

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):247-252
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.697540>

Çiğdem COŞKUN HEPCAN^{1*} 

Aybüke CANGÜZEL¹ 

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj
Mimarlığı Bölümü, İzmir/Türkiye

² Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

cigdem.coskun.hepcan@hotmail.com

Anahtar Kelimeler: Düzenleyici ekosistem
servisi, İzmir, yeşil koridor, yol ağacı,

Keywords: Regulating ecosystem services,
İzmir, green corridor, street trees,

Bornova üniversite caddesi yol ağaçlarının hava kalitesi üzerine etkisi

Air quality effects of Bornova university street trees

Alınış (Received): 02.03.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 02.07.2020

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada İzmir kenti Bornova ilçesinde bulunan Ağaçlı Yol olarak bilinen 2.5 km uzunluğundaki Üniversite Caddesinde yer alan yol ağaçlarının hava kalitesini iyileştirmesine yönelik ekosistem servisinin hesaplanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Araştırma materyalini Üniversite Caddesinde bulunan yol ağaçları oluşturmaktadır. Araştırmada yolun her iki kıyısında bulunan yetişkin demir ağaçlarının (*Casuarina equisetifolia*) coğrafi konumları ile boy, taç genişliği, taç yüksekliği, gövde kalınlığı gibi fiziksel özellikleri yapılan ölçümlerle belirlenmiş ve ağaç envanteri hazırlanmıştır. Bu ağaçların yıl içinde hava kalitesini iyileştirme ekosistem servisi kuru çöküntü yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Araştırma Bulguları: Çalışmada, 483 adet demir ağacının bir yılda atmosferden 161 kg kirlenici (O₃, NO₂, SO₂, PM10) toplama potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: İzmir kentinin en eski ağaçlı yollarından biri olan ve bu yeşil koridor ekolojik özellikleriyle kentin hava kalitesinin iyileştirilmesine ve kent halkının yaşam kalitesinin yükselmesine olumlu katkıda bulunmaktadır. Ağaçların hava kalitesini iyileştirme fonksiyonlarının kirlenici kaynaklarına yakın olduğu durumlarda yüksek olması nedeniyle koridorun yol kıyısında bulunması sağladığı etkiyi artırmaktadır. Sonuç olarak kent içindeki yeşil koridorların sağladığı ekosistem servislerinin niceliksel olarak ortaya konulması, ekolojik kalitesi yüksek yeşil alanlara sahip, dayanıklı kentlerin oluşmasına katkı sağlayacaktır.

ABSTRACT

Purpose: The aim of this research is to estimate the air purification ecosystem services of street trees of University Street.

Materials and Methods: Australian pine trees (*Casuarina equisetifolia*) located on the both side of the University Street were the research materials. Geographic locations, and physical characteristics such as tree height, crown width/height, and diameters of breast height of the trees were measured in the field. In this research, the air purification regulating ecosystem services provided by the trees in the green corridor was calculated by using dry deposition.

Results: In this research, the air pollutant removal capacity of the 453 trees was estimated 161 kg year (O₃, NO₂, SO₂, PM10).

Conclusion: As one of the oldest green corridors in İzmir, the University Street helped to improve the health and well-being of residents by reducing air pollutants. Trees can improve air quality by intercepting pollutants through their leaves depending on their ecological characteristics, climate and environmental conditions. The air pollutant removal capacity of trees is high when they close to the source of the pollutant. As a roadside green corridor, the benefits of the University Street is high. Therefore, calculating their ecosystem services of urban green corridors will help to create resilient cities with high ecological value.

GİRİŞ

Kentsel açık-yeşil alan sisteminin temel bileşenlerinden olan ağaçlı yollar ve caddeler koridor işlevine sahip olmalarının yanı sıra ısı adası etkisini azaltma, yağış suyunun hızını düşürme ve toprağa sızmasını sağlama, hava kalitesini iyileştirme, besin ve barınma ortamı sağlayarak biyolojik çeşitliliği destekleme gibi çok sayıda ekosistem servisleri sağlayarak kent ekolojisinin iyileşmesine ve kent halkının yaşam kalitesinin yükselmesine olumlu katkıda bulunur (MEA, 2005; Forman 2014).

Hava kirliliği günümüzde kentlerin başta gelen problemlerinden biridir (Fenn et al. 2002; Coskun Hepcan ve Hepcan, 2017). Hava kirliliğine neden olan kirleticiler atmosferde partikül madde (PM2.5 - boyutları 2.5 mikrondan küçük ve PM10 - boyutları 2.5-10 mikron arasında) ve gaz (ozon O3, nitrojendioksit-NO2, sülfurdioksit-SO2) formlarında bulunur (Forman 2014).

Fosil yakıt tüketimi hava kirliliğini artırır ancak kirlilik sadece kış aylarında ortaya çıkan bir sorun değildir. Sıcak ve kuru hava koşulları atmosferdeki kirletici konsantrasyonunun yükselmesine neden olur (Berberoğlu et al., 2019). Kirleticiler canlılarda solunum ve kalp damar sistemlerini etkileyerek çeşitli sağlık sorununun ortaya çıkmasına neden olur (Schlesinger, 2007). Yaşlı ve çocuklar bu durumdan daha fazla etkilenir.

Bitki örtüsüyle kaplı yeşil alanlar bitkilerin ekolojik özellikleri, iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak atmosferde bulunan kirleticileri filtre ederek hava kalitesini iyileştirir. Ağaçlar havadaki kirleticileri solunum sırasında yapraklarındaki stomalardan absorbe ederek ya da yapraklarıyla atmosferdeki kirleticileri tutarak buldukları ortamın hava kalitesini iyileştirir. Yaprak yüzeyinde tutulan bu kirleticiler ağaç yaprak dökene ya da yapraklar yağışla yıkanana kadar bitki üzerinde kalır (Nowak et al. 2006). Ağaçların hava kalitesini iyileştirme fonksiyonları kirletici kaynaklarına yakın olduğu durumlarda yüksektir (Freer-Smith et al. 2005).

Bu nedenle birçok kentte iklim değişikliğine adaptasyon uyum çalışmalarının odağında atmosfere verilen kirletici miktarının düşürülmesi, kirlilik kaynağı olan yolların yeşil koridorlar oluşturacak şekilde ağaçlandırılması ve bu koridorların sağladığı ekosistem servislerinin hesaplanmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Shan et al. 2007; Yong et al.2010; Tallis et al. 2011; Baro et al. 2014).

Bu çalışmada Üniversite Caddesinde (Bornova Ağaçlı Yol) bulunan ağaçların sağladığı hava kalitesini iyileştirme ekosistem servisinin hesaplanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma materyalini Bornova ilçesinde Kuzeydoğu-Güneybatı yönünde 2.5 km uzunluğundaki Üniversite Caddesi bulunan yol ağaçları oluşturmaktadır (Şekil 1). Bornova ağaçlı yol olarak bilinen 6 m genişliğindeki çift şeritli bu cadde, Evka 3 - Konak metro hattına paralel doğrusal bir aksta yer almaktadır. Üniversite ve kamu kurumlarına ait yerleşkeler arasında bağlantı oluşturan bu yolun her iki kenarında yer alan 3 m genişliğindeki kaldırımlarda 1955 yılında dikildikleri tahmin edilen yetişkin demir ağaçları (*Casuarina equisetifolia*) bulunmaktadır.

Yöntem

Araştırmada Üniversite Caddesinde bulunan yol ağaçlarının atmosferdeki kirleticileri tutarak hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik sağladığı ekosistem servisleri hesaplanmıştır. 2017 yılı Eylül-Aralık ayları arasındaki arazi çalışmalarında cadde üzerinde bulunan ağaçların coğrafi konumları ile boy, taç genişliği, taç yüksekliği, gövde kalınlığı gibi fiziksel özellikleri yapılan ölçümlerle belirlenmiş ve ağaç envanteri hazırlanmıştır.

Gaz ve partikül madde formundaki kirleticiler atmosferden yağışlı dönemlerde ıslak çökme, yağışsız dönemlerde kuru çökme şeklinde uzaklaşır. Kirleticilerin yakınından geçtiği bir yüzey tarafından tutulması kuru çökme olarak tanımlanır (McPherson et al., 1998). Kuru çökme atmosferdeki kirletici madde oranı, kirleticinin niteliği, iklim koşulları ve çökme yüzeyi özellikleri gibi çok sayıda faktöre bağlı

olarak değişir. Yaprak yüzeyinde meydana gelen kuru çökeltme, stomalar tarafından kontrol edilir. Bu nedenle stomaların açık olduğu gelişme dönemlerinde çökeltme hızı daha yüksektir (Fowler, 2002; Wang and Zhou, 2000).

Üniversite Caddesinde bulunan ağaçların taç örtüsüyle atmosferden uzaklaştırdığı kirletici miktarı kuru çöküntü yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir (McPherson et al., 1998; Baldocchi et al., 1987). SO₂, NO₂ ve PM₁₀ için kuru çökeltme hız değeri ilgili literatürden 0.55, 0.37, 0.64 cm sn⁻¹ olarak kabul edilmiştir (Lowett, 1994; Nowak et. al., 1994):

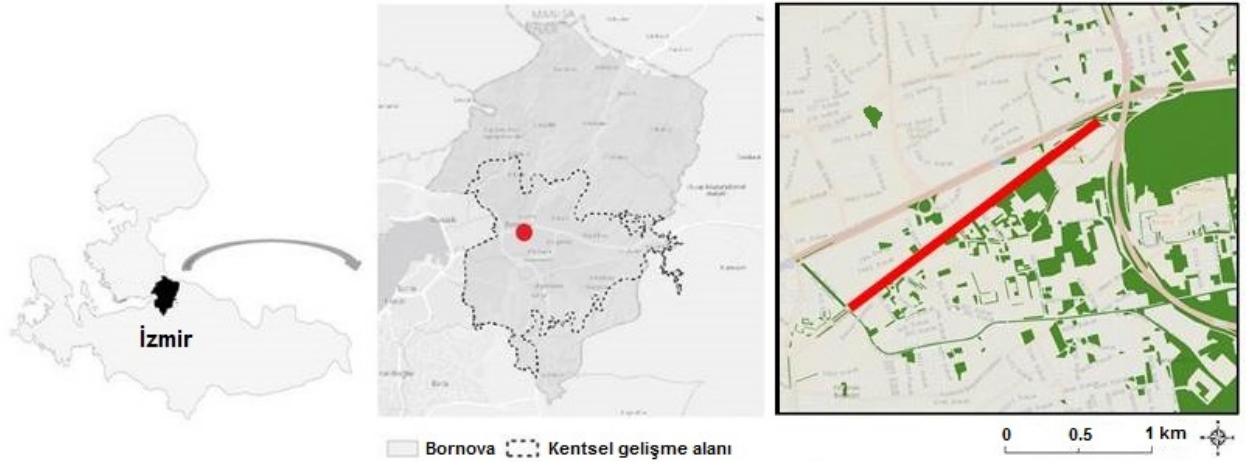
$$F_i = Vd(cm/sn) \times C(g/m^3)$$

$$Fit = F_i \times A \times T$$

$$F = \sum_{i=1}^n Fit$$

F: kuru çökeltme akışı (mg m² gün), VD: çökeltme hız değeri, T: zaman aralığı, A: alan, C: atmosferde bulunan kirletici konsantrasyonunu (mg m³) tanımlar.

Çalışmada ağaç türü, taç örtüsü yoğunluğu, yaprak yüzey alanı; arazi gözlemleri ile ağaç türüne özgü geçmiş çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir. Kuru çöküntü yönteminin hesaplanmasında Çevre Şehircilik Bakanlığı Ulusal Hava Kalite İzleme Ağı Bornova istasyonu 2017 yılına ait hava kirliliği verilerinden yararlanılmıştır (CSB, 2017). İklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (MGM, 2017).



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu.

Figure 1. The location of the study area.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırma alanında yolun iki kiyisinde 216 ve 267 adet olmak üzere toplam 483 adet yetişkin demir ağacı bulunduğu belirlenmiştir. Kaldırımların araç yoluna yakın kenarlarında 5 m aralıklarla dikilmiş olan bu ağaçlar yaklaşık 1 metrekarelik bitki dikim çukurlarında yer almaktadır. Boyları 8-23 m, tac genişlikleri 2-8 m arasında değişen ağaçların büyük bölümü 16-20 m boy ve 3.5-5 m taç genişliği ve 1.50 – 3 m gövde kalınlığına sahiptir.

Zaman içinde çeşitli nedenlerle sağlığını kaybeden yetişkin ağaçların bir kısmının yerine daha genç fidanlar dikilmiştir. Bu nedenle Üniversite Caddesindeki ağaçların tamamı aynı yaş ve gelişme formu özellikleri göstermemektedir. Ayrıca 30 adet ağacın kesilmiş ve yenilenmemiş olduğu belirlenmiştir. Bakım çalışmaları kapsamında tepe sürgünleri ve yan dallarının kesilmiş olması nedeniyle ağaçların büyük bölümü doğal gelişme formuna sahip değildir (Şekil 2).



Şekil 2. Üniversite caddesi.

Figure 1. University Street.

Bu çalışmada Üniversite Caddesindeki yol ağaçlarının taç örtüsünün 1.88 ha genişliğinde olduğu belirlenmiştir. Ağaçların yaprak yüzey alanı ise 10.92 ha olarak hesaplanmıştır. Ağaçların yapraklarıyla bir yılda atmosferden 141.9 kg O₃, 1.29 kg NO₂, 15.61 kg SO₂, 2.41 kg PM10 olmak üzere toplam 161.61 kg (8.5 gr m²) kirletici uzaklaştırma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ağaçlar tarafından atmosferden uzaklaştırılan kirletici miktarı

Table 1. Air pollutant removed from atmosphere

Kirleticiler	Kirletici Uzaklaştırma Potansiyeli (kg)
O ₃	141.9
NO ₂	1.29
SO ₂	15.61
PM10	2.41
Toplam	161.21 kg

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bitkilendirilmiş yollar yapı yoğunluğunun yüksek olduğu kentsel peyzajlarda koridor işlevi oluşturmaktadır. Üniversite Caddesi İzmir'in en eski ve az sayıdaki ağaçlı yollarından biridir. Sahip olduğu ağaçlar ile bütünleşen bu yol Bornova'daki geniş yeşil alanlar arasında sayılan yerleşkeler arasında bağlantı oluşturması açısından ekolojik öneme sahiptir.

Bitkilerin hava temizleme fonksiyonu yaprak büyüklüğü, şekli, yaprak yüzey alanı gibi bitkilerin fiziksel özelliklerine, ve iklim özellikleri ve hava koşullarına ve atmosferdeki kirlenici miktarına bağlı olarak değişir (Nowak et al. 2006). Bu nedenle farklı çalışmalardan elde edilen değerlerin karşılaştırılması birim alandaki kirlenici tutma miktarı dikkate alınarak yapılmaktadır.

Üniversite Caddesindeki ağaçlar tarafından tutulabilecek kirlenici miktarı 8.5 gr m² belirlenmiştir. Bu değer İzmir'in Balçova ilçesindeki (1.30 gr m²) (Berberoğlu et al. 2019) ve Londra'daki yol ağaçları (3.97 gr m²) için yapılan tahminlerin üzerindedir. Bu durum ağaç türlerinin, dikim aralıklarının ve ağaçların fiziksel özelliklerinin farklı olmasıyla açıklanabilir.

Ağaçların atmosferdeki kirlenicileri filtreleme işlevlerinin kirlenici kaynaklarına yakın olduklarında daha yüksek (Freer-Smith et al. 2005) olması nedeniyle kent içindeki yolların uygun şekilde ağaçlandırılması kentin hava kalitesinin ve kent ekolojisinin iyileştirilmesine olumlu katkıda bulunur. Bornova ilçesindeki kirlilik ölçümleri atmosferdeki kirlenici gazların kış aylarında Ekim, Kasım ve Aralık'ta, yaz aylarında ise Temmuz ve Ağustos aylarında yüksek oranlara ulaştığını göstermektedir. Üniversite Caddesinde yer alan demir ağaçları herdem yeşil olması nedeniyle atmosferden kirlenicileri uzaklaştırma işlevlerini yıl boyunca sürdürür.

Ağaçların sağladığı ekosistem servisleri taç yapısıyla doğru orantılıdır. Bu nedenle doğal gelişme formunu koruyan ağaçların sağladığı ekosistem servisleri yüksektir (Nowak et al. 2006). Araştırma alanındaki birçok ağaç sert bir şekilde budanmıştır. Gövdenin üst kısmının belirli bir yükseklikten tamamen kesilmesi şeklinde yapılan sert budamalar ağaçların sağlığını olumsuz etkilemekte ve yaşam sürelerini kısaltmasına neden olmaktadır. Ağaç gövdelerinde oluşan bu geniş yüzeyli yaraların ağaç tarafından kapatılması mümkün değildir. Ağaçları mantar ve böceklerle karşı dayanıksız hale getiren bu budamalar ayrıca ağaçların düzensiz bir şekilde dal geliştirmesine yol açmakta ve ağaçların doğal büyüme formlarını kaybetmesine yol açmaktadır. Taç örtüsünün küçültüldüğü durumlarda bu yararlar azalmaktadır. Ne yazık ki Üniversite caddesindeki ağaçların tac ortusu yan dallarının ve tepe surgunlerinin kesilmesine bağlı olarak kucultulmaktadır.

Bunun yanı sıra yaşlı ve yetişkin ağaçların bulunduğu yeşil alanların ekolojik değeri yüksektir (Forman 2014). Bu nedenle kent içinde Üniversite Caddesi gibi yetişkin ağaçlar içeren bulvarların korunması ve yönetilmesi kent ekolojisi açısından önemlidir.

Açık-yeşil alanlardaki mevcut bitki varlığının fiziksel özelliklerinin bilinmesi ve bu verilerin düzenli olarak güncellenmesi kentsel açık-yeşil alan yönetimi çalışmalarına büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu veriler kentteki mevcut koridorların sağladığı ekosistem servislerinin niceliksel olarak ortaya konulması açısından önemlidir.

Bornova ilçesi ve İzmir kentindeki benzer karaktere sahip ağaçlı yolların sağladığı ekosistem servislerinin hesaplanması bu alanların korunması ve iyileştirilmesine yönelik önlemlerin alınmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak kent içinde yeşil koridorlar oluşturulurken seçilecek bitki türlerinin bu alanlardan beklenen ekosistem servisleri dikkate alınarak belirlenmesi ekolojik kalitesi yüksek yeşil alanlara sahip dayanıklı kentlerin oluşmasına katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2016-ZRF-012 nolu proje kapsamında hazırlanmış olup, projeyi destekleyen Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu ile arazi çalışmalarını gerçekleştiren peyzaj mimarı S. Elvan Gündüzlü, Cihan Orpak ve Mahmut Turgut Çakır'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Baldocchi, D.D., B.B. Hicks, P. Camara, 1987. A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. *Atmospheric Environment*, 21(1): 91–101.
- Baro, F., L. Chaparro, E.J. Gomez-Baggethun, D.J. Nowak, J. Terradas, 2014. Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain. *AMBIO*, 43(4): 466–479.
- Berberoğlu, S., A. Çilek, Y. Ünlükaplan, 2019. A Framework for Resilient Cities: Green Infrastructure Based on Adaptation Project Modelling, Mapping, Analysis and Training, Eds. H. Alphan, C. Coşkun Hepcan. PARDUS, Ankara, 168pp.
- Coşkun Hepcan, C., Ş. Hepcan, 2017. Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesinin Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Servislerinin Hesaplanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (1): 113- 120.
- ÇŞB, 2017. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava İzleme Kalite Ağı Verileri, (Erişim tarihi: Ocak 2018).
- Jauregui, E. 2002. The Climate of the Mexico City Air Basin: Its Effects on the Formation and Transport of Pollutant, In: *Urban Air Pollution and Forests Resources at Risk in the Mexico City Air Basin*, Eds. M.E. Fenn, L.I. de Bauer, T. Hernandez-Tejeda. Springer, New York, 387 pp.
- Forman, R.T.T., 2014. *Urban ecology science of cities*. Cambridge University Press, 462 pp. ISBN-13: 978-052118824.
- Fowler, D., 2002. Pollutant deposition and uptake by vegetation, In: *Deposition and Uptake by Vegetation second ed.*, Eds. J.N.B., Bell, M. Treshow, John Wiley and Sons Ltd, West Sussex, England, 43-67 pp.
- Freer-Smith, P., K. Beckett, G. Taylor, 2005. Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoides x trichocarpa 'Beaupre'*, *Pinus nigra* and *x Cupressocyparis leylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. *Environmental Pollution*, 133(1): 157-167.
- Lovett, G.M. 1994. Atmospheric deposition of nutrients and pollutants in North America: an ecological perspective. *Ecological Application*, 4(4): 629-650.
- McPherson, E.G., K.I. Scott, J.R. Simpson, 1998. Estimating cost effectiveness of residential yard trees for improving air quality in Sacramento, California, using existing models. *Atmospheric Environment*, 32(1): 75–84.
- MEA, 2005. Millenium ecosystem assessment. *Ecosystems and Human Well-Being*. Island Press, DC: Island). Washington DC, USA.
- MGM, 2017. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü İklim Verileri.
- Nowak, D.J. 1994. Air pollution removal by Chicago's urban forest. In: McPherson, E.G, Nowak, D.J., and Rowntree, R.A. *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. USDA Forest Service General Technical Report NE-186, 63-81 pp.
- Nowak, D.J., D.E. Crane, J.C. Stevens, 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4(3): 115-123.
- Schlesinger, R.B. 2007. The health impact of common inorganic components of fine particulate matter in ambient air: a critical review. *Inhalation toxicology* 19(10): 811-832.
- Shan, Y., C. Jingping, C. Liping, S. Zhemin, Z. Xiaodong, W. Dan, W. Wenhua, 2007. Effects of vegetation status in urban green spaces on particle removal in a street canyon atmosphere. *Acta Ecologica Sinica*, 27(11): 4590-4595.
- Tallis, M., G. Taylor, D. Sinnett, P. Freer-Smith, 2011. Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments. *Landscape and Urban Planning*, 103(2): 129-138.
- Wang, Y., G. Zhou, 2000. Analysis on quantitative simulation of stomatal conductance of *Aneurolepidium chinense*. *Acta Phytocologica Sinica*, 24(6): 739-743.
- Yong, H., L. Lei, L. WeiXing, M. LiQiang, 2010. Air purification efficiency of thirty species of landscape trees in northern China. [Journal of Northeast Forestry University](#), 38 (5):37-39.