

Öne Çıkan Sonuçlar:

- Havada NO_x Kirliliğindeki Artış
- Kar Suyunda Yüksek pH
- Yaş Birikiminin Sonuçları

Yazışma yazarı:

Kazım Onur
DEMİRARSLAN,
onurdemirarslan@artvin.edu.tr

Referans:

Başak, S., Demirarslan, K.O., (2018), Hava Kirliliğinin Kar Sularına Etkisi: Artvin İli Örneği, İklim Değişikliği ve Çevre, 3, (2) 9–15,

Makale Gönderimi : 19 TEMMUZ 2018
Online Kabul : 7 AĞUSTOS 2018
Online Basım : 15 AĞUSTOS 2018

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Artvin

²Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Artvin

Özet Hava kirliliği günümüz çevre sorunları arasında önemli bir yere sahiptir. İnsanlar yiyecek ve içecek olmadan birkaç gün hayatta kalabilmelerine karşın havasız sadece birkaç dakika yaşayabilmektedir. Ancak havanın önemi kalitesi düştüğünde anlaşılmaktadır. Gerek kentleşme gerekse endüstri hava kirlenme önemli unsurlardır. Özellikle kentlerde kış aylarında ısınma amacıyla kullanılan fosil yakıtlar birçok kirlenmeye atmosfere yaymaktadır. Bu kirlenmeye atmosferde kuru ve yağ birikimi ile toprağa ve yüzey sularına karışabilmektedir. Yağ birikiminde yağmur, kar ve sis önemli bir rol oynamaktadır. Kar yağışında, tanelerin diğer yağışlardakine oranla daha büyük olması atmosferde bulunan kirliliği bünyesinde toplamasında etkilidir. Yapılan bu çalışmada Artvin merkeze bağlı üniversite Rektörlüğü'nün de bulunduğu Seyitler Köyü'nde 3 noktadan (A, B ve C noktaları) ve şehir merkezinden (D noktası) alınan kar numunelerinde çözülmüş oksijen, NO₃, bulanıklık, iletkenlik ve pH analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre çözülmüş oksijen için A>B>C>D, NO₃ için B>A>C>D, iletkenlik için D>B>A>C, bulanıklık için D>B>C>A, pH için A>B>C>D sıralaması elde edilmiştir. Bu sıralamalara ait değerler incelendiğinde, bölgede ısınma amaçlı kömür yakılması sonucu oluşan uçucu küllerin baca gazıyla beraber atmosfere karışması ve kar tanecikleri tarafından absorbe edilmesi bu değerlerin bir sonucu olarak söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Hava Kirliliği, Kar yağışı, Kirlenici Maddeler, Yaş Birikim

The Effect of Air Pollution on Snow Water, Case Study: Artvin (Turkey) Example

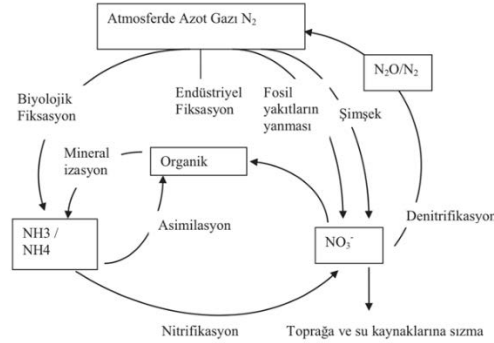
Abstract Air pollution has an important place among today's environmental problems. People can survive for a few days without food and drink. However, they can only live for a few minutes without air. The importance of the air is understood when the quality of the air has decreased. Urbanization and industry are an important factor in the air pollution. Especially fossil fuels that are used for warming in the cities during the winter months spread many pollutants to the atmosphere. These pollutants can be mixed in the atmosphere with dry and wet deposition to soil and surface waters. By wet accumulation; rain, snow and fog play an important role. In the case of snowfall, it is effective that snowflakes accumulate pollution in the atmosphere because the snow particles are bigger than the other rainfall. In this study, dissolved oxygen, NO₃, turbidity, conductivity and pH analyzes were carried out in the snow water samples taken from 3 points (A, B and C points) in Seyitler Village and from 1 point in city center (D point). The results show a ranking as A> C> D for dissolved oxygen, B> A> C> D for dissolved oxygen, D> B> A> C for conductivity, D> B> C>A for turbidity and A> B> C> D sequence. When the results belonging to this study are examined, it is possible to say that in the region, the fly ash formed as a result of combustion of coal for heating and the flue gas together are absorbed by the atmospheric air and the snow particles.

Keywords: Air Pollution, Snowfall, Pollutants, Wet deposition

1. Giriş

Hava kirliliği son yıllarda en büyük küresel sorunlardan biri haline gelmiş olup toplumlar üzerinde olumsuz sağlık etkilerinde bulunan bir problemdir (Huang et al., 2018; Fan et al., 2018). Bu problem hayat kalitesini azaltmakta, solunum sistemlerinde rahatsızlıklara neden olmakta ve toplumların refahını etkilemektedir (Sun et al., 2018). Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) raporlarına göre küresel ölçekteki kentsel hava kirliliği her yıl yaklaşık olarak 800.000 kişinin erken ölümüne yol açmaktadır. Hava kalitesinin azlığı, düşük ve orta gelire sahip ülkelerde yaşayanların ölüm sebebi arasında 13. sırada gelmektedir (Sanidas et al., 2017). Avrupa ülkelerinde ise bu rakam yılda 550.000 kişiyi bulabilmektedir (Lichter 2017). Önemli hava kirlenitçileri olarak sülfür dioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x),

karbonmonoksit (CO), ağır metaller ve partikül maddeler sayılabilmektedir (Shahadin 2018). Azot, sınırlı sayıda organizma tarafından gaz fazında kullanılabilirdiğinden ekosistemdeki canlıların yararlanabilmesi için öncelikle atmosferik azot gazının inorganik forma dönüştürülmesi yani fiksasyonu gerekmektedir. Bu formlar ise amonyak ve nitrattır. Azotun dünya üzerindeki döngüsü Şekil 1'de verilmiştir (L'Hirondel ve L'Hirondel, 2002; Ardiç 2013).



Şekil 1. Azot döngüsü (L'Hirondel ve L'Hirondel, 2002; Ardiç, 2013).

NO_x emisyonlarının sadece %10'luk kısmı antropojenik kaynaklardan gelmekte geri kalanı ise toprak ve sudaki anaerobik biyolojik aktivitelerden, şimşek ve yıldırımlardan üst atmosferdeki fotokimyasal parçalanmadan oluşmaktadır (URL-1). Özellikle atmosferdeki NO₂ kirleticisi nitrik aside (HNO₃) ve amonyum tuzlarına dönüşmektedir. Oluşan nitrat aerosolleri ise kuru ve yaş birikim ile atmosferden giderilmektedir (URL-2). Atmosferde NO₂'den NO₃⁻ e dönüşüm reaksiyonu genellikle gün ışığı olmayan gece saatlerinde troposferik ozonun varlığında gerçekleşmektedir (URL-3).



Gün ışığında ise aşağıdaki reaksiyon görülmektedir (URL-3).



Kar, yeryüzünden buharlaşan su buharının, atmosferin üst seviyelerinde, ani bir soğuk hava bölgesine rastlaması ve su damlasına dönüşmeden donmasıyla oluşur. Kar oluşabilmesi için ortamın sıfır derecenin altında olması gerekmektedir. Donan kar taneleri, yer çekiminin de etkisiyle, aşağıya doğru yağmağa başlar. Bu sırada varsa atmosferde bulunan baca ve egzoz gazlarından oluşan kirlilik ile kontamine olabilir. Kar taneleri hava kirleticileri için yağ birikim ile giderme prosesinde oldukça etkili olabilmektedir. Bunun nedeni ise fiziksel yapı ve büyüklüğünden dolayı kar tanelerinde önemli miktarda kimyasallar birikebilmekte ve bu kimyasallar deneysel olarak belirlenebilmektedir. Kar taneleri içerisinde biriken kimyasalların bileşenlerinin belirlenmesi hava kalitesi ve kirleticiler hakkında önemli bilgiler verebilmektedir. Kardaki kimyasal bileşenler bölgesel ve küresel kirlilik taşınımı için oldukça önemli veriler sağlayabilmektedir (Kumar et al., 2016). Kış aylarında özellikle yerleşimin yoğun olduğu yerlerde insanlar ısınmak için buldukları mekanlarda daha fazla ısıya ihtiyaç duyarlar. Bu da baca gazı emisyonlarını arttırmaktadır. Uzak yerleşim yerleri veya su borularındaki donma nedeniyle suyun akamadığı yerlerde ise insanlar kar suyunu eriterek içme ve ihtiyaç suyu olarak sıklıkla kullanmaktadır. Eriyen kar suları yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarını da beslediği için oldukça önemlidir. Ayrıca kar bazı bölgelerimizde ise çeşitli renklendirici ve tatlandırıcılarla yiyecek olarak da tüketilmektedir. Yapılan bu çalışmada Artvin İli'nde şehir merkezinde ve merkeze bağlı en büyük köy olan Seyitler Köyü'ndeki yeni yağmış kar numunelerinde çözünmüş oksijen (Ç.O.), NO₃-N, iletkenlik, bulanıklık ve pH parametreleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar ise hava kirliliği ve kalitesi ile ilgili bağlantının incelenmesinde kullanılmıştır.

2. Veri ve Çalışma Alanı

Çalışma alanı olan Artvin ili doğusunda Ardahan, batısında Rize, kuzeyinde Gürcistan, güneyinde Erzurum ile komşudur. Kuzey batısında Karadeniz vardır. İlde sanayi sektörü oldukça düşük seviyededir ve herhangi bir organize sanayi bölgesi mevcut değildir (Demirarslan 2016). Bu da hava kalitesi üzerinde olumlu bir etki yaratmaktadır. Artvin Çoruh Üniversitesi Şehir Yerleşkesi, Artvin il merkezinin girişinde bulunmaktadır. Çoruh Nehri'nin kenarında bulunan yerleşke 70 dönüm arazi üzerine kurulmuştur. Artvin il merkezine yaklaşık olarak 12 km, Şehir Yerleşkesine ise 6 km uzaklıkta bulunan Seyitler Yerleşkesi ise 187 dönüm arazi üzerine kurulmuştur (Demirarslan ve Başak, 2017). Çalışma için Artvin İli merkezindeki Artvin Çoruh Üniversitesi Seyitler Yerleşkesi'nden 2 (A ve B noktaları) TOKİ konutları ve ilköğretim okulunun bulunduğu Seyitler Köyü'nden 1 (C noktası) ve Şehir Yerleşkesi'nden 1 (D noktası) adet olmak üzere toplam 4 adet kar numunesi alınmıştır. Numuneler yerden en az 70 cm yükseklikten, üzerinde herhangi bir hayvan izi olmayan taze kardan el değmeden alınmıştır. Laboratuvarda normal şartlar altında alınan kar numunelerinin erimesi beklenmiş ve sonrasında çözünmüş oksijen (Ç.O.), NO₃ iletkenlik, bulanıklık ve pH parametreleri incelenmiştir. Ölçümler için Hach-Lange multimetre kullanılmıştır. Cihazın tüm problemleri yenidir ve parametreler Hach-Lange markasının önerdiği metotlara göre ve kalibrasyonlarıyla birlikte yapılmıştır. Elde edilen NO₃-N verileri Eşitlik 4 ile hesaplanarak NO₃ miktarlarına dönüştürülmüştür (URL-10).

$$NO_3 = NO_3-N \times 4,42664 \quad (4)$$

Şekil 2'de çalışma alanını gösteren harita verilmiştir. Şekil 3'te ise Seyitler Yerleşkesi ve Şehir Yerleşkesi'nde numune alınan noktalar belirtilmektedir. Bu noktaların koordinatları ise Tablo 1'de verilmektedir.



Şekil 2. Çalışma alanı.



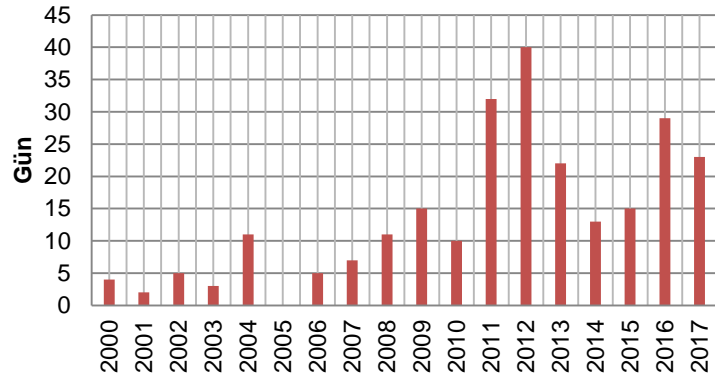
Şekil 3. Numune alım noktaları (a, b, c- Seyitler Yerleşkesi, d- Şehir Yerleşkesi) (Google Haritaları, 2018).

Tablo 1. Numune alınan noktaların koordinatları.

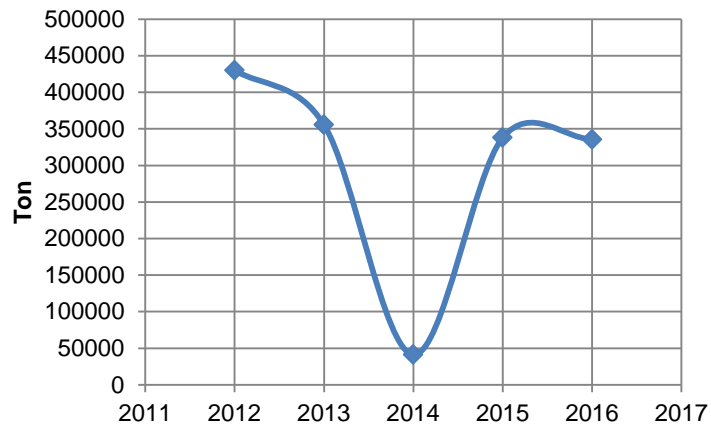
Nokta	Koordinat	Yeri	Açıklama
A	41° 11' 54,96"	Artvin-Merkez, Seyitler Köyü,	A.Ç.Ü Orman Fakültesi önü, baca ve
Noktası	K 41° 51' 0,19"	A.Ç.Ü. Seyitler Yerleşkesi	araç trafiğinden nispeten uzak.
D			
B	41° 11' 55,46" K	Artvin-Merkez, Seyitler Köyü	TOKİ konutları ve ilköğretim okulu
Noktası	41° 51' 10,97" D		arası, her iki yapıya ait kalorifer kazan ve baca gazlarına yakın, akıcı trafikten uzak.
C	41° 11' 48,94" K	Artvin-Merkez, Seyitler Köyü,	A.Ç.Ü. açık spor tesisleri bölgesi, direkt
Noktası	41° 50' 50,92" D	A.Ç.Ü. Seyitler Yerleşkesi	baca ve trafikten uzak
D	41° 11' 07,61" K	Artvin-Merkez, A.Ç.Ü.	A.Ç.Ü. Şehir Yerleşkesi bina ve
Noktası	41° 49' 58,98" K	Şehir Yerleşkesi	lojmanları kalorifer kazan ve baca gazları ile yoğun trafikli D010 karayoluna yakın

Artvin İli'nde yıllara göre karlı günler sayısı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle incelenmiştir. Buna göre 2000-2017 yılları arasındaki karlı günler sayısı Şekil 4'te verilmektedir. Şekil 4 incelendiğinde en düşük oranın 2005 yılında olduğu görülmekte ve bu yılda hiç karın yağmadığı anlaşılmaktadır. Karlı günler içerisinde en yüksek gün sayısı 40 ile birlikte 2012 yılında kayda geçmiştir.

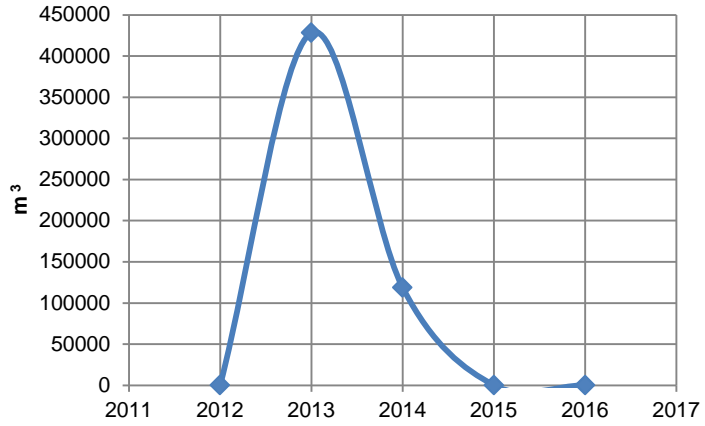
Çalışma alanında hava kirliliği kaynağı olarak ısınma için yakılan fosil yakıtlar ve trafik verilebilir. İle ısınma amacıyla kullanılan fosil yakıtlar ve miktarları Şekil 5 ve 6'da gösterilmektedir (URL-4, URL-5, URL-6, URL-7, URL-8)



Şekil 4. Çalışma alanı 2000-2017 yılları arası kar yağışlı günler sayısı.



Şekil 5. Artvin ili kömür kullanım miktarları.



Şekil 6. Artvin ili fuel-oil kullanım miktarları.

3. Bulgular

Çalışma alanlarındaki 4 farklı noktadan alınan kar numuneleri laboratuvar ortamında analiz edilmiştir. A, B ve C noktalarında trafik akışı yok denecek kadar azdır, ancak D noktası diğer noktalardan farklı olarak ağır tonajlı araçların da sıklıkla kullandığı D010 karayoluna kuş bakışı 70 m mesafede bulunmaktadır. A ve B noktaları ise C ve D noktalarından bacalara biraz daha uzak noktalarda yer almaktadır. Çözünmüş oksijen değerleri A noktasında 8,47 mg/L, B noktasında 8,15 mg/L, C noktasında 7,86 mg/L ve D noktasında 7,21 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanında bulunan bu karlar eriyerek yüzeysel ve yer altı sularına karışacaktır. Bu değerler, bölgedeki en büyük nehir olan Çoruh Nehri'ndeki biyosisteme ve nehir üzerindeki balık çiftlikleri için yararlıdır. Yapılan çalışmalarda 4-5mg/L'lik Ç.O. konsantrasyonun balık popülasyonlarının sürdürülebilirliğini desteklediği göstermektedir (URL-9). İletkenlik sonuçları incelendiğinde A noktası 7,99 μ S/cm, B noktası 11,43 μ S/cm, C noktası 3,24 μ S/cm, D noktası ise 49 μ S/cm olarak bulunmuştur. İletkenlik değerlerinin yüksek olması kömür kullanımından kaynaklanan ve emisyonlar ile havaya karışan uçucu küllerden olduğu söylenebilir. Yanma sonucu ortaya çıkan külün %75-85'i baca gazı ile atmosfere karışmaktadır. Kimyasal kompozisyon olarak incelendiklerinde, uçucu küllerin, SiO₂, Fe₂O₃ ve MgO'ün yer aldığı bileşiklerden oluştuğu görülmektedir. Küllerin içerisinde bulunabilen karbon miktarı kömür tipine ve yakma işlemine göre değişiklikler göstermektedir. Ayrıca, kullanılan kömür tipine bağlı olarak bazılarında önemli miktarda CaO da bulunabilmektedir (Güler et al., 2005).

pH sonuçları incelendiğinde ise A noktasında 9,77, B noktasında 9,48, C noktasında 8,87 ve D noktasında ise 8,37 olduğu tespit edilmiştir. Numunelerdeki pH sonuçları oldukça yüksektir. Bu durumda çalışma alanında ıslak birikim ile kar yağışının kirlendiği anlamına gelmektedir. Kirlenmenin sebebi olarak daha önce açıklandığı üzere kömürün yakılması sonucunda baca gazı ile atmosfere yayılan uçucu küllerin kimyasal yapısı olarak gösterilebilir.

Alınan kar numunelerindeki ölçülen NO₃-N ve hesaplanan NO₃ değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Numune noktalarında elde edilen NO₃-N ve hesaplanan NO₃ değerleri.

Numune Noktası	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₃ (mg/L)
A Noktası	358	1582,36
B Noktası	361	1595,62
C Noktası	309	1365,78
D Noktası	0,00377	0,0166634

Sonuçlar incelendiğinde özellikle A, B ve C noktalarında alınan numunelerde NO₃ oranının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. D noktasında ise NO₃ oranı oldukça düşük bir değerdedir. Endüstriyel ve tarımsal gibi insan aktiviteleri biyolojik olarak aktif olabilen azot bileşiklerini meydana getirmektedir. Farklı formlardaki bu azot kirlilikleri havaya karışarak ıslak birikim ile NO₃ ve NH₄'e dönüşebilmektedir (URL-11). A, B ve C noktalarında NO₃ değerlerinin D noktasına göre oldukça yüksek olması A, B, C noktalarının bulunduğu alanın kırsal kesim olmasına bağlanabilir. Bu bölge nispeten tarım ve hayvancılığın yapıldığı bir yerdir. D noktası ise kentsel alandadır.

Bulanıklık sonuçlarına bakıldığında A noktasında 1,3 NTU, B noktasında 3,46 NTU, C noktasında 1,5 NTU, D noktasında 3,64 NTU oldukları görülmüştür. Sonuçlar yorumlandığında B noktasındaki bulanıklık kaynağı olarak çalışma alanının TOKİ konutlarına, ilköğretim okuluna ve bunlara ait kazan daireleriyle bacalarına çok yakın olması ve burada yakılan kömür küllerinin baca gazıyla beraber havaya karışması söylenebilir. D noktasındaki bulanıklığın kaynağı ise büyük olasılıkla, noktanın D010 karayoluna ve üniversite lojmanlarına yakın oluşu ile buradan kaynaklanan partikül maddeler ve baca gazlarının kar tarafından absorbe edilmesidir.

4. Sonuç

Çalışma alanındaki 4 farklı noktadan kar örnekleri alınmış ve laboratuvar ortamında Hach-Lange dijital multimetre cihazı ile analizleri yapılmıştır. Çalışmada Ç.O., NO₃, iletkenlik, bulanıklık ve pH parametreleri ölçülmüştür. Sonuçlar değerlendirildiğinde özellikle bazı parametrelerin yüksek oluşu dikkati çekmektedir. Buna göre Ç.O. seviyelerindeki sıralama A>B>C>D olarak bulunmuştur. NO₃ sonuçlarına göre sıralama B>A>C>D şeklindedir. İletkenlik ise D>B>A>C şeklinde bir sıralamaya sahiptir. Bulanıklık analizinde D>B>C>A olarak görülmekte ve en son pH sonuçlarına göre sıralama A>B>C>D şeklinde olmuştur.

Sonuçlardan özellikle Seyitler Köyü'nde bulunan NO₃ değerlerinin oldukça yüksek olduğu fark edilmektedir. Buna sebep olarak burasının kırsal kesim olması, tarım ve hayvancılıkla uğraşılmasının yanı sıra toprakta meydana gelen azot çevriminin aerosoller olarak havaya karışması şeklinde yorumlanabilir. Ancak tam bir sonuç elde edilebilmesi için farklı zamanlardaki kar yağışlarından örnekler alınması, ayrıca topraktaki azot faaliyetlerinin de incelenmesi gerekmektedir. Sonuçlara göre iletkenlik, bulanıklık ve pH değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bölgede ısınma amaçlı kömür yakılması sonucu oluşan uçucu küllerin baca gazıyla beraber atmosfere karışması ve kar tanecikleri tarafından absorbe edilmesi bu yüksek değerlerin bir sonucu olarak söylenebilir.

2017-2018 kış sezonunda (aylarında) bahsi geçen noktalara sadece bir kere kar yağdığı için deneylerin tekrarı yapılamamıştır. Gelecek çalışmalarda yağışların uygun olduğu dönemlerde analizlerin tekrarlanarak sonuçların karşılaştırılması önem taşımaktadır.

Bölgede yağın karlar eriyerek yeraltı ve yerüstü sularını beslemektedir. Çıkan analiz sonuçları ise bu durum için oldukça önemlidir. Bölgede barajların fazla olması, bunların balık çiftliklerine ev sahipliği yapmaları, aynı zamanda içme ve kullanma suları olarak kullanılması halk sağlığı açısından olumsuz sonuçların çıkmasına neden olabilir. Potansiyel bu tehlike nedeniyle gerekli önlemlerin alınabilmesi için özellikle havada bulunan NO_x kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca diğer kirleticilerin önlenmesi amacıyla de doğalgazın ivedilikle gelmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Doğalgaz kullanımı yaygınlaştıktan sonra aynı noktalardan aynı şartlarda numuneler alınarak gerekli analizlerin yapılması, doğalgazın hava kirliliğinin azaltılmasındaki rolünü daha net ortaya koymaya yardımcı olacaktır.

5. Kaynaklar

- Ardıç, C., (2013). İçme Suyundaki Nitrat Konsantrasyonunun İnsan Sağlığı Üzerine Oluşturduğu Risklerin Belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara.
- Demirarslan, K.O., (2016). Kentsel Gelişimin Hava Kalitesi Üzerine Etkileri ve Doğu Karadeniz Bölgesi. *Karadeniz Araştırmaları Dergisi*, 52, 27–55.
- Demirarslan, K.O., Başak, S. (2017). Traffic-Related CO₂ Distribution and Its Effects: Cases of Artvin Coruh University City Campus And Seyitler Campus. *Researches On Science and Art In 21 St Century Turkey*, Gece Kitaplığı, Ankara.
- Fan, A., Hou, L., Yan, K.X., (2018). On the density estimation of air pollution in Beijing. *Economics Letters*, 163, 110-113.
- Google Haritaları, (2018). Googlemaps.com
- Güler, G., Güler, E., İpekoğlu, Ü., Mordoğan, H., (2005). Uçucu Küllerin Özellikleri ve Kullanım Alanları, *Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı*, IMCET 2005, İzmir.
- Huang, J., Pan, X., Guo, X., Li, G., (2018). Impacts of air pollution wave on years of life lost: A crucial way to communicate the health risks of air pollution to the public. *Environment International*, 113, 42-49.
- Kumar, B., Singh, S., Gupta, G. P., Lone, F. A., Kulshrestha U. C., (2016). Long Range Transport and Wet Deposition Fluxes of Major Chemical Species in Snow at Gulmarg in North Western Himalayas (India). *Aerosol and Air Quality Research*, 16, 606-617.
- L'hirondel J., L'hirondel J-L., (2002). Nitrate and Man: Toxic, Harmless Or Beneficial?, France, CABI Publishing
- Lichter, A., Pestela, N., Sommer, E., (2017). Productivity effects of air pollution: Evidence from professional soccer, *Labour Economics*, 48, 54-66.
- Sanidas, E., Papadopoulos, D.P., Grassos, H., Velliou, M., Tsioufis, K., Barbetseas, J., Papademetriou, V., (2017). Air pollution and arterial hypertension. A new risk factor is in the air, *Journal of the American Society of Hypertension*, 11(11), 709-715
- Shahadin, M.S., Mutalib, N.A.S., Latif, M. T., Greene, C. M., Hassand, T., (2018). Challenges and future direction of molecular research in air pollution-related lung cancers, *Lung Cancer*, 118, 69-75.
- Sun, C., Luo, Y., Lib, J., (2018). Urban traffic infrastructure investment and air pollution: Evidence from the 83 cities in China. *Journal of Cleaner Production*, 172, 488-496.
- URL-1, Nitrogen Oxides, Pollution Prevention and Abatement Handbook, WORLD BANK GROUP Effective July 1998, <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/1304c9804885560bb91cfb6a6515bb18/HandbookNitrogenOxides.pdf?MOD=AJPERES>
- URL-2, CONTROL OF NITROGEN OXIDES, POLLUTION CONTROL TECHNOLOGIES – Vol. II - Control of Nitrogen Oxides, <http://www.eolss.net/sample-chapters/c09/e4-14-02-05.pdf>
- URL-3, Atmospheric chemistry at night, ECG Environmental Briefs,

- http://www.rsc.org/images/environmental-brief-no-3-2014_tcm18-237724.pdf
- URL-4, İl Çevre Durum Raporu 2012,
http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editorosya/artvin_icdr2012.pdf.
- URL-5, İl Çevre Durum Raporu 2013,
http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editorosya/Artvin_icdr2013.pdf.
- URL-6, İl Çevre Durum Raporu 2014,
http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editorosya/Artvin_icdr2014.pdf.
- URL-7, İl Çevre Durum Raporu 2015, <http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editorosya/Artvin2015.pdf>.
- URL-8, İl Çevre Durum Raporu 2016,
http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editorosya/Artvin_icdr2016.pdf.
- URL-9, Güner, U. Limnoloji, Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü,
http://uguner.trakya.edu.tr/files/limnoloji_v22.pdf.
- URL-10, Nitrogen-Ion Conversion Chart,
<https://www.hamzasreef.com/Contents/Calculators/NitrogenIonConversion.php>.
- URL-11, Effects of nitrogen containing air pollutants: critical levels,
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/123098/AQG2ndEd_11no2level.pdf?ua=1