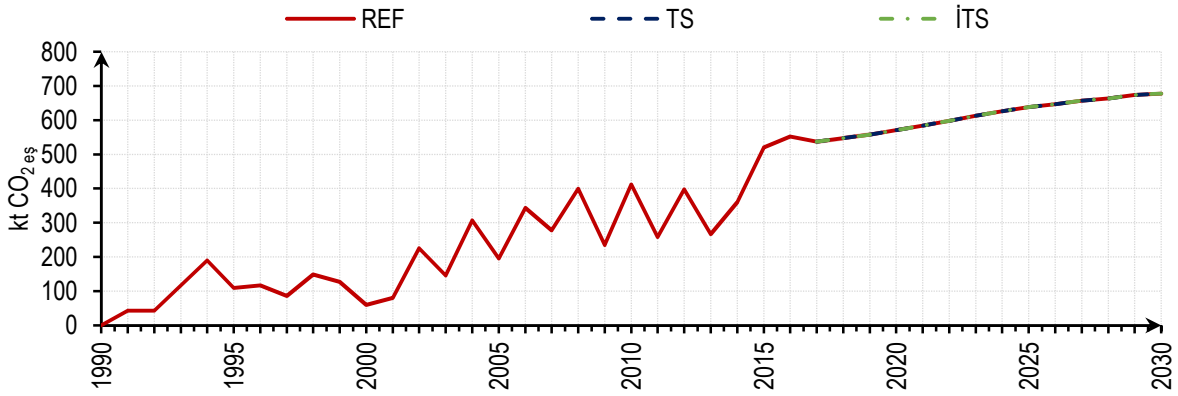
Çok yıllık odunsu biyokütle için hasattan kaynaklanan kayıp miktarı mevcut olmadığından, canlı biyokütledeki karbon stok değişikliğinin hasad ile telafi edildiği varsayılmıştır. Sonuç olarak değişmeyen çok yıllık bitki arazilerinde C yutağı ile C emisyonunun birbirini dengelediği kabul edilmektedir (TÜİK, 2019). Özetlemek gerekirse değişmeyen tarım arazisindeki çok yıllık bitkiler bir karbon yutağı olarak düşünülmemelidir.

Değişmeyen tarım arazilerinde emisyon/yutak oluşumunun büyük kısmı tek/çok yıllık bitki türlerinin kendi aralarında dönüşümünden kaynaklanır. 2017 yılı sonrası bu dönüşümlerin olmayacağı kabul edildiğinde yutak kapasitesinin azalmaya başladığı görülmektedir (Şekil 7.43). Değişmeyen tarım alanında 2017 yılında -131,28 ktCO<sub>2</sub>eş olan yutak değeri, 2030 yılında 79,14 ktCO<sub>2</sub>eş azalmaktadır.



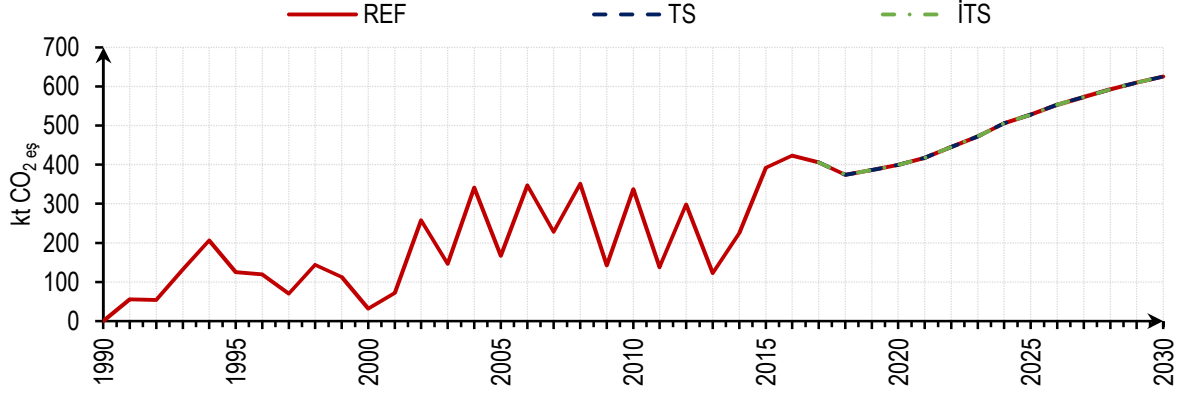
Şekil 7.43. Değişmeyen tarım alanı yutak/ emisyon projeksiyonu

Şekil 7.44'de orman alanından, mera alanından, sulak alanlardan ve diğer alanlardan tarım alanına dönüşüm neticesinde emisyon değerleri 2017 yılından sonra 2030 yılına kadar %26 artarak 677,41 ktCO<sub>2</sub>eş değerine ulaşmaktadır. Bu artışın en büyük nedeni yutak kapasitesi bulunan orman alanlarının tarım alanına dönüşmesinin 2017 yılı değerinde devam etmesinin öngörülmesidir.



Şekil 7.44. Tarım alanına dönüşen alanlara ait emisyon projeksiyonu

Aşağıdaki Şekil 7.45'te açıkça görüleceği gibi, tarım alanının toplam emisyonunun 2017 yılında 406,14 ktCO<sub>2</sub>eş'den 2030 yılında % 53 artarak 625,28 ktCO<sub>2</sub>eş değerine ulaşacağı hesaplanmıştır. Tarım alanlarına dönüşümde bir tedbir veya ilave tedbir uygulanmamıştır.



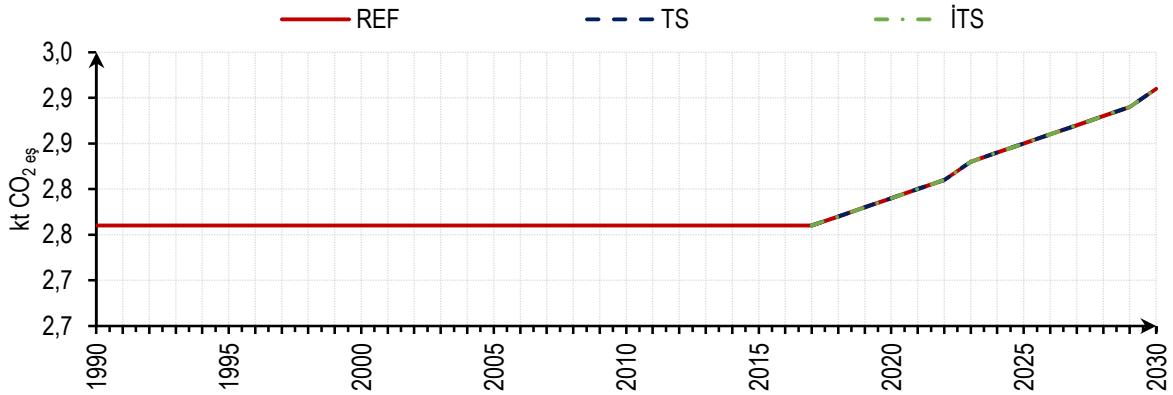
Şekil 7.45. Toplam tarım alanı emisyon projeksiyonu

### 7.2.3. Mera Alanları ve Mera Alanlarına Dönüşen Alanlar

Mera alanları bol miktarda yem bitkileri bulundurması açısından hayvancılık sektörü için önemlidir. Meralardan elde edilen yemin besin değerleri de yüksektir ve bu alanlardan beslenen hayvanların verimi daha yüksek olmaktadır. Maliyetsiz bir yem kaynağı olmasından ve yüksek verimli hayvanların ekonomik getirisi daha yüksek olacağından çiftçiler hayvanlarını mera alanlarında otlatmayı tercih ederler. Bu bilgiler doğrultusunda mera alanlarını korumak ve mera alanlarının yok olmasını engellemek doğru bir karar olacaktır.

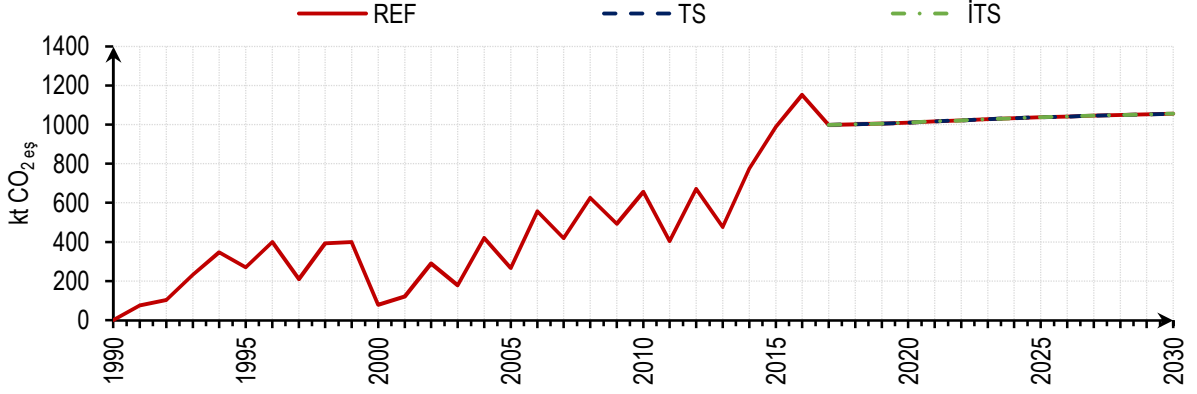
Elde edilen verilerde yönetilen/yönetilmeyen mera alanları verileri olarak ikiye farklı başlık bulunmaktadır. Fakat Ulusal Envanter Raporunda bu ayırım bulunmamaktadır. Bu iki kaynaktaki mera alanları verilerinin ayırımının ve miktarın farklı olması bu alt sektörde emisyon hesaplarının Envanter Raporundan farklı olmasına sebep olmuştur.

Değişmeyen mera alanı emisyonu projeksiyonu 1990 yılından günümüze bir değişiklik göstermemiştir. Bunun sebebi mera alanı emisyon hesabında yalnızca organik toprak alanlarının göz önünde bulundurulmasıdır. Daha önce Tarım Sektörü/ Tarım Toprakları başlığı altında da belirtildiği üzere COP12 (2015)'e göre kabul edilen yıllık % 4 ha organik toprak artışı kabul edilmiştir (Bossio, 2015). Fakat bu değişim 13 yıllık bir projeksiyonda belirgin bir farklılık göstermemektedir (Şekil 7.46).



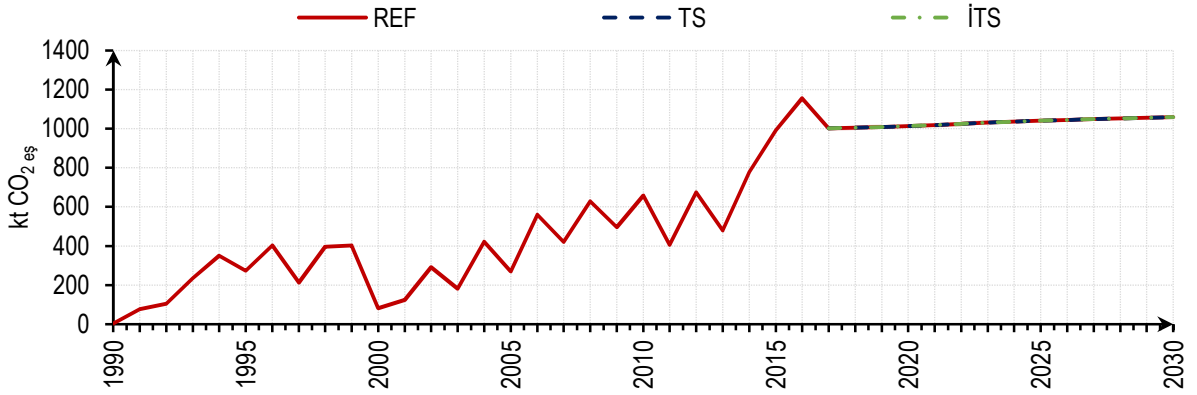
Bu belge 5079 sayılı İmza Kanununa göre Prof.Dr. Şahin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Şekil 7.46. Değişmeyen mera alanlarının organik toprak emisyon projeksiyonu. Evragımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Mera alanına dönüşen alanlarda REF Senaryosunda 2017 yılı sonrasında dönüşümlerin sabit olacağı kabul edilmiştir. Şekil 7.47'de mera alanlarına dönüşümün emisyon projeksiyonu verilmiştir. Emisyon hesabında biyokütle, ölü organik madde miktarı ve mineral toprak alanı kullanılmıştır. Biyokütle hesaplamasında o yıl dönüşen alana bağlı toplam emisyon miktarı bulunmaktadır.



Şekil 7.47. Mera alanına dönüşen alanlara ait emisyon projeksiyonu

Şekil 7.48'de görüleceği üzere, toplam mera alanından atmosfere salınan sera gazı miktarı 2017'de 1001,52 ktCO<sub>2eş</sub>'den %5,74 artarak 2030'da 1059 ktCO<sub>2eş</sub>'ne yükselmektedir. Ancak burada son derece düşük bir trend ile artış söz konusudur.

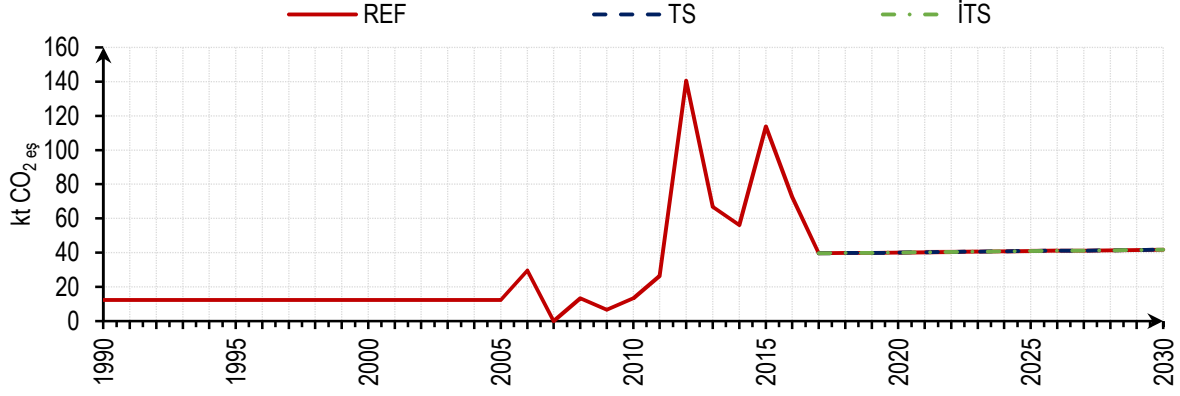


Şekil 7.48. Toplam mera alanı emisyon projeksiyonu

#### 7.2.4. Sulak Alanlar ve Sulak Alanlara Dönüşen Alanlar

Değişmeyen sulak alanlardan kaynaklanan sera gazı emisyonunun hesaplanmasında bu alanlardaki biyokütle ve diğer bileşenler dikkate alınmamış yalnızca organik toprak miktarı C emisyonu dikkate alınmıştır. 2017 yılı sonrası Tarım Sektörü/ Tarım Toprakları başlığı altında da belirtildiği üzere COP12 (2015)'e göre kabul edilen yıllık % 4 ha organik toprak artışı kabul edilmiştir (Bossio, 2015). Bu değişim 13 yıllık bir projeksiyonda yalnızca 2.11 ktCO<sub>2eş</sub> değerinde bir artışa sebep olmuştur (Şekil 7.46).

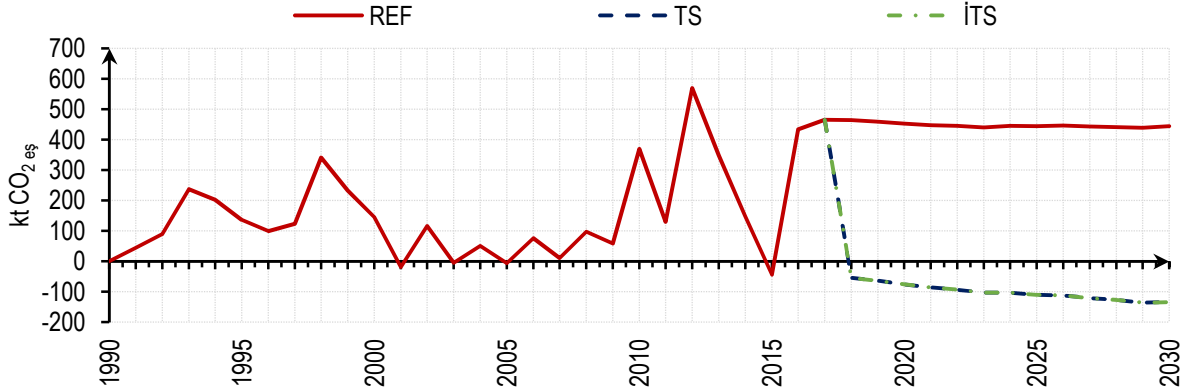
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrakinizi <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 7.49. Değişmeyen sulak alandaki organik toprak alandan kaynaklanan emisyon projeksiyonu

Sulak alanlara dönüşüm sera gazı bütçesi hesaplamasında biyokütle, ölü organik madde ve mineralli topraktan kaynaklanan emisyon/yutaklar göz önünde bulundurulmaktadır. REF Senaryosunda 2017 yılı sonrası sulak alanlara dönüşümün (orman, tarım, mera, yerleşim ve diğer alanlardan) sabit değerde devam edeceği kabul edilmiştir. Bu sebeple 2017 yılı sonrası dönüşen alanların sabit olmasına rağmen mineralli toprak emisyon hesaplamasında kullanılan 20 yıllık dönüşüm periyodundaki alanlar sebebi ile emisyon değeri sabit kalmamış, az da olsa değişiklik göstermiştir.

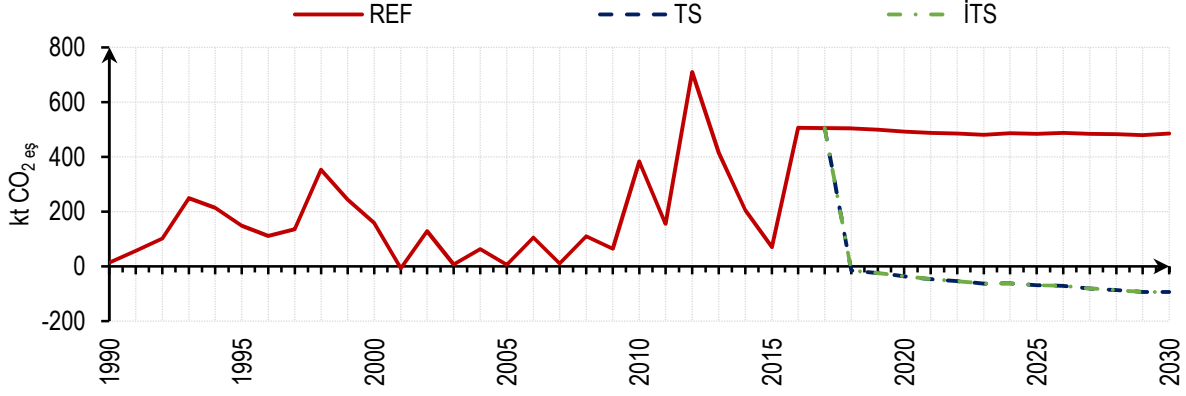
Tedbirler senaryosunda orman alanlarının sulak alanlara 2017 sonrasında dönüşümünün son bulacağı gelecek projeksiyonlarının belirlenmesinde göz önünde bulundurulmuştur. Bu durum, 2017 yılında 465,64 ktCO<sub>2eş</sub> emisyon değerinin yutak kaynağına dönüşmesine ve 2030 yılına kadar tedbir senaryoları ile -135,25 ktCO<sub>2eş</sub>'ne ulaşmasına neden olmuştur (Şekil 7.50, 7.51).



Şekil 7.50. Sulak alana dönüşen alanlara ait yutak/ emisyon projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

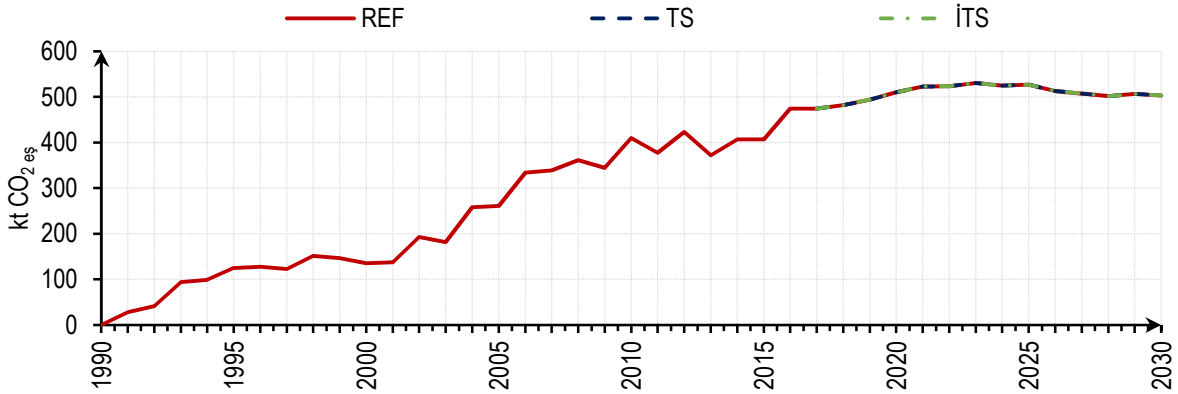




Şekil 7.51. Toplam sulak alanı yutak/ emisyon projeksiyonu

### 7.2.5. Yerleşim Alanları ve Yerleşim Alanlarına Dönüşen Alanlar

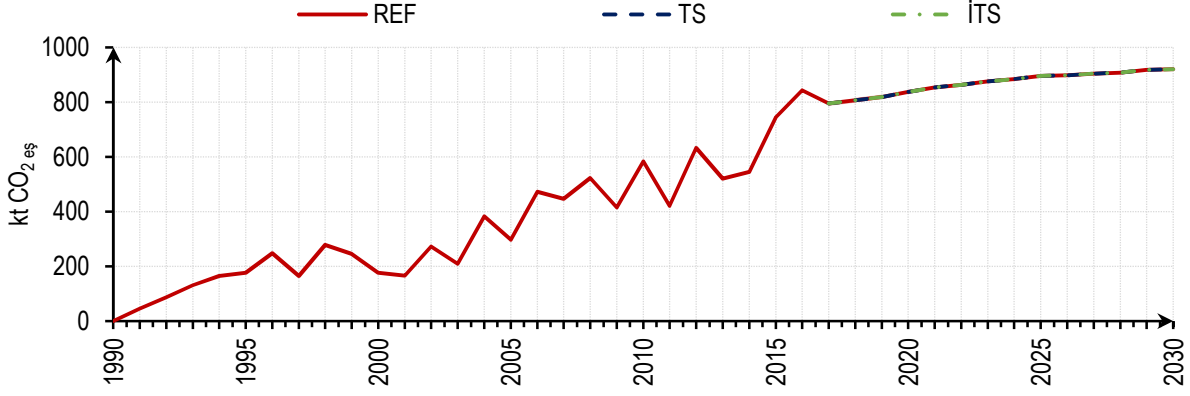
2017 yılında orman, tarım, mera, sulak alanlar ve diğer alanlardan yerleşim alanlarına dönüşen alanın 6,8 kha değerinde olduğu gözlemlenmiştir. Yerleşim alanlarına dönüşüm 2017 yılındaki değeri ile sabit devam ettiği takdirde yerleşim alanlarından atmosfere doğru meydana gelen sera gazı emisyon değerleri 2017 yılında 474,68 ktCO<sub>2eş</sub> iken, 2030 yılında da çok az bir artış ile (%5,9) 503,09 ktCO<sub>2eş</sub>'ne ulaşmıştır (Şekil 7.52). Yerleşim alanlarına dönüşümde tedbir ve ilave tedbir uygulanmamıştır.



Şekil 7.52. Toplam yerleşim alanı emisyon projeksiyonu

### 7.2.6. Diğer Alanlar ve Diğer Alanlara Dönüşen Alanlar

2017 yılında orman, tarım, mera, sulak alanlar ve yerleşim alanlarından diğer alanlara 7,5 kha dönüşüm olduğu gözlemlenmiştir. 2030 yılına kadar olan projeksiyonlarda bu dönüşüm değerinin sabit devam edeceği öngörülmüştür. REF senaryosunda diğer alanlardan meydana gelen sera gazı emisyon değerleri 2017 yılında 795,66 ktCO<sub>2eş</sub> iken 2030 yılında %15,72 artış ile 920,74 ktCO<sub>2eş</sub>'ne ulaşması beklenmektedir (Şekil 7.53). Diğer alanlara dönüşümde tedbir ve ilave tedbir uygulanmamıştır.



Şekil 7.53. Toplam diğer alanlar emisyon projeksiyonu

### 7.2.7. Hasad Edilen Odun Ürünleri

Bu sektörden kaynaklanan emisyon ve yutak kapasitesi hesaplamaları devam etmektedir. Bu hesaplamalar tamamlandıktan sonra bölüm 7.2.8'de belirtilen genel bütçeye ilave edilecek ve nihai raporda sunulacaktır.

### 7.2.8. AKAKDO'da TES ve İTS'ye Bağlı Değişimler

Sonuç olarak aşağıdaki Çizelge 7.11'de görüleceği üzere AKAKDO Sektörünün yutak kapasitesi REF değerinin toplamda 2017 yılında -91,84 Mt CO<sub>2eş</sub>'den 2030 yılına kadar %0,39 azalacağı ancak TES ile bunun %9,81 (yutak kapasitesinin) artacağı ve alınacak ilave tedbirler ile toplamda %15,19'a kadar yutak kapasitemizin artacağı ve -105,79 MtCO<sub>2eş</sub>'e çıkacağı hesaplanmıştır.

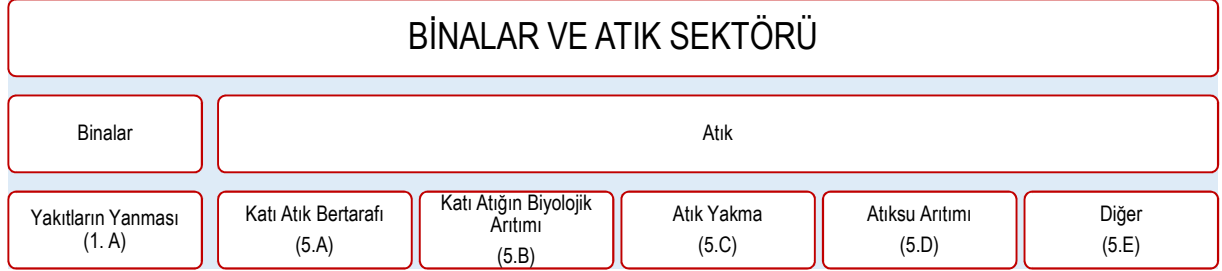
Çizelge 7.11. Toplam AKAKDO Sektörü emisyon değerleri (Mt CO<sub>2eş</sub>) ve değişim yüzdesi (%)

| Alt Sektör                | 2017   | 2023   | 2030    | Değişim Yüzdesi (2017-2030) |
|---------------------------|--------|--------|---------|-----------------------------|
| REF Senaryosu             | -91,84 | -91,98 | -91,48  | -0,39                       |
| Tedbirler Senaryosu       | -91,84 | -97,26 | -100,85 | 9,81                        |
| İlave Tedbirler Senaryosu | -91,84 | -97,26 | -105,79 | 15,19                       |

# 8. BİNALAR VE ATIK SEKTÖRÜ

Binalar ve Atık sektörü her ne kadar proje kapsamında birlikte değerlendirilse de yapısı itibari ile modellemede ayrı ayrı ele alınmıştır. Sektörün genel model yapısı Şekil 8.1’de gösterilmiştir. Binalar sektörü enerji talebi doğrultusunda IPCC sınıflandırmasında enerji sektörü altında yer almaktadır. Üretilen senaryolar kapsamında binalar ve atık sektörüne ait emisyon tahminleri Çizelge 8.1’de özetlenmiştir.

## 8.1. Atık Sektörü



Şekil 8.1. Binalar ve Atık sektörü alt kırılım şeması

Çizelge 8.1 Binalar ve Atık sektörü emisyon tahminleri (Mt CO<sub>2e</sub>)

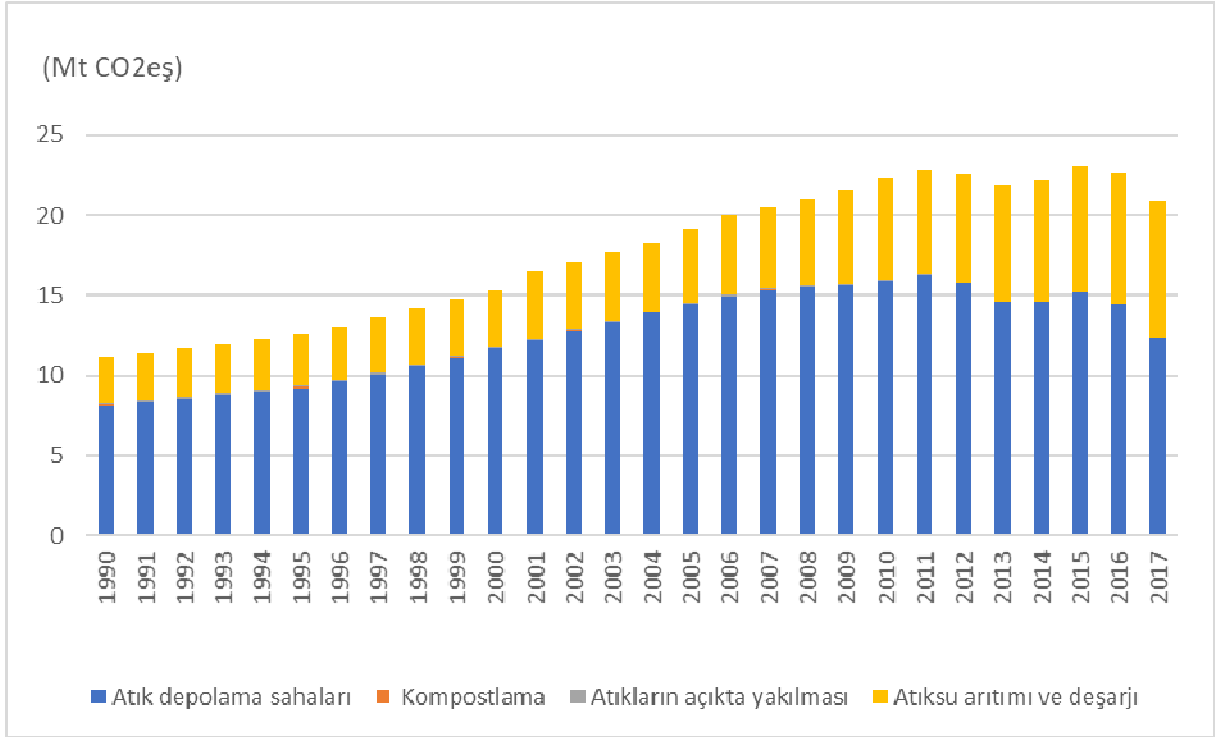
| Yıllar | Atık Toplam Emisyon |       |       | Binalar Toplam Emisyon |       |       |
|--------|---------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|
|        | REF                 | TES   | İTS   | REF                    | TES   | İTS   |
| 2020   | 22,27               | 22,18 | 22,16 | 77,81                  | 74,68 | 74,03 |
| 2025   | 24,29               | 23,68 | 23,63 | 85,53                  | 76,41 | 74,51 |
| 2030   | 25,98               | 24,56 | 24,48 | 92,55                  | 76,58 | 73,23 |

Atık sektörü; Katı Atık Bertarafı, Katı Atığın Biyolojik Arıtımı, Atık Yakma ve Atık Su Arıtımı şeklinde alt sınıflandırmalara ayrılarak ayrı ayrı modellenmiştir.

Atık sektöründe, sera gazı emisyonları, sıvı ve katı atıkların işlenmesi ve bertaraf edilmesi kaynaklıdır. 2006 IPCC Kılavuzuna göre, atık sektöründeki emisyon tahminleri dört alt kategori için yapılmaktadır:

1. Katı atık bertarafı, (Atık Depolama Sahaları)
2. Katı atıklara biyolojik işlem uygulanması (Kompostlama),
3. Atıkların Açıkta Yakılması,
4. Atık su arıtımı ve deşarjı,

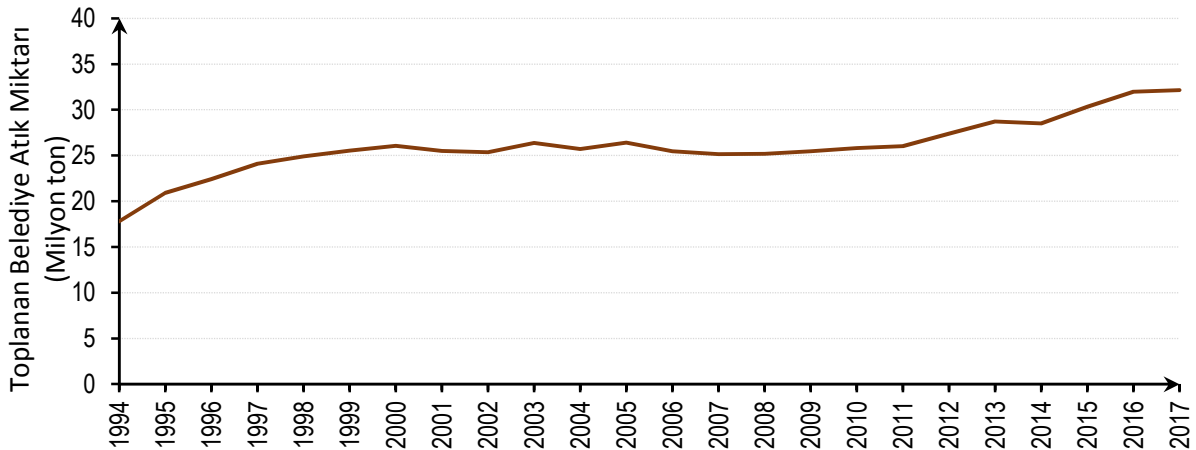
Sektörlerin mevcut emisyon değerleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 8.2. Türkiye’de 1990-2017 yılları arasında atık sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonları

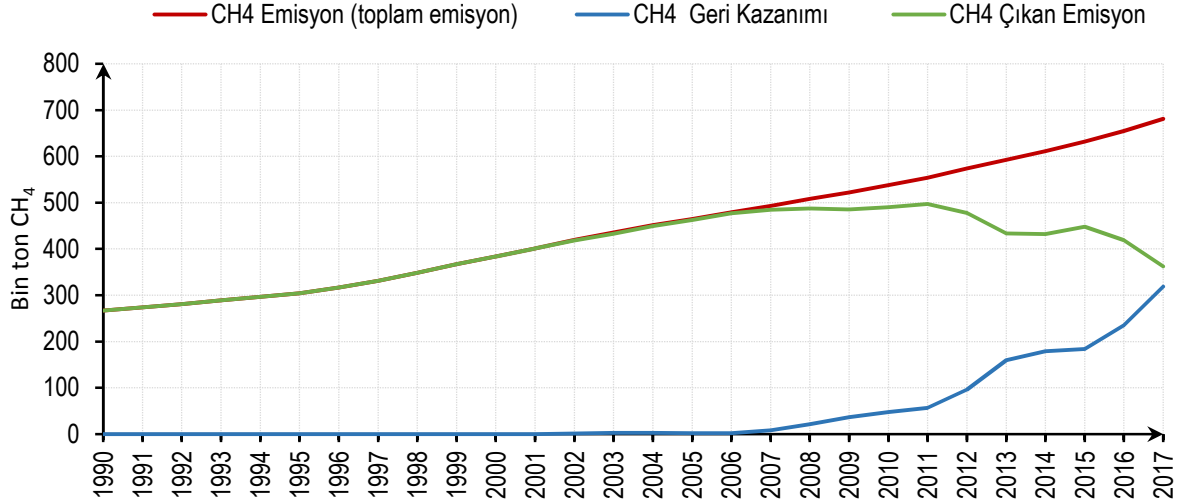
### 8.1.1. Katı Atık Bertarafı

Katı atık depolama alanlarındaki metan emisyonları ve geri kazanımı Şekil 8.4’de modellenmiştir. Türkiye’de metan (CH<sub>4</sub>) geri kazanım tesis kapasitesi arttıkça geri kazanılan metan oranı artmakta çıkan emisyon düşmektedir. Buna bağlı olarak Türkiye’de atık gazdan (LFG) elektrik ya da termal enerji üretilebilmektedir.



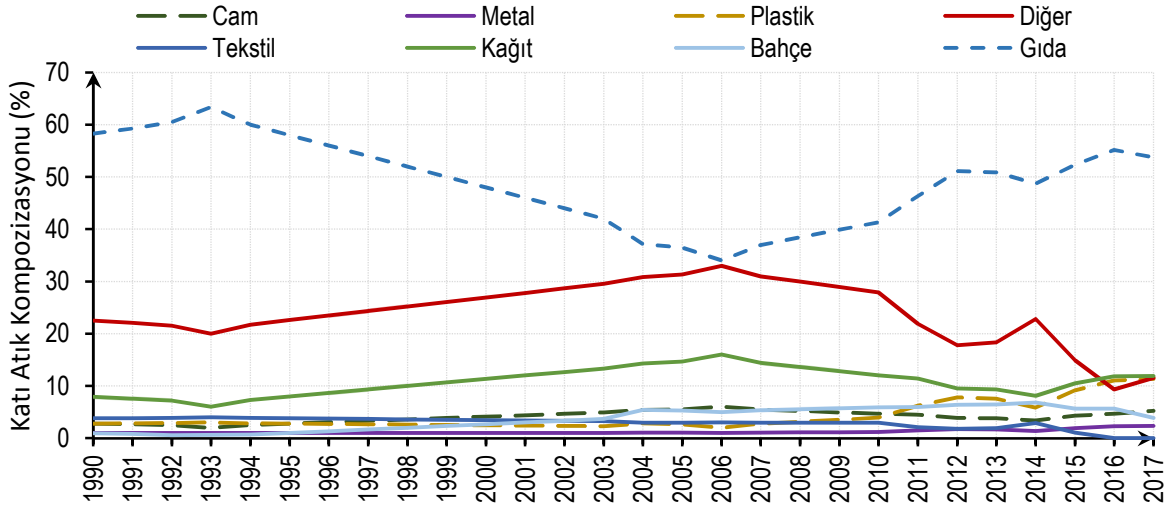
Şekil 8.3. Yıllar itibariyle toplanan MSW miktarları

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 8.4. Depolama sahaları kaynaklı metan emisyonları ve geri kazanım miktarları

Katı atık bertarafı kendi içerisinde belediye katı atıkları, atık türlerine ve bileşenlerine göre ayrılarak modellenmiştir. Şekil 8.5'de modellemede kullanılan katı atık kompozisyon yüzdeleri görülmektedir.

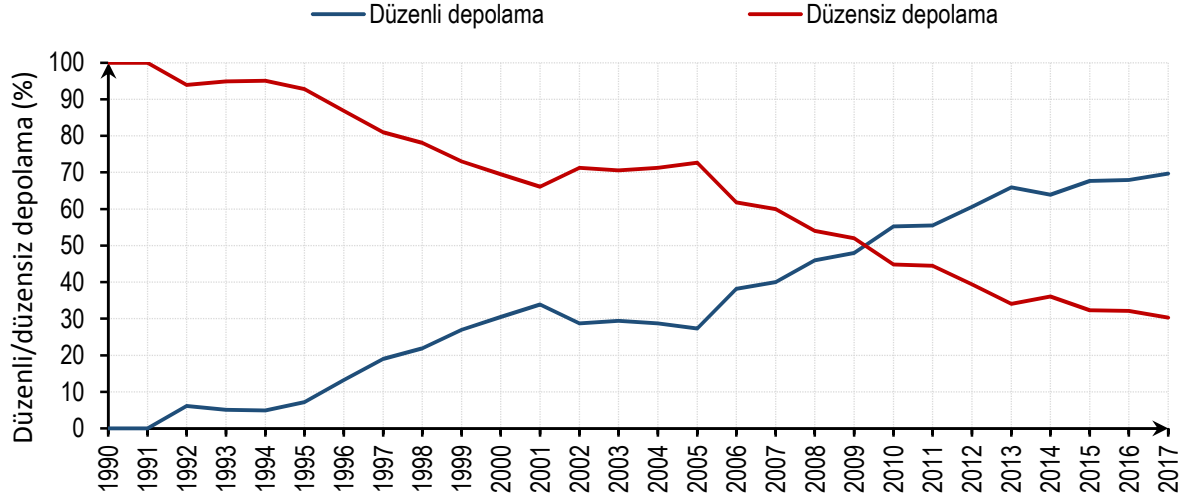


Şekil 8.5. Katı atık kompozisyonu mevcut durum değişimi

Atık hesaplarında kullanılan önemli ortak bir parametre de kişi başına düşen atık miktarıdır (Bkz. Şekil 8.8). Şekil 8.7'de sunulan 2030 yılına ait toplam atık miktarı projeksiyonu yapılırken Dünya Bankası stratejisi ile Türkiye atığı ilişkilendirilmiştir.

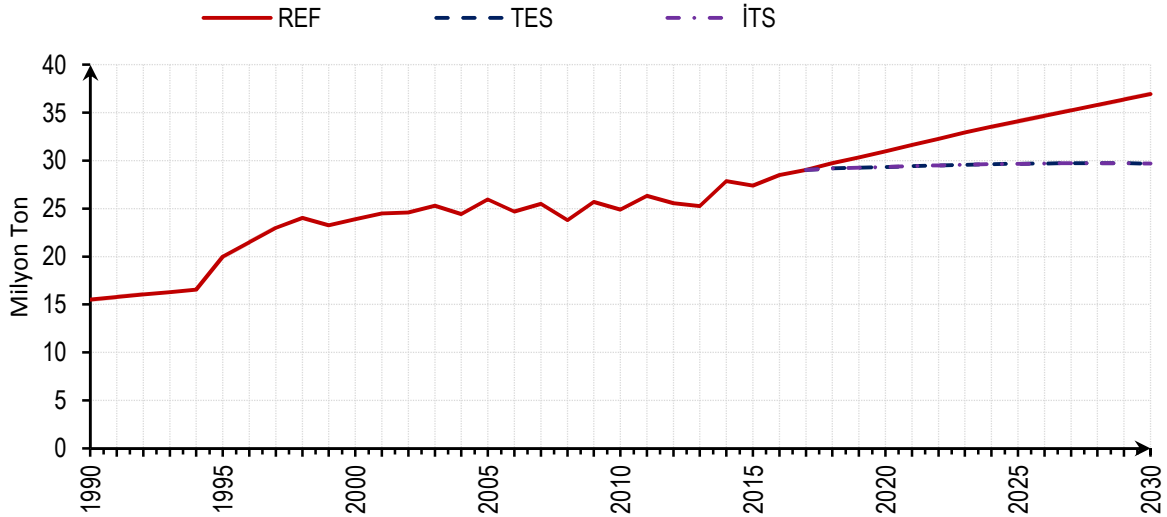
Endüstriyel atık miktarı ve Arıtma çamuru projeksiyonunda geçmiş yılların verisine bakılarak GSYH ile ilişkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda ona uygun eğri çizilerek GSYH'ye bağlı hesaplama yapılmıştır. Tıbbi atık miktarında 2023 yılı için verilen hedef üzerinden senaryo geliştirilmiştir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden/17150DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.



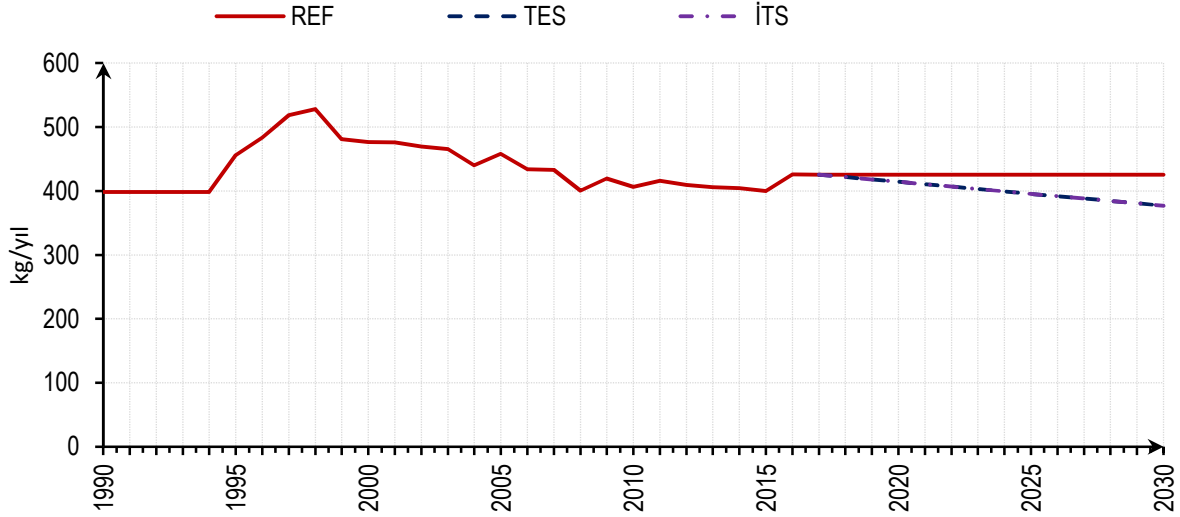
Şekil 8.6. Düzenli/Düzensiz depolama sahalarının mevcut durum değişimi

Düzenli/Düzensiz depolama sahalarının mevcut durumu şekildeki gibidir. Stratejik plana göre vahşi döküm sahalarının rehabilite edilmesi yahut düzenli depolama alanlarına taşınması öngörülmektedir. UAYEP (Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı) stratejilerine göre MSW (Belediye katı atığı) yönetim projeksiyonlarında ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir. Katı atık depolama kaynaklı toplam emisyonlar toplam atık miktarının katı atık bileşenlerine göre dağıtılması sonucu ayrı ayrı elde edilmiştir. Gelecek için 2017 yılı bileşen değerlerinin değişmeyeceği varsayılmıştır.



Şekil 8.7. Belediye katı atığı projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 8.8. Kişi başına düşen atık miktarı projeksiyonu

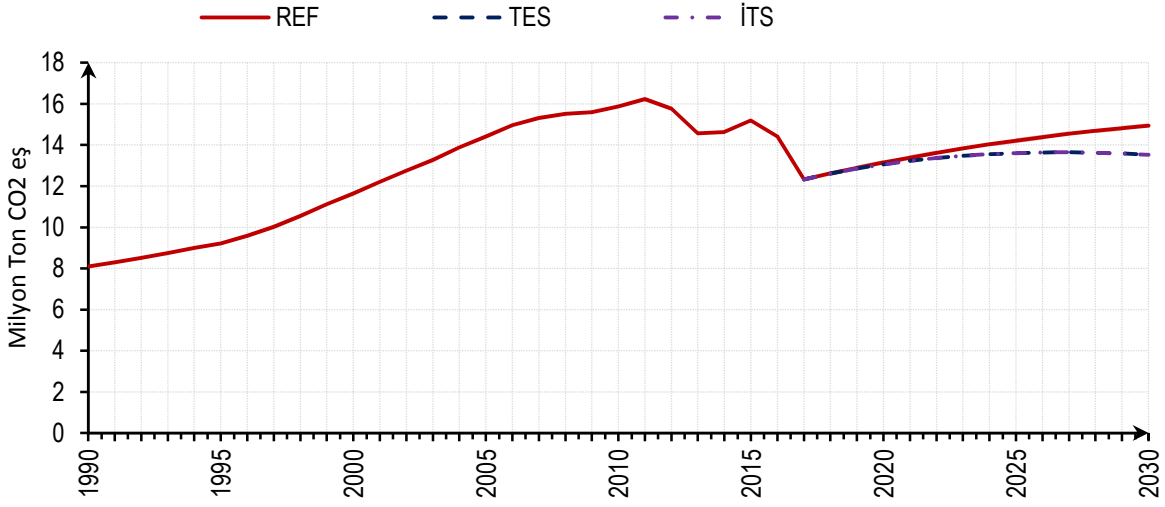
Belediye katı atığı projeksiyonunda hesaplama parametresi olarak Şekil 8.8'de gösterilen kişi başına düşen atık miktarı projeksiyonu kullanılmaktadır. Belediye katı atığı REF senaryosu, UAYEP (Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı) stratejilerinde yer alan 2023 yılı için 33 Milyon ton katı belediye atığı beklentisi dikkate alınarak hazırlanmıştır (ÇŞB 2016). Bu bağlamda 2017 yılı kişi başın düşen atık miktarı 2030 yılına kadar sabit bırakılmıştır. TES ve İTS, kişi başına düşen atık miktarının Dünya Bankası'nın %9'luk azaltım hedefine orantılı bir şekilde azalması öngörülerek meydana getirilmiştir (Bkz. Şekil 8.8).

Bu parametrelere göre emisyon hesabına etki eden ve üzerinde senaryo üretilen parametreler aşağıda listelenmiştir.

#### Emisyon Hesabına Etki Eden Üzerinde Senaryo Üretilen Parametreler

- Nüfus
- Atık kompozisyonu
- Belediye katı atığı
- MSW yönetimi
- Kişi başına düşen atık
- Tıbbi atık
- Endüstriyel atık
- Arıtma çamuru

Geliştirilen senaryolar dahilinde katı atık bertarafı kaynaklı emisyonların projeksiyonu Şekil.8.9'da gösterilmiştir.

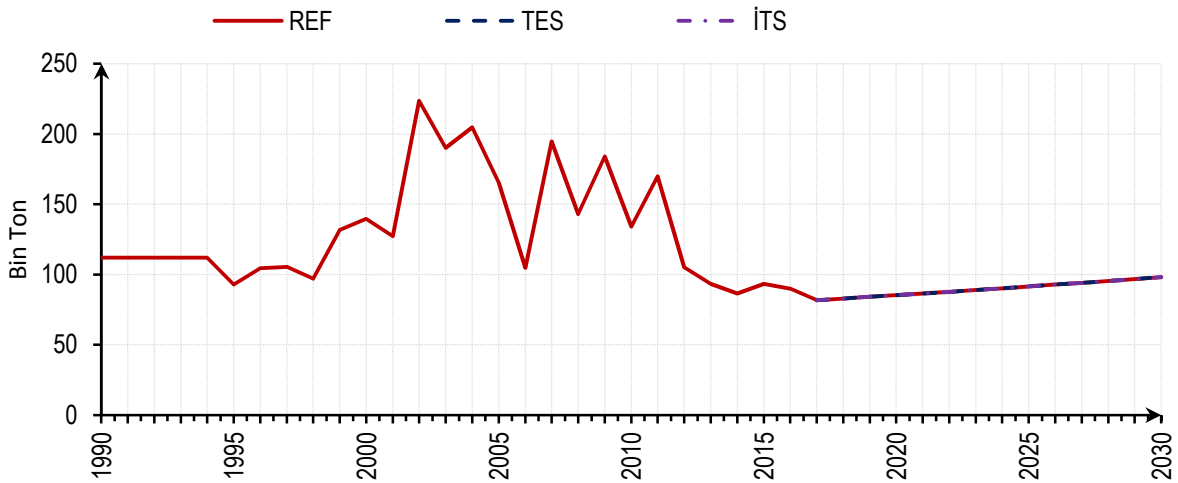


Şekil 8.9. Katı atık bertarafı kaynaklı emisyon projeksiyonu

Şekil 8.7 ve Şekil 8.8'de emisyonu büyük ölçüde etkileyen parametreler bulunmaktadır. Buna karşın tıbbi atık, endüstriyel atık, arıtma çamuru gibi diğer atıkların emisyon azaltımlarına katkıları düşük olduğundan bu kısımda yer almamaktadır. Şekil 8.9'da da görüldüğü gibi katı atık bertarafı kaynaklı emisyonların REF senaryosunda 14,94 Milyon Ton CO<sub>2eş</sub> değerine ulaşacağı tahmin edilmiştir. TES ve İTS'de ise kişi başına düşen atık miktarındaki azaltım hedefleri doğrultusunda bu emisyonların 13,52 Milyon Ton CO<sub>2eş</sub> değerine düşeceği öngörülmektedir.

#### 8.1.2. Katı Atık Biyolojik Arıtma

Katı atıkların biyolojik arıtım miktarı projeksiyonu Şekil 8.10'da verilmiştir. REF senaryosunda atık miktarının GSYH ile olan ilişkisi modellenerek GSYH büyüme hızının 1/3'ü oranında büyümesi öngörülmektedir. TES ve İTS senaryolarında REF senaryosu kabulü korunmuştur. Yıllık büyüme oranı %1,2 olarak saptanmıştır.

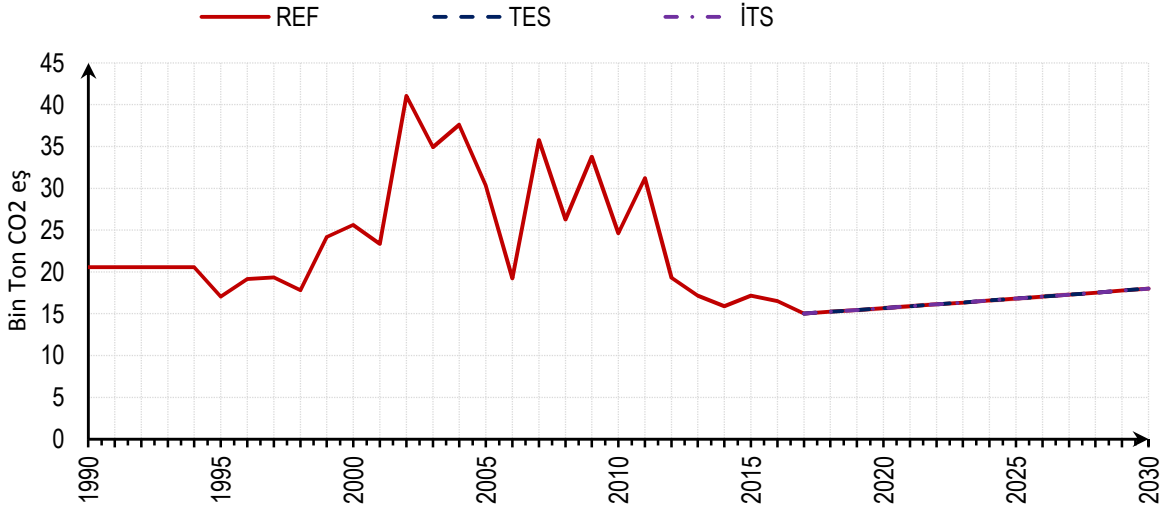


Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 8.10. Biyolojik Arıtma atık miktarı projeksiyonu



Biyolojik arıtma esnasında çıkan metan gazlarının projeksiyonu atık miktarı ile doğrudan ilişkilendirilerek hesaplanmaktadır. Şekil 8.11'de görüldüğü gibi biyolojik arıtım emisyonu biyolojik arıtım miktarının artışına benzer şekilde artması beklenmektedir.

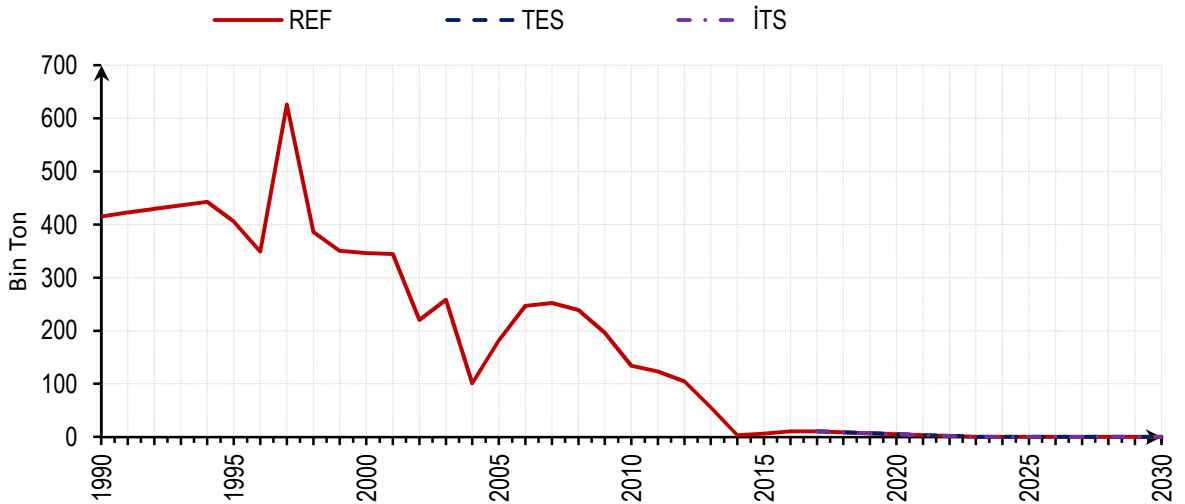


Şekil 8.11. Biyolojik Arıtma kaynaklı emisyon projeksiyonu

Şekil 8.11'de verilen biyolojik arıtma kaynaklı atık emisyonları projeksiyonuna göre REF senaryosunda 2030 yılı emisyonu 18,02 Milyon Ton CO<sub>2eş</sub> değerine ulaşacağı öngörülmektedir. TES ve İTS'ler hazırlanırken REF senaryo kabulü korunmuştur.

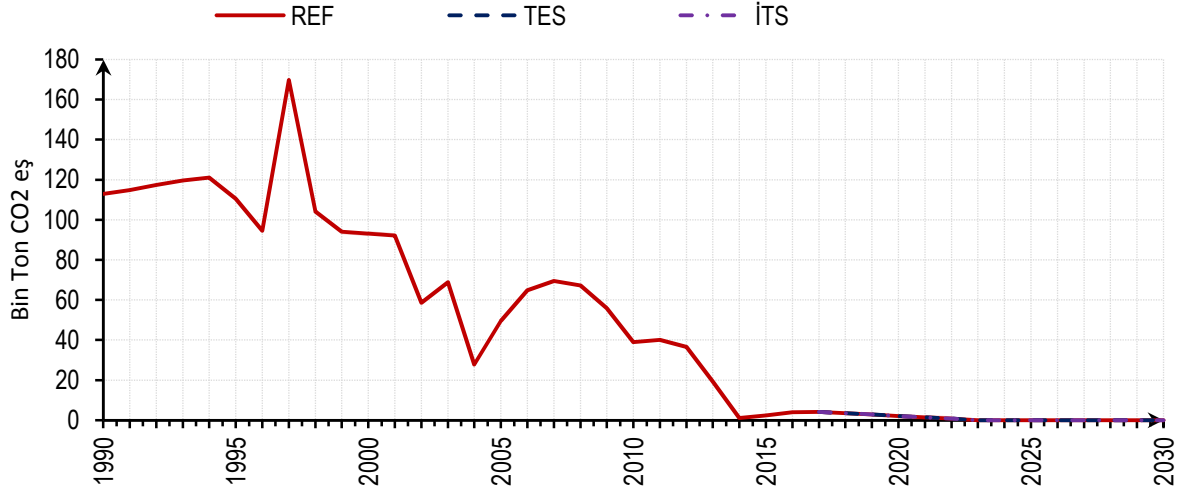
### 8.1.3. Atık Yakma ve Açıkta Atık Yakma

Atıkların açıkta yakılması kaynaklı emisyonlar oldukça sınırlı seviyede olmakla beraber, yakın gelecekte açıkta yakmanın tamamen sıfıra indirilme hedefi sonrası emisyonlar da sıfırlanacaktır. Şekil 8.12'de açıkta yakılan atıkların toplam projeksiyonunu göstermektedir. ÇŞB'nin kararına göre REF, TES ve İTS kabullerinde 2023 yılları itibarıyla açıkta yakmanın sıfırlanacağı kabul edilmiştir.



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrakın dijital olarak imzalandığına dair bilgi için D7B0D835X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

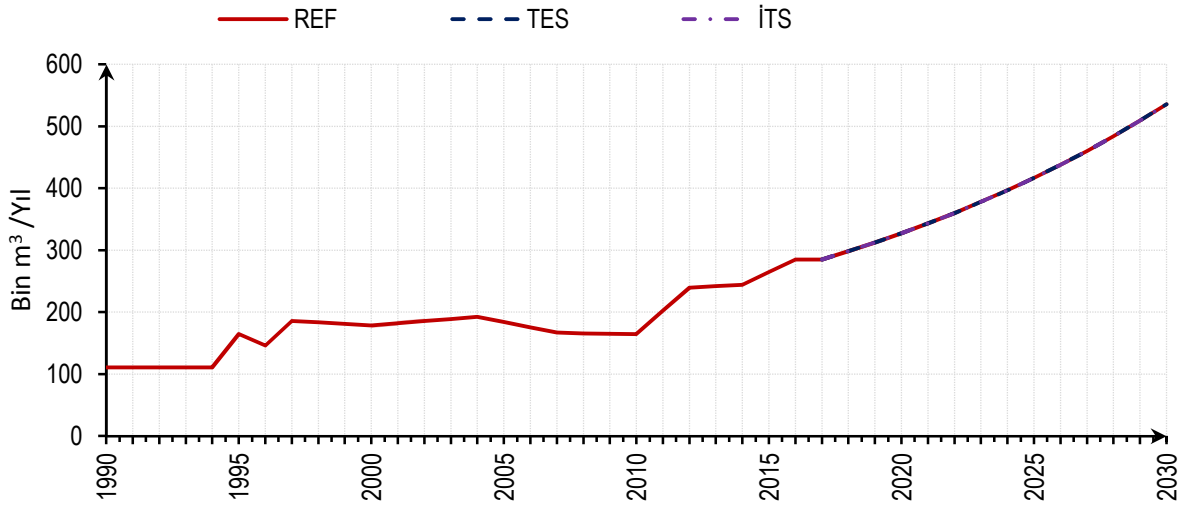
Açıkta yakma ÇŞB'nin kararına göre REF, TES ve İTS kabullerinde 2023 yılları itibarıyla emisyon sıfıra inmiştir. (Bkz. şekil 8.13)



Şekil 8.13. Açıkta yakılan katı atık kaynaklı emisyon projeksiyonu

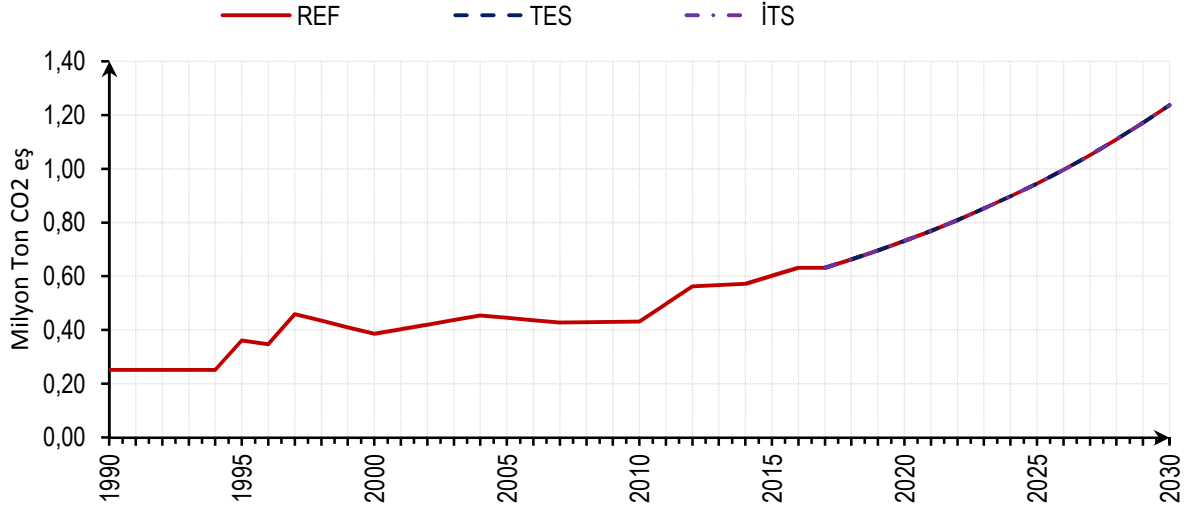
#### 8.1.4. Atıksu Arıtma ve Deşarj

Endüstriyel atıksu miktarı projeksiyonu (Bkz. şekil 8.14) 2030 REF senaryosunda 535,61 Bin m<sup>3</sup>/yıl değerlerine ulaşacağı tahmin edilmiştir. TES ve İTS senaryolarında azalış öngörülmemiştir. Projeksiyonunda GSYH ile ilişkilendirilerek REF senaryosu elde edilmiştir.



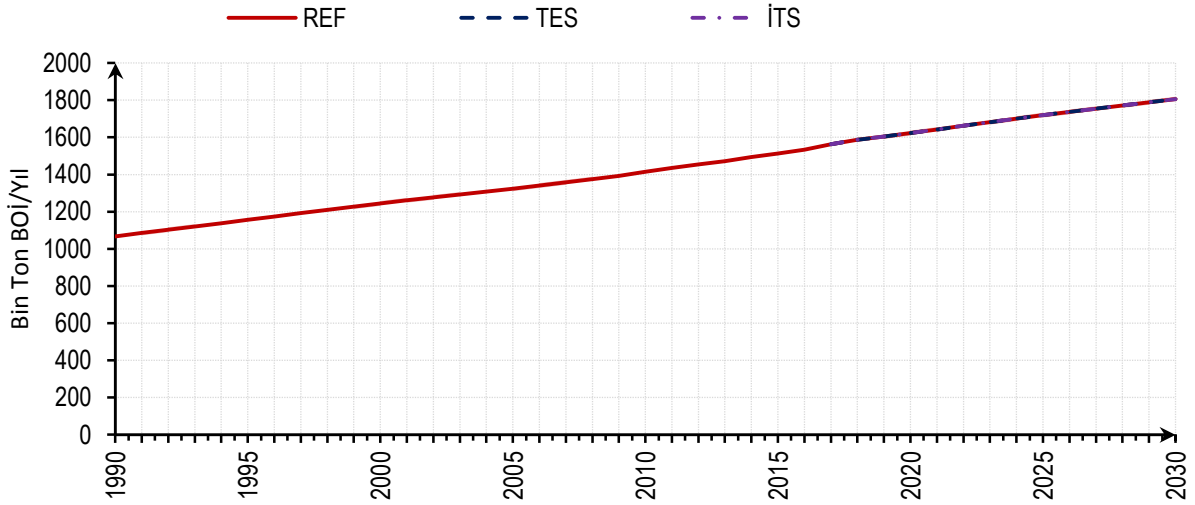
Şekil 8.14. Endüstriyel atık su miktarı projeksiyonu

Endüstriyel kaynaklı atık su miktarına bağlı olarak emisyon miktarı projeksiyonu Şekil 8.15'de belirtilmiştir. Buna göre bu emisyonların 2030 yılında REF senaryosunda 1,24 Milyon Ton CO<sub>2eş</sub> değerine ulaşacağı tahmin edilmiştir. TES ve İTS'de azalış öngörülmemiş ve REF senaryo kabulü korunmuştur.



Şekil 8.15. Atıksu arıtma ve deşarj kaynaklı (Endüstriyel Atıksu) emisyon projeksiyonu

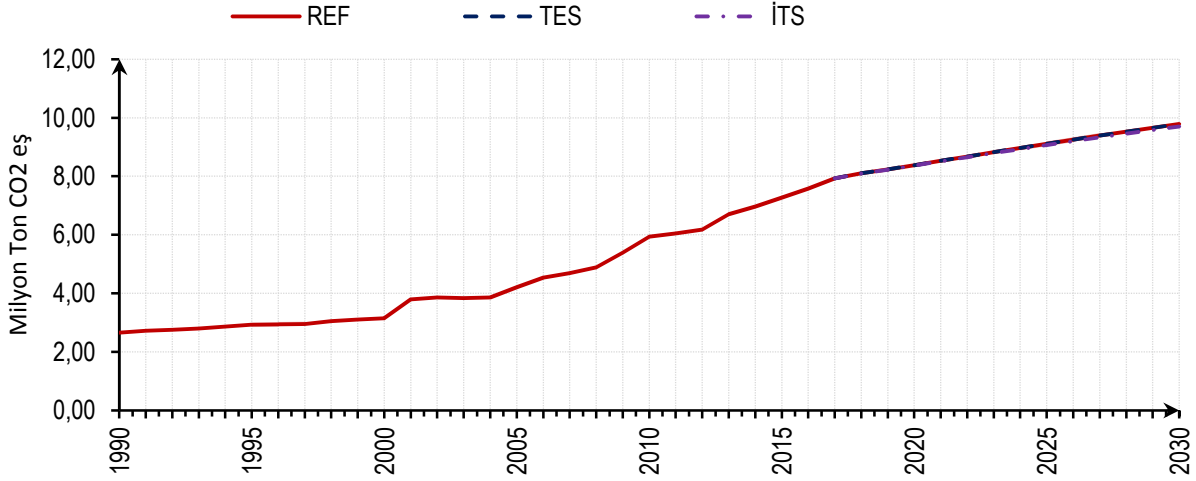
Evsel atıksu miktarı projeksiyonu ( Bkz. şekil 8.16) 2030 REF senaryosunda 1805,4 Bin ton BOİ/yıl değerlerine ulaşılacağı tahmin edilmiştir. Projeksiyonunda nüfus, protein gibi parametreler artış eğiliminde olduğundan TES-İTS senaryolarında azalış öngörülmemiştir.



Şekil 8.16. Atıksuda parçalanabilir organik madde miktarı (Evsel Atıksu) projeksiyonu

Evsel kaynaklı atıksu miktarına bağlı olarak emisyon miktarı projeksiyonu Şekil 8.17'de belirtilmiştir. Buna göre 2030 REF senaryosunda 9,79 Milyon CO<sub>2eş</sub> değerlerine ulaşılacağı tahmin edilmiştir. TES ve İTS senaryolarında azalış öngörülmemiştir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 8.16. Atıksu arıtma ve deşarj kaynaklı (Evsel Atıksu) emisyon projeksiyonu

Atıksu arıtma çalışmalarında azalım eğilimi bulunmamaktadır, çünkü katı atık sektörüne oranla sera gazı emisyon azaltım potansiyeli düşüktür. Atıksu alt yapısı yaygınlaştığından emisyon miktarı artış eğilimindedir.

Bu parametrelerin projeksiyonu Ek 3'te ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.

## 8.2. Binalar Sektörü

Bina sektörüne ait enerji verileri Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nden (EİGM 2018a) alınmıştır. 1990-2014 yılları arası enerji istatistikleri 'Konut ve Hizmetler' başlığı altında ifade edilmiştir. 2015-2017 yıllarında ise 'Konut' ile 'Ticaret ve Hizmetler' şeklinde iki başlık olarak sunulmuştur. Bu kategorilerin ayrımı sektörel hesap açısından önemlidir. 2015-2017 yıllarında konut ve ticari yapılara ait ortalama enerji kullanım oranları belirlenip 2015 yılı öncesi için uygulanarak 1990-2014 yılları yakıt tüketimi verileri iki alt başlıkta elde edilmiştir.

Hesap parametreleri konut ve konut dışı binalar olarak iki ayrı başlıkta toplanmıştır. İnşa yılı 2000 öncesi, 2000-2009 ve 2010-2017 olan binaların sayıları ve yüz ölçümü verileri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2019)'dan alınmıştır. Bu binaların kullandıkları enerji miktarları metre karelerine göre dağıtılmıştır. Binaların enerji tüketimleri; alan ısıtma, su ısıtma, pişirme, soğutma ve diğerleri ile beraber, aydınlatma şeklinde kullanım alanlarına paylaştırılmıştır. Soğutma ve diğer enerji tüketimi ayrıca kendi içinde buzdolabı ve derin dondurucu, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, kurutma makinesi, ısıtıcılar, TV, diğerleri şeklinde ayrılmıştır.

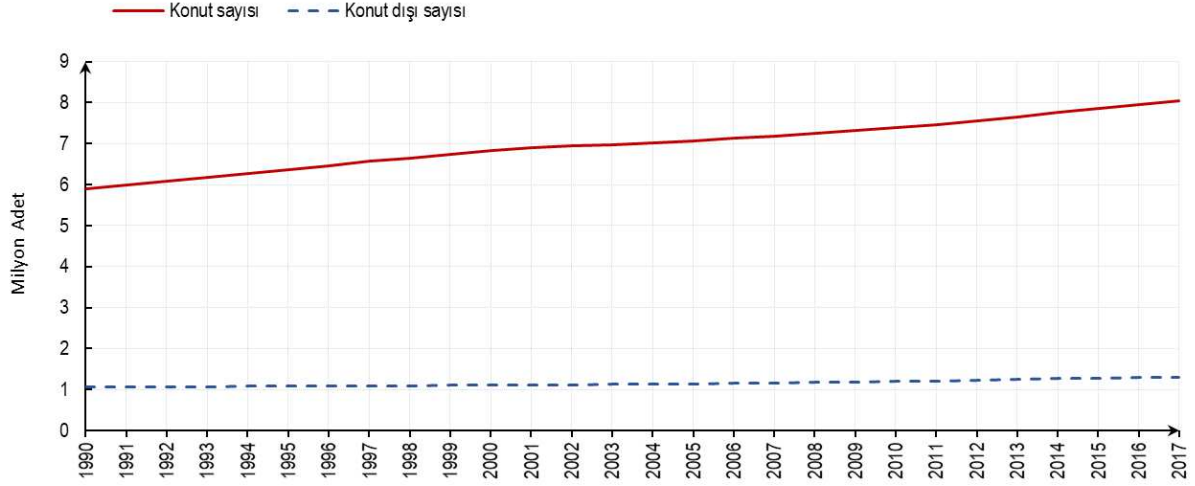
Binalar sektöründeki enerji talebi ve emisyon tahminleri "Konut" ve "Konut Dışı" olarak iki alt kategori için yapılmaktadır. Alt kırılımları aşağıdaki gibidir.

### Konut ve Konut Dışı Binaları Kullanım Alanları

- Alan Isıtma
- Su Isıtma
- Pişirme
- Soğutma ve Diğer
- Aydınlatma

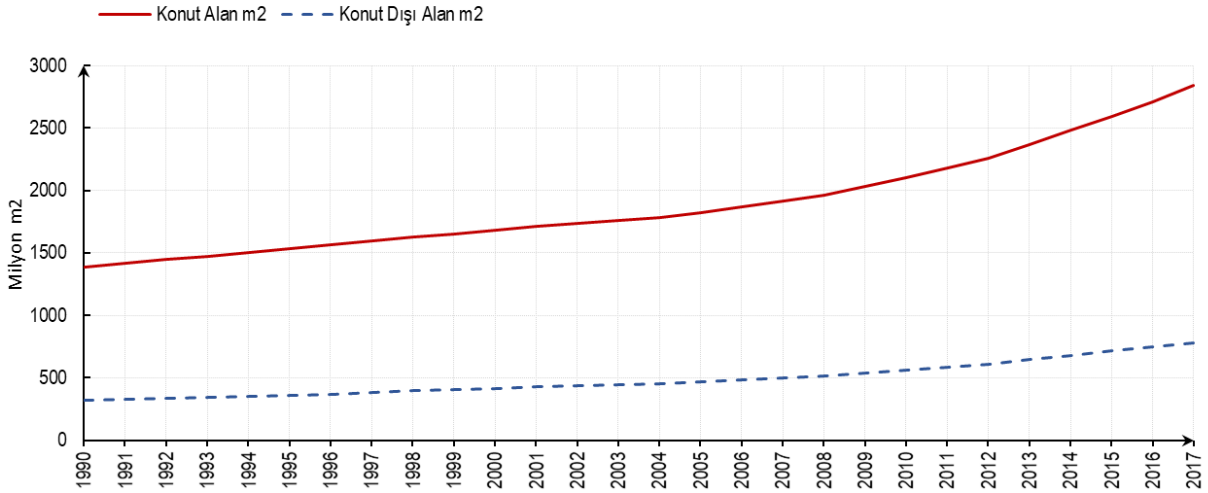
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://cbys.medical.edu.tr/e-imza/linkinden/D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bina sayıları, yüz ölçümleri, enerji tüketimi ve emisyon miktarlarının mevcut durumları Şekil 8.17 – 8.24'de gösterilmiştir.



Şekil 8.17. Konut ve konut dışı bina sayısı

Şekil 8.17'de konut ve konut dışı bina sayılarının 1990-2017 yılları mevcut durum grafiği verilmiştir.



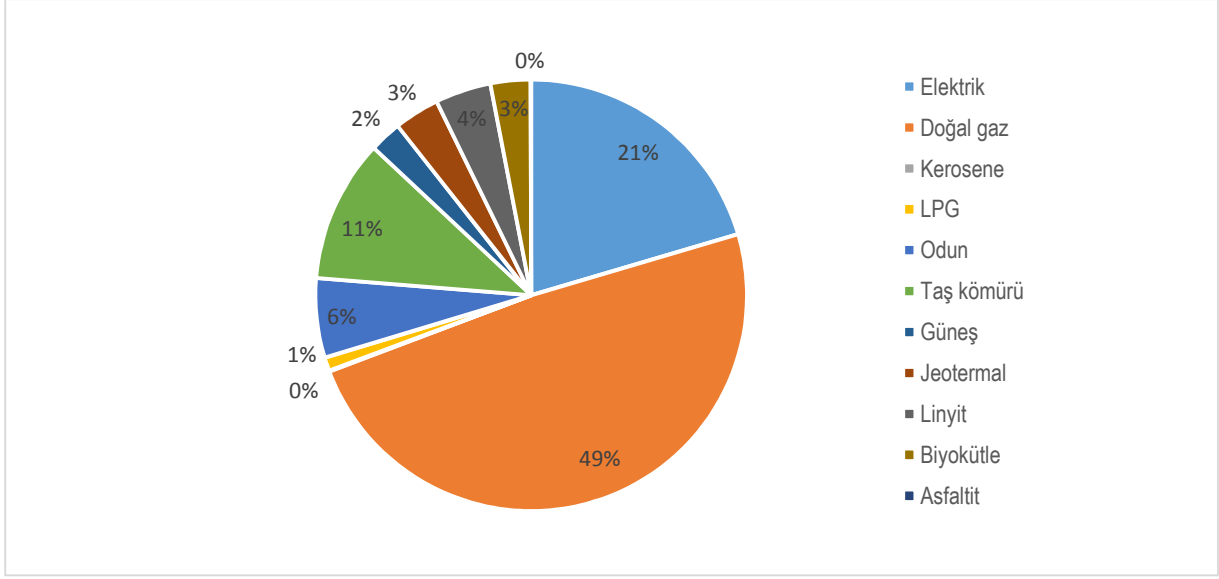
Şekil 8.18. Konut ve konut dışı binaların taban alanı

Şekil 8.18'de konut ve konut dışı binaların taban alanlarının 1990-2017 yılları mevcut durum grafiği verilmiştir.

Belediyeler tarafından verilen yapı ruhsatlarına göre, 2017 yılında bir önceki yıla göre, bina sayısı %16,2, yüzölçümü %31,8 oranında artmıştır. Yapıların toplam yüzölçümü 270,7 milyon m<sup>2</sup> iken; bunun 151,5 milyon m<sup>2</sup>'si konut, 59,7 milyon m<sup>2</sup>'si konut dışı ve 59,5 milyon m<sup>2</sup>'si ise ortak kullanım alanı olarak gerçekleşmiştir. Kullanma amacına göre 208 milyon m<sup>2</sup> ile en yüksek paya, iki ve daha fazla daireli ikamet amaçlı binalar sahip olmuştur. Bunu 15,3 milyon m<sup>2</sup> ile kamu eğlence, eğitim, hastane veya bakım kuruluşları binaları izlemektedir (TÜİK 19 Şubat 2018 - Haber bülteni)

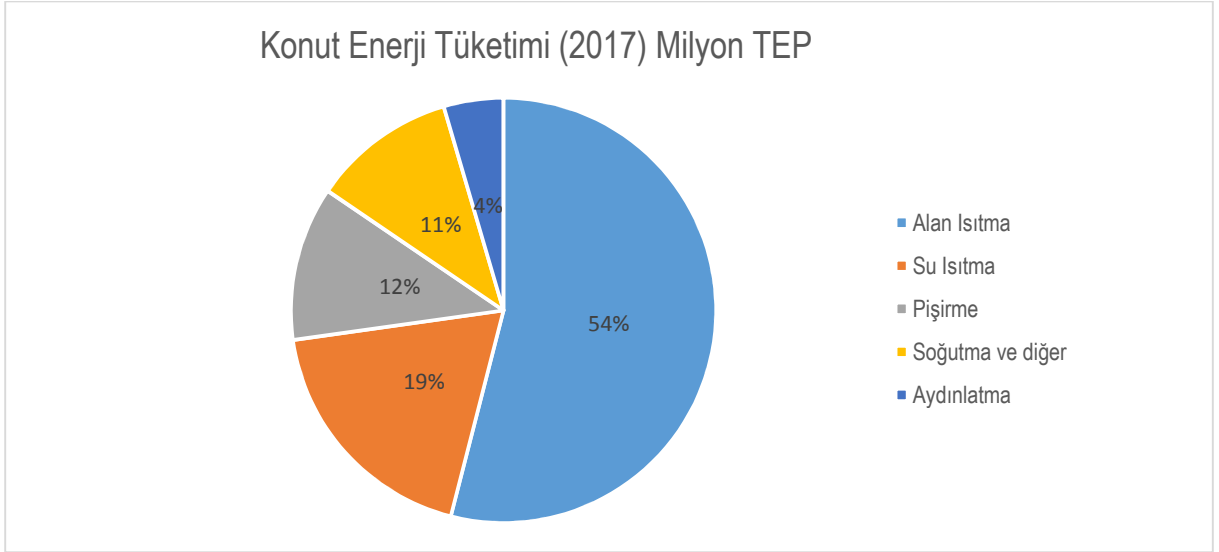
Konut ve konut dışı binalarındaki enerji tüketimi, kullanım alanı (enerji tüketimi) ve emisyonu Şekil 8.19-8.24'de gösterilmiştir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 8.19. Konut enerji tüketimi mevcut durumu (2017)

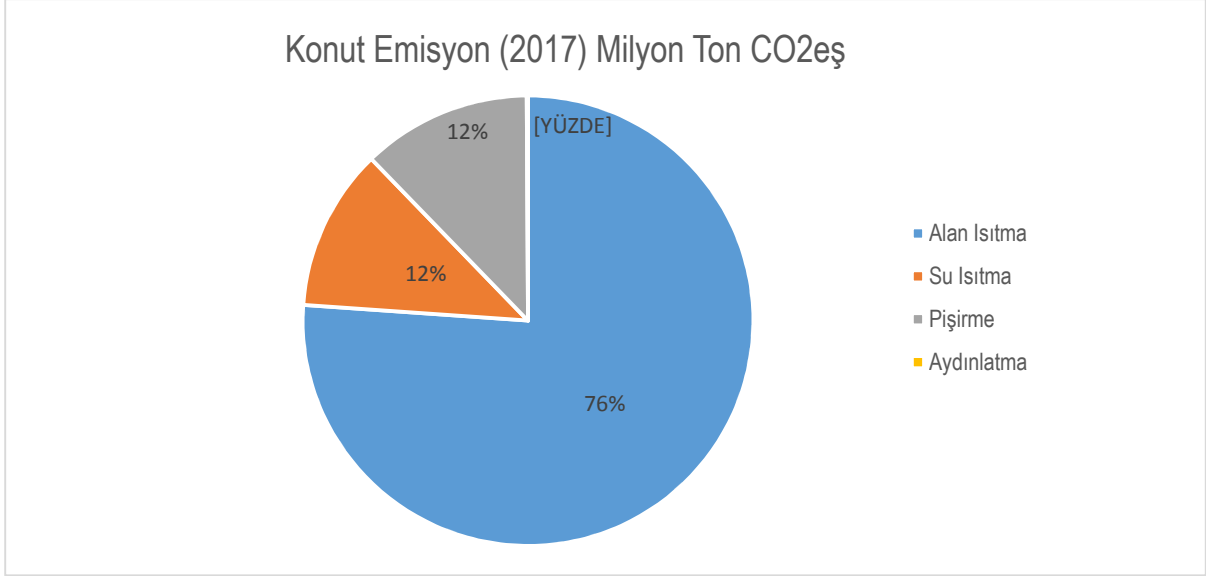
2017 yılında konutlarda yakıt tüketiminin yüzdeleri verilmiştir. Şekil 8.19'a bakıldığında doğal gaz açıkara farkla (49%) en yüksek yakıt tüketim payına sahiptir. (EİGM 2018a) tarafından yayınlanan enerji denge tablolarından alınmıştır (EİGM 2018a).



Şekil 8.20. Kullanım alanlarına göre konut enerji tüketimi mevcut durumu (2017)

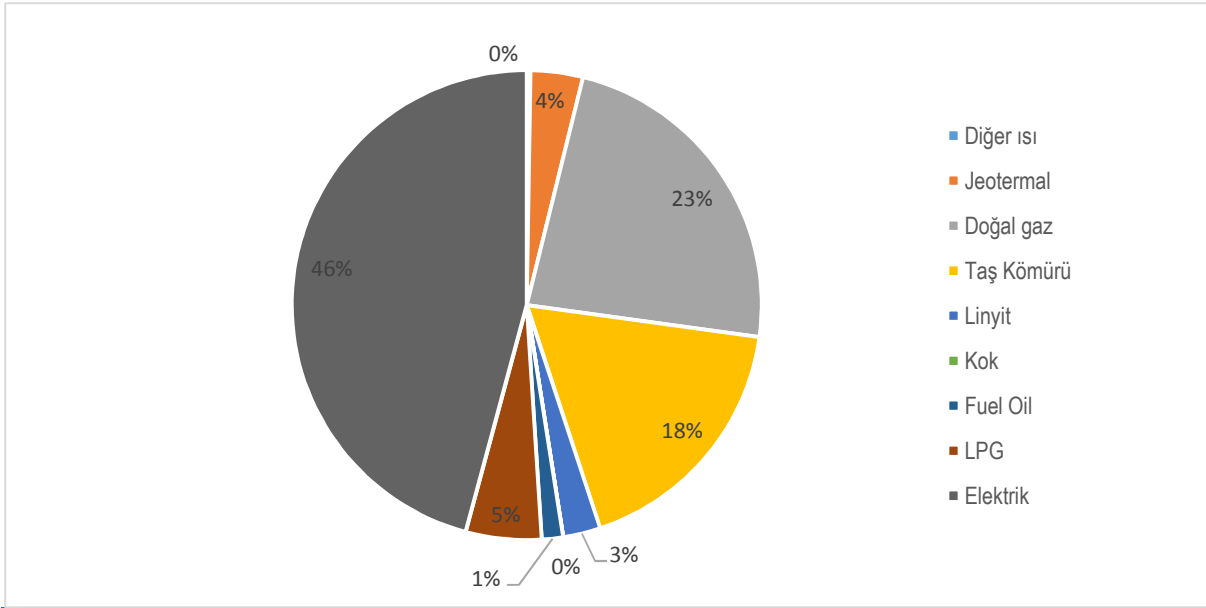
Konut enerji tüketimleri, kullanım alanlarına ayrılarak gösterilmiştir. Alan ısıtma en fazla enerji tüketimi olan kullanım alanıdır. Şekil 8.20'de alan ısıtma, 2017 yılı konut enerji tüketiminin 54%'üne karşılık gelmektedir. EİGM (2018b) kaynağına göre, kullanım alanlarına ayrılmıştır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



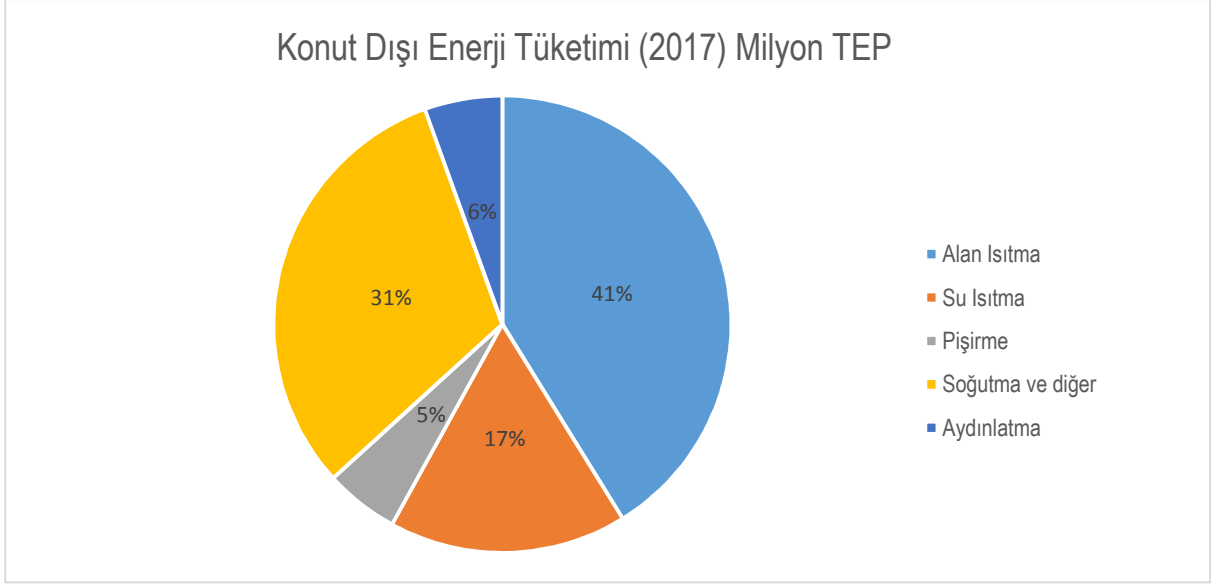
**Şekil 8.21 Kullanım alanlarına göre konut emisyonu (2017)**

Alan ısıtma en fazla emisyon salımı olan kullanım alanıdır. Şekil 8.21'e bakıldığında alan ısıtma 2017 yılı konut emisyon salımının 76%'sına karşılık gelmektedir.



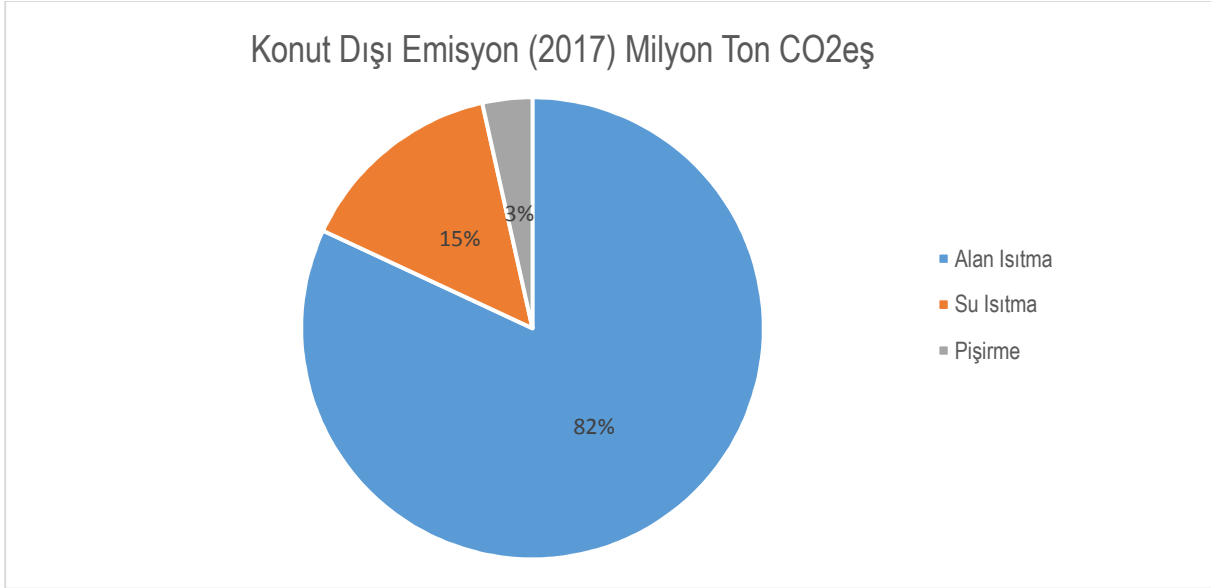
**Şekil 8.22. Konut dışı binalarda kaynağına göre enerji tüketimi (2017)**

2017 yılında konutlarda yakıt tüketiminin yüzdeleri verilmiştir. Şekil 8.22'ye bakıldığında Elektrik (46%) en yüksek yakıt tüketim payına sahiptir. (EİGM 2018a) tarafından yayınlanan enerji denge tablolarından alınmıştır (EİGM 2018a).



Şekil 8.23. Kullanım alanlarına göre konut dışı binalarda enerji tüketimi mevcut durumu (2017)

Konut dışı enerji tüketimleri kullanım alanlarına ayrılarak gösterilmiştir. Şekil 8.23'e bakıldığında alan ısıtma en fazla enerji tüketimi olan kullanım alanıdır. Alan ısıtma 2017 yılı konut dışı enerji tüketiminin 41%'ine karşılık gelmektedir. EİGM (2018b) kaynağına göre, kullanım alanlarına ayrılmıştır.



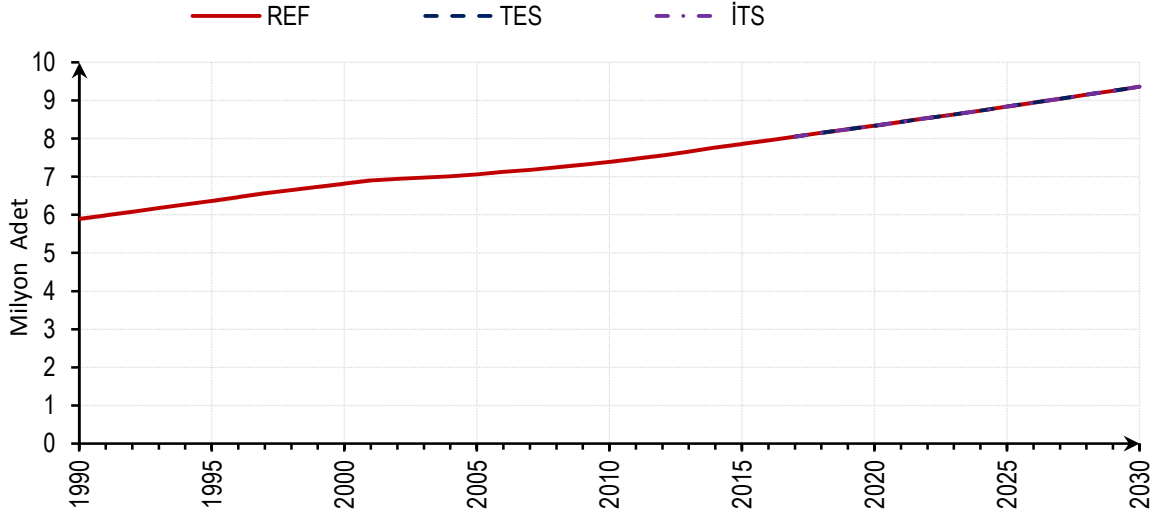
Şekil 8.24. Kullanım alanlarına göre konut dışı binalar emisyonu mevcut durumu (2017)

Alan ısıtma en fazla emisyon salımı olan kullanım alanıdır. Şekil 8.24'e bakıldığında alan ısıtma 2017 yılı konut dışı emisyon salımının 82%'sine karşılık gelmektedir.

Konut bina sayısı, toplam enerji talebi ve elektrik harici enerji talebi projeksiyonları Şekil 8.25 – 8.27'de gösterilmiştir.

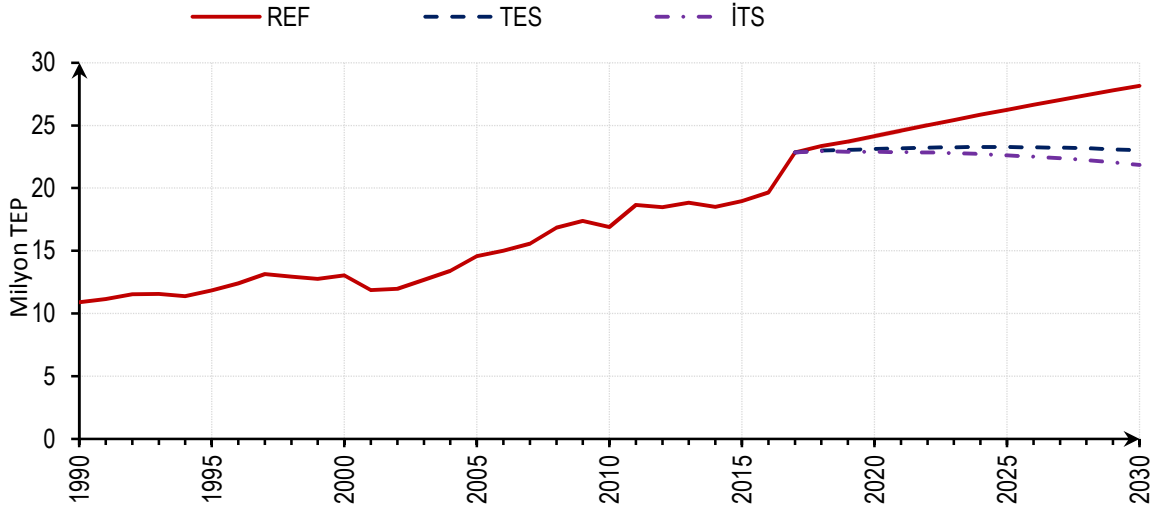
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.





Şekil 8.25. Konut bina sayısı projeksiyonu

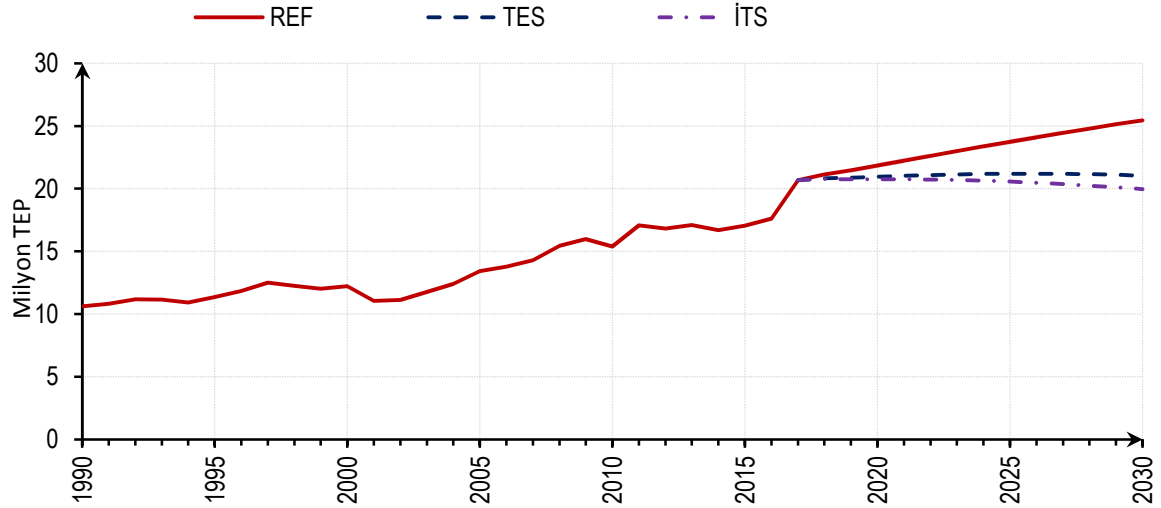
Konut bina sayısı projeksiyonu için (Şekil 8.25) Kentsel dönüşüm hedefleri odak alınmıştır. “Kentsel Dönüşümle, deprem bosta olmak üzere afetlerdeki hasar ve kayıp riski asgari seviyeye indirilecek. Bu plan çerçevesinde, yılda en az 300 bin konut, 2023’e kadar 1 milyon 500 bin, gelecek 20 yıl içinde ise tamamı (2050), yani 6 milyon 700 bin konut dönüştürülecek.” (2023’e Doğru Türkiye’de Çevre Ve Şehirciliğin Geleceği İstişare Toplantısı Sonuç Bildirgesi) Kentsel dönüşüm hedefi doğrultusunda 2000 öncesi yapı özelliklerine sahip bina sayılarının azaltılıp 2010 yılı sonrası yapı özelliklerine sahip binaların artırılması göz önüne alınmıştır.



Şekil 8.26. Konut binalarında toplam enerji talebi projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

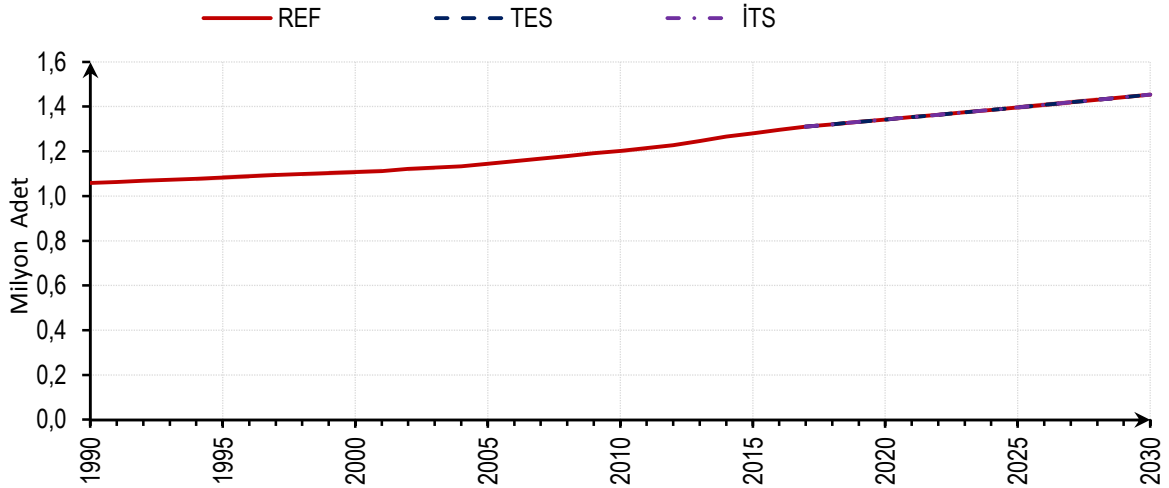
Şekil 8.26 da 2030 yılında elektrik enerjisi dahil toplam yakıt talebi REF senaryosunda 28,16 Milyon TEP, TES’de 23,01 Milyon TEP ve İTS de 21,86 Milyon TEP dolaylarında olacağı öngörülmektedir.



Şekil 8.27. Konut binalarında elektrik harici enerji talebi projeksiyonu

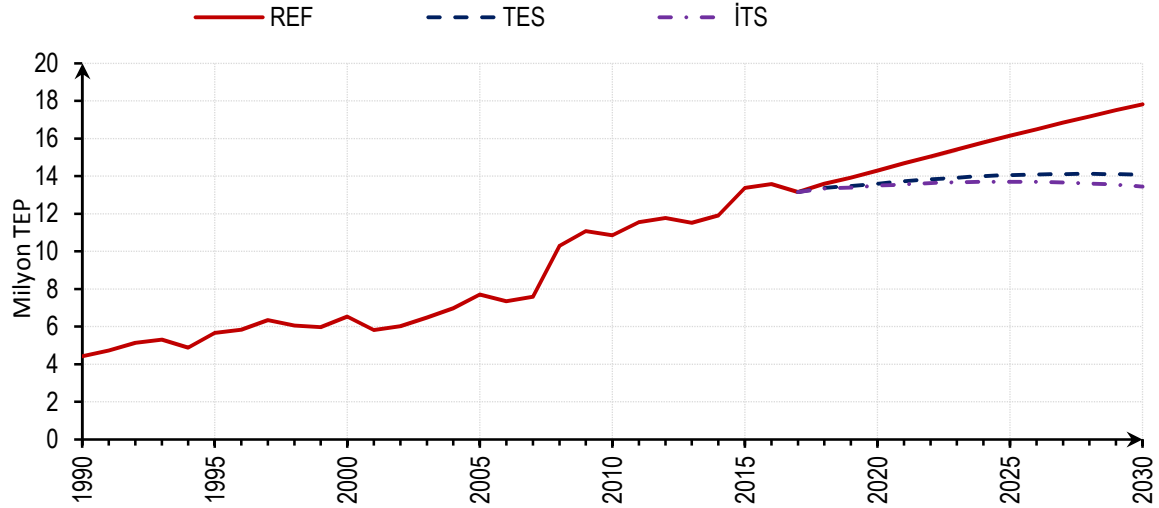
Şekil 8.27’de 2030 yılında elektrik enerjisi harici toplam yakıt talebi REF senaryosunda 25,46 Milyon TEP, TES’de 21,04 Milyon TEP ve İTS de 19,95 Milyon TEP dolaylarında olacağı öngörülmektedir. Alan ısıtma, su ısıtma, pişirme, aydınlatma , ve elektrikli ev aletleri (Soğutma ve diğer) ile enerji tasarrufu doğrultusunda enerji tüketimlerinde azalım öngörülmektedir. Bu parametrelerin projeksiyonu Ek 3’te ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.

Konut dışı bina sayısı toplam enerji talebi ve elektrik harici enerji talebi projeksiyonları Şekil 8.28 – 8.30’da gösterilmiştir.



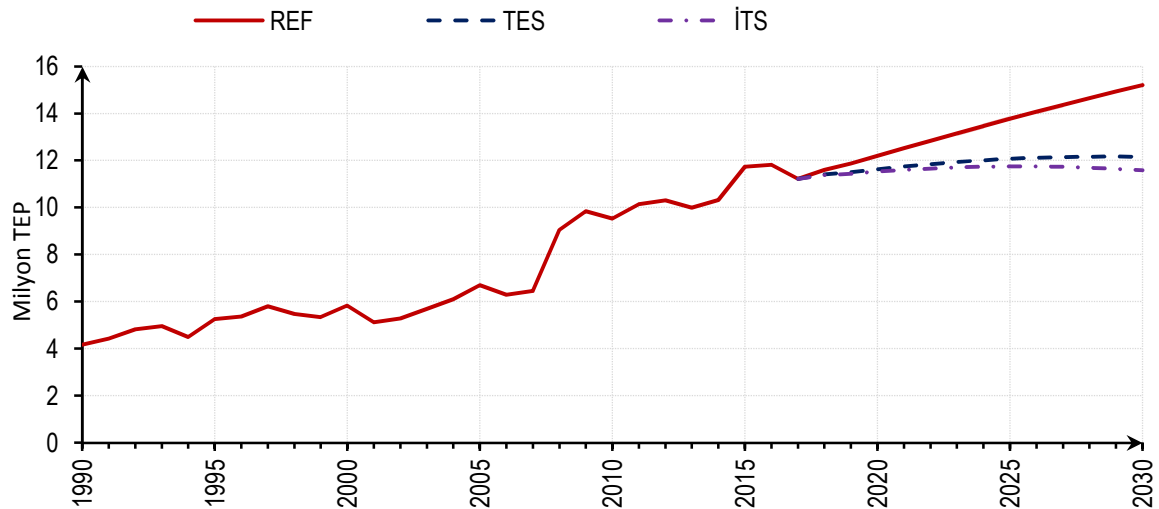
Şekil 8.28. Konut dışı bina sayısı projeksiyonu

Bina sayısı üzerinde herhangi bir azaltımı yapılmamıştır. Mevcut bina sayısının enerji tüketimi ve verimliliği ile ilgili senaryo üretilmiştir. Konut dışı bina sayısının artışı ile ilgili bir stratejik plan bulunamamıştır. Proje takımı görüşü olarak tarihi buyume ile ilişkisi sağlanarak buyumustür.



Şekil 8.29. Konut dışı binalarda toplam enerji talebi projeksiyonu

Şekil 8.29'da 2030 yılında elektrik enerjisi dahil toplam yakıt talebi REF senaryosunda 17,82 Milyon TEP, TES'de 14,07 Milyon TEP ve İTS de 13,45 Milyon TEP dolaylarında olacağı öngörülmektedir.



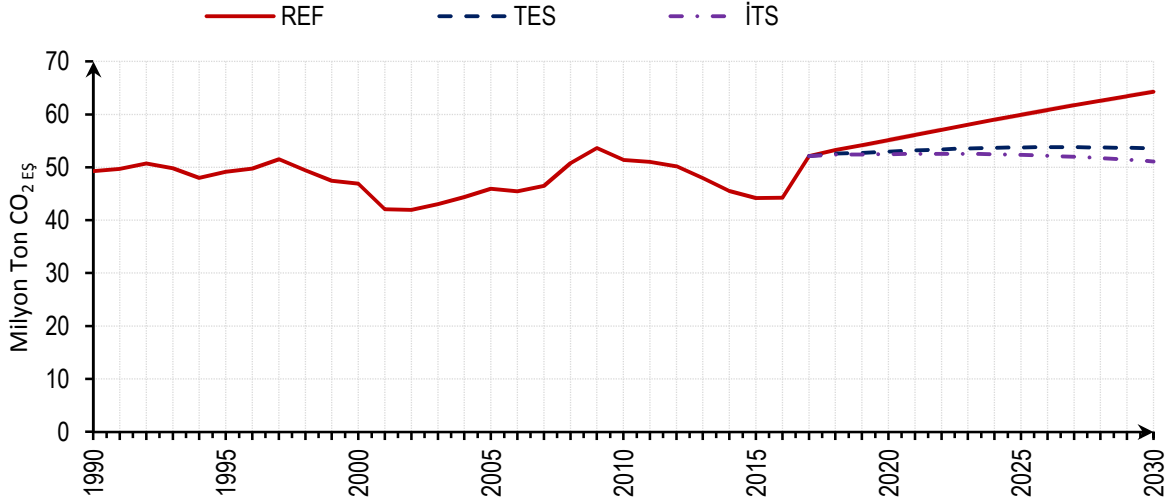
Şekil 8.30. Konut dışı binalarda elektrik harici enerji talebi projeksiyonu

Şekil 8.30'da 2030 yılında elektrik enerjisi dahil toplam yakıt talebi REF senaryosunda 15,20 Milyon TEP, TES'de 12,15 Milyon TEP ve İTS de 11,58 Milyon TEP dolaylarında olacağı öngörülmektedir. Alan ısıtma, su ısıtma, pişirme, aydınlatma , ve elektrikli ev aletleri (Soğutma ve diğer) ile enerji tasarrufu doğrultusunda enerji tüketimlerinde azalmı öngörülmektedir. Bu parametrelerin projeksiyonu Ek 3'te ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. (Kullanım alanları Alan ısıtma su ısıtma pişirme soğutma ve diğer, aydınlatma )

Bu belge 5076 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrakınız <http://soysusepp.com.tr> linkine tıklayarak 09.06.2020 tarihinde Soğutma ve diğer, aydınlatma

### Konut ve Konut Dışı Binalarda Emisyon Hesabına Etki Eden Üzerinde Senaryo Üretilen Parametreler

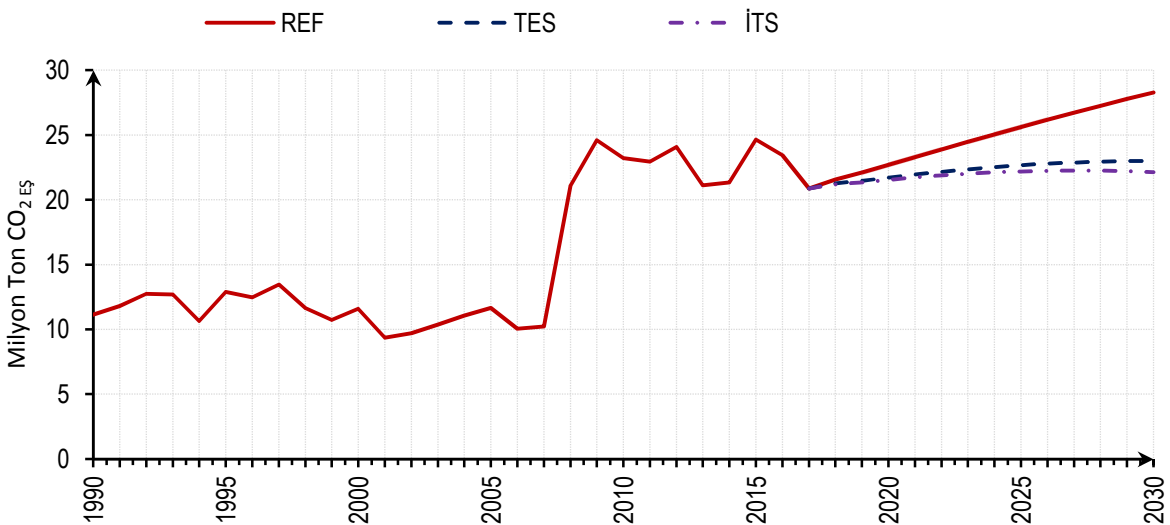
- Toplam enerji talebi
- Elektrik Harici enerji talebi
- Kullanım alanları (Alan ısıtma, su ısıtma, pişirme, aydınlatma)
- Nüfus
- Konut sayısı
- Yüz ölçümü



Şekil 8.31. Konut binalarında toplam emisyon projeksiyonu

Konut binaları için yakıtlar, kullanım alanlarına ayrılmış (Bkz. Şekil 20) ve yakıt türleri Şekil 8.19'da verilmiştir. Kullanım alanlarında enerji verimliliği ile ilgili stratejik hedefler ve kabuller doğrultusunda senaryo çalışması yürütülmüştür. Konut binaları yakıt türlerine bakıldığında doğal gaz yakıtı en yüksek yakıt tüketim payına sahiptir (Bkz. Şekil 8.19).

Buna göre 2030 yılında elektrik enerjisi hariç emisyon miktarı REF senaryosunda 64,28 Milyon TEP, TES'de 53,59 Milyon TEP ve İTS de 51,10 Milyon TEP dolaylarında olacağı öngörülmektedir.



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 8.32. Konut dışı binalarda toplam emisyon projeksiyonu

Konut dışı binaları için yakıtlar, kullanım alanlarına ayrılmış (Bkz. Şekil 23) ve yakıt türleri Şekil 8.22'de verilmiştir. Kullanım alanlarında enerji verimliliği ile ilgili stratejik hedefler ve kabuller doğrultusunda senaryo çalışması yürütülmüştür. Konut dışı binaları yakıt türlerine bakıldığında elektrik ve ardından taş kömürü yakıtı en yüksek yakıt tüketim payına sahiptir (Bkz. Şekil 8.22).

Buna göre 2030 yılında elektrik enerjisi hariç emisyon miktarı REF senaryosunda 28,28 Milyon TEP, TES'de 22,99 Milyon TEP ve İTS de 22,13 Milyon TEP dolaylarında olacağı öngörülmektedir.

Ek 3'de Bu parametreler ile yapılan senaryo çalışmaları mevcuttur.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

# 9. EKONOMİ

## 9.1. Verilerin Temini

Açık ekonomi Hesaplanabilir Genel Denge (HGD) modelinde analize dahil edilen sektörler arası ilişkiler ve uluslararası işlem dengeleri sosyal hesaplar matrisine (SAM) bağlı olarak şekillendirilmektedir. SAM'ın çıkarılmasında çok ayrıntılı girdi-çıkıtı çizelgelerine gerek duyulmaktadır. Bu çerçevede diğer ülke kurum ve kuruluşları tarafından da referans alınan temel kaynak GTAP (Global Trade Analysis Project) veri tabanıdır. Bu tabanında ülke bazlı 26'sı tarım, 16'sı imalat sanayi ve 15'i hizmetler sektörüne ait toplam 57 sektöre ve 234 değişkene ilişkin veriler bulunmaktadır. Veri tabanında yer alan tüm parasal veriler milyon dolar olarak ifade edilmektedir. GTAP modeli 2004, 2007 ve 2011 yıllarını temel yıl olarak almakta ve temel yıl analiz edilmek istenen dönemlere göre değiştirilebilmektedir. GTAP modelinde söz konusu parametrelere ilişkin ayarlamalar (kalibrasyonlar) da yer almaktadır. Bu program sayesinde veri setlerinin eksiksiz bir şekilde elde edilmesi ve istenilen analizlerin yapılabilmesi mümkün olabilecektir.

Bununla birlikte, CGE modellerinin çözümünde en çok kullanılan programlardan birisi olan Gempack (General Equilibrium Modelling Software)'e ihtiyaç duyulmaktadır. Bu programın projede tercih edilmesinin ana sebebi GTAP tabanlı CGE modellerinin bu program kullanılarak yazılmış olmasıdır.

## 9.2. Genel Denge Modelinin Temel Yapısı

### 9.2.1. Giriş

Çalışmada, sera gazı emisyon düzeylerine ilişkin ekonomik yapının tamamını içeren bir genel denge modeli tasarlanmıştır. Bu amaçla, enerji üretim sektörlerinin de ayrıntılı bir şekilde ayrıştırıldığı ve alternatif politikaların etkilerinin gözlemlenmesine imkân tanıyan bir çerçeve ortaya konulmuştur.

Çalışmada kullanılan veriler GTAP'tan elde edilmiştir. GTAP, pek çok ülkeye ait girdi-çıkıtı çizelgelerinin kullanılarak bu ülkelere ait sosyal hesaplar matrisinin meydana getirilmesi ve hatta ülkelerin farklı şekillerde gruplandırılarak toplamlar cinsinden sosyal hesaplar matrislerinin de elde edilebildiği bir projedir. Söz konusu ülkeler/bölgeler arası herhangi türden gözlenebilen ilişkiler modellenenilmekte ve farklı durumlar için farklı politika analizleri uygulanabilmektedir.

Bu projede kurgulanan model ise temelde standart GTAP modeline enerji-çevre odaklı değişkenleri katarak Burniaux ve Truong (2002) tarafından geliştirilen *GTAP-E* modelidir.

### 9.2.2. Kurgulanan Modele Temel Oluşturan Bazı Yapılar

Burniaux ve Truong (2002) modeli, kendisinden önce elde edilmiş diğer bazı modellerin bir araya getirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Rutherford ve diğ. (1997) tarafından geliştirilen CETM modelinin büyük ölçüde temel alındığı çalışma, Hinchy ve Hanslow (1996)'un MEGABARE ve OECD'nin GREEN modellerinden (Burniaux ve diğ., 1992) de faydalanmıştır. Daha önceki çalışmalar arasında bir bütünlük olmamasının temel sebebi, Burniaux ve Truong (2002) tarafından da ifade edildiği gibi, ekonomik ilişkilerin bazı çalışmalarda alt katmandan üst katmana doğru (*bottom-up*) ele alınırken diğerlerinde üst katmandan alt katmana doğru (*top-down*) ele alınmasıdır. Her ne kadar GTAP-E modeline ilişkin temel model, matematiksel denklemler şeklinde sunulmamış olsa da büyük ölçüde CETM modeline benzemektedir. Bunun nedeni, CETM modelinin kısmi şekilde de olsa hem alttan üste hem de üstten alta ekonomik ilişkileri yansıtan bir yapı göstermesidir.

### 9.2.3. GTAP-E Modelinin Temel Yapısı

Bu belge 5070 e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Öncelikle *üstten-alta* doğru bazı eşitlikleri tanımlamak yerinde olacaktır. Bileşik enerji talebi şu şekilde ifade edilmektedir:

$$EN_j = kQ_j \left( \frac{C_j}{PEN_j} \right)^\sigma$$

CES fonksiyonu şeklinde olan bu denklemde, j sektöründeki enerji talebini gösteren  $EN_j$ 'nin sektör üretim miktarına ( $Q_j$ ), sektör üretim maliyetine ( $C_j$ ) ve bileşik enerji fiyatına ( $PEN_j$ ) bağlı olduğu görülmektedir. Öte yandan, k bir sabiti ve  $\sigma$  ise fiyat esnekliğini göstermektedir.

$\overline{EN}_j$ ,  $\overline{PEN}_j$  ve  $\overline{C}_j$ 'nin *üstten-alta* tipi bir modelde bu değişkenlere ait referans değerler olduğunu kabul edersek ilgili talep fonksiyonu şu şekli alacaktır:

$$EN_j = \overline{EN}_j \left( \frac{PEN_j \overline{C}_j}{\overline{PEN}_j \overline{C}_j} \right)^{-\sigma}$$

Bileşik enerji fiyatı ise buna bağlı olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$PEN_j = \left( \frac{P^E (1+t_j^E) + \mu_j^E}{P_j^E} \right)^{-a_j} \left( \frac{P^N (1+t_j^N) + \mu_j^N}{P_j^N} \right)^{1-a_j}$$

Burada,  $t_j^E$  ve  $t_j^N$  sırasıyla j sektöründeki elektrik ve elektrik dışı enerji talebine ilişkin katma değer vergisi oranını,  $\mu_j^E$  ve  $\mu_j^N$  sırasıyla elektrik ve elektrik dışı enerjinin dağıtım mesafesini,  $\overline{P}_j^E$  ve  $\overline{P}_j^N$  ise sırasıyla elektrik ve elektrik dışı enerjinin referans fiyatını ifade etmektedir. Ayrıca bu son denklem, elektrik ve elektrik dışı enerji bileşimi yapısının Cobb-Douglas tipi olduğu varsayımına dayanmaktadır. Eğer enerji maliyeti toplam sektör maliyetinin sadece küçük bir kısmını kapsıyor ise;

$$\frac{PEN_j \cdot EN_j}{C_j} = \frac{PEN_j (\partial C_j / \partial PEN_j)}{C_j} \ll 1$$

Bu durumda, bileşik enerji talebi fonksiyonu, aşağıdaki görünüme yaklaşacaktır:

$$EN_j = \overline{EN}_j \left( \frac{PEN_j}{\overline{PEN}_j} \right)^{-\sigma}$$

veya

$$PEN_j = \overline{PEN}_j \left( \frac{EN_j}{\overline{EN}_j} \right)^{-\frac{1}{\sigma}}$$

Bileşik enerji fiyatını gösteren bu son eşitlik, alttan-üste kurgulanan yapıya eklemlendiğinde CETM modelinin her iki yaklaşımı birleştirdiği yapı ortaya çıkacaktır. Bunun için şimdi alttan-üste tanımlanan yapıyı açıklayalım.

Model, elektrik ve elektrik dışı enerji için çözümlenirken bu iki bileşene ait şimdiki fiyat düzeylerini ( $pvp_e_{r,t}$  ve  $pvp_n_{r,t}$ ) ve referans zaman aralıklarındaki enerji talebini ( $\bar{e}_{r,t}$  ve  $\bar{n}_{r,t}$ ) esas alarak işe başlamaktadır. İndislerde yer alan r ve t kısaltmaları sırasıyla bölge ve zamanı vurgulamaktadır.

$$\bar{e}_{r,t} = pvp_e_{r,t} \cdot \bar{e}_{r,t} + pvp_n_{r,t} \cdot \bar{n}_{r,t}$$

Yukardaki eşitliğin sağ tarafını  $\bar{e}_{r,t}$  terimine bölersek ve yeni oluşan  $-(pvp_n_{r,t} \cdot \bar{n}_{r,t}) / \bar{e}_{r,t}$ 'ye  $elvs_{r,t}$  dersek;

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Şabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden **EBÜLBS5X8** kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Tüketici ve üretici rantının toplamı ise şu şekilde ifade edilmektedir:



$$SURPLUS = \sum_{r,t} \left( \frac{\sigma}{\sigma-1} \right) \left( \frac{EN_{r,t}}{en_{r,t}} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} - pvcen_{r,t} \cdot EC_{r,t}$$

Buradaki  $pvcen_{r,t}$  terimi enerji sektörü girdileri maliyetinin şimdiki değerini göstermektedir. Bölgelerin zamana göre ele alındığı durumdaki bileşik enerji talebi ile elektrik enerjisi ve elektrik dışı enerji ise şu şekildedir:

$$E_{r,t}^{elsv_{r,t}} \cdot N_{r,t}^{1-elsv_{r,t}} = EN_{r,t}$$

$$E_{r,t} = \sum_e PE_{e,r,t}$$

$$N_{r,t} = OILNON_{t,r} + GASNON_{t,r} + PN_{cldu,t,r} + PN_{synf,t,r} + PN_{new,t,r} + PN_{ne-bak,t,r}$$

Yukarıda yer alan son iki eşitlikteki  $PE_{e,r,t}$ ,  $OILNON_{t,r}$ ,  $GASNON_{t,r}$ ,  $PN_{cldu,t,r}$ ,  $PN_{synf,t,r}$ ,  $PN_{new,t,r}$  ve  $PN_{ne-bak,t,r}$  sırasıyla elektrik enerjisi üretimini, elektrik dışı talebi karşılamak için tüketilen petrolü, elektrik dışı talebi karşılamak için tüketilen doğalgazı, doğrudan kullanıma hazır kömürden sağlanan elektrik dışı enerji üretimini, sentetik yakıttan sağlanan elektrik dışı enerji üretimini, yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik dışı enerji üretimini ve biyo-yakıttan sağlanan elektrik dışı enerji üretimini ifade etmektedir.

Elektrik dışı talebi karşılamak için tüketilen doğalgaz ve petrol ise şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$GASNON_{t,r} = PN_{gas-lc,t,r} + PN_{gas-hc,t,r} + IMPRT_{gas,t,r} - EXPRT_{gas,t,r} - ch_{gas-r,t,r} \cdot PE_{gas-r,t,r} - ch_{gas-n,t,r} \cdot PE_{gas-n,t,r}$$

Burada,  $GASNON \leq 0.5N_{r,t}$

$$OILNON_{t,r} = PN_{ool-lc,t,r} + PN_{oil-hc,t,r} + IMPRT_{oil,t,r} - EXPRT_{oil,t,r} - ch_{oil-r,htrt,r} \cdot PE_{oil-r,t,r}$$

Kömür üretim fonksiyonu ise aşağıdaki gibidir:

$$PN_{coal,t,r} = EXPRT_{coal,t,r} - IMPRT_{coal,t,r} - ch_{coal-r,htrt,r} \cdot PE_{coal-r,t,r} + ch_{coal-n,htrt,r} \cdot PE_{coal-n,t,r} + PN_{cldu,t,r} + (1 + syntpe) \cdot PE_{synf,t,r}$$

Elektrik enerjisi üretiminin elektrik ve elektrik dışı teknolojik gelişmelere bağlı olduğu ve bu teknolojik gelişmenin zamanlar arası farklı üretim düzeylerine yol açtığı, düşüş ve genişleme limitleri tanımlanarak ifade edilmiş olup sırasıyla aşağıdaki gibi  $decf$ ,  $npxf$  ve  $nshf$  parametreleriyle mümkün kılınmıştır:

$$PE_{dle,ty+1,r} \geq PE_{dle,ty,r} \cdot decf_r^{10}$$

$$PE_{dln,tp+1,r} \geq PE_{dln,tp,r} \cdot decf_r^{10}$$

$$PN_{xln,t,r} \cdot npxf_r^{10} + nshf_n \cdot N_{r,t+1} \geq PN_{xln,t+1,r}$$

$$\sum_{xle} (PE_{xle,tp,r} \cdot \exp f_{rg}^{10}) + nshf_{RG} \cdot E_{r,t+1} \geq \sum_{xle} (PE_{xle,t+1,r})$$

Keşfedilmemiş kaynakların (RSC) zamanlar arası değişimi, keşfedilmemiş kaynakların geçmişteki stoku ve eklenen rezervlere (RA) bağlı olarak değer almaktadır.

$$RSC_{r,x,t+1} = RSC_{r,x,t} - 5 \cdot RA_{r,x,t} - 5 \cdot RA_{r,x,t+1}$$

Benzer şekilde, doğrulanmış rezervlerin (RSV) zamanlar arası değişimi de bu rezervlerin geçmiş stoku, eklenen rezervler ve elektrik dışı enerji üretimine bağlıdır.

$$RSV_{r,x,t+1} = RSV_{r,x,t} + 5 \cdot (RA_{r,x,t} - PN_{x,t,r}) + 5 \cdot (RA_{r,x,t+1} - PN_{x,t+1,r})$$

Keşfedilmemiş kaynak stokunun eklenen rezervlerden farklı miktarda olması ve doğrulanmış rezervlerin ise elektrik dışı enerji üretim miktarından farklı miktarda olması  $rdf$  ve  $prv$  gibi parametrelerin

eklenmesiyle sağlanmıştır. Bu belge resmi olarak kullanılmamasına göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinde D7907B35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

$$rdf_{x,r} \cdot RSC_{r,x,t} \geq RA_{r,x,t}$$

$$prv_{x,r} \cdot RSV_{r,x,t} \geq PN_{x,t,r}$$

Temsili bir bölgedeki karbon emisyon düzeyinin o bölgedeki elektrik ve elektrik dışı enerji üretimi üretimine ilave olarak gaz ve petrol ithalatına bağlı olarak arttığı, bunların ihracatına bağlı olarak ise azaldığı aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir:

$$CLEV_{t,r} = \sum_e et.cece_{e,r}.PE_{e,t,r} + \sum_n nt,cecn_{n,r}.PN_{n,t,r} \\ - (EXPRT_{gas,t,r} - IMPRT_{gas,t,r}).cecn_{gas,r} \\ - (EXPRT_{oil,t,r} - IMPRT_{oil,t,r}).cecn_{oil,r}$$

Her bir bölgeye, her bir dönem için dışsal olarak tanımlanan karbon emisyon hakkı (limiti) ise basitçe şu şekilde ifade edilmiştir:

$$CLEV_{t,r} = EXPRT_{crt,t,r} - IMPRT_{crt,t,r} \leq car \lim_{t,r} \\ \sum_r (EXPRT_{q,t,r} - IMPRT_{q,t,r}) = 0$$

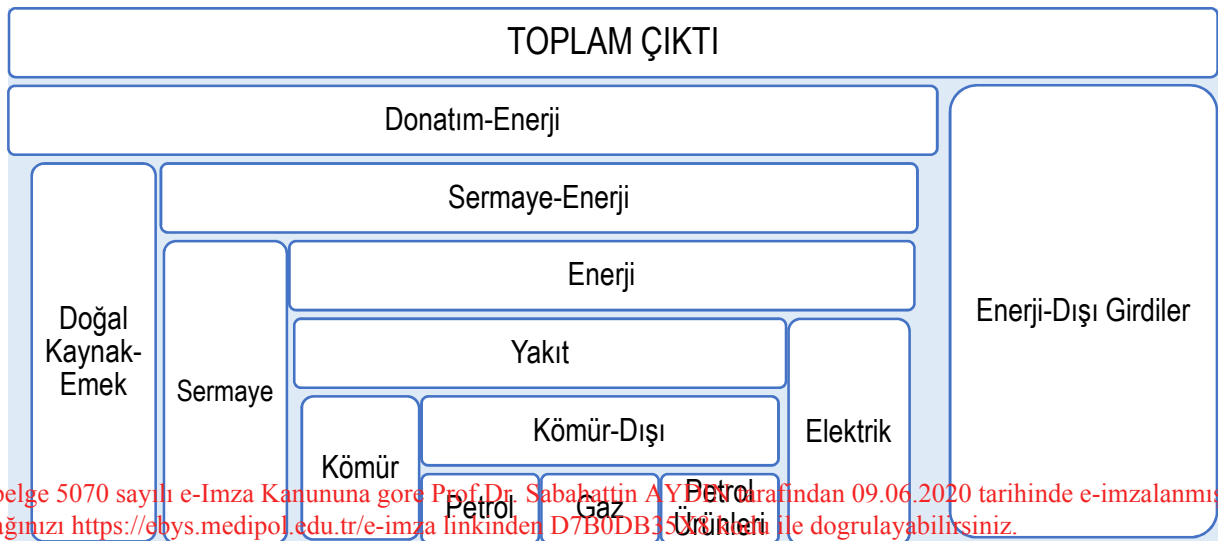
Herhangi bir r bölgesinin t zamanındaki enerji maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır. Bu toplam maliyet, elektrik ve elektrik dışı enerji üretim maliyetlerinin doğrusal bir kombinasyonunu ifade etmektedir. Petrol ve gaz fiyat farklılaştırmasına izin veren bu denklem, bölgeler (ülkeler) arası ticaret maliyetlerin de model içerisine eklenmesine izin vermektedir.

$$EC_{t,r} = \sum_e (PE_{e,t,r}.ecst_{e,r}) + \sum_n (PN_{n,t,r}.ncst_{n,r}) + ogpd_r.GASNON_{t,r} \\ + \sum_n (cstc \exp_q .EXPRT_{q,t,r})$$

Son olarak, model tasarımının başında sunulan bileşik enerji talebine ilişkin ters talep fonksiyonu ile

ETA ve MACRO modellerinin bir araya getirilmesi mümkün kılınmaktadır ( $PEN_j = \overline{PEN}_j \left( \frac{EN_j}{EN_t} \right)^{\frac{1}{\sigma}}$ ).

Şu ana kadar sunulan yapı, ilgili literatürde ETA-MACRO olarak da bilinen CETM modelinin temel çerçevesini oluşturmaktadır. Burniaux ve Truong (2002) tarafından geliştirilen GTAP-E modelinin yapısı Şekil 9.1'de gösterilmektedir. Bu güncellenmiş model yapısı, çeşitli vergi oranlarının değiştirilmesi, farklı alt sektörlerdeki üretim düzeyi hedeflerinin değiştirilmesi, bazı sektörlerin hacminin azaltılırken diğer bazılarının artırılması gibi dışsal şoklar verilmesine imkân tanımakta ve bu sayede bölgeler-ülkeler özelinde farklı politika analizlerinin yapılarak öngörülerde bulunulmasını mümkün kılmaktadır.



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://chys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB3500000000 ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 9.1. GTAP-E Modeli'nin Genel Yapısı (Burniaux ve Truong, 2002)

## 9.3. Ekonomi Model Sonuçları

### 9.3.1. Giriş

Bu raporda, ekonomi grubuna aktarılan referans, tedbir ve ilave tedbir senaryolarına ilişkin veriler aracılığıyla elde edilen simülasyon sonuçları yer almaktadır. Çalıştırılan model, statik bir genel denge modeli olup Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından hazırlanan girdi-çıkıtı tabloları ve Global Trade Analysis Project (GTAP) tarafından derlenen veri tabanları temel alınmıştır.

Senaryolara konu edilen alt sektörlerin bazılarının ekonomik verilerine tam olarak ulaşılabilirken diğerleri için yeterince detaya inilememiştir. Örneğin, tarım topraklarına ilişkin alt sektör verilerine ulaşılabilirken enterik fermantasyona ilişkin alt sektör verilerine ulaşılammamaktadır. Bu gibi durumlarda detaylı veriye ulaşılammayan alt sektörün bulunduğu ana sektör üzerinden (bu örnekte tarım sektörü) analiz yapma yolu izlenmiştir.

Öte yandan, tablolarda sunulan makroekonomik göstergelerin birçoğu Türkiye ekonomisinin genelini ifade ettiği için uygulanan görece küçük alt sektör senaryolarının bu göstergelerdeki etkileri de rakamsal olarak küçük gerçekleşmektedir. Bu nedenle, rakamsal büyüklüklerden ziyade referans, tedbirler ve ilave tedbirler senaryolarının üçünün karşılaştırılarak okunması sonuçların yorumlanmasını kolaylaştıracaktır.

Tabloda yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki *durağan durumdan sapmaları* (+ veya – yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey –ki bu düzey şu anda bilinmemektedir–, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Elde edilen bulguların özetlenmesi adına, öne çıkan bazı değişkenler seçilmiş ve bunlar tablo haline getirilmiştir. Bu değişken ve grupları şu şekilde sıralayabiliriz:

*Katma Değer:* İlgili sektör ve alt sektöre ilişkin üretimden elde edilen katma değeri ifade eder.

*Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Deflatörü:* İktisadi olarak en geniş kapsama sahip fiyat endeksi olarak ifade edilebilir. GSYİH hesaplamasına konu olan tüm mal ve hizmetlerin fiyatlarındaki değişimi göstermektedir. Bu bağlamda, ekonominin genelinde meydana gelen fiyat değişimlerini gözlemlemek adına iyi bir göstergedir.

*Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE):* Tüketicilerin satın aldıkları belirli bir mal sepetinin fiyatında meydana gelen değişimleri yansıtmak amacıyla oluşturulan bir endekstir. Sürekli olarak artması halinde enflasyon, tersi durumda ise deflasyondan bahsedilir.

*Sektörel Fiyat Düzeyleri:* Ana ve alt sektörlerle ilişkin fiyatların ayrışık olarak ne yönde ve ne oranda değiştiğini göstermektedir.

*Sermaye Getiri Oranı:* Temel üretim faktörlerinden biri olan sermayenin kullanılması halinde sahibine sağladığı getiriyi ifade eder. Teorik olarak gerek fiziki gerekse finansal sermayenin getirisinin ekonomi genelinde uyumlanarak birbirine eşit olacağı, veya yakınsayacağı kabul edilmektedir. Bu bağlamda, ekonomide herhangi bir tür sermayeye sahip olmanın cazip olup olmaması bu getiri oranının yüksek veya düşük olmasına göre şekillenmektedir.

*Sektörel Üretim Düzeyleri:* Ana ve alt sektörlerle ilişkin üretim düzeylerinin ayrışık olarak ne yönde ve ne oranda değiştiğini göstermektedir. Sektörler arası ileri-geri bağlantıların bulunduğu göz önünde bulundurularak bir sektörde meydana gelen üretim artışı veya azalışının diğer sektörleri de etkileyebileceği ve bu etkinin nihayetinde kendisine olumlu veya olumsuz ikinci bir etki olarak geri dönebileceği dikkate alınmalıdır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrağınızı <https://eubs.medipol.edu.tr/e-imza/inkinden/D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

*GSYİH Miktar Endeksi:* GSYİH'nin uygulanan senaryo sonucunda ne yönde ve ne oranda değişeceğini ifade etmektedir. Değişkenin "miktar endeksi" olarak yer alması, fiyat etkilerinden arındırılmış reel GSYİH olarak yorumlanabilmesine imkan tanımaktadır.

*Hanehalkı Refah Düzeyi:* İktisadi olarak hanehalkı, tüketici olarak yaptığı tüm mal ve hizmet tüketimleri neticesinde faydasını maksimize eden bir aktör olarak kabul edilmekte ve modellemelerde bu şekilde tasarlanmaktadır. Benzer şekilde, firmalar da kar maksimizasyonu amacıyla hareket etmektedirler. Bu bağlamda, hanehalkının yaptığı tüketimin zaman içindeki büyüme oranı hesaplanmakta ve her bir dönem için bu büyüme oranının ne düzeyde olduğu gözlenmektedir. Bu gibi genel denge modellerinde hanehalkı faydası da tüketime ilişkin bu teorik aksiyom ve diğer bazı iktisadi varsayımlara göre belirlenmektedir. Artması iyi bir durum iken azalması durumunda uygulanan politika veya senaryonun toplumsal refahı kötü yönde etkilediği düşünülmektedir.

Her bir sektöre ilişkin kurgulanan senaryolar ve bunların ekonomik etkilerinin yer aldığı tablolar dört başlık altında aşağıda sunulmaktadır.

### 9.3.2. Sanayi Sektörü

Bu sektör altında çimento, çelik üretimi (elektrik ark ocakları) ve çelik üretimi (entegre üretim tesisleri) alt sektörlerine ilişkin senaryolar kurgulanmış ve bunların ekonomik etkileri gözlemlenmiştir. Kullandığımız GTAP veri tabanında çimento ve çelik üretimi tekil olarak bulunmadığından çimento üretimi "diğer mineral ürünler" içerisinde, çelik üretimi ise "demir ve çelik üretimi" içerisinde gözlemlenebilmiştir.

#### 9.3.2.1. Çimento Üretimi

Projenin diğer çalışma grupları tarafından belirlenen ve ekonomi grubuna aktarılan senaryolara göre çimento üretiminde referans senaryonun yanı sıra tedbirler ve ilave tedbirlerin alındığı iki ek senaryo tasarlanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, tedbirler artırdıkça çimento sektörünün de dahil olduğu diğer mineral ürünler alt sektöründeki katma değer azalışı hızlanmaktadır.

Çizelge 9.1. Çimento Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)

| DEĞİŞKEN                                     | REFERANS<br>(% Değişim) | TEDBİRLER<br>(% Değişim) | İLAVE TEDBİRLER<br>(% Değişim) |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                           |                         |                          |                                |
| Tarım  | -0.0092                 | -0.0132                  | -0.0203                        |
| Kömür  | -5.5342                 | -7.7843                  | -11.481                        |
| Petrol                                       | 0.0396                  | 0.0568                   | 0.0867                         |
| Gaz  | -9.3391                 | -13.5007                 | -20.2635                       |
| Petrol Ürünleri                              | -0.0881                 | -0.1272                  | -0.1962                        |
| Elektrik                                     | -0.5865                 | -0.8379                  | -1.2692                        |
| Enerji Yoğun Sektörler                       | -0.1889                 | -0.2711                  | -0.4143                        |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü       | 0.0063                  | 0.0089                   | 0.0135                         |
| <i>Diğer Mineral Ürünler (Çimento dahil)</i> | -0.0951                 | -0.1366                  | -0.2091                        |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                       | 0.025                   | 0.0361                   | 0.0556                         |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>         | 0.0306                  | 0.044                    | 0.0675                         |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>              |                         |                          |                                |
| Tarım  | 0.0201                  | 0.0291                   | 0.045                          |
| Kömür  | 3.6142                  | 5.1975                   | 7.9604                         |
| Petrol                                       | -0.0063                 | -0.0091                  | -0.0141                        |
| Gaz  | 1.0562                  | 1.5225                   | 2.3357                         |
| Petrol Ürünleri                              | 0.2308                  | 0.3324                   | 0.5105                         |
| Elektrik                                     | 0.6996                  | 1.0043                   | 1.5337                         |
| Enerji Yoğun Sektörler                       | 0.041                   | 0.059                    | 0.0903                         |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü       | -0.0022                 | -0.0031                  | -0.0042                        |
| <i>Diğer Mineral Ürünler (Çimento dahil)</i> | 0.072                   | 0.1035                   | 0.1587                         |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>                  | -0.0985                 | -0.1412                  | -0.2149                        |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>                |                         |                          |                                |
| Tarım  | -0.0214                 | -0.031                   | -0.0484                        |
| Kömür  | -5.5457                 | -7.8007                  | -11.5059                       |
| Petrol                                       | 0.0274                  | 0.039                    | 0.0585                         |
| Gaz  | -9.3502                 | -13.5161                 | -20.2859                       |
| Petrol Ürünleri                              | -0.1003                 | -0.145                   | -0.2242                        |
| Elektrik                                     | -0.5986                 | -0.8556                  | -1.2969                        |
| Enerji Yoğun Sektörler                       | -0.201                  | -0.2889                  | -0.4422                        |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü       | -0.0059                 | -0.0089                  | -0.0146                        |
| <i>Diğer Mineral Ürünler (Çimento dahil)</i> | -0.1061                 | -0.1528                  | -0.2346                        |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>                  | -0.0122                 | -0.0178                  | -0.0281                        |
| <b>Hanehalkı Refahı</b>                      | -0.0098                 | -0.0144                  | -0.0228                        |

**Not:** Tabloda yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya – yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey –ki bu düzey şu anda bilinmemektedir–, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Her ne kadar tekil bir sektörde meydana gelen değişimin ekonominin geneline ilişkin etkileri sınırlı kalsa da çimento sektörü özelinde uygulanan tedbirlerin ekonomi genelinde fiyatlar genel düzeyini artırdığı gözlenmiştir. Bu noktada, referans senaryoda dahi tüketici fiyatlarının durağan durumdan %0,03 oranında yüksek olacağı gözlenmektedir. Ancak giriş kısmında da belirtildiği gibi, tedbirler ve ilave tedbirler senaryolarından elde edilen bulguların referans senaryoyla karşılaştırılması gerekmektedir.

Bu belge 50770 sayılı Bu İmza Kanununun referans Prof.Dr. Şahabettin AYDIN tarafından 09.05.2020 tarihinde imzalanmıştır. Evrağınıza <https://byy.merlinakbedu.tr/e-imza/linkinden-D7B0DB35X8> kodu ile doğruluğu bilirsiniz.

Buna göre, tedbir senaryoları uygulandığında tüketici fiyatlarının artan bir oranda yükseldiği gözlenmektedir.

Fiyatlar genel düzeyindeki bu artış diğer mineral ürünler sektöründe de gözlenmektedir.

Sermaye getiri oranının referans senaryoda dahi azalış gösterdiği gözlenmektedir. Tedbirler uygulandığında ise bu getiri oranının daha fazla azaldığı görülmüştür.

Sektörel üretim düzeylerine bakıldığında da diğer mineral ürünler sektöründeki üretimin referans senaryoya göre dahi azaldığı, tedbirlerin uygulanması halinde ise daha da fazla azaldığı gözlenmektedir. Üretim miktarındaki bu azalış, ilgili sektör fiyatlarındaki artışla bir arada düşünüldüğünde iktisadi olarak tutarlı bir görünüm ortaya çıkmaktadır.

Yine ekonominin geneline ilişkin bir gösterge olsa da GSYİH miktar endeksinin tedbirlerin uygulanması halinde daha fazla oranda azaldığı gözlenmektedir. GSYİH'nin önemli bir gelir göstergesi olması nedeniyle bu azalışın bir yansıması olarak hanehalkı refahının da tedbirlerin uygulanması halinde kötüye gittiği gözlenmektedir.

#### 9.3.2.2. Çelik Üretimi (Elektrik Ark Ocakları ve Entegre Üretim Tesisleri)

Projenin diğer çalışma grupları tarafından belirlenen ve ekonomi grubuna aktarılan senaryolara göre çelik üretiminde referans senaryonun yanı sıra tedbirler ve ilave tedbirlerin alındığı iki ek senaryo tasarlanmıştır. Öte yandan, çelik üretimine ilişkin Çizelge 9.2 ve 9.3, elektrik ark ocakları ve entegre üretim tesisleri şeklinde iki farklı alt sektörden gelen sonuçları sunmaktadır. Her iki sektöre yönelik değişim oranları farklılık gösterse de değişimin yönü ve iktisadi yorumlama bakımından farklılık gözlenmediğinden sonuçlar tek başlık altında sıralanabilir.

Elde edilen bulgulara göre, tedbirler artırıldıkça demir ve çelik üretimi alt sektöründeki katma değer artışı yavaşlamaktadır.

Her ne kadar tekil bir sektörde meydana gelen değişimin ekonominin geneline ilişkin etkileri sınırlı kalsa da çelik üretimi özelinde uygulanan tedbirlerin ekonomi genelinde fiyatlar genel düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Bu noktada, referans senaryoda dahi tüketici fiyatlarının durağan durumdan daha düşük olacağı gözlenmektedir. Ancak giriş kısmında da belirtildiği gibi, tedbirler ve ilave tedbirler senaryolarından elde edilen bulguların referans senaryo ile karşılaştırılması gerekmektedir. Buna göre, tedbir senaryoları uygulandığında tüketici fiyatlarındaki düşüşün yavaşladığı gözlenmektedir.

Fiyatlar genel düzeyindeki bu azalış demir ve çelik üretimi sektöründe de gözlenmektedir.

Sermaye getiri oranının referans senaryoda dahi artış gösterdiği gözlenmektedir. Tedbirler uygulandığında ise bu getiri oranının yine arttığı ancak bu artışın daha düşük oranlarda kaldığı görülmüştür.

Sektörel üretim düzeylerine bakıldığında da demir ve çelik üretimi sektöründeki üretimin referans senaryoya göre dahi arttığı, tedbirlerin uygulanması halinde ise bu artışın daha düşük düzeylerde kaldığı gözlenmektedir. Üretim miktarındaki bu azalış, ilgili sektör fiyatlarındaki artışla bir arada düşünüldüğünde iktisadi olarak tutarlı bir görünüm ortaya çıkmaktadır.

Yine ekonominin geneline ilişkin bir gösterge olsa da GSYİH miktar endeksinin tedbirlerin uygulanması halinde daha düşük oranlarda arttığı gözlenmektedir. GSYİH'nin önemli bir gelir göstergesi olması nedeniyle bu azalışın bir yansıması olarak hanehalkı refahının da tedbirlerin uygulanması halinde artmaya devam ettiği, ancak bu artışın daha düşük oranlarda gerçekleştiği gözlenmektedir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

**Çizelge 9.2. Çelik Üretimi (Elektrik Ark Ocakları) Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)**

| <b>DEĞİŞKEN</b>                        | <b>REFERANS</b>    | <b>TEDBİRLER</b>   | <b>İLAVE TEDBİRLER</b> |
|--|--------------------|--------------------|------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                     | <b>(% Değişim)</b> | <b>(% Değişim)</b> | <b>(% Değişim)</b>     |
| Tarım                                  | 0.001              | 0.0009             | 0.0008                 |
| Kömür                                  | 0.6043             | 0.533              | 0.4618                 |
| Petrol                                 | -0.004             | -0.0035            | -0.0031                |
| Gaz                                    | 0.2773             | 0.2507             | 0.2227                 |
| Petrol Ürünleri                        | 0.0091             | 0.008              | 0.0069                 |
| Elektrik                               | 0.0615             | 0.0543             | 0.047                  |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0.0198             | 0.0175             | 0.0151                 |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | -0.0006            | -0.0005            | -0.0004                |
| <i>Demir ve Çelik Sektörü</i>          | 0.0458             | 0.0404             | 0.035                  |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                 | -0.0027            | -0.0023            | -0.0020                |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>   | -0.0032            | -0.0028            | -0.0024                |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>        |                    |                    |                        |
| Tarım                                  | -0.0021            | -0.0019            | -0.0016                |
| Kömür                                  | -0.3726            | -0.3288            | -0.2851                |
| Petrol                                 | 0.0006             | 0.0006             | 0.0005                 |
| Gaz                                    | -0.1022            | -0.0903            | -0.0783                |
| Petrol Ürünleri                        | -0.0237            | -0.0209            | -0.0181                |
| Elektrik                               | -0.0725            | -0.064             | -0.0555                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | -0.0043            | -0.0038            | -0.0033                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0.0002             | 0.0002             | 0.0001                 |
| <i>Demir ve Çelik Sektörü</i>          | -0.01              | -0.0089            | -0.0077                |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>            | 0.0101             | 0.0089             | 0.0077                 |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>          |                    |                    |                        |
| Tarım                                  | 0.0022             | 0.002              | 0.0017                 |
| Kömür                                  | 0.6055             | 0.5341             | 0.4627                 |
| Petrol                                 | -0.0028            | -0.0025            | -0.0021                |
| Gaz                                    | 0.2785             | 0.2517             | 0.2236                 |
| Petrol Ürünleri                        | 0.0103             | 0.0091             | 0.0079                 |
| Elektrik                               | 0.0627             | 0.0553             | 0.048                  |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0.021              | 0.0185             | 0.0161                 |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0.0006             | 0.0006             | 0.0005                 |
| <i>Demir ve Çelik Sektörü</i>          | 0.0469             | 0.0414             | 0.0359                 |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>            | 0.0012             | 0.0011             | 0.0009                 |
| <b>Hanehalkı Refahı</b>                | 0.0009             | 0.0008             | 0.0007                 |

**Not:** Çizelgede yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya – yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey –ki bu düzey şu anda bilinmemektedir–, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Çizelge 9.3. Çelik Üretimi (Entegre Üretim Tesisleri) Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)

| DEĞİŞKEN                               | REFERANS<br>(% Değişim) | TEDBİRLER<br>(% Değişim) | İLAVE TEDBİRLER<br>(% Değişim) |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                     |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0027                  | 0,0022                   | 0,0018                         |
| Kömür                                  | 1,5705                  | 1,2835                   | 1,0329                         |
| Petrol                                 | -0,0103                 | -0,0084                  | -0,0068                        |
| Gaz                                    | 0,5474                  | 0,4808                   | 0,4146                         |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0233                  | 0,0191                   | 0,0154                         |
| Elektrik                               | 0,1589                  | 0,1301                   | 0,1048                         |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,0511                  | 0,0418                   | 0,0337                         |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | -0,0014                 | -0,0012                  | -0,0009                        |
| <i>Demir ve Çelik Sektörü</i>          | 0,1181                  | 0,0967                   | 0,078                          |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                 | -0,0068                 | -0,0056                  | -0,0045                        |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>   | -0,0083                 | -0,0068                  | -0,0055                        |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>        |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | -0,0054                 | -0,0045                  | -0,0036                        |
| Kömür                                  | -0,9598                 | -0,7865                  | -0,6343                        |
| Petrol                                 | 0,0017                  | 0,0014                   | 0,0011                         |
| Gaz                                    | -0,2617                 | -0,2148                  | -0,1735                        |
| Petrol Ürünleri                        | -0,061                  | -0,05                    | -0,0403                        |
| Elektrik                               | -0,1869                 | -0,1531                  | -0,1234                        |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | -0,011                  | -0,009                   | -0,0073                        |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0004                  | 0,0004                   | 0,0003                         |
| <i>Demir ve Çelik Sektörü</i>          | -0,0259                 | -0,0212                  | -0,0171                        |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>            | 0,0261                  | 0,0214                   | 0,0172                         |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>          |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0058                  | 0,0047                   | 0,0038                         |
| Kömür                                  | 1,5735                  | 1,286                    | 1,0349                         |
| Petrol                                 | -0,0072                 | -0,0059                  | -0,0048                        |
| Gaz                                    | 0,5504                  | 0,4833                   | 0,4166                         |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0264                  | 0,0216                   | 0,0175                         |
| Elektrik                               | 0,1619                  | 0,1326                   | 0,1069                         |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,0541                  | 0,0443                   | 0,0358                         |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0016                  | 0,0013                   | 0,0011                         |
| <i>Demir ve Çelik Sektörü</i>          | 0,121                   | 0,0991                   | 0,0799                         |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>            | 0,003                   | 0,0025                   | 0,002                          |
| <b>Hanehalkı Refahı</b>                | 0,0023                  | 0,0019                   | 0,0015                         |

**Not:** Çizelgede yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya – yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey –ki bu düzey şu anda bilinmemektedir–, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrakın: <https://ojs.uzupri.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bu sektör altında havayolu ulaşımı, karayolu ulaşımı, demiryolu ulaşımı ve denizyolu ulaşımı alt sektörlerine ilişkin senaryolar kurgulanmış ve bunların ekonomik etkileri gözlemlenmiştir. Kullandığımız



GTAP veri tabanında karayolu ve demiryolu ulaşımı ayrışık olarak bulunmadığından bunlara ilişkin ayrışık senaryolar yine tekil olarak uygulanmış ancak sonuçları “karayolu ve demiryolu sektörü” toplamı içerisinde gözlenmiştir.

Çizelge 9.4. Havayolu Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)

| DEĞİŞKEN                               | REFERANS<br>(% Değişim) | TEDBİRLER<br>(% Değişim) | İLAVE TEDBİRLER<br>(% Değişim) |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                     |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0109                  | 0,0091                   |                                |
| Kömür                                  | 6,4811                  | 5,3795                   |                                |
| Petrol                                 | -0,0406                 | -0,034                   |                                |
| Gaz                                    | 1,0988                  | 1,0223                   |                                |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0917                  | 0,077                    |                                |
| Elektrik                               | 0,636                   | 0,5315                   |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,2029                  | 0,1699                   |                                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | -0,0056                 | -0,0047                  |                                |
| <i>Havayolu Sektörü</i>                | 0,1909                  | 0,1601                   |                                |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                 | -0,027                  | -0,0227                  |                                |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>   | -0,0326                 | -0,0274                  |                                |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>        |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | -0,0213                 | -0,0179                  |                                |
| Kömür                                  | -3,7949                 | -3,1797                  |                                |
| Petrol                                 | 0,0065                  | 0,0055                   |                                |
| Gaz                                    | -1,0219                 | -0,8578                  |                                |
| Petrol Ürünleri                        | -0,2405                 | -0,2016                  |                                |
| Elektrik                               | -0,7413                 | -0,6207                  |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | -0,0437                 | -0,0366                  |                                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0018                  | 0,0015                   |                                |
| <i>Havayolu Sektörü</i>                | -0,073                  | -0,0613                  |                                |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>            | 0,1036                  | 0,0867                   |                                |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>          |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0225                  | -0,0179                  |                                |
| Kömür                                  | 6,4933                  | -3,1797                  |                                |
| Petrol                                 | -0,029                  | 0,0055                   |                                |
| Gaz                                    | 1,1104                  | -0,8578                  |                                |
| Petrol Ürünleri                        | 0,1032                  | -0,2016                  |                                |
| Elektrik                               | 0,6476                  | -0,6207                  |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,2144                  | -0,0366                  |                                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0059                  | 0,0015                   |                                |
| <i>Havayolu Sektörü</i>                | 0,2015                  | 0,169                    |                                |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>            | 0,0115                  | 0,0098                   |                                |
| <b>Hanehalkı Refahı</b>                | 0,0087                  | 0,0074                   |                                |

İ  
L  
A  
V  
E  
  
T  
E  
D  
B  
İ  
R  
  
Y  
O  
K  
T  
U  
R

**Not:** Çizelgede yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya – yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey –ki bu düzey şu anda bilinmemektedir–, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://cbys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

### 9.3.3.1. Havayolu Ulaşımı

Projenin diğer çalışma grupları tarafından belirlenen ve ekonomi grubuna aktarılan senaryolara göre havayolu ulaşımında referans senaryonun yanı sıra tedbirler şeklinde ek bir senaryo tasarlanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, tedbirler artırıldıkça havayolu sektöründeki katma değer artışı yavaşlamaktadır.

Her ne kadar tekil bir sektörde meydana gelen değişimin ekonominin geneline ilişkin etkileri sınırlı kalsa da havayolu sektörü özelinde uygulanan tedbirlerin ekonomi genelinde fiyatlar genel düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Bu noktada, referans senaryoda dahi tüketici fiyatlarının durağan durumdan %0,03 oranında düşük olacağı gözlenmektedir. Ancak giriş kısmında da belirtildiği gibi, tedbirler senaryosundan elde edilen bulguların referans senaryoya karşılaştırılması gerekmektedir. Buna göre, tedbir senaryoları uygulandığında tüketici fiyatlarındaki düşüşün yavaşladığı gözlenmektedir.

Fiyatlar genel düzeyindeki bu azalış, havayolu sektöründe de gözlenmektedir.

Sermaye getiri oranının referans senaryosunda dahi artış gösterdiği gözlenmektedir. Tedbirler uygulandığında ise bu getiri oranının daha fazla arttığı görülmüştür.

Sektörel üretim düzeylerine bakıldığında da havayolu sektöründeki üretimin referans senaryoya göre dahi arttığı, tedbirlerin uygulanması halinde ise bu artışın daha düşük oranda gerçekleştiği gözlenmektedir. Üretim miktarındaki bu artış, ilgili sektör fiyatlarındaki azalışla bir arada düşünüldüğünde iktisadi olarak tutarlı bir görünüm ortaya çıkmaktadır.

Yine ekonominin geneline ilişkin bir göstere olsa da GSYİH miktar endeksinin tedbirlerin uygulanması halinde daha düşük oranda arttığı gözlenmektedir. GSYİH'nin önemli bir gelir göstergesi olması nedeniyle bu artışın bir yansıması olarak hanehalkı refahının da tedbirlerin uygulanması halinde yine artış gösterdiği, ancak bu iyileşmenin referans duruma kıyasla daha düşük kaldığı gözlenmektedir.

#### 9.3.3.2. Karayolu Ulaşımı

Projenin diğer çalışma grupları tarafından belirlenen ve ekonomi grubuna aktarılan senaryolara göre karayolu ulaşımında referans senaryonun yanı sıra tedbirler ve ilave tedbirler şeklinde iki ek senaryo tasarlanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, tedbirler artırıldıkça karayolu+demiryolu sektöründeki katma değer artışı yavaşlamaktadır.

Her ne kadar tekil bir sektörde meydana gelen değişimin ekonominin geneline ilişkin etkileri sınırlı kalsa da karayolu sektörü özelinde uygulanan tedbirlerin ekonomi genelinde fiyatlar genel düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Bu noktada, referans senaryoda dahi tüketici fiyatlarının durağan durumdan %0,12 oranında düşük olacağı gözlenmektedir. Ancak giriş kısmında da belirtildiği gibi, tedbirler ve ilave tedbirler senaryolarından elde edilen bulguların referans senaryoya karşılaştırılması gerekmektedir. Buna göre, tedbir senaryoları uygulandığında tüketici fiyatlarındaki düşüşün yavaşladığı gözlenmektedir.

Fiyatlar genel düzeyindeki bu azalış, karayolu+demiryolu sektöründe de gözlenmektedir.

Sermaye getiri oranının referans senaryoda dahi artış gösterdiği gözlenmektedir. Tedbirler uygulandığında ise bu getiri oranındaki artışın daha düşük oranlarda gerçekleştiği görülmüştür.

Sektörel üretim düzeylerine bakıldığında da havayolu sektöründeki üretimin referans senaryoya göre dahi arttığı, tedbirlerin uygulanması halinde ise bu artışın daha düşük oranlarda gerçekleştiği gözlenmektedir. Üretim miktarındaki bu artış, ilgili sektör fiyatlarındaki azalışla bir arada düşünüldüğünde iktisadi olarak tutarlı bir görünüm ortaya çıkmaktadır.

Diğer taraftan, GSYİH miktar endeksindeki artışın tedbirlerin uygulanması halinde daha düşük oranda gerçekleşeceği gözlenmektedir. GSYİH'nin önemli bir gelir göstergesi olması nedeniyle bu artışın bir yansıması olarak hanehalkı refahının da tedbirlerin uygulanması halinde yine artış gösterdiği, ancak bu iyileşmenin referans duruma kıyasla daha düşük kaldığı gözlenmektedir.

Bu belge 9076 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağın imzı: [evrag@imz.gov.tr](mailto:evrag@imz.gov.tr) adresine ulaşılabilmektedir. İletişim için: [evrag@imz.gov.tr](mailto:evrag@imz.gov.tr) adresine yazılabilir.

Çizelge 9.5. Karayolu Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)

| DEĞİŞKEN                               | REFERANS<br>(% Değişim) | TEDBİRLER<br>(% Değişim) | İLAVE TEDBİRLER<br>(% Değişim) |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                     |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0416                  | 0,023                    | 0,0151                         |
| Kömür                                  | 28,5503                 | 14,4546                  | 9,1471                         |
| Petrol                                 | -0,1528                 | -0,0851                  | -0,056                         |
| Gaz                                    | 1,6705                  | 1,4205                   | 1,2393                         |
| Petrol Ürünleri                        | 0,3307                  | 0,1894                   | 0,1261                         |
| Elektrik                               | 2,4848                  | 1,3544                   | 0,8835                         |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,7623                  | 0,4258                   | 0,2805                         |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | -0,0222                 | -0,0119                  | -0,0077                        |
| <i>Karayolu + Demiryolu Sektörü</i>    | 0,1008                  | 0,0574                   | 0,0381                         |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                 | -0,027                  | -0,0559                  | -0,0372                        |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>   | -0,1199                 | -0,0679                  | -0,045                         |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>        |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | -0,0756                 | -0,0438                  | -0,0293                        |
| Kömür                                  | -14,1194                | -7,9303                  | -5,2376                        |
| Petrol                                 | 0,0235                  | 0,0135                   | 0,009                          |
| Gaz                                    | -3,7307                 | -2,1168                  | -1,4055                        |
| Petrol Ürünleri                        | -0,8838                 | -0,5002                  | -0,3314                        |
| Elektrik                               | -2,7938                 | -1,5568                  | -1,0249                        |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | -0,1625                 | -0,0913                  | -0,0603                        |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0109                  | 0,0046                   | 0,0027                         |
| <i>Karayolu + Demiryolu Sektörü</i>    | -0,1601                 | -0,093                   | -0,0622                        |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>            | 0,397                   | 0,2188                   | 0,1435                         |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>          |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0764                  | 0,0455                   | 0,0307                         |
| Kömür                                  | 28,595                  | 14,4803                  | 9,1641                         |
| Petrol                                 | -0,1181                 | -0,0627                  | -0,0405                        |
| Gaz                                    | 1,7059                  | 1,4433                   | 1,255                          |
| Petrol Ürünleri                        | 0,3656                  | 0,2119                   | 0,1416                         |
| Elektrik                               | 2,5205                  | 1,3771                   | 0,8992                         |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,7973                  | 0,4483                   | 0,2961                         |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0125                  | 0,0105                   | 0,0078                         |
| <i>Karayolu + Demiryolu Sektörü</i>    | 0,1317                  | 0,0777                   | 0,0523                         |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>            | 0,0348                  | 0,0224                   | 0,0155                         |
| <b>Hanehalkı Refahı</b>                | 0,0246                  | 0,0165                   | 0,0116                         |

**Not:** Çizelgede yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya – yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey –ki bu düzey şu anda bilinmemektedir–, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

### 9.3.3.3. Demiryolu Ulaşımı

Projenin diğer çalışma grupları tarafından belirlenen ve ekonomi grubuna aktarılan senaryolara göre demiryolu ulaşımında referans senaryosunun yanı sıra tedbirler ve ilave tedbirler şeklinde iki ek senaryo tasarlanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, tedbirler senaryosunda karayolu+demiryolu sektöründeki katma değer artmakta, ilave tedbirler senaryosunda ise azalmaktadır.

Her ne kadar tekil bir sektörde meydana gelen değişimin ekonominin geneline ilişkin etkileri sınırlı kalsa da demiryolu sektörü özelinde uygulanan tedbirlerin ekonomi genelinde fiyatlar genel düzeyini azalttığı, ilave tedbirler durumunda ise artırdığı gözlenmiştir. Bu noktada, referans senaryosunda dahi tüketici fiyatlarının durağan durumdan daha düşük olacağı gözlenmektedir. Ancak giriş kısmında da belirtildiği gibi, tedbirler ve ilave tedbirler senaryolarından elde edilen bulguların referans senaryosuyla karşılaştırılması gerekmektedir. Buna göre, tedbir senaryosu uygulandığında tüketici fiyatlarındaki düşüşün hızlandığı, ilave tedbirler durumunda ise tam tersi bir şekilde arttığı gözlenmektedir.

Fiyatlar genel düzeyindeki bu etkiler aynı şekilde karayolu+demiryolu sektöründe de gözlenmektedir.

Sermaye getiri oranının referans senaryosunda dahi artış gösterdiği gözlenmektedir. Tedbirler senaryosu uygulandığında ise bu getiri oranındaki artışın daha yüksek oranlarda gerçekleştiği, ilave tedbirler durumunda ise tam tersi bir şekilde bu oranın azaldığı gözlenmektedir.

Sektörel üretim düzeylerine bakıldığında da karayolu+demiryolu sektöründeki üretimin referans senaryoya göre dahi arttığı, tedbirler senaryosunun uygulanması halinde ise bu artışın daha yüksek oranlarda gerçekleştiği gözlenmektedir. İlave tedbirlerin uygulanması durumunda ise sektörel üretim azalmaktadır. Üretim miktarındaki bu artış, ilgili sektör fiyatlarındaki azalışla bir arada düşünüldüğünde iktisadi olarak tutarlı bir görünüm ortaya çıkmaktadır.

Yine ekonominin geneline ilişkin bir gösterge olsa da GSYİH miktar endeksindeki artışın tedbirlerin uygulanması halinde daha yüksek oranda gerçekleşeceği, ilave tedbirler durumunda ise daha düşük olacağı gözlenmektedir. GSYİH'nin önemli bir gelir göstergesi olması nedeniyle bu değişimlerin bir yansıması olarak hane halkı refahının da tedbirlerin uygulanması halinde yine artış gösterdiği, ilave tedbirler durumunda ise düşüş gösterdiği gözlenmektedir.

Çizelge 9.6. Demiryolu Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)

| DEĞİŞKEN                               | REFERANS<br>(% Değişim) | TEDBİRLER<br>(% Değişim) | İLAVE TEDBİRLER<br>(% Değişim) |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                     |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0001                  | 0,0012                   | -0,0005                        |
| Kömür                                  | 0,0354                  | 0,7113                   | -0,2829                        |
| Petrol                                 | -0,0002                 | -0,0047                  | 0,0019                         |
| Gaz                                    | 0,0203                  | 0,315                    | -0,1879                        |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0005                  | 0,0107                   | -0,0043                        |
| Elektrik                               | 0,0036                  | 0,0724                   | -0,029                         |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,0012                  | 0,0233                   | -0,0093                        |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0                       | -0,0007                  | 0,0003                         |
| <i>Karayolu + Demiryolu Sektörü</i>    | 0,0002                  | 0,0032                   | -0,0013                        |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                 | -0,0002                 | -0,0031                  | 0,0012                         |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>   | -0,0002                 | -0,0038                  | 0,0015                         |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>        |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | -0,0001                 | -0,0025                  | 0,001                          |
| Kömür                                  | -0,022                  | -0,4381                  | 0,1758                         |
| Petrol                                 | 0                       | 0,0008                   | -0,0003                        |
| Gaz                                    | -0,0061                 | -0,1201                  | 0,0488                         |
| Petrol Ürünleri                        | -0,0014                 | -0,0279                  | 0,0112                         |
| Elektrik                               | -0,0043                 | -0,0852                  | 0,0342                         |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | -0,0003                 | -0,005                   | 0,002                          |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0                       | 0,0002                   | -0,0001                        |
| <i>Karayolu + Demiryolu Sektörü</i>    | -0,0003                 | -0,0053                  | 0,0021                         |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>            | 0,0006                  | 0,0119                   | -0,0048                        |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>          |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0001                  | 0,0026                   | -0,0011                        |
| Kömür                                  | 0,0355                  | 0,7127                   | -0,2835                        |
| Petrol                                 | -0,0002                 | -0,0033                  | 0,0013                         |
| Gaz                                    | 0,0203                  | 0,3164                   | -0,1884                        |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0006                  | 0,0121                   | -0,0048                        |
| Elektrik                               | 0,0037                  | 0,0738                   | -0,0295                        |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,0012                  | 0,0247                   | -0,0099                        |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0                       | 0,0007                   | -0,0003                        |
| <i>Karayolu + Demiryolu Sektörü</i>    | 0,0002                  | 0,0045                   | -0,0018                        |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>            | 0,0001                  | 0,0014                   | -0,0006                        |
| <b>Hane Halkı Refahı</b>               | 0,0001                  | 0,0011                   | -0,0004                        |

**Not:** Çizelgede yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya – yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey – ki bu düzey şu anda bilinmemektedir –, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınzı <https://eys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

9.3.3.4. Denizyolu Ulaşımı  
Projenin diğer çalışma grupları tarafından belirlenen ve ekonomi grubuna aktarılan senaryolara göre denizyolu ulaşımında referans senaryonun yanı sıra tedbirler senaryoları da dikkate alınmıştır.

Çizelge 9.7. Denizyolu Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)

| DEĞİŞKEN                               | REFERANS<br>(% Değişim) | TEDBİRLER<br>(% Değişim) | İLAVE TEDBİRLER<br>(% Değişim) |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                     |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0004                  | 0,0045                   |                                |
| Kömür                                  | 0,2484                  | 2,6148                   |                                |
| Petrol                                 | -0,0016                 | -0,0169                  |                                |
| Gaz                                    | 0,1299                  | 0,7332                   |                                |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0037                  | 0,0385                   |                                |
| Elektrik                               | 0,0253                  | 0,2628                   |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,0082                  | 0,0844                   |                                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | -0,0002                 | -0,0023                  |                                |
| <i>Denizyolu Sektörü</i>               | 0,001                   | 0,0104                   |                                |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                 | -0,0011                 | -0,0113                  |                                |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>   | -0,0013                 | -0,0136                  |                                |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>        |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | -0,0009                 | -0,009                   |                                |
| Kömür                                  | -0,1536                 | -1,5833                  |                                |
| Petrol                                 | 0,0003                  | 0,0027                   |                                |
| Gaz                                    | -0,0423                 | -0,4299                  |                                |
| Petrol Ürünleri                        | -0,0098                 | -0,1006                  |                                |
| Elektrik                               | -0,0299                 | -0,3085                  |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | -0,0018                 | -0,0182                  |                                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0001                  | 0,0007                   |                                |
| <i>Denizyolu Sektörü</i>               | -0,0019                 | -0,0192                  |                                |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>            | 0,0042                  | 0,043                    |                                |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>          |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0009                  | 0,0095                   |                                |
| Kömür                                  | 0,2489                  | 2,6199                   |                                |
| Petrol                                 | -0,0012                 | -0,0119                  |                                |
| Gaz                                    | 0,1304                  | 0,7382                   |                                |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0042                  | 0,0434                   |                                |
| Elektrik                               | 0,0258                  | 0,2678                   |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,0086                  | 0,0894                   |                                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0003                  | 0,0026                   |                                |
| <i>Denizyolu Sektörü</i>               | 0,0014                  | 0,0148                   |                                |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>            | 0,0005                  | 0,005                    |                                |
| <b>Hanehalkı Refahı</b>                | 0,0004                  | 0,0038                   |                                |

İ  
L  
A  
V  
E  
T  
E  
D  
B  
İ  
R  
Y  
O  
K  
T  
U  
R

**Not:** Çizelgede yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya – yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey –ki bu düzey şu anda bilinmemektedir–, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, tedbirler artırıldıkça, denizyolu sektöründeki katma değer artışı hızlanmaktadır. Evrazim'ı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B09B35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Her ne kadar tekil bir sektörde meydana gelen değişimin ekonominin geneline ilişkin etkileri sınırlı kalsa da denizyolu sektörü özelinde uygulanan tedbirlerin ekonomi genelinde fiyatlar genel düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Bu noktada, referans senaryoda dahi tüketici fiyatlarının durağan durumdan %0,001 oranında düşük olacağı gözlenmektedir. Tedbirler senaryosundan elde edilen bulgular referans senaryoya karşılaştırıldığında, tüketici fiyatlarındaki düşüşün hızlandığı gözlenmektedir.

Fiyatlar genel düzeyindeki bu azalış, denizyolu sektöründe de gözlenmektedir.

Sermaye getiri oranının referans senaryoda dahi artış gösterdiği gözlenmektedir. Tedbirler uygulandığında ise bu getiri oranının daha fazla arttığı görülmüştür.

Sektörel üretim düzeylerine bakıldığında da denizyolu sektöründeki üretimin referans senaryoya göre arttığı, tedbirlerin uygulanması halinde ise bu artışın daha yüksek oranda gerçekleştiği gözlenmektedir. Üretim miktarındaki bu artış, ilgili sektör fiyatlarındaki azalışla bir arada düşünüldüğünde iktisadi olarak tutarlı bir görünüm ortaya çıkmaktadır.

GSYİH miktar endeksinin tedbirlerin uygulanması halinde daha yüksek oranda arttığı gözlenmektedir. GSYİH'nin önemli bir gelir göstergesi olması nedeniyle bu artışın bir yansıması olarak hanehalkı refahının da tedbirlerin uygulanması halinde yine artış gösterdiği gözlenmektedir.

#### 9.3.4. Tarım Sektörü

Bu sektör altında enterik fermantasyon ve tarım toprakları alt sektörlerine ilişkin senaryolar kurgulanmış ve bunların ekonomik etkileri gözlemlenmiştir. Kullandığımız GTAP veri tabanında enterik fermantasyon ayrışık bir sektör olarak bulunmadığından buna ilişkin ayrışık senaryolar yine tekil olarak uygulanmış ancak sonuçları tarım sektörü toplamı içerisinde gözlenmiştir.

##### 9.3.4.1. Enterik Fermantasyon

Projenin diğer çalışma grupları tarafından belirlenen ve ekonomi grubuna aktarılan senaryolara göre enterik fermantasyonda referans senaryonun yanı sıra tedbirler ve ilave tedbirlerin alındığı iki ek senaryo tasarlanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, tedbirler artırıldıkça enterik fermantasyonun da dahil olduğu tarım sektöründeki katma değer artışı yavaşlamaktadır.

Her ne kadar tekil bir sektörde meydana gelen değişimin ekonominin geneline ilişkin etkileri sınırlı kalsa da enterik fermantasyon özelinde uygulanan tedbirlerin ekonomi genelinde fiyatlar genel düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Bu noktada, referans senaryoda dahi tüketici fiyatlarının durağan durumdan %0,09 oranında düşük olacağı gözlenmektedir. Buna göre, tedbir senaryoları uygulandığında tüketici fiyatlarındaki düşüşün yavaşladığı gözlenmektedir.

Fiyatlar genel düzeyindeki bu azalış tarım sektöründe de gözlenmektedir.

Sermaye getiri oranının referans senaryoda dahi artış gösterdiği gözlenmektedir. Tedbirler uygulandığında ise bu getiri oranındaki artışın yavaşladığı görülmüştür.

Sektörel üretim düzeylerine bakıldığında da tarım sektöründeki üretimin referans senaryoya göre dahi arttığı, tedbirlerin uygulanması halinde ise bu artış hızının yavaşladığı gözlenmektedir. Üretim miktarındaki bu artış, ilgili sektör fiyatlarındaki azalışla bir arada düşünüldüğünde iktisadi olarak tutarlı bir görünüm ortaya çıkmaktadır.

Yine ekonominin geneline ilişkin bir gösterge olsa da GSYİH miktar endeksinin tedbirlerin uygulanması halinde daha düşük oranlarda da olsa arttığı gözlenmektedir. GSYİH'nin önemli bir gelir göstergesi olması nedeniyle bu artışın bir yansıması olarak hanehalkı refahının da tedbirlerin uygulanması halinde iyileştiği, ancak referansa kıyasla iyileşme oranının yavaşladığı gözlenmektedir.

Çizelge 9.8. Enterik Fermantasyon Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)

| DEĞİŞKEN                                    | REFERANS<br>(% Değişim) | TEDBİRLER<br>(% Değişim) | İLAVE TEDBİRLER<br>(% Değişim) |
|---|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                          |                         |                          |                                |
| Tarım ( <i>Enterik Fermantasyon Dahil</i> ) | 0,0309                  | 0,026                    | 0,0227                         |
| Kömür                                       | 20,1404                 | 16,5161                  | 14,2265                        |
| Petrol                                      | -0,114                  | -0,0958                  | -0,0839                        |
| Gaz   | 1,5457                  | 1,4716                   | 1,4144                         |
| Petrol Ürünleri                             | 0,2506                  | 0,2123                   | 0,1868                         |
| Elektrik                                    | 1,8297                  | 1,53                     | 1,3347                         |
| Enerji Yoğun Sektörler                      | 0,5694                  | 0,4792                   | 0,4198                         |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü      | -0,0162                 | -0,0135                  | -0,0117                        |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                      | -0,074                  | -0,0627                  | -0,0551                        |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>        | -0,0903                 | -0,0763                  | -0,067                         |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>             |                         |                          |                                |
| Tarım ( <i>Enterik Fermantasyon Dahil</i> ) | -0,0577                 | -0,049                   | -0,0432                        |
| Kömür                                       | -10,5798                | -8,9172                  | -7,8192                        |
| Petrol                                      | 0,0178                  | 0,0151                   | 0,0133                         |
| Gaz   | -2,8113                 | -2,3761                  | -2,0876                        |
| Petrol Ürünleri                             | -0,6652                 | -0,5618                  | -0,4933                        |
| Elektrik                                    | -2,0838                 | -1,7527                  | -1,5348                        |
| Enerji Yoğun Sektörler                      | -0,1218                 | -0,1027                  | -0,09                          |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü      | 0,007                   | 0,0054                   | 0,0045                         |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>                 | 0,2942                  | 0,2467                   | 0,2157                         |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>               |                         |                          |                                |
| Tarım ( <i>Enterik Fermantasyon Dahil</i> ) | 0,0593                  | 0,0507                   | 0,0449                         |
| Kömür                                       | 20,1745                 | 16,5449                  | 14,2519                        |
| Petrol                                      | -0,0856                 | -0,0711                  | -0,0618                        |
| Gaz   | 1,5745                  | 1,4967                   | 1,4369                         |
| Petrol Ürünleri                             | 0,2791                  | 0,2371                   | 0,209                          |
| Elektrik                                    | 1,8586                  | 1,5552                   | 1,3572                         |
| Enerji Yoğun Sektörler                      | 0,598                   | 0,5041                   | 0,4421                         |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü      | 0,0122                  | 0,0113                   | 0,0104                         |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>                 | 0,0284                  | 0,0247                   | 0,0222                         |
| <b>Hanehalkı Refahı</b>                     | 0,0206                  | 0,0182                   | 0,0164                         |

**Not:** Çizelgede yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya – yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey –ki bu düzey şu anda bilinmemektedir–, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrağınız <https://ehys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

#### 9.2.4.2. Tarım Toprakları

Projenin diğer çalışma grupları tarafından belirlenen ve ekonomi grubuna aktarılan senaryolara göre tarım topraklarına ilişkin sadece referans senaryosu tasarlanmıştır.



Elde edilen bulgulara göre, tarım topraklarında katma değer artışı gerçekleşmektedir.

Her ne kadar tekil bir sektörde meydana gelen değişimin ekonominin geneline ilişkin etkileri sınırlı kalsa da tarım toprakları özelindeki bu referans senaryonun ekonomi genelinde fiyatlar genel düzeyini azalttığı gözlenmiştir.

Çizelge 9.9. Tarım Toprakları Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)

| DEĞİŞKEN                               | REFERANS<br>(% Değişim) | TEDBİRLER<br>(% Değişim) | İLAVE TEDBİRLER<br>(% Değişim) |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                     |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0108                  |                          |                                |
| Kömür                                  | 6,4075                  |                          |                                |
| Petrol                                 | -0,0401                 |                          |                                |
| Gaz                                    | 1,0941                  |                          |                                |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0907                  |                          |                                |
| Elektrik                               | 0,6291                  |                          |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,2007                  |                          |                                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | -0,0055                 |                          |                                |
| <i>Tarım Toprakları</i>                | 0,1354                  |                          |                                |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                 | -0,0267                 |                          |                                |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>   | -0,0323                 |                          |                                |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>        |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | -0,0211                 | T                        | İ                              |
| Kömür                                  | -3,7542                 | E                        | L                              |
| Petrol                                 | 0,0064                  | D                        | A                              |
| Gaz                                    | -1,0111                 | B                        | V                              |
| Petrol Ürünleri                        | -0,2379                 | İ                        | E                              |
| Elektrik                               | -0,7333                 | R                        | D                              |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | -0,0432                 |                          | B                              |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0018                  | Y                        | İ                              |
| <i>Tarım Toprakları</i>                | -0,047                  | O                        | R                              |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>            | 0,1025                  | K                        | Y                              |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>          |                         | U                        | O                              |
| Tarım                                  | 0,0222                  | R                        | K                              |
| Kömür                                  | 6,4196                  |                          | T                              |
| Petrol                                 | -0,0287                 |                          | U                              |
| Gaz                                    | 1,1056                  |                          | R                              |
| Petrol Ürünleri                        | 0,1021                  |                          |                                |
| Elektrik                               | 0,6406                  |                          |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,2121                  |                          |                                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0059                  |                          |                                |
| <i>Tarım Toprakları</i>                | 0,1469                  |                          |                                |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>            | 0,0114                  |                          |                                |
| <b>Hanehalkı Refahı</b>                | 0,0086                  |                          |                                |

**Not:** Çizelgede yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya - yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey -ki bu düzey şu anda bilinmemektedir-, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evraz'ımızı <https://ebs.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden/7B0D9B35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Fiyatlar genel düzeyindeki bu azalış tarım topraklarında da gözlenmektedir.

Sermaye getiri oranının artış gösterdiği görülmüştür.

Sektörel üretim düzeylerine, yani tarım topraklarının miktarına bakıldığında da bir artış olduğu gözlenmektedir. Üretim miktarındaki bu artış, ilgili sektör fiyatlarındaki azalışla bir arada düşünüldüğünde iktisadi olarak tutarlı bir görünüm ortaya çıkmaktadır.

Yine ekonominin geneline ilişkin bir gösterge olsa da GSYİH miktar endeksinin arttığı gözlenmektedir. GSYİH'nin önemli bir gelir göstergesi olması nedeniyle bu artışın bir yansıması olarak hane halkı refahının da iyiye gittiği gözlenmektedir.

#### 9.3.5. Atık Sektörü

Bu sektör altında atık su arıtımı ve deşarj alt sektörüne ilişkin senaryolar kurgulanmış ve bunların ekonomik etkileri gözlemlenmiştir. Kullandığımız GTAP veri tabanında atık su arıtımı ayrışık bir sektör olarak bulunmadığından buna ilişkin ayrışık senaryolar yine tekil olarak uygulanmış ancak sonuçları "su, kanalizasyon ve atık yönetimi" içerisinde gözlenmiştir.

##### 9.3.5.1. Atık Su Arıtımı ve Deşarj

Projenin diğer çalışma grupları tarafından belirlenen ve ekonomi grubuna aktarılan senaryolara göre atık su referans senaryosunun yanı sıra tedbirler şeklinde ek bir senaryo tasarlanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, tedbirler artırıldıkça atık su sektöründeki katma değer artışı çok az da olsa hızlanmaktadır.

Her ne kadar tekil bir sektörde meydana gelen değişimin ekonominin geneline ilişkin etkileri sınırlı kalsa da atık su sektörü özelinde uygulanan tedbirlerin ekonomi genelinde fiyatlar genel düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Bu noktada, referans senaryoda dahi tüketici fiyatlarının durağan durumdan yaklaşık %0,03 oranında düşük olacağı gözlenmektedir. Ancak giriş kısmında da belirtildiği gibi, tedbirler senaryosundan elde edilen bulguların referans senaryoya karşılaştırılması gerekmektedir. Buna göre, tedbir senaryosu uygulandığında tüketici fiyatlarındaki düşüşün yavaşladığı gözlenmektedir.

Sermaye getiri oranının referans senaryoda artış gösterdiği gözlenmektedir. Tedbirler uygulandığında ise bu getiri oranındaki artışın yavaşladığı görülmüştür.

Sektörel üretim düzeylerine bakıldığında da atık su sektöründeki üretimin referans senaryoya göre arttığı, tedbirlerin uygulanması halinde ise bu artışın daha düşük oranda gerçekleştiği gözlenmektedir.

Yine ekonominin geneline ilişkin bir gösterge olsa da GSYİH miktar endeksinin tedbirlerin uygulanması halinde daha düşük oranda arttığı gözlenmektedir. GSYİH'nin önemli bir gelir göstergesi olması nedeniyle bu artışın bir yansıması olarak hane halkı refahının da tedbirlerin uygulanması halinde yine artış gösterdiği, ancak bu iyileşmenin referans duruma kıyasla daha düşük kaldığı gözlenmektedir.

Çizelge 9.10. Atık Su Arıtımı ve Deşarj Alt Sektörüne İlişkin Öngörüler (2030 Yılı İçin)

| DEĞİŞKEN                               | REFERANS<br>(% Değişim) | TEDBİRLER<br>(% Değişim) | İLAVE TEDBİRLER<br>(% Değişim) |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Katma Değer</b>                     |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0096                  | 0,0093                   |                                |
| Kömür                                  | 5,636                   | 5,4894                   |                                |
| Petrol                                 | -0,0355                 | -0,0346                  |                                |
| Gaz                                    | 1,0414                  | 1,0306                   |                                |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0804                  | 0,0784                   |                                |
| Elektrik                               | 0,5559                  | 0,542                    |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,1776                  | 0,1732                   |                                |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | -0,0049                 | -0,0048                  |                                |
| <i>Atık Su Yönetimi</i>                | 0,000001                | 0,000003                 |                                |
| <b>GSYİH Deflatörü</b>                 | -0,0237                 | -0,0231                  |                                |
| <b>Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)</b>   | -0,0286                 | -0,0279                  |                                |
| <b>Sektörel Fiyat Düzeyleri</b>        |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | -0,0187                 | -0,0182                  | İ                              |
| Kömür                                  | -3,324                  | -3,2416                  | L                              |
| Petrol                                 | 0,0057                  | 0,0056                   | A                              |
| Gaz                                    | -0,8963                 | -0,8743                  | V                              |
| Petrol Ürünleri                        | -0,2108                 | -0,2056                  | E                              |
| Elektrik                               | -0,649                  | -0,6328                  |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | -0,0382                 | -0,0373                  | T                              |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0016                  | 0,0015                   | E                              |
| <i>Atık Su Yönetimi</i>                | 0,0155                  | 0,015                    | D                              |
| <b>Sermaye Getiri Oranı</b>            | 0,0906                  | 0,0884                   | B                              |
| <b>Sektörel Üretim Düzeyi</b>          |                         |                          |                                |
| Tarım                                  | 0,0197                  | 0,0192                   | İ                              |
| Kömür                                  | 5,6468                  | 5,4999                   | L                              |
| Petrol                                 | -0,0253                 | -0,0247                  | A                              |
| Gaz                                    | 1,0517                  | 1,0407                   | V                              |
| Petrol Ürünleri                        | 0,0906                  | 0,0884                   | E                              |
| Elektrik                               | 0,5662                  | 0,5519                   |                                |
| Enerji Yoğun Sektörler                 | 0,1878                  | 0,1831                   | T                              |
| Diğer Endüstriler ve Hizmetler Sektörü | 0,0053                  | 0,0052                   | E                              |
| <i>Atık Su Yönetimi</i>                | 0,009                   | 0,0087                   | D                              |
| <b>GSYİH Miktar Endeksi</b>            | 0,0102                  | 0,0099                   | B                              |
| <b>Hanehalkı Refahı</b>                | 0,0077                  | 0,0075                   | İ                              |

**Not:** Çizelgede yer alan öngörü sonuçları, statik bir iktisadi analize dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu sonuçlar, günümüzden 2030 yılına kadar geçen zaman zarfında ortaya çıkan değişimi değil, 2030 yılındaki durağan durumdan sapmaları (+ veya - yönlü) ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2030 yılındaki herhangi bir değişkene ilişkin kendiliğinden gerçekleşecek olan düzey –ki bu düzey şu anda bilinmemektedir–, bu tablodaki sapma kadar bir değişime maruz kalarak gerçekleşecektir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Şebahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evragimizi <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

# 10. TÜMDEN GELİM MODELİ

## 10.1. Giriş

Sera Gazı Salım'ları (SGS'ler) bilhassa fosil yakıtların kullanılması sonucunda atmosfere salınan gazların atmosfer kimyasını bozması sonucunda küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Petrol ve türevleri ile kömür ve doğal gazın yakılması sonucunda karbonlu unsurlar (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO), azot ve kükürt oksitlerin salımları ortaya çıkmaktadır. Bunlar arasında en fazla emisyon dünyada %80-%85 arası CO<sub>2</sub>'den kaynaklanmaktadır. Geri kalan kısım ise canlıların solunumu ve mikroskobik canlıların organik maddelerinin ayrışmasından ortaya çıkmaktadır (Mitscherlich, G., (1995)).

Dünyada en fazla SGS' ler birincil enerji kaynakları olan fosil yakıtlardan (petrol, kömür ve doğal gaz) gelmektedir. Bunların karşısında SGS azaltımlarına birinci derecede yardımcı olan enerji kaynakları da hidroelektrik, rüzgâr, güneş, biyoyakıt ve çöp (katı atık), jeotermal ve nükleerdir. Türkiye'de nükleer olmadığı için SGS azaltımlarında diğer yenilenebilir enerji kaynakları gelmektedir. SGS azaltımlarına meydan vermek için fosil yakıt kullanımının azaltılması gerçeği çok yönlü olan ekonomik sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu ekonomik sorunlar özellikle enerji, tarım, ulaşım, sanayi, atık, yapı ve orman sektörlerinde ortaya çıkmaktadır. İşte bu çalışma sırasında 2030 yılına kadar Türkiye ekonomik gelişmesine zarar vermeyecek şekilde belirtilen sektörler arasında en iyi (optimum) kazanca sebep olabilecek senaryoların üretilmesi yoluna gidilecektir. Karşımıza çıkabilecek sorunlar arasında işsizlik, ekonomik büyüme hızının azalması, ticaret gelirlerinin düşmesi, alternatif olabilecek enerji kaynaklarının açabileceği ilave masraflar sorun olabilecektir. Özellikle SGS'ler arasında en önemlisi olan CO<sub>2</sub> miktarlarının azaltılması için yapılabilecek temel politikalar fosil yakıt ve enerji tüketiminin azaltılmasına ilave olarak enerji üretiminde de verimliliğin artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla devreye sokulması, ülkemiz için HES' lerin sayılarının mümkün oldukça artırılması ile nükleer enerji seçenekleri bulunmaktadır. Bu proje sırasında adı geçen konularda politika senaryolarının hangi oranlarda Türkiye'de gerçekleştirilmesi tavsiyelerine de ulaşılmaya çalışılacaktır.

Nükleer santrallerde doğrudan SGS' ler söz konusu bile değildir, çünkü bu çevre açısından temiz enerji kaynağıdır. Nükleer santrallerde hiçbir enerji kaynağı santralinde olmadığı kadar hassas risk çalışmaları yapılmakta ve ışınım (radyasyon) sızıntılarına meydan verilmediği müddetçe bunlar SGS azaltımı açısından en güvenli enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları gerekli tedbirlerin alınması durumunda çevreyi kirletmesi söz konusu değildir ve dünyada SGS azaltımları için baş vurulan en önemli enerji politikalarından biridir. Türkiye'de de istenilen ölçüde artırılmasına çalışılmaktadır, ancak bu uzun yılları gerektirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında Türkiye için en önemli olan yukarıda da belirtildiği üzere hidroelektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisidir. Enerji sektöründe SGS azaltımlarını desteklemek için yakıtların yanma ısılarından en büyük (maksimum) ölçekte faydalanılması için gerekli politika senaryolarına baş vurulmalıdır. Mesela, yakıtların yanması sırasında ortaya çıkan su buharı ile toplam verimin yaklaşık %10 kadarı bacalardan ısı kaybına meydan vermektedir (WEO, 2010). Bunun için baca tasarımlarında bu kayıpların en aza indirilmesine çalışılmalıdır. Enerji üretiminde verimliliği etkileyen faktörler arasında yakıt türünün seçimi önemli rol oynamaktadır. Seçilen yakıtı uygun ekipmanların seçimi ile tesis tasarımı da göz önünde tutularak verimliliğin artırılması ile SGS' lerin azaltılmasına yardımcı olunmalıdır. Burada kurulan santrallerin sürdürülebilirliğinin de sağlanması gerekir.

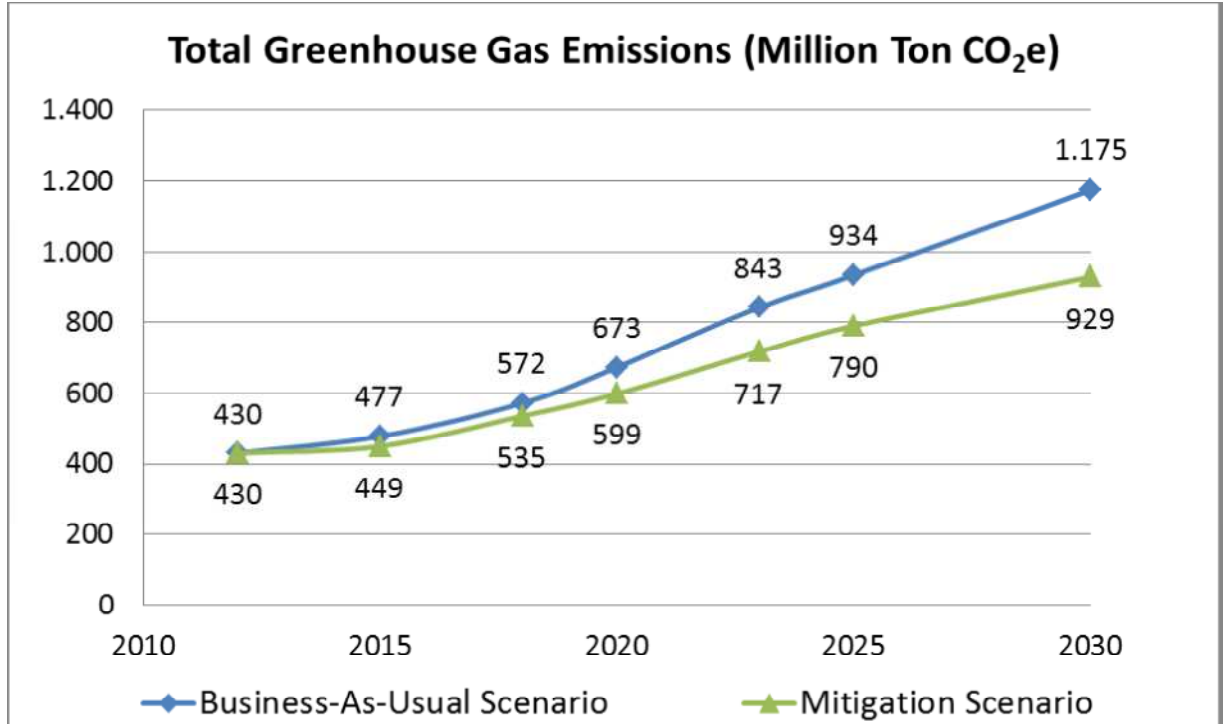
Özellikle enerji tüketiminde verimliliğin artırılarak israfın azaltılması ile SGS azaltılmasına destek vermek her bireyin ve genelde de toplumun bir görevidir. Bu konuda birey ve toplumlar ile sanayi, konut ve ulaşım (kara, deniz, hava) sektörleri yardımcı olmalıdırlar. Mesela, her bir sanayi sektörünün yapabileceği tasarruf, israf ve verimlilik o sanayi kuruluşunun son üretim sekline (mamul maddesine) ve kullandığı enerji kaynaklarına doğrudan doğruya bağlıdır. Sanayi sektöründe atık ısının bir şekilde geri kazanılması politikasına önem verilmelidir. Türkiye'de üretilen elektrik enerjisinin %50'den fazlası sanayi sektörlerinde ve bunun da %65-%70 kadarlık kısmı da elektrik motorlarında (pervane, pompa,

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrakinizi <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden-D7B01DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

kompresör, vinç, ulaşım, vb.) tüketilmektedir. Sanayi tesislerinde enerji tasarruf ve verimliliğine önem veren çalışanlar bulunmalıdır. Bu konuda sürdürülebilirliğin temini için enerji muhasebesi ve tüketiminin sürekli ölçülmesi gereklidir. Bu ölçümlerin elde edilmesi ile akılcı (rasyonel) politika senaryolarına ulaşmak mümkün olabilecektir.

## 10.2. Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Katkı Belgesi (INDC)

Türkiye sürdürülebilir gelişme sürecine, SGS miktarlarını göz önünde bulundurarak ve uluslararası anlaşmaları da gözeterek, devam etmek için gerekli çalışmalarını sürdürmektedir. Özellikle, son yıllarda Türkiye’de şehirleşme ve sanayileşme süreçleri geçmişe göre büyük ivme kazanmıştır. Bu gelişmelere paralel olarak enerji ihtiyacı da artarak devam etmektedir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları yansira, kömür ve doğal gaz ithal ederek enerji ihtiyacını karşılamaya çalışmaktadır. İklim değişikliği ile mücadele açısından ise mali kaynakları sınırlıdır. Bu kısıtlı şartlara rağmen, INDC açısından mevcut durumlara ilave olarak, kapasite artırımı için ilave plan, proje ve politikalar üretmektedir. INDC kapsamında sunulan Referans senaryosunu (REF) göz önünde bulundurarak, 2030 yılına kadar SGS’lerini %21 azaltmayı taahhüt ederek, küresel sıcaklık artışının 2°C’nin altında kalması konusunda katkısını belirtmiş ve bunun için gerekli çalışmaları planlamaktadır. Söz konusu katkının kapsamındaki SGS azaltım uzatımı (projeksiyonu) Şekil 10.1’de gösterilmiştir.

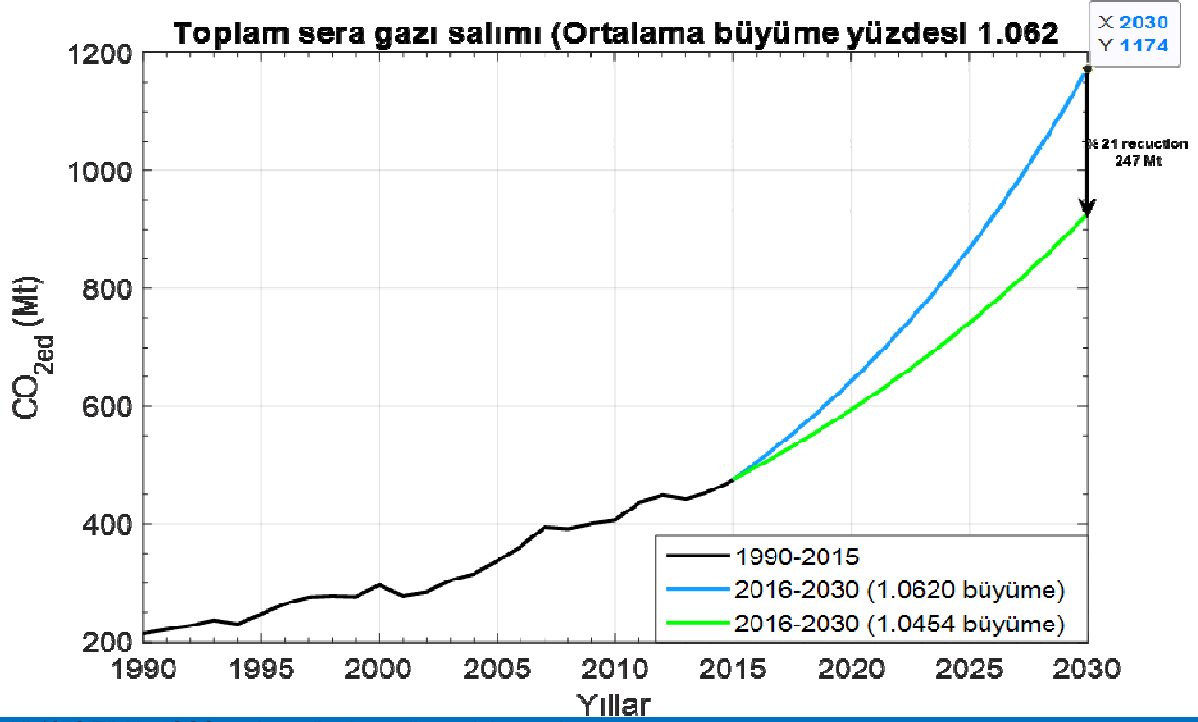


Şekil 10.1 Türkiye SGS azaltma planı

Şekil 10.2’ de ise, 1990 – 2015 yılları arasında hesaplanmış toplam CO<sub>2</sub> eşdeğerleri esas alınarak ve 2030 yılında olması öngörülen %21’lik azaltım miktarı da göz önünde tutularak, geçmişten gelen değişim yüzdelerinin hesaplanan ortalama değeri ve standart sapmasından da yararlanılarak, SGS uzatımları (projeksiyonları) gösterilmiştir. Bu bölümde yapılmış olan uzatım ve hesaplamaların temelleri bu bölümden sonra sunulan “2. Modelleme Temelleri” kısmında açıklanmıştır.

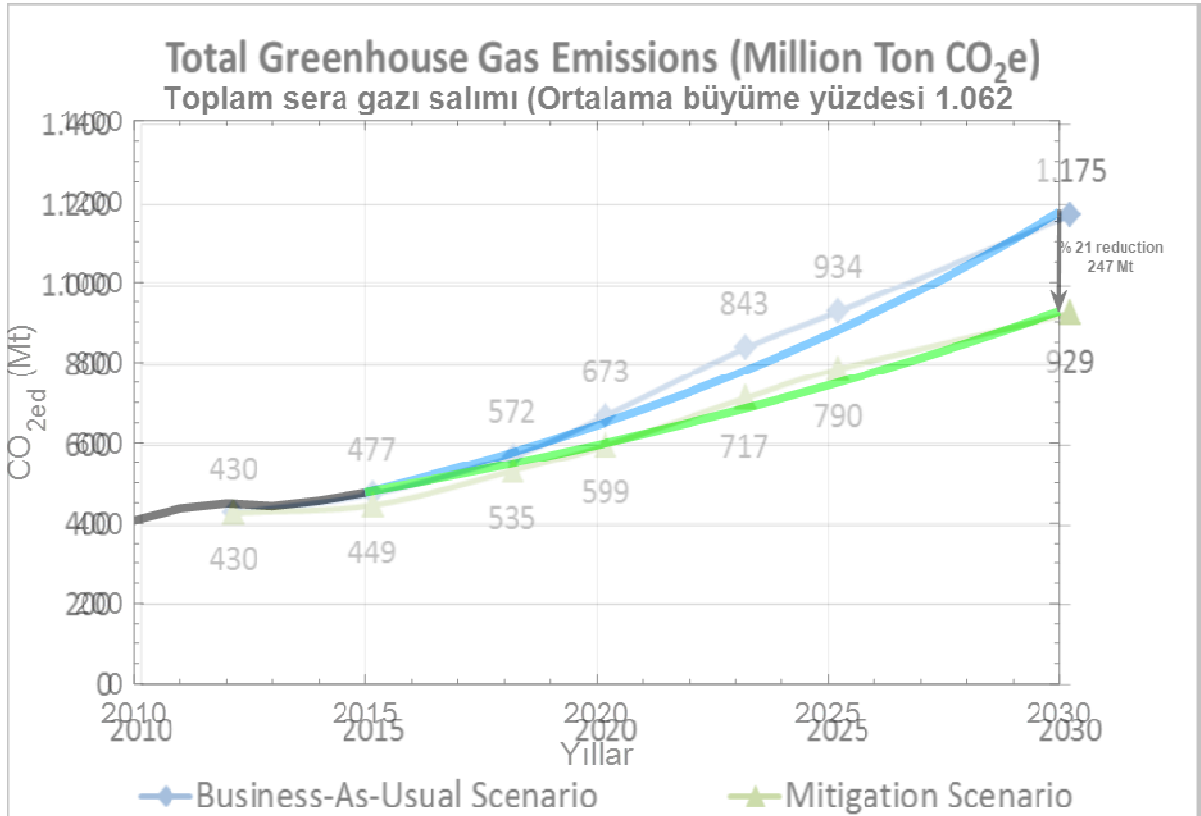
Hesaplamalar için Matlab programında oluşturulan yerli yazılımlar Ek – I’ de ayrıntıları ile sunulmuştur.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 10. 2 Türkiye SGS azaltma tümden geliş model sonuçları

Bu iki model kıyaslaması, Şekil 10.3'te gösterilmiş ve %5'den daha küçük hata ile benzerlikleri görülmektedir.



Şekil 10.3 Türkiye SGS azaltma planı ile tümden geliş modelinin kıyaslanması

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Bu iki şeklin kıyaslanmasından çıkarılabilecek bazı sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- 1) Türkiye tarafından INDC ile uluslararasına sunulmuş olan referans senaryosuna (REF) göre, (BAU) 2030'da ulaşılabileceği TIMES Modeline göre verilmiş olan toplam 1.175x10<sup>6</sup> ton

SGS Mt CO<sub>2</sub>e miktarına, tümünden geliş modelinde yüzde 6,20 değişim (büyüme) oranı ile ulaşılabilir. Bu değişim oranının belirlenmesinde geçmiş verilerin yıllık ortalama büyüme değerleri ve standart sapmalarının bir kısmının ilavesi esas alınmıştır (bak Çizelge 10.4),

- 2) Türkiye'nin planladığı %21'lik azaltıma 4,54'lük bir değişim yüzdesi ile ulaşılacağı anlaşılmaktadır.
- 3) Bu iki duruma göre gelecek her bir yılda referans senaryosunun devam etmesine göre 2016-2030 yılları arasındaki SGS azaltım miktarları maliyetleri Çizelge 10.1'de sunulmuştur. Göz önünde tutulan fiyatlandırma durumu Ek-II' de verilmiştir.
- 4) Sektörlerin maliyet hesaplamalarının yapılmasında her birinin toplam MtCO<sub>2</sub>e içindeki katkı yüzdeleri göz önünde tutulmuştur. Bu yüzdeler TÜİK (2019a) NIR raporuna göre enerji, sanayi, tarım ve atık için sırası ile %72,20, %12,60, %11,90 ve %3,30'dur. Aşağıdaki çizelgede belirtilen yıllık maliyetler 2019 Ağustos ayındaki Euro değerlerine göre hesaplanmıştır. Gelecek yıllar için çizelgedeki değerlerin bugünkü miktarlarının hesaplanması tavsiye edilir.
- 5) Aynı çizelgede gelecek her bir yılda SGS azaltımı için ortaya çıkabilecek maliyetler Euro olarak verilmiştir.

Çizelge 10.1 Türkiye yıllık SGS azaltım maliyetleri

| Yıl           | TOPLAM YILLIK MALİYETLER (Milyon Euro) |               |               |               |                |
|---------------|--|---------------|---------------|---------------|----------------|
|               | Enerji                                 | Sanayi        | Tarım         | Atık          | TOPLAM         |
| 2016          | 147.95                                 | 25.00         | 24.38         | 6.76          | 204.09         |
| 2017          | 163.84                                 | 27.68         | 27.00         | 7.49          | 226.01         |
| 2018          | 181.02                                 | 30.59         | 29.84         | 8.27          | 249.71         |
| 2019          | 199.58                                 | 33.72         | 32.89         | 9.12          | 275.32         |
| 2020          | 219.63                                 | 37.11         | 36.20         | 10.04         | 302.98         |
| 2021          | 241.27                                 | 40.77         | 39.77         | 11.03         | 332.83         |
| 2022          | 264.61                                 | 44.71         | 43.61         | 12.09         | 365.03         |
| 2023          | 289.78                                 | 48.97         | 47.76         | 13.24         | 399.76         |
| 2024          | 316.92                                 | 53.55         | 52.23         | 14.49         | 437.19         |
| 2025          | 346.15                                 | 58.49         | 57.05         | 15.82         | 477.51         |
| 2026          | 377.62                                 | 63.81         | 62.24         | 17.26         | 520.93         |
| 2027          | 411.51                                 | 69.53         | 67.82         | 18.81         | 567.67         |
| 2028          | 447.97                                 | 75.70         | 73.83         | 20.47         | 617.97         |
| 2029          | 487.18                                 | 82.32         | 80.30         | 22.27         | 672.07         |
| 2030          | 529.35                                 | 89.45         | 87.25         | 24.19         | 730.24         |
| <b>TOPLAM</b> | <b>4624.36</b>                         | <b>781.40</b> | <b>762.19</b> | <b>211.36</b> | <b>6379.31</b> |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



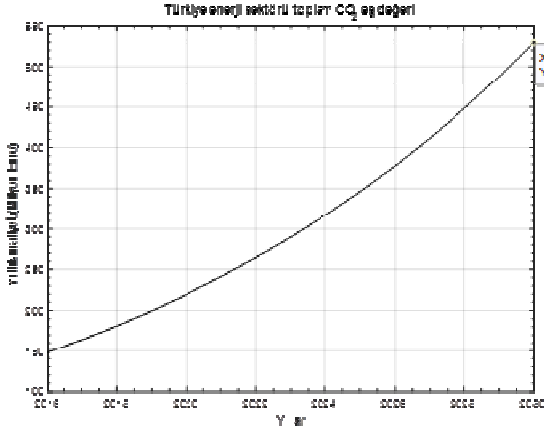
**Çizelge 10.2. %21 azaltım için yıllık harcamalar**

| Yıl  | REF (BAU)<br>Uzatımı<br>(Mt CO <sub>2e</sub> ) | REF<br>Uzatımı<br>(%21 azaltım)<br>(Mt CO <sub>2e</sub> ) | Aradaki<br>Farklar<br>(Mt CO <sub>2e</sub> ) | Yıllık azaltım maliyeti<br>(Milyon Euro) |
|------|--|---|--|--|
| 2016 | 505.57   | 497.67  | 7.90   | 204.91                                   |
| 2017 | 536.92   | 520.26  | 16.65  | 431.83                                   |
| 2018 | 570.21   | 543.88  | 26.32  | 682.55                                   |
| 2019 | 605.56   | 568.58  | 36.98  | 958.97                                   |
| 2020 | 643.10   | 594.39  | 48.71  | 1263.17                                  |
| 2021 | 682.98   | 621.37  | 61.60  | 1597.33                                  |
| 2022 | 725.32   | 649.58  | 75.74  | 1963.83                                  |
| 2023 | 770.29   | 679.08  | 91.21  | 2365.19                                  |
| 2024 | 818.05   | 709.91  | 108.14                                       | 2804.13                                  |
| 2025 | 868.77   | 742.14  | 126.63                                       | 3283.56                                  |
| 2026 | 922.63   | 775.83  | 146.80                                       | 3806.58                                  |
| 2027 | 979.83   | 811.05  | 168.78                                       | 4376.54                                  |
| 2028 | 1040.58  | 847.87  | 192.71                                       | 4996.99                                  |
| 2029 | 1105.10  | 886.37  | 218.73                                       | 5671.76                                  |
| 2030 | 1173.62  | 926.61  | 247.01                                       | 6404.93                                  |

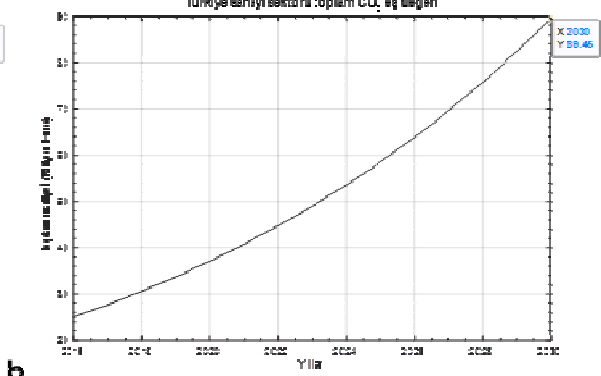
Çizelge 10.2'de REF-BAU senaryosunun Türkiye tarafından 2030'a kadar olan uzatımı ile %21 azaltılması arasındaki Mt CO<sub>2e</sub> farkları ve bunların yine 25,93 ton CO<sub>2e</sub>/Euro birim fiyatı ile çarpılması sonucu hesaplanan ve gelecek yılların her birinde bu azaltım hedefine ulaşmak için gereken maliyetleri de en son sütunda gösterilmiştir.

Çizelge 10.2'de Euro olarak belirlenen maliyetler bugünkü değer olarak esas alınan 25,93 Euro fiyatına göredir (Ek – II). Gelecek yılların geçerli değerlerini bulmak için en son sütundaki miktarların ardışık olarak her bir yıl için  $(1 + r)$  faktörü ile çarpılması gerekir ki, burada  $r$  yıllık faiz oranını gösterir.

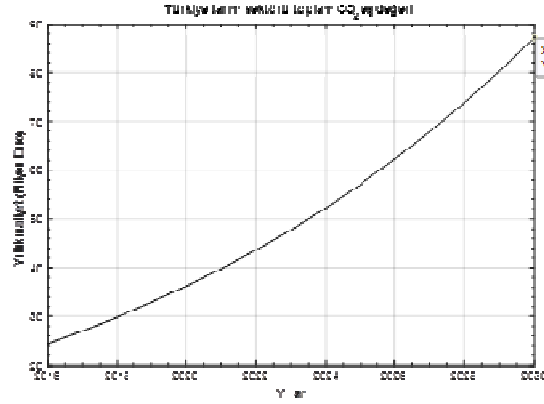
Şekil 10.4'te her bir sektör için tümünden geliş olarak ortaya çıkabilecek maliyetlerin her yıl ve ardışık yılların toplamı için grafikleri verilmiştir.



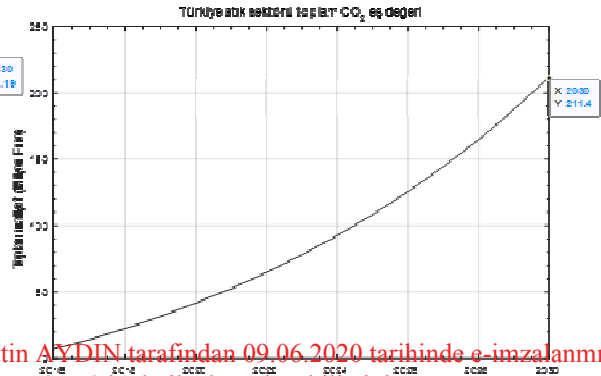
a



b



c

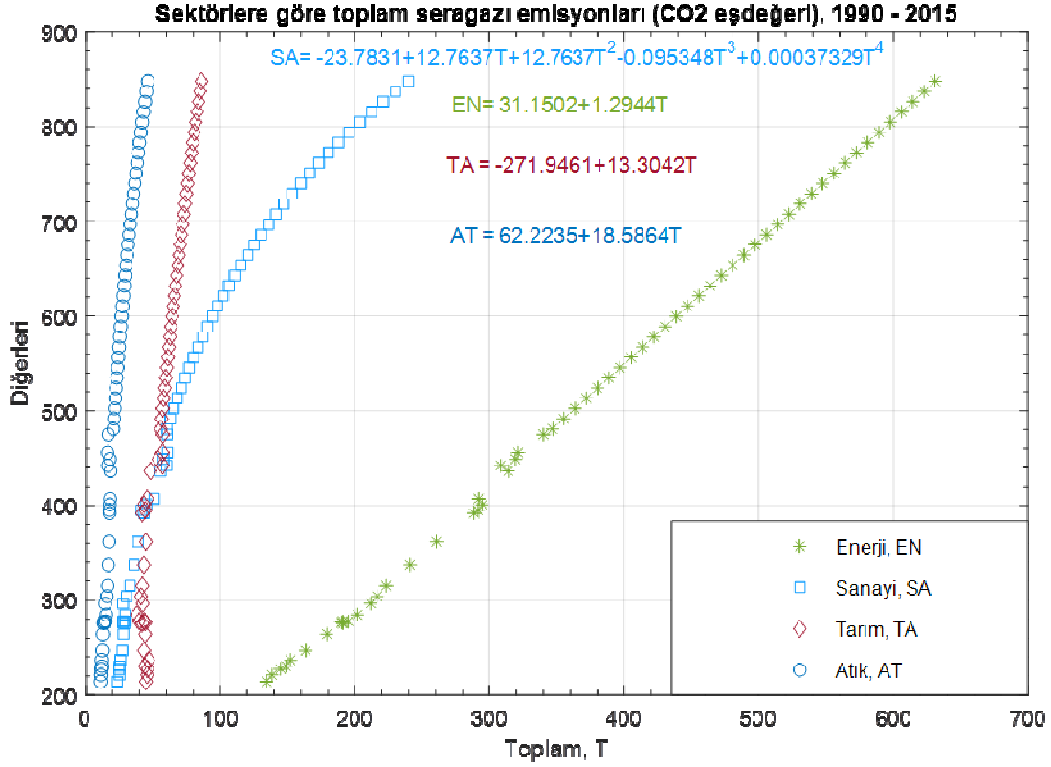


d

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 10.4 REF(BAU)'ya göre azaltımların sektör maliyetleri, a) Enerji, b) Sanayi, c) Tarım, d) Atık

Şekil 10.5'te değişik sektörler Mt CO2e yıllık salımlarının toplam Mt CO2e miktarları ile olan ilişkilerinin matematik denklemleri regresyon modelleme yöntemi ile ortaya çıkarılmıştır.

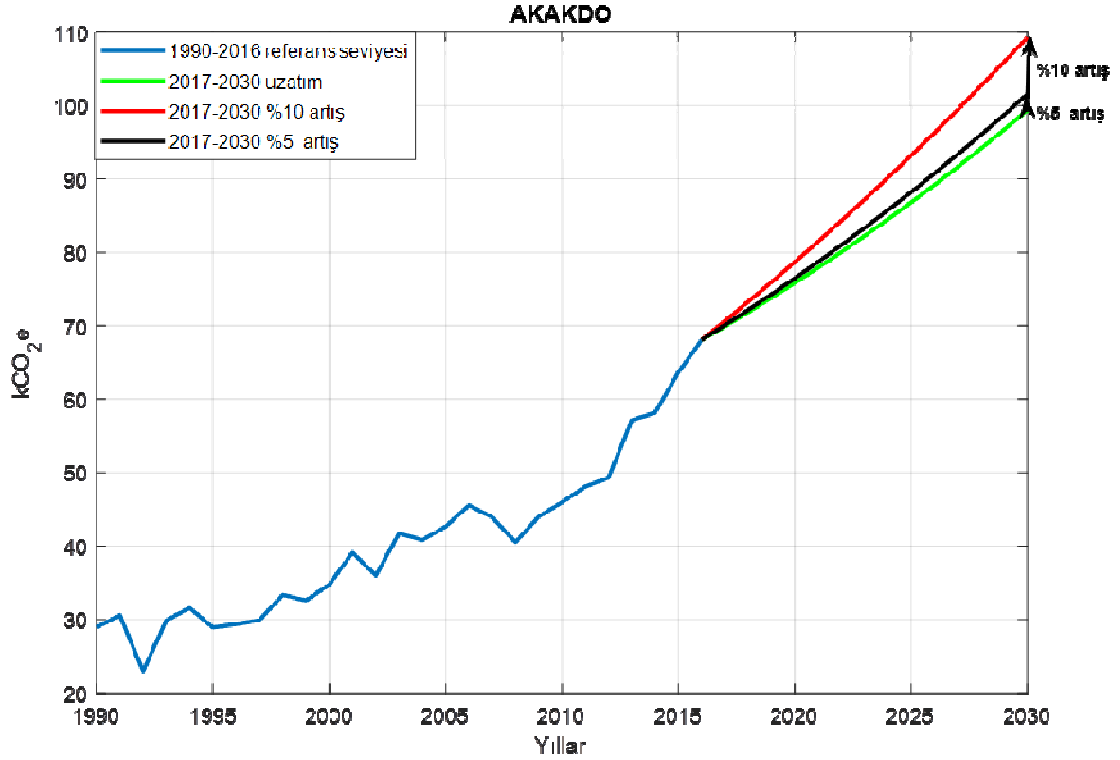


Şekil 10.5 Sektör Mt CO2e SGS'lerinin toplam Mt CO2e ile ilişkileri

Buradan en büyük SGS katkısının hem de doğrusal olarak enerji kaynaklarının eldesinden ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. İkinci sırada sanayi sektörü gelmektedir. Bununda toplama katkısı eğrisel (non-linear) biçimde olup, bu artımın gittikçe daha az SGS'ye doğru yönlendiği de görülmektedir.

Arazi Kullanımı-Arazi Kullanım Değişikliği-Orman (AKAKDO) konusunda 1990-2016 yılları arasındaki yıllık REF-BAU kayıtlarından yararlanarak, 2030 yılına kadar ortaya çıkabilecek durumların miktarları Şekil 10.6'da verilmiştir. Burada da hesaplamalar öncekiler gibi ortalama büyüme oranına göre yapılmıştır. Hesaplanan uzatım (projeksiyon) miktarları aritmetik ortalamaları göstermektedir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 10.6 AKAKDO REF(BAU) uzatımları ve yüzde artım miktarları

Gelecek yıllarla ilgili tedbir ve ilave tedbir senaryoları bulunmadığından 2030 yılına kadar olabilecek durumlar AKAKDO senaryo uzatımları (projeksiyonları) hesaplanarak bunlar üzerinden tedbir için %5 ve ilave tedbir için %10 artım miktarları düşünülerek değerlendirilmiştir.

### 10.3. Modelleme Temelleri

“Sera Gazı Ulusal Katkı Hedefinin Gerçekleştirilmesi İçin Kapasite Geliştirme ve İzleme Projesi” kapsamında 3. Ara Rapor döneminden sonra, iş planına uygun olarak tamamlanan konular hakkında bilgilere bu raporda yer verilmiştir.

Modelleme ile ilgili olarak iki yol takip edilmiştir. Bunlardan ilki yerli Matlab yazılımları ile öncelikli olarak tümden geliş, yani Üst-Alt (Top-Bottom) yaklaşımı, ile her bir SGS miktarının 1990-2015 yılları için olan verilerinden gerekli uzatımların 2030 ve 2050 yıllarına kadar REF-BAU'ya göre yapılarak, tedbirler ve ilave tedbirler senaryolarının işin içine katılması şeklindedir. Sonrasında ilk yaklaşım olarak bazı basit senaryo durumları için gerekli öngörülerin SGS azaltımı için yapılmasıdır. Burada senaryo olarak aşağıdaki noktalara odaklanılmıştır.

- 1) 2030 yılında ulaşılmak istenen SGS azaltım yüzdeleri birer REF-BAU olarak göz önünde tutularak gelecek yıllarda ne kadarlık miktarda azaltımların yapılmasının belirlenmesi (bak Şekil 10.1,10.2 ve 10.3),
- 2) Gelecek yıllarda resmi kaynaklarda belirtilen SGS azaltımlarının gelecekteki bazı yıllarda (2020, 2023, 2025, 2030, 2050 gibi) azaltımına ulaşmak için 2018 yılından başlayarak her yıl için miktarlarının belirlenmesi,
- 3) Her iki durumda da maliyetlerin gelecek yıllar için ne kadara olacağını hesaplanması.

İkinci modellemede, uluslararası kabul görmüş Long-range Energy Alternatives Planning System (L-EAP) olarak bilinen tüme varışçı yani Alt-Üst (Bottom-Top) yazılımının kullanılması sonucunda, çok ayrıntılı olarak Enerji, Sanayi, Tarım ve Atık sektörlerindeki mümkün olabilen alt kırımlardan başlayarak gerekli SGS çıkarımları yapılmaktadır. Çok ayrıntılı olan bu yöntem sonuçlarının REF-BAU, tedbirler ve

ilave tedbirler senaryolarına göre Türkiye'nin SGS azaltımı için yapması gerekli sosyo-ekonomik durumlar hakkında bilgiler sunması beklenmektedir.

Ülkemize uygun çalışılan SGS azaltım politikalarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- 1) Ulusal ve uluslararası enerji çeşitliliği bakımından oldukça zengin olan ülkemizde, ulusal enerji kaynakları arasındaki hidroelektrik, rüzgâr, güneş, biyomass, atık (çöp) ve jeotermal kaynaklardan teker teker ve melez (hibrit, yani ortak) şekilde yararlanma politikalarının öncelikle belirlenmesi,
- 2) Ülke ekonomisi göz önünde tutularak, yabancı enerji kaynaklarının toplam enerji içindeki payının SGS azaltım imkanları açısından politik değerlendirmelerinin senaryo esasında belirlenmesi,
- 3) Enerji verimliliği hedefinin hali hazırdaki duruma göre 2030 yılına kadar %10-%20 kadar düşürecek politikaların belirlenmesi,
- 4) Ulaştırımda harcanan enerji kaynaklarının verimliliğinin artırılarak ulaşım SGS azaltım senaryo politikalarının belirlenmesi,
- 5) Mevcut ve SGS azaltım hedefli geliştirilecek enerji kaynaklarının kullanımı açısından uyum politikalarının ortaya çıkarılması,
- 6) SGS azaltımlarının mevcut ve ilave enerji kaynaklarına göre, tüm sektörler göz önünde tutularak en iyi maliyetle yapılması için sektörde uygulanabilecek politikaların çıkarılması,

Yukarıda belirtilen yerel ve uluslararası modelleme ilkeleri yanı sıra, yapılan ve yapılacak olan çalışmaların yakından takip edilebilmesi için, aşağıda her bir modelin çalışma şekli hakkında temel bazı bilgiler sunulmuştur (bak EK – I).

#### 10.3.1. Tümden Geliş Modeli

Yerel olarak Matlab yazılım programı ile geliştirilen bu model, LEAP modelinin geliştirilmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinden önce, BAU, %21 azaltım senaryosu ve farklı senaryoların SGS' leri hakkında bazı ön bilgilerin elde edilmesi, uzatım (projeksiyon) ve göz önünde tutulan bazı senaryoların azaltım miktarlarının belirlenmesi ve bunlara ilişkin basit maliyet hesaplamalarının yapılması için kullanılmıştır. Bu modelin uygulanmasında takip edilecek adımlar şöylece sıralanabilir.

- 1) Her bir SGS miktarlarının ardışık yıllık değişim yüzdelerinin, REF-BAU kayıtlarından (1990-2017) yararlanılarak, hesaplanması: Bunun için bir önceki yılın miktarı,  $M_i$  ile gösterilirse ele alınan her bir yılın değişim yüzdesi,  $D_i$ ,  
$$D_i = 100 \frac{M_{i+1} - M_i}{M_i}$$
olarak hesaplanır. Ardışık yıllar arasında artış söz konusu ise  $D_i > 0$ , azalış durumunda ise  $D_i < 0$  değerleri elde edilir,
- 2) Böylece 1990-2017 yılları arasında 27 adet değişim yüzdesi bulunmaktadır. Yıllara göre bu değişim yüzdelerinin şekil olarak çizilmesi ile hangi yıllarda artış veya azalışın olduğu anlaşıldıktan sonra bu artış ve azalışların sebepleri üzerinde durulabilir,
- 3) Her bir durum için 1990-2017 yılları arasında hesaplanan değişim yüzdelerinin aritmetik ortalamalarının alınması ile, genel olarak bir artış veya azalış durumu, ortalamanın artı veya eksi değerde olmasına göre belirlenir. Değişim yüzdelerinin standart sapmalarının da hesaplanması tavsiye edilir, çünkü bu şekilde ortalama etrafında ne kadarlık bir artış veya azalış sapmalarının olabileceği bilgisine ulaşılır,

4) Uzatımlar (projeksiyonlar) bu model için değişim ortalamalarına göre yapılmıştır.

Uzatımlarda 2017 yılı başlangıç abnoma üzere aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$M_{i+1} = M_i(1 + D_o)$$

- Burada, Do 1990-2017 yılları arasındaki değişim yüzdelerinin aritmetik ortalama değerini gösterir. Bu değerin 2030-2050 yılları arasında devam ettiği kabulü vardır,
- 5) Yukarıdaki adımlar sonrasında BAU' ya göre 2030 ve 2050 yıllarına kadar uzatımlar (projeksiyonlar) yapılmış ve model adımlarındaki uygulamalar sonrasında doğrusal olmayan uzatımlar elde edilmiştir. Bu uzatımların 2018 yılından başlamak üzere devam etmesi halinde ne kadarlık bir ilave emisyon miktarlarının ortaya ıkacağı ve bunların ne kadara mâl olacağı da hesaplanabilir,
  - 6) Son olarak, göz önüne alınan belirli yüzdeler ( $\pm\%1$ ,  $\%2$ ,  $\pm 5$  veya  $\pm 10$ ) azatımların veya artımların uygulanması veya resmî belgelerde belirtilen 2023, 2025, 2030 vb. yılları tedbir ile ilave tedbir senaryolar için öngörülen miktarlar kullanılarak her bir yıldaki emisyonlar ile bunların maliyetleri yerli yazılımlar ile hesaplanabilir (bak EK – I).

Yukarıda belirtilen noktalar her bir sektör (Enerji, Sanayi, Tarım ve Atık) SGS kayıtları (1990-2017) ile bunların Mt CO<sub>2e</sub> toplamına uygulanmış ve hesaplar ayrı ayrı gösterilmiştir. Bunun için temel veriler Çizelge 10.3'de verilmiştir.

Çizelge 10.3. SGS Mt CO<sub>2e</sub> yıllık değerleri (TÜİK, 2019a)

| Yıl  | Enerji | Sanayi | Tarım | AKAKDO | Atık  | Toplam (AKAKDO hariç) | Toplam (AKAKDO dahil) |
|------|--------|--------|-------|--------|-------|-----------------------|-----------------------|
| 1990 | 139.6  | 22.8   | 45.7  | -55.8  | 11.10 | 219.2                 | 163.4                 |
| 1991 | 144    | 24.7   | 46.5  | -56.7  | 11.30 | 226.6                 | 169.9                 |
| 1992 | 150.3  | 24.3   | 46.6  | -56.9  | 11.50 | 232.8                 | 175.9                 |
| 1993 | 156.8  | 24.5   | 47    | -56.1  | 11.80 | 240.1                 | 184.1                 |
| 1994 | 153.3  | 24.2   | 44.6  | -57.5  | 12.00 | 234.1                 | 176.7                 |
| 1995 | 166.3  | 25.2   | 43.7  | -57.4  | 12.40 | 247.6                 | 190.2                 |
| 1996 | 184    | 26.2   | 44.4  | -57.7  | 12.70 | 267.2                 | 209.5                 |
| 1997 | 196.2  | 27     | 42.2  | -61.7  | 13.20 | 278.6                 | 216.9                 |
| 1998 | 195.9  | 27.4   | 43.6  | -62.6  | 13.50 | 280.3                 | 217.7                 |
| 1999 | 193.8  | 25.8   | 44.2  | -64    | 13.90 | 277.8                 | 213.7                 |
| 2000 | 216.1  | 26.2   | 42.3  | -61.6  | 14.30 | 298.9                 | 237.3                 |
| 2001 | 199.2  | 25.9   | 39.8  | -64.7  | 15.50 | 280.4                 | 215.7                 |
| 2002 | 205.8  | 26.9   | 37.4  | -72.5  | 15.90 | 286.1                 | 213.6                 |
| 2003 | 220.3  | 28.2   | 40.9  | -74.5  | 16.20 | 305.6                 | 231                   |
| 2004 | 226.1  | 30.8   | 41.4  | -73.7  | 16.60 | 315                   | 241.3                 |
| 2005 | 244    | 33.6   | 42.3  | -74.7  | 17.30 | 337.2                 | 262.5                 |
| 2006 | 260    | 36.7   | 43.5  | -74.7  | 18.00 | 358.2                 | 283.4                 |
| 2007 | 290.8  | 39.2   | 43.2  | -74.4  | 18.30 | 391.4                 | 317                   |
| 2008 | 287.3  | 40.9   | 41    | -69.2  | 18.30 | 387.6                 | 318.4                 |
| 2009 | 292.5  | 42.5   | 41.7  | -72.8  | 18.80 | 395.5                 | 322.7                 |
| 2010 | 287    | 48.1   | 44    | -73.5  | 19.50 | 398.7                 | 325.2                 |
| 2011 | 308.7  | 52.7   | 46.4  | -77.1  | 19.80 | 427.6                 | 350.5                 |
| 2012 | 320.5  | 55     | 52.1  | -74.4  | 19.40 | 446.9                 | 372.5                 |
| 2013 | 307.5  | 58.1   | 55.2  | -76.5  | 18.20 | 439                   | 362.5                 |
| 2014 | 325.8  | 58.5   | 55.5  | -77.5  | 18.20 | 458                   | 380.5                 |
| 2015 | 340.9  | 57     | 55.4  | -97.2  | 18.80 | 472.2                 | 375                   |
| 2016 | 359.7  | 62.2   | 58.2  | -95.9  | 18.40 | 498.5                 | 402.5                 |
| 2017 | 379.9  | 66.5   | 62.5  | -99.9  | 17.40 | 526.3                 | 426.3                 |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağını <https://cuys.medipol.edu.tr/e-imza/inkinden/D7B0D9B35X8> kodu ile doğrulamışsınız.

Yukarıda tümden geliş model adımlarında tarif edilen değişim yüzdeleri hesaplanarak izelge 10.4'de verilmiştir.

Çizelge 10.4. Yıllık SGS değişim yüzdeleri

| Yıl     | Enerji | Sanayi | Tarım | AKAKDO | Atık  | Toplam<br>(AKAKDO<br>hariç) | Toplam<br>(AKAKDO<br>dahil) |
|---------|--------|--------|-------|--------|-------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1990    |        |        |       |        |       |                             |                             |
| 1991    | 3.15   | 8.33   | 1.75  | 1.61   | 1.80  | 3.38                        | 3.98                        |
| 1992    | 4.38   | -1.62  | 0.22  | 0.35   | 1.77  | 2.74                        | 3.53                        |
| 1993    | 4.32   | 0.82   | 0.86  | -1.41  | 2.61  | 3.14                        | 4.66                        |
| 1994    | -2.23  | -1.22  | -5.11 | 2.50   | 1.69  | -2.50                       | -4.02                       |
| 1995    | 8.48   | 4.13   | -2.02 | -0.17  | 3.33  | 5.77                        | 7.64                        |
| 1996    | 10.64  | 3.97   | 1.60  | 0.52   | 2.42  | 7.92                        | 10.15                       |
| 1997    | 6.63   | 3.05   | -4.95 | 6.93   | 3.94  | 4.27                        | 3.53                        |
| 1998    | -0.15  | 1.48   | 3.32  | 1.46   | 2.27  | 0.61                        | 0.37                        |
| 1999    | -1.07  | -5.84  | 1.38  | 2.24   | 2.96  | -0.89                       | -1.84                       |
| 2000    | 11.51  | 1.55   | -4.30 | -3.75  | 2.88  | 7.60                        | 11.04                       |
| 2001    | -7.82  | -1.15  | -5.91 | 5.03   | 8.39  | -6.19                       | -9.10                       |
| 2002    | 3.31   | 3.86   | -6.03 | 12.06  | 2.58  | 2.03                        | -0.97                       |
| 2003    | 7.05   | 4.83   | 9.36  | 2.76   | 1.89  | 6.82                        | 8.15                        |
| 2004    | 2.63   | 9.22   | 1.22  | -1.07  | 2.47  | 3.08                        | 4.46                        |
| 2005    | 7.92   | 9.09   | 2.17  | 1.36   | 4.22  | 7.05                        | 8.79                        |
| 2006    | 6.56   | 9.23   | 2.84  | 0.00   | 4.05  | 6.23                        | 7.96                        |
| 2007    | 11.85  | 6.81   | -0.69 | -0.40  | 1.67  | 9.27                        | 11.86                       |
| 2008    | -1.20  | 4.34   | -5.09 | -6.99  | 0.00  | -0.97                       | 0.44                        |
| 2009    | 1.81   | 3.91   | 1.71  | 5.20   | 2.73  | 2.04                        | 1.35                        |
| 2010    | -1.88  | 13.18  | 5.52  | 0.96   | 3.72  | 0.81                        | 0.77                        |
| 2011    | 7.56   | 9.56   | 5.45  | 4.90   | 1.54  | 7.25                        | 7.78                        |
| 2012    | 3.82   | 4.36   | 12.28 | -3.50  | -2.02 | 4.51                        | 6.28                        |
| 2013    | -4.06  | 5.64   | 5.95  | 2.82   | -6.19 | -1.77                       | -2.68                       |
| 2014    | 5.95   | 0.69   | 0.54  | 1.31   | 0.00  | 4.33                        | 4.97                        |
| 2015    | 4.63   | -2.56  | -0.18 | 25.42  | 3.30  | 3.10                        | -1.45                       |
| 2016    | 5.51   | 9.12   | 5.05  | -1.34  | -2.13 | 5.57                        | 7.33                        |
| 2017    | 5.62   | 6.91   | 7.39  | 4.17   | -5.43 | 5.58                        | 5.91                        |
| Max.    | 11.85  | 13.18  | 12.28 | 25.42  | 8.39  | 9.27                        | 11.86                       |
| Ort.    | 3.89   | 4.14   | 1.27  | 2.33   | 1.72  | 3.36                        | 3.74                        |
| Min.    | -7.82  | -5.84  | -6.03 | -6.99  | -6.19 | -6.19                       | -9.10                       |
| S. Sap. | 4.80   | 4.47   | 4.72  | 5.89   | 2.94  | 3.66                        | 5.06                        |
| ar.    | -0.49  | -0.17  | 0.27  | 2.42   | -1.01 | -0.69                       | -0.55                       |
| Med.    | 4.38   | 4.13   | 1.38  | 1.36   | 2.42  | 3.38                        | 4.46                        |

Buradaki izelgede her bir sektör için yıllık değişim yüzdelerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://eys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

### 10.3.2 Enerji Sektörü Tümden Geliş Model Çıktıları

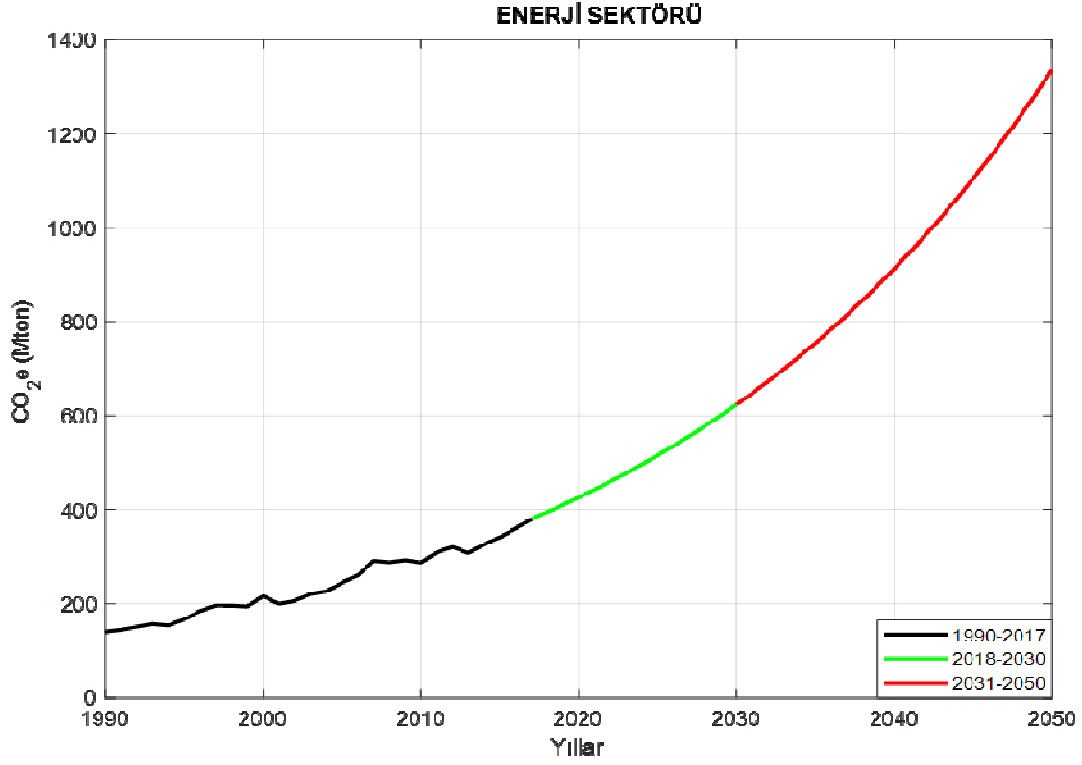
Çizelge 10.1’de belirtilen miktarlar arasında enerji ve diğer sektörler de bulunmaktadır. Enerji sektörü için değişim yüzdesinin %3,87 alınması ile önce 2030 ve sonrasında da 2050 yılına kadar yapılan uzatım (projeksiyon) tahminleri, Çizelge 10.5’te sunulmuştur. Bu uzatımlar geçmiş kayıtlardaki büyüme yüzdesine göre sabit kalacak biçimde yapılmıştır.

Çizelge 10.5. Enerji sektörü uzatımları (projeksiyonları)

| 2018-2030 |                  | 2031-2050 |                  |
|-----------|------------------|-----------|------------------|
| Yıl       | CO <sub>2e</sub> | Yıl       | CO <sub>2e</sub> |
| 2018      | 394.66           | 2031      | 647.82           |
| 2019      | 409.99           | 2032      | 672.99           |
| 2020      | 425.93           | 2033      | 699.14           |
| 2021      | 442.48           | 2034      | 726.31           |
| 2022      | 459.67           | 2035      | 754.53           |
| 2023      | 477.53           | 2036      | 783.85           |
| 2024      | 496.09           | 2037      | 814.31           |
| 2025      | 515.36           | 2038      | 845.95           |
| 2026      | 535.39           | 2039      | 878.82           |
| 2027      | 556.19           | 2040      | 912.97           |
| 2028      | 577.81           | 2041      | 948.45           |
| 2029      | 600.26           | 2042      | 985.30           |
| 2030      | 623.58           | 2043      | 1023.59          |
|           |                  | 2044      | 1063.36          |
|           |                  | 2045      | 1104.68          |
|           |                  | 2046      | 1147.61          |
|           |                  | 2047      | 1192.20          |
|           |                  | 2048      | 1238.53          |
|           |                  | 2049      | 1286.66          |
|           |                  | 2050      | 1336.66          |

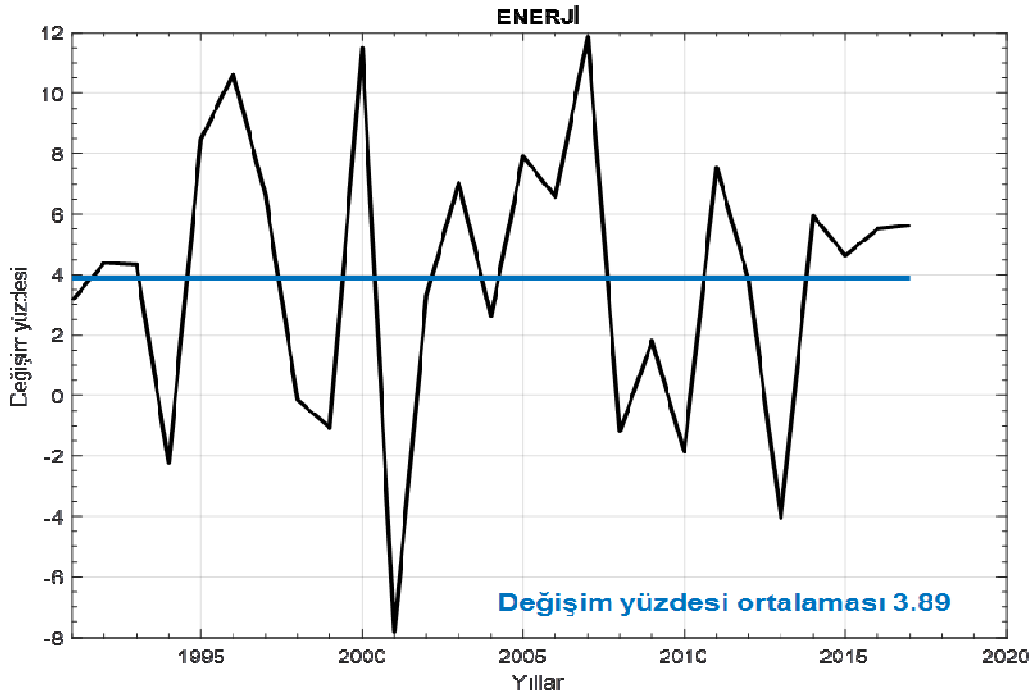
Yukarıdaki çizelgede verilen değerlerden yararlanarak, 2018-2030 ve 2031-2050 yılları arasındaki ortalama yıllık SGS miktarları göz önüne tutularak, hesaplanan uzatım değerlerinin (projeksiyonların) grafik gösterimi Şekil 10.7’de sunulmuştur.





Şekil 10.7. Enerji sektörü uzatımları (projeksiyonları)

Çizelge 10.4'deki yıllık değişim yüzdelerinden yararlanılarak enerji sektörü için zamanla nasıl bir değişim olduğu Şekil 10.8'de gösterilmiştir.



Şekil 10.8 Enerji sektörü yıllık değişim yüzdeleri

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Bu şekilde Türkiye'nin enerji açısından artış ve azalış şeklindeki değişim yıllarını açıkça belirlemek mümkündür.

- 1) Son yıllarda yıllık ortalama değişimin biraz üstünde enerji SGS' leri devam etmektedir,

- 2) Özellikle 2000 yılı sonrası ortaya çıkan ekonomik krizler ile beraber enerjide de değişimin azaldığı 1-2 yılın geçirildiği görölmektedir,

### 10.3.3 Sanayi Sektörü Tümden Geliş Model Çıktıları

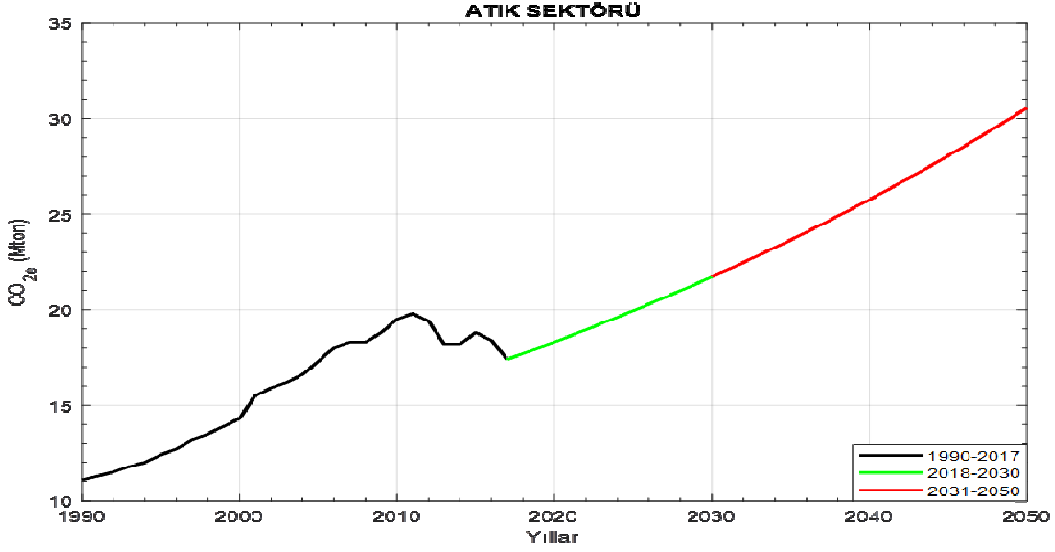
Çizelge 10.3'deki 1990-2017 yılları için verilmiş olan Mt CO<sub>2e</sub> SGS miktarlarının, sanayi sektörü için olan kayıtlarından, 2018-2030 ve 2031-2050 yıllarına kadar olan uzatımlar (projeksiyonlar) yukarıda açıklanan modele göre yapılarak sonuçlar Çizelge 10.6'da sunulmuştur.

Çizelge 10.6. Sanayi sektörü uzatımları (projeksiyonları)

| 2018-2030 |                   | 2031-2050 |                   |
|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| Yıl       | CO <sub>2eş</sub> | Yıl       | CO <sub>2eş</sub> |
| 2018      | 69.25             | 2031      | 117.35            |
| 2019      | 72.12             | 2032      | 122.20            |
| 2020      | 75.11             | 2033      | 127.26            |
| 2021      | 78.22             | 2034      | 132.53            |
| 2022      | 81.45             | 2035      | 138.02            |
| 2023      | 84.83             | 2036      | 143.73            |
| 2024      | 88.34             | 2037      | 149.68            |
| 2025      | 91.99             | 2038      | 155.88            |
| 2026      | 95.80             | 2039      | 162.33            |
| 2027      | 99.77             | 2040      | 169.05            |
| 2028      | 103.90            | 2041      | 176.05            |
| 2029      | 108.20            | 2042      | 183.34            |
| 2030      | 112.68            | 2043      | 190.93            |
|           |                   | 2044      | 198.84            |
|           |                   | 2045      | 207.07            |
|           |                   | 2046      | 215.64            |
|           |                   | 2047      | 224.57            |
|           |                   | 2048      | 233.87            |
|           |                   | 2049      | 243.55            |

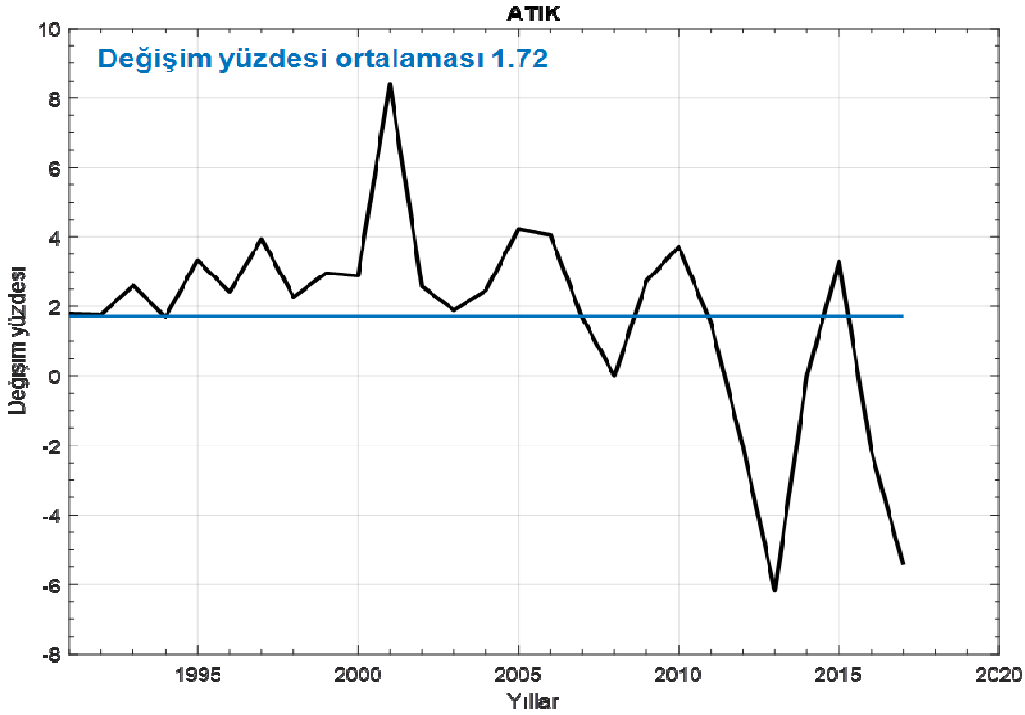
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde 253.63 imzalanmıştır. Evrąğımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Atık sektörü uzatımları da bu çizelgeden yararlanarak Şekil 10.9'da ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 10.9. Atık sektörü uzatımları

Çizelge 10.4'de verilen yıllık değişim yüzdelerinin grafik olarak gösterimi Şekil 10.10'da görülmektedir.



Şekil 10.10. Atık sektörü yıllık değişim yüzdesi

Türkiye'de atık sektöründe SGS azaltıcı çalışmaların diğer sektörlerle göre daha başarılı olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 10.10'dan şu çıkarımlara varmak mümkündür.

- 1) Atık SGS'leri 2006 yılına kadar hep yıllık değişim yüzdesinin üzerinde kalarak iklim değişikliğine sebep olabilecek katkılar ortaya çıkmıştır,
- 2) 2006 yılından başlamak üzere 2017 yılına kadar atık sektörü SGS'lerinde bir azalma eğiliminin (trendinin) ortaya çıktığı aşikar olarak görülmektedir. Buradan önceki sektörlerle kıyaslandığında atık sektöründe özellikle uyum bakımından önemli gelişmelerin ortaya çıktığı sonucuna varılabilmektedir,

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09/06/2020 tarihinde imzalanmıştır. Evrağınızı [https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza-linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz](https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza-linkinden-D7B0DB35X8-kodu-ile-dogrulayabilirsiniz)

- 3) Gelecek yıllarda da atık miktarlarından olabilecek SGS'lerin denetlenmesi ile sıfır olmasa da en az atık miktarlarına ulaşarak bu sektörden olabilecek SGS miktarlarında düşmelerin ortaya çıkması beklenmektedir.

Senaryosuna da önem verilmelidir. Bu arada güneş enerjisinden mümkün olduğu kadar yararlanılması ve kapasitesinin artırılması da sürekli bir senaryo olarak her zaman ve uygun yerlerde planlanmalıdır.

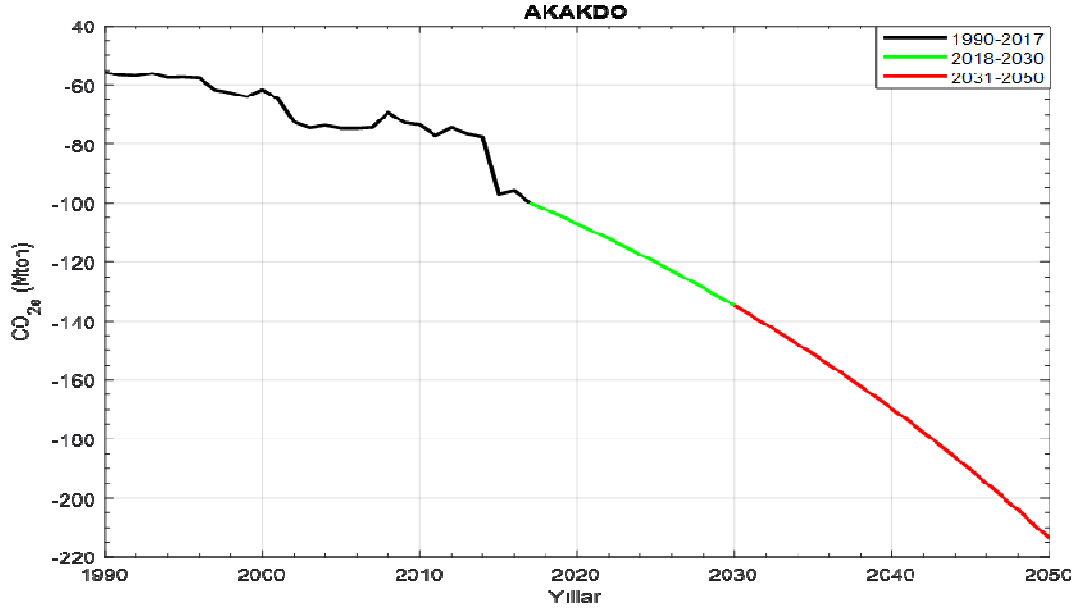
#### 10.3.4 AKAKDO Sektörü Tümden Geliş Model Çıktıları

Bu sektörün geçmişte SGS'ler açısından ayrıcalıklı faydasının olduğu her ülke için bilinmektedir. Özellikle, ülkemizde orman, çayır, çimen, ağaçlık ve makilik bölgeler SGS miktarlarına azaltıcı etki sağlamaktadır. Türkiye'de son yıllarda yoğun bir şekilde yapılan ağaçlandırma çalışmalarının önemli katkıları ortaya çıkmıştır. Çizelge 10.7'de verilen REF(BAU) AKAKDO verilerinden yararlanarak uzatım (projeksiyon) hesaplamaları önce 2030 ve sonrasında da 2050 yıllarına kadar yapılmıştır. Çizelge 9'da bu hesaplamaların sonuçları verilmiştir.

Çizelge 10.7. AKAKDO sektörü uzatımları (projeksiyonları)

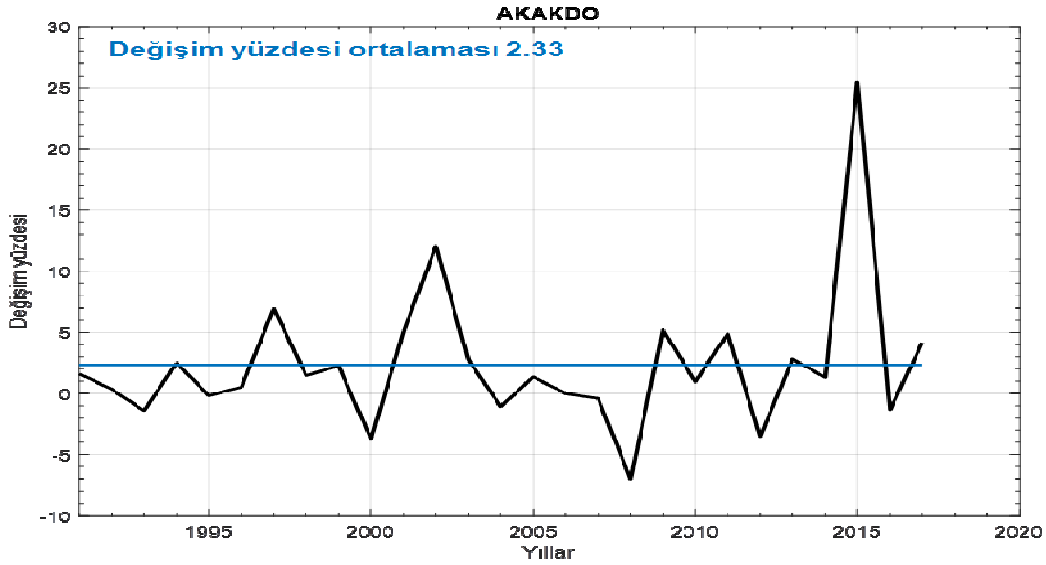
| 2018-2030 |                  | 2031-2050 |                  |
|-----------|------------------|-----------|------------------|
| Yıl       | CO <sub>2e</sub> | Yıl       | CO <sub>2e</sub> |
| 2018      | -102.23          | 2031      | -137.95          |
| 2019      | -104.61          | 2032      | -141.17          |
| 2020      | -107.05          | 2033      | -144.46          |
| 2021      | -109.55          | 2034      | -147.83          |
| 2022      | -112.10          | 2035      | -151.28          |
| 2023      | -114.72          | 2036      | -154.80          |
| 2024      | -117.39          | 2037      | -158.41          |
| 2025      | -120.13          | 2038      | -162.11          |
| 2026      | -122.93          | 2039      | -165.89          |
| 2027      | -125.80          | 2040      | -169.76          |
| 2028      | -128.73          | 2041      | -173.71          |
| 2029      | -131.73          | 2042      | -177.77          |
| 2030      | -134.81          | 2043      | -181.91          |
|           |                  | 2044      | -186.15          |
|           |                  | 2045      | -190.49          |
|           |                  | 2046      | -194.94          |
|           |                  | 2047      | -199.48          |
|           |                  | 2048      | -204.13          |
|           |                  | 2049      | -208.89          |
|           |                  | 2050      | -213.77          |

Bu belge 2570 sayılı Genel Çözüm Önerisi ile uzatımların grafik gösterimleri Şekil 10.11'de 2018-2030 ve 2031-2050 yılları arasında gösterilmiştir. Evrağınızı <https://ebuc.madipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 10.11. AKAKDO uzatımları

Her ne kadar AKAKDO miktarlarında uzatım (projeksiyon) modellemesinde düzgün azalmalar görülmekte ise de aslında Şekil 10.12'de gösterildiği üzere 1990-2017 yılları AKAKDO kayıtlarında zaman zaman çoğalma ve azalmalar görülmektedir.



Şekil 10.12 AKAKDO kayıt değişim yüzdeleri

Ortalama yıllık değişim yüzdesi 2,33 olmasına karşılık geçmiş yıllarda bundan sapmaların olduğunu bu şekilde görmek mümkündür. Buradan çıkarılabilecek yorumlar şunlardır.

- 1) İklim değişikliğine katkıda bulunacak biçimde AKAKDO etkinlikleri 1997, 2003, 2009, 2011 ve özellikle de 2015 yıllarında ortaya çıkmıştır,
- 2) 1991-1996 yılları ile 2003-2009 yılları arasında 7 yıl boyunca sürekli olarak AKAKDO ortalamasının altında kalmıştır,
- 3) Yıllar boyu (1991-2017) arasında tarım sektöründe pek fazla değişiklikler ortaya çıkmamıştır. Nüfus artışı göz önünde tutulduğunda böyle bir ortalama tarımda bir gerilemeyi bile ima etmektedir,

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden/D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

- 4) Tarım SGS açısından 2015 yılında diğer yıllara göre SGS'de aşırı bir artışın ortaya çıkmış olması, bu verinin güvenilirliğinden şüphe etmeyi ortaya çıkarmaktadır,
- 5) 2015 yılındaki bu aşırı artışın en fazla önceki yıllardaki en büyük artış kadar olduğu kabulü ile tarımda yıllık ortalama değişimin yeniden hesaplanması düşünülebilir.

#### 10.4 Toplam SGS Tümünden Geliş Model Çıktıları

Önceki kısımlarda belirtilen ayrı ayrı sektör SGS miktarlarının toplamalarının AKAKDO hariç ve dahil olmak üzere 2030 ve 2050 yıllarına kadar olan uzatım değerleri sırası ile Çizelge 10.8 ve 10.9'de verilmiştir.

| Çizelge 10.8. Toplam (AKAKDO hariç) uzatımları (projeksiyonları) |                   |        |                   |         |
|--|-------------------|--------|-------------------|---------|
| Yıl  | 2018-2030         |        | 2031-2050         |         |
|  | CO <sub>2eş</sub> | Yıl    | CO <sub>2eş</sub> | Yıl     |
|  | 2018              | 543.99 | 2031              | 835.99  |
|  | 2019              | 562.27 | 2032              | 864.09  |
|  | 2020              | 581.16 | 2033              | 893.13  |
|  | 2021              | 600.69 | 2034              | 923.14  |
|  | 2022              | 620.88 | 2035              | 954.17  |
|  | 2023              | 641.75 | 2036              | 986.23  |
|  | 2024              | 663.31 | 2037              | 1019.37 |
|  | 2025              | 685.60 | 2038              | 1053.63 |
|  | 2026              | 708.64 | 2039              | 1089.04 |
|  | 2027              | 732.46 | 2040              | 1125.64 |
|  | 2028              | 757.07 | 2041              | 1163.47 |
|  | 2029              | 782.52 | 2042              | 1202.57 |
|  | 2030              | 808.81 | 2043              | 1242.98 |
|  |                   |        | 2044              | 1284.75 |
|  |                   |        | 2045              | 1327.93 |
|  |                   |        | 2046              | 1372.55 |
|  |                   |        | 2047              | 1418.68 |
|  |                   |        | 2048              | 1466.35 |
|  |                   |        | 2049              | 1515.63 |
|  |                   |        | 2050              | 1566.57 |

Bu Çizelge 10.9. Toplam (AKAKDO dahil) uzatımları (projeksiyonları) AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipolizmir.gov.tr/ebys/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

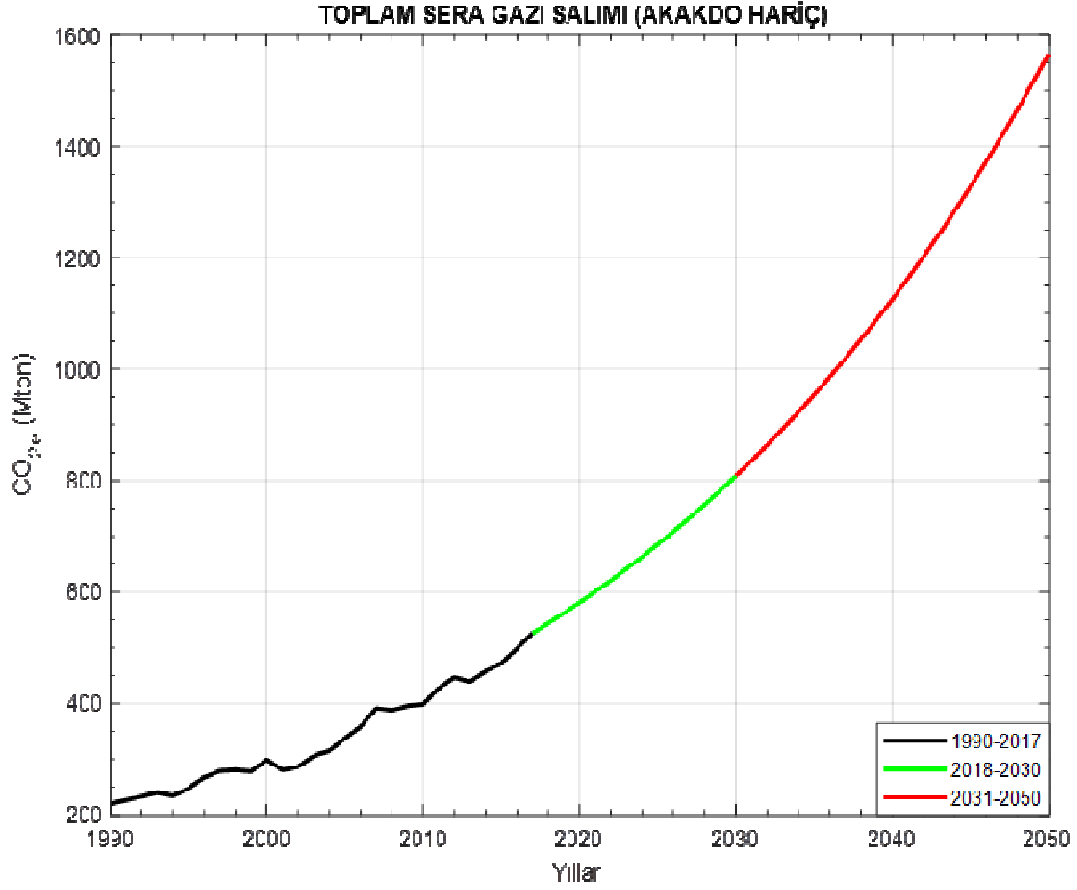
| Yıl | 2018-2030        |        | 2031-2050        |        |
|-----|------------------|--------|------------------|--------|
|     | CO <sub>2e</sub> | Yıl    | CO <sub>2e</sub> | Yıl    |
|     | 2018             | 442.23 | 2031             | 712.45 |

|      |        |      |         |
|------|--------|------|---------|
| 2019 | 458.75 | 2032 | 739.07  |
| 2020 | 475.89 | 2033 | 766.68  |
| 2021 | 493.67 | 2034 | 795.33  |
| 2022 | 512.12 | 2035 | 825.05  |
| 2023 | 531.26 | 2036 | 855.88  |
| 2024 | 551.11 | 2037 | 887.86  |
| 2025 | 571.70 | 2038 | 921.03  |
| 2026 | 593.06 | 2039 | 955.44  |
| 2027 | 615.22 | 2040 | 991.14  |
| 2028 | 638.20 | 2041 | 1028.18 |
| 2029 | 662.05 | 2042 | 1066.59 |
| 2030 | 686.79 | 2043 | 1106.45 |
|      |        | 2044 | 1147.79 |
|      |        | 2045 | 1190.67 |
|      |        | 2046 | 1235.16 |
|      |        | 2047 | 1281.31 |
|      |        | 2048 | 1329.19 |
|      |        | 2049 | 1378.85 |
|      |        | 2050 | 1430.37 |

Bu son iki çizelgedeki değerlerin karşılaştırılması sonucunda BAU' ya göre AKAKDO katılımının 2030 yılında %15, 2030 yılında ise %8 kadar olabileceği görülmektedir.

Şekil 10.13 ve 10.14 toplam Mt CO2e SGS miktarlarının AKAKDO hariç ve dahil olacak biçimdeki uzatımlarını göstermektedir.

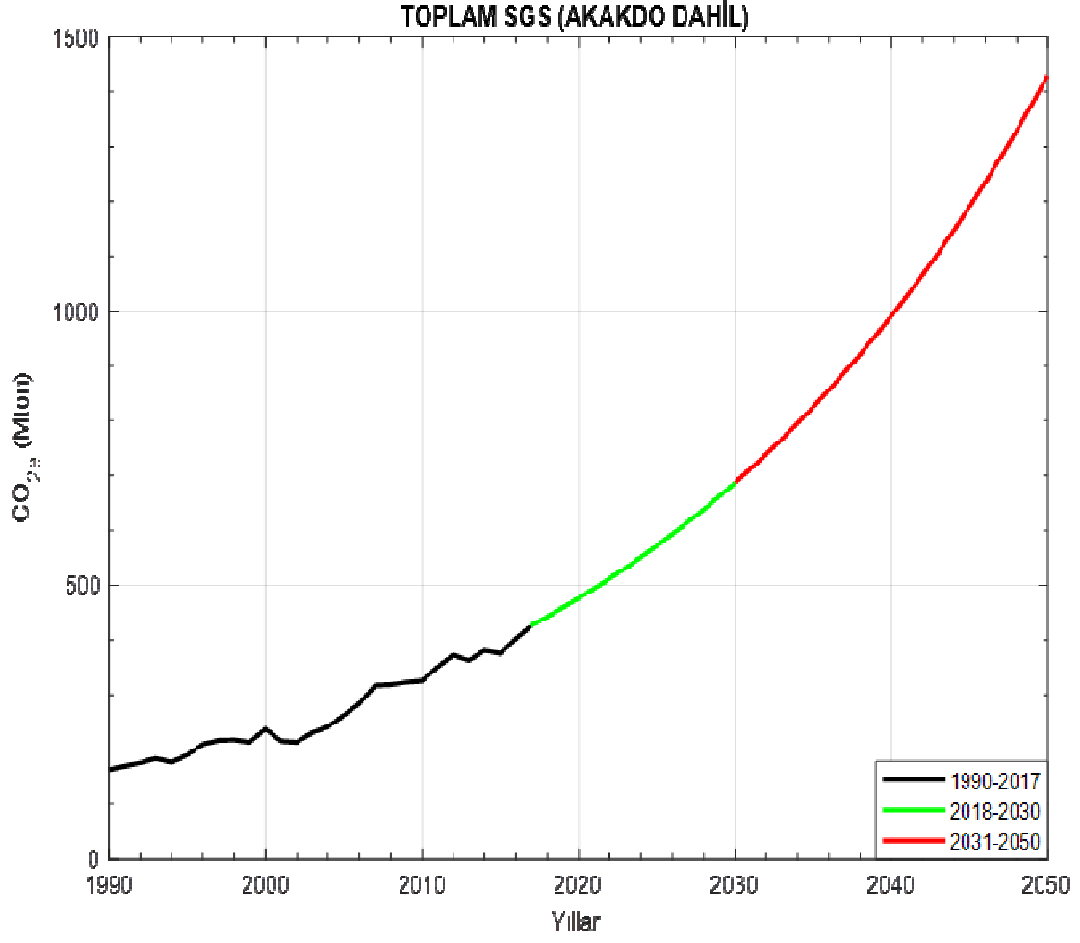
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 10.13. Toplam Mt CO<sub>2</sub>e SGS

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

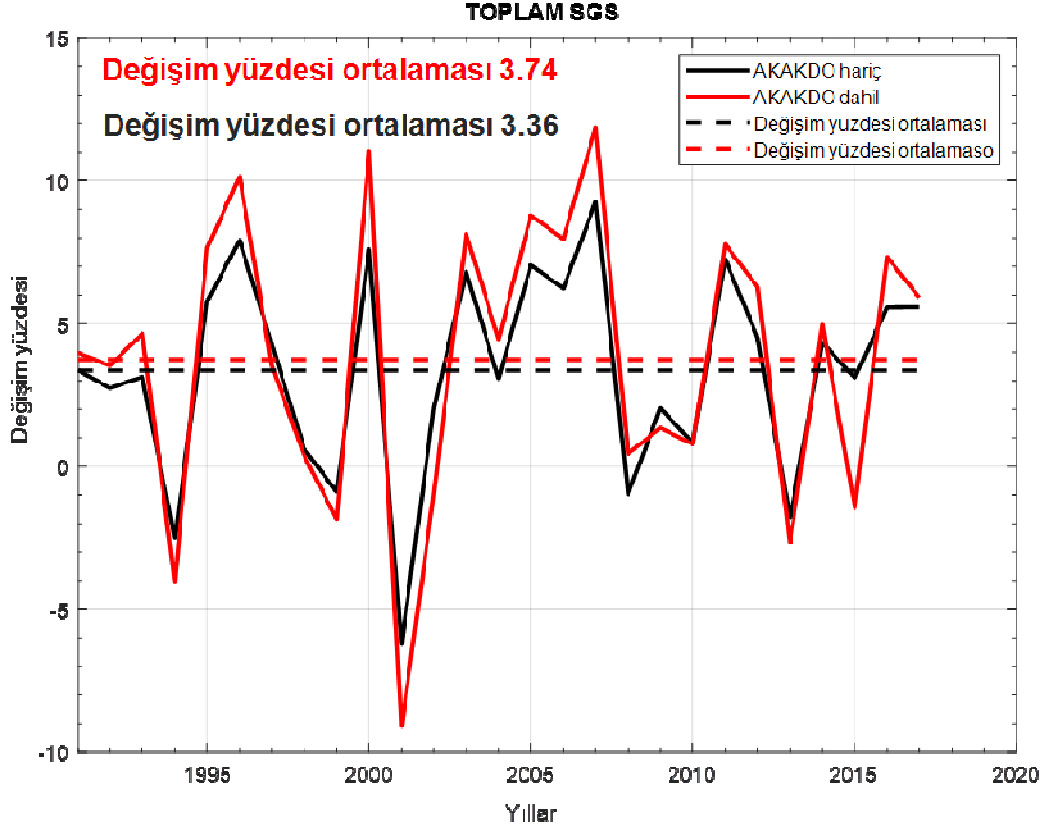




Şekil 10.14. Toplam Mt CO<sub>2</sub>e SGS

Her iki toplam için geçerli olan yıllık değişim yüzdelerinin bir arada gösterimi Şekil 10.15'de verilmiştir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 10.15 Toplam SGS kayıt değişim yüzdeleri

Bu toplam SGS değişim yüzdesi şeklinden yararlanılarak aşağıdaki yorum ve çıkarımların yapılması mümkündür.

- 1) AKAKDO miktarlarının dahil olması durumunda dahil olmayan durumu nerede ise her yıl kapsamaktadır,
- 2) Değişim yüzdesi bakımından AKAKDO' nun dahil olması olmaması durumuna göre %10 kadar daha az SGS' ye sebep olmaktadır,
- 3) Ortalama olarak her iki durumda da değişimin sabit kalıyor görünmesi gelecekte de aynı değişim yüzdelerinin etkin olabileceği sonucunu doğurmaktadır.

Çizelge 10.10'da toplam SGS için AKAKDO hariç ve dahil olması durumlarındaki birbirine göre değişim yüzdeleri hesaplanmıştır.

Çizelge 10.10. AKAKDO etkisinin yüzdesinin yıllara göre değişimi

| Yıl  | AKAKDO hariç | AKAKDO dahil | Yüzdeler | Yıl  | AKAKDO hariç | AKAKDO dahil | Yüzdeler |
|------|--------------|--------------|----------|------|--------------|--------------|----------|
| 2018 | 543.99       | 442.23       | 23.01    | 2031 | 835.99       | 712.45       | 17.34    |
| 2019 | 562.27       | 458.75       | 22.56    | 2032 | 864.09       | 739.07       | 16.92    |
| 2020 | 581.16       | 475.89       | 22.12    | 2033 | 893.13       | 766.68       | 16.49    |
| 2021 | 600.69       | 493.67       | 21.68    | 2034 | 923.14       | 795.33       | 16.07    |
| 2022 | 620.88       | 512.12       | 21.24    | 2035 | 954.17       | 825.05       | 15.65    |
| 2023 | 641.75       | 531.26       | 20.80    | 2036 | 986.23       | 855.88       | 15.23    |
| 2024 | 663.31       | 551.11       | 20.36    | 2037 | 1019.37      | 887.86       | 14.81    |
| 2025 | 685.60       | 571.70       | 19.92    | 2038 | 1053.63      | 921.03       | 14.40    |
| 2026 | 708.64       | 593.06       | 19.49    | 2039 | 1089.04      | 955.44       | 13.98    |
| 2027 | 732.46       | 615.22       | 19.06    | 2040 | 1125.64      | 991.14       | 13.57    |
| 2028 | 757.07       | 638.20       | 18.63    | 2041 | 1163.47      | 1028.18      | 13.16    |
| 2029 | 782.52       | 662.05       | 18.20    | 2042 | 1202.57      | 1066.59      | 12.75    |
| 2030 | 808.81       | 686.79       | 17.77    | 2043 | 1242.98      | 1106.45      | 12.34    |
|      |              |              |          | 2044 | 1284.75      | 1147.79      | 11.93    |
|      |              |              |          | 2045 | 1327.93      | 1190.67      | 11.53    |
|      |              |              |          | 2046 | 1372.55      | 1235.16      | 11.12    |
|      |              |              |          | 2047 | 1418.68      | 1281.31      | 10.72    |
|      |              |              |          | 2048 | 1466.35      | 1329.19      | 10.32    |
|      |              |              |          | 2049 | 1515.63      | 1378.85      | 9.92     |
|      |              |              |          | 2050 | 1566.57      | 1430.37      | 9.52     |

Bu çizelgeden 2018 yılından itibaren %23 civarında olan AKAKDO desteğinin 2030 yılında %17,77' ye 2050 yılında ise %10,72 kadar düşebileceği anlaşılmaktadır. Bunun sebeplerini şöylece sıralayabiliriz.

- 1) Türkiye'de yıllar geçtikçe ormansızlaşma artmakta ve yeşillik alanları da azalmaktadır. Bu sebeple ormanlaştırma ve yeşillendirme çalışmalarına ayrıcalık vererek üzerinde durulmalı,
- 2) SGS azaltımları ve uyumları için gerekli bütün tedbir ve ilave tedbir konularının gündemde öncelikli olarak tutulması gerekmektedir,

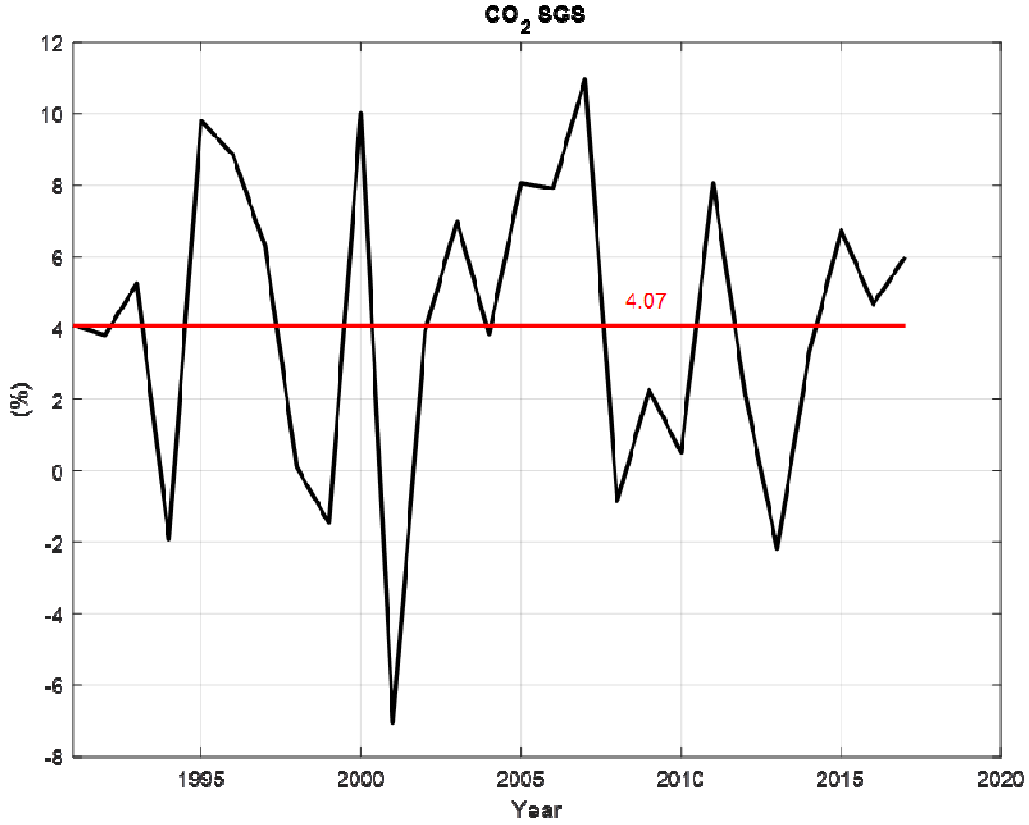
## 10.5 Sera Gazı Salımları Risk Hesaplamaları

Risk hesaplamalarının yapılması için yine BAU SGS Mt CO<sub>2</sub>e verilerinden yararlanılarak ve birbirinden farklı dört şekil elde edilerek bunların her bir sektör için yorumları aşağıda yapılmıştır.

### 10.5.1 CO<sub>2</sub> SGS

Özellikle fosil yakıtların baskın bir şekilde kullanılması dolayısı ile SGS' ler arasında atmosfere en fazla salınan CO<sub>2</sub>'dir. Yukarıdakilere benzer olarak yapılan yıllık değişim oranı hesaplamalarının yıllara göre gidişi ve aritmetik ortalaması Şekil 10.16'da gösterilmiştir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



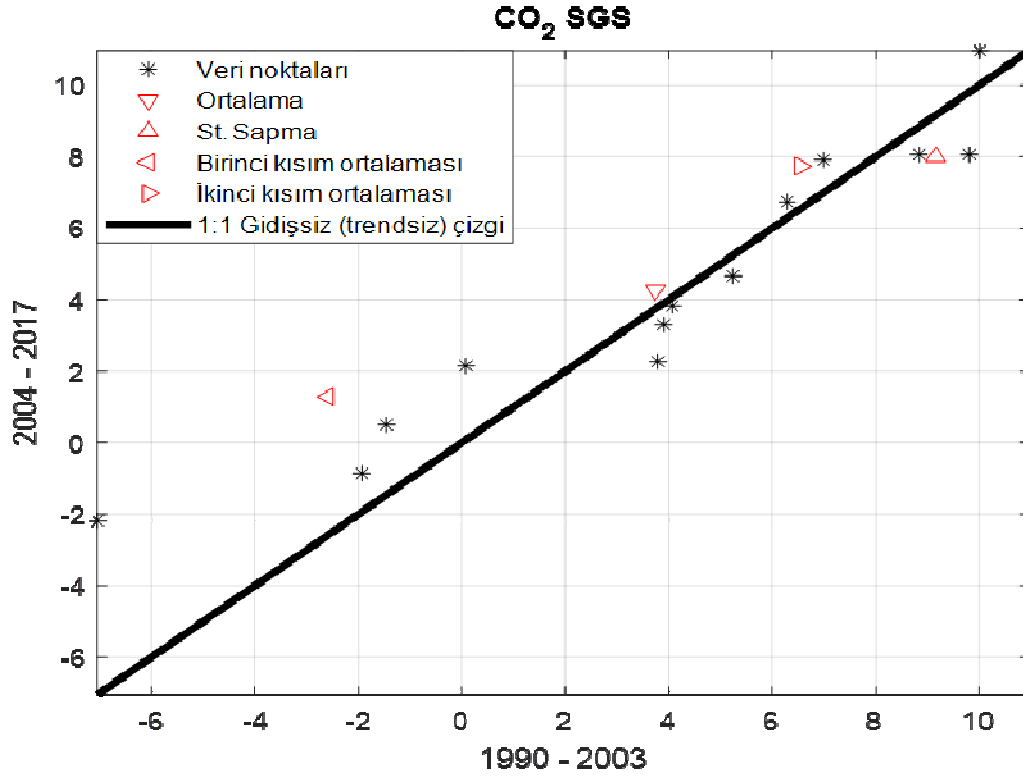
Şekil 10.16. CO<sub>2</sub> SGS değişim yüzdeleri

Bu şeklin yakından incelenmesi sonucunda ortaya aşağıdaki noktaların çıkması mümkün olmaktadır.

Bu şekilden 1990-2017 yılları arasında CO<sub>2</sub> SGS' nin değişim yüzdeleri açısından bir gidiş (trend) yapısına sahip olmayıp yüzde 4,7 seviyesinin etrafında salınım yaptığı görülmektedir,

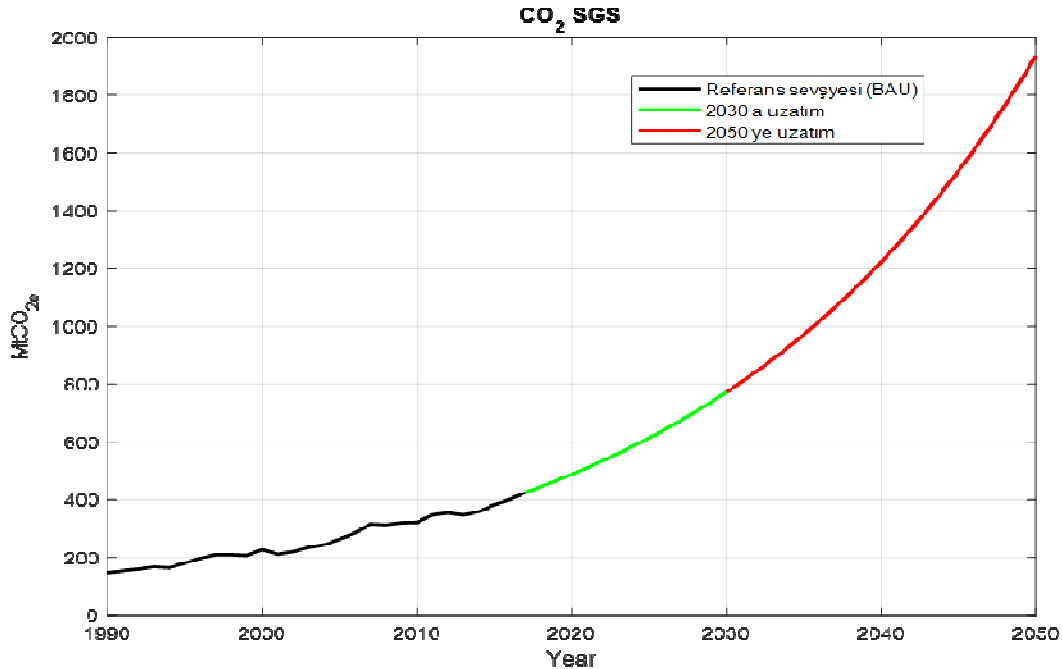
Buradan gelecek yıllarda da aynı yüzdenin devam ettirilmesi ile BAU durumunun 2030 ve 2050 yıllarına kadar devam ettirilebileceği kabulünü yapabiliriz.

Bu gidiş (trend) konusuna daha da açıklık getirebilmek için, Şen (2012) tarafından öne sürülen Yenilikçi Trend Çözümlemesi (analizi) (YTÇ) yönteminin eldeki kayıtların ilk ve son yarısına uygulanması ile, Şekil 10.21'deki durumu analiz edebiliriz. Bu şekilden de CO<sub>2</sub> açısından tamamen 1:1 (45°) doğrusu etrafında sapmaların bulunması bir gidiş (trend) bileşeninin olmadığı sonucunu vermektedir.



Şekil 10.17. CO<sub>2</sub> SGS YTC grafiği

Daha önce modelleme temelleri bölümünde açıklanan yöntemle göre ortalama yıllık değişim miktarı esas alınarak CO<sub>2</sub>'nin Mt CO<sub>2e</sub> verilerinden elde edilen uzatımlar (projeksiyonlar) Şekil 10.18'de verilmiştir.



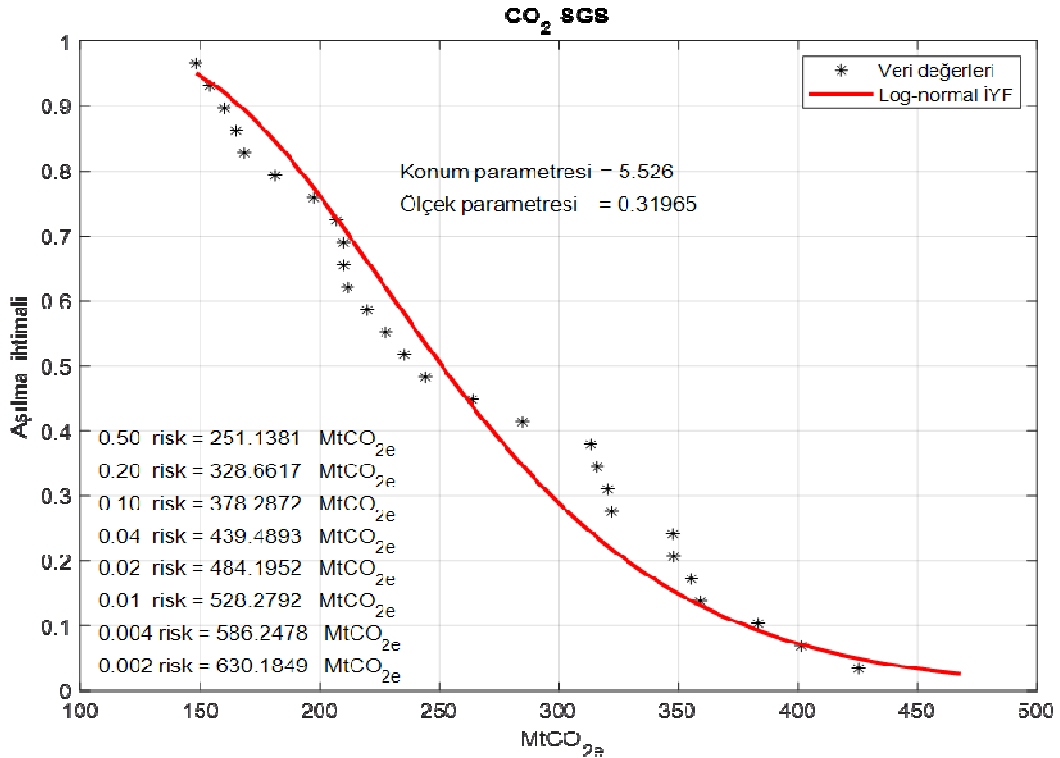
Şekil 10.18. CO<sub>2</sub> SGS Uzatımı

SGS'ler ile ilgili olarak en önemli konular arasında bunların gelecek yıllardaki değişik risk seviyelerinde ortaya çıkabilecek miktarlarının ne kadar olacağını hesaplanmıştır. Burada da Matlab programı ile yazılmış yerli bir yazılımın kullanılması ile hesaplamalar yapılmıştır (bak EK – 1). Risk hesaplamaları için bir zaman serisinin ( $Z_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) mevcut olması gerekir ki, bu proje

kapsamında her bir sektör ile ilgili MtCO<sub>2e</sub> cinsinden 1990-2017 yılları arasında hesaplanmış SGS değerleridir. Risk hesapları için aşağıdaki adımlar icra edilmiştir.

- 1) Eldeki zaman serisini en küçükten (minimum) en büyüğe (maksimum) doğru sıraya dizerek gittikçe artan yeni bir zaman serisi elde edilir. Bunu  $X_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  dizisi şeklinde gösterebiliriz. Burada  $n$  zaman serisindeki veri sayısını gösterir,
  - 2) Artık bu yeni dizide zaman yerine küçükten büyüğe sıralanma sonunda ortaya çıkan mertebeler ( $m = 1, 2, 3, \dots, n$ ) yer alır. Bu dizinin her bir elemanı için aşağıdaki formüle göre bir ihtimal,  $I$ , değeri atanabilir,
- $$I_m = \frac{m}{n+1} \quad (3)$$
- 3) Eldeki  $X_i$  değerlerinin yatay X ekseninde ve bunlara karşı gelen ihtimallerinde,  $I_i$ , düşey Y ekseninde gösterilmesi ile ortaya düzgün bir saçılma diyagramı çıkar,
  - 4) Bu oldukça düzgün saçılma diyagramına en iyi bir şekilde uyan teorik ihtimal yoğunluk fonksiyonlarından (İYF) bir tanesi en küçük kareler yöntemi ile belirlenir. Bu belirlemeyi de yapan Matlab programı ile yazılmış yerli bir program bulunmaktadır (bak EK – I),
  - 5) Son olarak teorik İYF kullanılarak 0.50, 0.20, 0.10, 0.04, 0.02, 0.01, 0.004 ve 0.002 risk seviyelerine karşı gelen Mt CO<sub>2e</sub> miktarları elde edilir.

Yukarıda belirlenen her bir adımın Mt CO<sub>2e</sub> SGS kayıtlarına uygulanması sonucunda Şekil 10.19'da gösterilen bir grafik elde edilir.

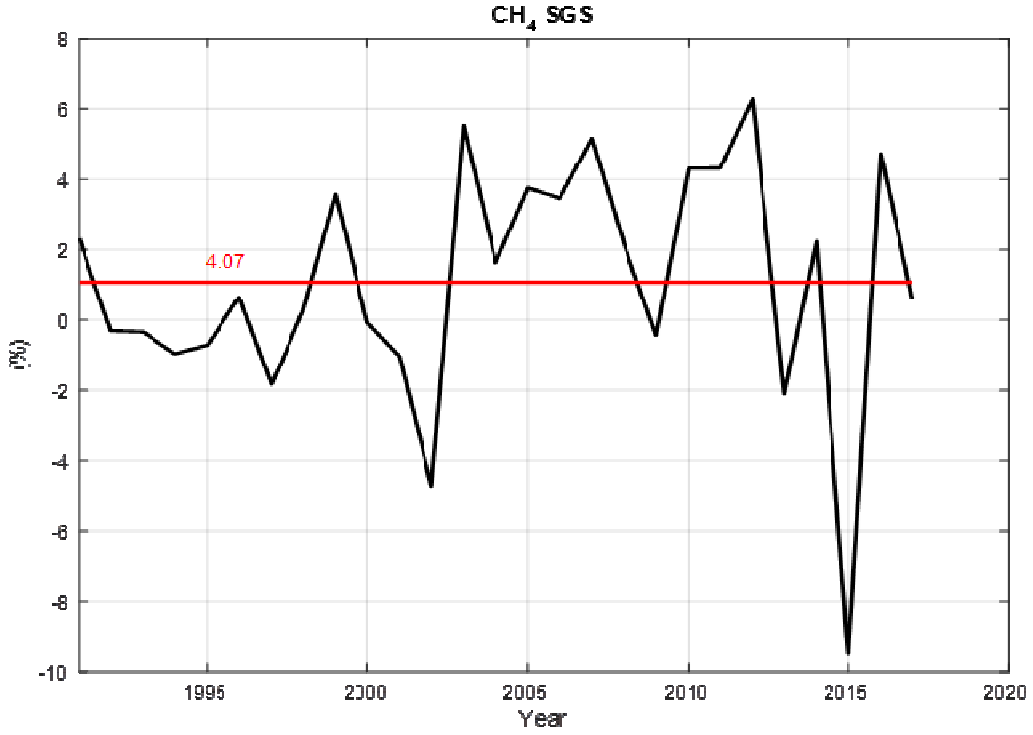


Şekil 10.19. CO<sub>2</sub> SGS risk grafiği

## 10.5.2 CH<sub>4</sub> SGS

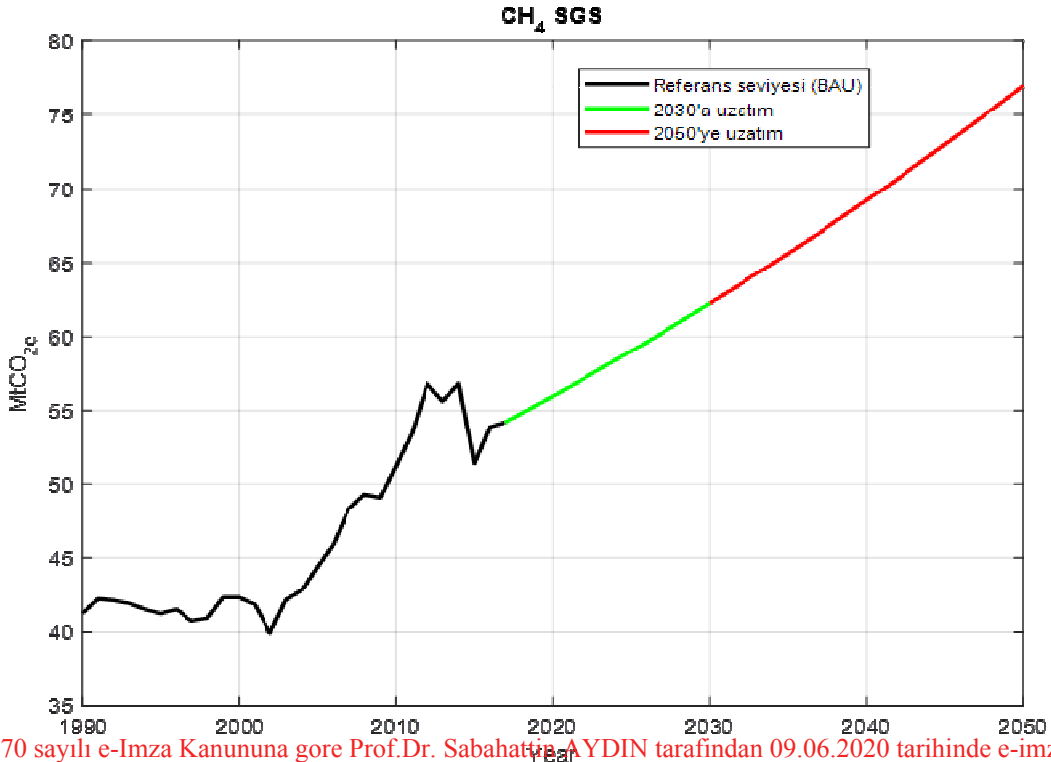
Türkiye'nin CH<sub>4</sub> olarak CO<sub>2e</sub> verilerinin referans senaryosuna (REF-BAU) göre yıllık büyüme oranlarının değişiminin 1990-2017 yılları arasındaki değişimleri Şekil 10.20'de verilmiştir.

Bu belge 3070 sayılı e-İmza Kanununa göre PDF'de belirtilen AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 10.20 CH<sub>4</sub> yıllık değişim yüzdeleri

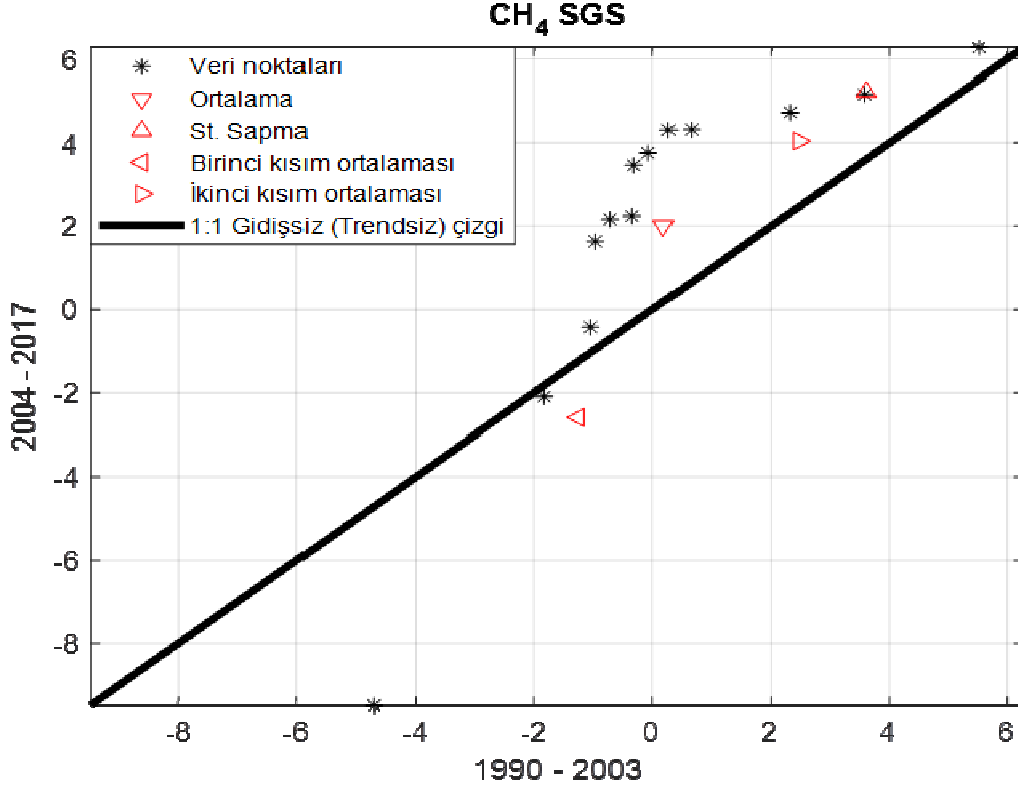
Bu şekle göre en büyük CH<sub>4</sub> azalmaları önce 2002 ve sonrasında daha da büyük miktarda 2015 yılında ortaya çıkmıştır. CH<sub>4</sub>'ün yıllık ortalama değişim oranı 4,7 olup bu büyüme oranına göre 2030 ve 2050 yıllarına kadar ulaşması öngörülen miktarlarının uzatımları Şekil 10.21'de gösterilmiştir.



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 10.21 CH<sub>4</sub> CO<sub>2e</sub> miktarlarının 2030 ve 2050 yıllarına kadar uzatımları

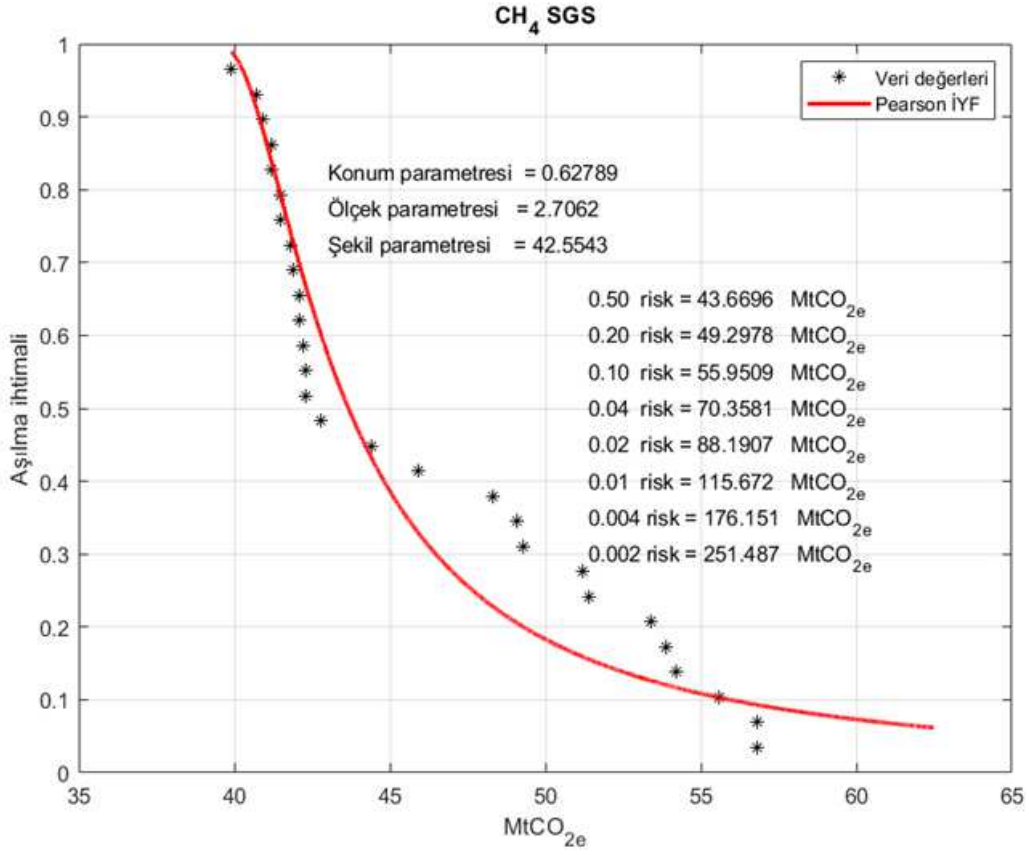
BAU ortalama gidiş (trend) formuna benzer olarak 2017 yılı sonrası 2050 yıllarına kadar nerede ise doğrusal artan yıllık öngörüler ortaya çıkmaktadır. Şekil 10.22'de Şen (2012, 2014) tarafından geliştirilen Yenilikçi Trend Çözümlemesi (YTÇ) yöntemine göre, kayıtların ilk yarısı (1990-2003) ve son yarısı (2004-2017) kıyaslaması sonucunda, CH<sub>4</sub> açısından son yıllarda daha riskli durumların meydana gelmiş olması açıklıkla görülmektedir.



Şekil 10.22. YTÇ metoduna göre CH<sub>4</sub> davranışı

Tüm bu açıklamalardan sonra yapılan risk hesaplamaları sonucunda Şekil 10.23'de verilen miktarlar ortaya çıkmaktadır. CH<sub>4</sub> için olan Mt CO<sub>2</sub>e kayıtlarının ihtimal yoğunluğu fonksiyonu (İYF) Pearson dağılımı olarak en küçük kareler yöntemi ile belirlenmiştir.

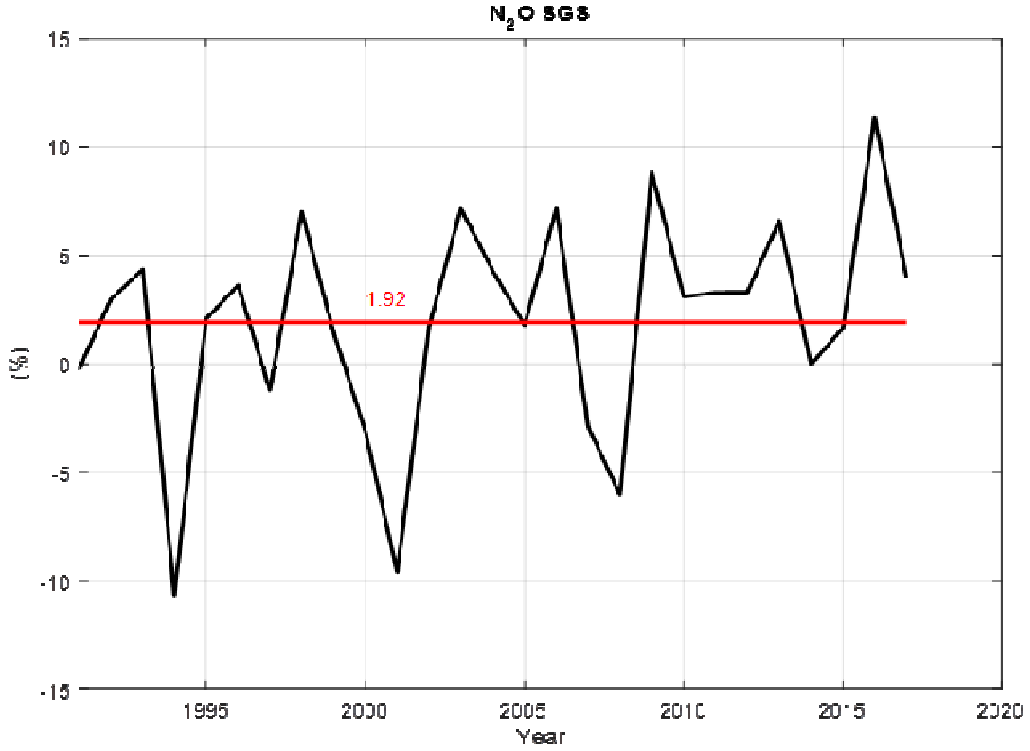




Şekil 10.23 CH<sub>4</sub> SGS risk grafiği

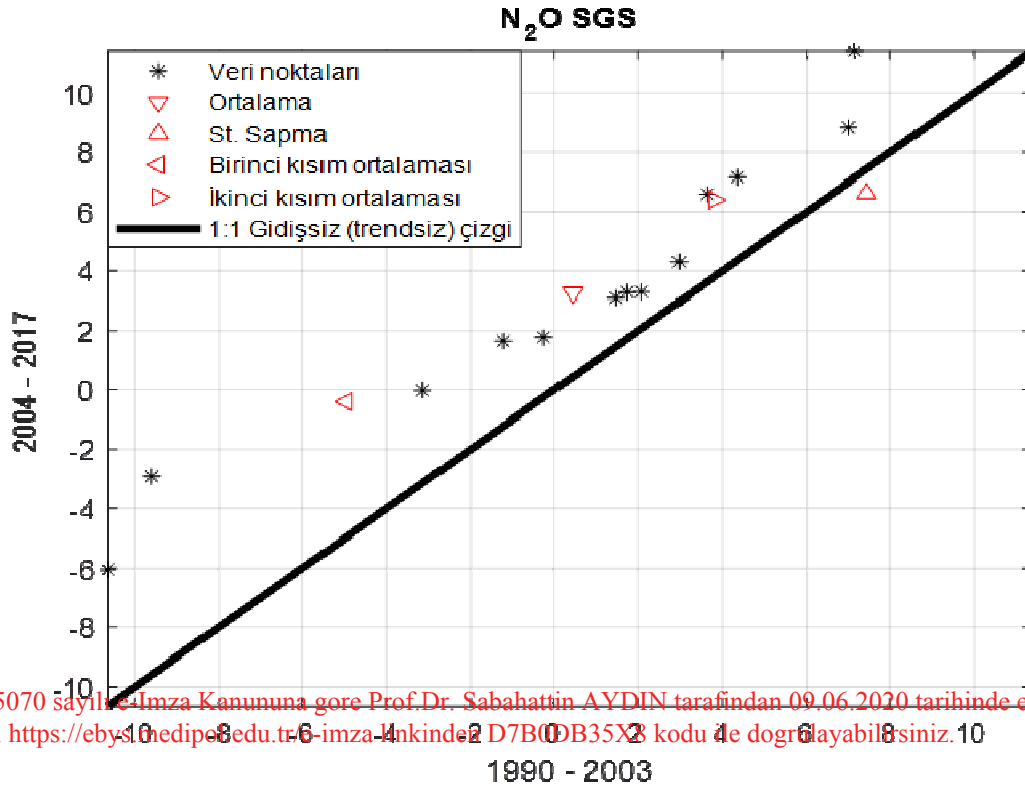
### 10.5.3 N<sub>2</sub>O SGS

Şekil 10.48 N<sub>2</sub>O SGS için yıllık değişim yüzdelerinin zamanla olan değişimini yansıtmaktadır. Her ne kadar genel olarak gözle görülen bir artış gidişi (trendi) görülmesine karşılık, son yıllarda artık yüzde değişim miktarlarında yüzde 1,92'lik ortalama seviyesinin etrafında gidişsiz bir salınım davranışı göstermektedir.



Şekil 10.24. N<sub>2</sub>O SGS yıllık yüzde değişim ve ortalaması

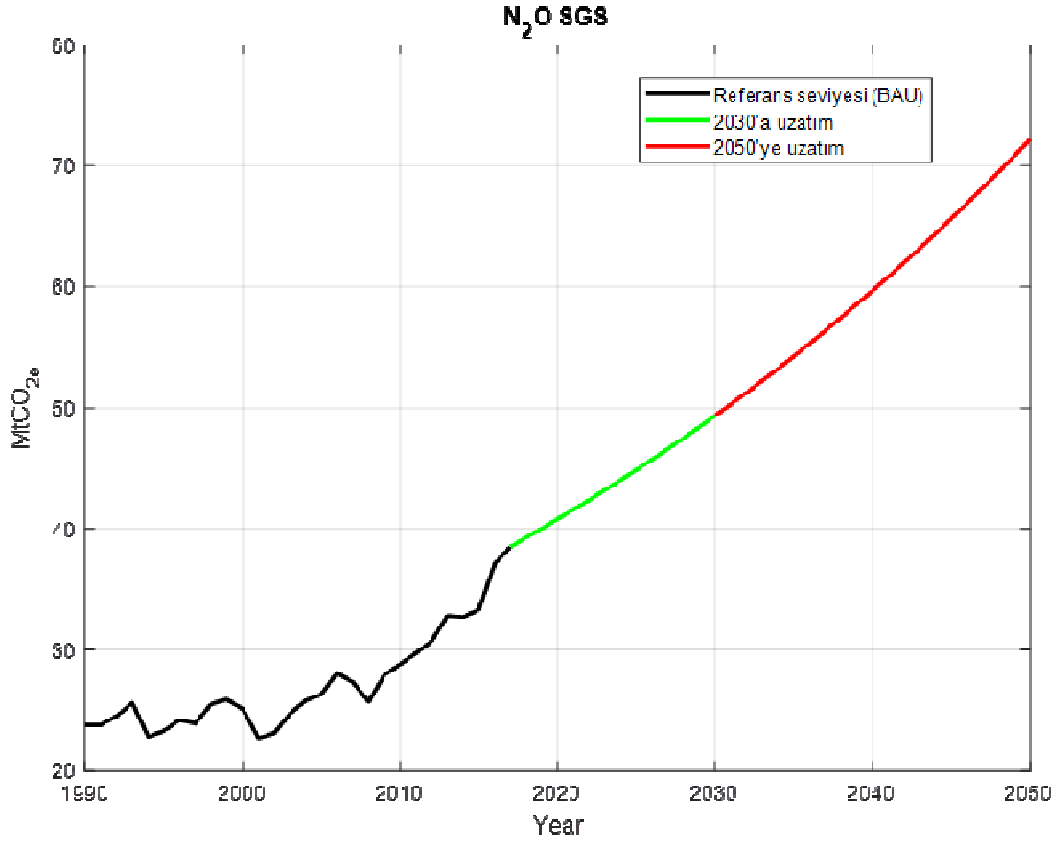
Gidiş bileşeninin nesnel (objektif) olarak ortaya çıkarılması için Şen (2012) YTC yönteminin öncelikle benzer olarak uygulanması ile Şekil 10.25'deki saçılma diyagramı, trend olmayan durumu temsil eden 1:1 (45°) doğrunun üzerinde kalmaktadır. Bu durum YTC' ne göre bir artış gidişi (trendi) varlığını ortaya çıkarmaktadır.



Bu belge 5070 sayılı E-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://eby.s1.medipe8.edu.tr/e-imza-linkinde-2-D7B0DB35X3-kodu-ile-dogrulayabilirsiniz>. 10

Şekil 10.25 N<sub>2</sub>O YTC grafiği

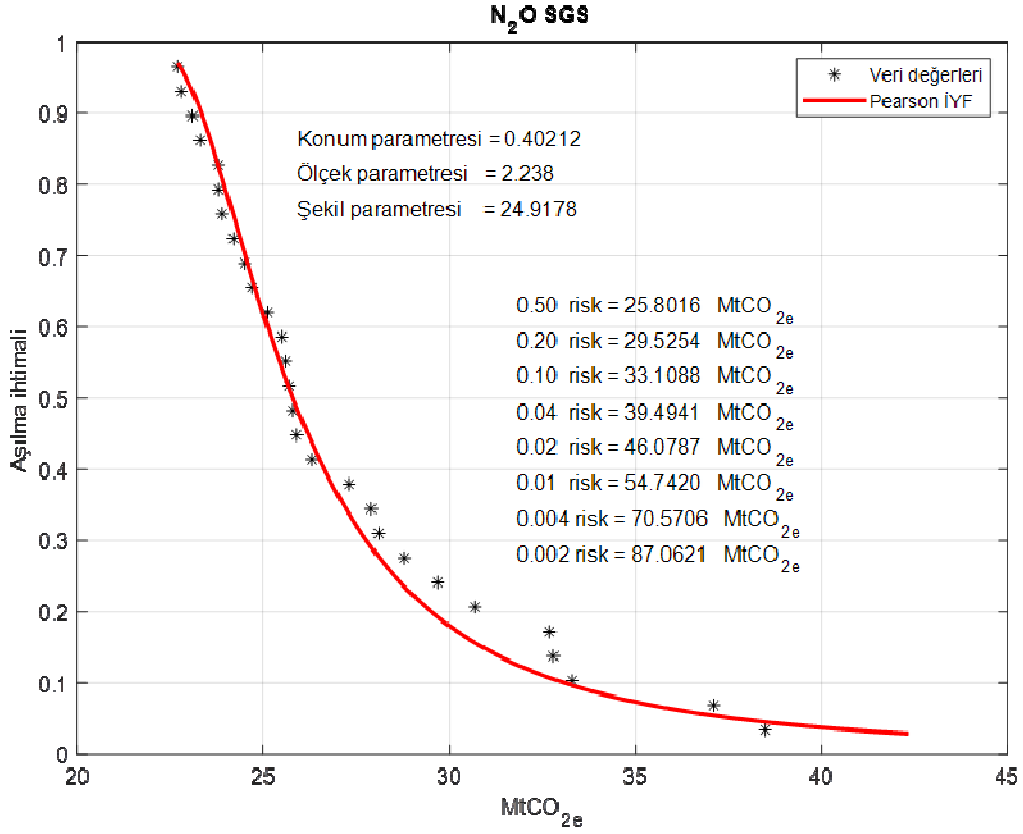
Önceden açıklanan yüzde değişim ortalamasına göre REF-BAU' nun 2030 ve 2050 yıllarına uzatılması Şekil 10.326'da verilmiştir. Gelecek yılların BAU' ya göre davranışı nerede ise doğrusal olarak gitmektedir.



Şekil 10.26. N<sub>2</sub>O REFS(BAU) esaslı uzatımlar (projeksiyonları)

Şekil 10.27 N<sub>2</sub>O SGS risk seviyelerine karşı gelen Mt CO<sub>2</sub>e değerlerini sunmakta ve N<sub>2</sub>O için SGS değerlerinin teorik olarak Pearson İYF'na uyduğu anlaşılmaktadır.

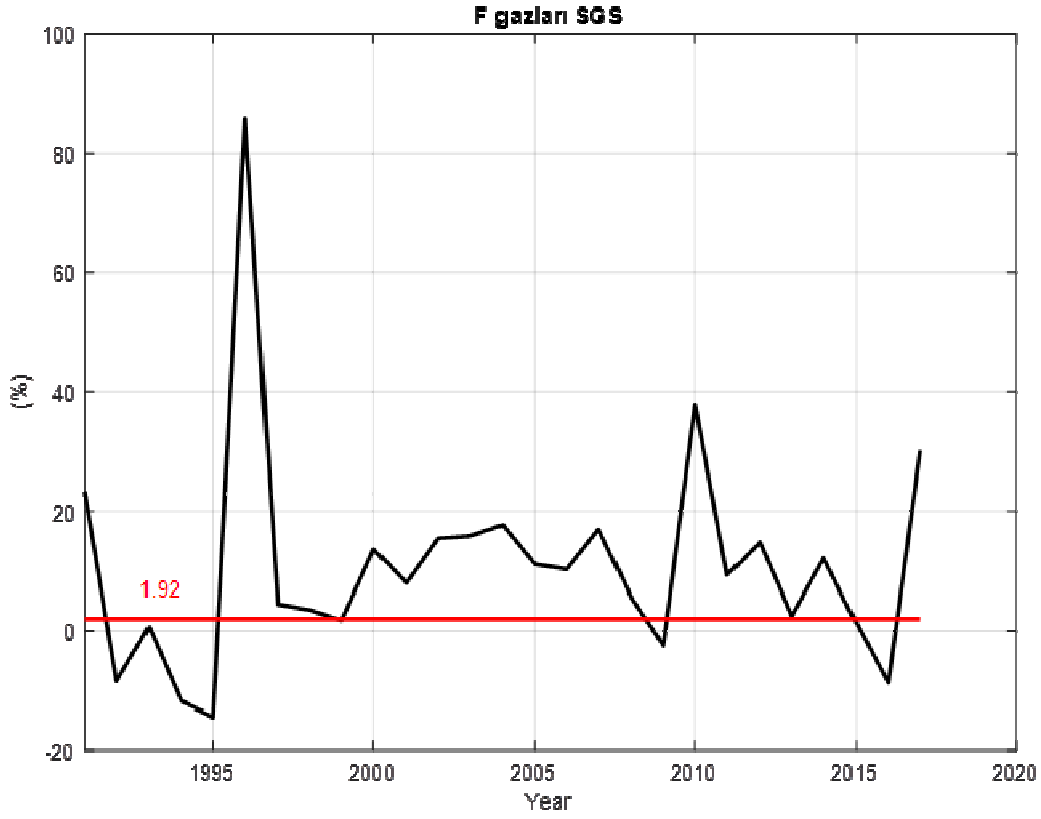
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 10.27. N<sub>2</sub>O SGS risk seviye değerleri

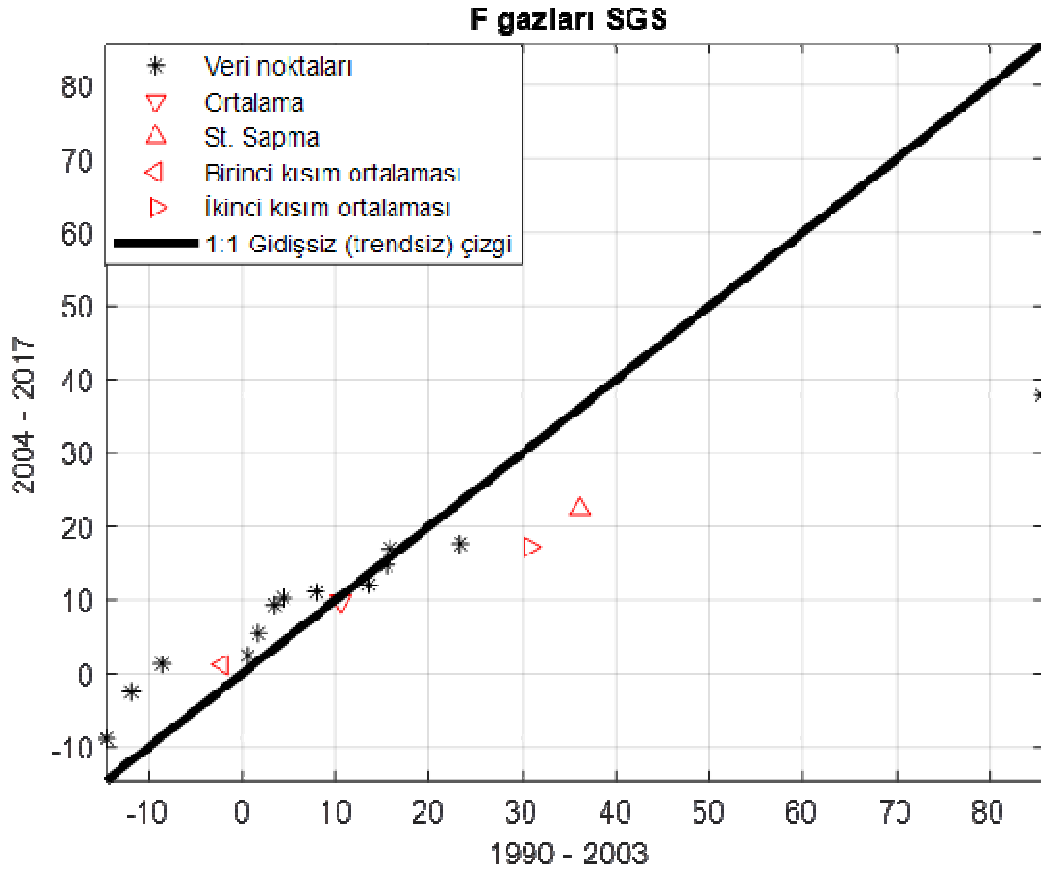
#### 10.5.4 F SGS

Sanayide florlu gazların kullanımı son yıllarda artış göstermeye başlamış olmasına rağmen bunların toplam SGS içindeki oranı ihmal edilecek kadar azdır. Şekil 10.28'de F gazlarının yıllara göre değişim yüzdesi gösterilmiş ve bunun yıllık yüzde değişim ortalamasının 1,92 olduğu anlaşılmaktadır.



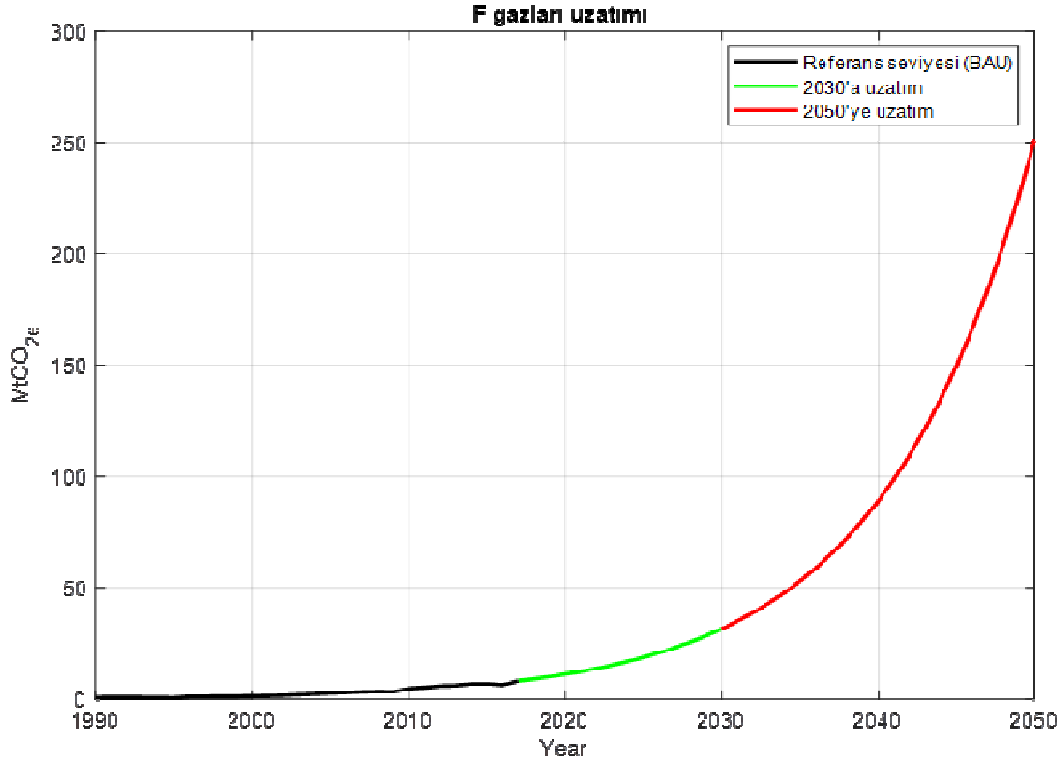
Şekil 10.28. F SGS yüzde değişim gidiş ve ortalaması

Bu şekilden 1996 yılında sıra dışı bir kayıt görülmekte ve bunun diğerlerine göre güvenilir bir veri olmadığı anlaşılmaktadır. Bu verinin devre dışı bırakılması ile yıllık yüzde değişim 1,86 olarak ortaya çıkmaktadır. Acaba, F gazlarının miktarında yıllara göre bir artış var mıdır? sorusuna cevap olarak Şekil 10.29'daki YTC yönteminin grafiği gösterilmiştir.



Şekil 10.29. F SGS YTÇ grafiği

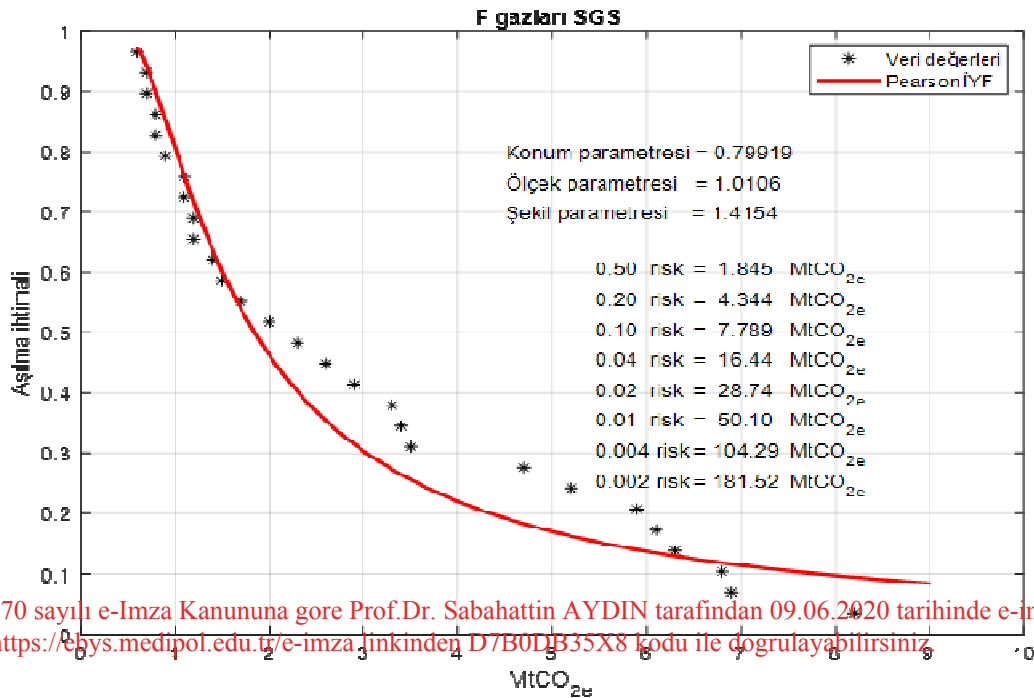
Buradan düşük F gazları kümesinde belirli bir artış yüzdesi olmasına karşılık, orta değerlerde bir dengenin (trendsizlik) ve yüksek değerlerde de bir azalmanın ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Şekil 10.30'da ortalama yıllık yüzde değişim değerine göre gelecek 2030 ve 2050 yıllarında BAU' ya göre nasıl bir artışın ortaya çıkacağı görülmektedir.



Şekil 10.30. F SGS yüzde değişim gidiş ve ortalama uzatımları (projeksiyonları)

Buradan 2030 yılında F gazlarının MtCO<sub>2e</sub> olarak miktarının 30 MtCO<sub>2e</sub> civarında olabileceği anlaşılmaktadır. REF-BAU'ya göre aynı durumun devam etmesi halinde 2050 yılında bu miktarın 250 Mt CO<sub>2e</sub>'ye ulaşabileceği görülmektedir.

Son olarak F gazları ile ilgili risk seviyeleri ve bunlara karşı gelen Mt CO<sub>2e</sub> cinsinden miktarlar Şekil 10.31'de gösterilmiştir.

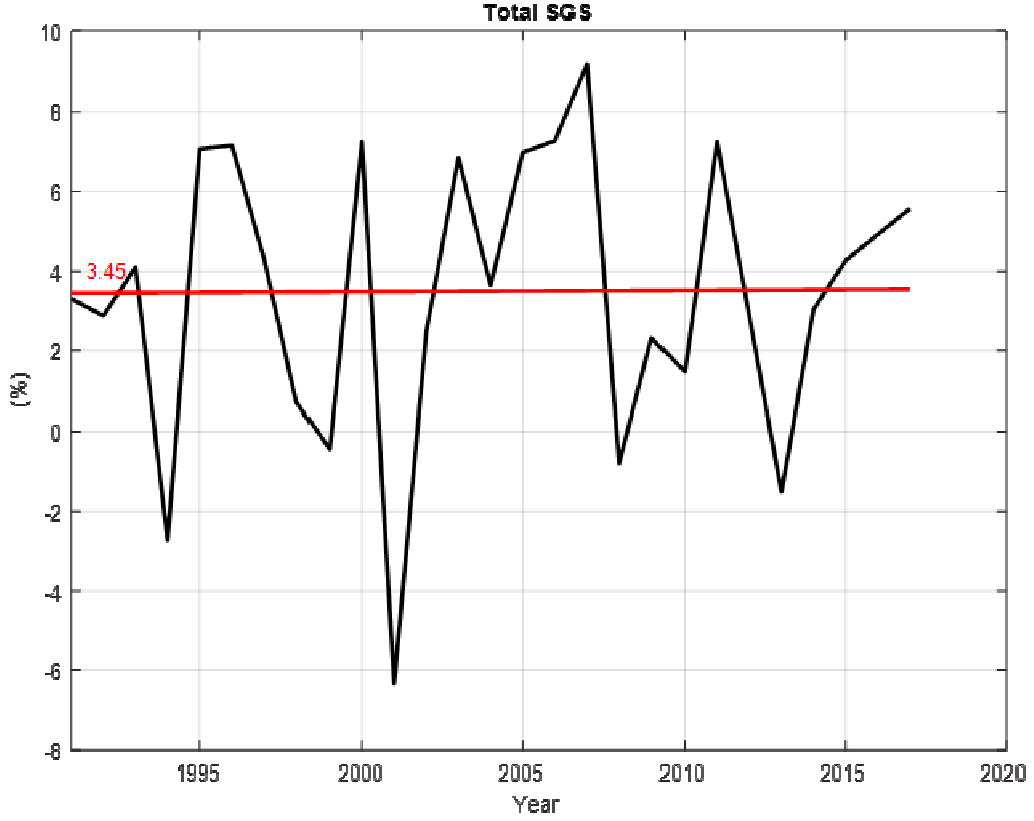


Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://eys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Şekil 10.31 F SGS risk seviye ve miktarları

### 10.5.5 Toplam SGS

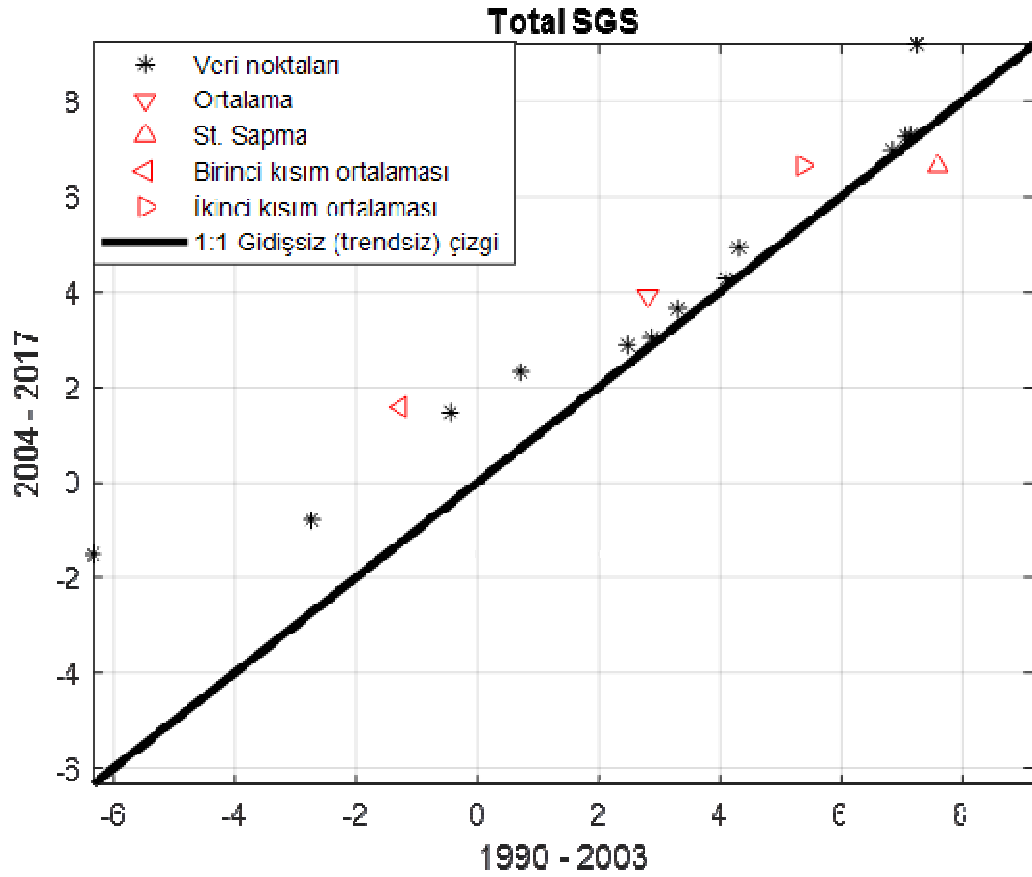
Yukarıda açıklanan tüm SGS Mt CO<sub>2</sub>e grafiklerinin toplu bir halde ortaya çıkaracağı durumu açıklamak için toplan Mt CO<sub>2</sub>e SGS grafikleri aşağıda ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Bunlardan ilki Şekil 10.32'de belirtildiği üzere toplan SGS yıllık değişim yüzdeleri ile bunların yıllık ortalama yüzde değişim değeri görülmektedir.



Şekil 10.32. Toplam SGS yüzde değişim gidiş ve ortalaması

Yıllık ortalama yüzde değer 3,45 olarak ortaya çıkmaktadır ve yıllık yüzde değerlerin zamanla değişiminde olabilecek gidiş (trend) durumunun tespiti için Şekil 10.33'de YTÇ yönteminin grafiği verilmiştir.

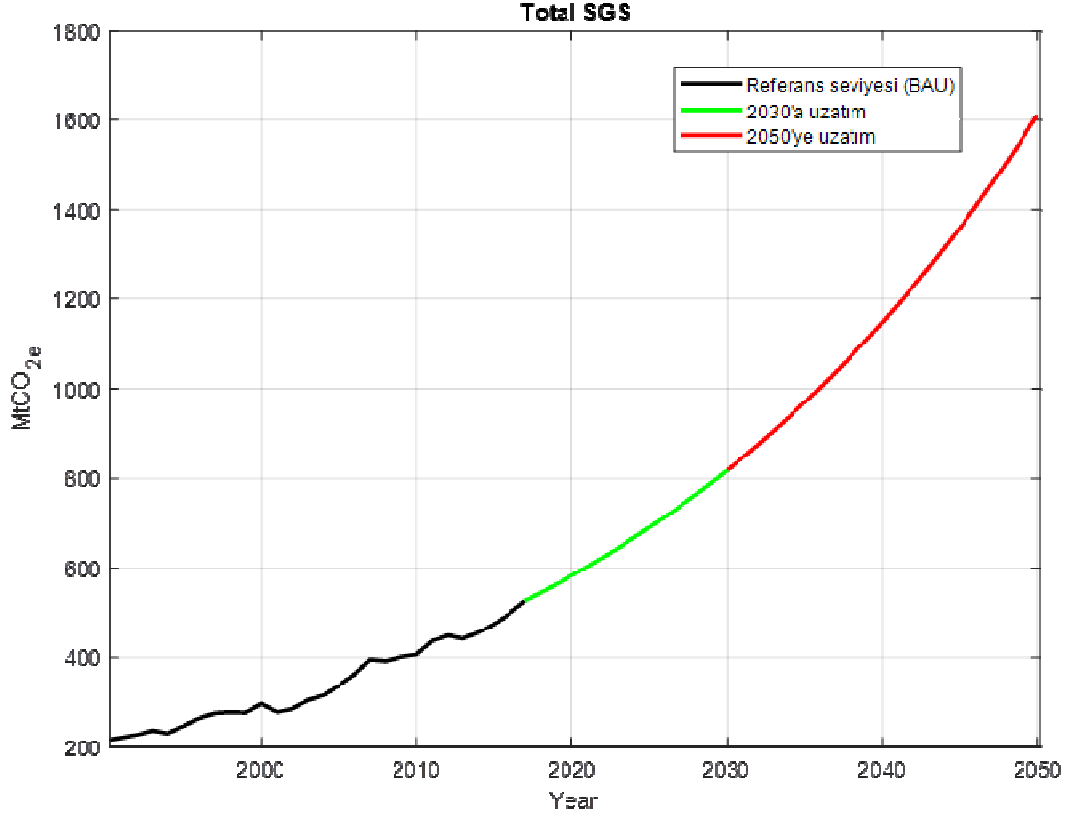




Şekil 10.33. Toplam SGS YTA grafiği

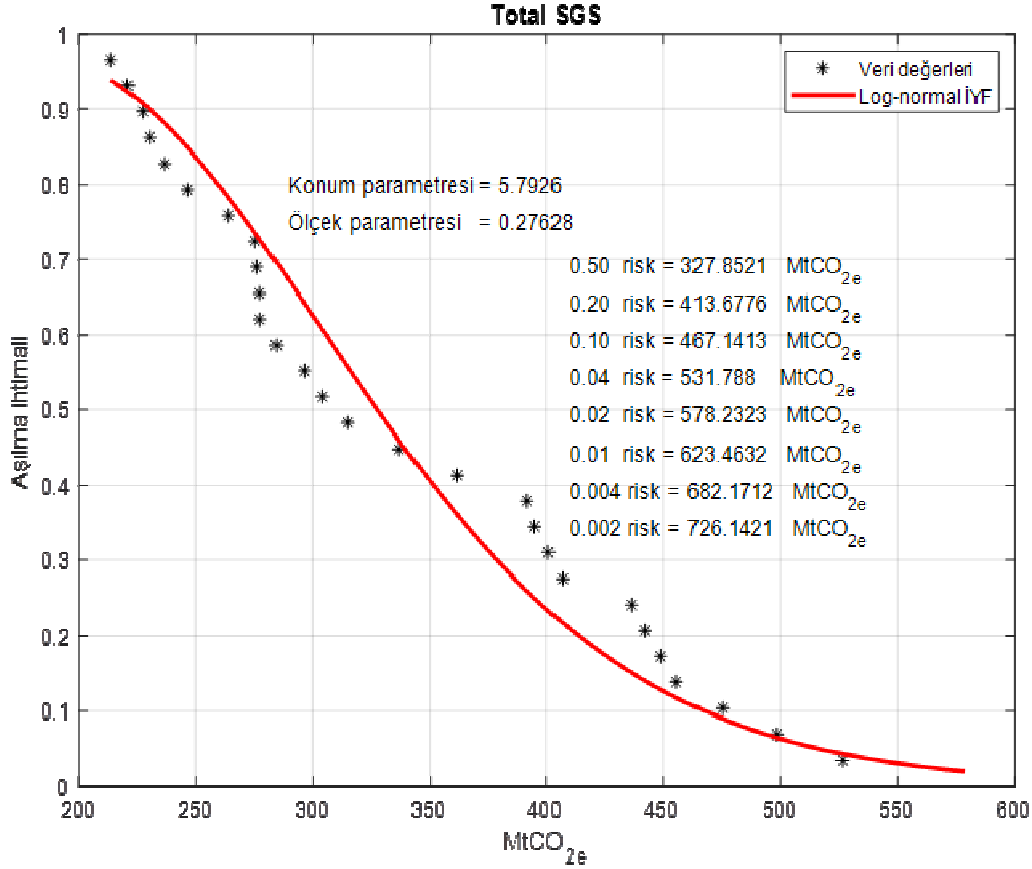
Bu grafikten toplam SGS için artış gidişinin (trendinin) mevcut olduğu ve büyük değerler için böyle bir trendin ortadan kaybolduğu ortaya çıkmaktadır. Düşük değer gidişinin 2004 yılından başlayarak ortaya çıktığı da anlaşılmaktadır.

Ortaya çıkan yıllık ortalama değişim yüzdesi ile 2030 ve sonrasında da 2050 yıllarına kadar olan süredeki uzatımlar (projeksiyonlar) Şekil 10.34'den görülmektedir.



Şekil 10.34. Toplam SGS uzatımları (projeksiyonları)

Son olarak ta toplam SGS miktarlarının risk seviyelerine karşı gelen miktarları da Şekil 10.35'den görülmektedir.



Şekil 10.35. Toplam SGS risk seviye ve miktarları

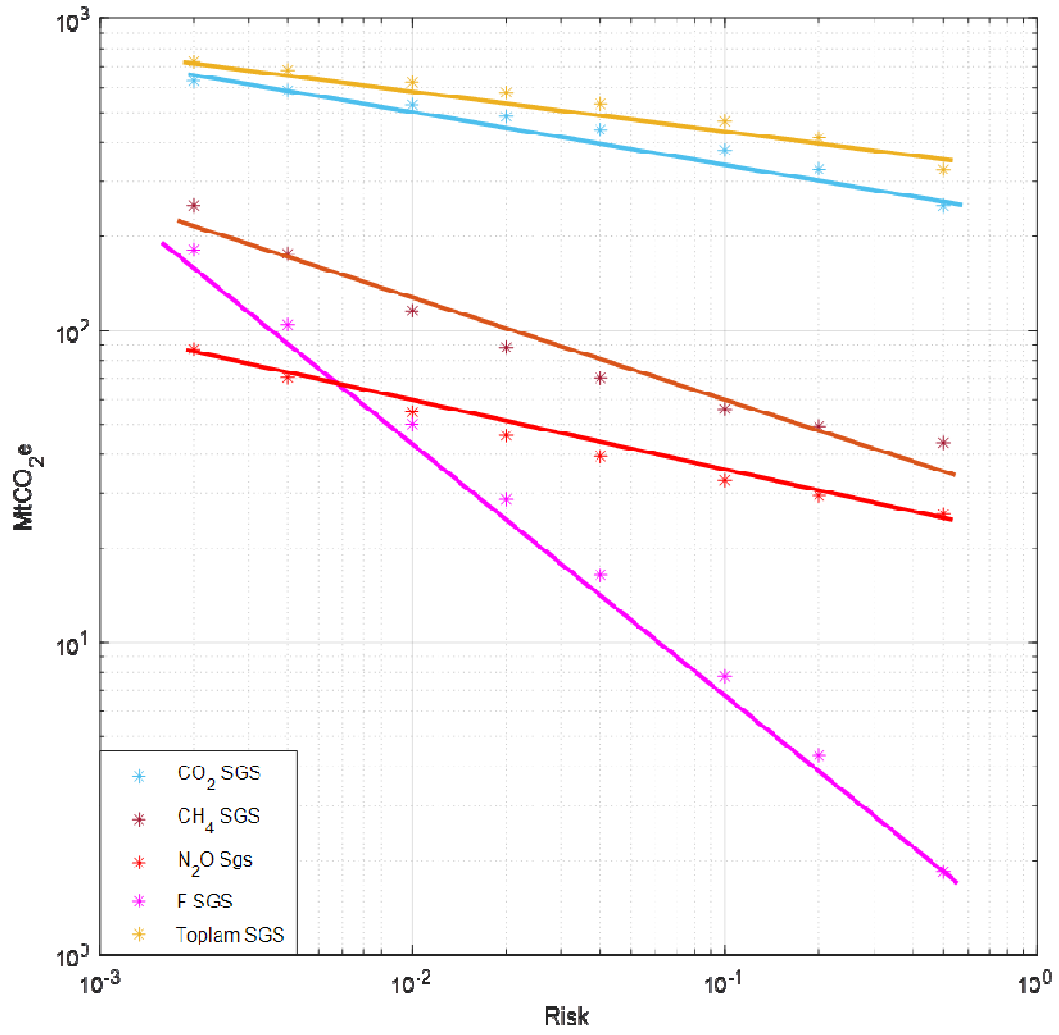
Çizelge 10.11'de tüm SGS'lerin CO<sub>2e</sub> miktarları için hesaplanmış olan risk seviyelerindeki değerler verilmiştir.

Çizelge 10.11. Tüm SGS riskleri ve miktarları (Mt CO<sub>2e</sub>)

| Risk  | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | F SGS  | Toplam SGS |
|-------|-----------------|-----------------|------------------|--------|------------|
| 0.50  | 251.14          | 43.66           | 25.80            | 1.84   | 327.85     |
| 0.20  | 328.66          | 49.29           | 29.52            | 4.34   | 413.67     |
| 0.10  | 378.29          | 55.95           | 33.10            | 7.78   | 467.14     |
| 0.04  | 439.49          | 70.35           | 39.49            | 16.44  | 531.78     |
| 0.02  | 484.19          | 88.19           | 46.07            | 28.74  | 578.23     |
| 0.01  | 528.27          | 115.67          | 54.74            | 50.10  | 623.46     |
| 0.004 | 586.24          | 176.15          | 70.57            | 104.29 | 682.17     |
| 0.002 | 630.18          | 251.48          | 87.06            | 181.52 | 726.14     |

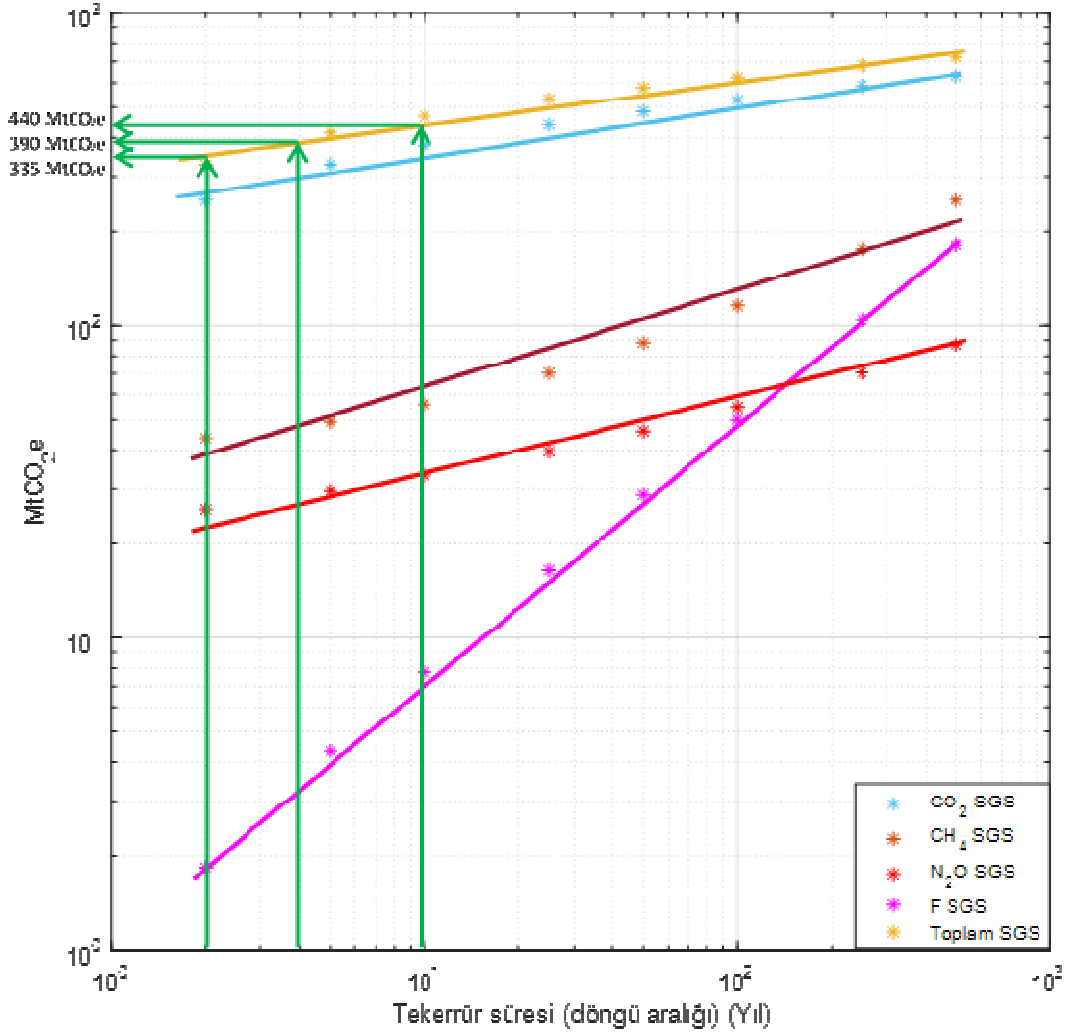
Bu çizelgede verilmiş olan değerlerin grafik gösterimleri Şekil 10.36 ve 10.37'de risk seviyeleri ile tekerrür sürelerine karşılık (Döngü aralıkları)sırası ile verilmiştir. Bu şekillerden tekerrür süresinden gelecekteki değişik yıllarda ortaya çıkması beklenen SGS miktarlarının neler olacağını okuyabiliriz.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 10.36. SGS riskleri

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 10.37. SGS döngü aralıkları

Mesela, toplam SGS için gelecek 2-yıl, 5-yıl ve 10-yıl sürelerinde ortaya çıkabilecek ilave SGS miktarlarının REFS-BAU' ya göre sırası ile Şekil 10.37'den 335 Mt CO<sub>2</sub>e, 390 MtCO<sub>2</sub>e ve 440 MtCO<sub>2</sub>e olarak bulunur. Şekil 36 ile 37 arasındaki ilişki yatay eksendeki büyüklüklerin,

$$\text{Tekerrür süresi} = \frac{1}{\text{Risk}}$$

Şeklinde bir bağıntı ile birbirine dönüştürülebilmesidir. O halde, yukarıda sırası ile hesaplanan SGS Mt CO<sub>2</sub>e miktarları 0.50, 0.20 ve 0.10 risk seviyelerine karşı gelmektedir.

Diğer SGS' ler için benzer şekilde okların tanzim edilmesi ile her bir SGS türü için hesaplamalar risk seviyeleri veya tekerrür süreleri için yapılabilir.

## 10.6 Gelecek Senaryolar

Yukarıda sunulan tüm hesaplama, çizelge ve şekiller sadece REF-BAU' ya bağlı kalınarak yapılmıştır.

Her ne kadar BAU gelecek yıllara ortalama yüzde değişim miktarları ile uzatılmışsa da gelecekteki değişik politikalarla göre yön verilecek durumları ayrı ayrı göz önünde tutularak hesaplamaların yapılması yoluna gidilmelidir. Bu konuda olabilecek tedbirler ve ilave tedbirler senaryoları ülkenin gelecek planlama ve politikalarının ışığı altında aşağıda açıklanmıştır.

Aşağıda sunulan tedbirler ve ilave tedbirler senaryolarında bu rapor sırasında sözel olarak değişik senaryolardan bahsedilmiştir. Arada bazı sayısal senaryo olabilecek durumlar da sergilenmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığını'ndan (ÇŞB) senaryoların oluru alınarak sayısal senaryo değerlerine karar verildikten sonra gerek tümünden geliş gerekse LEAP modelinde sayısal olarak geleceğin SGS azaltım durumları her sektör ve alt kırılımları için belirlenecektir. Projenin son aylarında geliştirilen modellerin sonuçları ÇŞB aracılığı ile ilgili kuruluşlara gönderilerek son gözden geçirilmeleri ile güncellenecektir.

#### 10.6.1 Tedbirler Senaryosu

Burada önemli olan nokta mevcut durumun geleceğe (2030 yılına kadar) uzatımlarındaki sera gazı salımlarının ne şekilde azaltılabileceği ve böylece nasıl kapasite artırımlarına sahip olunarak senaryolar üretilmesi ile ilgilidir. Mevcut durumda bulunan hali hazırdaki politikaların sıkı uygulama ve takipleri ile daha da iyileştirilmesi yönüne gidilmeye çalışılmalıdır.

Planlama konusunda öncelikle politikaların varsayımları ile beraberce belirlenmesi gereklidir. Bunlar arasında birincil (fosil) yakıt ticareti ve devlet desteğinin (sübvansiyonların) nasıl olacağına karar verilmelidir. Burada mevcut durum uygulamasında bulunan veya yetersiz kalan veya karar verilip te uygulamaya konulmayan noktalara veya bir takım yenilikçi politikaların göz önünde tutulmasına yer verilmelidir.

Kömür madenciliğinin devam ettirilmesi halinde gerek çıkarma, işleme ve iyileştirme çalışmalarına öncekilerden daha etkin ve yetkin olacak biçimde önem verilmelidir.

Mevcut durumdaki gaz fiyatlarında belirli bir artışın olmasına %10-%15 kadarlık bir müsaadenin çıkması gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının önceden planlanan tam hedeflere ulaşılabilmesi için gerekli destek ve kanun mevzuatına pratik işlerlikler kazandırılmalıdır. Nükleer enerji yatırımına önem vererek en kısa zamanda 2030 yılı öncesinde en az bir tanesine işlerlik kazandırılmalıdır.

Enerji, su ve malzeme verimliliklerine her zaman daha ileri düzeyde önem verilmelidir. Burada enerji ve su verimlilik ve yoğunlukları ile enerji dağıtım şebeke ve merkezlerinin daha da iyileştirilmesine gayret edilmelidir.

Yenilenebilir enerji satın alma mevzuatı 2010 yılı Aralık ayında iyileştirilmiştir. Bu durumun gelecek yıllarda 2030 yılına kadar daha etkin işlerlik kazandırılmasına gayret edilmeli ve özellikle yerli enerji çeşitliliğine (biokütle, rüzgâr, güneş, hidrolik, jeotermal, dalga, akıntı) önem verilmelidir.

Nükleer enerji santrali veya santralleri vasıtası ile daha temiz enerji üretimine geçilerek sera gazı emisyon kapasitelerinin artırılmasında yarar bulunmaktadır.

Yurt içi ve yurt dışı işlevleri için gerekli olan enerji taşıma hatlarının günün teknolojilerine göre bakım ve yenilemelerinin yapılması ile de enerji kayıplarının en az seviyelere çekilmesi ile sera gazı emisyonları kapasitesi artırımı sağlanabilir.

Mevcut durumun daha da iyileştirilerek sera gazı emisyonları kapasite artırımı için bina plan ve özellikle yalıtım, aydınlanma, ısınma, soğutma gibi işlevlerin de yöntem ve teknoloji yenilemelerine gidilerek ve mevzuatta bulunan durumların daha kolay ve etkin işlerlik kazanılmasına çalışılmalıdır.

Binalarda ısı ölçme sistemleri ile kazanlı ortak ısıtma sisteminin özellikle çoklu kullanım hizmeti veren binalarda daha etkin bir hale getirilmesine gayret edilmesi de sera gazı emisyon kapasitesinde iyileştirmelere meydan verecektir. Bu arada her yeni binada daha sıkı yönetim ile en az şartlarda yalıtımın yapılmasına dikkat edilmelidir. Bu kuralların ruhsatlı olan yapılarda uygulanması çok daha kolaydır, bunun etkinliğini artırmak için ruhsatsız yapıların ruhsat alabilmelerini kanuni bir şekilde kolaylaştırılmalıdır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evraz'ınızı <https://eobs.medipol.edu.tr/e-imza/inkinden/D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Binaların yönetiminde kişilerin veya bina sahiplerinin görüşlerinden ziyade sistemleştirilmiş ve her binaya uygulanabilir bir düzenlemenin getirilmesi de sera gazı emisyon azaltımına meydan vererek kapasite artırımı sağlanabilir.

Özellikle yeşil binalar ve diğer binalarda enerji verimliliği ve yoğunluğu ile ilgili olarak hükümetin bir standart dahilinde hazırlayarak yürürlüğe konulan yönetmenlikler sayesinde de sera gazı kapasite artırımına kazanç sağlanır. Özellikle, enerji tasarrufu karakterli olarak hazırlanan binalara talep daha da fazla artacaktır. Daha önceden yapılan basit hesaplamalara göre kârlı yatırımlar yolu ile 8-10 sene içinde 80 Mt CO<sub>2e</sub> emisyon kapasitesi artırımı sağlanabilir (Türkiye'de Sera Gazı Emisyonlarını Azaltma Potansiyeli, 2011). Aynı kaynakta bunun 2030 yılına kadar yaklaşık 160 Mt CO<sub>2e</sub> kadar azaltılabileceğini öne sürmektedir. Benzer olarak bütün tedbirlerin göz önünde tutulması ile bu miktarların sırası ile 160 Mt CO<sub>2e</sub> ile 375 Mt CO<sub>2e</sub> kadar kapasite artırımı yapılabileceği bir ön bilgi olarak sunulmuştur. Ayrıca 2020 (2030) yılında karlı azaltma tedbirlerinin -95Euro/tCO<sub>2e</sub> (-110Euro/tCO<sub>2e</sub>) olacağına vurgu yapılmaktadır.

Elektrik konusunda mevcut durumdan farklı olarak beklenen nükleer enerji kaynağının 2023'e kadar işlerlik kazanmasıdır. Özellikle, hidroelektrik ve rüzgâr enerjileri kapasitelerindeki artışlara paralel olarak sera gazı salım kapasitelerinde de artışlar ortaya çıkacaktır. Yapılan bu yatırım ve gelişmeler sonrasında 2030 yılında birincil (fosil) enerji payının toplam enerjideki oranının %40 civarına inmesi beklenmektedir. Nükleer enerji kaynağının 2030 yılına kadar 50 Mt CO<sub>2e</sub> miktarında bir sera gazı salım kapasite artırımı sağlayacağı belirtilmiştir (Türkiye'de Sera Gazı Emisyonlarını Azaltma Potansiyeli, 2011). Yurt dışından ithal edilecek her türlü işlenmiş enerji kaynağı da ayrıca bir ilave kapasite artırımına yardımcı olacaktır. Bunlara ilave olarak Gürcistan, Bulgaristan ve Rusya gibi ülkelerden ithal edilecek işlenmiş enerji kaynakları sayılabilir. Mevcut durumdaki rüzgâr ve hidroelektrik enerji kaynaklarının artma ve doğal gaz azalma durumları da göz önünde tutulursa 2030 yılına kadar yaklaşık 40 Mt CO<sub>2e</sub>'lik bir kapasite kazanımına da sahip olunabilir. Enerji dağıtım şebekesindeki mevcut duruma göre yapılacak iyileştirmeler ile de kapasite artırımı sağlanır, bunun değerinin yukarıda zikredilen kaynağa göre 2030 yılında 8 MtCO<sub>2e</sub> kadar olması beklenmektedir. İlave olarak 2030 yılında hidroelektrik (20\$/tCO<sub>2e</sub>), jeotermal (30\$/tCO<sub>2e</sub>), ve gaz (50\$/tCO<sub>2e</sub>), olmak üzere ilave olarak yaklaşık 90 MtCO<sub>2e</sub> gazı salım kapasite artırımına gidilebilir.

Binalar açısından mevcut durumdaki gaz yoğunlaşmalı kazanların kullanımı gittikçe artmakta ve bunun planlanmış senaryolar arasında da artacağını temin edebilmesi ile sera gazı salım kapasitesi artırımına gidilebilecektir. Benzer şekilde, meskenler için mevcut durumdaki yalıtım çalışmalarının planlanmış senaryo olarak belki de daha fazla bir şekilde artacağı bilinmektedir. 2030 yılında 2010 yılına göre hiçbir yalıtım almamış binaların oranının %45 civarında azalacağı öngörülmektedir. Mevcut durumda bu oran %20 civarında bulunmaktadır. Bu arada güneş enerjili ısıtma sistemleri ile yalıtım tedbirlerinin de gittikçe artması ile sera gazı emisyonları kapasite artırımına ilaveler gelecektir.

2030 yılına kadar planlanmış senaryolar ile mevcut senaryo durumuna göre 6-7 Mt CO<sub>2e</sub>'lik bir düşüş ve dolayısı ile sera gazı emisyon kapasite artışından söz edilebilir. Buna mukabil ticari yapılarda sera gazı emisyon azalımı daha azdır ve 2030 yılına kadar ilave 1-2 Mt CO<sub>2e</sub>'lik bir kapasite artırımının olabileceği söylenmektedir.

Mesken yapılarında da daha önceden açıklanan tedbirler dolayısı ile sera gazı emisyonlarında düşüşler sağlanabilecektir. Hiçbir yalıtımı olmayan binalar tüm binaların yaklaşık ¼'ünü teşkil ettiğinden geri kalan binalarda yalıtım yapılması ile ilave sera gazı emisyon kapasitesi artırılabilir. Böylece binalarda daha az enerji kaçağının yanında mesken sahiplerine daha kazançlı bir ortam ve standartlara uygun yönetilen bir durum da sağlar. İlave olarak ısı ölçüm cihazlarının ve termostatların sayılarının da artırılması ile sera gazı emisyonlarının miktarlarında önemli oranlarda azalmaya ve böylece kapasite artırımının da daha fazla artmasına sebep olurlar. Mevcut duruma göre böyle bir azalmanın 2030 yılında yaklaşık 5-5.5 Mt CO<sub>2e</sub> değeri kadar olması beklenmektedir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://coys.mecupl.edu.tr/e-imza/linkinden/D7B9DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

## 10.6.2 İlave Tedbirler Senaryosu

Sera gazı emisyon kapasitelerinin artırılmasında bir diğer senaryo takımı arasında düşük karbon yönündeki politikalar arasında planlanmış olanların biraz daha geniş tutulması da bir miktar SGS katkı payının artırılmasında rol oynayabilirler.

Enerji ticareti ve devlet desteği yapısı altında fakir halka bedava linyit sağlanması politikasından vaz geçilmesi uygun olur. Değişik yakıtların farklı karbon yoğunlukları bulunmaktadır ve karbon yoğunluğu daha az olan yakıtların özellikle mesken ve ticari binalarda kullanılması ile de kapasite artırımı sağlanabilir. Enerji verimliliğinin artırılması ve yoğunluğunun da azaltılması ile daha düşük karbon emisyonları elde edilebilir, ancak aynı zamanda gaz kullanımı konusunda da azaltıma gidilebilirse bu da sera gazı emisyon kapasitesinde artımlara sebep olur.

Linyit ve kömür madenciliğine verilen teşviklerin azaltılması ile bunların yerine daha düşük karbonlu yakıtların kullanılması kapasite artırımına meydan verir. Ancak bu durum, Türkiye için pek geçerli olamaz, çünkü her iki enerji kaynağı da yerlidir. Bunun için rüzgâr, güneş ve jeotermik ile hidroelektrik tesislerinde mevcut ve planlanmış senaryolara ilave olarak bir artışın sağlanması ile her ne kadar SGS kapasitesi artırılabilirse de, bu artırım yerli kömür ve linyit kullanımı emisyonları ile doldurulabilir. Bu durumlarda teknolojinin de daha az SGS üreten cinslerle değiştirilmesi kapasite artırımına yol açar.

Yenilenebilir enerji için alım ve satış fiyatlandırılması da kapasite artırımına tesir eder. Yüksek olan toptan elektrik fiyatları ve yeniden güncellenerek gözden geçirilmiş alım garantili tarifelerin bir arada bulunması rüzgâr, güneş, jeotermal ve hidroelektrik gibi yerli enerji kaynaklar da ilave (genişletilmiş) kapasite artırımlarına yol açar.

Elektrik sektörünün karbon fiyatlandırmasının AB sera gazı ticaretinin içinde kalması durumunda tCO<sub>2e</sub> başına 40 Euro fiyat indirimi sağlayabilir.

Planlanmış senaryo politikaların da ötesinde daha da fazla sera gazı emisyon kapasitesinin artırılması için enerji verimliliğinin mümkün olduğu kadar artırılması ve enerji yoğunluğunun düşürülmesi önerilebilir. Enerji verimliliği için elverişli kredi şartları altında enerji tasarrufu yatırımlarında bulunulabilir. Ayrıca, bina stoklarında enerji verimliliği tedbirlerinin daha sıkı bir şekilde yürürlüğe konulması da kapasiteyi bir miktar artırabilir. Bina enerji derecelendirme belgesi, enerji yönetim ve denetim hizmetleri ve şartları gibi benzeri yazılım yaklaşımlarının daha da güçlendirilmesi ile kapasite artırımına gidilebilir.

Binalarda enerji yönetim birimlerinin daha bilinçli ve etkin bir biçimde rol almalarının sağlanması ve sera gazı emisyonlarının daha az üretkenliği olan alet, edevat ve cihazların piyasaya sürülerek halkın bilinçlendirilmesi ile toplumda enerjiye daha duyarlı kitlelerin artmasını sağlamak ta faydalıdır. Burada ayrıca, işletme maliyetlerinin azaltılması, enerji tasarruf çalışmalarının daha özendirici ve verimli hale getirilmesinin sağlanması ilave faydalar ortaya çıkarır. Sermaye ve işlem maliyetlerinin %40-%50'ye varan oranlarda düşürülmeye çalışılması da önemlidir.

Sanayi açısından genişletilmiş politika uygulamasında enerji verimliliğini artıracak yakıt tasarruflarının artırılması da önemlidir. Zaten sanayide ilk girişi sağlayan enerji, su ve ham madde üçlüsünde mümkün olduğu kadar sera gazı emisyonlarını daha da ileri safhalarda azaltacak tedbirlerin alınması ile kapasite artırımına gidilebilir. Bunun için daha yüksek teknolojilerin kullanılmasına yön verilmelidir. Bu teknikler yakıt ve ham madde ikamesi ve atık madde ve su değerlendirme imkanlarının artırılması, yakılabilen sera gazlarının (metan gibi) yakılması veya miktarının azaltılması, karbondioksit gazının tutulması ve depolanması ile atmosfere salınan sera gazı miktarlarında azaltımlar sağlanarak kapasite artırımına ilave destekler ortaya çıkarılabilir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sehalettin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Dış alımlarda fiyatların daha düşük olmasına göre enerji, malzeme, teknoloji ile alet edevat satın alınmasının önünde bunlardan daha az sera gazı salanların tercih edilmesine ağırlık verilmelidir.



Sanayi uygulamalarında en iyi enerji verimliliği olan yöntemlerin kıyaslamalı bir biçimde seçilmesi gerekir. Burada yapılan sözleşmelerde de sera gazı salım azaltımı daha iyi olanlar seçilmelidir. Sanayinin değişik alt sektörlerinde çalışan kamu kuruluş ve özel şirketlerin aynı malı üretenleri arasında özendirici rekabetlerin enerji verimliliği üzerinden yapılarak teşvik edilmesi, ödüllendirilmesi ve gerekirse devlet veya diğer vasıtalarla desteklenmesi yolu ile de ülke içinde enerji verimliliği daha da artırılabilir. Bu arada sektörler arasında o zamana kadar gelişmiş ve uygulamaya yönelik bilgilerin ortaklaşa kullanımının da sağlanması ile kapasite artımına gidilebilir. Yapılan çalışmalar sırasında işlem maliyetinin de düşürülmesine çalışılmalıdır. Bu faaliyetler karbon vergilendirilmesi ile de desteklenebilir. Sanayide karbon fiyatlandırma ve uygulama senaryolarının da zaman zaman gözden geçirilerek daha iyileri ile değiştirilmesi veya desteklenmesi faydalı olur. Sektörler arasında sera gazı emisyon ticareti de kapasite artımına yardımcı olabilir. Özellikle kömür, atık, gaz boru hatları, tarım gibi sektörlerde öncelik verilmelidir. Karbon fiyatlandırması ile her türlü sera gazı emisyon azaltılması desteklenmektedir. Sera gazı emisyonlarının belirli miktarlarda azaltılması için mümkün olan en düşük maliyetler uygulanmalıdır. Sanayi sektöründe, bir başka sera gazı azaltım işlemi de atıkların kullanılması sırasında ortaya çıkan bazı engellerin ortadan kaldırılmasına yardımcı olacak senaryolu politikaların da ortaya çıkarılmasına gayret edilmelidir. Bilhassa, çimento sanayisinde atık yakıtlarının tekrardan kullanılması önemli ölçüde sera gazı azaltımı sağlayabilir. Sera gazı azaltımını destekleyecek projelerin sürekli olarak geliştirilmesine yardımcı desteklerin sağlanmasına önem verilmelidir. Burada en önemli hususun emisyonları düşürecek teknolojilerin geliştirilmesidir.

Özellikle, elektrik üretiminde mümkün olduğu kadar az sera gazı üretecek yöntem, teknik, teknolojiler ve yakıt türleri ile ilgili senaryoların devamlı olarak gündemde tutularak iyileştirilmesine çalışılmalıdır. Bu konuda yenilenebilir enerji kaynaklarının katılım oranlarının çok daha fazla artırılmasına gayret edilmesi senaryosu tavsiye edilir. Mesela, 2030 yılına kadar rüzgâr enerjisinin 30 GW ve hidroelektrik tesislerinin miktarlarının da bugüne göre %50 civarında artırılması seçenekleri önemli senaryolar arasında tavsiye edilir. Bu konuda yapımının son aşamasına varılmış olan Ilisu Barajı önemli bir misal teşkil etmektedir. Atıklardan elde edilecek enerji miktarında da daha fazla istifade etme yönüne gidilmelidir. 2030 yılına kadar elde edilecek kapasitenin büyük bir kısmı ve üretiminde yarısı kadarı fosil olmayan kaynaklardan gelecek biçimde uzun vadeli bile olsa planlamaların yapılmasına çalışılması da bir senaryo olarak önümüzde bulunmaktadır. Kombine çevrim gaz santrallerine önem verilmesi kapasite artırımının sağlanmasına destek olur. Burada senaryolardan bir diğerinin nükleer enerji santral sayısının artırılması göz önünde bulundurulmasıdır. Zaten Akkuyu nükleer santralının kısa vadede ve Sinop için planlanan nükleer enerji santralının de uzun vadede işleme alınması ile kapasite artırımlarında önemli artışların sağlanması temin edilebilecektir. Uzun vadede aşamalı olarak Türkiye hidroelektrik potansiyelinin tümünün geliştirilmesi de bir senaryo olarak önümüzde bulunmalıdır. Ayrıca, jeotermal ve rüzgâr enerjilerinin 2030 yılına kadar sırası ile 4.5 GW ve 30 GW olarak tamamlanması senaryosuna da önem verilmelidir. Bu arada güneş enerjisinden mümkün olduğu kadar yararlanılması ve kapasitesinin artırılması da sürekli bir senaryo olarak her zaman ve uygun yerlerde planlanmalıdır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

# 11. SONUÇ VE BEKLENTİLER

Önceki bölümlerde genel olarak, bu projeye temel teşkil eden LEAP modelinin ilk sonuçları ile ilgili sayısal ve sözel bilgiler ana sektörler (Enerji, sanayi, tarım ve ormancılık, ulaştırma, atık, binalar) ve alt sektörleri hakkında sunulmuştur. İlave olarak yerli bir yaklaşım yazılımları ile yine değişik sektörler hakkında tümden geliş görüşü ile gelecek yıllarda ne gibi durum, risk ve maliyetlerle karşılaşabileceği hakkında da bilgiler grafikler, sayısal ve sözel ifadelerle verilmiştir. Sunulan bu raporun paydaşlar tarafından incelenerek proje takımına verilecek geri beslenme bilgileri ile projenin geri kalan süresinde paydaşların ve özellikle de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ortak görüşleri ile nihai faydalı sonuçlara ulaşılabilecektir. Bundan sonraki çalışmalarda aşağıdaki noktalara göre çalışmaların verimli bir şekilde sürdürülmesi beklenmektedir.

1) Modelleme çalışmaları tüm sektörler için senaryoların sektör temsilcileri ve uzmanlarının görüşleri doğrultusunda gözden geçirilip (revize edilip) nihai senaryolar ortaya çıkarıldıktan sonra model kabulleri daha da iyileştirilerek sonuçlar güncellenecektir,

2) Senaryolar netleştirildikten sonra ekonomik değerlendirme yapabilmek için üretilen senaryoların maliyetlendirilmesi çalışmalarına başlanacak ve makro ekonomik model girdileri ortaya çıkarılacaktır,

3) Modelleme altyapısında kurumların görüşleri ve yeni verilerin elde edilmesi durumunda model altyapısı güncelleştirilerek daha da ayrıntılı hale getirilecektir,

4) Hali hazırdaki modelle ayrıntılı uzatım (projeksiyon) yapmak ve salım (emisyon) değerleri tahmin etmek mümkün hale gelmiş vaziyettedir. Paydaşlardan gelecek geri beslenme bilgileri ile özellikle LEAP model sonuçlarının ülkemiz verileri tabanlı nihai sonuçlara varılmasına çalışılacaktır,

5) Önümüzdeki dönemde paydaşlar ve özellikle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı aracılığı ile gelecek yapıcı eleştiriler ile varsa tespit edilen hatalar giderilecektir,

6) Projenin geri kalan süresinde, başta Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve aracılığı ile diğer ilgili kurum ve kuruluşlar ile daha sık ilişkiler kurularak ve Ankara'ya yapılacak sık ziyaretler ile projenin ortaklaşa başarıya ulaşması için çalışılacaktır.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

## 12. KAYNAKLAR

Barut B. Z., Turgut M. M., Akbolat D., Celik I. (2014). EffectSGS of the Tillage Systems in Wheat Cultivation on Soil CO<sub>2</sub> Emission. Çukurova University. Conference: 18 th World Congress of CIGR Beijing, China

Bossio, D. (2015). Soil organic matter: the bridge between UNCCD and UNFCCC. Presented at the Rio Convention Pavillion UNCCD COP12, Ankara, Turkey, October 20, 2015. International Center for Tropical Agriculture (CIAT).

Burniaux, J. M., & Truong, T. P. (2002). GTAP-E: an energy-environmental version of the GTAP model. GTAP Technical Papers, 18.

Burniaux, J. M., Nicoletti, G., & Oliveira-Martins, J. (1992). Green: A Global Model for Quantifying the Costs of Policies to Curb CO<sub>2</sub> Emissions. OECD Economic Studies, 49-49.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2019) 2023'e Doğru Türkiye'de Çevre Ve Şehirciliğin Geleceği İstisare Toplantısı Sonuç Bildirgesi (2019). Erişim adresi: <https://csb.gov.tr/bakan-kurum-2023-e-dogru-turkiye-de-cevre-ve-sehirciligin-gelecegi-istisare-toplantisi-sonuc-bildirgesini-acikladi-bakanlik-faaliyetleri-25421>

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2016). Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2016-2023. Erişim adresi: <https://cygm.csb.gov.tr/ulusal-atik-yonetimi-ve-eylem-plani-2016-2023-hazirlandi.-haber-221234>

Després, J., Keramidas, K., Schmitz, A., Kitous, A., Schade, B., (2018). POLES-JRC model documentation – 2018 update, EUR 29454 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-97300-0, doi:10.2760/814959, JRC113757

ECF (European Climate Foundation), (2010). Roadmap 2050: a practical guide to a prosperous, low-carbon Europe Volume I: technical and economic assessment, Full documentation, April

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (2018a). Enerji Denge Tabloları 1990-2017. Erişim adresi: <https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (2018b). Türkiye Enerji Verimliliği Gelişim Raporu (2000-2016). Erişim adresi: EV-2018-01-V1 i – 33: 161-187.

Eraslan, İ. (1982). Orman Amenajmanı İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını. (Yayın No: 3010/318)

Hanslow, K., & Hinchy, M. (1996). The MEGABARE model: Interim documentation. Canberra: Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics (ABARE).

IATA. (2015). International Air Transport Association Sustainable Aviation Fuel Roadmap, 3,15.

IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

İMO Yapı Malzemeleri Komisyonu (2015) Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri

JRC-EU-TIMES (2019)., JRC TIMES energy system model and database for the EU, 2019. Erişim adresi: <https://zenodo.org/record/3544900#.XtbaUDozblU>

Bu belge 5076 sayılı e-İmza Kanununa göre 1901 Dİ. Sayısının AY DİA tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://cbys.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden-D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Karayolları Genel Müdürlüğü. (2016). Karayollarında Ağır Taşıt Trafikinin ve Yük Taşımacılığının Özellikleri ve Eğilimleri (s. 61-62). Türkiye.

- Karayolları Genel Müdürlüğü. (2017). Trafik ve Ulaşım Bilgileri (2004-2017). Erişim adresi: <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/TrafikveUlasimBilgileri/>
- Keleş, R. (2008). Kentleşme Politikası, Genişletilmiş Güncellenmiş 10. Baskı, Ankara: İmge Kitabevi, s. 25-26, 67- 68: 74-78.
- Kızıroğlu, A. H., (2014). Türkiye'nin Nüfus Değişimine Göre İl Bazında Kentleşmesine Bir Bakış (1965-2014). Maltepe Üniversitesi: 1-26
- Mantzos, L., Wiesenthal, T., Matei, N. A., Tchung-Ming, S., Rozsai, M., Russ, P., & Soria Ramirez, A. (2017). JRC-IDEES: Integrated Database of the European Energy Sector -Methodological note, EUR 28773 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-73465-6, doi:10.2760/182725, JRC108244
- Mantzos, L., Wiesenthal, T., Neuwahl, F., Rózsai, M., (2019). The POTEnCIA Central scenario: An EU energy outlook to 2050, EUR 29881 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-12010-0, doi:10.2760/32835, JRC118353.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (t.y.). İllere Ait Mevsim Normalleri (1981-2010)
- Mutlu M., Kaynaklı Ö., Kılıç M., (t.y.). Elektrikli Ev Aletlerinin Enerji Etiketlemesinin İncelenmesi. Erişim adresi: [https://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/728306c33e38495\\_ek.pdf](https://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/728306c33e38495_ek.pdf)
- Ntziachristos L., Gkatzoflias D., Kouridis C., Samaras Z. (2009). COPERT: A European Road Transport Emission Inventory Model. In: Athanasiadis I.N., Rizzoli A.E., Mitkas P.A., Gómez J.M. (eds) Information Technologies in Environmental Engineering. Environmental Science and Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg
- Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı. (2014). *Türkiye Orman Varlığı* (Yayın No: 115). Envanter Serisi No: 17. Erişim adresi: <https://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/TurkiyeOrmanVarligi.aspx>
- Orman Genel Müdürlüğü. (2018). *OGM Stratejik Plan 2019-2023*. Erişim adresi: [https://www.ogm.gov.tr/Lists/Duyurular/Attachments/948/OGM%20STRATEJ%4%B0K%20PLAN\\_2019-2023.pdf](https://www.ogm.gov.tr/Lists/Duyurular/Attachments/948/OGM%20STRATEJ%4%B0K%20PLAN_2019-2023.pdf)
- Peters, J. C. (2016a). The GTAP-power data base: disaggregating the electricity sector in the GTAP data base. *Journal of Global Economic Analysis*, 1(1), 209-250.
- Peters, J. C. (2016b). GTAP-E-Power: an electricity-detailed economy-wide model. *Journal of Global Economic Analysis*, 1(2), 156-187.
- Rutherford, T., MONTGOMERY, W., & Bernstein, P. (1997). CETM. A dynamic general equilibrium-model of global energy markets, carbon dioxide emissions and international trade. University of Colorado. Working Paper 97-3, Boulder.
- Simoes, S., Nijs, W., Ruiz, P., Sgobbi, A., Radu, D., Bolat, P., Thiel, C., Peteves, S., (2013). The JRC-EU-TIMES Model. Assessing the long-term role of the SET plan energy technologies, EUR 26292 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2790/97596, JRC85804, Erişim adresi: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC85804>
- Şen Z. (2012). Innovative Trend Analysis Methodology *Journal of Hydrologic Engineering* 17(9), 1042-1046.
- Şen, Z., (2014). Trend Identification Simulation and Application. *Journal of Hydrologic Engineering* 19(3), 635-642.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabırdar P. DİN tarafından 09.06.2019 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrağınızı <http://www.dipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2018). *2019-2023 Stratejik Plan* (s. 66). Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Duyuru/87/Tarim-Ve-Orman-Bakanligi-2019-2023-Stratejik-Plani-Yayimlandi>
- Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. (2018a). *Süt Sektör Politika Belgesi 2018-2022* (s. 51). Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Plan-Program-Ve-Faaliyet-Raporlari/sect%C3%B6r-politika-belgeleri>
- Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. (2018b). *Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi 2018-2022*. (s. 56) Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Plan-Program-Ve-Faaliyet-Raporlari/sect%C3%B6r-politika-belgeleri>
- Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. (2018c). *Gübre Sektör Politika Belgesi 2018-2022* (s. 50) Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Plan-Program-Ve-Faaliyet-Raporlari/sect%C3%B6r-politika-belgeleri>
- Türk Yapı Sektörü Raporu. (2016). İnşaat Malzemeleri Sanayisi: Aydınlatma (s. 133). Erişim adresi: <http://www.yapi.com.tr/TurkYapiSektoruRaporu2016/files/assets/basic-html/index.html#1>
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) (s. 97)
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2018). Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi (s. 100).
- Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Taşımacılık AŞ Genel Müdürlüğü. (2017). İstatistik Yıllığı 1999-2017. Erişim adresi: <http://www.tcddtasimacilik.gov.tr/sayfa/istatistikler/>
- Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2019). Ulaşan ve Erişen Türkiye (s. 25).
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2018). *Nüfus Projeksiyonları, 2018-2080*. Sayı:30567. Erişim adresi: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30567>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2019a). *2019 National Inventory Report (NIR)*. Erişim adresi: <https://unfccc.int/documents/194819>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2019b). Taşıt-kilometre İstatistikleri, 2015-2017.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2019c). Atık İstatistikleri (1994-2018). Erişim adresi: [http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1019](http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019)
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2019d). Belediyelerin Atık İstatistikleri (1994-2018). Erişim adresi: [http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1019](http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019)
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2019e). Yapı Ruhsatına Göre Kullanma Amacı. Haber bülteni. Erişim adresi: [http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=6368&tb\\_id=9](http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=6368&tb_id=9)
- Url-1, Emission Standards, Summary of worldwide engine and vehicle emission standards, <https://dieselnet.com/standards/#eu>
- Yılmaz, M., (2012). Türkiye'de Kırsal Nüfusun Değişimi ve İllere Göre Dağılımı (1980-2012). Doğu Coğrafya Dergisi Türkiye İstatistik Kurumu. (2019). Yapı Ruhsatına Göre Kullanma Amacı. Haber bülteni. Erişim adresi: [http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=6368&tb\\_id=9](http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=6368&tb_id=9)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

# 13. EKLER

## EK – 1: SGS Birim Fiyatları

### CO2 EUROPEAN EMISSION ALLOWANCES PRICE IN EUR - HISTORICAL PRICES

| DATE       | CLOSING PRICE | OPEN  | DAILY HIGH | DAILY LOW |
|------------|---------------|-------|------------|-----------|
| 08/14/2019 |               | 27.15 |            |           |
| 08/15/2019 |               | 26.41 |            |           |
| 08/16/2019 |               | 26.12 |            |           |
| 08/19/2019 |               | 26.25 |            |           |
| 08/20/2019 |               | 26.94 |            |           |
| 08/22/2019 |               | 25.78 |            |           |
| 08/23/2019 |               | 25.33 |            |           |
| 08/27/2019 |               | 25.25 |            |           |
| 08/28/2019 |               | 26.00 |            |           |
| 08/29/2019 |               | 25.93 |            |           |

\* Bu raporda yapılan tCO2e birim maliyeti aşağıda verilmiş olan internet sitesinden alınmıştır.

#### **EMISSION PRICES SITE**

<https://markets.businessinsider.com/commodities/co2-european-emission-allowances>

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

## EK – 2: Matlab Yazılımları

```
function RCP4585Risk(GRCP45,GRCP85,YOBS,XTitle)
% This program is written by Zekâi Şen on 26 August 2019
% It calculates the minimum, mean and maximum RCP2.6, 4.5 and 8.5 values
% for a given region
% GRCP45: Observation converted annual total rainfall RCP4.5 scenarios
% GRCP85: Observation converted annual total rainfall RCP8.5 scenarios
% YOBS : Observation annual total rainfall records
% YTitle: Either 'Precipitation (mm)' or 'Temperature (^oC)'
% Title : Region name, for instance 'Doğu Anadolu Region'
S=size(GRCP45);
RCPny=S(2); % Number of years
ns=S(1); % Number of stations
S=size(YOBS);
OBSny=S(2);
Baslik={'Antalya','Burdur','Isparta','Mersin','Adana','Hatay (Samandağı)','Kahramanmaraş'};
% RCP scenario min., mean and max. values time series
for j=1:ns
    RCP45_2015_2030(j,1:16)=GRCP45(j,15:30);
    RCP45_2031_2050(j,1:20)=GRCP45(j,31:50);
    RCP45_2020_2040(j,1:21)=GRCP45(j,20:40);
    RCP45_2041_2070(j,1:30)=GRCP45(j,41:70);
    RCP45_2071_2100(j,1:30)=GRCP45(j,71:100);
% RCP85 time series
    RCP85_2015_2030(j,1:16)=GRCP85(j,15:30);
    RCP85_2031_2050(j,1:20)=GRCP85(j,31:50);
    RCP85_2020_2040(j,1:21)=GRCP85(j,20:40);
    RCP85_2041_2070(j,1:30)=GRCP85(j,41:70);
    RCP85_2071_2100(j,1:30)=GRCP85(j,71:100);
end
% RISK CALCULATION NOT: CHANGE FOR EACH RCP FOR RCP4.5 and RCP8.5 AND ALSO
% FOR MINIMUM, MEAN AND MAXIMUM
for j=1:l
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(YOBS(j,1:end),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(YOBS(j,1:end)),0.1,'Observation 2030-2006')
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP45_2015_2030(j,1:16),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP45_2015_2030(j,1:16)),0.1,'RCP4.5 projection 2015-2030')
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP45_2031_2050(j,1:20),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP45_2031_2050(j,1:20)),0.1,'RCP4.5 projection 2031-2050')
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP45_2020_2040(j,1:21),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP45_2020_2040(j,1:21)),0.1,'RCP4.5 projection 2020-2040')
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP45_2041_2070(j,1:30),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP45_2041_2070(j,1:30)),0.1,'RCP4.5 projection 2041-2070')
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP45_2071_2100(j,1:30),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP45_2071_2100(j,1:30)),0.1,'RCP4.5 projection 2071-2100')
% RCP8.5 calculations
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP85_2015_2030(j,1:16),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP85_2015_2030(j,1:16)),0.1,'RCP8.5 projection 2015-2030')
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP85_2031_2050(j,1:20),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP85_2031_2050(j,1:20)),0.1,'RCP8.5 projection 2031-2050')
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP85_2020_2040(j,1:21),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP85_2020_2040(j,1:21)),0.1,'RCP8.5 projection 2020-2040')
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP85_2041_2070(j,1:30),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP85_2041_2070(j,1:30)),0.1,'RCP8.5 projection 2041-2070')
    ProbabilityDistributionFunctionChoice(RCP85_2071_2100(j,1:30),Baslik(j),XTitle,' cm')
    text(min(RCP85_2071_2100(j,1:30)),0.1,'RCP8.5 projection 2071-2100')
end
end
function ProbabilityDistributionFunctionChoice(D,StName,Xtitle,Unit)
```

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınıza <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

```

% This program is written on 13 September 2015 Sunday by Zekâi Şen from
% Istanbul Technical University e-mail:zsen@itu.edu.tr
% Bu programda sırası ile Gamma, Log-NOrmal, Extreme Value (EV Gumbel)and Generalized
% Etreme Value (GEV, Pearson) pobability distribution functions are considered
% This program produces Intensity-frequency curve for any given time
% duration
Baslik={'Antalya','Burdur','Isparta','Mersin','Adana','Hatay (Samandağı)','Kahramanmaraş'};
% D      : Time series data
% Xtitle : Time series data variable name with unit
% R      : Risk levels
% StName : Station name
% V      : It is the least sum of squares of probability deviations
%         from the theoretical probability distribution
% I      : The number of PDF
%         If I = 1 Gamma PDF
%         If I = 2 Log-Normal PDF
%         If I = 3 Extreme value (Gumbel)PDF
%         If I = 4 Generalized extreme value (Pearson III)PDF
%         If I = 5 Weibull PDF
Risk=0.001:0.001:0.999;
R=[1-Risk(500) 1-Risk(200) 1-Risk(100) 1-Risk(40) 1-Risk(20) 1-Risk(10) 1-Risk(4) 1-Risk(2)];
n=length(D);
DM=1.1*max(D);
Dm=min(D);
x=Dm:0.1:DM;
pp=(1:1:n)/(n+1); % Data probability in ascending order
p=1-pp'; % Data probability in descending order
SD=sort(D); % Sorted time series in ascending order
pgam=gamfit(D); % Gamma PDF parameters
ygam=1-gamcdf(x,pgam(1),pgam(2));
ptgam=1-gamcdf(SD,pgam(1),pgam(2));
ppt2gam=(p-ptgam).^2;
GTest=mean(ppt2gam);
plon=lognfit(D); % Log-Normal PDF parameters
ylon=1-logncdf(x,plon(1),plon(2));
ptlon=1-logncdf(SD,plon(1),plon(2));
ppt2lon=(p-ptlon).^2;
LNTest=mean(ppt2lon);
pevd=evfit(D); % Extreme value PDF parameters
yevd=1-evcdf(x,pevd(1),pevd(2));
ptevd=1-evcdf(SD,pevd(1),pevd(2));
ppt2evd=(p-ptevd).^2;
EVTest=mean(ppt2evd);
pgev=gevfit(D); % Generalized extreme value PDF parameters
ygev=1-gevcdf(x,pgev(1),pgev(2),pgev(3));
ptgev=1-gevcdf(SD,pgev(1),pgev(2),pgev(3));
ppt2gev=(p-ptgev).^2;
GEVTest=mean(ppt2gev);
pwbl=wblfit(D); % Weibull PDF parameters
ywbl=1-wblcdf(x,pwbl(1),pwbl(2));
ptwbl=1-wblcdf(SD,pwbl(1),pwbl(2));
ppt2wbl=(p-ptwbl).^2;
WBLTest=mean(ppt2wbl);
rgam=gaminv(R,pgam(1),pgam(2));
rlon=logninv(R,plon(1),plon(2));
revd=evinv(R,pevd(1),pevd(2));
rgev=gevinv(R,pgev(1),pgev(2),pgev(3));
rwbl=wblinv(R,pwbl(1),pwbl(2));
[V I]=min([GTest LNTest EVTest GEVTest WBLTest]);
if I == 1

```

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://eys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

```

yf=ygam;
rf=rgam;
pr=pgam;
PR='Gamma PDF';
elseif I ==2
    yf=ylog;
    rf=rlog;
    pr=plon;
    PR='Log-normal PDF';
elseif I == 3
    yf=yevd;
    rf=revd;
    pr=pevd;
    PR='Gumbel';
elseif I == 4
    yf=ygev;
    rf=rgev;
    pr=pgev;
    PR='Pearson PD';
else
    yf=ywbl;
    rf=rwbl;
    pr=pwbl;
    PR='Weibull PDF';
end
figure
scatter(SD,p,'k*')
title(StName)
xlabel(Xtitle)
ylabel('Exceedence probability')
hold on
grid on
box on
plot(x,yf,'LineWidth',2,'Color','r') % Theoretical PDF plot
legend('Veri değerleri',PR,' PDF','Location','Northeast')
text(DM/2,0.80,['Location parameter = ' num2str(pr(1))])
text(DM/2,0.75,['Scale parameter = ' num2str(pr(2))])
%text(0.60*DM,0.60,[' 2-yıl yağışı = ' num2str(rf(1)),Unit])
%text(0.60*DM,0.55,[' 5-yıl yağışı = ' num2str(rf(2)),Unit])
%text(0.60*DM,0.50,[' 10-yıl yağışı = ' num2str(rf(3)),Unit])
%text(0.60*DM,0.45,[' 25-yıl yağışı = ' num2str(rf(4)),Unit])
%text(0.60*DM,0.40,[' 50-yıl yağışı = ' num2str(rf(5)),Unit])
%text(0.60*DM,0.35,['100-yıl yağışı = ' num2str(rf(6)),Unit])
%text(0.60*DM,0.30,['250-yıl yağışı = ' num2str(rf(7)),Unit])
%text(0.60*DM,0.25,['500-yıl yağışı = ' num2str(rf(8)),Unit])
text(0.60*DM,0.60,[' 0.50 risk = ' num2str(rf(1)), ' ',Unit])
text(0.60*DM,0.55,[' 0.20 risk = ' num2str(rf(2)), ' ',Unit])
text(0.60*DM,0.50,[' 0.10 risk = ' num2str(rf(3)), ' ',Unit])
text(0.60*DM,0.45,[' 0.04 risk = ' num2str(rf(4)), ' ',Unit])
text(0.60*DM,0.40,[' 0.02 risk = ' num2str(rf(5)), ' ',Unit])
text(0.60*DM,0.35,[' 0.01 risk = ' num2str(rf(6)), ' ',Unit])
text(0.60*DM,0.30,[' 0.004 risk = ' num2str(rf(7)), ' ',Unit])
text(0.60*DM,0.25,[' 0.002 risk = ' num2str(rf(8)), ' ',Unit])
if I == 4
    text(DM/2,0.70,['Shape parameter = ' num2str(pr(3))])
else
end
end

```

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağını <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

---

```

function [B,U1,U2]=Uzatim(X,Y)
% Bu program Zekâi Şen tarafından 20 Eylül Cuma akşamı
% okunurken yazılmaya başlanmıştır.
% X : Kayıt yılları, mesela 1990-2017 arası; 1990:2017
% Y : Kayıt yıllarındaki değerler
% S1 : Uzatım yapılacak yıllar arası, mesela 2018-2030; 2018:2030
% S2 : Bir sonraki uzatım süresi, mesela 2032050; 2031:2050
% B : Yıllık büyüme oranı
AltSektor={'Fuel combustion (sectoral approach)','Energy industries',...
'Manufacturing industries and construction','Transport','Other sectors'};
S1=2017:2030;
S2=2030:2050;
ns=length(Y(:,1)); % Number of sectors
n=length(X);
n1=length(S1);
n2=length(S2);
for j=1:ns
    for i=2:n
        B(j,i)=(Y(j,i)-Y(j,i-1))/Y(j,i); % Yıllık büyüme oranları
    end
    POB=mean(B(B>0));
    NOB=mean(B(B<0));
    OB=mean(B(j,:)); % Yıllık büyüme oranı ortalaması
    SB=std(B(j,:)); % Yıllık büyüme oranı standart sapması
    figure
    plot(X(2:end),B(j,:), 'k','Linewidth',2)
    xlabel('Yıllar')
    ylabel('Yıllık büyüme yüzdesi (%)')
    title(AltSektor(j))
    box on
    grid on
    Xm=min(X);
    Ym=max(B(j,:));
    text(Xm+1,Ym,['Büyüme oranı ortalaması = ',num2str(OB),...
' Standart sapması = ',num2str(SB)])
    text(Xm+1,0.9*Ym,['Pozitif büyüme oranı ortalaması = ',num2str(POB),...
' Negatif büyüme oranı = ',num2str(NOB)])
    % Birinci uzatım
    U1(j,1)=Y(j,n);
    for i=2:n1
        U1(j,i)=U1(j,i-1)*(1+OB); % Birinci uzatım ortalama sınır
    end
    U2(j,1)=U1(j,n1);
    for i=2:n2
        U2(j,i)=U2(j,i-1)*(1+OB); % İkinci uzatım ortalama sınır
    end
    figure
    plot(X,Y(j,:), 'k','Linewidth',2)
    xlabel('Yıllar')
    ylabel('N_2O')
    title(AltSektor(j))
    box on
    grid on
    hold on
    plot(S1,U1(j,:), 'g','Linewidth',2)
    plot(S2,U2(j,:), 'r','Linewidth',2)
    legend('1990-2017','2018-2030','2031-2050','Location','SouthEast')
end
end

```

---

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://eobs.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

### EK – 3: Sektör Altyapıları

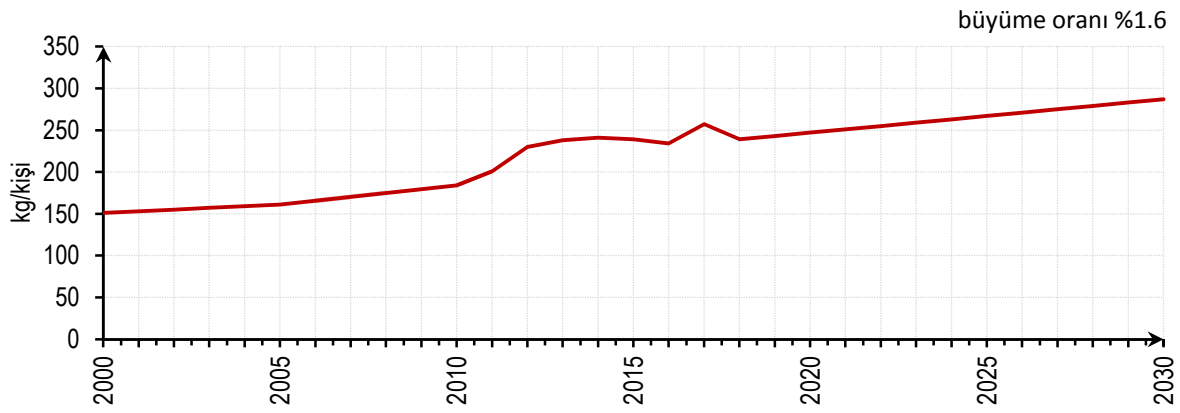
1. Enerji Sektörü  
Ek bulunmamaktadır.

2. Sanayi sektörü  
Ek bulunmamaktadır.

3. Ulaştırma Sektörü  
Ek bulunmamaktadır.

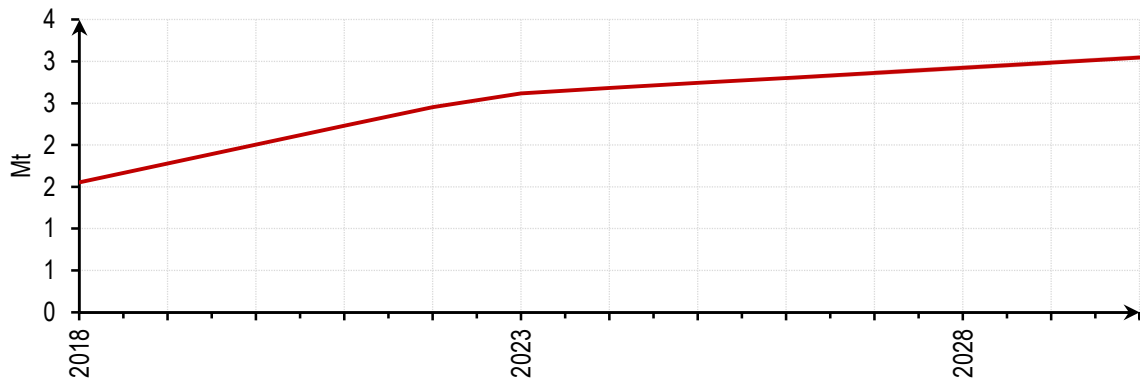
4. Tarım ve Ormancılık Sektörü

2022 yılına kadar Süt Sektör Politika Belgesi süt üretimi projeksiyonu Senaryo III'e ait kişi başı tüketim miktarları kullanılmıştır (TAGEM, 2018a). 2017-2022 artış oranının (%1.6) 2030 yılına kadar sabit olacağı kabul edilmiştir.



Şekil 4.1. Kişi başı süt tüketimi projeksiyonu

Süt Sektör Politika Belgesi 2018-2022'ye göre üretim fazlası olan süt miktarı süt tozu olarak değerlendirilecektir (TAGEM, 2018a). Bu belgede yer alan 2018-2022 yılı projeksiyon değerleri kullanıldıktan sonra 2022 süt ihtiyacı/fark oranının (%12) 2030 yılına kadar korunacağı kabul edilmiş ve üretim değeri Şekil 5.5.2'de gösterilmiştir.



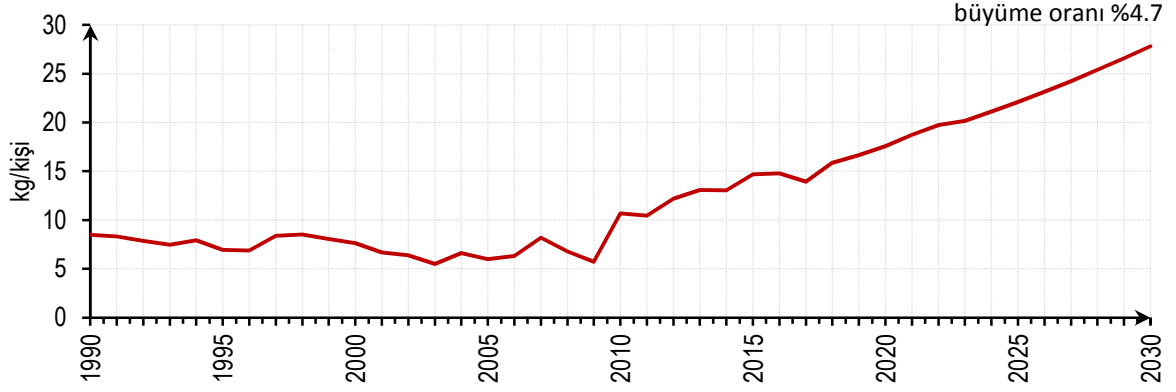
Şekil 4.2. Süt tozu üretimi projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağın <https://cbys.medipol.edu.tr/e-imza/linkedon-D7B0DB35X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

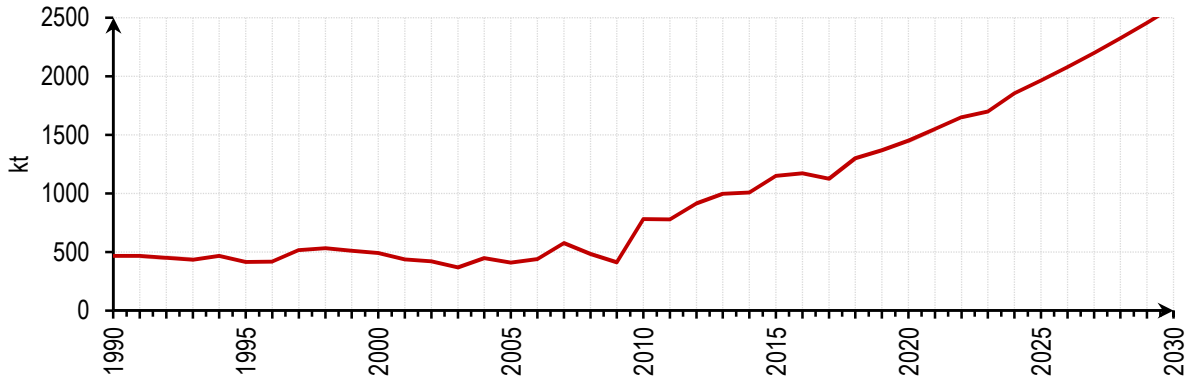
2023 yılında Tarım Bakanlığı, 2019-2023 Stratejik Planı'na ait kırmızı et üretimi miktarı 1700 kt olarak hedeflenmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018). Bu hedef doğrultusunda kişi başı tüketim değerleri TÜİK'e ait nüfus projeksiyonu kullanılarak hesaplanmıştır (TÜİK, 2018).

Kişi başı tüketim değerleri 2018-2023 yılları arası değişimi olan %4,7, 2030 yılına kadar sabit kabul edilmiş ve elde edilen kişi başı tüketim ile kırmızı et üretim miktarı hesaplanmıştır.

Kırmızı et ithalat ve ihracat değerleri sabit kabul edilmiştir.



Şekil 4.3. Kişi başı kırmızı et tüketimi projeksiyonu

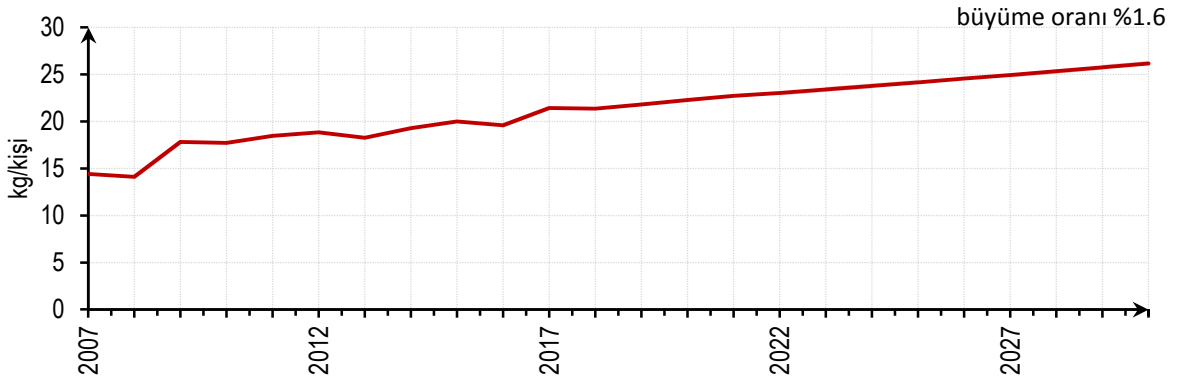


Şekil 4.4. Kırmızı et üretimi projeksiyonu

2022 yılına kadar Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi tavuk eti üretimi ve ihtiyaç miktarları kullanılmıştır (TAGEM, 2018b). Tavuk eti ihtiyacı nüfus projeksiyonuna bölünerek kişi başı tavuk eti tüketimi belirlenmiş ve 2018-2022 yılları arası büyüme oranı (%1,9) devam ettirilmiştir. 2022 sonrası tavuk eti ihtiyacı bu kişi başı tüketim projeksiyonu ile belirlenmiştir.

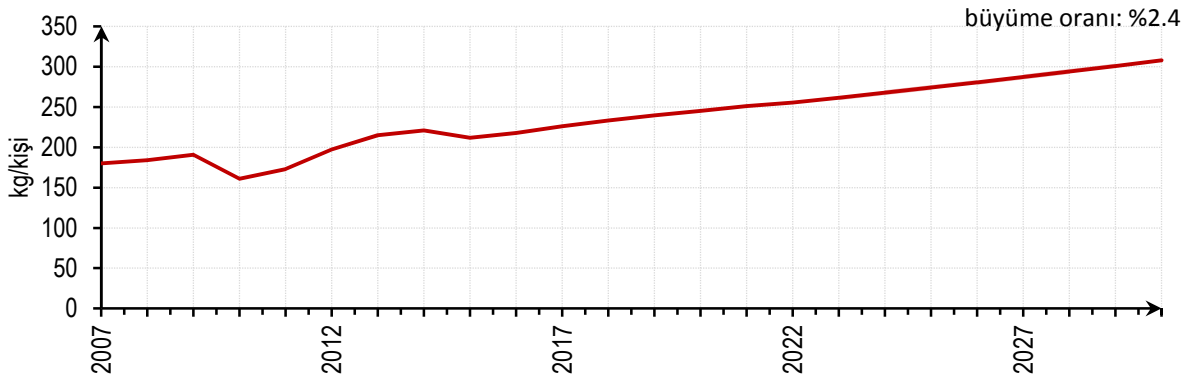
2017 yılında etçi tavuk (civciv dahil) sayısı kesilen tavuk sayısının %18'ine tekabül etmektedir ve bu ilişkinin senaryo süresi boyunca korunacağı kabul edilmiştir.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



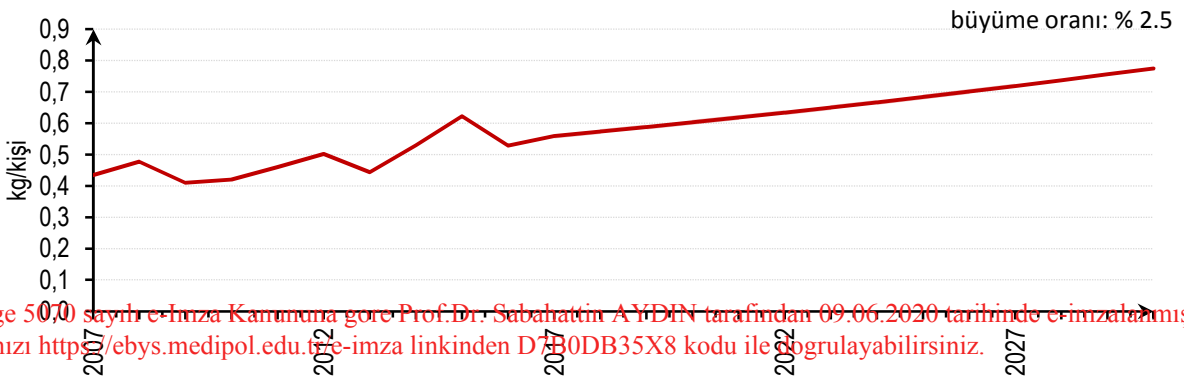
Şekil 4.5. Kişi başı tavuk eti tüketimi projeksiyonu

2022 yılına kadar Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi yumurta üretimi ve ihtiyaç miktarları kullanılmıştır. Yumurta ihtiyacı nüfus projeksiyonuna bölünerek kişi başı yumurta tüketimi belirlenmiş ve 2018-2022 eğimi devam ettirilmiştir. 2022 sonrası tavuk yumurtası ihtiyacı bu kişi başı tüketim projeksiyonu ile belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Kişi başı tavuk yumurtası tüketimi projeksiyonu

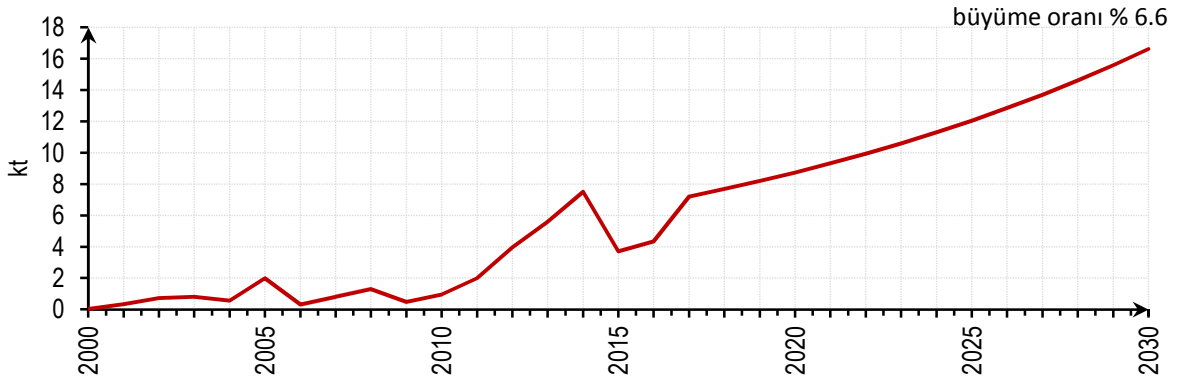
Hindi türü kişi başı et tüketimi gelecek uzatım grafiği de Şekil 5.5.16'da bulunmaktadır. İhracat değerinin son yıllarda hızlı bir ivme ile artması sebebiyle ihracat miktarı sabit kabul edilmemiştir. Üretilen hindi eti; ihtiyaç ve ihracatın toplamıdır. İhtiyaç kişi başı tüketim ile nüfus projeksiyonu çarpımıdır. Kişi başı tüketim 2007-2017, ihracat miktarı ise 2000-2017 yılları arası tarihi büyüme ile hesaplanmıştır.



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <http://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D730DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

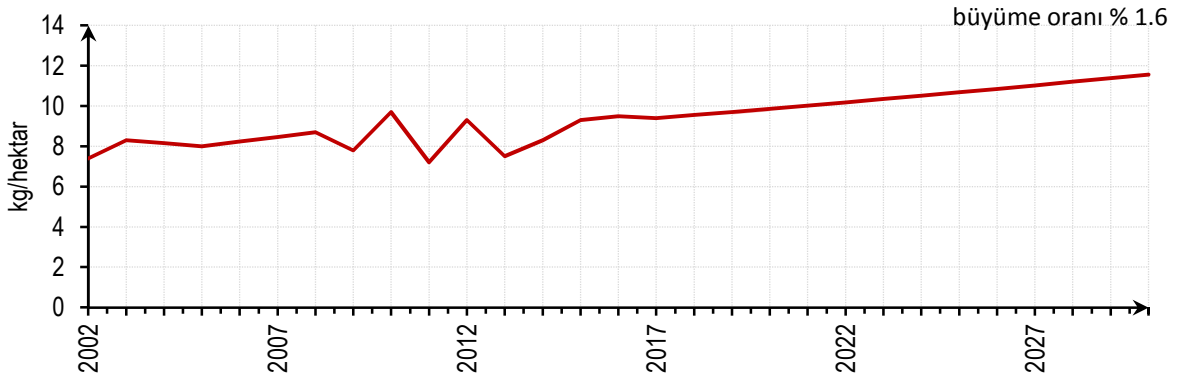
Şekil 4.7. Kişi başı hindi eti tüketimi projeksiyonu



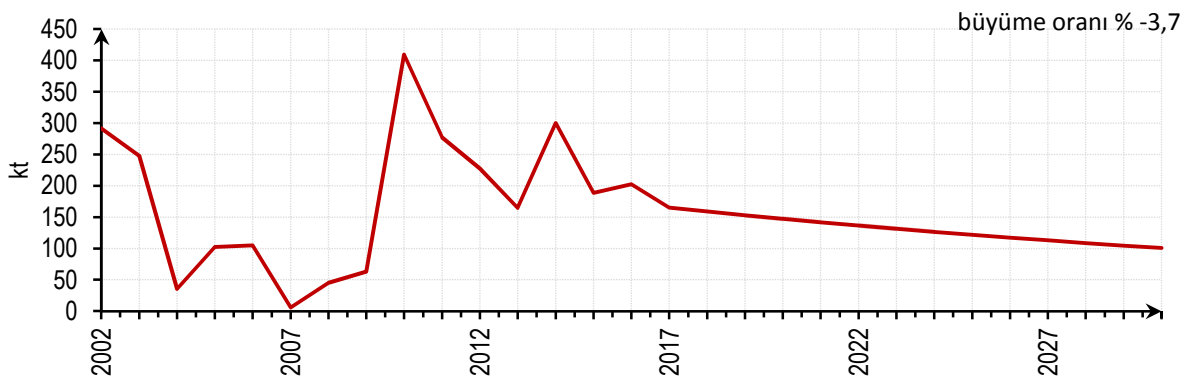


Şekil 4.8. Hindi eti ihracatı projeksiyonu

Kişi başı pirinç tüketimi ise eksiksiz verilerin bulunduğu 2002-2017 yıllarının değişim oranına göre hesaplanmıştır. Tüketilen pirincin kayda değer bir miktarı ithalattan kaynaklandığı için ithalat ve ihracat değerlerinin projeksiyonu da yapılmıştır. Kişi başı tüketim projeksiyonu ile aynı yöntem kullanılmıştır. Çeltik alanı verimi için 2017 yılı verileri sabit tutulmuştur.

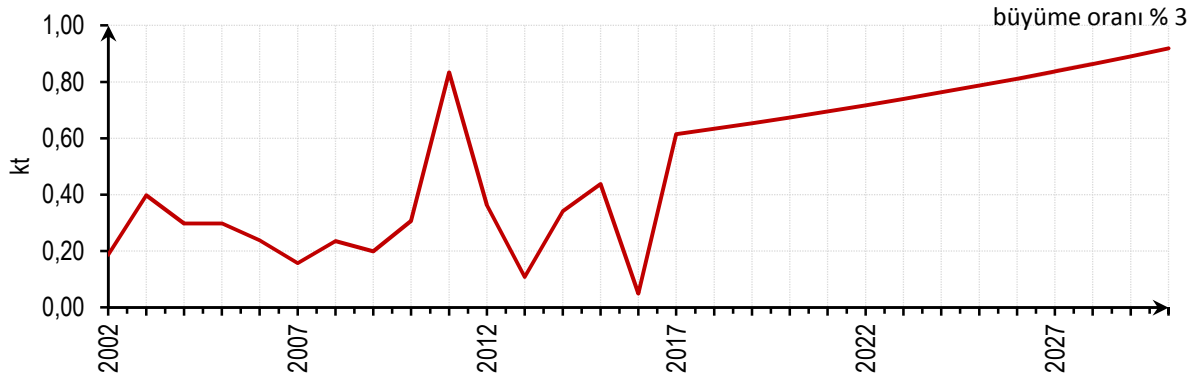


Şekil 4.9. Kişi başı pirinç tüketimi projeksiyonu



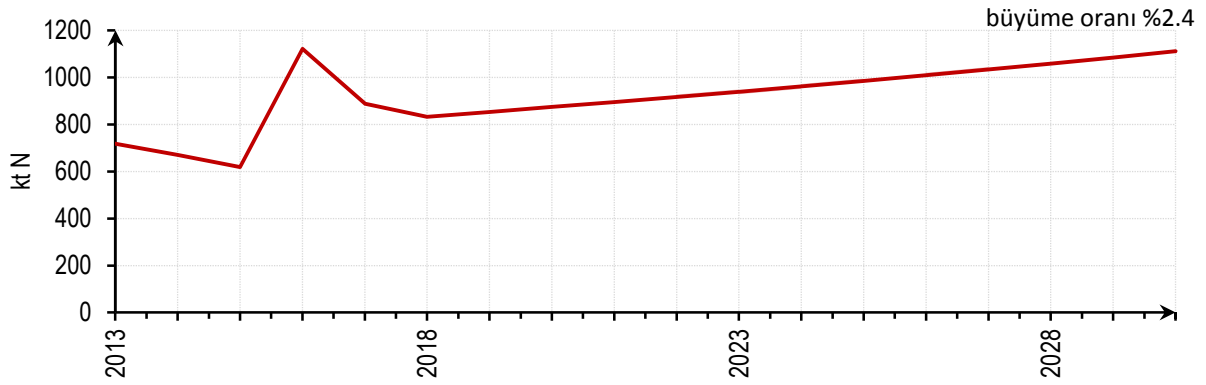
Şekil 4.10. Pirinç ithalatı projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

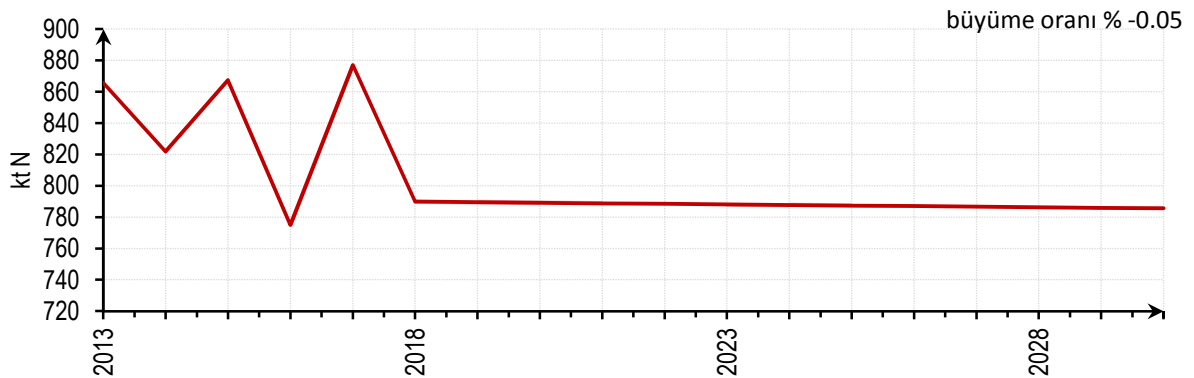


Şekil 4.11. Pirinç ihracatı projeksiyonu

Kullanılan azotlu kimyasal gübre miktarı projeksiyonu için 2022 yılına kadar Gübre Sektör Politika Belgesine ait üretilen ve ithal edilen gübre miktarları kullanılmıştır (Kullanılan= Üretilen + İthalat) (TAGEM, 2018c). Daha sonra ise 2018-2022 yılları arasındaki değişim oranlarının devam edeceği öngörülmüştür.



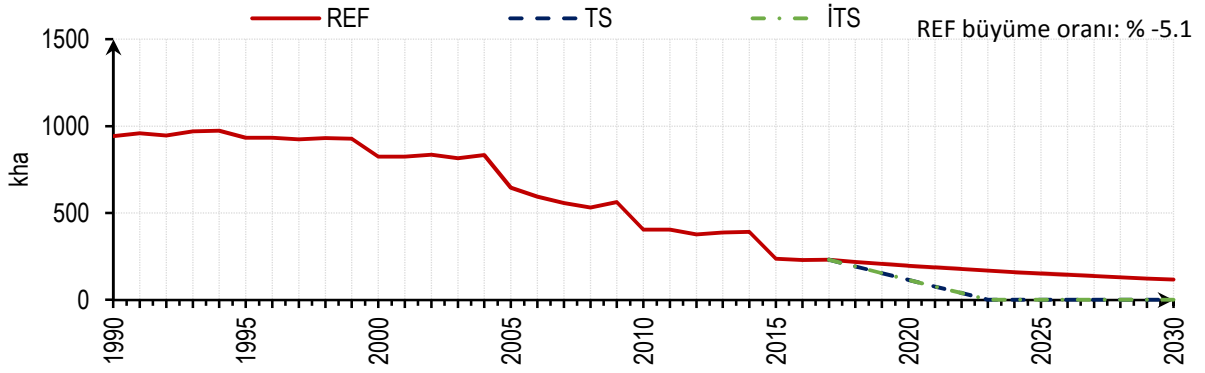
Şekil 4.12. İthal edilen kimyasal gübre miktarı projeksiyonu



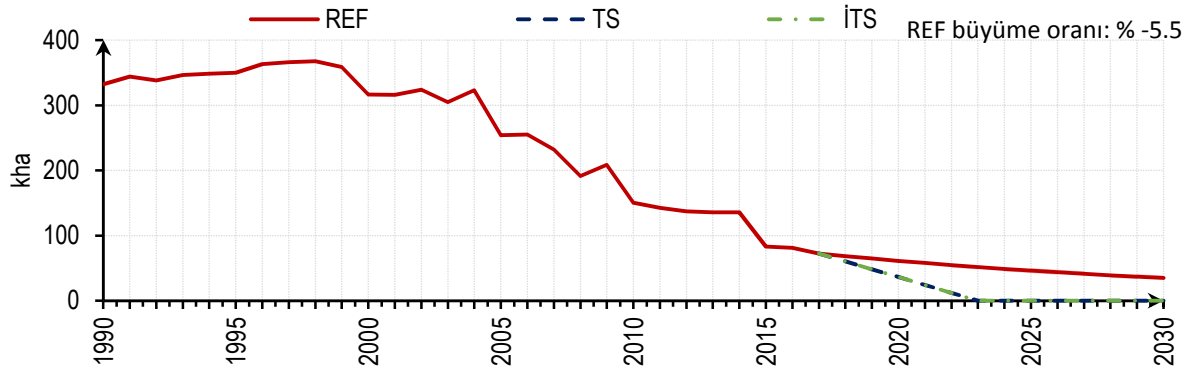
Şekil 4.13. Üretilen kimyasal gübre miktarı projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağını <https://ebus.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden/D7B6D935F8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.

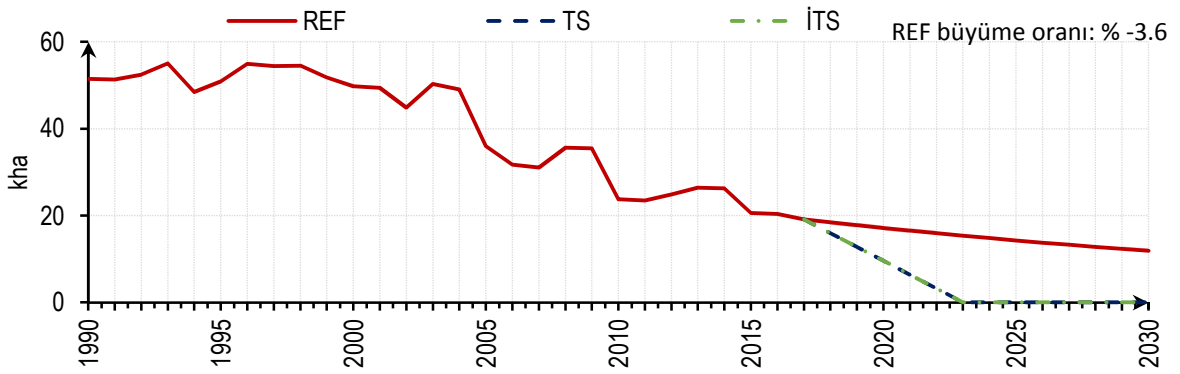
Yakınlık alanı ayrıntılı projeksiyonları Şekil 5.5.37-5.5.41 arasında verilmiştir. REF senaryosunda 1990-2017 yılları arası büyüme oranı kullanılırken, TS ve İTS için 2023 hedefi olan 0'a indirme politikası kullanılmıştır.



Şekil 4.14. Yakılan anız alanı projeksiyonu

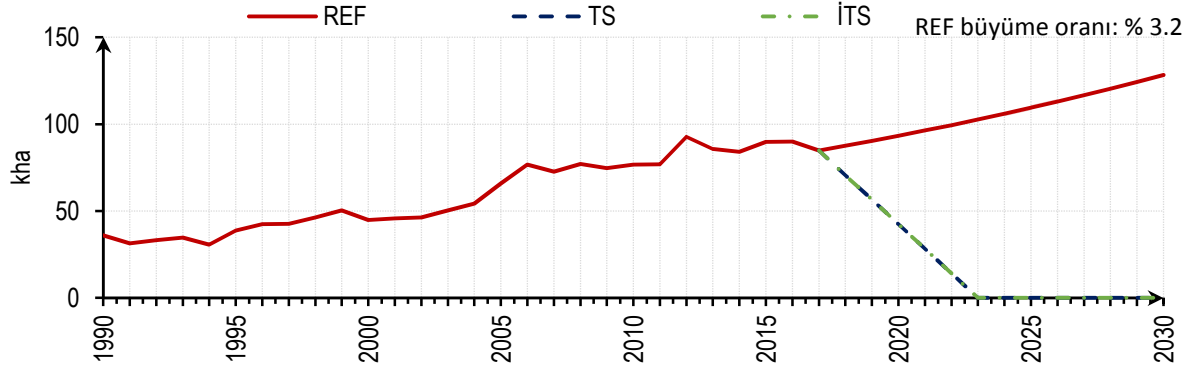


Şekil 4.15. Yakılan anız alanı projeksiyonu



Şekil 4.16. Yakılan anız alanı projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 4.17. Yakılan arazi alanı projeksiyonu

## 5. Binalar ve Atık Sektörü

### 5.1 Atık Sektörü

#### 5.1.1 Katı Atık Bertarafı

Atık sektöründe, sera gazı emisyonları, sıvı ve katı atıkların işlenmesi ve bertaraf edilmesi kaynaklıdır. 2006 IPCC Kılavuzuna göre, atık sektöründeki emisyon tahminleri dört alt kategori için yapılmaktadır (ÇŞB 2016):

- Katı atık bertarafı (Atık depolama sahaları)
- Katı atıklara biyolojik işlem uygulanması (Kompostlama)
- Atıkların açıkta yakılması
- Atık su arıtımı ve deşarjı

Katı atık bertarafı, (Atık depolama sahaları) ile ilgili projeksiyonlar ve çalışmalar mevcuttur. Katı atık sektörüne oranla diğer alanlarda sera gazı emisyon azaltım potansiyeli düşüktür. Azaltım projeksiyonları mevcut değildir.

Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2016-2023'e göre 2023 yılı itibariyle belediye hizmeti alan nüfus sayısı %100 ulaşması hedeflenmektedir (ÇŞB, 2016). TÜİK verilerine göre belediye katı atığı toplama projeksiyon çalışması Çizelge 5.1'de verilmiştir (TÜİK, 2019c).

Çizelge 5.1. 2017-2030 yılları arasında Belediye Katı Atığı (MSW) toplama

| Yıllar  | 2017         | 2020         | 2022         | 2024         | 2026         | 2028         | 2030         |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Nüfus   | 80909        | 83900        | 85911        | 87886        | 89785        | 91601        | 93329        |
| Belediye hizmeti alan nüfus   | 75953        | 81430        | 85082        | 87886        | 89785        | 91601        | 93329        |
| MSW Karışık toplama (Bin Ton/y)   | 32158        | 34477        | 36024        | 37211        | 38015        | 38784        | 39515        |
| (Temel) Ayrı toplanan yüksek kalite malzeme (ambalaj ve diğer*) (Bin Ton/y) | 1649         | 1768         | 1847         | 1908         | 1949         | 1989         | 2026         |
| <b>Toplam MSW (Bin Ton/y)</b>   | <b>33807</b> | <b>36245</b> | <b>37871</b> | <b>39119</b> | <b>39964</b> | <b>40773</b> | <b>41542</b> |

Bu belge 5070 sayılı E-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09/06/2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

### 5.1.2 MSW Yönetim Projeksiyonları

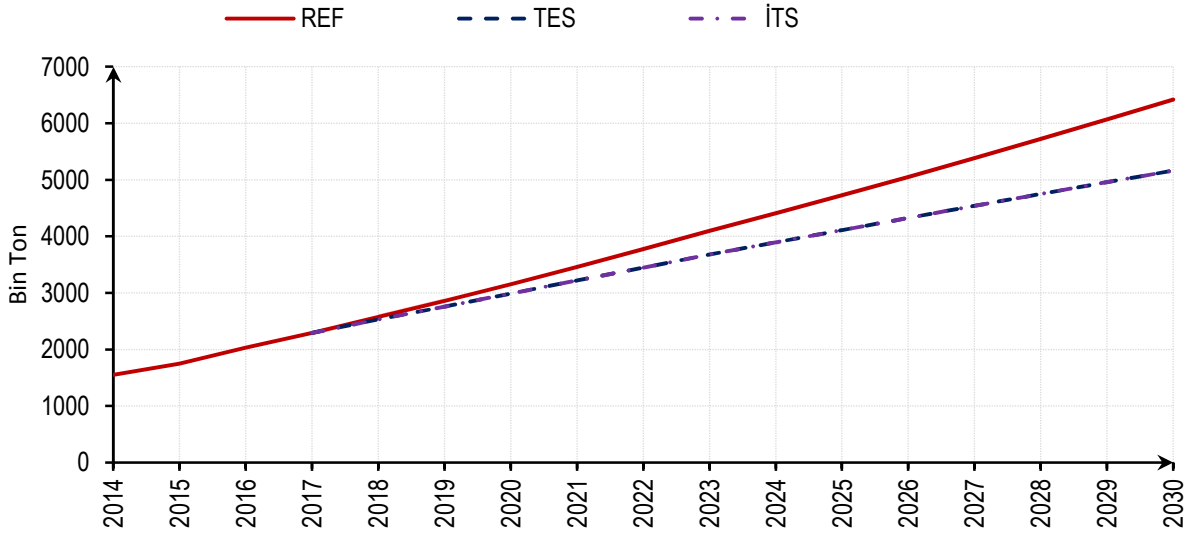
'Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planında' (ÇŞB 2016) verilen stratejiler doğrultusunda belediye Atık verilerinin mevcut durumu ve projeksiyonları aşağıda belirtilmektedir. Atığın yönetimi için yıllık kapasite ihtiyacı hesaplanmış ve Çizelge 5.2'de verilmiştir. (Projeksiyonlar şekil 5.9-5.14)

Çizelge 5.2. 2017-2030 yılları arasında belediye atığı (MSW) yönetimi

| Yıllar                                       | 2017   | 2020   | 2022   | 2024   | 2026   | 2028   | 2030   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Toplanan MSW (Bin ton/y)                     | 29.021 | 30.971 | 32.284 | 33.528 | 34.680 | 35.819 | 36.940 |
| MBT (Bin ton/y) (karışık MSW )               | 2.292  | 3.152  | 3.775  | 4.410  | 5.051  | 5.722  | 6.422  |
| Biyolojik İşlem (Kaynakta ayrıştırılmış MSW) | 459    | 859    | 1.150  | 1.506  | 1.931  | 2.379  | 2.851  |
| Termal (Bin ton/y)                           | 128    | 273    | 381    | 504    | 643    | 789    | 943    |
| Depolama (Bin ton/y)                         | 938    | 1893   | 2591   | 3372   | 4237   | 5150   | 6108   |
| Toplanmış Ambalaj Atığı (Bin ton/y)          | 3.159  | 3.943  | 4.465  | 4.988  | 5.511  | 6.033  | 6.556  |

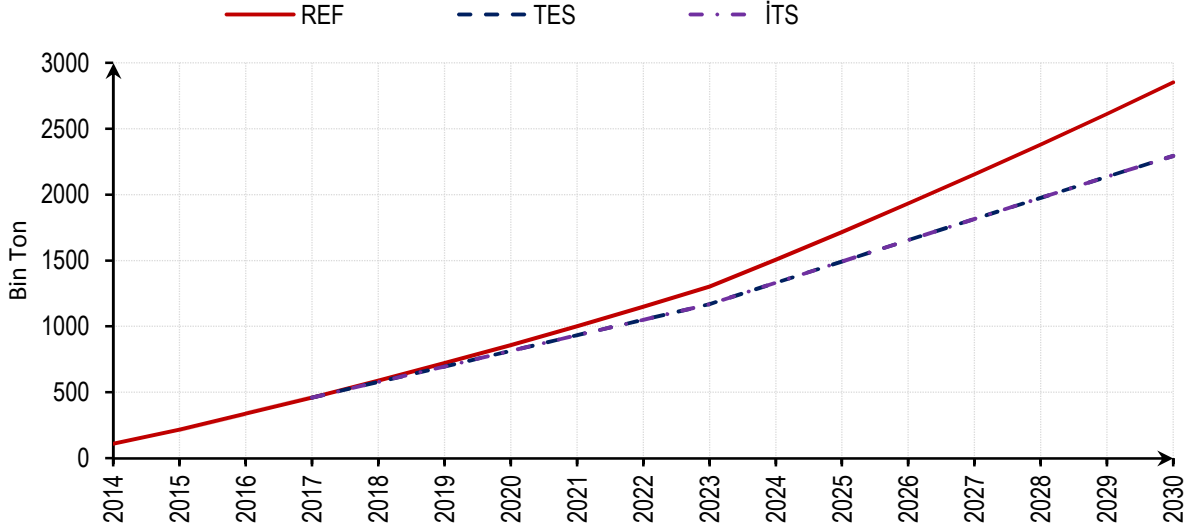
Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planında (ÇŞB 2016) belirtildiği gibi, ülke çapında belediye atıklarının %100'ünü entegre katı atık bertaraf tesislerinde (%65 sıhhi depolama hedefi ile) imha edilmesi planlanmaktadır, eski çöplük alanlarının da %100'ü kapatılacak veya rehabilite edilecektir. Ayrıca, katı atıklardan biyolojik ve ısıl işlemlerle enerji üretimi ve katı atıkların geri dönüşümü gibi daha ileri teknolojilerin kullanılması da hedeflenmektedir.

Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planında (ÇŞB 2016), Belediye atık (MSW) yönetiminin mevcut durumu (2014 verileri), hedefler doğrultusunda projeksiyonları hazırlanmıştır. Şekil 5.9-5.14'de gösterilmiştir.



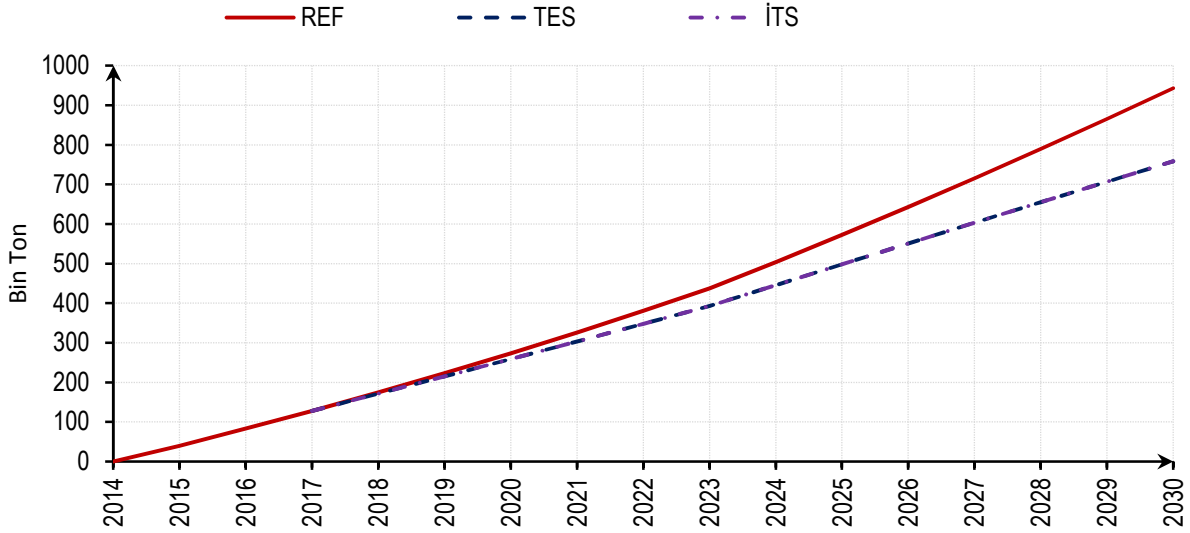
Şekil 5.1. MBT (Mekanik Biyolojik Tesis) projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. "Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı"na (ÇŞB 2016) göre 2014 yılında % 5,4 olan belediye atıklarının mekanik biyolojik prosesler ile geri kazanım oranını 2023 yılında % 11'e yükselmesi beklenmektedir. Bu süreçte gerçekleşen artış oranının 2030 yılına kadar aynı oranda devam edeceği kabul edilmiştir. (Bkz. Şekil 5.1)



Şekil 5.2. Biyolojik işlem (Kompost) projeksiyonu

“Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı”na (ÇŞB 2016) göre 2014 yılında % 0,2 olan belediye atıklarının biyolojik yöntemler ile geri kazanım oranını 2023 yılında % 4’e yükselmesi beklenmektedir.(Kompost kısmı ayrılmıştır.) Bu süreçte gerçekleşen artış oranının 2030 yılına kadar aynı oranda devam edeceği kabul edilmiştir. (Bkz. Şekil 5.2)

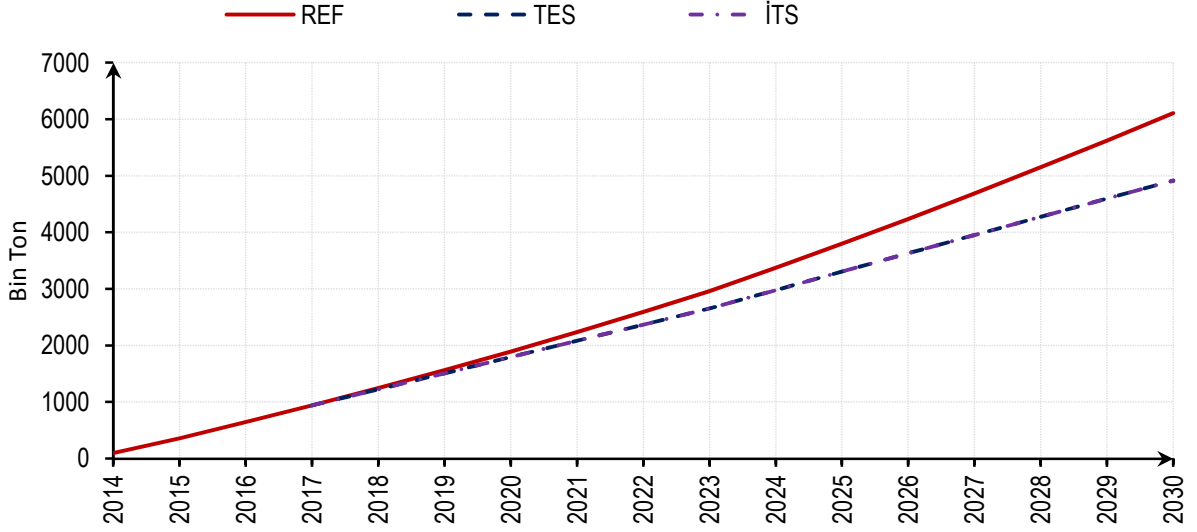


Şekil 5.3. Biyolojik işlem (Biometan) projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

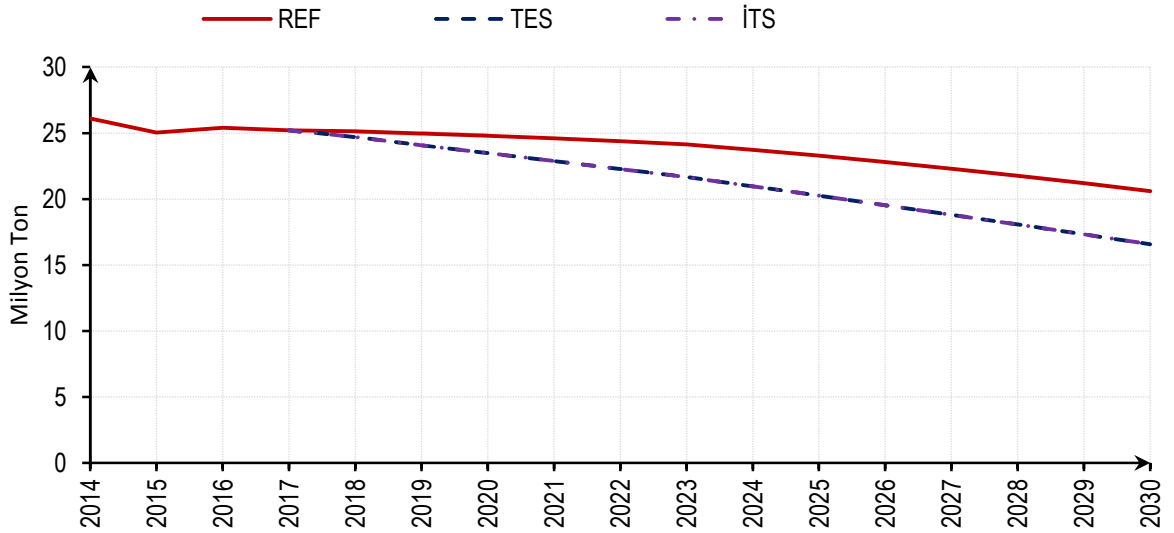
“Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı”na (ÇŞB 2016) göre 2014 yılında % 0,2 olan belediye atıklarının biyolojik yöntemler ile geri kazanım oranını 2023 yılında % 4’e yükselmesi beklenmektedir. (Biometan

kısmı ayrılmıştır.) Bu süreçte gerçekleşen artış oranının 2030 yılına kadar aynı oranda devam edeceği kabul edilmiştir. (Bkz. Şekil 5.3)



Şekil 5.4. Termal projeksiyonu

“Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı”na (ÇŞB 2016) göre 2014 yılında % 0,3 olan belediye atıklarının termal yöntemler ile geri kazanım oranını 2023 yılında % 8'e yükselmesi beklenmektedir. Bu süreçte gerçekleşen artış oranının 2030 yılına kadar aynı oranda devam edeceği kabul edilmiştir. (Bkz. Şekil 5.4)

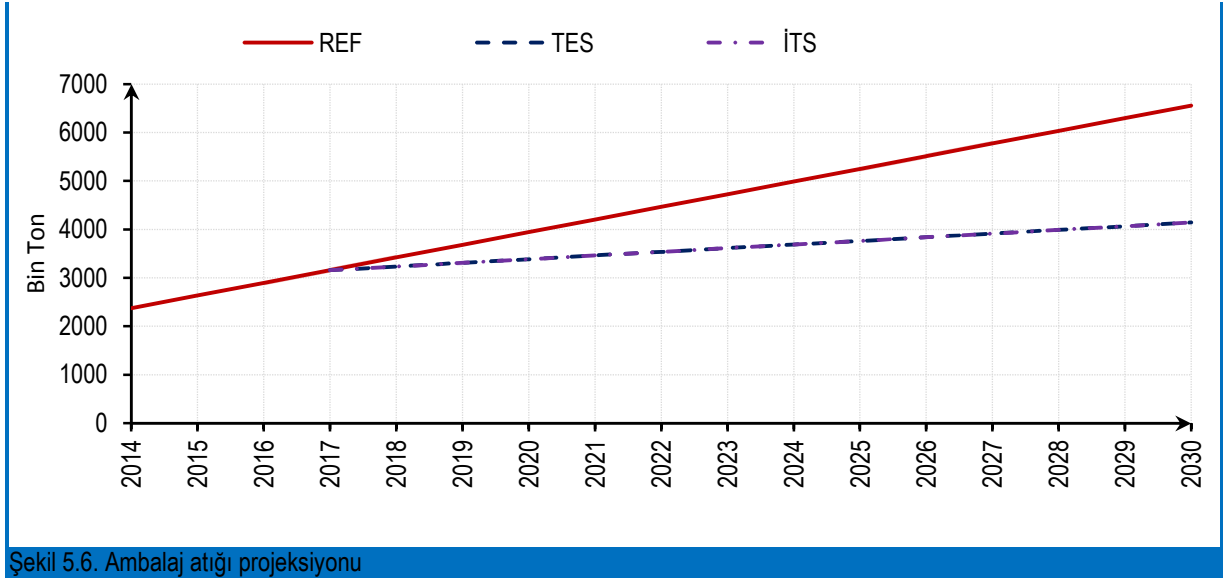


Şekil 5.5. Depolama projeksiyonu

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-İmzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

“Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı”na (ÇŞB 2016) göre 2014 yılında % 88,7 olan belediye atıklarının depolama yöntemi ile bertaraf oranını 2023 yılında % 65'e yükselmesi beklenmektedir. Bu süreçte

gerçekleşen artış oranının 2030 yılına kadar aynı oranda devam edeceği kabul edilmiştir. (Bkz. Şekil 5.5)



Şekil 5.6. Ambalaj atığı projeksiyonu

“Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı”na (ÇŞB 2016) göre 2014 yılında % 5,3 olan kaynağında ayrı toplanan ambalaj atığı oranını 2023 yılında % 12’ye yükselmesi beklenmektedir. Bu süreçte gerçekleşen artış oranının 2030 yılına kadar aynı oranda devam edeceği kabul edilmiştir. (Bkz. Şekil 5.6)

## 5.2 Binalar Sektörü

Binalar sektöründeki enerji talebi ve emisyon tahminleri “Konut” ve “Konut Dışı” olarak iki alt kategori için yapılmaktadır. Alt kısımları aşağıdaki gibidir.

### Konut ve Konut Dışı Binaları Kullanım Alanları

- Alan Isıtma
- Su Isıtma
- Pişirme
- Soğutma ve Diğer
- Aydınlatma

Çizelge 5.3’de apartman, müstakil konut, rezidans binalara ait BEP-TR iklimlendirilen alan, birim alana düşen enerji ve ruhsat tarihi istatistikleri, uygun enerji sınıflarına göre gruplandırılarak oluşturulmuştur.

Çizelge 5.3. Eski, orta yaşlı ve yeni konut binaların enerji sınıflarına göre dağılımı

| KONUT              |                            |                            | 2010-2017                  |                    | 2000-2009                  |                    | 2000 öncesi                |                    |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
|                    | En Düşük                   | En Yüksek                  | ORT                        | EKB’li Bina Sayısı | ORT                        | EKB’li Bina Sayısı | ORT                        | EKB’li Bina Sayısı |
| Enerji Performansı | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | adet               | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | adet               | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | adet               |
| A Sınıfı           | 0                          | 39                         | 25                         | 160                | 0                          | 0                  | 0                          | 0                  |
| B Sınıfı           | 40                         | 79                         | 71                         | 4417               | 74                         | 67                 | 76                         | 75                 |
| C Sınıfı           | 80                         | 99                         | 92                         | 16911              | 91                         | 627                | 93                         | 810                |
| D Sınıfı           | 100                        | 119                        | 111                        | 32488              | 111                        | 1516               | 111                        | 2111               |
| E Sınıfı           | 120                        | 139                        | 130                        | 33740              | 130                        | 2617               | 130                        | 2811               |

Bu belge 5170 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.07.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağını <https://cbys.mopul.edu.tr/e-imza/linkindon/D7B0D835X8> kodu ile doğrulayabilirsiniz.



|          |     |     |     |       |     |      |     |      |
|----------|-----|-----|-----|-------|-----|------|-----|------|
| F Sınıfı | 140 | 174 | 155 | 35230 | 156 | 3653 | 157 | 4243 |
| G Sınıfı | 175 | ... | 401 | 26115 | 269 | 6476 | 273 | 9318 |

Çizelge 5.4'de AVM, eğitim, hastane, idari bina, işyeri ve otel binalara ait BEP-TR iklimlendirilen alan, birim alana düşen enerji ve ruhsat tarihi istatistikleri, uygun enerji sınıflarına göre gruplandırılarak oluşturulmuştur.

Çizelge 5.4. Eski, orta yaşlı ve yeni konut dışı binaların enerji sınıflarına göre dağılımı

| KONUT              |                            |                            | 2010-2017                  |                    | 2000-2009                  |                    | 2000 öncesi                |                    |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
|                    | En Düşük                   | En Yüksek                  | ORT                        | EKB'li Bina Sayısı | ORT                        | EKB'li Bina Sayısı | ORT                        | EKB'li Bina Sayısı |
| Enerji Performansı | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | adet               | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | adet               | kWh / m <sup>2</sup> . Yıl | adet               |
| A Sınıfı           | 0                          | 39                         | 33                         | 74                 | 39                         | 1                  | 0                          | 0                  |
| B Sınıfı           | 40                         | 79                         | 64                         | 1915               | 66                         | 50                 | 66                         | 85                 |
| C Sınıfı           | 80                         | 99                         | 90                         | 1964               | 89                         | 43                 | 91                         | 55                 |
| D Sınıfı           | 100                        | 119                        | 109                        | 1567               | 109                        | 82                 | 111                        | 82                 |
| E Sınıfı           | 120                        | 139                        | 129                        | 1123               | 131                        | 55                 | 128                        | 70                 |
| F Sınıfı           | 140                        | 174                        | 156                        | 1384               | 157                        | 111                | 157                        | 293                |
| G Sınıfı           | 175                        | ...                        | 410                        | 2892               | 279                        | 1523               | 328                        | 247                |

## 5.2.1 Konut

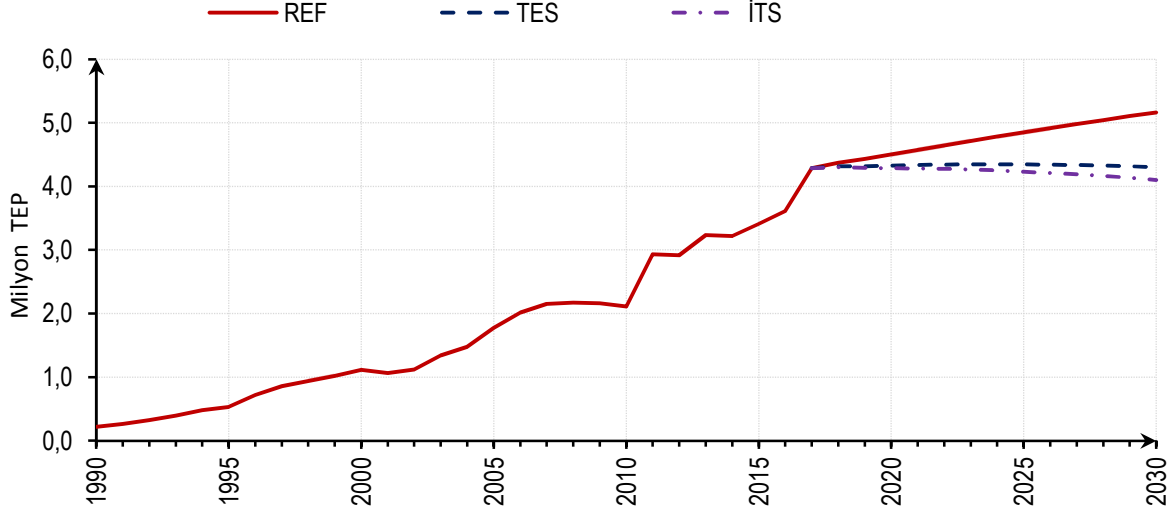
Çizelge 5.5. 2017-2030 Yılları Arasında Konut Binaları Kullanım Alanları ve Toplam Enerji Talepleri

| Yıllar  | 2017          | 2020          | 2022          | 2024          | 2026          | 2028          | 2030          |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Konut Binaları Kullanım Alanları Toplam (Milyon TEP)</b> | <b>22,840</b> | <b>24,140</b> | <b>25,010</b> | <b>25,850</b> | <b>26,650</b> | <b>27,410</b> | <b>28,150</b> |
| Alan Isıtma (Milyon TEP)                                    | 12,33         | 13,13         | 13,66         | 14,17         | 14,66         | 15,13         | 15,58         |
| Su Isıtma (Milyon TEP)                                      | 4,29          | 4,50          | 4,65          | 4,78          | 4,92          | 5,04          | 5,16          |
| Pişirme (Milyon TEP)  | 2,68          | 2,78          | 2,85          | 2,92          | 2,98          | 3,04          | 3,10          |
| Soğutma ve Diğer (Milyon TEP)                               | 2,50          | 2,64          | 2,72          | 2,81          | 2,89          | 2,97          | 3,05          |
| Aydınlatma (Milyon TEP)                                     | 1,04          | 1,09          | 1,13          | 1,17          | 1,20          | 1,23          | 1,26          |

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

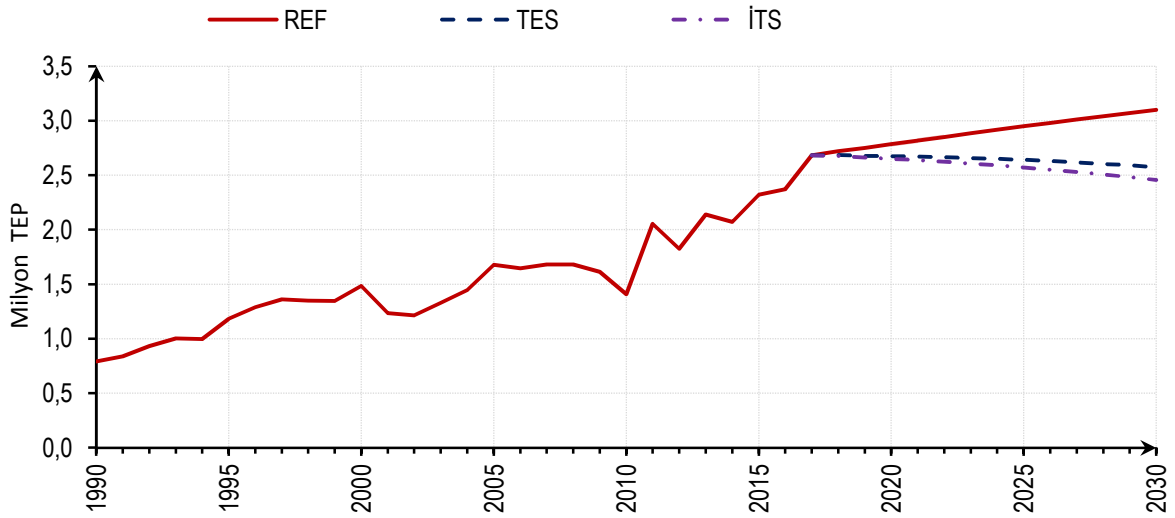


2015). Bu durum göz önüne alınmış ve TES 825 standartlarına uygun şekilde yalıtım yapılan binalara göre uygulanan maksimum tasarruf oranı ile enerji sınıfı iyileştirilmiştir. (Bkz. Şekil 5.8)



Şekil 5.9. Konut su ısıtma projeksiyonu

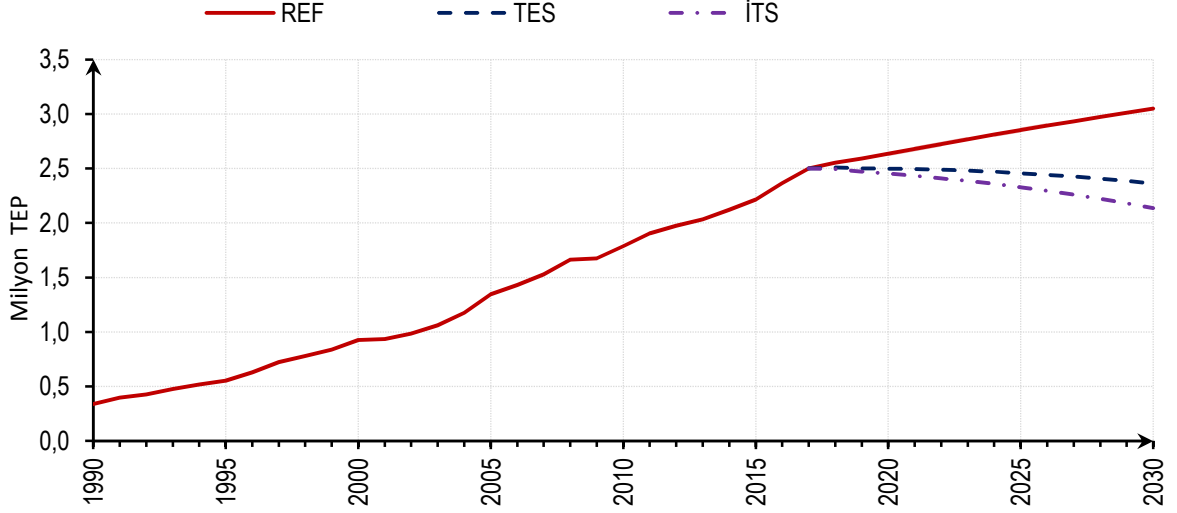
Kullanım alanlarından “Su ısıtma konut binaları için enerji verimliliği tablosu oluşturulmuştur. Teknolojilerinin gelişmesi ön görüldüğünden, bu kapsamda senaryoya dökerken enerji sınıfı iyileştirilmiştir. (Bkz. Şekil 5.9)



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

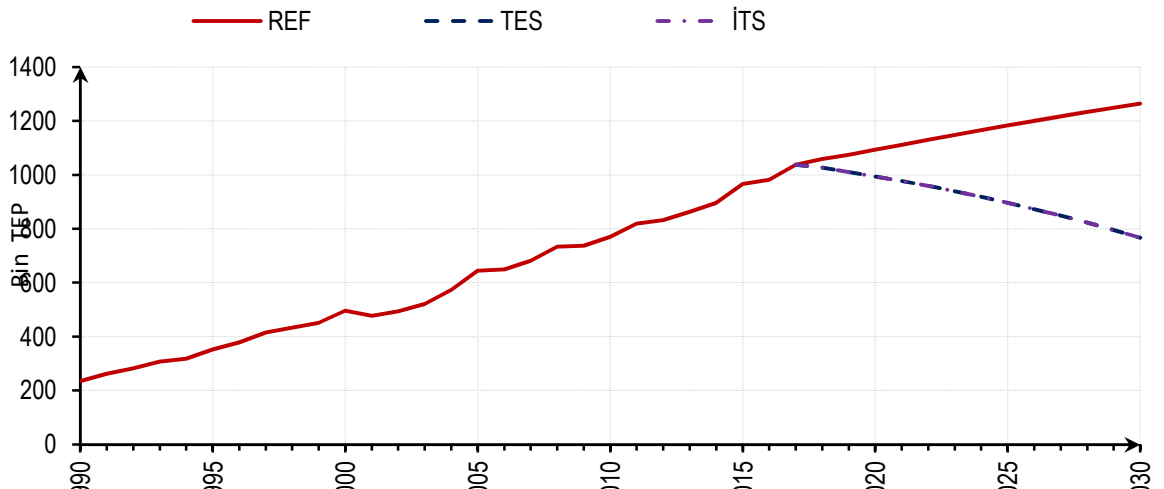
Şekil 5.10. Konut pişirme projeksiyonu

Kullanım alanlarından “Pişirme” konut binaları için enerji verimliliği tablosu oluşturulmuştur. Teknolojilerinin gelişmesi ön görüldüğünden, bu kapsamda senaryoya dökerken enerji sınıfı iyileştirilmiştir. (Bkz. Şekil 5.10)



Şekil 5.11. Konut soğutma ve diğer projeksiyonu

“Soğutma ve diğer” kullanım alanı için REF senaryosunda birim enerji tüketimi sabit bırakılmıştır. Konut binalarında buzdolabı, çamaşır makinası, bulaşık makinası ve kurutucu gibi teknolojilere ait enerji sınıfları ve verimlilikleri dikkate alınmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda bu teknolojilerin mevcut durumdaki enerji sınıfı C kabul edilmiştir. TES ve İTS’de enerji sınıflarının 2030 yılına kadar iyileşmesi göz önünde bulundurularak sırasıyla A+ ve A+++ seviyelerine ulaşması öngörülmüştür. (Bkz. Şekil 5.11)



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

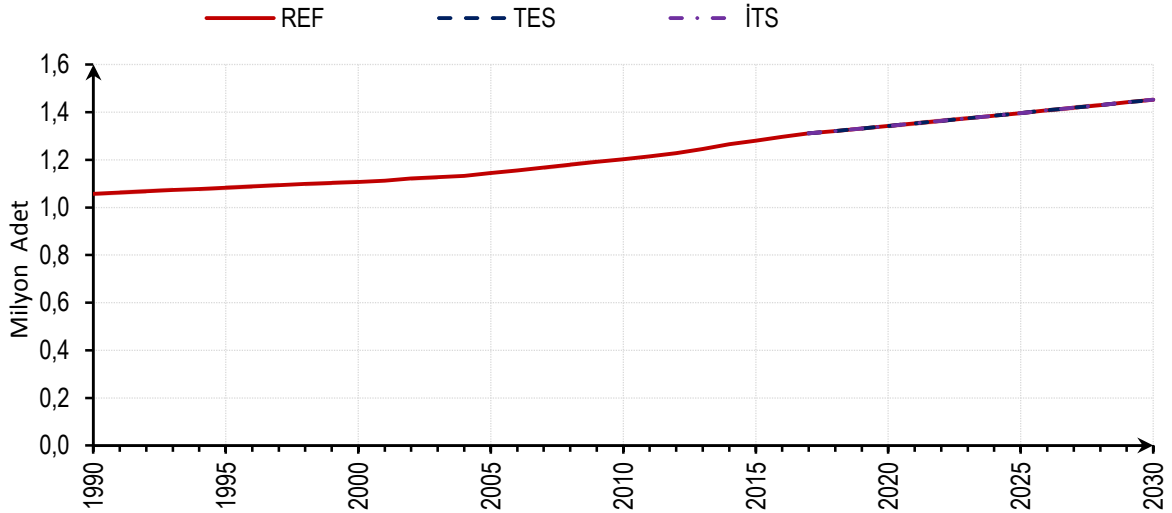
Şekil 5.12. Konut aydınlatma projeksiyonu

“Aydınlatma” kullanım alanı için Yapı Sektör Raporuna göre 2016 yılında Türkiye’de LED’e geçiş oranının %50 civarında olduğu tahmin edilmektedir. REF senaryosunda bu oran korunmuştur. 2020 yılında bu oranın %80’e ulaşması beklenmektedir. Bu doğrultuda TES ve İTS’de LED’e geçiş oranının 2030 yılında %100’e ulaşması öngörülmektedir. Konut ve konut dışı binalar için aynı senaryolar kullanılmıştır. (Bkz. Şekil 5.12)

## 5.2.2 Konut Dışı

Çizelge 5.7. 2017-2030 Yılları Arasında Konut Dışı Binaları Kullanım Alanları ve Toplam Enerji Talepleri

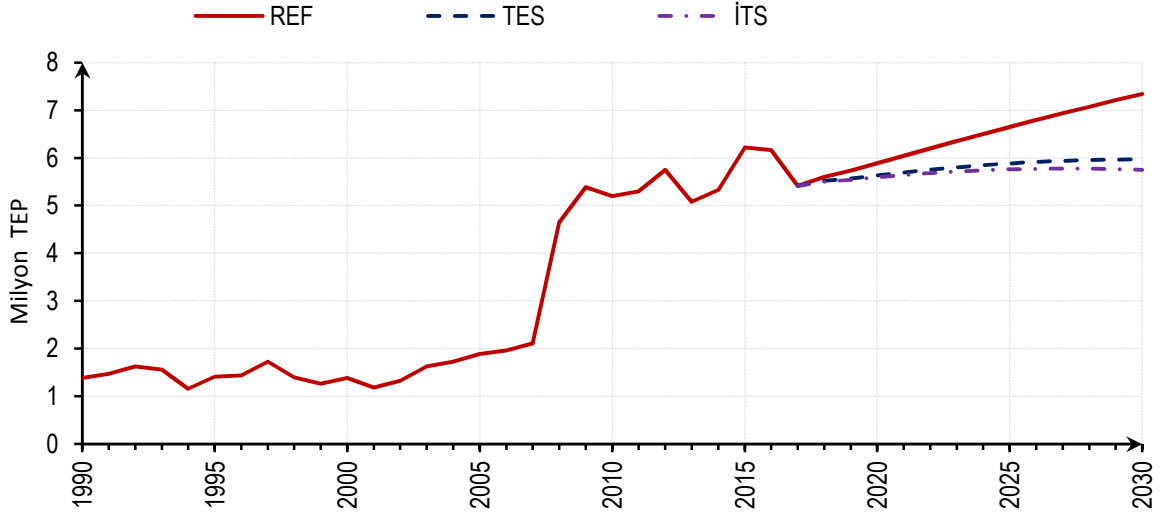
| Yıllar  | 2017         | 2020         | 2022         | 2024         | 2026         | 2028         | 2030         |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Konut Dışı Binaları Kullanım Alanları (Milyon TEP)</b> | <b>13,14</b> | <b>14,31</b> | <b>15,05</b> | <b>15,79</b> | <b>16,49</b> | <b>17,17</b> | <b>17,82</b> |
| Alan Isıtma (Milyon TEP)                                  | 5,41         | 5,89         | 6,20         | 6,50         | 6,79         | 7,07         | 7,34         |
| Su Isıtma (Milyon TEP)                                    | 2,21         | 2,41         | 2,53         | 2,66         | 2,78         | 2,89         | 3,00         |
| Pişirme (Milyon TEP)                                      | 0,69         | 0,75         | 0,79         | 0,83         | 0,86         | 0,90         | 0,93         |
| Soğutma ve Diğer (Milyon TEP)                             | 4,11         | 4,47         | 4,70         | 4,93         | 5,15         | 5,36         | 5,57         |
| Aydınlatma (Milyon TEP)                                   | 0,72         | 0,79         | 0,83         | 0,87         | 0,91         | 0,95         | 0,98         |



Şekil 5.13. Konut dışı bina sayısı projeksiyonu

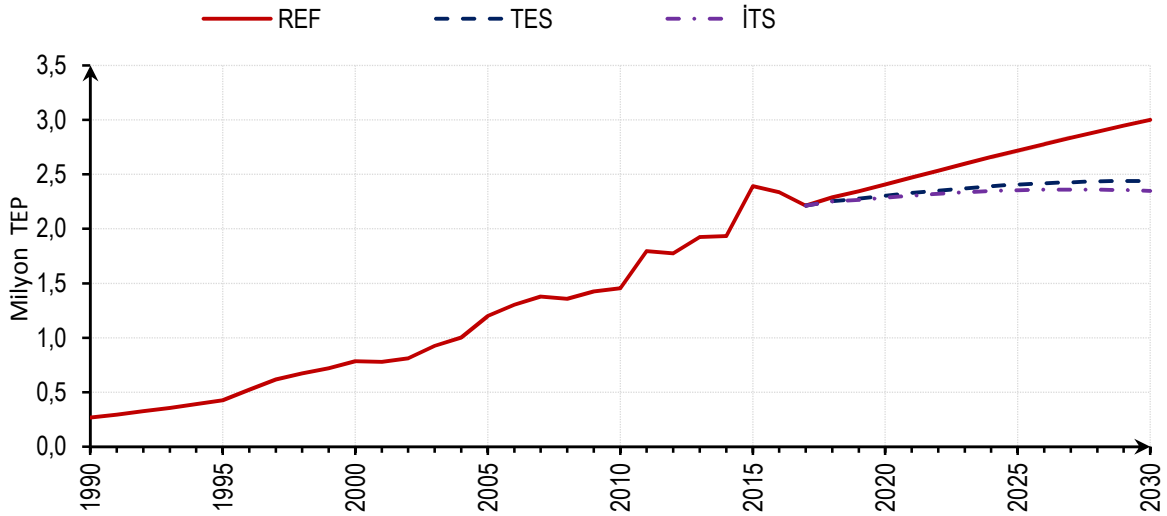
Bina sayısı üzerinde herhangi bir azaltımı yapılmamıştır. Mevcut bina sayısının enerji tüketimi ve verimliliği ile ilgili senaryo üretilmiştir. Konut dışı bina sayısının artışı ile ilgili bir stratejik plan bulunamamıştır. Proje takımı görüşü olarak tarihi büyüme ile ilişkisi sağlanarak büyümüştür. (Bkz. Şekil 5.13)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 5.14. Konut Dışı Binalarda Alan Isıtma enerji talebi Projeksiyonu

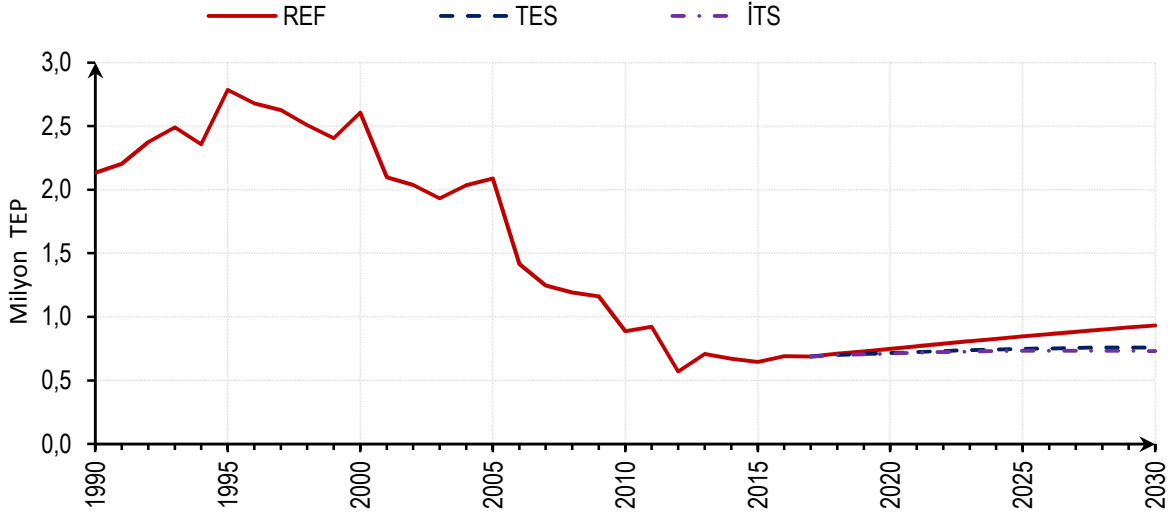
TS 825 standartlarına uygun şekilde yalıtım yapılan binalara göre uygulanan maksimum tasarruf oranı ile enerji sınıfı iyileştirilmiştir. (Bkz. Şekil 5.14)



Şekil 5.15. Konut dışı binalarda su ısıtma enerji talebi projeksiyonu

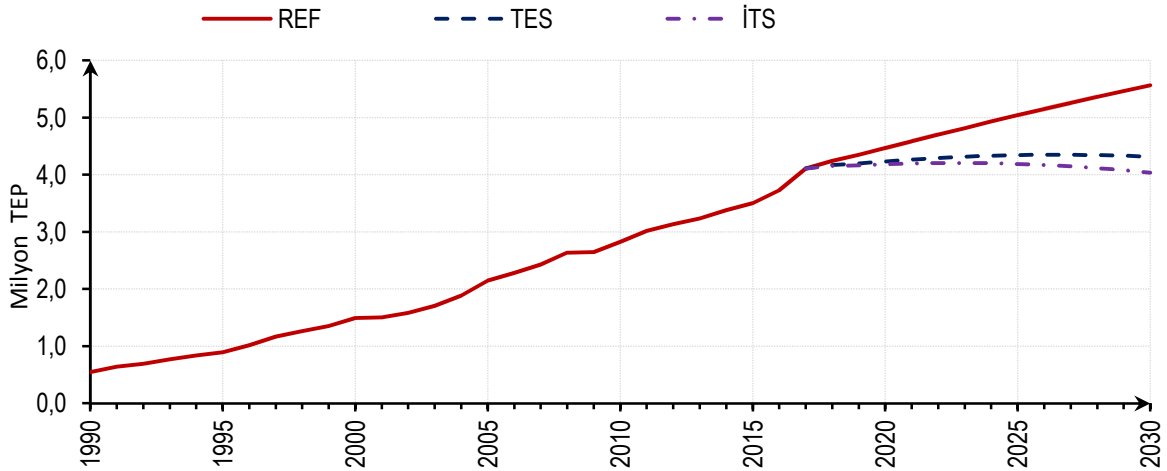
Kullanım alanlarından "Su ısıtma" konut binaları için enerji verimliliği tablosu oluşturulmuştur. Teknolojilerinin gelişmesi ön görüldüğünden, bu kapsamda senaryoya dökerken enerji sınıfı iyileştirilmiştir. (Bkz. Şekil 5.15)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Şekil 5.16. Konut dışı binalarda pişirme enerji talebi projeksiyonu

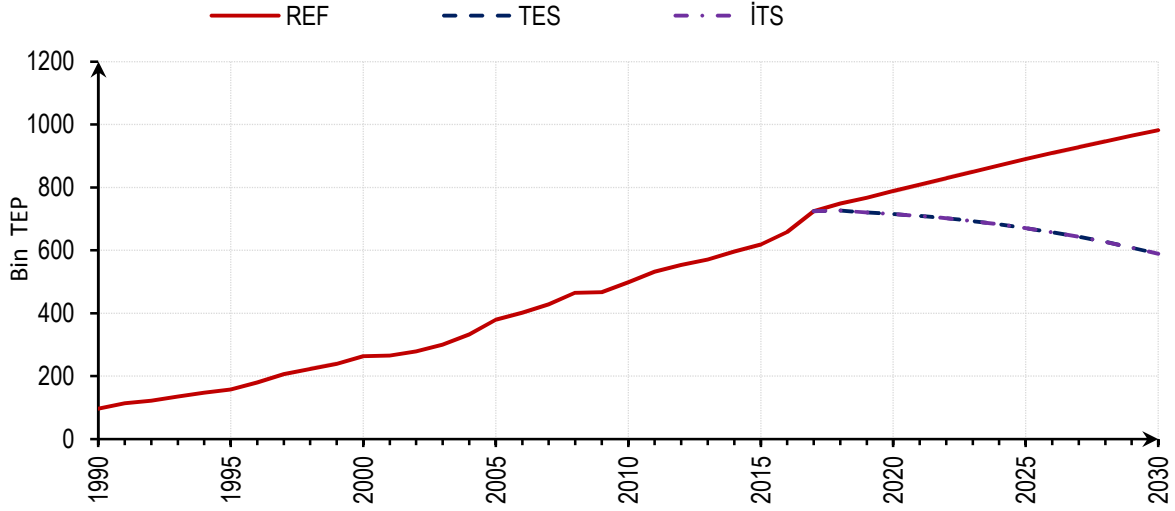
Kullanım alanlarından “pişirme” konut binaları için enerji verimliliği tablosu oluşturulmuştur. Teknolojilerinin gelişmesi ön görüldüğünden, bu kapsamda senaryoya dökerken enerji sınıfı iyileştirilmiştir. (Bkz. Şekil 5.16)



Şekil 5.17. Konut dışı binalarda soğutma ve diğer enerji talebi projeksiyonu

“Soğutma ve diğer” kullanım alanı için REF senaryosunda birim enerji tüketimi sabit bırakılmıştır. Konut dışı binalarda buzdolabı, çamaşır makinası, bulaşık makinası ve kurutucu gibi teknolojilere ait enerji sınıfları ve verimlilikleri dikkate alınmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda bu teknolojilerin mevcut durumdaki enerji sınıfı C kabul edilmiştir. TES ve İTS’de enerji sınıflarının 2030 yılına kadar iyileşmesi göz önünde bulundurularak sırasıyla A+ ve A++ seviyelerine ulaşması öngörülmüştür. (Bkz. Şekil 5.17)

Bu belge 5079 sayılı İmza Kanunu ile Prof.Dr. Selahattin AYDIN tarafından 08.09.2020 tarihinde onaylanmıştır. Evrağınız: <https://ehys.medipol.edu.tr/e-imza/linkinden/D7B0DB35X8> kodu ile doğrulanabilir.



Şekil 5.18. Konut dışı binalarda aydınlatma enerji talebi projeksiyonu

“Aydınlatma” kullanım alanı için Yapı Sektör Raporuna göre 2016 yılında Türkiye’de LED’e geçiş oranının %50 civarında olduğu tahmin edilmektedir. REF senaryosunda bu oran korunmuştur. 2020 yılında bu oranın %80’e ulaşması beklenmektedir. Bu doğrultuda TES ve İTS’de LED’e geçiş oranının 2030 yılında %100’e ulaşması öngörülmektedir. Konut ve konut dışı binalar için aynı senaryolar kullanılmıştır. (Bkz. Şekil 5.18)



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof.Dr. Sabahattin AYDIN tarafından 09.06.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden D7B0DB35X8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

