

Topografyanın Hava Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Zonguldak Örneği

Effect of Topography on Air Pollution: The Case Of Zonguldak

Serpil Mentese^{1*}, Şermin Tağul²

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bilecik

²Balikesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Balikesir

*İletişim Yazarı: S. Mentese e-posta: serpil.mentese@gmail.com

Öz: Zonguldak'ta kömür madenciliği, elektrik santrali, demir-çelik fabrikası ve kâğıt sanayi gibi endüstriyel faaliyetler yapılmaktadır. Bütün bunlar Zonguldak kentinde hava kirliliği sorununa yol açmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada Zonguldak şehir merkezinde hava kirliliğine neden olan parametrelerden partikül madde ve kükürt dioksit konsantrasyonları ile kentin sahip olduğu topografya arasındaki ilişki incelenmiştir. Hava kirliliğinin kent içindeki dağılışı özellikleri ile kentin topografyası arasındaki ilişki istatistiksel ve jeo-istatistiksel teknikler kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlerde 2006-2009 dönemi boyunca Zonguldak İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Zonguldak Sağlık Müdürlüğü ile Halk Sağlığı'ndan alınan hava kirliliği (PM₁₀ ve SO₂) verileri kullanılmıştır. Zonguldak kentinin topografik özelliklerini ortaya koymak için 1:25.000 ölçekli topografya haritalarının F27-b1 no'lu paftası kullanılmıştır. Topografya haritası sayısallaştırıldıktan sonra Zonguldak şehri mahallerini kapsayan 20 metre mekânsal çözünürlükte sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuştur. SYM üzerinden yükselti ve bakı haritaları oluşturulmuştur. Yapılan analizler sonucunda topografyanın Zonguldak kentinde yaşanan hava kirliliği üzerindeki etkisinin belirleyici olmadığı fakat kentin topografik yapısının oldukça engebeli olması nedeniyle kirleticilerin yeterince dağılım sağlayamadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CBS, Hava Kirliliği (PM₁₀ ve SO₂), Mekânsal Analiz, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), Topografya.

Abstract: Zonguldak is done industrial activities such as coal mining, electric power plants, iron-steel factory, and paper industry. All this leads to the problem of air pollution in the city of Zonguldak. Therefore this study, that have examined the relationship between particulate matter and sulfur dioxide concentrations from parameters that cause air pollution and the city topography in Zonguldak city. The relationship between dispersion characteristics of air pollution in the city and the city's topography were analyzed using statistical and geo-statistical techniques. In the analysis, air pollution (SO₂-PM₁₀) data were used taken from Zonguldak Province Directorate of Environment and Forests, Public Health and Zonguldak Health Directorate during the period 2006-2009. To investigate the topographical characteristics of the city of Zonguldak, used 1:25.000 scale topographic maps, No. F27-b1 sheet. After digitized topographic map, were obtained 20-meter resolution digital elevation model (DEM), part of including districts of the Zonguldak city. Elevation and aspect maps were developed through a digital elevation model. In the performed analyzes, have been identified, topography is not a determining impact on air pollution in the city of Zonguldak, but contaminants were not provide sufficient dispersion due to very rough the topographical structure of the city's.

Key words: Air Pollution (PM₁₀ and SO₂), Digital Elevation Model (DEM), GIS, Spatial Analysis, Topography.

1. Giriş

Yerleşmelerin sahip olduğu topografik özelliklerin uygun olmaması, iklim koşullarının yılın büyük bir bölümünde elverişsiz şartlar göstermesi ve beşeri coğrafya etmenleri hava kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Kopar ve Zengin, 2009). Beşeri faktörler emisyon oranlarını ve kaynağını belirlerken bölgelerin iklimi ve topografyası da kirliliğin atmosferde dağılımını etkiler (İlten ve Selici 2007). Kentteki topografik farklılıklar da ayrıca hava kirliliğinde mekânsal farklılıklara neden olmaktadır (Tağul, 2007). Kentlerin kuruldukları alanların topografik ve iklimik özellikleri dikkate alınmadan kurulan yerleşmeler var olan hava kirliliğini daha da artırmaktadır (Hacisalihoğlu, 1994; Çukur vd., 2006; İbret ve Aydınöz, 2009).

Literatürde topografik koşulların SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyonları üzerindeki etkisi vurgulanmıştır. Bu çalışmalarda PM₁₀ ve SO₂ seviyesi ile topografik koşullar arasında ilişki olduğu belirlenmiştir (Keser, 2002; Özdemir ve Boyraz, 2002; Çiçek vd., 2004; Çukur vd., 2006; Sever, 2008). Kastamonu şehri ile ilgili yapılan çalışmada şehrin yerleştiği vadinin topografik ve iklimik özelliklerinin, kirli havanın şehirden uzaklaştırılmasını engellediği ve

şehir üzerindeki hava kirliliğinin etkisini daha da artırdığı tespit edilmiştir (İbret ve Aydınözü 2009). Kütahya kenti ile ilgili yapılan diğer bir çalışmada kentin içerisinde yer aldığı Kütahya Ovası, çevresi yükseltileler kuşatılmış havza jeomorfolojisine sahip olduğu için, bu topografik özelliğın çevre havasındaki kirlitici emisyonlarının miktar ve ortamda kalma sürelerini artırdığı gözlenmiştir (Keser, 2002). Çiçek vd. (2004) Ankara kentinin sahip olduğu topografik özellikler ve yapılaşma sorunları nedeniyle kentin fazla rüzgar alamadığı ve bu nedenle hava kirliliğinin dağılım sağlayamadığı tespit edilmiştir (Çiçek vd., 2004). Başka bir çalışmada İzmir'in Buca ilçesinin morfolojik olarak bir çanak içerisinde yer aldığı ve özellikle kış aylarında sıcaklık terselmesinin gerçekleştiğı ve buna bağılı olarak da hava kirliliğı arttığı incelenmiştir (Çukur vd., 2006). Benzer bir başka çalışmada da çanak şeklindeki Elazığ ovasını çevreleyen eşik sahalarnın rüzgârların kanalizel olmasına, eşik sahalarda 8-10 katlı binaların yapılmasının rüzgârları engelleyerek hava sirkülasyonunu azalttığı gözlenmiştir (Özdemir ve Boyraz, 2002). Payan ve Ertürk (2002) de Bursa şehri ile ilgili yaptıkları çalışmada Bursa'nın coğrafi konumunun kirliticilerin ortamda dağılmasına engel bir yapı teşkil ettiğini tespit etmişlerdir. Atayeter (2005) ise Burdur Şehri'nde yaptığı çalışmada şehrin sahip olduğu fiziki çevre şartlarının şehirde hava kirliliğini engellediğini belirtmiştir.

Günümüzde, kömür madenciliğı sektörü, elektrik santrali, demir-çelik fabrikası ve kâğıt sanayi kenti olan Zonguldak'ta (Tecer, 2007) endüstriyel hava kirliliğı sorunu yaşamaktadır. Eskiden beri şehirlerin kuruluş yerlerinin seçiminde su kaynaklarına yakınlık, savunma, ulaşım ve tarım alanları gibi bazı faktörler etkili olmuştur. Zamanla şehirler bu kuruluş fonksiyonları amacı dışına çıkarak daha fazla nüfusu içinde barındırmak zorunda kalmışlar ve bir takım çevre problemlerine de sebebiyet vermişlerdir. Araştırma alanı olan Zonguldak şehrinde de şehirleşme sanayileşmeden sonra gerçekleştiğı için sanayi alanları şehrin içinde kalmıştır. Zonguldak şehrinin hava kirliliğı ile ilgili yapılan çalışmalarda Zonguldak şehrinin sahip olduğu topografik özelliklerin hava kirliliğini arttığı vurgulanmaktadır (Aydın, 2006; Tecer, 2007; Zeydan ve Yıldırım, 2007). *Ancak bu çalışmalarda mekânsal istatistik teknikler kullanılmamış, genel literatüre atıflarda bulunulmuştur.*

Bu çalışmanın amacı ise jeo-istatistik teknikler kullanarak, Zonguldak şehir merkezinde, seçilmiş bazı mahallelerde, hava kirliliğine PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonları ile kentin sahip olduğu topografya arasında ilişki olup olmadığını saptamaktır. Bu kapsamda belirlenen araştırma sorusu: Zonguldak şehrinde topografya hava kirliliğı üzerinde belirleyici midir? Emisyon ölçüm noktası yetersizliğı nedeniyle şehrin bütün mahalleleri araştırmaya dahil edilememiştir.

2. Malzeme Ve Yöntem

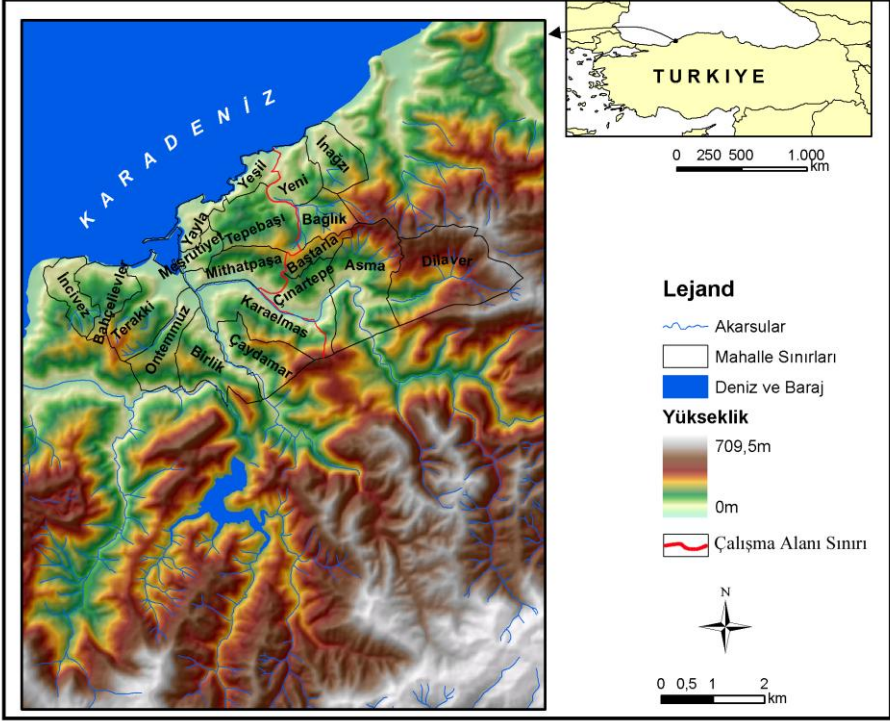
2.1. Çalışma Alanı

Araştırma alanı, Karadeniz Bölgesi'nin, Batı Karadeniz kıyısına kurulmuş olan Zonguldak şehir merkezini (Şekil 1) kapsamaktadır. Zonguldak yerleşim alanı kuzey, batı ve doğu yönlerinde dağlık alanlarla çevrili, oldukça dik eğimli bir arazi yapısına sahiptir. Kent merkezinin hemen arkasında güney yönünde eğimi fazla olan dağlar yükselmektedir. Araştırma alanında yer alan dağların yükseltileri 200-650 metre arasında değişmektedir.

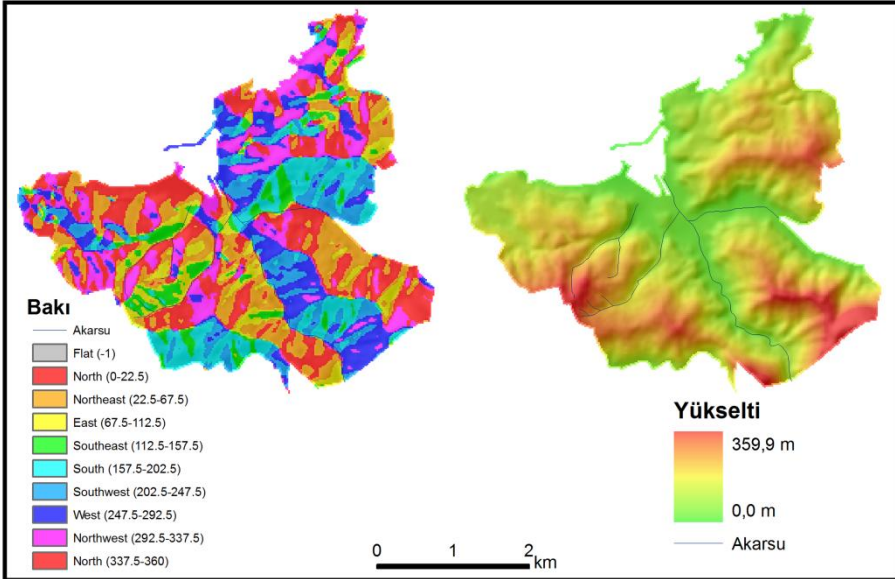
Araştırma alanının yüksekliğı 0-650 m arasında değişmektedir (Şekil 2). Şekil 2'ye baktığımızda şehrin belirgin bir bakıda kurulmadığı görülmektedir. Çok belirgin hâkim bakı yönü ortaya koymamakla beraber şehrin yayılış alanında, kuzey ve kuzeybatı yönünde bakının nispeten arttığı görülür.

İklim özellikleri bakımından Zonguldak şehir merkezinde Karadeniz iklimi görülmekle birlikte, Akdeniz iklimi tesiri de kıyı kesimler boyunca ve vadi tabanlarında kendini göstermektedir. Yıl içinde sıcaklık 2-3 ay 20 °C'nin üzerindedir. Yaz ayları pek fazla sıcak geçmez; en sıcak ayın (Temmuz) ortalaması 21,9 °C'dir. Kışın ortalama sıcaklık hiçbir ayda 0 °C altına düşmez. Aylık ortalama en soğuk ayda bile sıcaklık 5,9 °C'dir. Ortalama yıllık toplam yağışlar 1213,4 mm kadardır. Kentte en yağışlı aylar Ekim (154,9 mm), Kasım (156,7 mm), Aralık (152,2 mm)'tir. Buna karşılık Nisan (59,0 mm) ve Mayıs (53,4 mm) en az

yağışlı aylardır. Yağışın % 65'e yakın kısmı sonbahar ve kış aylarında düşmektedir. En az yağışlı dönem ise ilkbahar mevsimidir. Araştırma alanındaki yıllık hakim rüzgâr yönü ESE dir bunu NNW izlemektedir.



Şekil 1. Zonguldak kenti'nin lokasyon haritası



Şekil 2. Zonguldak kent merkezi'ndeki mahallerin baki ve yükselti haritası

Zonguldak şehrinin nüfusunda çeşitli dönemlerde artış ve azalmalar yaşanmıştır. 2007 yılında 107.354 olan şehrin nüfusu 2008 yılında 105.979'a gerilemiştir. 2009 yılında 108.792 olan nüfus 2010 yılında 109.081'e 2011 yılında ise 110.043'e yükselmiştir.

Zonguldak 169 yılı aşan süredir taşkömürü üretiminin yapıldığı; bu nedenle ekonomisinin kömür ve kömüre dayalı sanayilere bağlı olduğu bir ildir (Karaoğuz vd., 2010). Maden kömürü ilin ekonomik olarak kalkınmasında önemli bir yere sahiptir. Kent ve yakın çevresinde taşkömürü üretimi ile ilgili sanayiler: kok üretimi, lavvarlar (cevher zenginleştirme), maden ocakları ve maden üretimine dayalı makine imalatıdır. Demir ve Çelik, Kömür Yakıtlı Termik Santral, Toprak Sanayi, Kâğıt Sanayi gibi fabrikalar ile Organize Sanayi Bölgeleri Zonguldak bölgesindeki başlıca endüstriyel faaliyetleri oluşturmaktadır (Zeydan ve Yıldırım, 2007).

2.2. Malzeme:

Zonguldak kentinin 2006-2009 dönemine ait günlük hava kirliliği verileri (SO₂ ve PM₁₀), Zonguldak İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Zonguldak Sağlık Müdürlüğü ve Halk Sağlığı'ndan alınmıştır. Çalışma alanının topografik özelliklerini ortaya koymak için 1:25.000 ölçekli topografya haritalarının F27-b1 no'lu paftası kullanılmıştır. 1:25.000 ölçekli topografya haritaları ArcGIS programı ile koordinatlandırılmış ve sayısallaştırılmıştır. Topografya haritası sayısallaştırıldıktan sonra Zonguldak kenti ve yakın çevresini kapsayan 20 metre mekânsal çözünürlükte sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuştur. SYM üzerinden yükselti ve bakı haritaları oluşturulmuştur.

2.3. Yöntem:

Hava kirliliği ve topografya arasındaki ilişkiler incelenirken kirlilik parametreleri (SO₂-PM₁₀) bağımlı değişken, topografik koşullar ise bağımsız değişken olarak ele alınmıştır.

Analizler ortalama durum için, kış mevsimini temsil etmesi amacıyla Aralık ve yaz mevsimini temsil etmesi bakımından Temmuz ayı için yapılmıştır. Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (*Inverse Distance Weighting* - IDW) kullanılarak, istasyonlarda ölçülen kirlilik verileri Ortalama Partikül madde (PM₁₀) ve Kükürt Dioksit (SO₂), Temmuz ayı Partikül madde (PM₁₀) ve Kükürt Dioksit (SO₂) ve Aralık ayı Partikül madde (PM₁₀) ve Kükürt Dioksit (SO₂) değerlerinin alana enterpolasyonu yapılmıştır.

Şekil 1'de gösterilen kent alanındaki mahallelerden bazıları çalışmaya dâhil edilmemiştir. Bunun nedeni emisyon ölçümü yapılan istasyonların şehrin geneline yayılmamış olmasıdır. Enterpolasyondaki hatayı en aza indirmek için Şekil 1'deki İnağzı, Yeni, Bağlık, Baştarla, Çınartepe, Asma ve Dilaver mahalleleri inceleme dışı tutulmuştur.

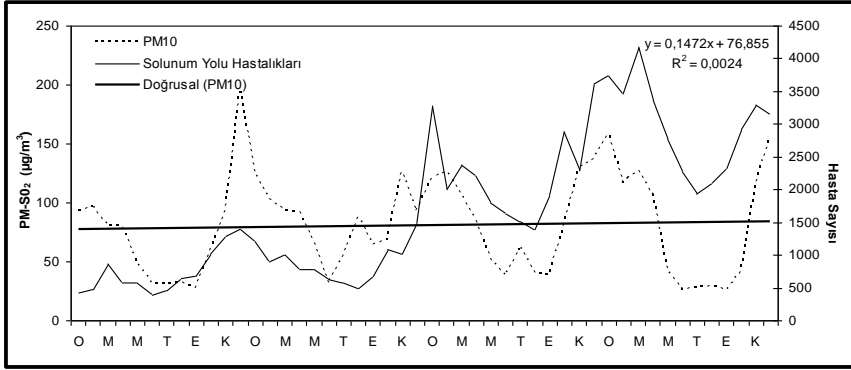
Araştırma alanının bağımsız değişkenlerini 20 metre mekânsal çözünürlükte sayısal yükseklik modeli (SYM) ve SYM den üretilmiş bakı haritası oluşturmaktadır. Hava kirliliği parametrelerinin (SO₂ ve PM₁₀) zamana bağlı değişimi regresyon analizi ve saçılım grafikleri ile incelenmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişken arasında ilişki ise Pearson's korelasyon analizi ile tespit edilme çalışılmıştır.

3. Bulgular Ve Tartışma

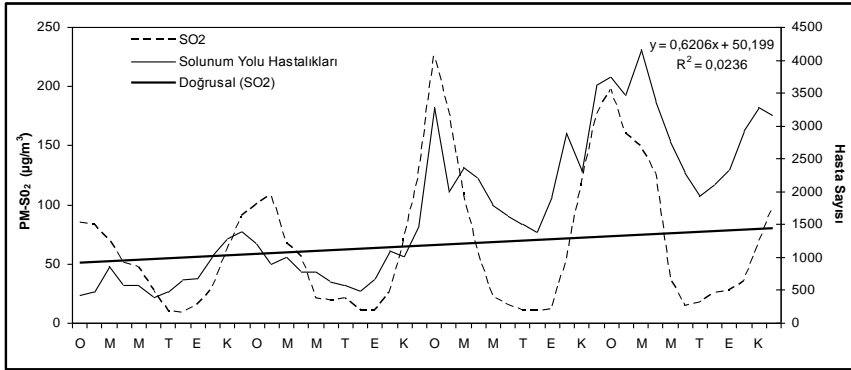
Zonguldak'taki başlıca hava kirleticileri özellikle kış aylarında ısınmadan, endüstriyel tesislerden ve trafikten kaynaklanmaktadır. Zonguldak'ta konutlarda kullanılan yakıtların kalitesiz oluşu, kaçak kömür kullanımı ve yakma sistemlerinin uygun olmayışı hava kirliliğinin başlıca sebeplerini oluşturmaktadır (Zeydan ve Yıldırım, 2007). PM₁₀ ve SO₂'nin 2006-2009 dönemlerine ait aylara ve yıllara göre değişimi Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir. Uzun yıllık SO₂ ve PM₁₀ değişimi incelendiğinde, 2006 -2009 döneminde PM₁₀ da çok belirgin bir artış olmadığı (Şekil 3), SO₂'nin ise gittikçe arttığı (Şekil 4) tespit edilmiştir.

Şekil 5'teki saçılım grafikleri incelendiğinde PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonlarının her ikisinin de Aralık ve Ocak aylarında en yüksek seviyesinde; Temmuz ayında ise en düşük seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kasım, Şubat, Mart ve Nisan aylarında da yüksek düzeyde fakat Aralık ve Ocak aylarındaki kadar olmadığı gözlenmektedir. Buradan kış

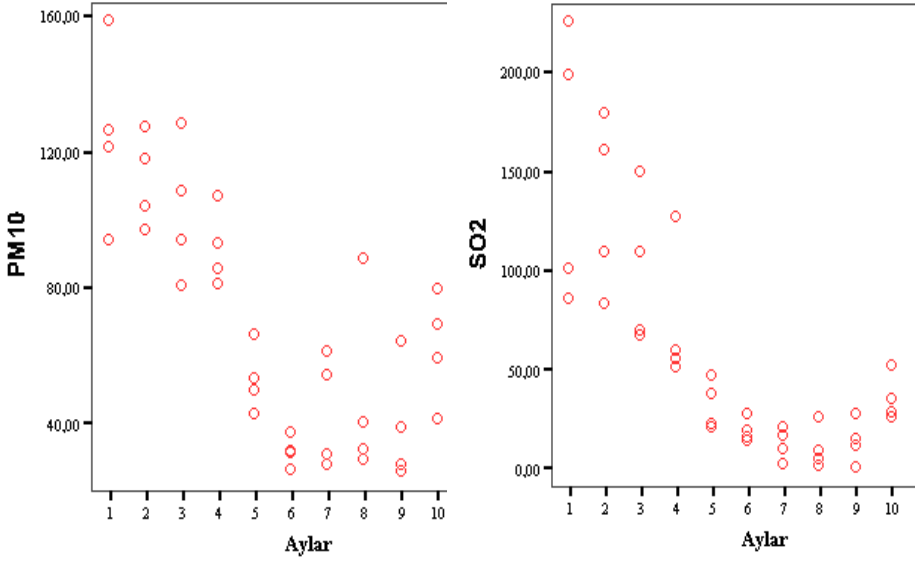
aylarında hava kirliliği yoğunluğunun fazla yaz aylarında ise yoğunluğun az olduğu tespit edilmiştir. Kış aylarında görülen bu kirliliğin sebebi ısınma kaynaklı fosil yakıt tüketiminden kaynaklanmaktadır. Payan ve Ertürk (2002) de çalışmalarında özellikle kış sezonunda konsantrasyonlarında artış görülen kirlilik parametrelerinin en önemli kaynağı ısınma amacıyla kullanılan fosil yakıtların olduğunu belirtmiştir. Aydın'ın (2006) Zonguldak kenti ile ilgili yaptığı çalışmada da PM₁₀ konsantrasyonunun en yüksek olduğu ay Aralık ve Ocak, en düşük olduğu ay ise Ekim olarak saptanmıştır. Burada elde edilen sonuçlar ile Aydın (2006)'ın elde ettiği sonuçlarla uyumludur. Benzer çalışmalar farklı iller için de yapılmıştır. Bu çalışmalarda da kış ayları PM₁₀ konsantrasyonunun en yüksek olduğu aylar olarak bulunmuştur. Nitekim Taş (2006) tarafından Kastamonu için yapılan çalışmada da Ekim-Mart (kış sezonu) ayları arasında SO₂ ve PM₁₀ için yüksek değerlerle karşılaşıldığı; kirlilik değerlerinin en çok Aralık, Ocak ve Şubat aylarında yükseldiği tespit edilmiştir.



Şekil 3. Aylık ve yıllık ortalama PM₁₀'nun 3'er aylık hareketli ortalaması (2006-2009)



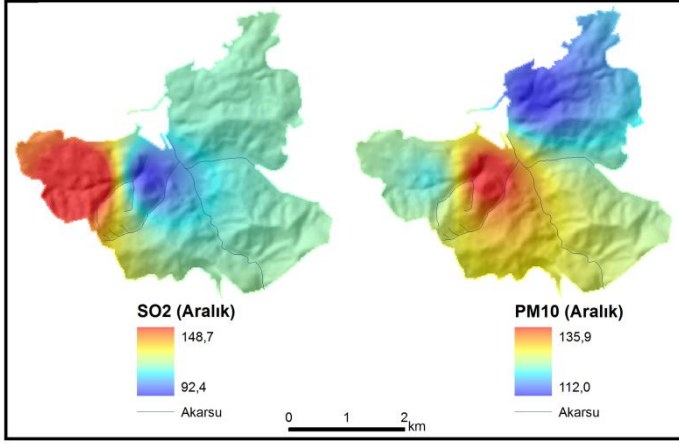
Şekil 4. Aylık ve yıllık ortalama SO₂'nin 3'er aylık hareketli ortalaması (2006-2009)



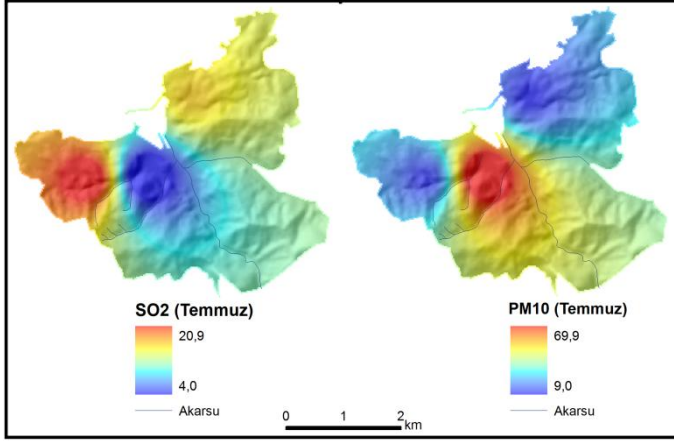
Şekil 5. PM₁₀ ve SO₂'nin aylık değişimi

SO₂ ve PM₁₀'nun mekansal dağılımını gösterebilmek için Şekil 6, 7 ve 8 oluşturulmuştur. SO₂ ve PM₁₀'nun Aralık ayı dağılımı (Şekil 6) incelendiğinde; SO₂'nin en fazla şehrin batı kesiminde yer alan mahallelerde yani Kozlu Beldesi yönünde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu kesimde maden kömürü ocağının bulunması ve yakma sonucu oluşan kirliliğin hava kirliliğinin yoğunlaşmasını tetiklediği düşünülmektedir. SO₂ dağılımının en az olduğu yer ise şehrin merkezi kesimleridir. Buna karşılık PM₁₀ kirliliğinin ise en fazla şehrin merkezi kesimlerinde yoğunlaştığı görülmektedir. SO₂ ve PM₁₀'nun Temmuz ayı dağılımını incelediğinde de (Şekil 7) Aralık ayına benzer dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

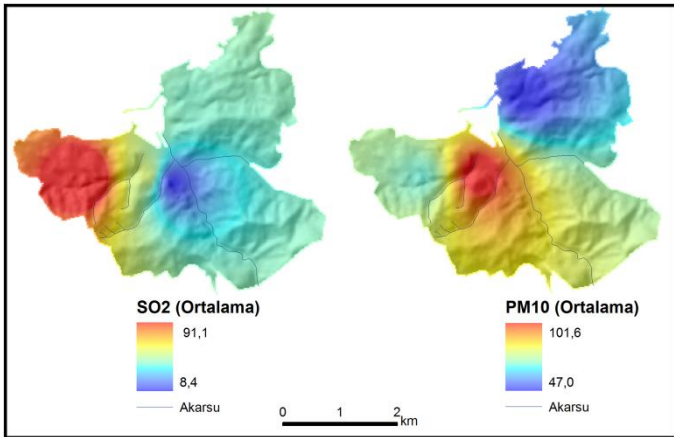
Şekil 8'deki SO₂ ve PM₁₀'nun ortalama dağılımını (mg/μ3) incelediğinde de SO₂ ve PM₁₀'nun hem Temmuz hem de Aralık ile benzer dağılışı gösterdiği görülmektedir. SO₂'nin ortalama dağılımı şehrin batı kesimlerinde yoğunlaşırken şehrin merkezi kısımlarında yoğunluk en düşük düzeydedir. PM₁₀'nun ortalama dağılımı ise şehrin merkezinde artış göstermektedir. Hem ortalama, hem de yaz ve kış dönemine ait haritalarda gözlenen bu dağılışı da etkili olan faktörün ne olduğunu kesin olarak söylemek güç olmakla birlikte, topografyanın çok belirleyici olmadığı rahatlıkla fark edilebilmektedir.



Şekil 6. SO₂ ve PM₁₀'nun aralık ayı dağılımı (mg/μ3)



Şekil 7. SO₂ ve PM₁₀'nun temmuz ayı dağılımı (mg/μ3)



Şekil 8. SO₂ ve PM₁₀'nun ortalama dağılımı (mg/μ3)

Bu dağılım üzerinde yükselti ve bakının etkisini ortaya koyabilmek için Çizelge 1'de sonuçlarının verildiği korelasyon analizi yapılmıştır. Çizelge 1 incelendiğinde, PM₁₀ ve

SO₂ ile bakı arasında negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Sınıflandırılan bakı verisinde küçük rakamlar kuzeyi gösterdiği için negatif yönlü ilişki olması doğaldır. Fakat bakı ile hava kirlleticileri arasındaki bu ilişki anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Yükselti ile yalnızca Temmuz ayına ait PM₁₀ arasındaki ilişki negatif yönlü; diğer değişkenler arasında ise pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. PM₁₀'da, SO₂'de olduğu gibi bağımsız değişkenlerle arasındaki ilişki anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 1. PM₁₀ aralık, PM₁₀ temmuz, PM₁₀ ortalama, SO₂ aralık, SO₂ temmuz, SO₂ ortalama ile bakı ve yükselti arasındaki değişimi gösteren korelasyon tablosu

Değişken		PM ₁₀ Aralık	PM ₁₀ Temmuz	PM ₁₀ Ortalama	SO ₂ Aralık	SO ₂ Temmuz	SO ₂ Ortalama
Bakı	p	-,165	-,132	-,167	-,034	,077	-,070
	r	,209	,316	,201	,799	,561	,595
Yükselti	p	,079	-,011	,089	,253	,116	,154
	r	,547	,934	,500	,051	,376	,241

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (2 kuyruklu).

**Korelasyon 0.001 düzerinde anlamlıdır (2 kuyruklu).

4. SONUÇ

Bu çalışmada Zonguldak şehir merkezinde hava kirliliğine neden olan parametrelerden PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonu ile kentin sahip olduğu topografya koşullarından yükselti ve bakı arasındaki ilişki incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda topografyanın Zonguldak kentinde yaşanan hava kirliliği üzerindeki etkisinin belirleyici olmadığı tespit edilmiştir. Özetle, SO₂ ve PM₁₀'nun hem Temmuz hem Aralık hem de Ortalama dağılımlarının şehrin aynı kesimlerinde yoğunlaştığı gözlenmiştir. SO₂'nin Aralık, Temmuz ve Ortalama dağılımı şehrin batı kesimlerinde yoğunlaşırken şehrin merkezi kısımlarında yoğunluğun azaldığı tespit edilmiştir. PM₁₀'nun Aralık, Temmuz ve Ortalama dağılımı şehrin merkezinde artış gösterirken şehrin diğer kesimlerinde ise dağılımın düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Bununla birlikte, çalışma sınırları dışındaki topografik durumun, genel olarak şehirdeki kirliliği etkilemiş olma ihtimali vardır. Zeydan ve Yıldırım (2007) de çalışmalarında kent merkezinin çalışma alanı dışındaki kısmında, hemen arkasında, yükselen dağlar ve engebeli arazi yapısı nedeniyle yeterince atmosferik dispersiyon oluşmadığı ve özellikle kış aylarında yüksek oranda hava kirliliği yaşanmasına neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Ayrıca, Zonguldak şehir merkezinde hava kirliliği ölçen istasyonların hava kirliliğini yansıtmada yeterli olmadığı kesindir. Bu çalışmanın sonuçları ölçüm alan sınırlı sayıda istasyondan alınan verilerden elde edilmiştir. Çalışmanın sonuçları değerlendirilirken, istasyon sayısının artırılması ile sonuçların değişebilirliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Referanslar

- Atayeter, Y. (16-19 Kasım 2005) “*Burdur şehrinde hava kirliliği üzerine bir değerlendirme*”, I. Burdur Sempozyumu, Burdur.
- Aydın, Ö. (2006) “*Havadaki SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyonunun istatistiksel yöntemler ile modellenmesi: Zonguldak şehir örneği*”, Yayınlanmamış Yüksek Mühendislik Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Çiçek, İ.; Türkoğlu, N.; Gürgen, G. (2004) *Ankara'da hava kirliliğinin istatistiksel analizi*, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14 (2), 1-18.

- Çukur, H.; Gündüzoğlu, G.; Aşkın, Y. (13-16 Eylül 2006) "İzmir-Buca'da morfo-klimatik özelliklerin sıcaklık terselmesi ve insan sağlığı üzerine etkilerinin CBS ile sorgulanması", 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.
- Hacısalihoğlu, İ.Y. (1994) "Karabük'te hava kirliliği", Türk Coğrafya Dergisi, 29, 475-494.
- Ilten, N.; Selici, T. (2008) "Investigating the impacts of some meteorological parameters on air pollution in Balıkesir, Turkey", Environ. Monit. Assess. 140, 267-277.
- İbret, B. Ü.; Aydınözü, D. (2009) "Şehirleşmede yanlış yer seçiminin hava kirliliği üzerine etkinse bir örnek: Kastamonu şehri", İstanbul üniversitesi edebiyat fakültesi coğrafya bölümü coğrafya dergisi, 18, 71-88.
- Karağuz, G.; Akış, A.; Kunt, H. İ. (2010) Zonguldak bölgesi arkeoloji, eskiçağ tarihi ve coğrafya araştırmaları, Çizgi Kitabevi. Konya.
- Keser, N. (2002) "Kütahya'da hava kirliliğine etki eden topografik ve iklimik faktörler", Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı 5, İstanbul.
- Kopar, İ.; Zengin, M. (2009) "Coğrafi faktörlere bağlı olarak Erzurum kentinde hava kalitesinin zamansal ve mekansal değişiminin belirlenmesi", Türk Coğrafya Dergisi, 53, 51-68.
- Özdemir, A.; Boyraz, Z. (2002) "Elazığ şehir merkezinde hava kirliliğini doğuran nedenler ve kirlilik parametrelerinin zaman içerisindeki değişimine coğrafi bir yaklaşım", Doğu Coğrafya Dergisi, 8, 162-182.
- Payan, F.; Ertürk, Ferruh. (2002) "SO₂ ve NO_x kirleticilerinin 1995-1996 kış sezonunda Bursa için hava kirliliği haritalarının oluşturulması", Ekoloji Çevre Dergisi, 11(45), 14-17.
- Sever, R. (2008) "Malatya'daki hava kirliliğine coğrafi bir bakış", Doğu Coğrafya Dergisi, 20, 59-76.
- Tağıl, Ş. (2007) "Balıkesir'de hava kirliliğinin solunum yolu hastalıklarının mekansal dağılışı üzerine etkisini anlamada jeo-istatistik teknikler", Coğrafi Bilimler Dergisi, 5 (1), 37-56.
- Taş, Fatih. (2006). Hava kirliliği ve Kastamonu şehir merkezi için değerlendirme. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tecer, L. H. (2007) "Prediction of SO₂ and PM concentration in coastal mining area (Zonguldak) with artificial neural network", Polish J. of Environ. Study, 16 (4), 633-638.
- Zeydan, Ö.; Yıldırım, Y. (16-17 Kasım 2007) "Zonguldak bölgesinde çevre sorunlarının nedenleri ve çözüm öneriler", I. Karadeniz'de Sanayilesme ve Çevre Sempozyumu, Trabzon.