Editöre Mektup/*Letter to Editor*

doi: 10.54875/jarss.2026.84758

Sürdürülebilir, Yeşil ve Yalın Ameliyathane için Azot Protoksitten Vazgeçme Zamanı mı?

Is It Time to Give Up Nitrous Oxide for a Sustainable, Green and Lean Operating Room?

Aysun Yılmazlar

Özel Medicabil Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Bursa, Türkiye

ÖZ

Sağlık hizmetlerinde sürdürülebilirlik ve yalın yönetim uygulamalarının öneminin giderek arttığı günümüzde, anestezide kullanılan azot protoksitin (N_2O) güçlü bir sera gazı olarak iklim değişikliğine ciddi katkı sağladığı bilinmektedir. Azot protoksit; uzun atmosferik ömrü, küresel ısınma potansiyelinin yüksekliği ve ozon tabakasını inceltici etkisi nedeniyle çevresel açıdan önemli bir risk oluşturmaktadır. Avrupa ve Amerika'daki anestezi dernekleri ile Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği, karbon ayak izinin azaltılması ve sürdürülebilir anestezi uygulamalarının yaygınlaştırılması amacıyla N_2O kullanımının sınırlandırılmasını ve alternatif tekniklerin tercih edilmesini önermektedir. Bu doğrultuda hastanemizde N_2O kullanımı kademeli olarak azaltılmış, 2024 yılında tüketim %46 azalmış; 2025 yılı itibarıyla tamamen sonlandırılmıştır. Bu uygulama sonucunda bir yıllık süreçte 348 tonun üzerinde karbondioksit eşdeğeri sera gazı emisyonu azaltılmış, tıbbi gaz tedariği ve takibiyle ilgili iş yükü ortadan kalkarak süreçler yalınlaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, sürdürülebilir, yeşil ve yalın ameliyathane hedefi doğrultusunda N_2O'dan vazgeçilmesinin hem çevresel hem de operasyonel açıdan önemli kazanımlar sağladığını göstermektedir. Bu yaklaşımın Türkiye genelinde yaygınlaştırılması hâlinde ülke çapında anlamlı çevresel faydalar elde edileceği düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Sürdürülebilir anestezi, azot protoksit, sera gazı emisyonu, yalın hastane, yeşil ameliyathane, karbon ayak izi

ABSTRACT

As sustainability and lean management practices become increasingly important in healthcare today, it is known that nitrous oxide (N_2O), a potent greenhouse gas used in anesthesia, significantly contributes to climate change. Nitrous oxide poses a significant environmental risk due to its long atmospheric lifespan, high global warming potential, and ozone-depleting effect. Anesthesia societies in Europe and the United States, as well as the Society of Turkish Anesthesiology and Reanimation, recommend limiting N_2O use and opting for alternative techniques to reduce carbon footprints and promote sustainable anesthesia practices. So, N_2O use has been gradually reduced at our hospital, with consumption decreasing by 46% by 2024 and being phased out completely by 2025. As a result of this practice, greenhouse gas emissions of over 348 tons of carbon dioxide equivalent have been reduced in one year, and the workload associated with medical gas supply and monitoring has been eliminated, simplifying processes. The results demonstrate that eliminating N_2O, in line with the goal of a sustainable, green, and lean operating room, provides significant environmental and operational benefits. It is anticipated that this approach will yield significant environmental benefits nationwide if it is expanded across Turkey.

Keywords: Sustainable anesthesia, nitrous oxide, greenhouse gas emissions, lean hospital, green operating room, carbon footprint

Son yıllarda hastanelerimizde hayat bulan bir düşünce tarzı olan "yalın düşünce", kanıta dayalı güncel bilgilerle, günümüzün ileri teknolojik araçlar ve dijital yöntemlerini kullanarak süreçlerdeki gereksizliklerden ve israflardan arınarak verimliliği artırmaktır (1).

Yirmi birinci yüzyılda yaşadığımız iklim değişikliğinin sebebinin hava kirliliği ile atmosfere salınan karbondioksit ve sera etkisini artıran ürünler olduğu kanıtlanmıştır (2). Bu noktada hastanelerin, özellikle de ameliyathanelerin iklim değişikliğine sebebiyet verdiğini söyleyebiliriz.

Gerçek başarının sadece klinik başarılarla değil, aynı zamanda "Yeşil Dönüşüm ve Sürdürülebilirlik" vizyonu ve sağlıkta yalın düşünce ile çevremizi, insanlığı ve geleceği aynı anda düşünerek hareket edebilmeyle sağlandığı inancıyla, biz anestezi ve reanimasyon uzmanları olarak sürdürülebilirliği iş yapış biçimimizin ayrılmaz bir parçası hâline getirmemiz gerekmektedir. Çalışma alanımızda kullandığımız gazlar, ilaçlar, malzemeler ve atıklarımızla ameliyathanelerimizin yeşil dönüşümünde öncülük etmemizin zamanı çoktan gelmiştir. İlk adım ise azot protoksit kullanımımız ile ilgili olmalıdır.

Geliş tarihi/Received : 01.12.2025
Kabul tarihi/Accepted : 13.01.2026
Yayın tarihi : 30.01.2026

***Yazışma adresi:** Aysun Yılmazlar • aysun.yilmazlar@medicabil.com

Aysun Yılmazlar 0000-0002-9129-3026

Atıf: Yılmazlar A. Sürdürülebilir, yeşil ve yalın ameliyatahane için azot protoksitten vazgeçme zamanı mı?. JARSS 2026;34(1):70-73.

Bu eser "Creative Commons Alıntı-GayriTicari-4.0 Uluslararası Lisansı" ile lisanslanmıştır.

Azot protoksit

Genel anestezide kullanılan azot protoksitin sera etkisi olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda ozon tabakasının incelmesinden de sorumludur. Yarı ömrü ise 114 yıldır. Yani bir insan ömründen çok daha uzundur. Ayrıca genel anestezi uygulamasında inhalasyon ajanlarıyla birlikte kullanıldığında azot protoksitin GWP (*Global Warm Potential*: Küresel Isınma Potansiyeli) ve sera gazı etkisi daha fazla olmaktadır. Yani zarar boyutu daha ciddi bir hal almaktadır. Bir saat azot protoksit kullanımının, 95 km saat^{-1} hızla giden bir otomobilin bir saatte saldığı sera gazı etkisine eşit olduğuna dair yayın mevcuttur (3).

Azot protoksit, düşük radyasyon verimliliğine ve küresel iklim üzerinde karbondioksitten 300 kat daha güçlü etkiye sahiptir. Avrupalı araştırmacılar küresel ısınmaya %10 oranında artış etkisi olan ve ozon tabakasına da zarar veren bu gazla mücadele için çalışmalarını sürdürmektedir. Ancak, düşük potansiyeli nedeniyle de hâlen büyük miktarlarda kullanılmaya devam edilen merkezler de vardır. Doğumhaneler, acil servisler, diş muayenehaneleri, yara merkezleri vb. gibi ameliyathane dışında da sıklıkla kullanılmaktadır. Endüstriyel ve tıbbi kullanım da dahil olmak üzere azot protoksit üretimi, şu anda devam eden ozon tabakasının incelmesinden sorumludur. Ayrıca, küresel boyuttaki tüm sera gazları arasındaki oranı %6'dır (4).

Yalın düşüncenin temeli, israf olarak tanımlanan gereksizliklerin ortadan kaldırılmasıdır (1,5-7). Hal böyle iken azot protoksit yerine hâlihazırda var olan alternatif ajanlar kullanılabilir.

O nedenle; sürdürülebilir, yeşil ve yalın ameliyathane için azot protoksitten vazgeçme zamanı gelmedi mi?

Ameliyathanelerde kullanılan gazların yanı sıra malzemeler, enerji ve atıklar da maalesef çevreye zarar vermektedir. Bu başlıklar altında yapılması gereken sürdürülebilir, yeşil ve yalın ameliyathane çalışmaları günümüzde zorunlu bir hal almıştır.

Sera gazı etkisi nedir?

Dünyaya yansıyan güneş ışınlarının bir kısmı toprak ve okyanuslar tarafından emilirken, geri kalanı atmosferde kalır. Dünyaya yansıyan ışınlar sera gazları tarafından tutulur ve dünyanın sıcaklığını artırırlar. Günümüzde atmosfere atılan atıkların yani sera gazlarının artmasıyla güneş ışınları daha çok tutularak dünya sıcaklığının artmasına yani küresel ısınmaya neden olmaktadır.

Su buharı, karbondioksit, azot protoksit, metan, ozon ve florlu gazlar başlıca sera gazlarıdır. Sera gazları ısıyı hapseder ve dünyayı ısıtır.

Sera gazı etkisiyle dünyanın ısı ortalaması 15^{o}C olup, dünyadaki yaşamı yaşanabilir halde tutar. Eğer sera gazı etkisi olmasaydı Dünya, Mars gibi donmuş ve yaşanmaz olurdu (8-12).

İnsanların kaynakları doğayı düşünmeden kullanması, doğal sera etkisini yapay olarak artırması ve sonuç olarak gezegenin iklim sistemlerini sayısız şekilde değiştirerek küresel ısınmada artışa neden olması sorunun ana kaynaklarıdır.

Bu nedenle biz anestezistlere düşen görev genel anestezide kullanılan ve sera etkisi olan azot protoksit kullanımını pratiğimizden kaldırmaktır.

Dünyada ve Türkiye'de anestezide azot protoksit kullanımı ne durumdadır?

Günümüzde dünyadaki anestezi dernekleri, anestezi uygulamalarının atmosfere sera gazı etkisi yaratan atıkları azaltmaya yönelik önlemleri deklare etmişler, anestezistler için hastalarını, çevrelerini, hastanelerini, meslektaşlarını, toplumlarını ve en başta kendilerini koruma amacıyla sorumluluklarını belirten bazı stratejiler belirlemişlerdir.

Amerikan Anestezistler Derneği (ASA) deklarasyonu:

Ameliyathanede atıkların azaltılmasına ve "yeşil ameliyathane" sağlanmasına ilişkin temel ilke ve önerilerere yönelik strateji belirlenmiştir (13-20). Bu ilke ve öneriler 5 başlıktan oluşur:

1. Azalt
2. Yeniden kullan
3. Geri dönüştür
4. Yeniden düşün
5. Araştır ve yenilenebilir enerji kullan

"Azaltma" konusunda; volatil ajanların atmosferik atıklarının azaltılmasını, düşük gaz akımı kullanılmasını, desfluran ve azot protoksitin kullanılmamasını vurgulamıştır.

Avrupa Anestezi ve Yoğun Bakım Derneği (ESAIC) deklarasyonu (21):

Karbon ayak izini azaltmaya yönelik ameliyathane için ileri sürdüğü 3 başlık şöyledir:

1. Anestezik ilaçlar
2. Enerji önerileri
3. Atık ve tedarik

Anestezik ilaçlar konusunda; mevcut azot protoksit merkezi dağıtım sistemlerinde ve kullanım sırasında atmosfere sızıntılar olabileceğinden azot protoksitin devre dışı bırakılabileceğini, gerekirse şişelenmiş azot protoksitin ihtiyaç duyulduğunda talep üzerine sağlanabileceği önerilmektedir.

Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği (TARD) ise;

52. Ulusal Kongresinde sürdürülebilirlik logosu ile Türkiye'de anestezistlerin azalt, yeniden kullan, geri dönüştür, yeniden

düşün, araştırma yap ve yenilenebilir enerji kullanımı olmak üzere 5 ilke algısını deklare etmiştir:

1. Azalt
2. Yeniden kullan
3. Geri dönüştür
4. Yeniden düşün
5. Araştırma yap ve yenilenebilir enerjiyi kullan

Biz anestezistler, hasta bakımını olumsuz etkilemeden çevresel etkiyi en aza indiren bir anestezi planı seçme olanağına ve özgürlüğüne sahip olduğumuz kadar, uygulamalarımızın çevre üzerindeki zararlı etkilerini en aza indirmek için bireysel ve bir uzmanlık alanı olarak özel etik sorumluluklara da sahibiz. "Zarar vermeme" yeminimiz, hasta bakımının ötesine uzanmalı ve sera etkisinin azaltılmasını da içermelidir. Ameliyathanenin veya daha spesifik olarak anestezi verilen alanlarının yeşillendirilmesi, her işlem sırasında bir öncelik olmalıdır.

Volatil anesteziklerin yol açtığı yüksek sera gazlarından, florlu gazlardan ve azot protoksitten kaçınarak ve düşük gaz akımları tercih ederek önlenmelidir.

Öncelikle kendimizin, hastalarımızın, toplumun ve bütün olarak gezegenimizin yararına olacak gelişmiş sürdürülebilir davranış biçimi edinmek temel hedefimiz olmalıdır.

Böylelikle süreç yalınlaşmış olacak ve verimlilik de artacaktır.

Hastanemiz 2011 yılında kuruluşundan itibaren üzerinde hassasiyetle durduğu yalın anlayış ile bu süreci de yalınlaştırmıştır. Anestezi ve yoğun bakım uzmanlarımız, Dünya Anestezi Derneği, Avrupa Anestezi Derneği ve Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon dernekleri ile literatürde kanıta dayalı yayınları dikkate alarak 2023 ve 2024 yıllarında azot protoksit kullanımını hastaları izleyerek azaltmıştır. Mevcut intravenöz anestezikler ve analjezikler ve medikal hava ile anestezi idamesi sağlanmış ve hiçbir hastada yan etki veya beklenmedik bir olay ile karşılaşılmamıştır. İkibin yirmi üç ve 2024 yıllarına ait azot protoksit tüketim miktarları ve maliyeti giderek düşmüş, 2024 yılı Aralık ayı itibari ile azot protoksit tüketim miktarları ve maliyeti sıfırlanmıştır.

İki bin yirmi dört yılında 2023 yılına göre alım miktarı %46,7, maliyeti ise %45 azalmıştır. İki bin yirmi beş yılında ise sıfırlanmıştır. Azotprotoksit kullanımının sınırlandırılması ile sera gazı emisyonu 1 yıl içerisinde 348,475 ton düşürülmüştür.

İki bin yirmi beş yılı başından itibaren azot protoksit kullanımdan kaldırılarak azot protoksit kaynaklı karbondioksit emisyonu sıfıraa indirilirken; hastanede gazların sipariş süreci, gelen azot protoksit tüplerini karşılama, taşıma, tüplerin emniyetli şekilde korunması, gazların dolum seviyelerinin günde 2 kez takibi ve kaydı işlemleri ortadan kalkmış, teknik servis sorumlularının iş yükü azalmış, sürecin yalınlaşması sağlanmıştır. Ameliyat salonlarında anestezi makineleri arkasında yedek azot protoksit tüpleri ile azot protoksit jakı ile makine arasında gaz hortumu da kaldırılmıştır. Böylelikle anestezi makine arkası ergonomisi düzenlenmiştir. Anestezi takip fişlerinde azot protoksit sekmesi, teknik serviste azot protoksit dolum takip sütununa gerek kalmadığından takip formlarından azot protoksit sekmesi kaldırılmış, formlar yalınlaştırılmıştır. Tüm bunlar, azot protoksit tedarik ve kullanım süreçlerindeki gereksiz uygulamaların azaltılması yani tıbbi gazların başından sonuna kadar olan süreçte yalın düşüncenin vücut bulması hâlidir.

Sonuç olarak, azot protoksitin tedariği ile başlayıp atmosfere atılımı ile sonlanan süreç ortadan kaldırılarak atmosfere sera gazı salınımı engellenmiş, dolayısıyla karbon emisyonu azalmıştır. Bursa'daki 47, Türkiye genelinde 1600'e yakın hastane bu uygulamayı gerçekleştirirse sürdürülebilirliğe kazanım çok değerli olacaktır.

Bunun gibi hastanelerde sürdürülebilirlik çalışmaları yapılmalı ve tüm çalışanların bu konuda farkındalığı artırılmalıdır.

Her geçen zaman aleyhimize işlemeden ve geleceğimizi tehdit etmeden azot protoksitten vazgeçmeliyiz.

Geç bile kaldık!

KAYNAKLAR

1. Yılmazlar A, Engür Ulusan T (ed). Yalın Hastane "Medicabil Örnekleriyle". Bursa, Starofset, 2025.
2. İnan G, Özköse Şatırlar Z. Anestezinin küresel ısınmaya etkisi ve sürdürülebilir anestezi gerçeği. JARSS 2023;31(4):253-66.
3. Hanna M, Bryson GL. A long way to go: Minimizing the carbon footprint from anesthetic gases. Can J Anaesth 2019;66(7):838-9.
4. https:// www.mgm.gov.tr/iklim-değişikliği.aspx/ Available date: 01/11/2025
5. Graban M (ed). Lean Hospital. NY, USA: CRC Press, 2009.
6. Barnas K. Beyon Heroes. USA, Publisher's Catologing, 2014.
7. Toussaint J. Management on the mend. USA, Publisher's Catologing, 2015.
8. https://climate.nasa.gov/evidence/ Available date: 01.11.2025.
9. Bradu P, Biswas A, Nair C, et al. Recent advances in green technology and Industrial Revolution 4.0 for a sustainable future. Environ Sci Pollut Res Int 2022;1-32.
10. Pradere B, Mallet R, de La Taille A et al. Sustainability task force of the french association of urology. climate-smart actions in the operating theatre for improving sustainability practices: A systematicreview. Eur Urol 2023;83(4):331-42.

11. https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/ Available date: 01/11/2025
12. Campbell JM, Pierce T. Atmospheric science, anaesthesia, and the environment. BJA Education 2015;15(4):173-9.
13. Watts N, Amann M, Arnell N, et al. The 2018 report of the Lancet Count down on health and climate change: Shaping the health of nations for centuries to come. Lancet 2018; 392:2479-514.
14. Muret J, Fernandes TD, Gerlach H, et al. Environmental impacts of nitrous oxide: No laughing matter!. Br J Anaesthesia 2019;123:e481-2.
15. Linden-Søndersø A, Nielsen N, Bentzer P. Climate footprint of halogenated inhalation anesthetics. Lakartidningen 2019;116:FR9L.
16. Kuvadia M, Cummis CE, Liguori G, Wu CL. 'Green-gional' anesthesia: The non-polluting benefits of regional anesthesia to decrease greenhouse gases and attenuate climate change. Reg Anesth Pain Med 2020;45:744-5.
17. https://www.rcoa.ac.uk/patient-information/ about- anaesthesia-perioperative-care/your-anaesthetic- environment / Available date: 01/11/2025
18. MacNeill AJ, Lilywhite R, Brown CJ. The impact of surgery on global climate: A carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. Lancet Planetary Health 2017;1:e381-8.
19. https:// www.jla. nihr.ac.uk/priority-setting-partnerships/ greener- operations- sustainable-perioperative-practice/ Available date: 01/11/2025
20. https:// spec.mpog. org/Spec/Public/32/ Available date: 01/11/2025
21. Gonzalez-Pizarro P, Brazzi L, Koch S et al. European Society of Anaesthesiology and Intensive Care consensus document on sustainability 4 scopes to achieve a more sustainable practice. Eur J Anaesthesiol 2024;41:1-18.