



TÜBİTAK–2209-A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI

Başvuru formunun Arial 9 yazı tipinde, her bir konu başlığı altında verilen açıklamalar göz önünde bulundurularak hazırlanması ve ekler hariç toplam 20 sayfayı geçmemesi beklenir (Alt sınır bulunmamaktadır). Değerlendirme araştırma önerisinin özgün değeri, yöntemi, yönetimi ve yaygın etkisi başlıkları üzerinden yapılacaktır.

ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

2024 Yılı

1. Dönem Başvurusu

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

A. GENEL BİLGİLER

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı: XXXXX
Araştırma Önerisinin Başlığı: Sürdürülebilir E-Atık Yönetimi İçin Stratejik Konumlandırma ve Optimizasyon Yaklaşımı
Danışmanın Adı Soyadı: Dr. Öğr. Üyesi Fatma Betül YENİ
Araştırmanın Yürütüleceği Kurum/Kuruluş: Karadeniz Teknik Üniversitesi

ÖZET

Türkçe özetin araştırma önerisinin (a) özgün değeri, (b) yöntemi, (c) yönetimi ve (d) yaygın etkisi hakkında bilgileri kapsamı beklenir. Bu bölümün en son yazılması önerilir.

Özet

Türkiye’de hızlı ekonomik büyüme, sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler sonucunda üretilen atık miktarında önemli bir artış gözlenmektedir (İnağ ve Arıkan, 2020). Elektrikli ve elektronik cihazlar, modern yaşamın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Teknolojideki hızlı ilerlemelerle birlikte piyasaya sürülen yeni modeller, tüketim oranlarını artırmakta ve e-atık miktarının hızla çoğalmasına yol açmaktadır. Ağır metaller içeren bu atıklar, insan sağlığı ve çevre üzerinde ciddi olumsuz etkiler yaratmakta; özellikle elektrikli ve elektronik cihaz kullanımının yaygın olduğu gelişmiş ülkelerde önemli bir sorun teşkil etmektedir (Çiftlik, 2009). Avrupa Birliği Atık Çevre Direktifi’nin amaçlarından biri, atıkların ilk kaynağında ayrıştırılmasını sağlamaktır. Bu hedef doğrultusunda ülkemizde sürdürülebilir bir atık yönetimi için etkin işlev görecektir atık toplama merkezlerinin kurulması gerekmektedir (İnağ ve Arıkan, 2020).

Bu çalışma kapsamında, Trabzon ili özelinde elektronik atık (e-atık) yönetiminin iyileştirilmesi amacıyla stratejik yer seçimi ve atık toplama merkezi konumlandırma çalışması yapılması amaçlanmaktadır. E-atık yönetimi, modern şehirlerin çevreyi koruma, sürdürülebilir kaynak kullanımı sağlama ve geri dönüşüm oranlarını artırma hedefleri doğrultusunda giderek önem kazanmaktadır. Ancak mevcut literatürde Türkiye genelinde e-atık yönetimi büyük şehirler veya ulusal ölçekli çalışmalara odaklanmış olup, yerel ve bölgesel düzeyde detaylı çözümler geliştirilmemiştir (Öztürk, 2021; Yılmaz ve Kaya, 2020). Trabzon ilinin Ortahisar ilçesinde yürütülecek bu çalışmada, e-atık konteynerlerinin en uygun şekilde konumlandırılması ve bu konteynerlerden toplanan e-atıkların etkili bir şekilde yönetileceği toplama merkezlerinin belirlenmesi planlanmaktadır.

Çalışmada, e-atık yönetimi için çok kriterli karar verme (ÇKKV) ve optimizasyon yöntemlerinden yararlanılacaktır. Özellikle TOPSIS (The Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) ve hedef programlama modeli gibi optimizasyon teknikleri kullanılarak Trabzon’un ihtiyaçlarına uygun bir e-atık yönetimi ağı tasarımının oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu yöntemler, e-atık konteynerlerinin yerleşimi, toplama merkezi seçimi, maliyet etkinliği, çevresel sürdürülebilirlik ve lojistik verimlilik gibi kriterlerin optimize edilmesine olanak tanıyacaktır. Çalışmanın sonuçlarının, Trabzon’da çevresel sürdürülebilirliği desteklemesi, yerel yönetimlere e-atık yönetimi konusunda pratik bir model sunması ve diğer şehirlerde benzer uygulamalara rehberlik etmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: e-atık, sürdürülebilirlik, çok kriterli karar verme, optimizasyon

1. ÖZGÜN DEĞER

1.1. Konunun Önemi, Araştırma Önerisinin Özgün Değeri ve Araştırma Sorusu/Hipotezi

Araştırma önerisinde ele alınan konunun kapsamı ve sınırları ile önemi literatürün eleştirel bir değerlendirmesinin yanı sıra nitel veya nicel verilerle açıklanır.

Özgün değer yazılırken araştırma önerisinin bilimsel değeri, farklılığı ve yeniliği, hangi eksikliği nasıl gidereceği veya hangi soruna nasıl bir çözüm geliştireceği ve/veya ilgili bilim veya teknoloji alan(lar)ına kavramsal, kuramsal ve/veya metodolojik olarak ne gibi özgün katkılarda bulunacağı literatüre atfı yapılarak açıklanır.

Önerilen çalışmanın araştırma sorusu ve varsa hipotezi veya ele aldığı problem(ler)i açık bir şekilde ortaya konulur.

KONUNUN ÖNEMİ

Gelişen teknolojiler ve artan tüketim alışkanlıkları sonucunda dünya genelinde e-atık miktarının her yıl %3-5 oranında artması beklenmektedir. E-atıklar; eski cep telefonları, tabletler, bilgisayarlar, televizyonlar, küçük ev aletleri, piller, medikal cihazlar gibi kullanım ömrünü tamamlamış veya artık kullanılmayan elektronik cihazlardan oluşur (Büyükkökçü, 2008). Bu atıklar, içerdikleri değerli metaller ve geri kazanılabilir materyaller nedeniyle bir yandan hammadde kaynağı sağlarken, diğer yandan çevre için potansiyel bir tehdit oluşturur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, etkili bir e-atık yönetimi kurmak, çevresel zararları azaltmak ve yerel ekonomiye katkı sağlamak adına kritik bir gerekliliktir (Çiftlik ve ark., 2009).

Trabzon'un Ortahisar ilçesinde elektronik atık (e-atık) yönetimi üzerine gerçekleştireceğimiz bu proje, hızla artan elektronik atık miktarının çevresel etkilerini minimize etme ve kaynakların verimli kullanımını sağlama açısından büyük önem taşımaktadır. Proje kapsamında, küçük boyutlu evsel e-atıkların toplanması için stratejik lokasyonlara e-atık konteynerleri yerleştirilmesi ve buralardan toplanan atıkların, açılması planlanan e-atık toplama merkezlerine ulaştırılması hedeflenmektedir. Bu sistem, Trabzon ilinde e-atık yönetim planına katkıda bulunarak çevresel sürdürülebilirliği destekleyecek ve ekonomiye geri dönüşüm yoluyla önemli bir katkı sağlayacaktır.

Bu proje kapsamında, Trabzon gibi hızla büyüyen şehirlerde artan e-atık yönetim ihtiyacına yönelik bir temel oluşturmayı amaçlamaktayız. Ortahisar ilçesinde kurulacak sistem, atıkların etkin bir şekilde toplanmasına ve geri dönüşüm sürecine kazandırılmasına imkân tanıyacak, bu sayede doğanın korunmasına katkıda bulunarak sürdürülebilir bir kalkınma modeline öncülük edecektir. Çalışmamız, Türkiye'de sürdürülebilir e-atık yönetim sistemlerinin geliştirilmesine katkı sunarken, gelecekte benzer projeler için bir rehber niteliğinde olacaktır.

ARAŞTIRMA ÖNERİSİNİN ÖZGÜN DEĞERİ

Trabzon Büyükşehir Belediyesi ve çeşitli yerel kurumlar, özellikle katı atıkların toplanması ve geri dönüştürülmesi üzerine geçmiş yıllarda bazı projeler gerçekleştirmişlerdir. Bu projeler kapsamında, şehirde belirli noktalara atık toplama kutuları yerleştirilmiş ve bu sayede toplanan geri dönüştürülebilir atıkların doğaya zarar vermeden geri dönüşüme kazandırılması hedeflenmiştir. Bu tür çalışmalar Trabzon'un çevre sürdürülebilirliği hedeflerine katkı sağlamakta olup, gelecek yıllarda bu projelerin daha geniş kapsamlı hale getirilmesi planlanmaktadır. Bununla birlikte, bölgede henüz e-atık toplama ve ayrıştırma konularıyla ilgili hayata geçirilen bir proje bulunmamaktadır. Trabzon ilinde daha fazla geri dönüşüm noktası oluşturulması ve elektronik atık yönetimini geliştirmek amacıyla stratejik bir yer seçimi ve atık toplama merkezi konumlandırma çalışması yapmak bu projenin temel amacıdır.

Trabzon ili Ortahisar İlçesi için e-atık Konteyner Yerlerinin ve Toplama Merkezinin Belirlenmesi konu başlığı altında, e-atıkların toplanması ve taşınması için alternatif lokasyonların belirlenmesi ve bu lokasyonların en uygun toplama merkezine yönlendirilmesi ile ilgili bir uygulama yapılacaktır.

Geri kazanılabilir atıkların toplanmasında iki temel yöntem bulunmaktadır: Atıkları tüketiciye "getirtme" ve bunları tüketiciden "alma". Literatürde genellikle toplayıcı organizasyon açısından "aktif" bir işlem olan "alma" yani toplama yöntemi incelenmiştir (İnağ ve Arıkan, 2020). Bu yöntemlerle birlikte elektronik atıkların lojistik yönetimi optimize edilecek ve seçilen lokasyonlar, çevresel etkileri azaltmak üzere etkin ve verimli bir şekilde kullanılacaktır. Projemiz, Ortahisar gibi bir kentsel bölgede e-atık toplama konteynirlerinin yerleştirilmesi ve atıkların merkezi bir noktaya ulaştırılması sürecinde bu teknikleri uygulanabilirliğini göstermeyi hedeflemesinin yanında konteynir yerleşimi ve atık toplama merkezi için en uygun yerlerin seçilmesi amacıyla kullanılacaktır.

Özellikle konteynirlerin toplama merkezine olan uzaklıkları, lojistik maliyetler, ulaşım kolaylığı, çevreye etkisi gibi faktörler göz önünde bulundurularak uygun alternatif lokasyonlar belirlenecektir.

Bunun yanı sıra, çalışmanın ikinci aşamasında konteynirlerin toplama merkezine ulaşımını kolaylaştıracak stratejik bir yerleşim planı oluşturulacaktır. E-atık toplama merkezinin, merkezi mi yoksa bölgesel mi olması gerektiği konusunda yapılacak bu analizler, yalnızca Trabzon'daki atık yönetim sistemlerine değil, aynı zamanda Türkiye genelindeki diğer kentlere de yol gösterebilecek bir model sunacaktır. Bu açıdan çalışmanın, hem çevresel sürdürülebilirliği artırıcı bir etkisi hem de atık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi açısından literatüre katkı sağlama potansiyeli yüksektir.

ARAŞTIRMA SORUSU/HİPOTEZİ

Projemizin temel araştırma sorusu, "Trabzon'un Ortahisar ilçesinde elektronik atık toplama konteynirleri için en uygun lokasyonlar nasıl belirlenebilir ve bu konteynirlardan toplanacak e-atıkların depolanacağı bir merkez için optimal yerleşim noktası nasıl seçilebilir?" olacaktır. Cevabını merak ettiğimiz bu sorulara bağlı olarak geliştirilecek hipotezler ise şunlardır:

1. Konteynir Yerleşimi: E-atık konteynirleri için belirlenen alternatif lokasyonlar, TOPSIS gibi çok kriterli karar verme teknikleriyle değerlendirildiğinde en uygun lokasyonlar belirlenebilir ve böylece konteynirlerin etkin yerleşimi sağlanabilir. Çevresel ve lojistik etkilerin optimize edilmesine katkı sağlayacak metotların seçimi bu noktada önemlidir.
2. Merkez Seçimi: Trabzon ilinde tek bir merkezi toplama noktası ile bölgesel toplama merkezlerinin karşılaştırılması yapıldığında, her iki modelin lojistik ve maliyet açısından çok daha farklı avantajlar sunduğu görülecektir. Özellikle merkezi ve bölgesel çözümler arasında yapılacak seçim, e-atık

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

yönetiminin verimliliğini önemli ölçüde etkileyebilir olduğundan projemizin kapsamı dahilinde incelenecektir.

Projemiz bu noktada bu farklı yapıların her birinin sağladığı çevresel ve ekonomik faydaları analiz ederek en düşük maliyetli ve en yüksek çevresel faydayı sağlayan optimum modelin belirlenmesini amaçlamaktadır. Geliştirilen bu karar destek modeli, Trabzon gibi hızlı büyüyen şehirlerde e-atık toplama ve yönetim sistemlerini planlayan belediyelere ve kamu kurumlarına rehberlik edebilecek olmaktadır. Böylece, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunurken, aynı zamanda lojistik maliyetlerin ve operasyonel süreçlerin optimize edilmesi sağlanacaktır

1.2. Amaç ve Hedefler

Araştırma önerisinin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve araştırma süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde yazılır.

E-atık yönetimi, özellikle küçük ölçekli şehirlerde, çevre kirliliğini azaltma ve kaynakları daha etkin kullanma potansiyeline sahip olduğu için büyük önem taşımaktadır (Yıldırım ve Ark., 2019; Doğan ve Şahin, 2018). Bu bağlamda, çevre dostu ve lojistik açıdan verimli e-atık konteyner konumlarının belirlenmesi, toplama merkezinin de stratejik olarak optimize edilmesi büyük önem arz etmektedir. (Alumur ve Kara, 2007).

Bu çalışmanın amacı, Trabzon'un Ortahisar ilçesinde elektronik atıkların (e-atık) etkin bir şekilde toplanmasını ve yönetilmesini sağlayacak sürdürülebilir bir sistem geliştirmektir. Hızla artan e-atık miktarı, hem çevresel sürdürülebilirlik açısından bir tehdit oluşturmakta hem de geri dönüştürülebilir kaynakların verimli kullanılmaması nedeniyle ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu projede, e-atıkların çevre dostu ve lojistik açıdan verimli bir şekilde toplanabilmesi için stratejik konteyner konumları belirlenecek, ardından bu konteynerlerden toplanan atıkların verimli bir şekilde işlenmesi amacıyla merkezi toplama merkezleri kurulacaktır. Projenin ilk aşamasında, e-atık toplama konteynerlerinin yer seçimi için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri kullanılarak, çevresel ve operasyonel verimlilik kriterleri göz önünde bulundurulacaktır. İkinci aşamada ise, toplanan atıkların merkezi toplama noktalarına taşınması süreci optimize edilerek karbon emisyonunu ve operasyonel maliyetleri minimize eden bir model geliştirilecektir. Bu çalışmanın sonucunda, Trabzon ilinde sürdürülebilir bir e-atık yönetim sisteminin temelleri atılarak, yerel yönetimlere ve diğer büyük şehirlerdeki benzer projelere rehberlik edecek pratik bir model sunulması hedeflenmektedir.

Projenin amacı doğrultusunda etkin bir e-atık yönetimi sürecinin başarıyla yürütülmesi için aşağıdaki hedeflerin sırasıyla gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu hedeflere ulaşmak için önerilen metodoloji Şekil 1'de sunulmaktadır.

Hedef 1: E-atık toplama alanları için kriter ve alternatif lokasyonların belirlenmesi

Bu hedef kapsamında, Ortahisar ilçesindeki e-atık toplama alanlarının yer seçiminde dikkate alınacak kriterler belirlenecektir. Çevresel etkiler, lojistik verimlilik, nüfus yoğunluğu gibi faktörler göz önünde bulundurularak uzman görüşleri alınacak ve alternatif toplama noktaları oluşturulacaktır. Bu sayede çevre dostu ve erişimi kolay lokasyonların belirlenmesi hedeflenmektedir.

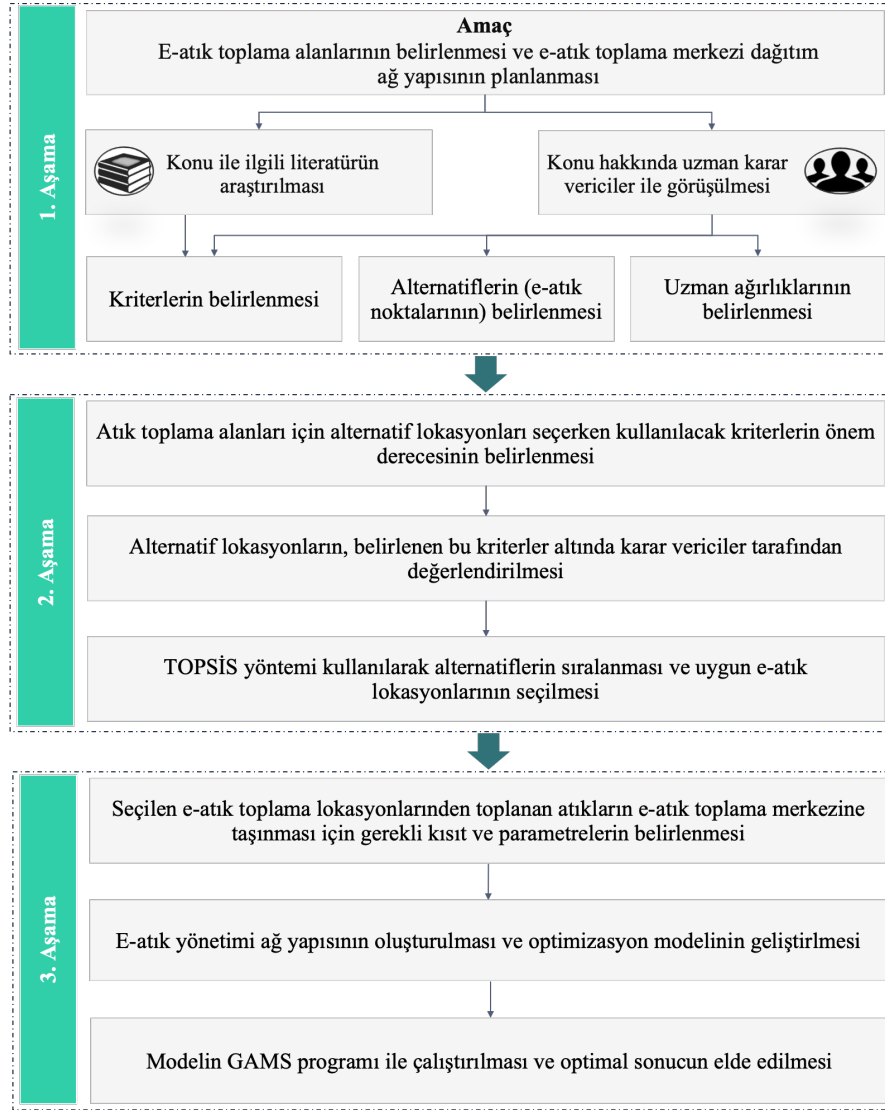
Hedef 2: Belirlenen kriterlere göre alternatif lokasyonların değerlendirilmesi

Birinci hedefin gerçekleştirilmesinden sonra, belirlenen kriterlerin önem dereceleri belirlenecek ve alternatifler bu kriterler çerçevesinde değerlendirilecektir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden biri kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanacak ve e-atık konteynerlerinin konumlandırılması için en uygun noktalar sıralanacaktır.

Hedef 3: E-atık toplama merkezlerinin optimize edilerek belirlenmesi

İkinci hedefin tamamlanmasının ardından, seçilen konteyner lokasyonlarından toplanan e-atıkların merkezi bir toplama sistemine taşınması için stratejik toplama merkezleri belirlenecektir. Geliştirilecek optimizasyon modeli ile karbon emisyonu ve maliyetleri minimize eden, aynı zamanda atık toplama kapasitesini maksimize eden toplama merkezi yer seçimleri yapılacaktır. Bu hedef, Trabzon genelinde operasyonel verimliliği artırarak sürdürülebilir bir e-atık yönetim sistemi kurulmasını sağlayacaktır.

Bu projede kullanılan analiz yöntemleri ve stratejik yer seçimi yaklaşımları, Trabzon ili gibi küçük ölçekli şehirlerde e-atık yönetimi süreçlerinin daha çevre dostu, verimli ve sürdürülebilir hale gelmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, yerel yönetimlerin e-atık yönetiminde uygulayabileceği etkili ve uygulanabilir bir model sunacaktır (Yıldırım ve ark., 2019).



Şekil 1. Önerilen metodoloji

2. YÖNTEM

Araştırma önerisinde uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri (veri toplama araçları ve analiz yöntemleri dahil) ilgili literatüre atıf yapılarak açıklanır. Yöntem ve tekniklerin çalışmada öngörülen amaç ve hedeflere ulaşmaya elverişli olduğu ortaya konulur.

Yöntem bölümünün araştırmanın tasarımı, bağımlı ve bağımsız değişkenleri ve istatistiksel yöntemleri kapsamı gerekir. Araştırma önerisinde herhangi bir ön çalışma veya fizibilite yapıldıysa bunların sunulması beklenir. Araştırma önerisinde sunulan yöntemlerin iş paketleri ile ilişkilendirilmesi gerekir.

Bu araştırma, Trabzon ili özelinde e-atık yönetimi için stratejik bir yer seçimi ve toplama merkezi konumlandırma çalışması yapmak amacıyla bir dizi yöntem ve teknik uygulamayı öngörmektedir. Araştırma, çok kriterli karar verme (MCDM) teknikleri ve optimizasyon yöntemlerini içeren bir yaklaşım kullanarak, çevresel sürdürülebilirlik ve lojistik verimlilik hedeflerine ulaşmayı amaçlamaktadır. Literatürdeki benzer çalışmalar, kullanılan yöntemlerin etkinliğini ve bu araştırmanın hedeflerine ulaşmadaki uygunluğunu desteklemektedir (Yıldırım ve Kara, 2019; Güneş ve Demir, 2021).

1. Aşama (Hedef 1 ile ilişkilidir)

Çalışma kapsamında ilk olarak e-atık yönetimi ile ilgili çalışmalar incelenecektir. Scopus, Google Scholar, Web of Science gibi veri tabanlarının kullanılması ile elde edilecek çalışmalar analiz edilerek e-atık toplama alanlarının yer seçiminde dikkate alınması gereken kriterlere karar verilecektir. Bu aşamada uygulamanın yapılacağı Trabzon ilinde uzmanlarla görüşülecektir. Çalışma kapsamında değerlendirme yapacak karar verici uzmanlar uzmanlık alanlarına göre ağırlıklandırılacaktır. Kriterler belirlendikten sonra seçilen uygulama alanı için ihtiyaç duyulan alternatif atık toplama noktaları belirlenecektir.

2. Aşama (Hedef 2 ile ilişkilidir)

Yer seçimi, aynı anda birden çok faktörün dikkate alındığı bir problemdir. Atık toplama sürecinde en uygun alanların belirlenmesi sürecinde de nüfus yoğunluğu, ulaşım, eğitim/iş merkezlerine yakınlık gibi farklı pek çok kriter bulunmaktadır. Ancak her kriter birbiri ile eşit öneme sahip değildir. Bu nedenle ilk olarak DEMATEL yöntemi kullanılarak çalışma kapsamında dikkate alınacak kriterlerin önem derecesi belirlenecektir.

DEMATEL Yöntemi

Karmaşık sistemlerin ele alınmasında ve etkileşimlerin anlaşılmasında kullanılan bir yöntem olan DEMATEL, sistemin içsel bağlantıları ve kriterler arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik bir çerçeve sunmaktadır. Bu yöntemin adımları şu şekildedir (Coşkun ve ark., 2022);

I. Kriterlerin Belirlenmesi:

Araştırmanın amacına uygun kriterlerin tanımlanması ve belirlenmesi.

II. İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Kriterler arasındaki karşılıklı etkileşimleri gösteren bir ilişki matrisinin oluşturulması. Bu matris, kriterler arasındaki pozitif ve negatif etkileşimleri içermektedir.

III. İlişki Matrisinin Normalleştirilmesi:

İlişki matrisindeki değerlerin normalleştirilerek standart hale getirilmesi. Bu adım, farklı ölçeklerdeki kriterlerin karşılaştırılabilir olmasını sağlamaktadır.

IV. Toplam ve Fark Matrisinin Hesaplanması:

Normalleştirilmiş ilişki matrisinden toplam ve fark matrisinin hesaplanması. Bu matris, her bir kriterin toplam etkisi ve farklılığı hakkında bilgi sağlar.

V. Ağırlıklandırılmış Matrisin Hesaplanması:

Toplam ve fark matrislerinin kullanılarak ağırlıklandırılmış matrisin hesaplanması. Bu matris, kriterlerin önem sıralamasını belirlemektedir.

VI. Ağırlıklandırma Faktörlerinin Belirlenmesi:

Ağırlıklandırılmış matrisin elemanlarından elde edilen ağırlıklandırma faktörlerinin belirlenmesi ile neden-sonuç ilişkileri ortaya çıkmaktadır.

VII. Karar Verme Modelinin Analizi:

Ağırlıklandırma faktörleri kullanılarak karar verme modelinin analiz edilmesi. Bu analiz, kriterlerin etkileşimleri ve önem derecelerini içermektedir yani diğer kriterler üzerinde yüksek etkiye sahip olan kriterleri ve bağımlı kriterleri tanımlamaktadır.

Ardından, belirlenen kriter ağırlıkları altından alternatif lokasyonlar TOPSIS yöntemi kullanılarak sıralanacaktır.

TOPSIS Yöntemi

TOPSIS, çok kriterli karar verme problemlerinde alternatiflerin sıralanmasını sağlayan bir tekniktir. Bu yöntem, bir alternatifin "ideal" çözüme ne kadar benzediğini ve "negatif" bir çözüme ne kadar uzak olduğunu değerlendirerek en iyi alternatifin seçilmesini ya da alternatiflerin sıralanmasını sağlamaktadır. Bu yöntemin adımları şu şekildedir (Divya ve ark., 2020);

I. Karar Matrisinin Oluşturulması:

Her bir alternatifin her bir kriter üzerindeki performansını içeren bir karar matrisi oluşturulmaktadır.

II. Normalizasyon:

Karar matrisindeki değerlerin normalleştirilmesi. Bu adım, farklı ölçeklerdeki kriterlerin karşılaştırılabilir olmasını sağlamaktadır.

III. Ağırlıkların Atanması:

Her bir kriterle göre önem düzeylerini belirten ağırlıkların atanması. Bu ağırlıklar, kriterlerin önem sıralamasını yansıtmaktadır.

IV. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matrisin Oluşturulması:

Normalleştirilmiş matristeki değerler ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalleştirilmiş matris oluşturulmaktadır.

V. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi:

Her bir kriter için en iyi (pozitif ideal) ve en kötü (negatif ideal) performansı gösteren çözümler belirlenmektedir.

VI. Alternatiflerin İdeal Çözümlere Olan Benzerliğinin Hesaplanması:

Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümlere olan benzerliğinin hesaplanması. Bu genellikle Euclidean uzaklık veya diğer benzerlik metrikleri ile yapılmaktadır.

VII. Benzerlik Skorlarının Toplanması:

Alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözümlere olan benzerlik skorları toplanmaktadır.

VIII. En İyi Alternatifin Belirlenmesi:

Toplanan benzerlik skorlarına göre en iyi alternatifin belirlenmesi. En yüksek skora sahip alternatif, en iyi çözüm olarak kabul edilmektedir.

TOPSİS yöntemi kullanılarak alternatif lokasyonlar en önemliden en önemsiz doğru sıralanacaktır. Buna göre yeterli sayıda atık toplama noktası seçilerek 3. aşamaya geçilecektir.

3. Aşama (Hedef 3 ile ilişkilidir)

Önerilen metodolojinin ikinci aşamasında çok sayıdaki atık toplama noktası değerlendirilecek ve içlerinden belirli sayıdaki önemli lokasyon seçilecektir. Bu aşamada ise ilk olarak bu lokasyonlardan yıllık/dönemlik bazda toplanması planlanan atık miktarı belirlenecektir. Bu aşamada yerel yöntemlerden bilgi alınacaktır. Ardından toplanan atıkların e-atık toplama merkezine ulaştırılmasını içeren ağ tasarımı planlanacaktır. Bu aşamada merkezi ya da bölgesel toplama merkezlerinin açılması durumlarını içeren farklı senaryoların karşılaştırılması planlanmaktadır. Taşımaları ve maliyeti optimize eden bir e-atık yönetimi ağ tasarımı için matematiksel model geliştirilecektir.

E-atık Yönetimi Ağ Tasarımı Modeli

I. Veri Toplama ve Hazırlık:

Atık miktarları, kullanıcı lokasyonları, potansiyel toplama ve ayrıştırma merkezlerinin konum bilgileri gibi veriler toplanır. Bu veriler, karar verme sürecinde temel girdileri oluşturmaktadır.

II. Problem Formülasyonu:

Atık yönetimi sürecinde atık toplama noktalarının ve toplama merkezlerinin konumlarını belirlemek amacıyla bir matematiksel model oluşturulur. Bu model, atık toplama, taşıma ve işleme maliyetlerini minimize eden bir amaç fonksiyonu içermektedir.

III. Karar Değişkenlerinin Tanımlanması:

Her bir potansiyel toplama noktası ve merkez için atık miktarlarını ve yer seçimini belirlemek amacıyla karar değişkenleri tanımlanır. Bu değişkenler, her bir noktanın seçilip seçilmeyeceğini veya taşınacak atık miktarını ifade etmektedir.

IV. Amaç Fonksiyonunun Oluşturulması:

Karar değişkenlerinin kullanıldığı amaç fonksiyonu, atık taşıma ve işleme maliyetlerini minimize edecek şekilde oluşturulur. Tipik olarak, bu fonksiyon karbon emisyon maliyetlerini, taşıma maliyetlerini ve diğer operasyonel maliyetleri minimize etmeyi hedeflemektedir.

V. Kısıtların Eklenmesi:

Gerçekçi bir model oluşturmak için kapasite kısıtları, talep kısıtları ve atık akışı kısıtları gibi problemin doğasına uygun kısıtlar eklenir. Bu kısıtlar, modelin uygulanabilirliğini sağlamaktadır.

VI. Optimizasyon Modelinin Çözülmesi:

Geliştirilen matematiksel model, uygun bir optimizasyon tekniği ile çözülür. Çözüm sonucunda, optimal atık toplama noktaları ve taşıma rotaları belirlenmektedir.

3 PROJE YÖNETİMİ

3.1 İş- Zaman Çizelgesi

Araştırma önerisinde yer alacak başlıca iş paketleri ve hedefleri, her bir iş paketinin hangi sürede gerçekleştirileceği, başarı ölçütü ve araştırmanın başarısına katkısı “İş-Zaman Çizelgesi” doldurularak verilir. Literatür taraması, gelişme ve sonuç raporu hazırlama aşamaları, araştırma sonuçlarının paylaşımı, makale yazımı ve malzeme alımı ayrı birer iş paketi olarak gösterilmemelidir.

Başarı ölçütü olarak her bir iş paketinin hangi kriterleri sağladığında başarılı sayılacağı açıklanır. Başarı ölçütü, ölçülebilir ve izlenebilir nitelikte olacak şekilde nicel veya nitel ölçütlerle (ifade, sayı, yüzde, vb.) belirtilir.

İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (*)

İP No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı (0-8 Ay)	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
1	Konu başlığı ile ilgili literatür taraması yapılması (Hedef 1 ile ilişkilidir)	Aslı Akgül, Aylin Menteş, Cemalettin Murat Sancaktar, Miraç Mete Aslanoğlu, Dr.Öğr. Üyesi Fatma Betül Yeni	1-2 Ay	%20
2	Veri Toplama ve Hazırlık (Hedef 1 ile ilişkilidir)	Aslı Akgül, Aylin Menteş, Cemalettin Murat Sancaktar, Miraç Mete Aslanoğlu, Dr.Öğr. Üyesi Fatma Betül Yeni	2-3 Ay	%15
3	Belirlenen kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması (Hedef 2 ile ilişkilidir)	Aslı Akgül, Aylin Menteş, Cemalettin Murat Sancaktar, Miraç Mete Aslanoğlu, Dr.Öğr. Üyesi Fatma Betül Yeni	3-4 Ay	%15
4	TOPSİS yöntemi ile uygun lokasyonlara karar verilmesi (Hedef 2 ile ilişkilidir)	Aslı Akgül, Aylin Menteş, Cemalettin Murat Sancaktar, Miraç Mete Aslanoğlu, Dr.Öğr. Üyesi Fatma Betül Yeni	4-6 Ay	%15
5	Ağ tasarımı modelinin oluşturulması (Hedef 3 ile ilişkilidir)	Aslı Akgül, Aylin Menteş, Cemalettin Murat Sancaktar, Miraç Mete Aslanoğlu, Dr.Öğr. Üyesi Fatma Betül Yeni	6-7 Ay	%25
6	GAMS programı kullanılarak geliştirilen matematiksel modelin çözülmesi (Hedef 3 ile ilişkilidir)	Aslı Akgül, Aylin Menteş, Cemalettin Murat Sancaktar, Miraç Mete Aslanoğlu, Dr.Öğr. Üyesi Fatma Betül Yeni	7-8 Ay	%10

(*) Çizelgedeki satırlar ve sütunlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

3.2 Risk Yönetimi

Araştırmanın başarısını olumsuz yönde etkileyebilecek riskler ve bu risklerle karşılaşıldığında araştırmanın başarıyla yürütülmesini sağlamak için alınacak tedbirler (B Planı) ilgili iş paketleri belirtilerek ana hatlarıyla aşağıdaki Risk Yönetimi Tablosu'nda ifade edilir. B planlarının uygulanması araştırmanın temel hedeflerinden sapmaya yol açmamalıdır.

RİSK YÖNETİMİ TABLOSU*

İP No	En Önemli Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Kriterlerin yanlış belirlenmesi	Yeniden literatür taraması yapılarak kriterlerin belirlenmesi.
2	Alternatiflerin değerlendirilmesinde tek bir yöntem kullanımı sonucu yanlış sonuçlar elde edilmesi	Uzaklık tabanlı değerlendirme sunan TOPSIS yönteminin yanı sıra başka çok kriterli karar verme teknikleri de kullanılarak ortak bir sıralama elde edilecektir.
3	Çalışılan yöntemin sonuç vermemesi/yetersiz kalması	Ek bir yöntem kullanılabilir veya duruma göre başka bir yönetime geçilebilir.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

3.3. Araştırma Olanakları

Bu bölümde projenin yürütüleceği kurum ve kuruluşlarda var olan ve projede kullanılacak olan altyapı/ekipman (laboratuvar, araç, makine-teçhizat, vb.) olanakları belirtilir.

ARAŞTIRMA OLANAKLARI TABLOSU (*)

Kuruluşta Bulunan Altyapı/Ekipman Türü, Modeli (Laboratuvar, Araç, Makine-Teçhizat, vb.)	Projede Kullanım Amacı
Masaüstü İş İstasyonu - İşlemci hızı 3.7GHz Turbo - Sistem belleği 64GB. - Bellek desteği 24 DIMM/1.5 TB. - Kullanılabilir bellek 1.5TB. SSD Kapasitesi 258GB.	TOPSIS yönteminin Excel tabanlı çözümlemesinde kullanılabilir Geliştirilen matematiksel modelin çözümünde kullanılabilir
Faik Ahmet Barutçu Kütüphanesi	Çalışmada kullanılacak bilgiler ve veriler için literatür taraması sürecinde kullanılabilir
Bölümün Bilgisayar Laboratuvarı	Yapılan diğer tezlerin ve makalelerin araştırılması, yöntem adımlarının detaylı analizi için kullanılabilir.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

4. YAYGIN ETKİ

Önerilen çalışma başarıyla gerçekleştirildiği takdirde araştırmadan elde edilmesi öngörülen ve beklenen yaygın etkilerin neler olabileceği, diğer bir ifadeyle yapılan araştırmadan ne gibi çıktı, sonuç ve etkilerin elde edileceği aşağıdaki tabloda verilir.

ARAŞTIRMA ÖNERİSİNDEN BEKLENEN YAYGIN ETKİ TABLOSU

Yaygın Etki Türleri	Önerilen Araştırmadan Beklenen Çıktı, Sonuç ve Etkiler
Bilimsel/Akademik (Makale, Bildiri, Kitap Bölümü, Kitap)	Ulusal Yöneyim Araştırması Kongresinde bildiri olarak sunulması planlanmaktadır.

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

Ekonomik/Ticari/Sosyal (Ürün, Prototip, Patent, Faydalı Model, Üretim İzni, Çeşit Tescilli, Spin-off/Start-up Şirket, Görsel/İşitsel Arşiv, Envanter/Veri Tabanı/Belgeleme Üretimi, Telif Konu Olan Eser, Medyada Yer Alma, Fuar, Proje Pazarı, Çalıştay, Eğitim vb. Bilimsel Etkinlik, Proje Sonuçlarını Kullanacak Kurum/Kuruluş, vb. diğer yaygın etkiler)	Atıklar hem çevre için hem de ülke ekonomisi için son derece önem taşımakta. Doğru ayrıştırılmayan ve doğru şekilde işlem gerçekleştirmeyen atıklar, hem doğaya zarar verme potansiyelinde hem de sarfiyat olacağı için ülke ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Belirlenecek doğru stratejilerle birlikte en optimum şekilde atık sistemi yönetilecek ve bu sayede hem atık yönetimi hem de halkın atık merkezlerine erişimi kolaylaşacak. Bu sayede tüm bu olumsuz etkilerin önüne geçilmiş olacak.
Araştırmacı Yetiştirilmesi ve Yeni Proje(ler) Oluşturma (Yüksek Lisans/Doktora Tezi, Ulusal/Uluslararası Yeni Proje)	Bu projenin sonucu, Trabzon Büyükşehir Belediyesi ve Ortahisar Belediyesi ile paylaşılacak olup, çevre ilçeler ve iller için de bu projeden hareketle benzer sistemi kurması planlanmaktadır.

5. BÜTÇE TALEP ÇİZELGESİ

Bütçe Türü	Talep Edilen Bütçe Miktarı (TL)	Talep Gerekçesi
Sarf Malzeme		
Makina/Teçhizat (Demirbaş)		
Hizmet Alımı		
Ulaşım	9000	Çalışma sürecinde şehrin farklı lokasyonlarında inceleme yapmak için, Trabzon Büyükşehir Belediyesi, Ortahisar Belediyesi, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Trabzon Valiliği gibi projede faydalanılacak kurumlara gidilerek projenin geliştirilmesinde harcanacak yol masrafları için talep edilmektedir.
TOPLAM	9000	

NOT: Bütçe talebiniz olması halinde hem bu tablonun hem de TÜBİTAK Yönetim Bilgi Sistemi (TYBS) başvuru ekranında karşınıza gelecek olan bütçe alanlarının doldurulması gerekmektedir. Yukardaki tabloda girilen bütçe kalemlerindeki rakamlar ile, TYBS başvuru ekranındaki rakamlar arasında farklılık olması halinde TYBS ekranındaki veriler dikkate alınır ve başvuru sonrasında değiştirilemez.

6. BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece araştırma önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi/veri (grafik, tablo, vb.) eklenebilir.

--

7. EKLER

EK-1: KAYNAKLAR

- Akın, B., & Kuru, A. (2011). Elektrikli Ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Zararları, Yönetimi Ve Türkiye'deki Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 3(12), 1-12.
- Alumur, S., & Kara, B. Y. (2007). Çevresel sürdürülebilirliği destekleyen e-atık yönetimi üzerine çalışmalar.
- Avdan, E. (2018). *Çok kriterli karar verme teknikleri ile e-atık geri kazanım tesisi yer seçimi* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bilgin, S. (2019). Türkiye'de ve dünyada e-atık yönetimi uygulamaları ve geri kazanımı.
- Büyükkökçü, A. E. A. (2008). Sürdürülebilir Kalkınmanın Ekonomik Çevre Boyutları Açısından Atık Yönetimi ve E-Atıklar. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2), 19.
- Çiftlik, S., Handırı, İ., Beyhan, M., Akçil, A. U., Ilgar, M., & Gönüllü, M. T. (2009). Elektrikli Ve elektronik atıkların (e-atık) yönetimi, ekonomisi ve metal geri kazanım potansiyeli bakımından değerlendirilmesi. *Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (Türkey 2009)*, YTÜ, 15-17.
- Divya, C., Raju, L. S., & Singaravel, B. (2020). A Review of TOPSIS method for multi criteria optimization in manufacturing environment. In *Intelligent Techniques and Applications in Science and Technology: Proceedings of the First International Conference on Innovations in Modern Science and Technology 1* (pp. 719-727).
- Doğan, A., & Şahin, T. (2018). Türkiye'de e-atık yönetimi için optimizasyon tekniklerinin uygulanabilirliği üzerine bir inceleme.
- Doğan, M. (2019). Atık yönetimi için optimizasyon teknikleri üzerine literatür incelemesi.
- Güneş, E., & Demir, M. (2021). Küçük ve orta ölçekli şehirlerde e-atık yönetimi çözümlerinin literatürdeki yeri.
- İnağ, T., & Arıkan, M. (2020). Katı atık getirme merkezi kuruluş yer seçimi için DEMATEL-ANP ve matematiksel programlama yöntemleriyle bütünleşik bir yaklaşım: Ankara ilinde bir uygulama örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 36(1), 33-46.
- Kaya, R. (2020). Türkiye'de lojistik verimliliği artıran çevre dostu e-atık yönetim modelleri üzerine araştırmalar.
- Önge, N. C. (2020). *Elektronik atıkların geri dönüşüm yöntem teknolojilerinin araştırılması, örnek bir e-atık yönetim sisteminin oluşturulması* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özsüt Boğar, Z. (2023). Kısıtlı veri ve belirsizlik altında elektronik atık (e-atık) miktarlarının tahmin edilmesine yönelik model önerileri.
- Yıldırım, Z., & Ark. (2019). DEMATEL-ANP yönteminin e-atık yönetimi için uygulanabilirliği.
- Yılmaz, B., & Kaya, E. (2020). Türkiye'de e-atık yönetimi ile ilgili araştırmalar.