




Received: January 29, 2018  
Accepted: June 19, 2018  
Published Online: June 30, 2018

AJ ID: 2018.06.01.STAT.03  
DOI: 10.17093/alphanumeric.385396

## Compositional Data: A Different Perspective to Registered Motor Land Vehicles

Levent Terlemez, Ph.D. 

Assist. Prof., Department of Statistics, Faculty of Science, Anadolu University, Eskişehir, Turkey, [lterlemez@anadolu.edu.tr](mailto:lterlemez@anadolu.edu.tr)

Cenk İçöz 

Res. Assist., Department of Statistics, Faculty of Science, Anadolu University, Eskişehir, Turkey, [cicoz@anadolu.edu.tr](mailto:cicoz@anadolu.edu.tr)

\* Anadolu Üniversitesi, Yunus Emre Kampüsü, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, 26476, Eskişehir/Türkiye

### ABSTRACT

Data which is formed by parts of a whole arise in diverse scientific fields. Due to its structure, this kind of data is multivariate which has attractive properties. Because they are constrained to a constant sum, they have both central tendency and dispersion measures, and a constrained space of their own. Frequently, aforementioned data is being summarized by using classical fundamental statistics. In this study, a specific data type called compositional data is mentioned. Registered motor land vehicle data is examined through compositional data analysis and its dispersion and central tendency measures are calculated. In addition, graphics designed for compositional data is given and registered motor land vehicles data is interpreted with the help of these graphics.

### Keywords:

Compositional Data, Descriptive Statistics, Registered Motor Land Vehicles

## Bütünleşik Veri: Kayıtlı Motorlu Kara Taşıtlarına Farklı Bir Bakış

### ÖZ

Bir bütüne ait parçalardan oluşan veriler değişik bilim alanlarında karşımıza çıkmaktadır. Yapısı gereği çok değişkenli olan bu veriler ilgi çekici özelliklere sahiptir. Bu tür veriler sabit bir toplamla sınırlandırılmasından dolayı hem kendilerine özgü merkezi eğilim ve değişkenlik ölçülerine hem de sınırlı bir uzaya sahiptir. Çoğu zaman bu veriler klasik temel istatistikler kullanılarak özetlenmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada bütünleşik veri olarak adlandırılan bu özel veri türü ele alınmıştır. Kayıtlı motorlu kara taşıtları verisi bütünleşik veri analizi kullanılarak incelenmiş, merkezi eğilim ölçüleri ve değişkenlik ölçüleri hesaplanmıştır. Ayrıca çalışmada bu tür verilere has olan grafiksel gösterimlere de yer verilmiş, kayıtlı motorlu taşıtlar verisi bu grafikler yardımı ile yorumlanmıştır.

### Anahtar Kelimeler:

Bütünleşik Veri, Temel İstatistikler, Motorlu Kara Taşıtları

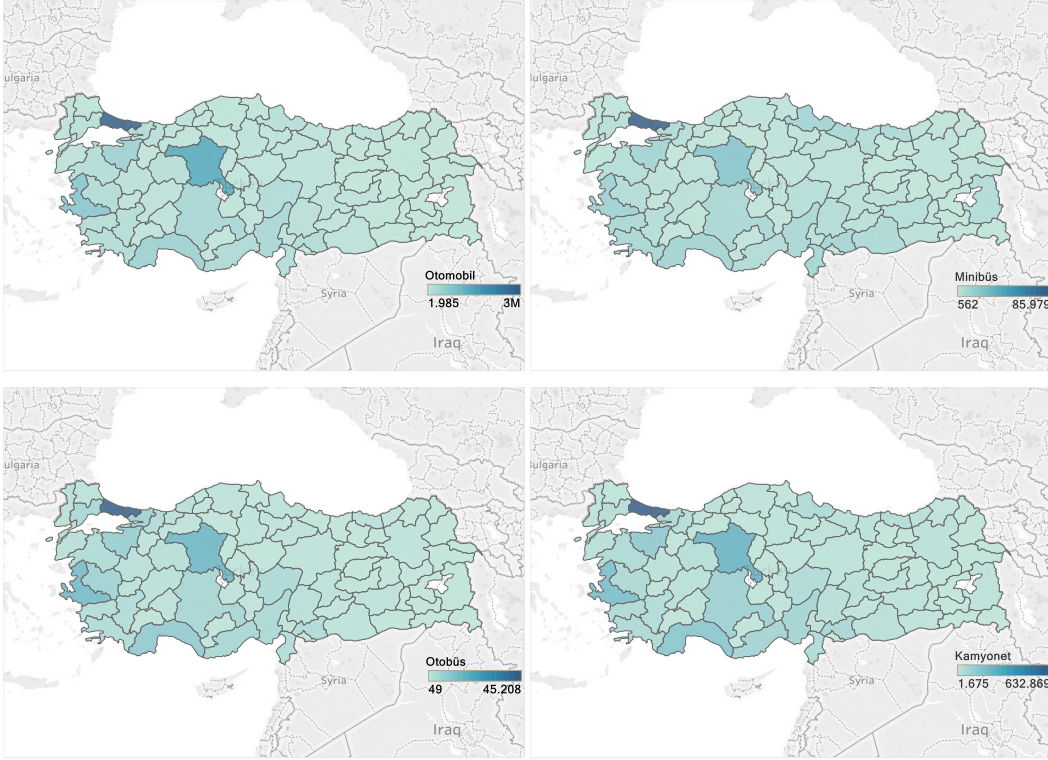


## 1. Giriş

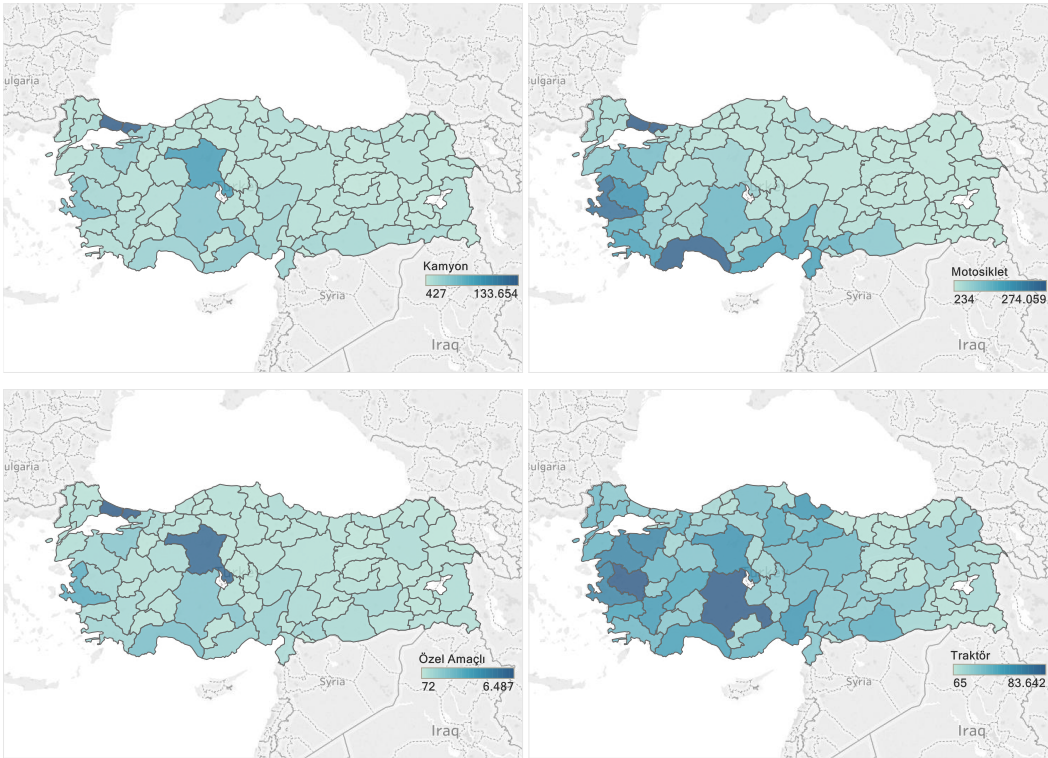
Otomotiv sektörü, dünya ekonomisinin temel unsurlarından birisidir. Bunun nedeni, otomotiv sektörünün üretimde bulunduğu ekonomiye yüksek katma değer sağlayan, teknolojik gelişmeleri hızlandıran, ihracat kanalıyla döviz geliri kazandırmasıdır. Sadece bununla da yetinmemekte, birçok sektörün gelişimine katkıda bulunmakta, savunma, ulaştırma ve altyapı gibi stratejik alanları geliştiren nitelikteki sektörler arasında yer almaktadır. Daha detaylı bir örnek vermek gerekirse, vergi sistemimizde Motorlu Taşıtlar Vergisi (MTV) olarak geçen ve Karayolları Trafik Kanunu'na göre, trafik şubelerine kayıtlı bulunan motorlu araçların trafik sicil kaydı başladıktan sonra ödenmeye başlanan, bu sicil kaydı silinene kadar ödenme yükümlüğü devam eden vergi kalemi verilebilir. 2016 yılı itibarıyla 4 trilyon dolar ile dünya ekonomisinin yaklaşık %5'ini oluşturan otomotiv sektörü dünyanın en büyük 4. ekonomisine tekabül etmektedir (Pişkin, S.,2 017; Güngör, 2017).

Türkiye ise otomotiv pazarı tarih boyunca oldukça dinamik bir görünüm sergilemiştir. 1930'lu yıllarda otomobile sahip olmak üst düzey zenginliğin göstergesi iken, zaman içinde daha kolay erişilebilir hale gelmesi, otomotiv endüstrisinin dijitalleşme, yakıt verimliliği, emisyon salınımı, emniyet ve tasarım gibi birçok alanda, tüketici talebine yönelik, yeni hedefler ortaya koyması günümüzde de arzulanan nesne konumunu sağlamlaştırmıştır. Temmuz 2017 tarihi itibarı ile trafiğe kayıtlı motorlu kara taşıtı sayısı toplam 21 milyon 763 bin 103 adet olmuştur. Bu araçların %53,9'unu otomobil, %16,4'ünü kamyonet, %14,1'ini motosiklet, %8,3'ünü traktör, %3,8'ini kamyon, %2,2'sini minibüs, %1'ini otobüs, %0,3'ünü ise özel amaçlı motorlu kara taşıtları oluşturmaktadır. Başka bir şekilde ifade etmek istenirse, trafiğe kaydı yapılan motorlu kara taşıtı sayısı 2016 yılının aynı ayına göre %41,1 artış göstermiştir (Pişkin, S.,2 017; TÜİK, 2017).

Tematik haritalar bir temayı ya da özel bir konuya ilişkin özel bir harita çeşididir. Koroplet haritalar tematik haritanın bir türü olup konuya ilişkin değişkenin haritadaki idari bölgeler üzerinde göstermeye çalışan bir haritadır (VGK, 2017). Şekil 1 ve Şekil 2'deki koroplet haritaları incelendiğinde, kayıtlı motorlu kara aracı türlerinin illere göre dağılım yoğunluğu daha iyi incelenebilmektedir. Örneğin, otomobil kullanımının İstanbul ili başta olmak üzere daha çok, nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu büyük şehirlerde tercih edildiği gözlemlenmektedir. Diğer bir motorlu kara taşıtı olan motosikletin ise kıyı şeridinde sahip olan illerde tercih edildiği görülmektedir.



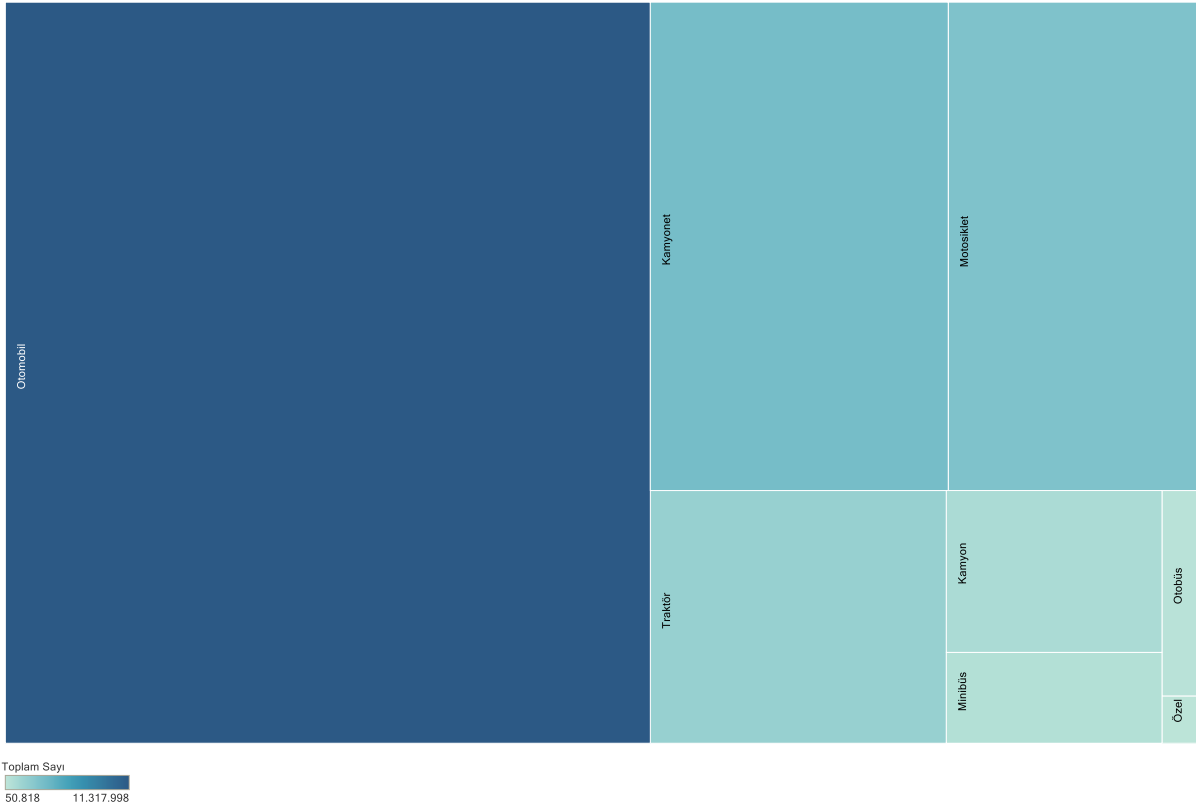
Şekil 1. Koroplet Türkiye Haritası (Otomobil, Minibüs, Otobüs, Kamyonet); Kaynak: TÜİK, 2018



Şekil 2. Koroplet Türkiye Haritası (Kamyon, Motosiklet, Özel Araçlar, Traktör); Kaynak: TÜİK, 2018

1000 kişiye düşen araç sahiplik oranında ise, otomobilin Türkiye'ye girdiği tarihten bu yana, hızlı bir gelişim göstermekle birlikte hala gelişmiş ülkelerin oldukça gerisinde yer almaktadır. OICA verilerine göre 2014 yılı rakamlarıyla dünyada ortalama her bin kişiye 180 araç düşer iken bu rakam Türkiye'de 189, Batı Avrupa'da 569 ve ABD'de ise 808 seviyesindedir (Pişkin, 2017; OICA, 2017).

Türkiye genelinde, kayıtlı motorlu kara taşıtı türlerinin kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünü içindeki yerini ise, Şekil 3’de verilen ağaç grafiği yardımıyla gözlemlemek mümkün olabilmektedir.



Şekil 3. Kayıtlı Motorlu Kara Araçları; Kaynak: TÜİK, 2017

Bu çalışmanın amacı, motorlu taşıtların illere göre dağılımına istatistiksel olarak farklı bir açıdan yaklaşımda bulunmaktır. Bunun nedeni ise gerçek değerli veri kümeleri için geliştirilen birçok çok değişkenli istatistiksel metodun, bütünlük veri kümeleri için yanıtıcı veya çeşitli sebeplerden dolayı uygulanabilir olmamasından kaynaklanmaktadır. Dolayısı ile bir bütünün parçaları olarak ele alındığında, kayıtlı motorlu kara taşıt türlerinin gerçek sahip olma sayıları üzerinden analizler yapmanın her zaman istenen sonuçlara ulaşılmasını sağlamayacağını gösterebilmektedir. Bu nedenle, motorlu kara taşıtlarına sahip olma sayıları yerine, sahip olunan motorlu kara taşıtlarını bir bütün gibi düşünerek, taşıt türlerinin bütünün içindeki oranı olarak ele alınmaya çalışılacaktır.

## 2. Literatür Taraması

Bu çalışmada kullanılan yöntemle ilgili yapılmış yazında çok sayıda çalışma mevcuttur. Aitchison (1982) bütünlük veri için ileri sürdüğü Simpleks uzayını tanımlamıştır. Ayrıca bu çalışmada parametrik istatistiksel testlerin yapılabilmesi için simplekste dönüştürülmüş normal dağılımları tanımlamıştır. Böylelikle bütünlük veriler için de parametrik hipotez testleri uygulanabilir hale gelmiştir.

Mert ve ark. (2016), bütünlük veri analizini epidemiyolojik veriler üzerinde uygulamışlardır. Daha önce epidemiyolojik verilerin genellikle kesin bilgi üzerinden analiz edildiği öne sürülmüştür. Çalışmada Avusturya’daki bölgeler için tek değişkenli

ve çok değişkenli analizler uygulanarak bütünleşik veri analizinin farklılıkları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Edjabou ve ark. (2017) Danimarka'da bir haftalık bir zaman süresince 779 adet hane halkından elde edilen katı atıkları 8 farklı parçaya ayırarak incelemiştir. Bu parçaların toplamının atık kompozisyonları için her koşulda 100 (yüzde) olacağı ve bu toplam kısıtından dolayı kısıtsız veriler için uygun olan klasik istatistiksel yöntemlerin uygulanamayacağından bahsetmişlerdir. Pearson korelasyon katsayıları ile parçalara uygulanan korelasyon analizi sonuçları farklılık göstermiştir. Pearson korelasyon katsayısı pozitif olan iki değişken parçalar ele alınarak korelasyon analizi yapıldığında negatif ilişki göstermişlerdir. Çalışmada bu tür verilere değişkenlik ölçüleri ve merkezi eğilim ölçüleri hesaplanmadan önce bir takım dönüşümler yapılması gerekliliği sonucuna varılmıştır.

### 3. Yöntem

Genellikle bir veri seti belirli bir toplama ait parçalar (bileşen) hakkında bilgi sağlıyor ise bu veri seti bütünleşik bir veri seti olarak adlandırılmaktadır. Bir içecek türündeki besin değerlerinin yoğunluğu, bir hastanın kanındaki değişik hücre türlerinin yoğunluğu, politik partilere verilen oy oranları, bir ekosistemdeki ya da bir tuzaktaki canlı türlerinin oranları, bir mineraldeki kimyasal elementlerin oranları, zaman kullanım verileri, değişik harcama kategorilerine ait hane halkı harcamaları bütünleşik veri setine ilişkin verilebilecek temel örneklerdendir (Aitchison 2005; Van den Boogard, Tolasana-Delgado 2013).

Bir kompozisyon  $x = [x_1, x_2, \dots, x_D]$  vektörü D adet pozitif parçalardan oluşan ve parçaların toplamı sabit bir sayı K'ya eşit olan bir vektör olarak tanımlanacaktır. Bir kompozisyonun, ondan daha az sayıda parça içeren kompozisyonuna da orijinal kompozisyonun alt kompozisyonu adı verilir(van den Boogard, Tolasana-Delgado 2013).

Basit bir şekilde bu tanım bir dilbilgisi dersinde herhangi bir konu hakkında görüş ifade etmek amacı ile kaleme alınan bir kompozisyonu çağrıştırmaktadır. Aynı zamanda bu tanım ile de eşleştirebilir. Bir kompozisyon genel olarak giriş, gelişme ve bir yargı içeren sonuç bölümlerinden oluşmaktadır. Dolayısı ile bu tür bir kompozisyon üç farklı parçadan oluşan bir bütündür. Bu bütünleşik veri için verilebilecek en temel örneklerden biridir. Gerçek hayat verilerinde, genelde üçten daha fazla parça yer alabilir.

Çoğu bütünleşik veri seti verilen bu klasik tanıma uymamaktadır. Kompozisyonlar farklı toplamlara sahip olabilir. Ya da genellikle toplamlar araştırmacı için önem teşkil etmemektedir veya daha önceden tanımlanmıştır. Veri toplanırken araştırmacının toplamlar üzerinde sınırlı bir kontrolü vardır. Ayrıca genellikle toplamların istatistiksel olarak karşılaştırılması bir anlam ifade etmemektedir. (Van den Boogard, Tolasana-Delgado 2013)

Bunun üzerine Van den Boogard & Tolasana-Delgado (2013) klasik tanımda kompozisyonları önemsiz toplama ait vektörler olarak güncellemiş ve sabit toplam koşulundan bağımsız hale getirerek daha kapsamlı bir tanımlama yapmışlardır.

Herhangi bir veri seti sabit koşulunu sağlayabilen bütünleşik bir veri setine dönüştürülebilir. Aynı şekilde bir toplamın bölümlerini oluşturan parçalar kompozisyon olarak adlandırılacaktır. (Van den Boogard, Tolasana-Delgado 2013)

Bütünleşik veriler bir bütünün parçalarından oluştuğu için korelasyonlu bir yapıya sahip olacaktır. Örneğin bir parça, toplamın bilinmesi şartı ile diğer parçalar cinsinden yazılabilir. Ya da bir parçanın değerinin artması, toplam sabit kaldığından diğer bir parçanın değerinin azalması anlamına gelecektir. Bu nedenlerden dolayı bazı istatistiksel analizlerin yapılması için bütünleşik verilere dönüşümler uygulanması gerekir.

Bütünleşik bir veri doğal olarak çok değişkenli yapıya sahiptir. Fakat sabit toplam kısıtı dolayısı ile sınırlı bir uzaya sahiptir. Bu nedenle klasik çok değişkenli istatistiksel metotların kullanılması yanlış çıkarımlara yol açabilir.

Toplam kısıtına sahip bütünleşik veriler kendine özgü bir uzaya sahiptir. Bu uzay simpleks (Aitchison simpleks) olarak adlandırılır..

$$\mathbb{S}^D : = \{ \mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_D] : x_i > 0 ; \sum_{i=1}^D x_i = K \} \quad (1)$$

Her bir parçanın oran ya da yüzde olarak gösterilmesi işlemine kapanış işlemi adı verilir ve bir  $\mathbf{z}$  vektörü için  $\mathbf{z} = [z_1, z_2, \dots, z_D] \in \mathbb{R}_+^D$  için aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$C(\mathbf{z}) = \left[ \frac{K \cdot z_1}{\sum_{i=1}^D z_i}, \frac{K \cdot z_2}{\sum_{i=1}^D z_i}, \dots, \frac{K \cdot z_D}{\sum_{i=1}^D z_i} \right] \quad (2)$$

Bütünleşik veri için merkezi eğilim ve değişkenlik ölçüleri de farklı şekilde tanımlanacaktır. Bütünleşik veriler için ortalama vektörü ve varyasyon matrisi aşağıdaki gibi tanımlanır. (Pawlowsky- Glahn, Egozcue & Tolasano - Delgado 2007)

$$\bar{\mathbf{x}} = C \left[ \exp \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln \mathbf{x}_n \right) \right], \quad \hat{t}_{ij} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \ln^2 \frac{x_{ni}}{x_{nj}} - \ln^2 \frac{\bar{x}_i}{\bar{x}_j} \quad (3)$$

Varyasyon matrisinin köşegen elemanları 0 olacaktır. Küçük bir  $\hat{t}_{ij}$  değeri iki değişken arasındaki iyi bir oransallık bulunduğunu gösterecektir. Bütünleşik veri için varyans-kovaryans matrisi ise aşağıdaki gibi tanımlanacaktır.

$$\hat{\Sigma}_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln \frac{x_{ni}}{g(\mathbf{x}_n)} \ln \frac{x_{ni}}{g(\mathbf{x}_n)} - \ln \frac{\bar{x}_i}{g(\bar{\mathbf{x}})} \ln \frac{\bar{x}_i}{g(\bar{\mathbf{x}})} \quad (4)$$

Bu matrisin elemanları kovaryansları içerecektir. Aynı zamanda matrisin satır toplamları sıfıra eşit olacaktır. Hesaplanışı ise varyasyon matrisine kıyasla parça çiftleri yerine tüm parçalar üzerinden olacaktır. Varyans-kovaryans matrisi matematiksel bir ihtiyaçtır, bu yüzden doğrudan yorumlanmamalıdır.

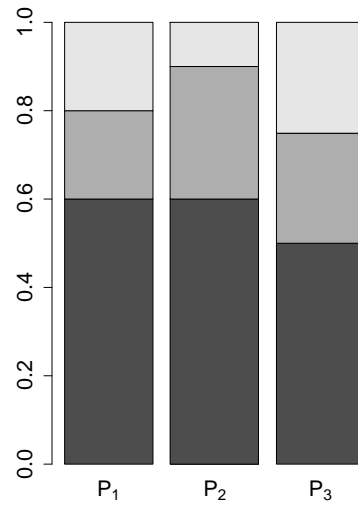
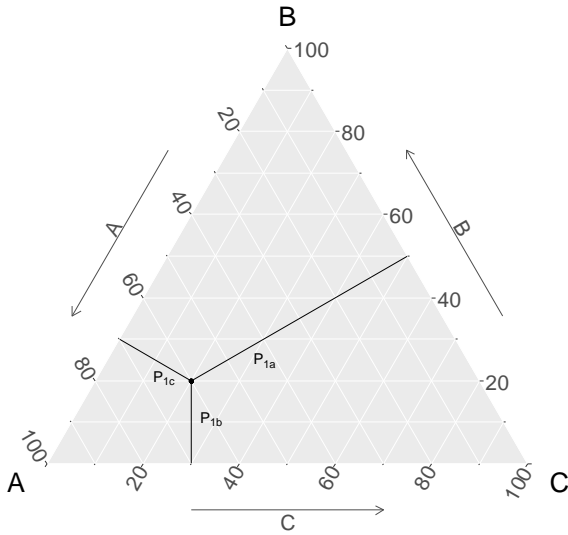
Merkezi eğilim ve değişkenlik ölçülerini grafiksel olarak göstermek ilgi çekicidir. Değişkenlik ölçüleri bir elips şeklinde üçgen grafiği üzerinde gösterilebilir. Eğer veri bütünleşik normal dağılım gösteriyor ise ya da örnek sayısı çok olduğu durumlarda ortalamanın yüzde  $p$ 'lik güven aralığı (güven bölgeleri), yarıçapı Fisher'ın  $(D - 1)$  ve  $(N - D + 1)$  serbestlik dereceli F dağılımı değeri yardımı ile elde edilen elips ile belirlenir.

$$r = \sqrt{\frac{D-1}{N-D+1} \cdot \mathcal{F}_p(D-1, N-D+1)} \quad (5)$$

Alternatif olarak  $p$  olasılık bölgeleri, verinin bilinen varyans yapısına sahip ve bütünleşik normal dağıldığı durumda ki-kare dağılımı yardımı ile elipsler oluşturulabilir. Elipsler için yarıçaplar aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.

$$r = \sqrt{\chi_a^2(D - 1)} \quad (6)$$

Bütünleşik verilerin grafiksel olarak gösterimi için üçgen grafiği kullanılacaktır. Üçgen grafiği iki boyutta verilerin incelenmesi için kullanılan saçılım grafiğinin 3 boyut için uyarlanmış halidir. Grafik üzerinde bir kompozisyon üçgenin köşelerine yakın bulunuyor ise o köşede bulunan bileşene değeri 1'e yaklaşacak diğer bileşen değerleri ise 0'a yakın olacaktır. Üçgenin ortasına doğru konumlanan bir kompozisyonun ise üç bileşeni de birbirine yakın değerler alacaktır. Üçgen grafiği,  $P_1[0.6, 0.2, 0.2]$  bütünleşik veri noktası için Şekil 4. (a)'daki gibi elde edilecektir (Van den Boogard, Tolasana-Delgado 2013).



a) Üçgen (Ternary) Grafik

Şekil 4. Bütünleşik Veri Grafik Gösterimi

b) Sütun Grafiği

Kullanılan diğer bir grafik türü ise sütun grafiğidir. Sütun grafik, Şekil 3.1 (b)'de de görülebileceği gibi, tüm parçaların aynı anda temsil edilebileceği klasik bir gösterimdir. Bu grafik türünde, her bir sütun, her bir birimin bütünleşik veri yapısını temsil eder. Bir sütunu oluşturan parçaların büyüklüğü ise, yığılmış olarak verildiğinden, ilgili birimin kompozisyonunu da gösterir (Van den Boogard, Tolasana-Delgado, 2013; Pawlowsky- Glahn, Egozcue & Tolasano – Delgado, 2007).

## 4. Bulgular

Araştırmada, TÜİK veri tabanlarında Merkezi Dağıtım Sistemi (MEDAS) ile sunulmakta olan ulaştırma istatistiklerinden elde edilmiştir (TÜİK, 2017). İlgili istatistikler 2016 yılına ait olmakla birlikte, İBBS1 ve İBBS3 düzeyinde derlenmiş verilerden yararlanılmıştır. İBBS1 düzeyi veriler, Akdeniz-TR6, Batı Anadolu-TR5, Batı Karadeniz-TR8, Batı Marmara-TR2, Doğu Karadeniz-TR9, Doğu Marmara-TR4, Ege-TR3, Güneydoğu Anadolu-TRC, Kuzeydoğu Anadolu-TRA, Orta Anadolu-TR7, Ortadoğu

Anadolu-TRB, İstanbul-TR1 şeklinde kategorize edilirken, İBBS3 düzeyinde, 81 ilimiz dikkate alınmıştır. Motorlu araçlar ise otomobil, minibüs, otobüs, motosiklet, kamyonet, özel amaçlı taşıtlar ve traktör olarak sınıflandırılmıştır. Kullanılan değişkenlerin, MEDAS üzerindeki tanımları izleyen biçimde yapılmaktadır.

Kayıd Yapılan Taşıtlar; Trafiğe çıkmak için alınması zorunlu olan Trafik Tescil Belgesi'ni alan taşıtları ifade eder.

Otomobil; yapısı itibarıyla sürücüsünden başka en çok dokuz oturma yeri olan ve insan taşımak için imal edilmiş bulunan motorlu taşıttır.

Minibüs; yolcu taşımacılığında kullanılan sürücüsü dâhil oturma yeri on yediyi aşmayan otobüslere minibüs denir.

Otobüs; yolcu taşımacılığında kullanılan sürücüsü dâhil dokuzdan fazla oturma yeri olan motorlu taşıttır. Trolleybüslerde bu gruba girer.

Motosiklet; iki veya üç tekerlekli, sepetli veya sepetsiz motorlu araçlardır (ATV'ler de dâhildir).

Kamyonet; izin verilebilen azami yüklü ağırlığı 3500 kg'ı geçmeyen ve yük taşımak için imal edilmiş motorlu taşıttır.

Kamyon; izin verilebilen azami yüklü ağırlığı 3500 kg'dan fazla olan ve yük taşımak için imal edilmiş motorlu taşıttır.

Özel amaçlı taşıtlar; özel amaçla insan veya eşya taşımak için imal edilmiş olan ve itfaiye, cankurtaran, cenaze, radyo, sinema, televizyon, kütüphane, araştırma araçları ile bozuk veya hasara uğramış araçları çekmek veya taşımak, kaldırmak gibi özel işlerde kullanılan motorlu taşıtlardır.

Traktör; belirli şartlarda römork ve yarı römork çekebilen, ancak ticari amaçla taşımada kullanılmayan tarım araçlarıdır.

İBBS1 ve İBBS3 düzeyleri için kayıtlı motorlu kara taşıtları bütünlük veri olarak ele alındığında, bir bölge ve bir il birer kompozisyonu, motorlu kara taşı türleri ise ilgili kompozisyonun birer parçasını (bileşen) temsil eder. Bu bölgeler ve iller birlikte ayrı iki kayıtlı motorlu taşıtlar bütünlük verisini oluşturacaktır.

#### 4.1. İBBS1 Düzeyi Kayıtlı Motorlu Kara Taşıtları

İBBS1 düzeyi veriler, Akdeniz-TR6, Batı Anadolu-TR5, Batı Karadeniz-TR8, Batı Marmara-TR2, Doğu Karadeniz-TR9, Doğu Marmara-TR4, Ege-TR3, Güneydoğu Anadolu-TRC, Kuzeydoğu Anadolu-TRA, Orta Anadolu-TR7, Ortadoğu Anadolu-TRB, İstanbul-TR1 şeklinde kategorize edilmiştir. İBBS1 düzeyi kayıtlı motorlu kara taşıtları verisi Tablo 1'de, İBBS1 düzeyi bileşik veriler ise Tablo 2'de verilmiştir.

Sıra No	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör	Bölgeler (İBBS1)
1	1504060	57875	29894	511996	114787	797550	6499	228119	Akdeniz-TR6
2	1660146	36206	24027	382898	113135	171456	8028	146870	Batı Anadolu-TR5
3	620418	36116	9903	193462	43089	115514	2863	217901	Batı Karadeniz-TR8
4	524054	17312	14373	168258	36063	238649	2440	173045	Batı Marmara-TR2
5	250601	34517	4292	155981	31739	19168	1676	10592	Doğu Karadeniz-TR9
6	1100464	37459	27481	358999	86093	208513	4928	180547	Doğu Marmara-TR4



Sıra No	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör	Bölgeler (İBBS1)
7	1675836	59802	39455	531574	104306	825434	7235	357627	Ege-TR3
8	454539	43155	8434	189835	72353	239117	4034	132745	Güneydoğu Anadolu-TRC
9	118474	11683	2845	61153	16474	19421	1550	70105	Kuzeydoğu Anadolu-TRA
10	565276	21269	10860	157462	50678	73565	2646	165612	Orta Anadolu-TR7
11	199719	22560	3589	97996	22963	21287	2432	59919	Ortadoğu Anadolu-TRB
12	2644411	85979	45208	632869	133654	274059	6487	22682	İstanbul-TR1

**Tablo 1.** İBBS1 sınıflandırmasına göre kayıtlı kara taşıtları verisi, Kaynak: TÜİK, 2017.

Sıra No	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör	Bölgeler (İBBS1)
1	0,4627	0,0178	0,0092	0,1575	0,0353	0,2453	0,002	0,0702	Akdeniz-TR6
2	0,6529	0,0142	0,0094	0,1506	0,0445	0,0674	0,0032	0,0578	Batı Anadolu-TR5
3	0,5006	0,0291	0,008	0,1561	0,0348	0,0932	0,0023	0,1758	Batı Karadeniz-TR8
4	0,4463	0,0147	0,0122	0,1433	0,0307	0,2032	0,0021	0,1474	Batı Marmara-TR2
5	0,4928	0,0679	0,0084	0,3067	0,0624	0,0377	0,0033	0,0208	Doğu Karadeniz-TR9
6	0,549	0,0187	0,0137	0,1791	0,043	0,104	0,0025	0,0901	Doğu Marmara-TR4
7	0,4653	0,0166	0,011	0,1476	0,029	0,2292	0,002	0,0993	Ege-TR3
8	0,3973	0,0377	0,0074	0,1659	0,0632	0,209	0,0035	0,116	Güneydoğu Anadolu-TRC
9	0,3927	0,0387	0,0094	0,2027	0,0546	0,0644	0,0051	0,2324	Kuzeydoğu Anadolu-TRA
10	0,5397	0,0203	0,0104	0,1503	0,0484	0,0702	0,0025	0,1581	Orta Anadolu-TR7
11	0,464	0,0524	0,0083	0,2277	0,0533	0,0495	0,0056	0,1392	Ortadoğu Anadolu-TRB
12	0,6877	0,0224	0,0118	0,1646	0,0348	0,0713	0,0017	0,0059	İstanbul-TR1

**Tablo 2.** İBBS1 sınıflandırmasına göre kayıtlı kara taşıtlarının bütünleşik veri yapısı

İBBS1 düzeyinde kayıtlı motorlu araçlar verisi incelendiğinde, Batı Marmara (TR2) Bölgesindeki kayıtlı otomobil sayısının Doğu Karadeniz (TR9) Bölgesinde kayıtlı olan otomobil sayısından fazla olmasına rağmen, kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünü dikkate alındığında, Doğu Karadeniz Bölgesinde %4,65 daha fazla otomobilin kayıtlı olduğu görülebilmektedir. Benzer durum, kayıtlı motosikletler için de söz konusu olmaktadır. Ege (TR3) Bölgesine kayıtlı motosiklet sayısı, Akdeniz (TR6) Bölgesine kayıtlı motosiklet sayısından fazla olmasına rağmen, kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünü dikkate alındığında, Akdeniz Bölgesinde %1,61 daha fazla motosikletin kayıtlı olduğu görülebilmektedir. Bu iki bölgede kayıtlı olan otomobil sayıları ise biraz daha farklı bilgiler sağlamaktadır. Ege Bölgesinde, Akdeniz Bölgesine nazaran daha fazla kayıtlı otomobil olmasına rağmen, bu iki bölgemizdeki kayıtlı otomobil oranı neredeyse aynı olduğu gözlemlenebilmektedir. İBBS1 düzeyinde, kayıtlı motorlu kara taşıtları bütünleşik verisine ait ortalama vektörü Tablo 3’de, varyans-kovaryans matrisi ise Tablo 4’de verilmiştir.

Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör
0,5331	0,0275	0,0105	0,1874	0,0461	0,1066	0,0030	0,0858

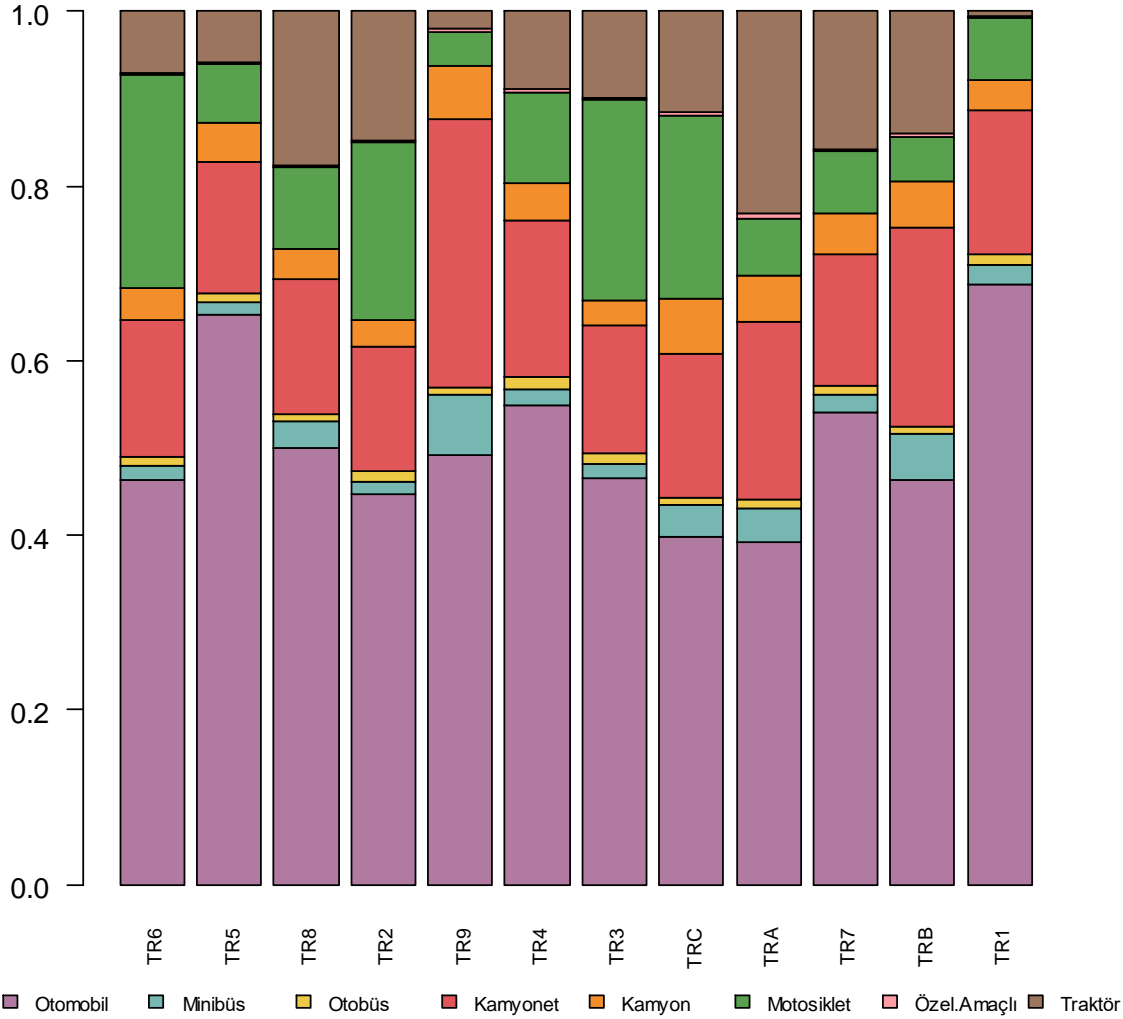
**Tablo 3.** İBBS1 sınıflandırmasına göre kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünleşik verisi ortalama vektörü

	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör
Otomobil	0,0000	0,3666	0,0389	0,0940	0,1277	0,5270	0,2326	1,3407
Minibüs	0,3666	0,0000	0,4271	0,1161	0,1317	1,0643	0,1443	1,3907
Otobüs	0,0389	0,4271	0,0000	0,1140	0,1642	0,4120	0,2554	1,1860
Kamyonet	0,0940	0,1161	0,1140	0,0000	0,0415	0,6616	0,0942	1,2348
Kamyon	0,1277	0,1317	0,1642	0,0415	0,0000	0,6803	0,0567	1,1111
Motosiklet	0,5270	1,0643	0,4120	0,6616	0,6803	0,0000	0,8104	1,1392
Özel Amaçlı	0,2326	0,1443	0,2554	0,0942	0,0567	0,8104	0,0000	0,9042
Traktör	1,3407	1,3907	1,1860	1,2348	1,1111	1,1392	0,9042	0,0000

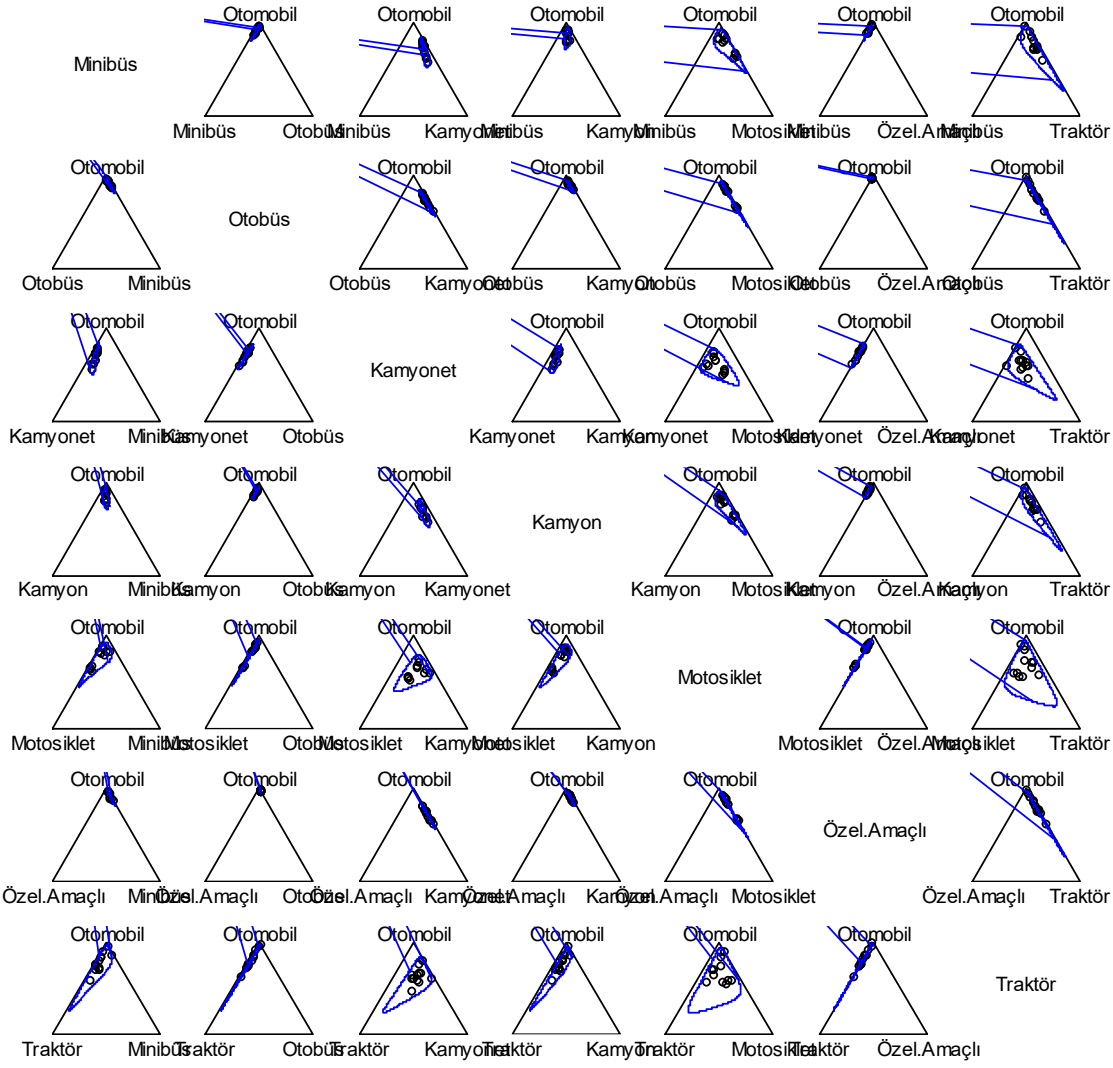
**Tablo 4.** İBBS1 sınıflandırmasına göre kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünleşik verisi varyasyon matrisi

	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör
Otomobil	0,1086	-0,0176	0,0810	0,0384	0,0189	0,0056	-0,0220	-0,2130
Minibüs	-0,0176	0,2228	-0,0560	0,0844	0,0740	-0,2060	0,0792	-0,1809
Otobüs	0,0810	-0,0560	0,0924	0,0203	-0,0075	0,0550	-0,0415	-0,1438
Kamyonet	0,0384	0,0844	0,0203	0,0622	0,0388	-0,0849	0,0240	-0,1833
Kamyon	0,0189	0,0740	-0,0075	0,0388	0,0569	-0,0969	0,0400	-0,1241
Motosiklet	0,0056	-0,2060	0,0550	-0,0849	-0,0969	0,4295	-0,1505	0,0482
Özel Amaçlı	-0,0220	0,0792	-0,0415	0,0240	0,0400	-0,1505	0,0799	-0,0091
Traktör	-0,2130	-0,1809	-0,1438	-0,1833	-0,1241	0,0482	-0,0091	0,8060

**Tablo 5.** İBBS1 sınıflandırmasına göre kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünlük verisi varyans-kovaryans matrisi

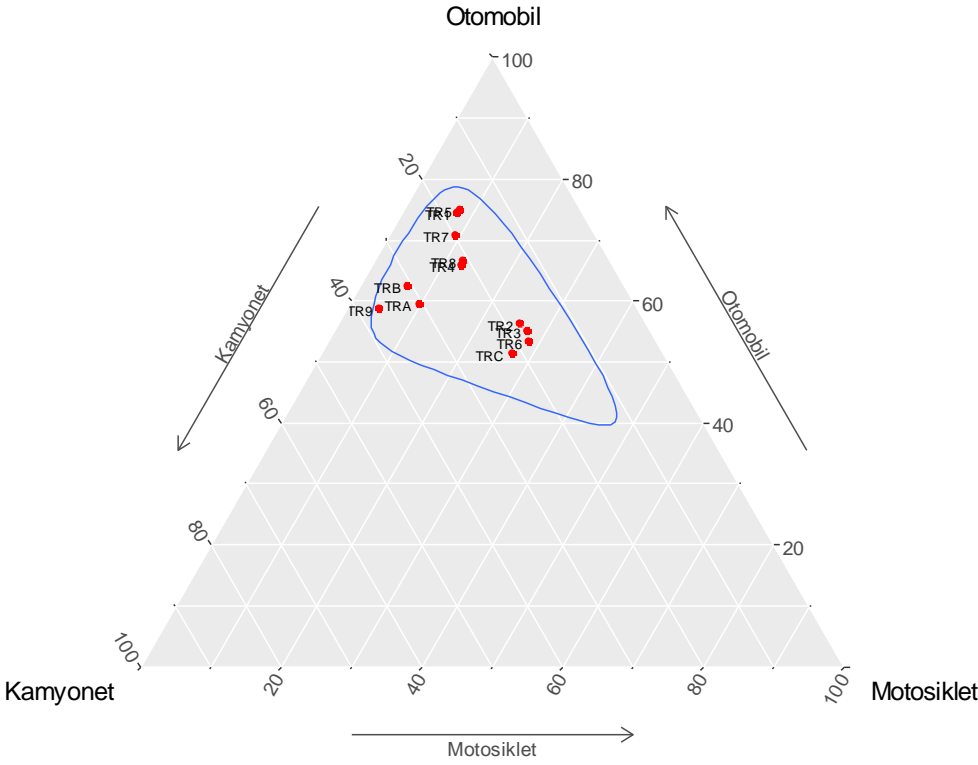


**Şekil 5.** İBBS1 Düzeyi Bütünlük Veri Yapısı



**Şekil 6.** İBBS1 Düzeyi Kayıtlı Kara Taşıtları Üçgen Grafiği

Şekil 6. daha yakından incelendiğinde, motosiklet kullanımı arttıkça, İBBS1 düzeyi TRC, TR1, TR2 ve TR3 bölgelerindeki değişkenliğin azaldığı, azaldıkça diğer bölgelerdeki değişkenliğin arttığı söylenebilir.



Şekil 7. İBBS1 Düzeyinde Otomobil – Kamyonet – Motosiklet Üçgen Grafiği

Şekil 6'dan alınarak detaylandırılan Şekil 7 incelendiğinde, dar bir değişkenliğe sahip olduğu, motosiklet kullanım oranı arttıkça, değişkenliğin azaldığı ve Kamyonet oranının çoğunlukla sabit kaldığı gözlemlenmekle birlikte Otomobil/Motosiklet oranındaki değişkenlikten kaynaklandığı söylenebilir.

#### 4.2. İBBS3 Düzeyi Kayıtlı Motorlu Kara Taşıtları

Sıra No	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör	Plaka No (İBBS3)
1	303841	10247	4889	94462	20092	125533	1167	50250	1
2	44277	4601	375	13578	3403	13227	235	15803	2
3	81997	4597	1734	30657	9353	38041	465	40555	3
4	57878	1368	1469	15527	6082	12339	340	18214	68
5	53441	2942	722	15377	3384	11387	254	19711	5
6	1297145	23869	17573	261898	75439	43586	6006	52240	6
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
76	21002	736	493	7599	1871	3944	216	13188	18
77	77426	2658	1202	20108	5597	16810	309	38551	19
78	2644411	85979	45208	632869	133654	274059	6487	22682	34
79	694464	14615	15954	211025	39615	236461	2912	61301	35
80	93947	8929	1346	30240	14950	66324	654	35759	63
81	3669	1656	151	6208	13351	2159	406	2650	73

Tablo 6. İBBS3 sınıflandırmasına göre kayıtlı kara taşıtlarının verisi, Kaynak: TÜİK, 2017.

İller bazında da farklı bir durum söz konusu değildir. Örneğin İstanbul ve Ankara illeri dikkate alındığında, İstanbul iline kayıtlı otomobil sayısı, Ankara iline kayıtlı otomobil sayısından çok daha fazladır. Ancak, kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünü dikkate alındığında, Ankara ilinde İstanbul ilinden yaklaşık %4,2 daha fazla otomobilin kayıtlı olduğu görülebilmektedir.

Sıra No	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör	Plaka No (İBBS3)
1	0,4977	0,0168	0,008	0,1547	0,0329	0,2056	0,0019	0,0823	1
2	0,4636	0,0482	0,0039	0,1422	0,0356	0,1385	0,0025	0,1655	2
3	0,3954	0,0222	0,0084	0,1478	0,0451	0,1834	0,0022	0,1955	3
4	0,5112	0,0121	0,013	0,1371	0,0537	0,109	0,003	0,1609	68
5	0,4984	0,0274	0,0067	0,1434	0,0316	0,1062	0,0024	0,1838	5
6	0,7297	0,0134	0,0099	0,1473	0,0424	0,0245	0,0034	0,0294	6
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
76	0,4282	0,015	0,0101	0,1549	0,0381	0,0804	0,0044	0,2689	18
77	0,476	0,0163	0,0074	0,1236	0,0344	0,1033	0,0019	0,237	19
78	0,6877	0,0224	0,0118	0,1646	0,0348	0,0713	0,0017	0,0059	34
79	0,5441	0,0115	0,0125	0,1653	0,031	0,1853	0,0023	0,048	35
80	0,3726	0,0354	0,0053	0,1199	0,0593	0,263	0,0026	0,1418	63
81	0,1213	0,0547	0,005	0,2052	0,4414	0,0714	0,0134	0,0876	73

**Tablo 4.7.** İBBS3 sınıflandırmasına göre kayıtlı kara taşıtlarının bütünleşik veri yapısı

Kamyon bileşeni dikkate alındığında ise, Şırnak ilindeki kayıtlı kamyon sayısı, İstanbul iline kayıtlı kamyon sayısının çok altında olmasına rağmen, kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünü dikkate alındığında, Şırnak ilinde İstanbul ilinden %40,66 daha fazla kamyonun kayıtlı olduğu görülebilmektedir. Şekil 8 (d)'de verilen sütun grafiği de incelendiğinde, Şırnak iline kayıtlı kamyon oranının İstanbul iline kayıtlı kamyon oranından yüksek olduğu görülebilmektedir. Kayıtlı motorlu kara taşıtlarını bütünleşik verisinin ortalama vektörü Tablo 8'de, varyans-kovaryans matrisi ise Tablo 10'da verilmiştir. İBBS3 düzeyinde, bütünleşik veri yapısında, otomobil, kamyonet ve motosikletin ağırlıkta olduğu görülmektedir.

Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör
0,488893	0,031427	0,010025	0,191194	0,049694	0,106345	0,003576	0,118845

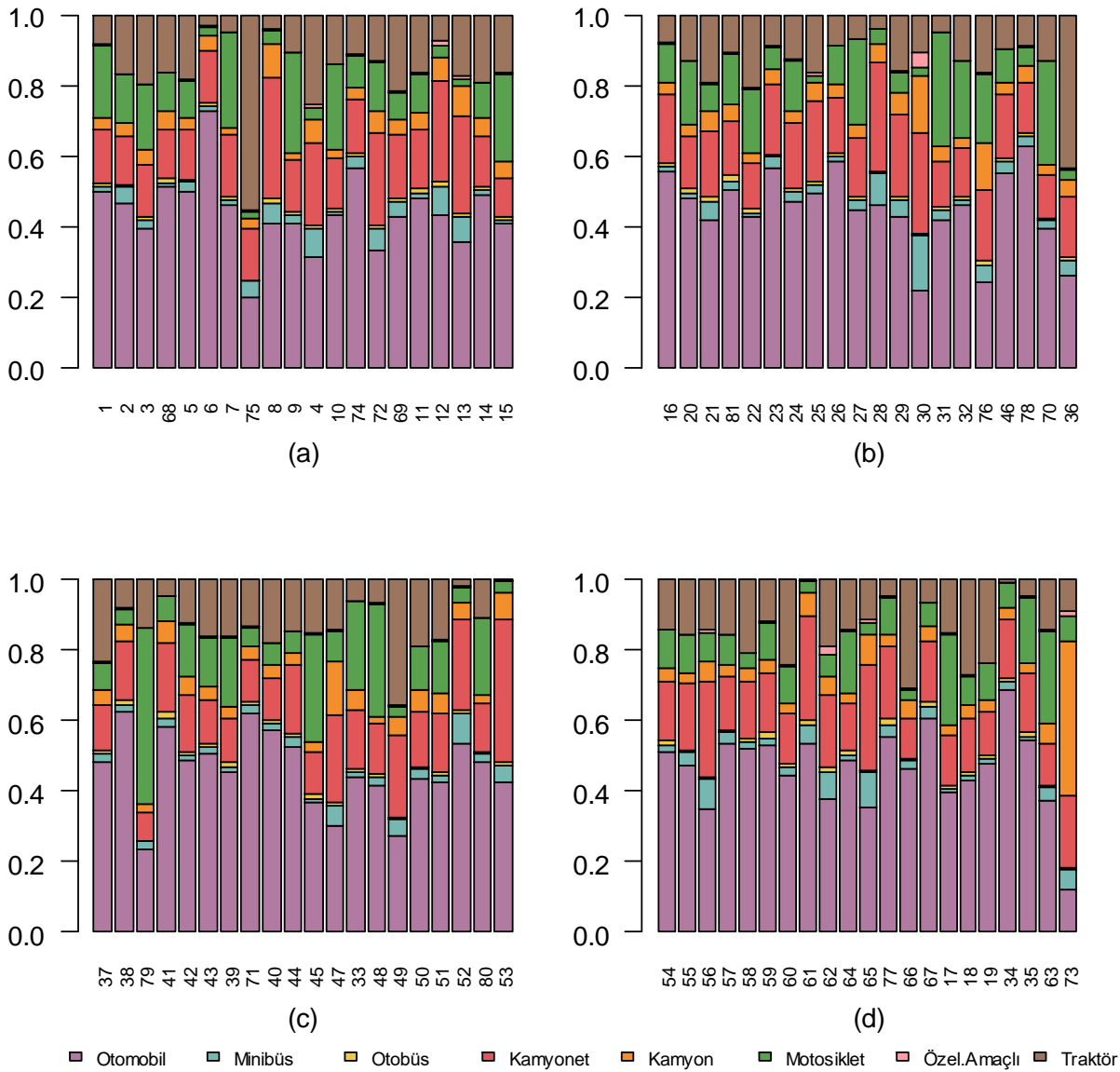
**Tablo 8.** İBBS3 sınıflandırmasına göre kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünleşik verisi ortalama vektörü

	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör
Otomobil	0,0000	0,6150	0,1228	0,1994	0,4581	0,6781	0,6513	1,2460
Minibüs	0,6150	0,0000	0,6668	0,2028	0,2830	1,5316	0,2087	1,5144
Otobüs	0,1228	0,6668	0,0000	0,2163	0,3873	0,7149	0,5697	1,2910
Kamyonet	0,1994	0,2028	0,2163	0,0000	0,1589	0,9680	0,2567	1,3384
Kamyon	0,4581	0,2830	0,3873	0,1589	0,0000	1,1808	0,2183	1,3556
Motosiklet	0,6781	1,5316	0,7149	0,9680	1,1808	0,0000	1,5342	1,4330
Özel Amaçlı	0,6513	0,2087	0,5697	0,2567	0,2183	1,5342	0,0000	1,2105
Traktör	1,2460	1,5144	1,2910	1,3384	1,3556	1,4330	1,2105	0,0000

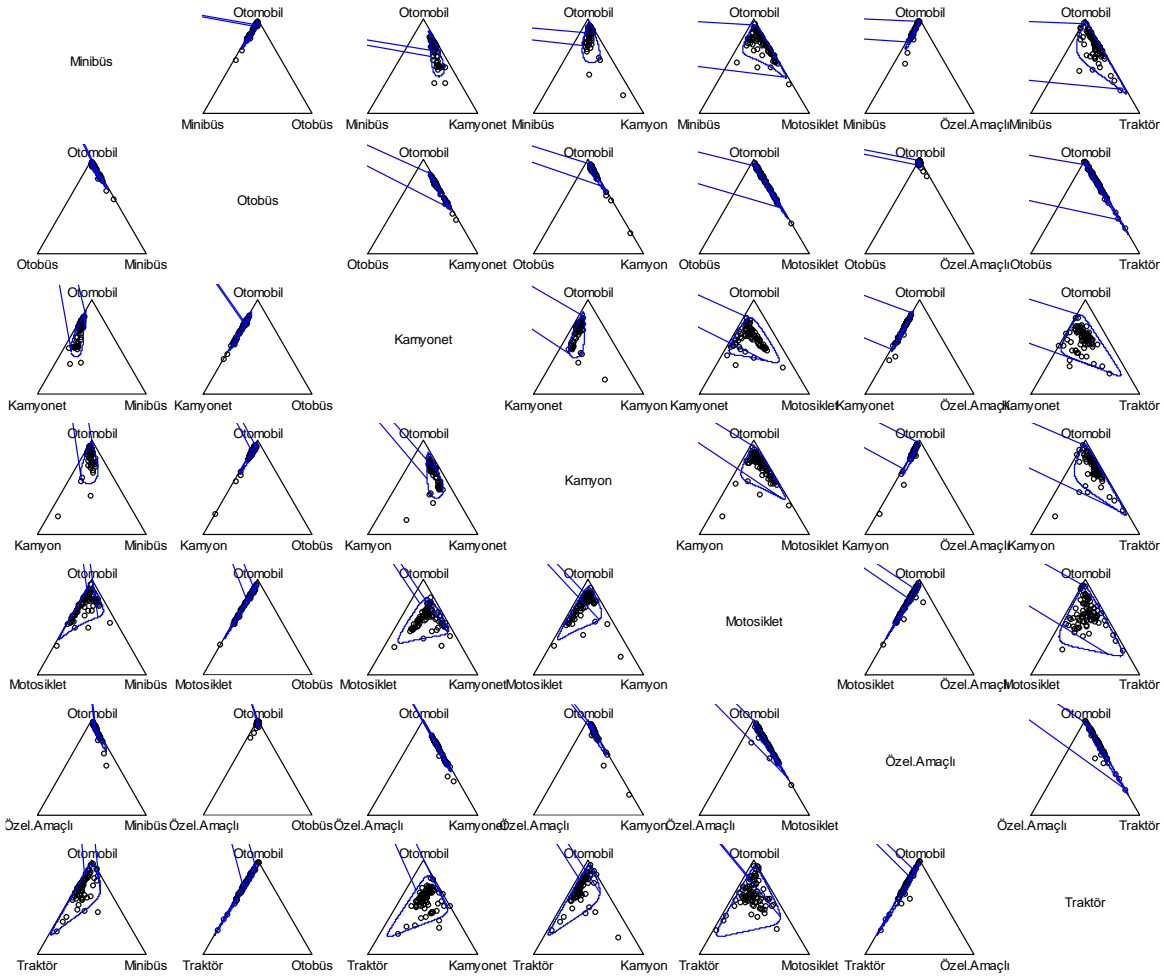
**Tablo 9.** İBBS3 sınıflandırmasına göre kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünleşik verisi varyasyon matrisi

	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör
Otomobil	0,1649	-0,0769	0,1034	0,0258	-0,0597	0,0802	-0,1183	-0,1195
Minibüs	-0,0769	0,2964	-0,1029	0,0898	0,0936	-0,2808	0,1687	-0,1879
Otobüs	0,1034	-0,1029	0,1647	0,0172	-0,0244	0,0617	-0,0776	-0,1421
Kamyonet	0,0258	0,0898	0,0172	0,0862	0,0505	-0,1041	0,0396	-0,205
Kamyon	-0,0597	0,0936	-0,0244	0,0505	0,1738	-0,1667	0,1026	-0,1698
Motosiklet	0,0802	-0,2808	0,0617	-0,1041	-0,1667	0,6736	-0,3054	0,0414
Özel Amaçlı	-0,1183	0,1687	-0,0776	0,0396	0,1026	-0,3054	0,2497	-0,0593
Traktör	-0,1195	-0,1879	-0,1421	-0,205	-0,1698	0,0414	-0,0593	0,8422

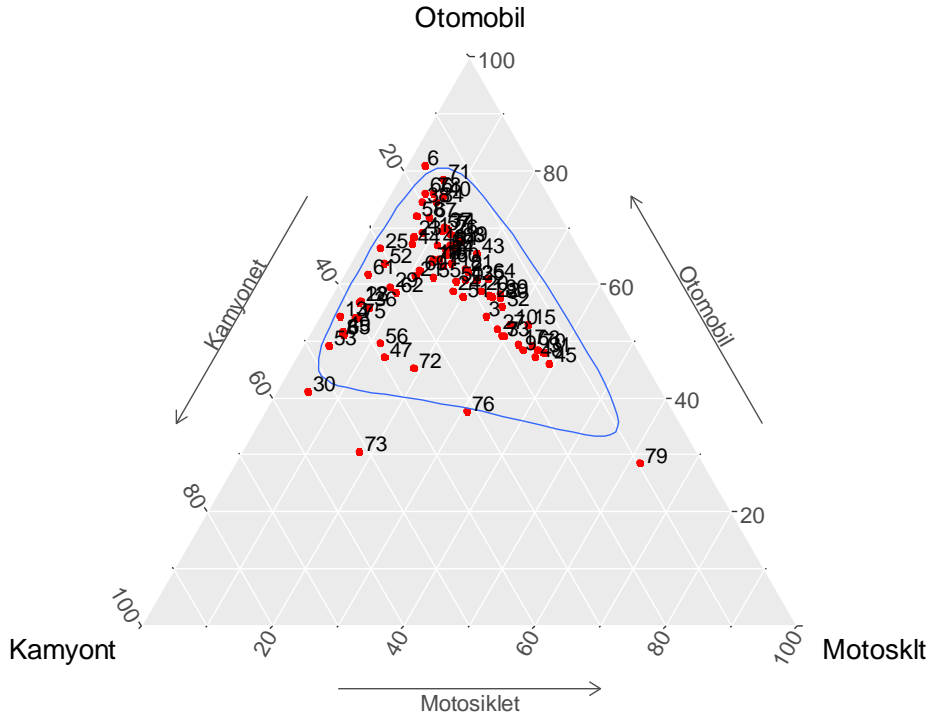
**Tablo 10.** İBBS3 sınıflandırmasına göre kayıtlı motorlu kara taşıtlarının bütünleşik verisi varyans-kovaryans matrisi



Şekil 8. İBB53 Düzeyi Bütünleşik Veri Yapısı: (a) 1-20. iller, (b) 21-41. iller, (c) 42-62. iller, (d) 63-81. iller



Şekil 9. İBBS3 Düzeyi Kayıtlı Kara Taşıtları Üçgen Grafiği



Şekil 10. İBBS3 Düzeyinde Otomobil - Kamyonet - Motosiklet Üçgen Grafiği

Şekil 9'dan alınarak detaylandırılan Şekil 10 incelendiğinde, alt bütünleşik verisinin dar bir değişkenliğe sahip olduğu %95 olasılık elipsinin dar bir bölgeye kapsadığından anlaşılmaktadır. Motosiklet kullanım oranı arttıkça değişkenliğin azaldığı ve kamyonet oranının çoğunlukla sabit kaldığı gözlemlenmekle birlikte bu değişkenliğin Otomobil/Motosiklet oranındaki değişkenlikten kaynaklandığı söylenebilir.

## 5. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, bütünleşik yapıya sahip veya bütünleşik yapıya dönüştürülebilen veri yapılarının analiz yöntemlerinden bir tanesi olan bütünleşik (compositional) veri analizinden bahsedilmiş ve bazı temel istatistiksel değerlerin hesaplanması ve yorumlanmasına ilişkin örnekler verilmeye çalışılmıştır. Bütünleşik veri, genellikle belirli bir toplama ait parçalar hakkında bilgi sağlayan bir veri tipidir. Çoğu zaman araştırmaya konu olan bütünleşik veri seti klasik tanıma uymamakta ve kompozisyonlar farklı toplamlara sahip olabilmekte, araştırmacı için önem teşkil etmeyebilmekte veya daha önceden tanımlanmış olabilmektedir. Bununla birlikte, genellikle toplamların istatistiksel olarak karşılaştırılması bir anlam ifade etmeyebilmektedir.

Bütünleşik veriler bir bütünün parçalarından oluştuğu için korelasyonlu bir yapıya sahip olacaktır. Örneğin parçalar toplamının bilinmesi şartı ile diğer parçalar cinsinden yazılabilir. Ya da bir parçanın değerinin artması, toplam sabit kaldığından diğer bir parça değerinin azalması anlamına gelecektir. Bu nedenlerden dolayı bazı istatistiksel analizlerin yapılması için bütünleşik verilere dönüşümler uygulanması gerekir.

Bütünleşik bir veri doğal olarak çok değişkenli yapıya sahiptir. Fakat sabit toplam kısıtı dolayısı ile sınırlı bir uzaya sahiptir. Bu nedenle klasik çok değişkenli istatistiksel metotların kullanılması yanlış çıkarımlara yol açabilir.

Kayıtlı motorlu kara taşıtları örneği için elde edilen sonuçlar incelendiğinde, gerçek veriden üzerinden elde edilen sonuçlarla, bütünleşik veriden elde edilen sonuçların yorumlarının bazı farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu farklılık, örneğin, Şırnak ilinde kayıtlı kamyon oranı ile İstanbul iline kayıtlı kamyon sayılarının, kayıtlı motorlu kara taşıtları bütünleşik verisine çok farklı şekilde yansımaları verilebilir. Diğer bir örnek ise, İstanbul ilinde kayıtlı otomobil sayısının, Ankara iline kayıtlı otomobil sayısının yaklaşık iki katı olmasına rağmen kayıtlı motorlu kara taşıtları bütünleşik verisinin daha farklı bir bakış ile bütünün içindeki payının, İstanbul iline ait bütünün içindeki payından daha fazla paya sahip olduğu görülebilmektedir. Bu nedenle, bütünleşik yapıdaki verinin uygun şekilde analiz edilmesi, her zaman önem arz eden bir konudur.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, sadece bazı temel istatistiklerden oluşmaktadır. Dolayısı ile bütünleşik veri analizine uygun hipotez testleri, regresyon analizi, gruplandırma ve sınıflandırma analizleri gibi, istatistik literatüründe yer edinmiş metotlara da başvurulması gerektiği göz ardı edilmemelidir.

## References

- Aitchison J (2005) A Concise Guide to Compositional Data Analysis, [http://ima.udg.edu/activitats/codawork05/A\\_concise\\_guide\\_to\\_compositional\\_data\\_analysis.pdf](http://ima.udg.edu/activitats/codawork05/A_concise_guide_to_compositional_data_analysis.pdf).
- Aitchison, J. (1982). The statistical analysis of compositional data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 139-177.
- Edjabou, M. E., Martín-Fernández, J. A., Scheutz, C., & Astrup, T. F. (2017). Statistical analysis of solid waste composition data: Arithmetic mean, standard deviation and correlation coefficients. *Waste Management*, 69, 13-23.



- Güngör, T. (2017, 17 Ekim), Motorlu kara taşıtı sayısı artıkça vergi mükellefi sayısı da artıyor, [www.dunya.com](http://www.dunya.com)
- Hamilton, N. (2016), ggtern: An Extension to 'ggplot2', for the Creation of Ternary Diagrams. R package version 2.1.1. <http://CRAN.R-project.org/package=ggtern>.  
<http://CRAN.R-project.org/package=compositions>.  
[https://www.researchgate.net/publication/37814008\\_Lecture\\_Notes\\_on\\_Compositional\\_Data\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/37814008_Lecture_Notes_on_Compositional_Data_Analysis).
- Mert, M. C., Filzmoser, P., Endel, G., & Wilbacher, I. (2016). Compositional data analysis in epidemiology. *Statistical Methods in Medical Research*, 0962280216671536.
- Pawlowsky-Glahn, Vera & Egozcue, Juan Jose & Tolosana-Delgado, Raimon. (2007), *Lecture Notes on Compositional Data Analysis*,
- Pişkin, S. (2017). Otomotiv Sektör Raporu, Türkiye Otomotiv Sanayii Rekabet Gücü ve Talep Dinamikleri Perspektifinde 2020 İç Pazar Beklentileri: Ocak 2017, TSKB Ekonomik Araştırmalar.
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- The International Organization of Motor Vehicle Manufacturers – OICA (2017, 20 Aralık), *World Vehicles In Use*, <http://www.oica.net/wp-content/uploads/total-inuse-2014.pdf>.
- TÜİK (2017, Aralık 5), Merkezi Dağıtım Sistemi: Ulaştırma İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=vt>
- TÜİK Haber Bülteni (2017, Aralık 10), Motorlu Kara Taşıtları, Temmuz 2017, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24602>
- URL <http://www.R-project.org/>.
- van den Boogaart, K. G., Tolosana, R., Bren, M. (2014), *compositions: Compositional Data Analysis*. R package version 1.40-1.
- van den Boogaart, K. G., Tolosana-Delgado, R. (2013), *Analyzing Compositional Data with R*, Springer, DOI: 10.1007/978-3-642-36809-7.
- Veri Görselleştirme Kataloğu - VGK (2017, Aralık 15), Koroplek Harita, [https://datavizcatalogue.com/TR/yontemleri/koroplek\\_harita.html](https://datavizcatalogue.com/TR/yontemleri/koroplek_harita.html)

