

Kentiçi Yollarda Faktör Analizi Kullanılarak Gürültü Modellemesi

Özgür Başkan, Soner Haldenbilen, Hüseyin Ceylan

Pamukkale Üniversitesi, Müh. Fak., İnş. Müh. Böl., Ulaştırma Anabilim Dalı, Denizli

Tel: (258) 2963392

E-Posta: obaskan@pau.edu.tr

Tel: (258) 2963361

E-Posta: shaldenbilen@pau.edu.tr

Tel: (258) 2963386

E-Posta: hceylan@pau.edu.tr

Halim Ceylan

Pamukkale Üniversitesi, Müh. Fak., İnş. Müh. Böl., Ulaştırma Anabilim Dalı, Denizli

Tel: (258) 2963351

E-Posta: halimc@pau.edu.tr

Öz

Gürültü yeni ulaşırma sistemlerinin yapımı, tasarımı ve mevcut sistemlerin değeriendirilmesi sırasında göz önüne alınması gereken ana etkenlerden biridir. Günümüzdeki yapım teknolojileri gürültü yaratmayan ulaşım sistemleri yapımını ve işletimini olanaksız kılmaktadır. Buna rağmen mümkün olduğu kadar gürültü kaynaklarının sayısının azaltılması ve daha az gürültü oluşturan yapıların ve sistemlerin tercih edilmesi oldukça önemlidir. Literatürdeki gürültü tahmin ve modelleme çalışmaları genelde çok parametrelili ve doğrusal modeller üzerine yoğunlaşmıştır. Gürültü haritalarının oluşturulabilmesi için trafik modellerinden verilerin elde edilmesi gereklidir. Literatürde belirtilen değişik tipteki trafik modellerinden (statik atama, dinamik atama, sürekli ve mikro benzetim modelleri) elde edilen trafik verileri ile gürültü haritalarının çıkarılması mümkün olmakta birlikte henüz trafik ve gürültü modelleri arasında net ve kesin bağlantı kurulamamıştır. Bu çalışmada gürültü modellemesi çalışmaları için sıkça kullanılan trafik hacmi ve hız ölçümlerine ek olarak ölçümlerin yapıldığı kesitlerde yol genişliği, kaldırım genişliği, yol yüzeyi durumu, yol eğimi, bina yüksekliği, ağır taşıt oranı, ağır taşıt ortalama hız ve bölünmüş yol olup olmaması durumları incelenmiş ve gerekli veriler toplanmıştır. Değişkenler arasındaki içsel bağımlılıktan kurtulabilmek için faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Faktör analizi, birbirleriyle ilişkili çok sayıdaki değişkeni az sayıda, anlamlı ve birbirinden bağımsız faktörler haline getiren ve son yıllarda yaygın olarak kullanılan çok değişkenli istatistik tekniklerinden birisidir. Yapılan çalışmalar sonucunda 10 adet bağımsız değişken faktör analizi yolu ile 7'ye düşürülmüş, elde edilen değişkenlere bağılı olarak doğrusal regresyon modeli kurulmuştur. Sonuç olarak oluşturulan gürültü modellerinin çok sayıda farklı değişkene bağılı olarak temsil edilebileceği ve elde edilen sonuçların başarılı olduğu görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Gürültü, Modelleme, Faktör Analizi, Kent içi Trafik

Giriş

Gürültü, yeni ulaştırma sistemlerinin yapımı, tasarımı ve mevcut şehir içi ulaşım ağının iyileştirilmesi sırasında göz önüne alınması gereken ana etkenlerden biridir. Gürültü haritalarının oluşturulabilmesi için trafik modellerinden gürültü verilerinin elde edilmesi gerekliliği açıktır. Literatürde bulunan trafik modellerinden (statik atama, dinamik atama, sürekli ve mikro benzetim modelleri) elde edilen trafik verileri ile gürültü haritalarının çıkarılması mümkün olmakta birlikte henüz trafik ve gürültü modelleri arasında net ve kesin bağlantı kurulamamıştır.

Literatürdeki gürültü tahmin ve modelleme çalışmaları genelde çok parametrelili ve doğrusal modeller üzerine yoğunlaşmıştır. Abo-Qudais ve Alhiary (2007) 14235 adet gürültü seviyesi ölçümünü baz alarak istatistiksel modeller yardımıyla gürültü seviyelerini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Gürültü seviyesi üzerinde etkili olduğu düşünülen farklı bir çok parametre modele dahil edilmiştir. Bu parametreler; trafik hacmi, trafik kompozisyonu, klakson kullanma oranı, şerit sayısı, şerit genişliği, yol eğimi, vb. olarak sayılabilir. Gürültü seviyesini etkileyen parametreler korelasyon matrisi ve istatistiksel *t*- testi yardımıyla seçilmiştir. Çalışmada farklı formda modeller oluşturulmuştur. Maksimum gürültü seviyesinin, trafikteki ağır taşıt sayısı ve klakson kullanma oranından oldukça fazla etkilendiği saptanmıştır. Ayrıca eşdeğer gürültü seviyesinin başlıca etkin parametresinin trafik hacmi olduğu belirlenmiştir.

Bhaskar ve diğ. (2007) gürültü azaltma politikalarının geliştirilebilmesi için dinamik trafik gürültü modelini önermişlerdir. Önerilen model şehir içi ulaşım ağlarındaki gürültü seviyesini tahmin edebilmek için gürültü tahmin modeli ile trafik simülasyonunun birlikte kullanılmasını gerektirmektedir. Önerilen model, gürültü haritalarının oluşturulabilmesi için coğrafi bilgi sistemleri ile entegre edilmiştir. Sonuç olarak önerilen modelin gerçek ulaşım ağına uygulanması ile gürültü seviyelerini azaltıcı yöndeki trafik yönetimi politikalarının küçük ölçekteki şehir içi ulaşım ağlarında etkili olduğu görülmüştür. Can ve diğ. (2008) eşdeğer gürültü seviyesi için farklı trafik ve gürültü kaynaklarını ve istatistiksel tahminleri şehir içi ulaşım ağını etkileyen dört senaryo altında test etmeyi amaçlamışlardır. Pathak ve diğ. (2008) Varyanasi şehrindeki gürültü kirliliği problemi ve insanlar üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Yapılan çalışma gürültü kirliliği araştırmalarının yapıldığı bölgede gürültü seviyelerinin oldukça yüksek seviyelerde olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, çalışma bölgesindeki insanların % 85'inin trafik gürültüsünden rahatsız oldukları ve ayrıca % 90'nın trafik gürültüsünün baş ağrısı, yorgunluk ve baş dönmesi problemlerinin ana etkeni olduğu belirlenmiştir. Ayrıca eğitim düzeyinin ve gelir seviyesinin artması ile insanların trafik gürültüsünün sağlık etkileri hakkında daha bilinçli olduğu tespit edilmiştir.

Gürültü modellemesi çalışmalarında etkili parametrelerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi "Faktör Analizi" yöntemi ile yapılabilmektedir. Faktör analizi, değişken sayısının çok fazla olduğu durumlarda, regresyon denkleminin, çok sayıda değişkenin etkisini içeren az sayıda faktör değişkenle kurulmasını sağlayan istatistiksel bir tekniktir. Banerjee ve diğ. (2008) eşdeğer gürültü seviyesini etkileyen başlıca faktörleri belirlemek için faktör analizi metodunu kullanmışlardır. Koushki ve diğ. (1999) Kuveyt'teki yerleşim yerlerindeki trafik gürültüsünden meydana gelen rahatsızlığın o bölgelerde ikamet edenler tarafından algılanma derecesini ve aralarındaki ilişkiyi belirlemişlerdir. 1182 adet gürültüye maruz kalan yerleşim yeri üzerinde gürültüden kaynaklanan olumsuz etkiler tanımlanmıştır. Faktör analizi, korelasyon

analizi ve doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modelleri, gürültü ve gürültünün algılanması arasındaki korelasyonu tanımlayabilmek için kullanılmıştır. Faktör analizinin diğer avantajı ise faktörleri oluşturan değişkenler grubunun ifade ettiği anlamların belirlenebilmesidir. Yöntemin ana amacı fazla sayıdaki değişkenlerin gruplanarak faktör değişkenler olarak ifade edilip edilemeyeceğinin belirlenmesi ve bu mümkün ise hangi değişkenlerin hangi faktör içinde yer alacağının bulunmasıdır. Bu sayede araştırmacı faktörler içine dahil edilen değişkenleri inceleyerek ilgili faktörün ne anlam ifade ettiğini yorumlayabilecektir. Faktör analizinin etkin olabilmesi için “ F ” faktör sayısının “ P ” parametre sayısından küçük olması gerekmektedir. Aksi takdirde faktör analizi değişken sayısını azaltamayacağı için amacına ulaşamaz. Faktör analizi genel olarak iki aşamada uygulanmaktadır;

- Değişkenlerin faktör gruplarını oluşturmaya uygun olup olmadıklarının uygunluk testleri ile belirlenmesi
- Faktörlerin belirlenmesi

Değişkenler faktör grupları içine dahil edilemiyorsa, faktör analizinin kullanımı da mümkün değildir. Bu durum, ilk aşamada faktör analizi için uygunluk kriterleri ile araştırılmaktadır. Faktör analizinin ikinci aşamasında değişkenlerin ait olduğu faktör gruplarına diğer bir deyişle faktör sayısına karar verilmektedir.

Veri Toplama

Gürültü ölçümlerini yapıldığı kesitlerde yol genişliği, kaldırım genişliği, yol yüzeyi durumu, yol eğimi, bina yüksekliği, ağır taşıt oranı, ağır taşıt ortalama hız ve bölünmüş yol olup olmaması durumları incelenmiş ve gerekli veriler toplanmıştır. Analizlerde kullanılan veriler örnek bir set olarak Tablo 1’de verilmiştir. İncelenen kesitlerde ağır taşıt oranı toplam trafik içinde maksimum % 25 seviyelerindedir. Yol ve kaldırım genişlik ölçümleri lazer metre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçülen yol genişlikleri 5.3–7.5 m arasında iken kaldırım genişlikleri 3.1-5.1 m arasında değişim göstermektedir. Yol eğimi ölçümleri klinometre cihazı ile yapılmış ve mevcut yol kesitlerinde yol eğiminin % 1–5 arasında değiştiği bulunmuştur. Ayrıca yol yüzeyinin durumu ve bölünmüş yol olup olmaması durumlarının bağımsız değişken olarak modele dahil edilebilmesi için gürültü ölçümü yapılan kesitlerdeki yol yüzeyi durumu incelenmiş ve iyi durumda olan yol yüzeyleri için “1”, yer yer yol yüzeyinde bozulmalar görülen yol kesimleri için ise “0” değeri verilmiş ve indeksleme yapılmıştır. Bölünmüş yol olan kesitler için “1” değeri aksi durumda ise “0” değeri verilerek gürültü modellerine etkili olduğu düşünülen bu iki parametrenin de dahil edilmesi sağlanmıştır. Toplam 52 kesitte; ağır taşıt oranı, yol genişliği, kaldırım genişliği, yol yüzeyi, yol eğimi, bina yüksekliği, bölünmüş yol, ortalama hız ve ağır taşıt ortalama hız ölçümleri yapılmıştır. Derlenen verilerin anlamlı bir şekilde kullanılabilmesi için Faktör Analizi yöntemi kullanılmıştır.

Faktör Analizi

Faktör analizi, birbirleriyle ilişkili çok sayıdaki değişkeni az sayıda, anlamlı ve birbirinden bağımsız faktörler haline getiren ve son yıllarda yaygın olarak kullanılan çok değişkenli istatistik tekniklerinden birisidir. Faktör analizi metodu birbirinden farklı

Tablo 1 Gürültü modellenmesi için kullanılan veri seti.

Ölçüm Yeri	Ağır taşıt oranı	Yol Genişliği (m)	Kaldırım Genişliği (m)	Yol yüzeyi	Yol eğimi (%)	Trafik Hacmi (ta/sa)	Bina Yüksekliği (m)	Bölünmüş Yol	Ort. Hız (m/sn)	Ağır Taşı Ort. hız (m/sn)
Anıtan	0.07	5.5	4.3	1	2	43	15	1	33	40
Anıtan	0.06	5.5	4.3	1	2	47	15	1	31	34
Anıtan	0.14	5.5	4.3	1	2	44	15	1	34	39
Anıtan	0.10	5.5	4.3	1	2	52	15	1	32	17
Anıtan	0.11	5.5	4.3	1	2	44	15	1	36	21
Değirmenci	0.00	6.5	4.2	1	4	3	21	1	43	0
Değirmenci	0.11	6.5	4.2	1	4	27	21	1	27	16
Değirmenci	0.15	6.5	4.2	1	4	34	21	1	24	22
Değirmenci	0.12	6.5	4.2	1	4	26	21	1	27	30
Değirmenci	0.19	6.5	4.2	1	4	21	21	1	37	18
Değirmenci	0.25	6.5	4.2	1	4	16	21	1	28	19
Değirmenci	0.05	6.5	4.2	1	4	22	21	1	27	16
Halıcagölcükler	0.00	6.15	3.1	1	1	32	18	0	22	0
Halıcagölcükler	0.10	6.15	3.1	1	1	39	18	0	21	44
Halıcagölcükler	0.12	6.15	3.1	1	1	34	18	0	20	27
Halıcagölcükler	0.14	6.15	3.1	1	1	35	18	0	25	25
Halıcagölcükler	0.06	6.15	3.1	1	1	33	18	0	24	10
Halıcagölcükler	0.07	6.15	3.1	1	1	29	18	0	22	8
Halıcagölcükler	0.15	6.15	3.1	1	1	20	18	0	19	18
İnönü	0.12	5.95	4.2	1	5	19	12	0	30	16

fakat aynı zamanda birbiriyle ilişkili teknikler içerir. En yaygın olarak kullanılanları; temel bileşen analizi, temel faktör analizi, maksimum olabilirlik faktörü vb. faktör analizi metotlarıdır. Sayılan bu faktör analizi metotları içerisinde en yaygın olarak kullanılan *temel bileşen analizi* olarak adlandırılan metottur. Bu yöntemde değişkenler arasındaki maksimum varyansı açıklayan birinci faktör hesaplanır. Kalan maksimum miktardaki varyansı açıklayabilmek için ikinci faktör hesaplanır. Faktör sayısının hesaplanması süreci bu şekilde devam eder. Bu analizde önemli olan nokta, faktör sayısının ne kadarının yeterli olacağının belirlenmesi ve elde edilen faktörlerin arasında korelasyon olmamasıdır. Faktör analizinin esas amacı değişken sayısını azaltmak, değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak diğer bir deyişle değişkenleri sınıflandırmaktır.

Faktör analizinin matematiksel modeli, standardize edilmiş i değişkeni için Denklem (1)'de verilmiştir.

$$x_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + + a_{in}F_n + U \quad (1)$$

Burada genel faktörler, F ; tek faktör, U ve n adet faktörü birleştiren a ise sabit olarak nitelendirilmiştir. Tek faktörlerin birbirleriyle ve genel faktörlerle korelasyonlarının olmadığı kabul edilmektedir. Faktörler gözlenen değişkenlerden çıkartılmaktadırlar ve onların doğrusal bileşenleri olarak tahmin edilmektedirler. j . faktör olan F_j 'nin genel tahmin eşitliği Denklem (2)'deki gibi yazılabilir.

$$F_j = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 +W_{jp}X_p \quad (2)$$

Burada W_{jp} skor sayılarını ve p değişken sayısını göstermektedir. Faktör analizinde dört temel aşama söz konusudur. Bunlar; veri setinin faktör analizi için uygunluğunun değerlendirilmesi, faktörlerin elde edilmesi, faktörlerin rotasyonu ve faktörlerin isimlendirilmesidir. Bu temel adımlar ve faktör analizi sırasında kullanılan yöntemler Şekil 1'de verilmiştir.

Veri setinin faktör analizi için uygun olup olmadığının tespiti için önerilen ilk yöntem korelasyon matrisinin incelenmesidir. Değişkenler arasındaki korelasyonun yüksek olması istenen bir durumdur. Değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı ne kadar yüksekse değişkenlerin ortak faktörler oluşturma olasılıkları da o kadar yüksektir. Veri setinin uygunluğunun test edilmesi için diğer bir yöntem Bartlett testidir. Analize devam edilebilmesi için korelasyonun matrisi birim matristir hipotezinin reddedilmesi gerekir. Diğer bir test ise Kaiser-Meyer Olkin (KMO) örnekleme yeterliliği ölçütü testidir. Bu test gözlenen korelasyon katsayılarının büyüklüğü ile kısmi korelasyon katsayılarının büyüklüğünü karşılaştıran indekstir. KMO oranının 0,5 değerinin üzerinde olması istenir.

Veri setinin faktör analizi için uygun olduğu kanaatine varıldıktan sonra yapılacak işlem faktörlerin elde edilmesidir. Burada en çok kullanılan yöntem özdeğer istatistiğidir. Özdeğer istatistiği 1'den büyük olan faktörler anlamlı olarak kabul edilir. Bunun altındakiler faktör olarak değerlendirmeye katılmaz. Faktör sayısına karar verildikten sonra yapılacak işlem faktörlerin rotasyonudur. Burada amaç, isimlendirilebilir ve yorumlanabilir faktörler elde etmektir. Bu aşamada en çok kullanılan yöntem ortogonal rotasyondur. Bu metotta elde edilen faktörler birbiri ile korelasyon içinde değildirler.

Ortogonal olmayan rotasyonda ise faktörler birbiri ile korelasyon içerisindedir. Ortogonal rotasyondan kullanılan teknikler sırasıyla; varimax, equamax ve quartimax'dır. Burada en çok kullanılan yöntem varimax metodudur. Faktör analizi sonlandırmak için en son aşama faktörlerin anlamlı gruplar oluşturacak şekilde isimlendirilmesidir. Gürültü modellemesi için uygulanan faktör analizi SPSS 16.0 programından faydalanılarak gerçekleştirilmiştir.

Gürültü Modelleri

Gürültü modelleri geliştirilmesi aşamasında 10 adet bağımsız değişken belirlenmiş ve bununla ilgili veri seti Tablo 1'de verilmiştir. Elde edilen değişkenlere bağlı olarak doğrusal regresyon modeli kurulmuş ve Denklem (3)'de verilmiştir.

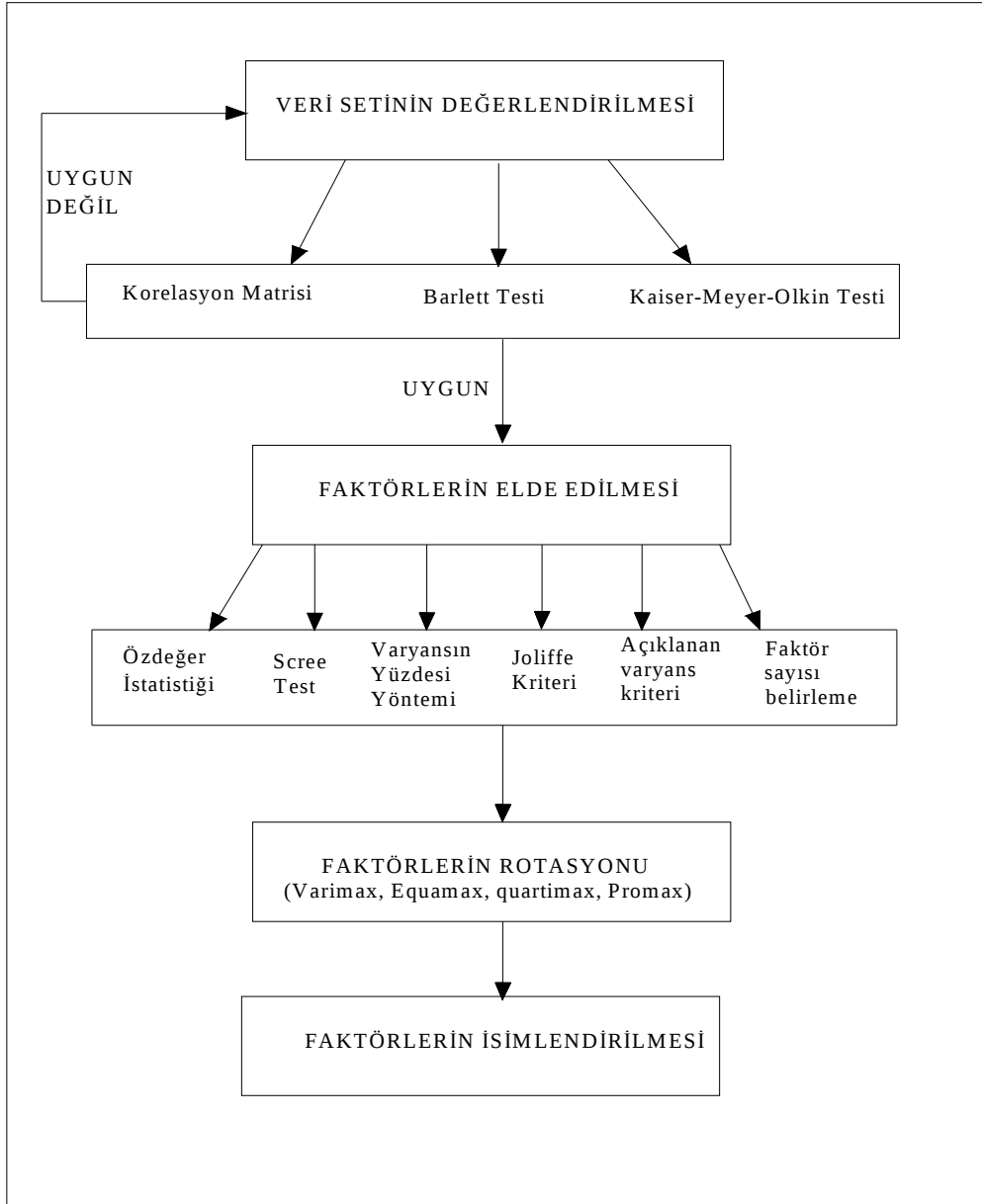
$$G = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 + w_5x_5 + w_6x_6 + w_7x_7 + w_8x_8 + w_9x_9 + w_{10}x_{10} \quad (3)$$

Burada G , gürültü değeri; $x_1, x_2, \dots, x_{10}$ sırasıyla Tablo 1'de verilen değişkenler ve $w_0, w_2, \dots, w_{10}$ model katsayılarıdır. Yukarıda verilen modelin çözülmesi ile Denklem (4) elde edilmiştir.

$$G = 74.76 + 3.01x_1 - 0.73x_2 - 2.67x_3 - 4.04x_4 + 1.03x_5 + 0.05x_6 + 0.23x_7 + 0.02x_8 + 0.06x_9 + 0.001x_{10} \quad R^2 = 0.60 \quad (4)$$

Değişkenler arasındaki içsel bağımlılıktan kurtulabilmek için faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için Şekil 1'de verilen akım şeması takip edilmiştir ve veriler SPSS 16.0 paket programına aktarılmıştır. İlk olarak veri setinin faktör analizine uygun olup olmadığı KMO ve Bartlett testine bakılarak değerlendirilmiştir. Tablo 2'de KMO ve Bartlett testinin sonuçları verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi KMO değeri >0.5 olduğu için veri seti faktör analizi için uygun olarak değerlendirilmiştir. Veri setinin uygunluğunun değerlendirilmesi için ikinci yapılan test ise Bartlett testidir ve sonuç anlamlıdır. Diğer bir deyişle korelasyon matrisi birim matristir hipotezi reddedilmiştir. Veri uygunluğunun test edilmesinden sonra ortak varyans (communality) değerleri bulunarak yani diğer bir deyişle bir değişkenin analizdeki diğer değişkenlerle paylaştığı varyans miktarları göz önüne alınarak ortak bir değerlendirme yapılır. Tablo 3'de değişkenlere ait ortak varyans değerleri verilmiştir.

Faktör analizinde düşük ortak varyansa sahip (<0.5) değişkenler analizden çıkartılarak faktör analizi tekrar yapılabilir. Bu durumda hem KMO hem de açıklanan varyans istatistiği değerleri daha yüksek değerlere çıkacaktır. Veri setinin faktör analizi için uygunluğuna karar verdikten sonra ikinci aşama faktörlerin belirlenmesidir. Bu aşamada en çok kullanılan yöntem özdeğer (eigenvalue) istatistiğidir. Özdeğer istatistiği 1'den büyük olan 4 adet faktör anlamlı olarak belirlenmiştir. Şekil 2'de faktör analizi çizgi grafiği görülmektedir. Şekilde yatay eksen de bileşen sayısı, dikey eksen ise bu bileşenlere ait özdeğerler verilmiştir.



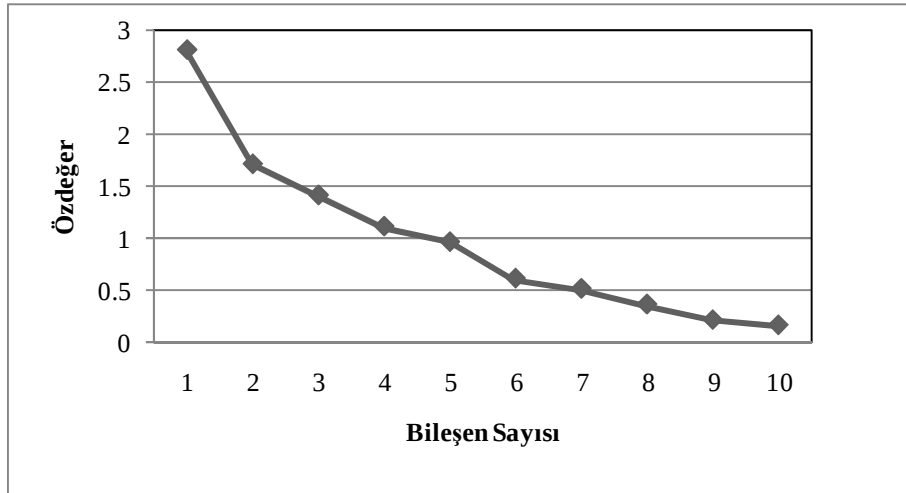
Şekil 1 Faktör Analizi Akım Şeması.

Tablo 2 KMO ve Bartlett Testi.

KMO ve Bartlett Testi		
KMO Örneklem Yeterlilik Ölçütü		0.513
Bartlett testi	Ki-kare	266.699
	Anlamlılık	0.000

Tablo 3 Ortak Varyans Tablosu.

Ortak Varyans		
	Başlangıç	Ortak Varyans
Ağır taşıt oranı	1.000	0.598
Yol Genişliği	1.000	0.767
Kaldırım Genişliği	1.000	0.617
Yol Yüzeyi	1.000	0.674
Yol eğimi	1.000	0.793
Trafik Hacmi	1.000	0.707
Bina Yüksekliği	1.000	0.709
Bölünmüş	1.000	0.697
Ortalama Hız	1.000	0.799
Ağır Taşıt Ort. Hız	1.000	0.795



Şekil 2 Faktör analizi çizgi grafiği.

Tablo 4'te bileşenlere ait başlangıç özdeğerler ve faktör değerleri verilmiştir. Görüldüğü gibi özdeğer istatistiği 1'den büyük olan 4 faktör söz konusudur. Birinci faktör toplam varyansın % 20.20'sini açıklamaktadır. Birinci ve ikinci faktörler toplam olarak toplam varyansın %38.52'sini karşılamaktadır. Belirlenen 4 adet faktör ise toplam varyansın % 71.56'sını karşılamaktadır. Bu aşamadan sonra faktör analizi işlemini sonlandırmak için rotasyon işleminin uygulanması gerekmektedir. Rotasyon işlemi için literatürdeki metotlardan en çok kullanılan varimax dönüşümü uygulanmıştır. Rotasyonun amacı yorumlanabilir anlamlı faktörler elde etmektir. Tablo 5'de döndürülmüş bileşen matrisi görülmektedir. Tabloda orijinal değişken ve onun faktörü arasındaki korelasyonlar görülmektedir. Bir değişken hangi faktör altında mutlak değer olarak büyük ağırlığa sahip ise değişken o faktör ile yakın ilişki içindedir anlamına gelmektedir. Örneğin yol yüzeyi olarak belirtilen değişken en büyük değerini faktör 1 altında almaktadır. Kaldırım genişliği yine faktör 1 altında en büyük ağırlığa sahip olmakla birlikte yol eğimi bileşeni faktör 2 altında, bina yüksekliği faktör 3 ve ağır taşıt ortalama hız

bileşeni de faktör 4 altında en büyük değere sahiptir. Faktör analizi sonucunda Tablo 5’de italik ve koyu olarak gösterildiği gibi, faktör 1’in yol yüzeyi ve kaldırım genişliği, faktör 2’nin yol eğimi ve yol genişliği, faktör 3’ün bina yüksekliği ve faktör 4’ün ise ağır taşıt ortalama hız ve trafik hacmi ile ilişkisinin kuvvetli olduğu söylenebilir. Diğer bir deyişle faktör analizi sonucunda 10 adet değişken birbirinden bağımsız 7 adet değişkene indirgenebilmektedir.

Tablo 4 Açıklanan Toplam Varyans.

Bileşen	Başlangıç Özdeğerler			Faktör değerleri		
	Toplam	Varyans Yüzdesi	Kümülatif %	Toplam	Varyans Yüzdesi	Kümülatif %
1	2.781	27.810	27.810	2.020	20.203	20.203
2	1.847	18.468	46.278	1.831	18.315	38.518
3	1.451	14.507	60.785	1.661	16.607	55.125
4	1.077	10.775	71.560	1.644	16.435	71.560
5	0.955	9.554	81.114			
6	0.593	5.931	87.045			
7	0.505	5.052	92.097			
8	0.403	4.031	96.128			
9	0.243	2.426	98.554			
10	0.145	1.446	100.000			

Döndürülmüş bileşen matrisinin yorumlanması ile elde edilen 7 adet değişken ile Denklem (5)’de verilen doğrusal regresyon modeli kurulmuştur. Şekil 3’de gözlem ve model değerlerinin karşılaştırılması verilmiştir.

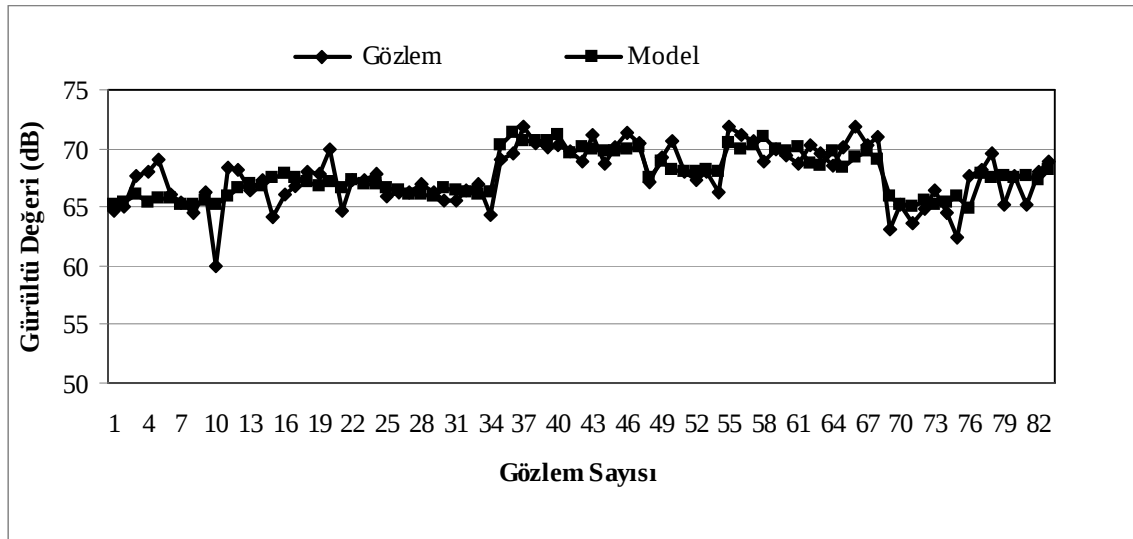
$$G = 74.70 - 2.49x_1 - 4.19x_2 + 1.09x_3 + 0.05x_4 + 0.23x_5 + 0.007x_6 - 0.54x_7 \quad R^2 = 0.59 \quad (5)$$

Burada;

- x_1 : Yol Yüzeyi
- x_2 : Kaldırım Genişliği (m)
- x_3 : Yol eğimi (%)
- x_4 : Yol Genişliği (m)
- x_5 : Bina Yüksekliği (m)
- x_6 : Ağır Taşıt Ort. Hız (km/sa)
- x_7 : Trafik Hacmi (taş/sa)

Tablo 5 Döndürülmüş Bileşen Matrisi.

Döndürülmüş Bileşen Matrisi				
	Bileşen			
	1	2	3	4
Yol Yüzeyi	-0.792	0.165	0.123	0.058
Kaldırım Genişliği	0.725	0.162	0.250	-0.063
Bölünmüş	0.631	0.069	0.535	0.091
Yol eğimi	-0.146	0.874	0.017	-0.085
Yol Genişliği	0.208	0.659	0.437	-0.314
Ortalama Hız	0.580	0.647	-0.106	0.177
Bina Yüksekliği	0.179	0.150	0.803	-0.098
Ağır taşıt oranı	-0.154	-0.104	0.623	0.418
Ağır Taşıt Ort. Hız	-0.066	0.117	0.192	0.860
Trafik Hacmi	0.090	-0.329	-0.155	0.753



Şekil 3 Gürültü ölçümleri ve model sonuçlarının karşılaştırılması.

Sonuçlar

Bu çalışmada arazi çalışmalarından elde edilen parametrelerin arasındaki içsel bağımlılıktan kurtulabilmek için çok değişkenli istatistiksel metotlardan biri olan faktör analizi kullanılarak gürültü modeli geliştirilmiştir. İlk olarak 10 değişkenli doğrusal regresyon modeli kurulmuş ve gürültü modeli oluşturulmuştur. Daha sonra bağımsız değişkenler arasındaki içsel bağımlılıktan kurtulabilmek için faktör analizi gerçekleştirilmiş ve 10 adet bağımsız değişken birbirinden bağımsız 7 adet parametreye indirgenmiştir. Faktör analizi sonucu elde edilen 7 değişken (yol yüzeyi durumu,

kaldırım genişliği, yol eğimi, yol genişliği, bina yüksekliği, ağır taşıt ortalama hız, trafik hacmi) kullanılarak oluşturulan doğrusal regresyon modeli ile gürültü modellemesi yapılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır.

Teşekkür Bu çalışmaya verdikleri destekten dolayı TÜBİTAK’a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Abo-Qudais, S. and Alhiary, A. (2007) Statistical models for traffic noise at signalized intersections. Building and Environment, 42, 2939-2948.

Banerjee, D., Chakraborty, S. K., Bhattacharyya, S. and Gangopadhyay, A. (2008) Modeling of road traffic noise in the industrial town of Asansol, India. Transportation Research Part D, Transport and Environment, 13(8), 539-541.

Bhaskar, A., Chung, E. and Kuwahara, M. (2007) Development and implementation of the areawide Dynamic Road traffic Noise (DRONE) simulator. Transportation Research Part D, 12, 371-378.

Can, A., Leclercq, L. and Lelong, J. (2008) Dynamic estimation of urban traffic noise: Influence of traffic and noise source representations. Applied Acoustics, 69, 858-867.

Koushki, P. A., Al-Saleh O. and Ali S. Y. (1999) Traffic noise in Kuwait: Profiles and modeling residents' perceptions. Journal of urban planning and development, 125(3), 101-109.

Pathak, V., Tripathi, B. D. and Mishra, V. (2008) Evaluation of traffic noise pollution and attitudes of exposed individuals in working place. Atmospheric Environment, 42, 3892-3898.