

ÇAYKUR İşletmeleri için Bölge Müdürlüğü Seçim Önerisi
Regional Directorate Election Suggestion for ÇAYKUR Enterprises

Öz

Bu çalışmada; devlet iktisadi teşekküllerimizden, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün (ÇAYKUR) bölge müdürlüklerine ait koordinatlar optimize edilmiştir. ÇAYKUR yetkili satış noktaları ile bölge müdürlükleri arasındaki dağıtım faaliyetlerindeki optimizasyon ile, maliyet minimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın analizinde; makine öğrenmesi tekniklerinden biri olan, k-ortalamalar kümeleme analizi ve yöneylem araştırmaları tekniklerinden biri olan, doğrusal olmayan programlama yöntemleri kullanılmıştır. K-ortalamalar kümeleme analizi ile 125 satış noktası, 9 bölgeye ayrılmış ve bu dokuz bölgede yer alması gereken satış noktaları belirlenmiştir. K-ortalamalar kümeleme analizi ile elde edilen sonuçlar ile doğrusal olmayan programlama yöntemi ile elde edilen sonuçlar, bölge müdürlükleri ile bölgede yer alan satış noktalarına olan uzaklıklar için karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre iki yöntemle elde edilen sonuçlar hibrit olarak kullanıldığında rota daha da kısalmaktadır.

Abstract

In this study; regional directorates of the General Directorate of Tea Enterprises (ÇAYKUR) which is one of our economic agencies are optimized. Cost minimization was carried out by optimization of distribution activities between ÇAYKUR authorized sale points and regional directorates. to optimize regional directorates of the General Directorate of Tea Enterprises(ÇAYKUR) K-means Clustering Analysis method, which is one of the machine learning technique and nonlinear programming method which is one of the operations research technique, were used. 125 authorized sale points were divided into 9 regions and the sale points that should be located in these territories were determined by k-means clustering analysis. The distance of regional directorates to the sale points in the region, obtained results from k-means clustering analysis and nonlinear programming method were compared. According to our findings, when coordinates obtained by two methods are used as hybrid, the route becomes much shorter.

Giriş

Dünya ticaretindeki dönüşüm, lojistik faaliyetleri doğrudan etkilemektedir. Karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayollarındaki gelişmeler ile birlikte teknolojiye gelişmeler, lojistik faaliyetlerin de gelişmesine imkân tanımaktadır. Küreselleşen ticaret pazarında rol alan işletmelerin, rakip işletmeler ve artan rekabet koşulları ile mücadele edip pazarda kalarak, faaliyetlerine devam edebilmeleri için teknolojiyi yakından takip etmeleri kaçınılmaz hale gelmektedir. Şirketler ürün tasarlarken, pazar belirlerken ve strateji geliştirirken istatistiksel verilerden, daha genel bir ifade ile yapay zekâ kavramlarından faydalandıkları gibi; kuruluş yeri, depo yeri, bölge müdürlüğü yeri gibi önemli ve stratejik kararlar alırken de yapay zekâ kavramlarından faydalanmaktadırlar.

ÇAYKUR, paketleme maliyetlerini düşürmek ve özel sektör ile olan rekabetini daha kuvvetli bir hale getirebilmek adına, İyidere/Rize'deki çay paketleme fabrikasını yenileyerek Endüstri 4.0'a geçiş yapmıştır. Fabrikada kullanılan ileri düzey teknolojilerin çoğu Türkiye'de bir ilk mahiyetindedir ve adeta sadece çay sektöründe değil, diğer sektörlerde de bu anlamda öncülük

Yunus Can Çolak*

ynsncnclk@gmail.com,

Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-1281-6870>

Muhlis Özdemir**

Dr. Öğretim Üyesi, Gazi Üniversitesi,
muhlisozdemir@gazi.edu.tr,

Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-4921-8209>

Article Type / Makale Türü

Research Article / Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler

ÇAYKUR, Makine Öğrenmesi,
Optimizasyon, K-Ortalamalar Kümeleme
Analizi, Doğrusal Olmayan Programlama.

Keywords

ÇAYKUR, Machine Learning, Optimization,
K-Means Clustering Analysis, Nonlinear
Programming.

Bilgilendirme:

*Bu çalışma ÇOLAK'ın yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

**Sorumlu Yazar

JEL: C44, C88, D70

Submitted: 06 / 07 / 2021

Accepted: 18 / 08 / 2021

etmektedir. Endüstri 4.0 ile marka değerini arttırıp paketleme fabrikasını modernize eden ÇAYKUR, nihai ürünü tüketici ile buluşturmadan önce, daha anlaşılabilir bir ifade ile ürün raflardaki yerini almadan önce, paketlenen çaylar ülke genelindeki 9 bölge müdürlüğüne dağıtım yapıp, bölge müdürlükleri üzerinden yetkili satış noktalarına ulaştırılmaktadır. Endüstri 4.0 ile her ne kadar dünya standartlarında kabul gören bir paketleme tesisi yapılmış olsa bile, bu hamle yeterli değildir. Lojistik denildiği zaman; ilk olarak taşıma, depolama ve dağıtım faaliyetlerinin en yüksek fayda sağlayacak şekilde entegrasyonu akla gelmelidir (Çancı ve Erdal, 2013).

Bu çalışmada, ülkemizin çay sektöründeki öncü markalarından olan Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün (ÇAYKUR) bölge müdürlükleri yerlerinin optimum olup olmadığı, bir yöneylem araştırmaları tekniği olan Doğrusal Olmayan Programlama (DOP) ve Makine Öğrenmesi tekniklerinden biri olan K-Ortalamlar Kümeleme Analizi (KOKA) teknikleri uygulanarak araştırılmıştır.

Bu çalışma; ÇAYKUR'a bağlı bölge müdürlüklerinin koordinatlarını, makine öğrenme ve yöneylem tekniği ile optimize etmeyi amaçlamaktadır. ÇAYKUR, bölge müdürlüklerini aynı zamanda depo olarak kullanmaktadır. Koordinatların optimize edilmesi durumunda, 9 bölge müdürlüğü ile 125 yetkili satış noktası arasındaki lojistik operasyonların maliyetleri minimize edilerek; zaman, mesafe ve ekonomik tasarruflar sağlanacaktır. Tüm bu sonuçlar ve yapılan bu çalışma, ÇAYKUR'un iktisadi devlet teşekkülü özelliğinden dolayı ayrıca önem arz etmektedir.

Her iki yöntemin önerdiği bölge müdürlüğü koordinatlarının, bölgede bulunan satış noktalarına olan uzaklıklarının elde edilmesinde en kısa mesafeli rota tercih edilerek kayıt altına alınmıştır. Uzaklıklar dikkate alınırken, bölge müdürlüğünden ilgili satış noktasına olan uzaklıklar şeklinde kayıt edilmiştir. Örneğin A noktasından B noktasına olan uzaklık ile B noktasından A noktasına olan uzaklık güzergâh değişikliklerinden ötürü farklı olabilmektedir. Çalışmada birlik sağlamak adına bütün tablolarda yer alan uzaklık bilgileri, bölge müdürlüklerinden bölgede bulunan satış noktalarına olan uzaklıklar şeklindedir.

Geliştirilen algoritma, R programlama dilinde kodlanmıştır. R programlamada KOKA için stats paketinden (R Core Team, 2018) faydalanılmıştır (R Core Team, 2018). DOP için GRG çözücü yönteminden faydalanılmıştır. Algoritma, Macintosh işletim sistemine sahip 2,7 GHz Quad-Core Intel Core i7 işlemcili, 16 GB 2133 MHz LPDDR3 belleğe sahip bir bilgisayarda koşturulmuştur.

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde, konu ile alakalı literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümünde, bu çalışmada kullanılan KOKA ve DOP teknikleri irdelenmiştir. Dördüncü bölümünde, KOKA ve DOP teknikleri ile konunun analizi gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise, sonuçlara değinilmiştir.

1. Literatür Taraması

Bu bölümde; ÇAYKUR, K-Ortalamlar Kümeleme Analizi ve Doğrusal Olmayan Programlama Yönteminin, yerli-yabancı makale, yüksek lisans ve doktora tezlerinin literatür incelemeleri yapılacak olup, bu çalışmaya katkı sağlayacağı veya nitelik kazandıracığı düşünülen, literatürdeki bazı çalışmalardan da bahsedilecektir. Ek olarak bölümün sonunda, bu çalışmanın literatürde doldurulacağı düşünülen boşluğa değinilecektir.

ÇAYKUR ile ilgili literatür tarandığında; genel olarak karşımıza gıda mühendisliği, ziraat ve finans ile ilgili yapılmış olan çalışmalar çıkmaktadır. Bu çalışmanın özünü oluşturan, ÇAYKUR bölge müdürlükleri ve bölge müdürlüklerinin konumlarının optimum lokasyonda olup-olmadığını araştıran veya bu konuya değinen hiçbir bulguya rastlanılmamıştır. Ek olarak, ÇAYKUR için literatürde, bu çalışmanın araştırma yöntemlerinden olan, K-Ortalamlar Kümeleme Analizi ve Doğrusal Olmayan Programlama yöntemlerine dair, çalışmaya rastlanılmamıştır.

Keskin, Organik çay tarımı ile ilgili gerçekleştirilen çalışmada çay üreticilerinin, organik çay üretimi ile ilgili yönelimleri, müstahsillerin sosyo-ekonomik nitelikleri ile kadın ve erkeğin çay tarımı üzerindeki rolleri incelenmiştir. Çalışma verileri, çay tarımının yoğun bir şekilde yapılmış olduğu Rize ilindeki 165 çay müstahsili ile anket görüşmesi gerçekleştirilerek elde edilmiş olup, toplanan verilerin analizinde SPSS programından yararlanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre,

organik çay tarımı ile ilgili, bölge halkına eğitim verilmesi gerektiği ve halihazırda organik çay üretimi yapan çiftçilerin bilgi ve tecrübelerinin, diğer müstahsilere aktarılması gerektiği ifade edilmiştir (Keskin, 2020).

Partanaz, Çay Ekicileri Kooperatiflerinin yeniden yapılanması gerektiğini ve çalışanların söz haklarının genişletilmesi gerektiğini vurguladığı bir araştırma yapmıştır. Çalışmada, kooperatif çalışanlarının eğitim düzeyi ile birlikte, çay kooperatiflerinin mali yapılarına da değinilmiş olup, ÇAYKUR tesislerinin özelleştirilmesi durumu söz konusu olursa, bu durumda, Çay Ekicileri Kooperatiflerinin onayının alınması gerektiği kanaatine varılmıştır (Partanaz, 1997).

Torun tarafından 158 kişi ile anket çalışması gerçekleştirilmiş olup, ÇAYKUR çay alım politikalarına değinilerek, bu politikalar karşısında çay müstahsillerinin ilaçlama, gübreleme ve budama çalışmaları ve sonuçları irdelenmiştir. Müstahsillerin çoğunun bilinçsiz gübreleme yaptıkları, budama konusunda duyarlı olmadıkları ve çay tarımı ile ilgili alınan tedbir, uygulanan yöntem vb. gibi uygulamaların diğer ülkelerde nasıl gerçekleştirildiği ile ilgili araştırma yapılmadığına değinilmiştir (Torun, 2004).

Çakmak çalışmasında, çay bitkisinin besin elementlerini incelemiştir. Çay bitkisinin işlendikten sonra besin içeriği olarak, organik maddelerin, tuzluluk oranının ve asit miktarı gibi değerler ile birlikte, birinci, ikinci ve üçüncü sürgün çay bitkisinin besin değerleri karşılaştırılarak, sonuç değerlendirmeleri yapılmıştır. En yüksek Zn değeri, birinci sürgün çay örneklerinde bulunmuştur (Çakmak, 2019).

Ofluoğlu tarafından, yeşil çay üretimi ile ilgili gerçekleştirilmiş olan çalışma, 2017 yılında toplanarak işlenen ÇAYKUR'a ait çay fabrikalarından elde edilen yaş çay yapraklarının, yeşil çay üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Yeşil çay kalite parametrelerine de değinilen çalışmada, Tirebolu yöresine ait yaş çay yapraklarının yeşil çay üretiminde daha kaliteli sonuçlar doğurduğu tespit edilmiştir (Ofluoğlu, 2019).

Bıyıklı tarafından, ÇAYKUR'un Trabzon ilindeki çay fabrikalarında çalışan 150 personele anket uygulaması yapılmış, personellerin "pozitif psikolojik sermayeleri ile örgütsel güvenlerinin arasında bir ilişkinin olup olmadığı" araştırılmış ve çalışma sonucunda, pozitif psikolojik sermaye ile örgütsel güven arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Bıyıklı, 2017).

Çakıroğlu tarafından, ÇAYKUR Genel Müdürlüğünde çalışmakta olan 135 personel ile anket çalışması yapılarak, liderlik ile ekip çalışmasının etkinliği arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yöntem olarak frekans analizi gerçekleştirilmiş ve sonuç olarak; "liderin ekip çalışmasında, koordinasyon, güven vb. gibi faktörleri gerçekleştirdiğini, alt faktörlerde ise bazı eksik uygulamaların olduğu" yönünde neticeler elde edilmiştir (Çakıroğlu, 2014).

Yılmaz ve Ulusoy tarafından, Özelleştirilme politikasının ÇAYKUR üzerinde uygulandığı durumda, sektörde tam rekabetçi bir yapının olmayışından dolayı, sosyal kayıpların oluşabilecek olduğu ve ek olarak, sektörde düzenleyici ve denetleyici bir devlet kurumuna ihtiyacın olduğu" söylenmiştir. Ayrıca, özelleştirilmenin gerçekleştirilmesi durumunda ise, kamu-özel sektör ortaklığının tercih edilmesinin daha etkili olacağına değinilmiştir (Yılmaz ve Ulusoy, 2017).

Maltaş vd. tarafından, "Dünya Sağlık Örgütü'nün 2015 yılı Küresel Yol Güvenliği Raporuna göre" yapılan çalışmanın özünde, trafik kazaları ve buna bağlı ölümlerin önüne geçilebilmesi amacıyla, kaza raporları üzerinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir. İstanbul D100 Karayolu üzerinde bir uygulama gerçekleştirilerek, çalışmada "basit sıralama, hücre kayırma ve maksimum nokta arama" metotları kullanılmıştır. D100 Karayolu boyunca, tali yol bağlantıları ve kavşaklar belirlenerek, K-Ortalamlar Kümeleme Analizi ile kaza noktaları kümelenebilir (Maltaş, 2019).

Çiçekdağı ve Kırış çalışmasında, afet durumunda insanların nerede toplanılabilecek olduğuna dair toplanma yeri olarak, Dumlupınar Üniversitesi üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Üniversite popülasyonu üzerinden ağırlık merkezi yöntemi ile yer seçimi yapılarak, koordinatlar ele alınıp K-Ortalamlar Kümeleme Analizi uygulanmıştır. Üniversitenin uydu görüntüsü üzerinden, öklidyen mesafe metriği ile mesafe ölçümü gerçekleştirilmiştir (Çiçekdağı ve Kırış, 2012).

Albayrak çalışmasında, araç rotalandırma probleminden faydalanmış, araçların kümelenebilmesi konusunda ise K-Ortalamlar Kümeleme Analizi yöntemini tercih etmiştir (Albayrak, 2019).

Baynal ve Çalış çalışmasında, banka müşterilerinin profillerine göre kümelenmesi istenerek, K-Ortalamlar Kümeleme Analizi tekniğinden yararlanılmıştır. Bankaların, müşterilere özel stratejilere geliştirebilmeleri konusunda, profillerine göre müşteriler kümelenmiştir (Baynal ve Çalış, 2016).

Çokgüngördü çalışmasında, İstanbul ili baz istasyonlarının kullanım yoğunluklarına bağlı verilerini kullanarak, baz istasyonlarını K-Ortalamlar Kümeleme Analizi ile kümelemiştir. Baz istasyonlarının yoğunlukları ve istasyonlardan faydalanan müşteri sayılarına göre K-Ortalamlar Kümeleme Analizi uygulanarak, yeni baz istasyonu yeri önermesinde bulunulmuştur. Son olarak, elde edilen sonuçlar, Google Haritalar uygulaması üzerinden, yoğunlukların ısı haritaları çıkartılarak, görselleştirme çalışması yapılmıştır (Çokgüngördü, 2017).

Yılmaz ve Uzgören, Türkiye genelinde benzer bankacılık faaliyetlerine sahip bankaların sınıflandırılması ve benzer yapılarıdaki bankaların, iller bazında kümelenecek gruplandırılmasına yönelik bir araştırma yapılmıştır. Çalışmada, araştırmacı tarafından k değeri 6 olarak belirlenmiş ve bu doğrultuda 81 il, 6 gruba bölünerek kümeleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Daha genel ve öz bir ifade ile bu çalışma, veri madenciliği çalışmalarına bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır (Yılmaz ve Uzgören, 2013).

Fırat vd., meteorolojik tahminlerin doğruluğunun artırılması adına, yıllık yağış miktarlarının sınıflandırılması ve homojen bölgelerin belirlenebilmesi için bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Türkiye genelinde bulunan 188 yağış izleme istasyonlarından elde edilen veriler, K-Ortalama Kümeleme Analizi ile kümelenebilir (Fırat vd., 2012).

Mohamad ve Usman çalışmalarında, standartlaştırma yöntemlerinin geleneksel K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Algoritması üzerindeki performansları analiz edilerek, bulaşıcı hastalık veri kümelerindeki sonuçlar karşılaştırılıp, z skoru standardizasyon yöntemi ile elde edilen sonucun, minimum-maksimum ve ondalık ölçeklendirme standardizasyon yöntemlerinden daha etkili ve verimli olduğu bulunmuştur (Mohamad ve Usman, 2013).

Wagstaff vd., K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Algoritmasının modifikasyonu çalışmasında bulunmuşlardır. Modifikasyona uğramış bu yeni algoritma; GPS verilerinden yol şeritlerini otomatik olarak tespit etme ve performansta önemli artışlar sağlama gibi hususlarda, bir gerçek dünya problemi üzerinde uygulanmıştır (Wagstaff, 2001).

Razi tarafından, bir petrol rafinerisi şirketindeki bakım ve onarım istasyonlarının seçimi için, yer seçimi konusunda klasikleşmiş olan çok kriterli karar verme problemi yerine, bir yer portföyünün seçilmesine dayanan yeni bir yaklaşım sunulmuştur. İlk olarak, bakım istasyonlarının seçimini etkileyen endeksler toplanmıştır. Bakım istasyonlarının kümelenebilirliği için K-Ortalamlar Kümeleme Analizinden yararlanılmıştır (Razi, 2019).

Sutanto tarafından, tesis yeri kapasitesi, diğer bir ifade ile depo kapasitesi ile ilgili sorunlardan bahsedilerek, tesis kapasitelerinin ne kadar olması gerektiği ve bu hesaplamanın yapılmasında, K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Algoritmasından faydalandığından bahsedilmektedir. Düşük kapasiteye sahip olan bir tesis, müşteri kayıplarına sebep olabilmektedir. Bu çalışmada, tesis yeri kapasitesini optimize etmek için bir yaklaşım önerilmektedir (Sutanto, 2018).

Liao ve Guo tarafından, tesis yeri kapasitesi probleminde, kümelenebilirliğe dayalı bir konum tahsisi yöntemi geliştirilmiştir. Çalışmada önerilen yaklaşım iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, maliyetleri en aza indirirken, kapasite kısıtlamaları dikkate alınarak tesis taleplerinin tahsis edilmesi şeklinde ifade edilebilir. İkinci bölümde ise, K-Ortalamlar Kümeleme Analizi kullanılarak, tesis konumlarının yinelenmeli optimizasyonu yer almaktadır (Liao ve Guo, 2018).

Khanmohammadi ve Adibeig çalışmalarında, K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Algoritmasını, genişletmeye çalışmıştır. Literatür derinlemesine incelendiğinde, algoritma üzerinde bazı değişikliklerin yapıldığı çalışmalara rastlanılmaktadır. Bu çalışmada, tüm sapkın/aykırı değerleri bir araya toplamak için K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Algoritmasına ek bir küme eklenerek, algoritma genişletilmiş ve yeniden tasarlanmıştır. Önerilen algoritmanın objektif işlevini optimize etmek ve aynı zamanda, algoritmanın kendi içinde optimizasyon sağlayabilmesi için sürekli tekrar eden döngüsel bir çalışma prensibi sağlanmıştır. Çalışmanın sonunda, yeniden tasarlanmış olan

algoritmanın etkililiği ve verimliliğini gösterebilmek adına hem yapay veri setleri hem de gerçek veri setleri üzerinde sayısal deneyler yapılmıştır (Khanmohammadi ve Adibeig, 2017).

Napoleon ve Pavalakodi, büyük verilerin kümelenmesi hakkında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın ana fikri; önce boyutsal küçültme için temel bileşen analizi ve doğrusal dönüşüm kullanılarak tesadüfi başlangıç noktalarının hesaplanması, daha sonra ise K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Algoritmasının çalıştırılması, olarak nitelendirilebilir (Pavalakodi ve Napoleon, 2011).

Kumar ve Toshniwal çalışmalarında, gerçekleşen trafik kazalarının analizinde veri madenciliğinden yararlanılmıştır. Trafik kazalarının sıklıkla gerçekleştiği konumlarda, trafik kazalarına sebep olabilecek faktörler; yüksek frekanslı, orta frekanslı ve düşük frekanslı olacak şekilde gruplandırılmıştır (Kumar ve Toshniwal, 2016).

Dikmen, Sakarya şehir merkezi için optimum koordinatlarda üstgeçit önermesi, Trafik kazalarında, Türkiye ve Dünyadaki yaya kazalarının payları incelenerek, yayaların güvenliğinin sağlanması konusunda üstgeçitler, çözüm önerisi olarak sunulmuştur. Matematiksel modelin amaç fonksiyonuna uygun kısıtlar belirlenerek, Doğrusal Olmayan Programlama Yönteminin, özel bir durumu olan Konveks Programlama ile Sakarya şehir merkezi için uygulama gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, problemin çözümünde, Excel Solver Eklentisinden yararlanılmıştır (Dikmen, 2010).

Küçükaydın tarafından, rekabetçi tesis yeri seçimi çalışması yapılmıştır. Çalışmanın çözümünde, Doğrusal Olmayan Programlama Modelinden faydalanılmıştır (Küçükaydın, 2011).

Töre tarafından, müşteri talepleri, "Temsili Tüketici" teoremiyle matematiksel olarak modellenmiş ve optimum fiyat ile stok düzeyleri ise, Doğrusal Olmayan Programlama yöntemiyle, problemin analizi gerçekleştirilmiştir (Töre, 2015).

Sidarto ve Kania, Spiral Dinamik Optimizasyon Algoritması kullanarak, karma tam sayılı Doğrusal Olmayan Programlama problemlerinin çözümü hususunda bir önermede bulunmaktadır. Çalışmanın uygulama kısmında, içinde mühendislik, hatta spor problemlerinin yer aldığı dört problem, matematiksel olarak modellenerek, önerilen yöntem ile çözümlenmiş ve optimum sonuca ulaşılmıştır (Sidarto ve Kania, 2016).

Yerli ve yabancı literatür taraması sonucunda; ÇAYKUR için K-Ortalamlar Kümeleme Analizi ile birlikte Doğrusal Olmayan Programlama yönteminin, birlikte kullanıldığı ve bir problemin çözümünde karşılaştırılmasının yapıldığı herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır. Literatürü genel olarak özetleyecek olursak, ÇAYKUR hakkında yapılan araştırmalar yaygın olarak tarım alanında, gıda mühendisliği ve kimya mühendisliği alanlarında yapılmış olup, sosyal bilimlerde ise; finansal açıdan incelenmiştir. Araştırmaya konu olan yöntemlerin literatür özetine değindiğimizde; K-Ortalamlar Kümeleme Analizinin yaygın olarak veri madenciliği problemlerinin çözümünde kullanıldığı gözlemlenmiştir. Ek olarak, birçok çalışmada, yöntemin bulanıklaştırılarak kullanıldığı söylenebilir. Doğrusal Olmayan Programlama yönteminin, birçok gerçek hayat problemlerinin araştırılmasında, tanımlanmasında ve çözümünde, araştırma yöntemi olarak tercih edildiği ve aynı zamanda finansal analizlerde, özellikle finansal portföy oluşturma konusunda sıkça tercih edildiği, yapılan literatür taraması sonucunda tespit edilmiştir.

K-Ortalamlar Kümeleme Analizi ile birlikte, Doğrusal Olmayan Programlama yönteminin karşılaştırmalı olarak bir yer seçimi probleminde, ilk defa bu çalışmada uygulanacak olması, bu çalışmanın literatürde doldurduğu bir boşluk olarak nitelendirilebilir.

2. Analiz

Bu bölümde; K-Ortalamlar Kümeleme Analizi ve Doğrusal Olmayan Programlama Yöntemleri detaylı olarak irdelenecektir. Yapay zekâyı oluşturan alt başlıklardan birisi olan makine öğrenimi, gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Dağınık, karmaşık ve özellikle büyük verilerin analizinde, sınıflandırılmasında ve kümelenmesinde makine öğrenimi tekniklerinden faydalandığı yapılan çalışmalarda görülmektedir. "Makine öğrenimi yapısal olarak veriler üzerinde anlamlı tahminler yapabilen bilgisayar algoritmalarının genel adıdır" (Atalay ve Çelik, 2017). "Makine öğrenmesinin

bir diğer amacı; veri setlerindeki ya da veri kümelerindeki kalıpları ve karakteristikleri ortaya çıkarmaktır” (Özdemir, 2020).

Sanayi devriminin gerçekleşmesi ile ortaya çıkan yöneylem araştırması, özellikle ikinci dünya savaşı esnası ve sonrasında popülerlik kazanmıştır. Genel olarak yöneylem araştırması; belirli kısıtlar dahilinde, belirlenen amaç doğrultusunda kıt kaynakları en optimum şekilde kullanarak çözüm üreten yöntemlere denir. Yöneylem araştırması tekniklerinden biri olan Doğrusal Olmayan Programlama yöntemi, gerçek hayat problemlerinin optimizasyonunda oldukça popüler yöntemlerden biridir. Etkili ve doğru bir optimizasyon sağlanabilmesi için; problem doğru analiz edilmeli, karar değişkeni değerlerinin seçimini sınırlandıracak olan kısıtlar doğru belirlenmeli ve daha da önemlisi amaç fonksiyonu doğru yazılmalıdır. Bir başka ifade ile, amaç fonksiyonuna göre model doğru karakterize edilmelidir.

2.1. K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Yöntemi

“Makine öğrenmesi tekniklerinden birisi olan K-Ortalamalar Kümeleme Analizi, tesadüfi bir başlangıç noktasından başlayarak arama yapan ve gözlem değerleri ile belirlenen küme merkezi arasındaki mesafenin minimize edilmesi esasına dayanan bir yöntemdir” (Özdemir, 2020). “Algoritmanın çalışma prosedürü; ilk olarak, veri kümesinden k nesnelere rastgele seçer ve her nesne daha sonra bir küme ortalaması (ağırlık merkezi) oluşturur ve bu ortalama kümenin merkezini temsil eder. Kalan nesnelere için, her biri en çok benzediği kümeyle atanır. Benzerlik, nesne ile küme merkezi arasındaki mesafeye göre ölçülür. Daha sonra her küme için yeni merkezler hesaplanır. Bu süreç, yaklaşma durana kadar yinelemeli olarak devam eder (Tian vd., 2005).

KOKA algoritmasının çalışma mantığı şu şekildedir (Özdemir, 2020):

1. Küme sayısı belirlenir.
2. Küme sayısı adedince küme merkezleri ya da tesadüfi başlangıç noktaları belirlenir.
3. Her bir gözlem değeri, kendisine en yakın küme merkezi ya da belirlenen tesadüfi noktaya atanır.
4. Küme sayısı adedince yeni küme merkezleri ya da yeni tesadüfi noktalar belirlenir.
5. Her bir gözlem değeri, kendisine en yakın küme merkezi ya da belirlenen tesadüfi noktaya yeniden atanır.
6. Küme merkezlerine olan kareli uzaklıklar toplamı minimum oluncaya kadar dördüncü ve beşinci adımlar tekrarlanır.

KOKA'nın matematiksel olarak ifadesi aşağıdaki şekilde açıklanmıştır (James vd., 2013);

$$D_1 \cup D_2 \cup \dots \cup D_k = \{1, \dots, n\} \quad (1)$$

Yukarıdaki denklemde, D_1, D_2, \dots, D_k veri setinde yer alan gözlem değerlerini ifade etmektedir. n gözlem sayısını göstermekte ve her bir gözlemin K kümelerinden en az birine ait olduğu ifade edilmektedir.

$$D_k \cap D_{k'} = \emptyset \quad \forall k \neq k' \quad (2)$$

İkinci denklemde; kümelerin birbirleriyle örtüşmediği ve veri setinde yer alan hiçbir gözlemin bir veya birden fazla kümeyle ait olmadığı ifade edilmektedir.

$$\text{minimum}_{D_1, \dots, D_k} \left\{ \sum_{k=1}^k W(D_k) \right\} \quad (3)$$

Üçüncü notasyonda, gözlem değerleri ile küme merkezinin arasındaki mesafe formülize edilmekte ve küme içi toplam değişkenliğin minimize edilmeye çalışıldığı gösterilmektedir.

$$W(D_k) = \frac{1}{|D_k|} \sum_{i, i' \in D_k} \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i'j})^2 \quad (4)$$

Öklidyen mesafe formülizasyonu için yukarıdaki notasyon kullanılarak, mesafe minimize edilmektedir. $|D_k|$, k . kümede yer alan gözlem sayısını ifade etmektedir. Mesafenin hesaplanması; küme merkezinin, kümede yer alan bütün gözlem değerlerine olan toplam uzaklık değerinin, kümede yer alan gözlem sayısına bölünmesiyle gerçekleşmektedir.

$$\text{minimum}_{D_1, \dots, D_k} \left\{ \sum_{k=1}^k \frac{1}{|D_k|} \sum_{i, i' \in D_k} \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i'j})^2 \right\} \quad (5)$$

Son notasyonda; veri setinde yer alan bütün gözlem değerlerinin belirlenen sayıda kümeye ayrılması(k değeri) olarak ifade edilmektedir.

KOKA'da değişkenler önceden belirlidir. Algoritma, yeni bir değişken üretmez. Belirlenen kümelerin özelliklerine göre gözlem değerleri eşleştirilerek benzer mesafe özelliklerine sahip olan değerler ile gruplama işlemi yapılır.

KOKA algoritmasında, k değerinin biliniyor olması gerekmektedir. Fakat, özellikle veri madenciliği çalışmalarında olduğu gibi çok büyük ve düzensiz veri setleri üzerinde çalışmalar yapılırken, araştırmacı k değerini belirleyemiyor olabilmektedir. Küme sayısını belirleyebilmek için geliştirilmiş ve sıkça kullanılan yöntemler olarak; Elbow Yöntemi(The Elbow Method), Aralık İstatistiği Yöntemi(GAP Statistic Method) ve Silhouette Yöntemi(Silhouette Method), k değerinin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Bu çalışmada, ÇAYKUR'un 9 bölge müdürlüğü bulunduğu bulduğundan ayrıca küme sayısının belirlenmesi için herhangi bir yöntemden yararlanılmamış, k sayısı 9 olarak alınmıştır.

Veri ögeleri arasındaki benzerliği veya düzenliliği ölçmek için uzaklık metrikleri çok önemli bir rol oynamaktadır. Verilerin birbirleriyle ne şekilde ilişkili olduğunu, benzeyip benzemediklerini, aralarındaki yakınlık veya uzaklık durumlarını ve hatta karşılaştırılmaları için hangi önlemlerin dikkate alındığını belirlemek gerekir. Spesifik problemlerde metrik hesaplamasının temel amacı, uygun bir mesafe ya da benzerlik fonksiyonu elde etmektir. Metrik işlevler, bir kümenin ögeleri arasındaki mesafeyi tanımlarlar. Mesafe metrikleri, kümeleme tekniklerinde önemli bir rol oynarlar. Kümeleme problemleri için çok sayıda metrik mevcuttur. Fakat bu çalışmada, öklidyen uzaklığın kullanımını tercih edilmiştir.

2.2. Doğrusal Olmayan Programlama Yöntemi

Matematiksel modellemelerde, amaç fonksiyonu ve kısıtlar arasındaki birinci dereceden fonksiyonel ilişkiler, doğrusal programlama problemlerinin matematiksel modellerine örnek teşkil etmektedir. Fakat gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin veya geliştirilen karar modellerinin amaç fonksiyonlarında ve kısıtlarında, doğrusal bir ilişki gözlemlemek kolay değildir. Bir matematiksel modellemede amaç fonksiyonu ve/veya kısıtlar doğrusal değil ise, bu tip matematiksel modellere doğrusal olmayan programlama(DOP) modelleri denir(Ying vd., 2005). DOP genel olarak; askeri, mühendislik, işletme, bilgisayar ve bilgisayar temelli bilimlerde, matematiksel alanlarda ve her türlü gerçek hayat probleminin matematiksel modellemelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır(Avriel, 2003).

Kurulan matematiksel modelin amacına göre problem maksimize veya minimize edilir. DOP problemlerinin matematiksel olarak nasıl tanımlandığı irdelendiğinde, n değişkenli ve m kısıtlı DOP problemleri, genel olarak aşağıdaki formda olduğu gibi ifade edilebilir(Ying vd., 2005);

$$f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (6)$$

$$g_i(x) \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m_1$$

$$h_i(x) = 0, \quad i = m_1 + 1, m_1 + 2, \dots, m$$

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

$$g_i(x) \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, t$$

$$h_i(x) = 0$$

Amaç fonksiyonu ($f(x_1, x_2, \dots, x_n)$) içinde; problemin amacına göre, modeli maksimize ya da minimize eden nokta aranmaktadır(Avşar, 2012).

Maksimizasyon problemlerinin amaç fonksiyonu yazılırken model;

$$f(x^*) \geq f(x) \quad (7)$$

olacak şekilde, minimizasyon problemlerinde ise;

$$f(x^*) \leq f(x) \quad (8)$$

olacak şekilde amaç fonksiyonu modellenmelidir.

DOP problemlerinde küresel olarak optimum çözümü belirlemek için bir yöntem geliştirilmemiştir. Son zamanlarda, birçok araştırmacı, optimizasyon teorisi ve algoritmalarına dayanarak; Genetik Algoritma, Analog Sinir Ağları, Kaos Optimizasyon Algoritması, Karınca Kolonisi Algoritması ve Sıralı Rekabet Algoritması gibi bazı optimizasyon yöntemleri ve akıllı

algoritmalar ile beraber bazı hibrit yöntemler önermektedir (Ying vd., 2005). Ancak her yöntem ve algoritmanın kendine has uygulama alanı, kapsamı, avantajları ve kısıtları vardır.

DOP modellerinin çözümünde, doğrusal programlamadaki Simpleks Yöntemi gibi genel bir çözüm yöntemi yoktur. Kurulan matematiksel modelin gereksinimlerine göre spesifik algoritmalar geliştirilmelidir. Bazı tek değişkenli kısıtsız optimizasyon problemlerinde yaklaşık çözüm üreten; Aralığı İkiye Bölme, Yarı Aralık ve Altın Oran yöntemleri; çok değişkenli fonksiyonlarda yaklaşık çözüm üreten; Gradyant ve Newton yöntemleri veya çözülmek istenen matematiksel modele göre, kısıtlı optimizasyon türlerinden problem modellerine karşı yaklaşık çözüm üreten; Lagrange Çarpanları, Doğrudan Arama ve Yerine Koyma Metodu yöntemleri tercih edilmelidir (Suat, 2014).

Excel, çözücü (Solver) eklentisi ile, doğrusal programlama, Simpleks ve DOP problemlerine karşı çözüm üretmektedir. Bu çalışmada, DOP'un çözümü için Microsoft Excel'in GRG algoritmasından faydalanılmıştır. DOP problemlerine karşı geliştirilmiş olan GRG Algoritması, Evrimsel Algoritma ve GRG ile Evrimsel algoritmaların karışımı niteliğinde olan, GRG Çoklu Başlatma Algoritmalarını kullanmaktadır. GRG algoritması tanım olarak, "Genelleştirilmiş Azaltılmış Eğim Derecesi" anlamına gelmektedir. En anlaşılabilir ifade ile bu çözücü yöntemi, eğime bakmaktadır. Algoritmanın çalışma mantığı irdelendiğinde; karar değişkenlerinin değişmesi, fonksiyonun eğimine etki eder ve bu durum, kısmi türevlerin sıfıra eşit oluncaya kadar diğer bir ifade ile optimum sonuca ulaşmaya kadar algoritmayı çalıştırır. DOP çözüm tekniklerinden biri olan GRG yöntemi, doğrusal olmayan problemlerin çözümünü sağlayan en hızlı yöntemdir. Hızlı olmasına karşın yöntemin dezavantajı ise GRG algoritması ile elde edilen çözümün başlangıç koşullarına bağımlı sonuçlar hesaplamasıdır. Çözücü, optimum sonuca ulaşırken matematiksel modelin başlangıç koşullarına yakın bir yerde çözüm üreterek hesaplamayı sonlandırır.

3. Uygulama

ÇAYKUR, Türkiye genelindeki yetkili çay satış noktalarına çay dağıtımını yapmak için İstanbul, Ankara, Rize, Samsun, Kayseri, İzmir, Erzurum, Diyarbakır ve Mersin bölge müdürlükleri olmak üzere toplam 9 bölge müdürlüğü kurmuştur. Tüketime hazır hale gelen nihai ürün, 9 bölge müdürlüğü üzerinden, bölge müdürlüklerine bağlı 125 yetkili çay satış noktalarına ulaştırılmaktadır. Yetkili çay satış noktaları üzerinden de iç piyasaya çay dağıtımını yapılmakta ve nihai ürün tüketici ile buluşturulmaktadır. KOKA ve DOP bölge müdürlüğü yerlerini belirlerken Öklid uzaklığı kullanmakta, dünyanın eğimini dikkate almamaktadır. Dünyamızın şekli kutuplardan basık ekvatorlardan şişkin olduğundan dolayı; Öklid mesafeyi kilometreye çevirmek, bölge müdürlükleri ile yetkili satış noktalarının enlem ve boylam bilgilerini elde etmek ve ayrıca bölge müdürlükleri ile yetkili satış noktaları arasındaki yol mesafesini hesaplamak için Google Haritalar uygulamasından yararlanılmıştır. Her bir yetkili satış noktası ile bölge müdürlükleri arasındaki mesafeyi hesaplarken Google Haritalar uygulamasının önerdiği en kısa rota hem mevcut durum kilometre hesaplamasında hem de KOKA ve DOP sonuçlarında baz alınmıştır. Bölge müdürlükleri ile yetkili satış noktaları arasındaki kilometre hesaplaması yapılırken, sadece bölge müdürlüklerinden yetkili satış noktalarına doğru olan en kısa rotalar kayıt altına alınmıştır. Yetkili satış noktalarından bölge müdürlüklerine doğru olan rotalar kilometre olarak farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, A noktasından B noktasına olan uzaklık ile B noktasından A noktasına olan uzaklık güzergâh değişikliklerinden ötürü farklı olabilmektedir. Bu nedenle tablolarda yer alan uzaklık bilgisi yalnızca bölge müdürlüğü yönünden satış noktasına şeklinde alınmıştır.

Tablo 1'de, ÇAYKUR yetkili satış noktalarına ait koordinatlar yer almaktadır. Yetkili satış noktaları rakamlar ile kodlanmış ve alfabetik olarak sıralanmıştır. Örneğin, Balıkesir şehrinde bulunan 5 satış noktası; Balıkesir 1, Balıkesir 2, Balıkesir 3, Balıkesir 4 ve Balıkesir 5 olarak rakamlarla kodlanmıştır.

125 yetkili satış noktasının koordinatları aşağıda yer tablo 1'de verildiğinden, 4.2. K-Ortalamalar Kümeleme Analizi ve Doğrusal Olmayan Programlama Karşılaştırması başlığı altında verilen 9 kümenin karşılaştırıldığı tablolardaki şehir adlarının yanında yeniden koordinat bilgileri verilmemiştir. Tablolarda yer alan şehirlerdeki satış noktaları ile bölge müdürlükleri arasındaki mesafeler bu koordinat bilgilerinden hareketle hesaplanmıştır.

Tablo 1. Yetkili Satış Noktalarına Ait Koordinatlar

ŞEHİRLER	ENLEM	BOYLAM	ŞEHİRLER	ENLEM	BOYLAM
Adana 1	36,986917	35,373789	Çorum 1	40,530259	34,917599
Adana 2	37,442029	35,796719	Denizli 1	3,7800920	29,076917
Adıyaman 1	37,775952	38,210554	Denizli 2	37,820693	29,062764
Afyon 1	38,773927	30,508068	Diyarbakır 1	37,926864	40,183667
Afyon 2	38,780597	30,596607	Düzce 1	40,836677	31,158486
Ağrı 1	39,711773	43,051755	Edirne 1	41,690020	26,543215
Ağrı 2	39,717244	43,045896	Edirne 2	40,829847	26,631558
Ağrı 3	39,237508	42,859068	Elâzığ 1	38,669866	39,229964
Amasya 1	40,649879	35,835308	Erzincan 1	39,769326	39,469248
Ankara 1	39,958734	32,768186	Erzurum 1	39,943442	41,288785
Antalya 1	36,909963	30,662931	Eskişehir 1	39,727711	30,645339
Antalya 2	36,911507	30,776598	Gaziantep 1	37,086635	37,440099
Antalya 3	36,912800	30,763765	Giresun 1	40,912220	38,384390
Ardahan 1	41,113848	42,701023	Gümüşhane 1	40,460387	39,474653
Artvin 1	41,182732	41,821263	Hakkâri 1	37,565241	44,264351
Artvin 2	41,180105	41,818924	Hatay 1	36,203567	36,162757
Artvin 3	41,182947	41,821283	Hatay 2	36,579068	36,169337
Aydın 1	37,744961	27,406026	Hatay 3	36,503874	36,367500
Balıkesir 1	40,112221	27,655249	İğdır 1	39,921529	44,046752
Balıkesir 2	39,655872	27,884246	İsparta 1	37,787339	30,539117
Balıkesir 3	39,648128	27,910520	İstanbul 1	40,892857	29,232483
Balıkesir 4	40,316725	28,002849	İstanbul 2	40,998425	28,662837
Balıkesir 5	40,319863	28,004396	İstanbul 3	41,158093	29,022290
Bartın 1	41,594691	32,325115	İstanbul 4	41,052775	28,890387
Batman 1	37,893021	41,126754	İstanbul 5	40,996445	29,182029
Bayburt 1	40,259133	40,211723	İstanbul 6	41,066000	28,835017
Bilecik 1	40,162292	29,981200	İstanbul 7	40,882028	29,246694
Bilecik 2	39,905677	30,046966	İzmir 1	38,458351	27,174350
Bitlis 1	38,399992	42,108469	K. Maraş 1	37,575240	36,933004
Burdur 1	37,714799	30,277499	K. Maraş 2	38,194847	37,223495
Bursa 1	40,234574	29,123385	Karabük 1	41,219029	32,708657
Çanakkale 1	40,154888	26,409338	Karaman 1	37,178943	33,244124
Çankırı 1	40,597386	33,621212	Kars 1	40,571042	43,090293
Kastamonu 1	41,376097	33,775927	Sakarya 1	40,744723	30,428832
Kayseri 1	38,741279	35,532505	Samsun 1	41,390292	36,196899
Kırıkkale 1	39,870270	33,459876	Samsun 2	41,274044	36,292814
Kırklareli 1	41,404379	27,382157	Samsun 3	41,295599	36,328935
Kocaeli 1	40,759743	29,945154	Samsun 4	41,231287	36,427256
Kocaeli 2	40,791233	29,410987	Siirt 1	37,938129	41,926110
Konya 1	37,913100	32,548750	Sinop 1	41,479406	34,761948
Kütahya 1	39,541026	29,550106	Sinop 2	41,945704	34,588367
Kütahya 2	39,427960	29,974140	Sivas 1	39,793356	37,093924
Malatya 1	38,358189	38,329790	Sivas 2	39,731190	37,006553
Malatya 2	38,357776	38,332297	Şanlıurfa 1	37,161973	38,913728
Manisa 1	38,681764	27,503878	Şırnak 1	37,527044	42,452709
Manisa 2	38,634573	27,442300	Şırnak 2	37,328786	42,182965
Manisa 3	38,608750	27,483084	Tekirdağ 1	41,212734	27,106720
Mardin 1	37,280212	40,677668	Tokat 1	40,305578	36,553137
Mersin 1	36,848238	34,641810	Tokat 2	40,335113	36,533024
Muğla 1	37,215599	28,369905	Tokat 3	40,388963	36,084799
Muğla 2	37,336299	28,125690	Trabzon 1	40,962779	39,843956
Muş 1	39,095039	42,271077	Trabzon 2	40,987799	39,648803
Muş 2	38,739116	41,533004	Trabzon 3	40,935274	40,060963
Nevşehir 1	38,633494	34,709035	Trabzon 4	40,994294	39,707053
Nevşehir 2	38,695337	35,611800	Tunceli 1	39,105125	39,549708
Niğde 1	37,916313	34,571399	Uşak 1	38,646010	29,445956
Niğde 2	37,970049	34,690549	Van 1	38,473864	43,333805
Ordu 1	40,984819	37,880948	Van 2	39,038401	43,353591
Ordu 2	40,965702	37,930812	Van 3	38,499841	43,345990
Osmaniye 1	37,362045	36,093259	Yalova 1	40,622420	29,273955
Rize 1	41,042148	40,577816	Yozgat 1	39,810578	34,784471
Rize 2	41,041416	40,579183	Zonguldak 1	41,428678	32,077193
Rize 3	41,043528	40,582862			

3.1. Mevcut Durum

- **İstanbul bölge müdürlüğü;** Bilecik, Düzce, Edirne, Kırklareli, Sakarya, Yalova, Kocaeli, İstanbul, Bursa ve Tekirdağ olmak üzere toplam 10 şehir ve 19 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.
- **Ankara bölge müdürlüğü;** Kırıkkale, Konya, Isparta, Kütahya, Antalya, Zonguldak, Kastamonu, Karabük, Bartın, Afyon, Ankara, Eskişehir, Çankırı ve Karaman olmak üzere toplam 14 şehir ve 18 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.
- **Rize bölge müdürlüğü;** Artvin, Gümüşhane, Trabzon, Rize ve Giresun olmak üzere toplam 5 şehir ve 12 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.
- **Samsun bölge müdürlüğü;** Ordu, Tokat, Samsun, Çorum, Amasya ve Sinop olmak üzere toplam 6 şehir ve 13 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.
- **Kayseri bölge müdürlüğü;** Sivas, Niğde, Kayseri, Nevşehir ve Yozgat olmak üzere toplam 5 şehir ve 8 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.
- **İzmir bölge müdürlüğü;** Burdur, Manisa, Balıkesir, Denizli, Muğla, İzmir, Uşak, Aydın ve Çanakkale olmak üzere toplam 9 şehir ve 17 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.
- **Erzurum bölge müdürlüğü;** Ardahan, Erzincan, Bayburt, Van, Ağrı, Muş, Erzurum, Iğdır, Kars ve Hakkâri olmak üzere toplam 10 şehir ve 15 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.
- **Diyarbakır bölge müdürlüğü;** Malatya, Elâzığ, Batman, Şırnak, Tunceli, Bitlis, Siirt, Adıyaman, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin olmak üzere toplam 11 şehir ve 13 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.
- **Mersin bölge müdürlüğü;** Kahramanmaraş, Hatay, Mersin, Osmaniye, Gaziantep ve Adana olmak üzere toplam 6 şehir ve 10 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.

Mevcut durum bölge müdürlüklerine ait koordinat bilgileri, bölge müdürlüklerinde yer alan yetkili satış noktaları sayısı ve bu satış noktalarına olan uzaklıklar kilometre cinsinden aşağıdaki tabloda özetlenmiştir;

Tablo 2. ÇAYKUR Bölge Müdürlüklerine ait Özet Tablo

Bölge Müdürlükleri	Enlem	Boylam	Satış Noktası Sayısı	Uzaklık (KM)
İstanbul	41,158536	29,022577	19	2.170
Ankara	39,918426	33,249799	18	5.543
Rize	41,038806	40,568326	12	973
Samsun	41,250081	36,398366	13	1.735
Kayseri	38,745984	35,545185	8	853
İzmir	38,468907	27,117534	17	3.187
Erzurum	39,924996	41,273142	15	3.821
Diyarbakır	37,921518	40,158443	13	2.355
Mersin	36,840117	34,706368	10	1.961
TOPLAM			125	22.598

Mevcut durumda, ÇAYKUR bölge müdürlüklerinden yetkili satış noktalarına çay ürünlerinin ulaştırılması için 22.598 kilometre yol kat edilmesi gerekmektedir. Bu uzaklık, bölge müdürlüğünden ilgili yetkili satış noktası yönüne doğru, yalnızca bir defaya mahsus sevkiyat gerçekleştirilmesi durumunda kat edilmesi gereken toplam mesafedir.

3.2. K-Ortalamalar Kümeleme Analizi ve Doğrusal Olmayan Programlama Karşılaştırması

Çalışmanın bundan sonraki kısmında KOKA ve DOP sonuçları, önerilen bölge müdürlükleri enlem ve boylam bilgileri baz alınarak, yapılan analizlerin sonucunda oluşan kümelerin, elemanları ile küme merkezleri arasındaki uzaklıkların kilometre cinsinden değerleri ve buna bağlı olarak hesaplanan sonuçlar, her iki yöntem karşılaştırılarak tablolar halinde ayrı ayrı gösterilecektir. Karşılaştırma yapmadan önce şu bilginin göz önünde bulundurulması gerekmektedir, yapılan hesaplamalar bir birim sipariş sayısı dikkate alınarak yapılmıştır. Örneğin; KOKA'nın oluşturduğu birinci bölge müdürlüğü kümesindeki bölge müdürlüğü yeri ile yetkili satış noktaları arasındaki mesafe toplamı hesaplanırken, sonuç her yetkili satış noktası için bir birim sipariş sayısı üzerinden toplam 2.209 km olarak hesaplanmıştır. Ek olarak, DOP içinde aynı durum söz konusudur ve birinci bölge müdürlüğü için sonuç 1.600 km olarak hesaplanmıştır.

Göz önünde bulundurulması gereken diğer bilgi ise DOP, KOKA'nın oluşturduğu bölge müdürlüklerindeki yetkili satış noktaları üzerinden bölge müdürlüğü yeri önermesinde bulunmaktadır. Kümeleme analizi sonucunda 125 yetkili satış noktası 9 bölgeye ayrılarak kümelendirilmiştir. KOKA'nın oluşturduğu 9 kümeye DOP küme merkezi önermesi yapılmıştır.

3.3. Birinci Küme

Birinci küme, 8 şehir, 15 yetkili satış noktasından oluşmaktadır. Birinci bölge müdürlüğü yeri için 40,80661 enlem ve 40,64050 boylam değerleri ile İkizdere/Rize konumu KOKA tarafından, 40,998684 enlem ve 40,556120 boylam değerleri ile Merkez/Rize konumu DOP tarafından önerilmektedir. Örneğin; tabloda yer alan 41,113848 enlem ve 42,701023 boylamında bulunan Ardahan'daki tek yetkili satış noktasının KOKA'nın önerdiği bölge müdürlüğüne uzaklığı 329 km iken, DOP'un önerdiği bölge müdürlüğüne uzaklığı 259 km'dir. Uzaklık bilgileri, önerilen bölge müdürlüğünden yetkili satış noktası yönündeki en kısa rotaya ait uzaklıktır.

Tablo 3. Birinci Küme için Önerilen Bölge Müdürlüğü Koordinatları ve Uzaklıklar

Konum	UZAKLIKLAR			
	KOKA		DOP	
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
	40,80661	40,6405	40,99868	40,556120
Ardahan 1		329		259
Erzincan 1		287		280
Bayburt 1		170		148
Artvin 1		219		152
Artvin 2		220		153
Artvin 3		219		152
Gümüşhane 1		206		186
Trabzon 1		107		87,4
Trabzon 2		120		99,7
Trabzon 3		79,2		59,3
Trabzon 4		115		94,9
Erzurum 1		217		270
Rize 1		47,7		9,1
Rize 2		47,4		8,9
Rize 3		47,9		9,4
TOPLAM		2.209		1.600

Birinci bölge müdürlüğü yeri için 1.600 km ile en az toplam mesafeli sonucu DOP vermektedir. DOP ile KOKA arasındaki fark ise 609 km olarak hesaplanmıştır. Bu noktada birinci bölge müdürlüğü için DOP, KOKA'dan daha başarılı bir sonuç doğurmuştur. Birinci bölge için DOP, "Rize 2" olarak kodlanan yetkili satış noktasına 8,9 km'lik bir mesafede bölge müdürlüğü yeri önermesinde bulunmuştur.

3.4. İkinci Küme

İkinci küme, 8 şehir ve 15 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.

Tablo 4. İkinci Küme için Önerilen Bölge Müdürlüğü Koordinatları ve Uzaklıklar

Konum	KOKA		DOP	
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
	39,83154	27,36933	39,88159	27,58595
Manisa 1		198		186
Manisa 2		206		194
Manisa 3		210		198
İzmir 1		250		243
Balıkesir 1		55		40,5
Balıkesir 2		84,4		55,7
Balıkesir 3		86,7		57,5
Balıkesir 4		99,9		85,4
Balıkesir 5		99,6		85,1
Edirne 1		350		321
Edirne 2		216		221
Kırklareli 1		350		235
Aydın 1		356		338
Tekirdağ 1		288		226
Çanakkale 1		118		146
TOPLAM		2.597		2.308

İkinci bölge müdürlüğü yeri için 39,83154 enlem ve 27,36933 boylam değerleri ile Yenice/Çanakkale konumu KOKA tarafından, 39,881594 enlem ve 27,585951 boylam değerleri ile Balya/Balıkesir konumu DOP tarafından önerilmektedir. Bu noktada DOP, KOKA'dan daha başarılıdır.

3.5. Üçüncü Küme

Üçüncü küme, 8 şehirden ve 13 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.

Tablo 5. Üçüncü Küme için Önerilen Bölge Müdürlüğü Koordinatları ve Uzaklıklar

Konum	KOKA		DOP	
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
	37,73258	30,05804	37,714700	30,277599
Burdur 1		36,2		0,3
Denizli 1		119		142
Denizli 2		119		143
Muğla 1		228		237
Muğla 2		262		272
Uşak 1		176		168
Konya 1		311		280
Isparta 1		67,4		31,7
Antalya 1		158		123
Antalya 2		170		133
Antalya 3		161		136
Afyonkarahisar 1		172		162
Afyonkarahisar 2		180		171
TOPLAM		2056		1967

Üçüncü bölge müdürlüğü yeri için Cimbilli/Burdur konumu KOKA tarafından, Merkez/Burdur konumu DOP tarafından önerilmektedir. Üçüncü bölge müdürlüğü için KOKA ve DOP sonuçları arasındaki fark 89 km'dir. Bu noktada oluşan sonuçlara göre; DOP, KOKA'dan daha başarılı bir performans sergilemiştir. Ayrıca ilk iki bölgede olduğu gibi, üçüncü bölge için de DOP, KOKA'dan daha iyi sonuçlar doğurmuştur.

3.6. Dördüncü Küme

Dördüncü küme 9 şehirden ve 18 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.

Tablo 6. Dördüncü Küme için Önerilen Bölge Müdürlüğü Koordinatları ve Uzaklıklar

Konum	KOKA		DOP	
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
	40,54448	29,58946	40,764371	29,389911
Kütahya 1		162		230
Kütahya 2		197		266
Eskişehir 1		181		249
İstanbul 1		71,6		23,9
İstanbul 2		134		82,9
İstanbul 3		113		70
İstanbul 4		116		76,4
İstanbul 5		85,2		40,6
İstanbul 6		119		81,6
İstanbul 7		69,3		21,6
Bilecik 1		83,9		152
Bilecik 2		120		188
Düzce 1		181		175
Sakarya 1		97,6		107
Yalova 1		48,9		51,2
Kocaeli 1		56,5		57,1
Kocaeli 2		52,6		6,2
Bursa 1		98,5		109
TOPLAM		1.323		1.546

Dördüncü bölge müdürlüğü yeri için 40,54448 enlem ve 29,58946 boylam değerleri ile Karamürsel/Kocaeli konumu KOKA tarafından, 40,764371 enlem ve 29,389911 boylam değerleri ile Darıca/Kocaeli konumu DOP tarafından önerilmektedir. Google Haritalar uygulaması üzerinden birinci bölge için, bölge müdürlüğü ile bölge müdürlüğüne bağlı 18 yetkili satış noktası arasındaki en kısa rotalar seçilerek hesaplanan mesafelerin toplamı 1.323 kilometre olarak hesaplanmıştır.

3.7. Beşinci Küme

Beşinci küme, 10 şehirden ve 11 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.

Tablo 7. Beşinci Küme için Önerilen Bölge Müdürlüğü Koordinatları ve Uzaklıklar

Konum	KOKA		DOP	
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
	40,89205	33,61714	40,804160	33,614114
Kırıkkale 1		155		148
Zonguldak 1		220		268
Kastamonu 1		65,8		81,4
Karabük 1		152		177
Bartın 1		229		245
Ankara 1		191		181
Çankırı 1		54,4		47,1
Yozgat 1		226		219
Çorum 1		171		199
Sinop 1		157		172
Sinop 2		204		220
TOPLAM		1.705		1.829

Beşinci bölge müdürlüğü yeri için Ilgaz/Çankırı konumu KOKA ve DOP tarafından önerilmektedir. KOKA ve DOP'un önermiş olduğu bölge müdürlüğü koordinatları birbirlerine çok yakın olmasında rağmen, KOKA 1.705 km ile en iyi sonucu önermektedir.

3.8. Altıncı Küme

Altıncı küme, 6 şehirden ve 13 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.

Tablo 8. Altıncı Küme için Önerilen Bölge Müdürlüğü Koordinatları ve Uzaklıklar
UZAKLIKLAR

Konum	KOKA		DOP	
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
	40,71216	36,81145	40,663614	36,599758
Sivas 1		193		198
Sivas 2		181		187
Ordu 1		153		178
Ordu 2		157		182
Giresun 1		198		223
Tokat 1		77,7		72,1
Tokat 2		77		72
Tokat 3		122		74,9
Samsun 1		191		156
Samsun 2		184		148
Samsun 3		186		150
Samsun 4		169		164
Amasya 1		114		78,2
TOPLAM		1.925		1.658

Altıncı bölge müdürlüğü yeri için Erbaa/Tokat konumu, en iyi bölge müdürlüğü yeri olarak KOKA ve DOP tarafından önerilmektedir. KOKA ve DOP sonuçlarına göre altıncı bölge için en iyi sonucu 1.658 km ile DOP vermektedir. KOKA ile DOP arasındaki fark ise 267 km'dir.

3.9. Yedinci Küme

Yedinci küme, 9 şehirden ve 15 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.

Tablo 9. Yedinci Küme için Önerilen Bölge Müdürlüğü Koordinatları ve Uzaklıklar
UZAKLIKLAR

Konum	KOKA		DOP	
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
	38,78430	42,85772	38,890450	42,899696
Şırnak 1		290		301
Şırnak 2		329		341
Bitlis 1		99,3		111
Siirt 1		192		204
Van 1		158		169
Van 2		59,4		71
Van 3		154		166
Ağrı 1		137		149
Ağrı 2		138		149
Ağrı 3		62,1		73,6
Muş 1		93,5		105
Muş 2		152		64
İğdır 1		235		247
Kars 1		304		330
Hakkâri 1		342		353
TOPLAM		2.431		2.760

Yedinci bölge müdürlüğü yeri için Adilcevaz/Bitlis konumu KOKA ve DOP tarafından önerilmektedir. Sonuçlar karşılaştırıldığında her iki yöntemde bölge müdürlüğü yeri olarak Bitlis ilini önermektedir. KOKA 2.431 km ile yedinci bölge müdürlüğü yeri için en iyi sonucu vermekteyken, KOKA ile DOP arasındaki fark ise 329 km olarak hesaplanmıştır. Yedinci bölge müdürlüğü yeri için optimum koordinat bilgileri ise; 38,78430 enlem ve 42,85772 boylam değerleridir.

3.10. Sekizinci Küme

Sekizinci küme, 10 şehirden ve 16 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.

Tablo 10. Sekizinci Küme için Önerilen Bölge Müdürlüğü Koordinatları ve Uzaklıklar
UZAKLIKLAR

Konum	KOKA		DOP	
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
	37,49487	35,66007	37,442042	35,796714
Niğde 1		225		238
Niğde 2		232		246
Kayseri 1		247		229
Nevşehir 1		234		255
Nevşehir 2		224		219
K.Maraş 1		192		154
K.Maraş 2		232		220
Hatay 1		216		197
Hatay 2		150		138
Hatay 3		197		172
Osmaniye 1		50,1		38,6
Gaziantep 1		227		216
Adana 1		79,2		67,7
Adana 2		21,6		0,1
Mersin 1		157		145
Karaman 1		364		352
TOPLAM		2.897		2.781

Sekizinci bölge müdürlüğü yeri için Kozan/ Adana konumu en iyi bölge müdürlüğü yeri olarak KOKA ve DOP tarafından önerilmektedir.

3.11. Dokuzuncu Küme

Dokuzuncu küme, 8 şehirden ve 9 yetkili satış noktasından oluşmaktadır.

Tablo 11. Dokuzuncu Küme için Önerilen Bölge Müdürlüğü Koordinatları ve Uzaklıklar
UZAKLIKLAR

Konum	KOKA		DOP	
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
	38,05878	39,3949	38,195448	39,216328
Malatya 1		220		163
Malatya 2		219		162
Elâzığ 1		146		235
Batman 1		202		300
Tunceli 1		217		311
Diyarbakır 1		107		203
Adıyaman 1		167		146
Şanlıurfa 1		142		223
Mardin 1		206		299
TOPLAM		1.626		2.042

Dokuzuncu bölge müdürlüğü yeri için 38,05878 enlem ve 39,39490 boylam değerleri ile Çermik/Diyarbakır konumu, en iyi bölge müdürlüğü yeri olarak KOKA tarafından, 38,195448 enlem ve 39,216328 boylam değerleri ile Cevizpınar/Adıyaman konumu, en iyi bölge müdürlüğü yeri olarak DOP tarafından önerilmektedir. KOKA ile DOP arasındaki farka bakıldığında, KOKA'nın 416 km daha kısa mesafeli sonuç ürettiği yapılan hesaplamalar sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Sonuç ve Değerlendirme

Mevcut durumda tüm bölgeler için kat edilen toplam mesafe 22.598 km olarak hesaplanmıştır. KOKA analizi sonucunda kat edilen toplam mesafe 18.769 km olarak hesaplanmıştır. DOP'ta ise tüm bölgeler için kat edilen toplam mesafe 18.491 km olarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda görülmektedir ki, 18.491 km ile en iyi sonucu DOP vermektedir. Mevcut durum ile DOP kıyaslaması yapıldığında, toplamda 4.107 km'lik bir fark ortaya çıkmaktadır. Ancak, KOKA ve DOP kümeleri, aynı elemanlardan oluşuyor olduğu için, her bölge müdürlüğü yeri önermesi için, en iyi sonucu veren analiz yöntemi seçilerek bir hibrit modelin oluşturulmasında herhangi sorun ya da

engel söz konusu değildir. Oluşan 4.107 km'lik farkı, KOKA ve DOP'un hibrit olarak modellenmesi ile kullanımıyla, daha da iyileştirmek mümkündür.

Diğer taraftan Mevcut durum ile KOKA ve Mevcut durum ile DOP karşılaştırması, bölgede yer alan satış noktaları farklı olduğundan mümkün değildir. Ek olarak, herhangi bir mevcut durum bölge müdürlüğü ile araştırmada kullanılan analiz yöntemine bağlı oluşan küme modelinin, hibrit olarak kullanımı mümkün olmamaktadır.

Tablo 12. KOKA ve DOP Karşılaştırma Tablosu

BÖLGELER	KOKA	DOP	ÖNERİLEN TEKNİK
BİRİNCİ BÖLGE	2.209	1.600	(DOP)
İKİNCİ BÖLGE	2.597	2.308	(DOP)
ÜÇÜNCÜ BÖLGE	2.056	1.967	(DOP)
DÖRDÜNCÜ BÖLGE	1.323	1.546	(KOKA)
BEŞİNCİ BÖLGE	1.705	1.829	(KOKA)
ALTINCI BÖLGE	1.925	1.658	(DOP)
YEDİNCİ BÖLGE	2.431	2.760	(KOKA)
SEKİZİNCİ BÖLGE	2.897	2.781	(DOP)
DOKUZUNCU BÖLGE	1.626	2.042	(KOKA)
TOPLAM	18.769	18.491	17.399

Oluşturulan hibrit modelde kat edilen toplam mesafe ise 17.399 km olarak hesaplanmıştır. Mevcut durum ile hibrit model arasındaki farka bakıldığında hibrit model, 5.199 km ile daha iyi bir sonuç doğurmaktadır. Buna ek olarak, hibrit modelin DOP'a göre 1.092 km daha iyi bir sonuç verdiği hesaplanmıştır.

Gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarının geçerliliğini ortaya koymak adına Wilcoxon Signed-Rank Test gerçekleştirilmiştir. Halihazırda, mevcut durum bölge müdürlüklerinde yer alan yetkili satış noktaları ile kümeleme analizi elde edilen bölge müdürlüklerinde yer alan yetkili satış noktaları aynı olmadığından mevcut durum ile KOKA ve mevcut durum ile DOP karşılaştırması yapmak mümkün değildir.

- H_0 : KOKA sonucu 9 bölge için elde edilen mesafeler ile DOP sonucu elde edilen mesafeler arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
- H_1 : KOKA sonucu 9 bölge için elde edilen mesafeler ile DOP sonucu elde edilen mesafeler arasında anlamlı bir farklılık vardır.
- H_0 : KOKA sonucu 9 bölge için elde edilen mesafeler ile Hibrit Model sonucu elde edilen mesafeler arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
- H_1 : KOKA sonucu 9 bölge için elde edilen mesafeler ile Hibrit Model sonucu elde edilen mesafeler arasında anlamlı bir farklılık vardır.
- H_0 : DOP sonucu 9 bölge için elde edilen mesafeler ile Hibrit Model sonucu elde edilen mesafeler arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
- H_1 : DOP sonucu 9 bölge için elde edilen mesafeler ile Hibrit Model sonucu elde edilen mesafeler arasında anlamlı bir farklılık vardır.

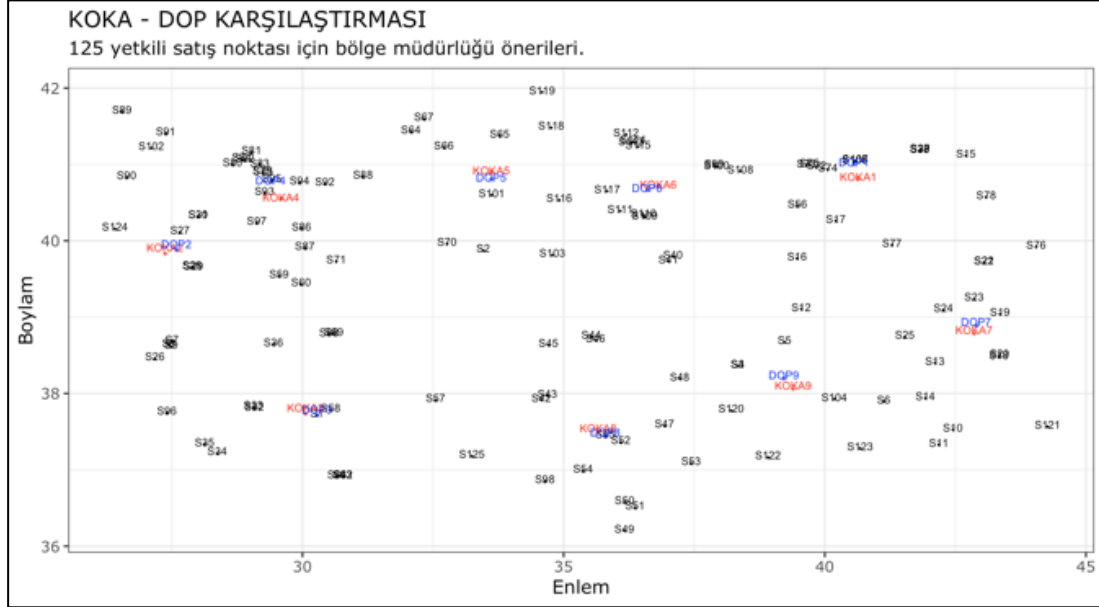
Tablo 13. KOKA, DOP ve Hibrit Modelin Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Sınanması

• Wilcoxon Signed-Rank Test			
	KOKA - DOP	KOKA - Hibrit	DOP - Hibrit
Negatif İşaretili	4	0	0
Pozitif İşaretili	5	5	4
Eşit	0	4	5
Toplam	9	9	9
Hipotez	$H_0: \mu_{KOKA} = \mu_{DOP}$	$H_0: \mu_{KOKA} = \mu_{Hibrit}$	$H_0: \mu_{DOP} = \mu_{Hibrit}$
p-Değeri	0,953	0,043	0,068

Yukarıdaki tablo incelendiğinde KOKA sonucu 9 bölge için elde edilen mesafeler ile DOP sonucu elde edilen mesafeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Her iki yöntemle elde edilen sonuçların benzeştiği söylenebilir. %5 güven düzeyinde KOKA ile Hibrit Model arasında anlamlı bir fark vardır. %10 güven düzeyinde DOP ile Hibrit Model arasında

anamlı bir fark vardır. İstatistiksel olarak Hibrit model ile diğer iki model arasında fark olduğu görülmektedir.

Yetkili satış noktaları daha okunaklı çıktı elde edebilmek adına SN1,...,SN125 şeklinde kodlanarak aşağıdaki görsel oluşturulmuştur. Görselde 125 yetkili satış noktasını temsil eden KOKA ve DOP yöntemlerinin önerdiği bölge müdürlükleri yer almaktadır. KOKA'nın önerdiği bölge müdürlükleri kırmızı renk ile DOP'un önerdiği bölge müdürlükleri ise mavi renk ile temsil edilmiştir.



Şekil 1. ÇAYKUR'a ait 125 Yetkili satış noktası için Önerilen bölge müdürlükleri

Bu çalışmada, ÇAYKUR'un 9 bölge müdürlüğü ve 125 yetkili satış noktasına ait konum bilgileri kullanılarak, mevcut durum değerlendirmesi, K Ortalamalar Kümeleme Analizi yönteminin önerdiği bölge müdürlüğü ve doğrusal olmayan programlama yönteminin önerdiği bölge müdürlüklerinin kullanılması durumunda ortaya çıkacak mesafeler karşılaştırılmış ÇAYKUR için Bölge Müdürlüğü önerisinde bulunulmuştur.

Gerçekleştirilen analizde, yetkili satış noktalarının bağlı oldukları bölge müdürlüklerinden bir takvim yılı boyunca bir defaya mahsus ürün siparişi verdiği varsayılarak toplam mesafeler hesaplanmıştır. ÇAYKUR'a ait bölge müdürlüklerinin yerleşim yerlerinin uygun olmadığı, bu çalışma sonucunda mevcut durumda tüm bölgeler için kat edilen toplam mesafe 22.598 km olarak hesaplanmıştır. KOKA analizi sonucunda kat edilen toplam mesafe 18.769 km olarak hesaplanmıştır. DOP'ta ise tüm bölgeler için kat edilen toplam mesafe 18.491 km olarak hesaplanmıştır. Sipariş sayıları arttığında, kat edilen toplam mesafe de üstel olarak bir artış gösterecektir. Örneğin; hibrit modelin uygulandığı durumda, tüm yetkili satış noktalarının her ay bir kez sipariş verdiği varsayılırsa, 62.388 km daha az mesafe kat edilecektir.

KOKA, coğrafi koşulları (dağ, göl, deniz vb.) dikkate almamaktadır. Karar vericinin hem bu faktörü hem de bölge müdürlüklerinin konumlandırılmasını etkileyen diğer faktörleri göz önünde bulundurup karar vermesi gerekmektedir.

Yetkili satış noktalarının sayısında herhangi bir değişiklik olduğunda, yeni yetkili satış noktalarının enlem, boylam ve mesafe bilgileri gibi gerekli bilgilerin, modeldeki çözüm yöntemlerine entegre edilerek, yeniden hesaplanması gerekecektir.

Bu çalışmada, sipariş sayısının bir olduğu durum irdelenmiştir. İlerleyen çalışmalarda, sevkiyat sayılarının dikkate alındığı bir model kurulabilir. Bu durumda, bölge müdürlükleri konumları, sipariş sayısı fazla olan yetkili satış noktalarına daha yakın olup, kat edilen mesafe bakımından daha iyi bir optimizasyon gerçekleştirilmiş olacaktır.

Kaynakça

- Abacı, N. İ., Keskin, E. & Demiryürek, K. (2020). Innovation decision making process in organic tea agriculture: The case of Rize District, Turkey. *Black Sea Journal of Public and Social Science*, 5-6.
- Albayrak, S. (2019). *Okul servisi araçlarını rotalama problemi için yenilikçi bir yaklaşım*, yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Atalay, M., & Çelik, E. (2017). Artificial intelligence and machine learning applications in big data analysis. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9.22: 155-172.
- Avriel, M. (2003). *Nonlinear programming, analysis and methods*, Courier Dover Publications: New Jersey; Prentice-Hall.
- Avşar, F. U. (2012). *Belirlenen av sorumluluk sahasında hava savunma görevinin doğrusal olmayan programlama yöntemiyle modellenmesi ve eniyilenmesi*, yüksek lisans tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- Baynal, K. & Çalış, A. (2016). Veri madenciliğinde kümeleme analizi ile bankacılık sektöründe bir uygulama. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1).
- Bıyıklı, G. A. (2017). *Pozitif psikolojik sermaye ile örgütsel güven arasındaki ilişkinin incelenmesine yönelik bir araştırma: Trabzon bölgesindeki ÇAYKUR işletmeleri*, yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- Çakıroğlu, N. (2014). *Ekip çalışmasının liderlikle olan ilişkisinin incelenmesi: Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğünde bir uygulama*, yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Çakmak, M. K. (2019). *Çay ve işleme ürünlerinin hasat dönemlerine ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak besin içeriğindeki değişimler*, yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Çancı, M., & Erdal, M. (2009). *Lojistik yönetimi*, Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Üretenleri Derneği Yayınları. İstanbul: Mataş Matbaacılık.
- Çiçekdağı, H. İ. & Kırış, Ş., (2012). Afet istasyonu ve toplanma merkezi için yer seçimi ve bir uygulama, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (028), 67-76.
- Çokgüngördü, A. (2017). *Kümeleme yöntemi kullanarak baz istasyonları yardımcı yer seçme*, yüksek lisans tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Dikmen, B. (2010). *Yer seçimi problemine dışbükey programlama yaklaşımı: Sakarya kent merkezi örneği*, yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İstanbul.
- Fırat, M., Dikbaş, F., Koç, A. C. & Güngör, M. (2012). K-ortalamlar yöntemi ile yıllık yağışların sınıflandırılması ve homojen bölgelerin belirlenmesi, *Teknik Dergi*, 23(113), 6037-6050.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning*, 112, New York: Springer. 112, 3-7.
- Khanmohammadi, S., Adibeig, N., & Shanehbandy, S. (2017) An Improved Overlapping K-means Clustering Method for Medical Applications. *Expert Systems with Applications*, 67, 12-18.
- Kumar, S. & Toshniwal, D. (2016). A data mining approach to characterize road accident locations, *Journal of Modern Transportation*, 24(1), 62-72.
- Küçükaydın, H. (2011). *Değişken özellikleri olan tesisler için en iyi yer seçimi*, doktora tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Liao, K. & Guo, D. (2008). A clustering-based approach to the capacitated facility location problem 1, *Transactions in GIS*, 12(3), 323-339.
- Maltaş, A., Özen, H. & Saraçoğlu, A. (2019). Ağ tarama ve k-ortalama kümeleme yöntemleri ile kaza kara noktalarının belirlenmesi: İstanbul D100 karayolu örneği, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 25(6).
- Mohamad, I. B. & Usman, D. (2013). Standardization and its effects on k-means clustering algorithm, *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 6(17), 3299-3303.
- Napoleon, D. & Pavalakodi, S. (2011). A new method for dimensionality reduction using k-means clustering algorithm for high dimensional data set, *International Journal of Computer Applications*, 13(7), 41-46.

- Ofluoğlu, P. (2019). *Türkiye’de farklı yörelerde yetiştirilen yaş çay yapraklarından çay üretimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi*, yüksek lisans tezi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Özdemir, M. (2020). *R ile programlama ve makine öğrenmesi*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Partanaz, N. R. (1997). *Çay ekicileri kooperatiflerinin çay işleme sanayini de kapsayacak biçimde yeniden yapılanması üzerine bir araştırma*, yüksek lisans tezi, Ankara üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- R Core Team. (2018) *R: A Language and Environment for Statistical Computing* R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. available in <https://www.R-project.org/>. (10.07.2020)
- Razi, F. F. (2019). A hybrid DEA-based k-means and invasive weed optimization for facility location problem, *Journal of Industrial Engineering International*, 15(3), 499-511.
- Sidarto, K. A., & Kania, A. (2016). Solving mixed integer nonlinear programming problems using spiral dynamics optimization algorithm. In *AIP conference proceedings*. AIP Publishing LLC.1(1716), (20004).
- Suat, A. (2014). *Doğrusal olmayan programlama*, Anadolu Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği. 8-16.
- Sutanto, G. R., Kim, S., Kim, D. & Sutanto, H. (2018). A heuristic approach to handle capacitated facility location problem evaluated using clustering internal evaluation. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing. 1(332), 012023.
- Tian, J., Zhu, L., Zhang, S., & Liu, L. (2005). Improvement and parallelism of k-means clustering algorithm, *Tsinghua Science and Technology*, 10(3), 277-281.
- Torun, E. (2004). *Çay tarımında tarımsal yayım çalışmalarının değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*, doktora tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Töre, N. (2015). *Üretici ve müşteri kaynaklı ikame altında üretim ve stok yönetimi*, doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ulusoy, A. & Yılmaz, H. (2017). Özelleştirme, Türkiye’de çay sektörü ve ÇAYKUR üzerine bir değerlendirme, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.
- Wagstaff, K., Cardie, C., Rogers, S. & Schrodl, S. (2001). Constrained k-means clustering with background knowledge, *In Icml* (1), 577-584.
- Yılmaz, Z. & Uzgören, E. (2014). Türkiye’de illerin temel bankacılık faaliyetleri yönünden kümeleme analizi yöntemiyle sınıflandırılması, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 535-554.
- Ying, D., Tang, J., Xu, B. & Wang, D. (2005). An application of swarm optimization to nonlinear programming, *Computers and Mathematics with Applications*, 49(11-12), 1655-1668.

Extended Abstract

Aim and Scope

In this study, it is aimed to investigate whether 9 regional directorates of ÇAYKUR located optimally. According to our study, there is no regional directorate election suggestion in the literature about ÇAYKUR. In addition, there is any findings carried out about k-means clustering analysis and nonlinear programming analysis for any subject related to ÇAYKUR or regional directorates of ÇAYKUR.

This research was conducted to fill a blank about be optimized locations of region directorates of ÇAYKUR in literature. So, this study gains importance in view of the literature.

Methods

In this study two different methods were used for make optimize all regional directorates of ÇAYKUR. One of these methods is k-means clustering analysis and other one is nonlinear programming analysis. Concept of artificial intelligence and machine learning gains importance every single day with developing technology. K-means clustering analysis method is one of the machine learning techniques and this method is used for divides into data sets. K-means clustering analysis method is also quite popular in data mining for data miners and researchers.

The other method is nonlinear programming method. Nonlinear programming is very effective for modelling real life problems. In real life problems are rather hard for modelling real life problems as a mathematical. So, this method is very popular and also this model helps us for modelling real

life problems. Additionally, all steps and formulization about both methods, k-means clustering analysis and nonlinear programming analysis, was shared as in detail.

Findings

In this study, 125 authorized sale points of ÇAYKUR were divided into 9 regions and center of clusters were determined by k-means clustering analysis. Nonlinear programming analysis were conducted on for centers proposed by k-means clustering analysis. Distances between regional directorates of ÇAYKUR and authorized sales points was concluded by means of google maps application.

The distance of regional directorates to the sale points in the region, obtained results from k-means clustering analysis and nonlinear programming method were compared. The distance is shortened 3,829 km by k-means cluster analysis, 4,107 km by nonlinear programming, and 5,199 km by hybrid use.

When deciding a regional directorate, the decision maker should investigate whether regional directorates are rational for the desires or company interests. Neither k-means clustering analysis nor nonlinear programming's logic does not consider geographical restrictions and whether the selected region is rational. In short-term maybe all investments, research and other matters might be costly for the company. However, for long-term, investments not only would become advantage only for the company, but also it would be quite advantage for the Turkey's economy according to our study's results. Decision-makers play critic and a important role for make decision about investigation and investment.

Conclusion

This study focused on only the transportation costs for one-time shipment from regional directorates to the authorized sale points of ÇAYKUR. The other factors affecting the choice of regional directorate were neglected and the k-means clustering analysis and nonlinear programming method were performed regarding to this fact.

It should be noted that due to construction of alternative roads, bridges, tunnels and road maintenance works etc., the distance information in the tables and the suggested regional directorates may vary over time.

According to our results, the settlements of the regional directorates of ÇAYKUR are not optimum. And also our study shows that it's possible that the settlements of the regional directorates could become more effective and efficient.