

ULUSAL HAVA EMİSYON YÖNETİM SİSTEMİ

İrde Çetintürk GÜRTEPE ^{1(*)}, C. Esin KÖKSAL¹, Ağca Gül YILMAZ¹

¹ Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara

ÖZET

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) tarafından hava yönetimi alanında bilişim teknolojilerinden faydalanmak, ulusal çapta hava yönetimi alanında yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen verileri ortak bir veri tabanında birleştirmek amacıyla önerilen “Ulusal Hava Kirliliği Emisyon Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi Projesi” TÜBİTAK-KAMAG tarafından desteklenmiştir. Proje İstanbul Teknik Üniversitesi, Bahçeşehir Üniversitesi ve Proline Bilişim A.Ş. ekibi tarafından yürütülmüştür. Proje süresince, emisyon faktörlerinin geliştirilmesi, emisyon envanteri hazırlanması ve hava kalitesi modelleme alanında çok değerli çalışmalar yürütülmüş olup, bu metinde projede geliştirilen yazılım vurgulanacaktır.

Geliştirilen yazılım ÇŞB sunucularında Hava Emisyon Yönetim portalı adı ile hizmet vermeye başlamıştır. Yazılım bünyesinde temel olarak harita işlemleri modülü, emisyon hesaplama modülü, emisyon işleme modülü ve modelleme modülü yer almaktadır.

Yazılımın veri tabanına projede pilot olarak seçilen Marmara bölgesi verileri kaydedilmiş olup, diğer bölgeler belirli iş planı çerçevesinde Bakanlıkça yazılıma ilave edilecektir. Toplanan veriler ile yazılım üzerinden emisyon hesaplama, emisyon işleme ve modelleme modülleri çalıştırılmış ve hava kirliliği dağılım haritaları üretilmiştir.

Hava yönetimi alanında ortak bir veri tabanı oluşturma amacını başarmış olan HEY portalı ilgili kurumların işbirliği ve üniversitelerimizin desteği ile geliştirilecek olup akademik çalışmalar ile hava kirliliği alanında toplanan verinin Bakanlıkla paylaşılması önem arz etmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Emisyon envanteri, emisyon işleme(gridleme), hava kirliliği haritaları, hava kalitesi modelleme

ABSTRACT

Ministry of Environment and Urbanization had offered Development of National Air Pollution Emission Management System Project with the aim of usage information Technologies on air management area and integration of collected data at national level in common database. Project has financed by TÜBİTAK-KAMAG and conducted by İstanbul Technical University, Bahçeşehir University and Proline. Although during project, many valuable studies had been conducted in development of emission factors, emission inventory and air quality modeling area, improved software will be emphasized in this article.

(*) irde.gurtepe@csb.gov.tr

Improved software named Air Emission Management Portal has started service in MoEUs servers. The software includes map operation module, emission calculation module, emission distribution module and modeling module.

Data of Marmara Region, selected as pilot of Project, has been stored in database of software, other regions of the country will be added according to fixed time-schedule by the MoEU. By using the software emission calculation, emission distribution and modeling modules has been tested with the collected data and air pollution distribution maps has been produced.

Software-HEY portal which is succeeded the aim of establishing common database will be improved with cooperation of related institutions and support of universities. Therefore sharing data collected in the academic studies on air pollution with MoEU is very important.

KEYWORDS

Emission inventory, emission distribution(griding),air pollution maps,air quality modelling

1. GİRİŞ

1.1. Hava emisyon yönetim portalı

Hava Emisyon Yönetim Portalı Bakanlık iç sunucularında hey.csb.gov.tr adresinde hizmet vermekte olup, sistem mimarisi aşağıda özetlenmiştir.

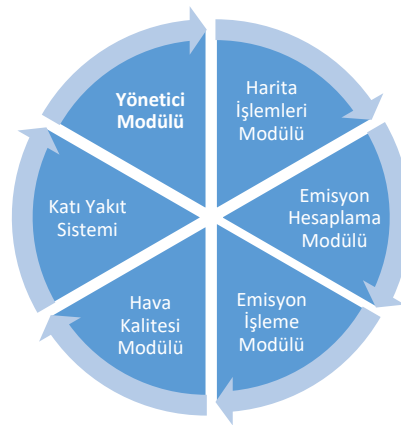
Harita işlemleri modülü. Kullanıcıların coğrafi bilgi sistemleri tabanlı olarak, kirletici kaynakların lokasyonlarını ekleme, silme ve güncelleme gibi işlemleri yapabildiği modüldür.

Emisyon hesaplama modülü. Noktasal, alansal ve hareketli kaynaklar için hesaplama metodolojilerinin sisteme aktarıldığı modüldür. Kullanıcılar her bir kaynak için ilgili aktivite verisini ekleyebilmekte ve emisyonu hesaplayabilmektedir.

Emisyon işleme modülü. Emisyon verilerinin kirletici ve sektör bazlı mekânsal, zamansal ve dikeysel olarak dağıtıldığı kısımdır.

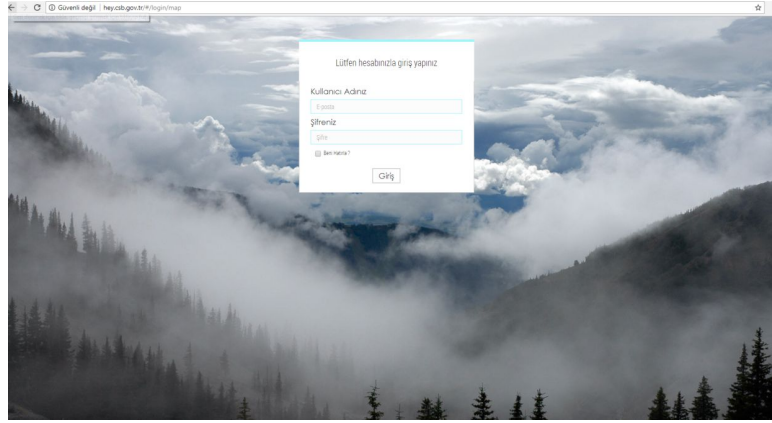
Hava kalitesi modülü. Gridlenmiş ve işlenmiş emisyon verilerinin hava kalitesi modeline gönderildiği modüldür. Meteoroloji modeli (WRF) ve Hava Kalitesi Modeli (CMAQ) olarak iki aşamada gerçekleşecektir.

Yönetici modülü. Sisteme ait özet raporların, grafiklerin ve haritaların sunulduğu yöneticilere arz edildiği modüldür.



Şekil 1. Emisyon Yönetim Sistemi Modülleri

Katı yakıt sistemi. Isınmadan kaynaklı hava kirliliğinin önlenmesi ve hava emisyon yönetim sistemine veri sağlanması amacıyla evsel katı yakıtların yönetildiği modüldür.

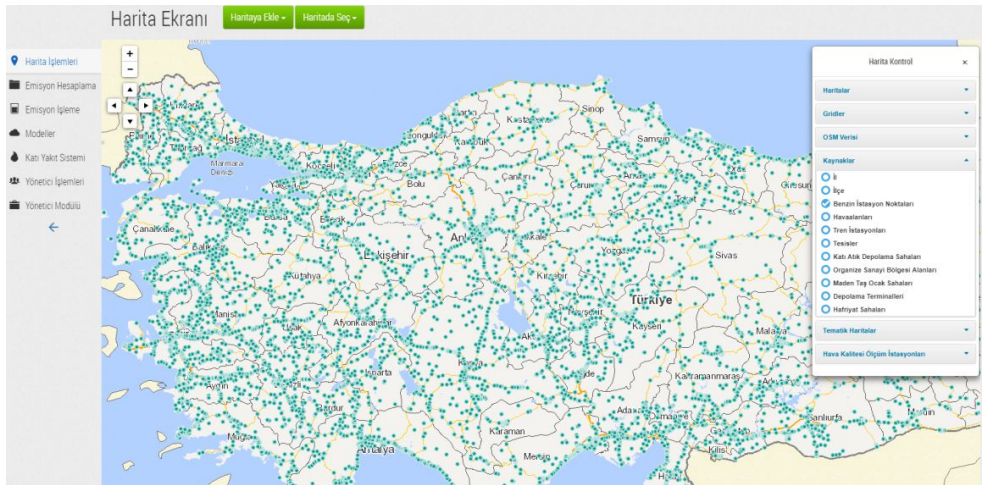


Şekil 2. HEY portalı giriş ekranı

2. HAVA EMİSYON YÖNETİM PORTALI SİSTEM MİMARİSİ

2.1. Harita işlemleri modülü

Harita işlemleri modülü; tesisler, katı atık depolama alanları, maden taş ocakları, dolum tesisleri, benzin depolama alanları, hafriyat alanları ve organize sanayi bölgelerinin lokasyonlarını harita üzerinde güncelleyebilmek veya yeni lokasyon eklemek için kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, kaynaklara ait bilgiler harita katmanından alınabilmekte, tematik haritalar ve gridler harita üzerinde sunulmaktadır. Yazılımın bu modülünde açık kaynak kodlu coğrafi bilgi sistemleri teknolojilerinden yararlanılmış olup, tematik haritaların gösteriminde ise ArcGIS kullanılmaktadır. Bu modül altında, ilgili veriler ÇŞB Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'nden servis ile sağlanmakta olup, ihtiyaç halinde sistem kullanıcıları tarafından ekleme/güncelleme yapılabilecektir. Harita işlemleri modülü ekran görüntüsü Şekil-3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Harita işlemleri modülü ekran görüntüsü

2.2. Emisyon hesaplama modülü

Noktasal kaynaklar. Emisyon hesaplama yazılım bileşenlerinden olan noktasal kaynaklar, mekânsal anlamda noktasal olarak belirlenebilen kaynaklardır. Bu kaynakların e-çevre izni sisteminde kayıtlı emisyon ölçüm raporları .pdf formatında indirilerek, Marmara Bölgesi Ek-1 Listesinde yer alan tesislerin bilgileri sisteme girilmiştir. Bu bölümde, genel olarak tesis yönetimi, tesis ürün-üretim yönetimi, tesis ölçüm raporları işlemleri, baca ölçüm işlemleri yapılmaktadır.

Tesis yönetimi alt modülü tesis, baca, proses ve kontrol teknolojisi sekmelerinden oluşmaktadır. Tesis sekmesinde sistemde kayıtlı olan tesis bilgileri, baca sekmesinde sistemde kayıtlı olan baca bilgileri, proses sekmesinde sistemde kayıtlı proses bilgileri ve kontrol teknolojisi sekmesinde sistemde bulunan kontrol teknolojisi bilgileri bulunmaktadır.

Tesis ürün ve üretim yönetimi alt modülünde tesislerin çalışma bilgileri, üretilen ürün ve kapasite bilgileri girişi yapılabilmektedir. Tesis ölçüm raporu alt modülünde tesislere ait ölçüm raporlarının ve ölçümü gerçekleştiren yetkili firmaların sisteme girişi yapılabilmektedir.

Baca ölçümü alt modülünde, baca yakıt, parametre ölçüm, kirletici ölçüm, VOC ölçüm ve toz ölçüm sekmelerinden ölçüm sonuçlarına ilişkin tüm bilgiler girilebilmektedir.

İlçe bazlı aktivite verisi alt modülünde il, ilçe, aktivite kodu, aktivite verisi ve birimi listelenmektedir. Özellikle Ek-2 listesinde yer alan tesislerin sayılarının çokluğu sebebiyle aktive koduna göre verisinin toplu olarak girilmesi için bu ekran tasarlanmıştır.

Ek-1 tesislerine ait emisyon miktarı baca emisyon ölçüm sonuçları ile tesisin yıllık çalışma süresinin çarpımından hesaplanmaktadır. Ek-2 tesisleri için ise emisyon miktarı toplu girilen aktivite verisinin projede geliştirilen ulusal emisyon faktörleri veya rehber kitaplardan alınarak sisteme kaydedilen emisyon faktörleri ile çarpımı ile hesaplanmaktadır.

Alansal Kaynaklar. Emisyon hesaplama yazılım bileşenlerinden olan alansal kaynaklar; bir coğrafi bölgeye (il, ilçe) dağılmış olup, bireysel olarak önem arz etmemekle birlikte toplu olarak önem arz eden emisyon kaynaklarıdır. Bu kaynakların her birinden emisyon verisi toplamının mümkün olmaması nedeniyle alan üzerinden toplu hesaplamalar yapılmaktadır. Bu bölümde genel olarak evsel ısınma, organize sanayi bölgeleri, katı atık sahaları, depolama terminalleri, benzin istasyonları, hafriyat alanları, maden taş ocakları kaynaklı emisyonların yönetilmesi sağlanmaktadır. Alansal kaynaklar modülü Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 4. HEY portalı alansal kaynaklar modülü

Isınma kaynaklı emisyon hesabı ekranında il, ilçe, yakıt türü, yakma teknolojisi kontrol teknolojisi, yakıt tüketimi ve birimi gibi evsel ısınma bilgileri bulunmaktadır. Kayıtlardan biri seçildiğinde evsel ısınma bilgileri veri girişi bölümü dolmaktadır. Kullanıcı tarafından seçilen yakıt türü ve yakma teknolojisi bilgisiyle birlikte sistem otomatik olarak girilen bilgiyi envantere esas olacak şekilde aktivite kodu ile eşleştirmekte ve veri tabanına bu şekliyle kayıt etmektedir.

OSB tüketim kaynaklı emisyon hesabında doğalgaz kullanımından kaynaklanan emisyonların hesaplanması hedeflenmiş olup, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı OSB Bilgi Sisteminden temin edilen veriler kullanılmıştır. OSB üretim kaynaklı emisyon hesabı için üretilen ürün cinsi ve kapasitesine göre algoritma geliştirilmiş olup, proje süresince bu alanda anlamlı veri temin edilememiştir.

Katı atık depolama emisyon hesaplamasında ÇŞB taşra teşkilatından katı atık depolama alanlarının koordinatları ve yıllık depolama miktarı bilgisi temin edilmiştir. Emisyon hesabı için tanımlanan algoritma ile hesaplama sistem üzerinden yapılmaktadır.

Benzin istasyonu kaynaklı emisyon hesaplaması için EPDK'dan ülke genelinde faaliyet gösteren istasyonların lokasyonları ve ilçe bazında akaryakıt satış bilgisi temin edilmiştir. Depolama terminallerinden kaynaklanan emisyon hesabı için EPDK'dan koordinatlar ve kapasite bilgisi temin edilmiştir.

Hafriyat ve maden taş-ocaklı kaynaklı emisyon hesabı için gerekli algoritma sistemde tanımlanmış olup, Marmara Bölgesi illerinden gelen veriler için hesaplama yapılmıştır.

Hareketli Kaynaklar. HEY portalının bu modülünde taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar hesaplanmaktadır. Karayolu, havayolu, denizyolu ve demiryolu ulaşımından kaynaklanan emisyonların hesaplanmasına yönelik algoritmalar oluşturulmuştur.

Karayolu emisyonu için yaygın şekilde kullanılan COPERTv4 emisyon modeli kullanılmaktadır. COPERT modeli Avrupa Çevre Ajansı koordinesinde geliştirilmiş olup, dünya genelinde araç emisyonlarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. HEY portalında hazırlanan ilgili veriler

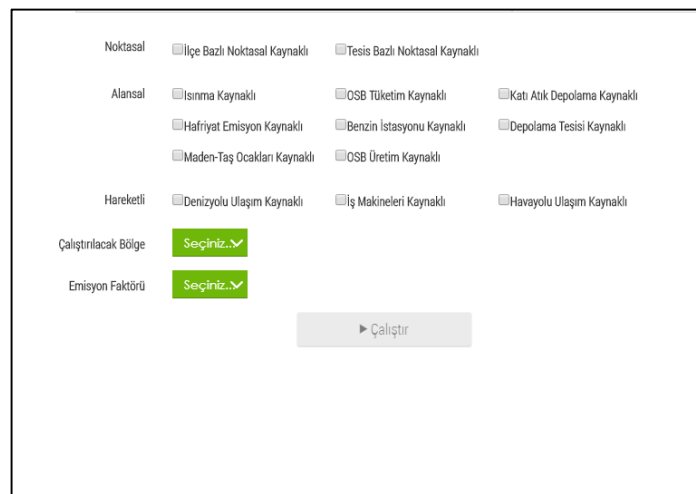
COPERT uygulaması için uygun formatta Excel dosyasına kaydedilmektedir. COPERT emisyon hesaplama sonuçlarını içeren Excel dosyasından veriler çekilip, HEY portalı veri tabanına kaydedilmektedir. Karayolu emisyonları HEY portalında il bazında seviye-3 düzeyinde hesaplanabilmektedir. COPERTv4 emisyon modeli ile araç sayıları, araç teknolojileri ve araç km verileri esas alınarak detaylı hesaplamalar yapılmaktadır. Ortalama araç kilometre hesabı, proje akademik ekibince TÜVTÜRK veri seti esas alınarak yapılmıştır.

Havayolu emisyonu için DHMİ Genel Müdürlüğü'nden temin edilen havaalanı düzeyinde saatlik uçuş verisi kullanılmış olup, proje akademik ekibince uçak tipine göre emisyon faktörleri sisteme tanıtılmıştır. Bu sayede havayolu emisyonları havaalanı ve uçak tipi bazında, iniş-kalkış-sefer esnasında olmak üzere hesaplanabilmektedir.

Demiryolu emisyonu için TCDD Genel Müdürlüğü'nden alınan istasyonlar arası, tren tipine göre sefer sayısı bilgisine göre proje akademik ekibince geliştirilen hesaplama algoritması portala tanıtılmıştır. Pilot olarak seçilen Marmara Bölgesi elektrikli hatlı olduğundan emisyon hesabı yapılmamıştır ancak geliştirilen algoritma ile diğer bölgelerdeki emisyonlar hesaplanabilecektir.

Denizyolu ulaşımı emisyonu hesabı için proje döneminde UDHB tarafından gerçekleştirilen projenin hesaplama algoritması proje akademik ekibince incelenmiş olup, oldukça detaylı hesaplandığından veri alınılmasına karar verilmiştir. Gemilerin izleme verilerinden hesaplanan söz konusu emisyonlar, mekana işlenmiş şekilde temin edilmiştir.

Emisyon hesaplama. Noktasal, alansal ve hareketli kaynaklar için sistemdeki algoritmalara ve sisteme girilmiş olan aktivite verilerine göre emisyonların hazırlandığı modüldür. Emisyon hesaplama işlemi sistemde var olan emisyon faktör setlerine göre ayrı ayrı gerçekleştirilebilir. Veri tabanında kayıtlı emisyon faktörleri ile ekranlardan girilen aktivite verileri arka tarafta çarpılarak sonuçları kayıt edilmektedir. Emisyon hesapları sektörel olarak seçilerek ayrı ayrı ya da toplu olarak yapılabilecek esnekliktedir. Hesaplanacak sektörler, hesaplama yapılacak bölge ve emisyon faktörü kütüphanesi seçilerek çalıştır butonuna tıklanır.



Ekran, emisyon hesaplama için kullanılan parametreleri göstermektedir. Parametreler şunlardır:

- Noktasal: ☐ İlçe Bazlı Noktasal Kaynaklı, ☐ Tesis Bazlı Noktasal Kaynaklı
- Alansal: ☐ Isınma Kaynaklı, ☐ OSB Tüketim Kaynaklı, ☐ Katı Atık Depolama Kaynaklı, ☐ Hafriyat Emisyon Kaynaklı, ☐ Benzin İstasyonu Kaynaklı, ☐ Depolama Tesisi Kaynaklı, ☐ Maden-Taş Ocakları Kaynaklı, ☐ OSB Üretim Kaynaklı
- Hareketli: ☐ Denizyolu Ulaşım Kaynaklı, ☐ İş Makineleri Kaynaklı, ☐ Havayolu Ulaşım Kaynaklı
- Çalıştırılacak Bölge: Seçiniz.▼
- Emisyon Faktörü: Seçiniz.▼
- Çalıştır butonu: ► Çalıştır

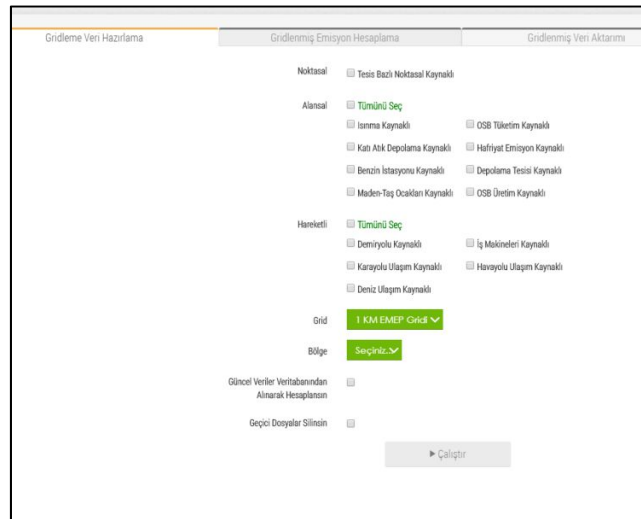
Şekil 5. Emisyon hesaplama ekranı

HEY portalı üzerinden hesaplanan emisyon değerleri il, ilçe, aktivite kodu, kaynak ve emisyon faktörü bilgilerine göre sorgulanabilmekte, sorgu sonuçları excel olarak dışarıya aktarılabilir.

2.3. Emisyon işleme

Mekansal dağılım. Emisyon işleme yazılım bileşenlerinden olan gridleme, ilçe düzeyinde hesaplanan emisyon değerlerini coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla karelere dağıtmak için kullanılmaktadır. HEY portalı için maksimum grid çözünürlüğü 1*1 km olarak belirlenmiştir. Hava kalitesi modeli için Lambert-Conformal projeksiyon sisteminde 2*2 km çözünürlükte kareler kullanılmasına karar verilmiştir. Bu modül arka planda CBS tabanlı yazılım kodları ile gridleme işlemini pratik ve kullanıcı dostu şekilde yapmayı hedeflemektedir.

Noktasal, alansal ve hareketli kaynaklar için coğrafi veriler ile kesiştirme işlemleri sonucunda fraksiyon tablolarının oluştuğu ve veri tabanına yazıldığı kısımdır. Kullanıcı grid formatını (emisyon haritası/modelleme) seçerek gridleme veri hazırlama yapabilir. Esnek olarak kaynak bazında ya da toplu şekilde gridleme veri hazırlama yapılabilecek şekilde esnek tasarlanan kullanıcı ekranı Şekil-??de yer almaktadır.



Şekil 6. Emisyon işleme ekranı

Fraksiyon tablolarının hazırlanması arka planda çalışan kodlamalar nedeniyle uzun sürebilmekte olup, CBS verisinde güncelleme olduğundan tekrarlanacak bir işlemdir. Güncelleme olmadığı durumda veri tabanında kayıtlı olan fraksiyon tabloları kullanılacaktır. Fraksiyon tabloları ve emisyon hesaplama modülünde elde edilen sonuçların çarpımı ile grildenmiş emisyon hesabı yapılmaktadır. Bu modülde ilaveten CŞB uluslararası raporlama sorumlulukları çerçevesinde yüksek çözünürlüklü veriden daha düşük çözünürlükte veri üretebilmek için oluşturulan ayrıca bir ekran tasarlanmıştır. HEY portalı tüm modüllerinde olduğu gibi gridlere veri hazırlama ve veri işleme aşamaları için işlemlerin çalışma durumları takip edilebilmektedir.

Zamansal dağılım. Emisyon işleme yazılım bileşenlerinden olan duman; gridlerde bulunan yıllık emisyon değerini saatlik emisyon değerine çeviren ve atmosferin dikey katmanlarındaki emisyon miktarlarını belirleyen model olarak kullanılmaktadır. Zamansal dağılım için sektörlere özgü aylık, haftalık ve günlük profiller, dikey dağılım için yine sektörlere özgü profiller kullanılmaktadır. Proje akademik ekibince hazırlanmış olan tüm bu algoritmalar HEY portalınca çalıştırılmakta olup, hava kalitesi modeline verilmek üzere saatlik veri setini hazırlanmaktadır.

2.4. Modelleme modülü

Hava emisyon yönetim portalı yazılım bileşenlerinden olan hava kalitesi modülü, WRF ve CMAQ ekranlarından oluşmaktadır.

WRF (Weather Research and Forecasting Model) modeli sayısal hava tahminlerinin yapılması için geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir model olup dünya genelinde kullanılmaktadır. Gridli tahminle yapısı sebebiyle gridli çalışan hava kalitesi modellerinde sıklıkla tercih edilmektedir. Linux işletim sisteminde çalışan WRF modeli için HEY portalında Bakanlığımız tüm kullanıcılarının rahatlıkla kullanabileceği kullanıcı dostu ekranlar tasarlanmıştır. WRF modeli için gerekli olan parametrelerin düzenlendiği ekrandır. Script adı, WRF çalıştırılacak bölge ve tarih bilgileri girilerek WRF modeline çalışma komutu gönderilir. Çalıştırılan bölge seçeneği, Türkiye'deki 7 bölgeyi kapsamaktadır. Buradaki bilgiler ön tanımlı olarak sistemde mevcuttur.

Hava emisyon yönetim portalında atmosferik kimyasal reaksiyonları dikkate alabilen, kareli yapıda, taşınımı da göz önünde bulunduran CMAQ (Community multiscale air quality) hava kalitesi modelinin kullanımına karar verilmiştir. Söz konusu model Amerikan Çevre Ajansı tarafından geliştirilmiş olup, açık kaynak kodludur. Dünya genelinde özellikle akademik olarak yaygın kullanımı mevcuttur. Unix işletim sisteminde çalışan söz konusu modelin bölgesel hava yönetiminde ÇŞB personeli tarafından aktif kullanımının sağlanması için HEY portalında kullanıcı ekranları geliştirilmiştir. HEY portalı üzerinden hava kalitesi modelinin çalıştırılması dünyada örnek taşıyacak niteliktedir.

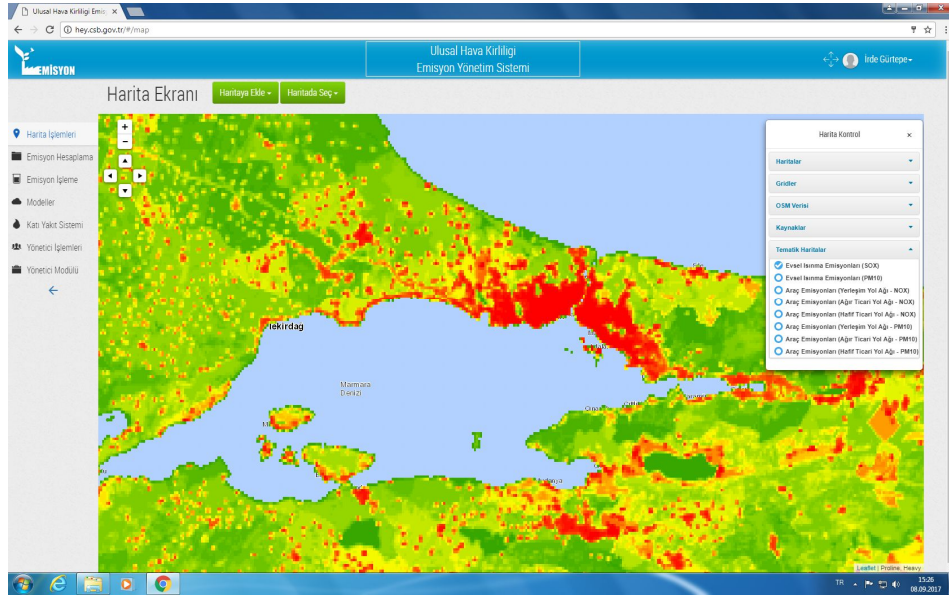
3. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

HEY portalı tüm modülleri proje başlangıç yılı olan 2013 yılı verileri ile Marmara Bölgesi için test edilmiştir. Aynı hesaplamalar proje akademik ekibince farklı ortamlarda da yapılmış olup, HEY portalı sonuçları doğruluğu test edilmiştir.

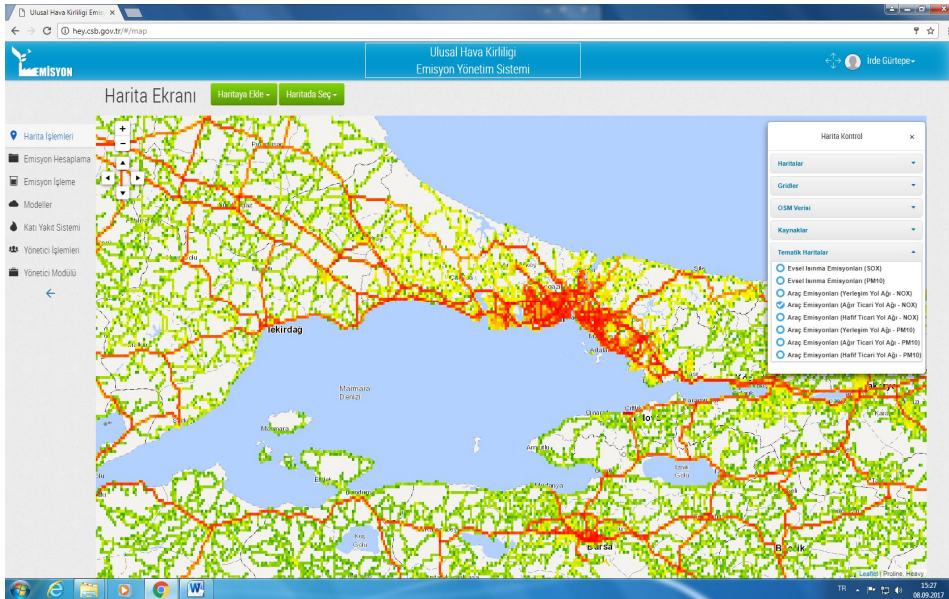
Hava kirliliği açısından önem arz ettiği düşünülen tüm emisyon kaynakları portala dahil edilmeye çalışılmış olup, ülke geneline yaygınlaştırılacak bir ürün elde edilmiştir. Her emisyon kaynağına özgü emisyon hesaplama algoritmalarının yer aldığı HEY portalı tüm sonuçları yönetici modülünde sunulmaktadır.

HEY portalı amacı; ulusal/bölgesel/yerel hava kalitesi politikalarının hazırlanmasında yol gösterici nitelik taşıyan kirlilik dağılım haritalarının oluşturulması olduğundan bu bölümde söz konusu tematik haritalara değinilecektir.

Hazırlanan tematik haritalar ÇŞB CBS Genel Müdürlüğü ARGIS sunucusundan servis edilerek HEY portalından görüntülenebilmektedir, örnek haritalar Şekil-7 ve Şekil-8'de gösterilmektedir.



Şekil 7. Evsel ısıtım kaynağı için hesaplanan NO_x emisyonu dağılımı



Şekil 8. Karayolu ulaşımı ağır ticari araçlar için hesaplanan NO_x emisyonu dağılımı

HEY portalında tematik haritalar kirletici kaynağına ve kirletici parametreye göre üretilebilmekte ve görüntülenebilmektedir. Oluşan haritalarda kırmızı renk kirliliğinin yoğun olduğu yerleri vurgulamaktadır. Haritalara bakıldığında problemlili noktalar açıkça görünmekte olup, ulaşılan bu çıktılar Temiz Hava Eylem Planı güncelleme sürecinde kullanılacaktır. Emisyon envanteri algoritmalarının HEY portalında tanımlanması ile bölgesel olarak toplanacak aktivite verileri

ortak bir metodoloji ile hesaplanabilecek ve şeffaf bir veri tabanında depolanabilecektir. Bakanlık Bölgesel Temiz Hava Merkezleri aracılığıyla toplanacak verilerin HEY portalına girişi yapılacak, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü koordinasyonunda emisyon işleme ve modelleme çalışmaları yürütülecektir. Üretilen tematik haritaların doğruluğu toplanacak aktivite verisine bağlı olduğundan, mevcut çalışmaların HEY portalına entegrasyonu zaman ve iş gücü kaybının önüne geçecektir. HEY portalının hava yönetimi alanında yürütülen çalışmaların ortak veritabanına alınabileceği bir platform haline gelmesi için kurumlar arası işbirliğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Modelleme için Bakanlık personelinin kolaylıkla kullanabileceği ekranlar ile hem meteorolojik hem de hava kalitesi modellerin komutlarının uzaktan çalıştırılabileceği dünyada örnek olabilecek bir uygulama geliştirilmiştir. Modellerin hızlı sonuç üretebilmesi için yüksek başarılı bilgisayar ihtiyacı bulunmakta olup, ÇŞB tarafından öncelikle kiralama yolu ile hizmet alınmasına karar verilmiştir.

4. ÖNERİLER

HEY portalı e-hava yönetimi uygulamalarının başlangıç noktası niteliği taşımakta olup, geliştirilmeye ve iyileştirilmeye açık olacak şekilde tasarlanmıştır. HEY portalında yer almayan emisyon kaynakları, ulusal emisyon faktörü bulunmayan sektörler için çalışma yapmak üzere akademik çalışmalar veya bu alanda üniversitelerimizce yürütülecek projeler beklenmektedir.

Akademik olarak yapılan çalışmalar, lisans/yüksek lisans tezleri oldukça değerli olup, HEY Portalı modüllerinde yer alan konular ile çakışan çalışmaların çıktıları hakkında ÇŞB'nin bilgilendirilmesi tekrarın önüne geçebilecektir.

TEŞEKKÜRLER

- TÜBİTAK-KAMAG
- Prof.Dr. Alper ÜNAL başta olmak üzere tüm proje ekibine
- Proline Bilişim A.Ş. yazılım ekibine

HEY portalının geliştirilmesinde vermiş oldukları destek ve emeklerden dolayı teşekkür ederiz.