

YOZGAT İLİNDE KURULABİLECEK KOMPOST TESİSLERİNİN MOORA YÖNTEMİYLE OPTİMALLIK SIRALAMASI¹

Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN²
Doç. Dr. Hasan ELEROĞLU³
Arş. Gör. Dr. Rahim ARSLAN⁴

ÖZET

Bu çalışma, Yozgat ilinde kurulabilecek 11 kompost tesisinin optimal uygunluk sıralamalarının yapılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Tesisler, Yozgat bölgesinde açığa çıkan hayvansal (büyükbaş ve kanatlı hayvan gübresi) ve kesimhane atıklarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi için ön fizibilite çalışması neticesinde elde edilmiştir. Sıralanan kompost tesislerinin yatırım tutarı 7.034 milyon dolar, gelir tutarı 4,425 milyon dolar/yıl, kompost üretim kapasitesi 43384 ton/yıldır. Optimallik sıralaması çok kriterli karar verme tekniklerinden MOORA yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Kompost tesisi kümelerine ait 6 kriter hesaplamalara dahil edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 9 ve 3. kümeler yatırıma uygunlukta ilk iki sırada, 2 ve 7. kümeler yatırıma uygunlukta son sırada yer almıştır. Dolayısıyla yatırımcılara önerilebilecek öncelik sıralaması 9 ve 3. kümelerdir. Elde edilen verilere göre kurulabilecek tesislerin konumları şu şekildedir: 9.küme 66800 Sarıkent Köyü/Şefaati/Yozgat (39.373133, 34.765968); 3.küme 66700 Karalık Köyü/Sorgun/Yozgat (39.924460, 35.400467)

Anahtar Kelimeler: Yozgat, Kompost, MOORA, Optimallik

¹ Bu Makale 27-29 Ekim 2018 tarihleri arasında Manavgat-Antalya'da düzenlenen ASEAD 4.Uluslararası Sosyal Bilimler Sempozyumu'nda sunulan bildirden geliştirilmiştir.

² Cumhuriyet Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü

³ Cumhuriyet Üniversitesi Şarkışla Aşık Veysel Meslek Yüksekokulu

⁴ Cumhuriyet Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü

GİRİŞ

İnsanların ihtiyaçlarının artması doğal kaynakların kullanımını ve bu talebe cevap veren arz işletmelerini artırmıştır. Bu ihtiyaçların en önemli kısmını karşılayan ise hayvancılık endüstrisidir. Hızlı gelişen hayvancılık sektörü hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde çevresel sorunlar oluşturan yüksek miktarlarda hayvansal atığın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Özellikle ülkemizde kümes ve çiftlik hayvanlarından kaynaklanan hayvansal atıklar, en önemli ve en ciddi çevresel problemler arasında yer almaktadır. Bu nedenle bu sektörde atığın oluşturduğu çevresel sorunlar önem kazanmaktadır (Eleroğlu ve Yıldırım, 2011; Koç, 2002).

Türkiye’de birçok bölgede bu atıklar kontrolsüz bir şekilde depolanmaktadır. Yanlış depolama neticesinde atıklar kullanılan sulara sızmakta, hastalık yayan patojenlerin ve diğer zararlıların gelişeceği bir ortam oluşturmaktadır. Sorun olarak karşımıza çıkan bu atıklar, mikroorganizmalar vasıtasıyla komposta dönüştürülerek, çöp olmak yerine, ekonomiye katma değer oluşturabilecek bir ham maddeye dönüştürülebilir. Atıkların bu şekilde değerlendirilmesi, ülkemizdeki mevcut enerji açığının kapatılmasına, arazilere uygulanan gübre ihtiyacında dışarı bağımlılığın azalmasına, yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda toprakların azalan verimlilik potansiyelin artırılmasına ve çevre kirliliğinin azaltılmasına katkılar sağlayacaktır (TÜBİTAK-MAM, 2002).

Kompost üretim merkezlerinin faaliyete geçmesi ile birlikte Yozgat bölgesinin yerleşim yerleri ve köylerinde hayvancılık yapan çiftçilerimizin hayvan gübrelerini depolama ve biriktirme sorunu ortadan kalkacak, böylece çevreye yayılan kötü koku ve çirkin görüntü de azalacaktır. En önemlisi de kompost üretimi bilinçli hale gelecek ve atıklar tam kapasiteyle değerlendirilmiş olacaktır. Bu sayede de Yozgat ilinin tarımsal kalkınmasına, gelişmesine ve üretimin artmasına katkı sağlanacaktır. Bunun gerçekleşmesi için de toprağın organik yapısını koruyan ve hatta gelişmesini sağlayan doğal gübrenin kullanılması bir zorunluluktur. Üretim maliyetleri kimyasal gübrelere göre çok düşük olması, çiftçilerimize çok düşük maliyetle toprağı gübreleme imkanı sunacaktır. Kurulabilecek tesislerin hepsini birden faaliyete geçirme yerine, en optimal tesise karar verip kurmak daha verimli adım oluşturacaktır. Bu çalışma sayesinde ilgili kurum ve yatırımcılar hem tesislerin kapasite ve kurulum koordinatlarına ulaşabilecek hem de bu tesisleri hangisinin öncelikli faaliyete geçirebileceği hakkında bilgi sahibi olacaklardır.

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Sıralamaya dahil edilen tesisler “TR72 Bölgesi Hayvansal Atıkların Geri Dönüşümüne Yönelik Ön Fizibilite ve Yatırım Uygunluk Çalışması Projesi” kapsamında belirlenmiştir. Tesis kordinatları “Google Map” e girilerek tesis yerlerinin en yakın köy ve ilçeye uzaklıkları elde edilmiştir. Yozgat ilinde kurulabilecek toplam yatırım tutarı 7,034 milyon dolar, gelir tutarı 4,4 milyon dolar/yıl olan, toplamda 43 384 ton/yıl kompost üretebilecek 11 kompost tesisin 6 kriterler doğrultusunda optimallik sıralaması MOORA yöntemiyle yapılmıştır.

1.1. MOORA Yöntemi

Multi Objective Optimization on basis of Ratio Analysis (MOORA) yöntemi, Wiilem Karel M. Braures ve Edmundas Kazimieras Zavadskas tarafından 2006 yılında yayınlanan ‘The MOORA method and its application to privatization in a transition economy’ isimli makalede sunulmuştur (Önay ve Çetin, 2012).

Ayrık alternatiflerle çok amaçlı optimizasyon için önerilen ve yeni bir yöntem olarak ifade edilen MOORA, oranların uygulandığı amaçlar için alternatiflerin cevaplarının matrisini ifade eder (Braures, Zavadskas, 2006; 2010). MOORA yöntemi diğer çok kriterli karar verme tekniklerine kıyasla, hesaplama zamanı, basitlik, matematiksel işlemlerin miktarı, güvenilirlik ve analizlerde kullanılan veri türleri açısından daha çok tercih edilen bir yöntemdir (Onur, 2015: 250). MOORA yöntemi, oran sistemi ve referans noktası yaklaşımı olmak üzere iki temel bölümden oluşmaktadır (Şimşek ve diğ. 2015). Yapılan çalışmalarda MOORA yönteminin diğer çok kriterli karar verme teknikleri arasında matematiksel işlem, kararlılık ve veri türü açısından daha üstün olduğu açıklanmıştır (Chakraborty, 2011).

MOORA yönteminin uygulama adımları sırasıyla şu şekildedir (Kundakçı, 2016):

1.2. Oran Metodu

1. $i= 1, 2, \dots, m$ alternatif sayısı, $j= 1, 2, \dots, n$ kriter sayısı olmak üzere, karar matrisi oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_1(1) & \dots & x_1(n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_m(1) & \dots & x_m(n) \end{bmatrix}$$

2. Her bir alternatifin kareleri toplamının karekökü ile kriterler bölünerek normalizasyon matrisi elde edilir. Bu işlem,

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

eşitliği ile elde edilir. x_{ij}^* ; i. alternatifin, j. kriter değerinin normalleştirilmiş halidir.

Normalizasyon işleminin ardından sütunda yer alan kriterler maksimum ya da minimum olmalarına göre değerlendirilip toplanır ve toplanan maksimum kriter değerlerinden toplanan minimum kriter değerleri çıkartılır. Özetle bu ifade $j = 1, 2, 3, \dots, g$ maksimize edilecek kriterler ve $i = 1, 2, 3, \dots, n$ minimize edilecek kriterler olmak üzere;

$$y_i^* = \sum_{j=1}^g x_i^* - \sum_{j=g+1}^n x_i^*$$

olarak gösterilebilir.

Alternatiflere ait optimizasyon değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak en iyi alternatife karar verilir. En yüksek skora sahip alternatif en iyi alternatif, en düşük skor değerine sahip alternatif de en kötü alternatif olarak değerlendirilir.

1.3. MOORA Referans Nokta Teorisi

Referans nokta yaklaşımında oran yaklaşımında olduğu gibi normalizasyon işlemleri uygulanır. Elde edilen x_{ij}^* 'lerden amaca göre maksimizasyon ve minimizasyon değerleri referans noktası olarak seçilir. Seçilen bu noktaların her bir x_{ij}^* değerine uzaklıkları

$$d_{ij} = |r_j - x_{ij}^*|$$

formülüyle hesaplanır ve matris olarak yazılır. Elde edilen matrise Tchebycheff'in Min-Max Metrik ile sıralama yaklaşımı uygulanarak nihai sonuç elde edilir. Tchebycheff'in Min-Max Metrik formülü ise;

$$\text{Min}\{\max |r_i - x_{ij}^*|\}$$

olarak gösterilebilir.

Sonuçlar küçükten büyüğe sıralandığında ilk seçenek en iyi seçenek olarak kabul edilir (Özbek, 2016: 187). Bu yöntemde en küçük değer ideale en yakın nokta anlamına gelmektedir.

2. BULGULAR VE SONUÇ

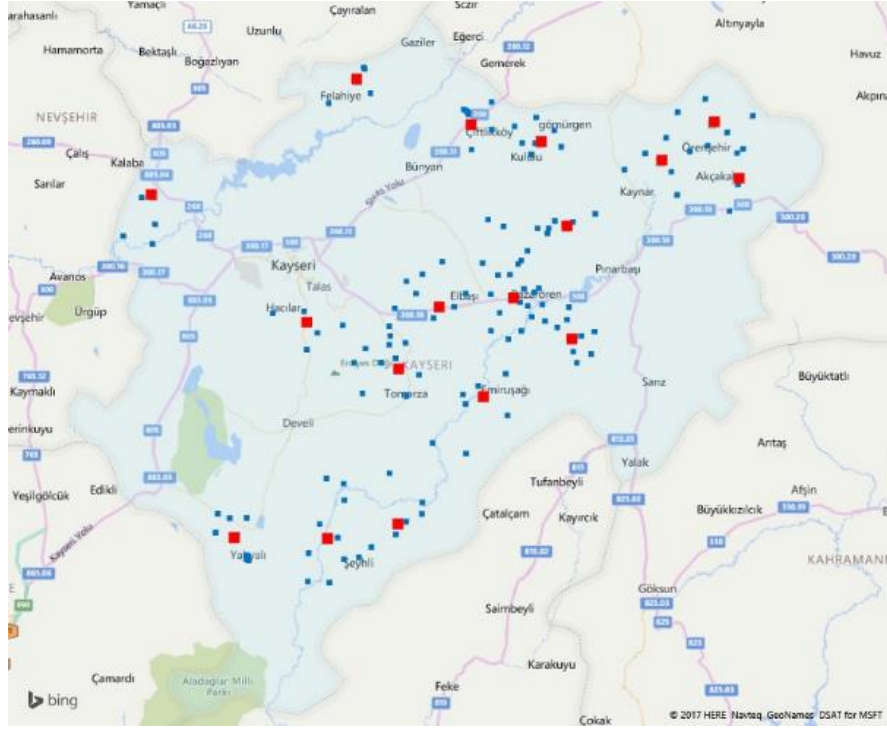
Yozgat İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden elde edilen veriler ilk olarak işletme büyüklüklerine göre sıralanmıştır. Yozgat ilinde 50 ve üzeri büyükbaş içeren 543 adet işletmeye ait yerleşim yerlerinin koordinatları enlem ve boylam olarak belirlenmiştir. Enlem ve boylam değerleri uzaklık değerlerine dönüştürülerek K-Means kümeleme analizine tabi tutulmuş, en uygun atık değerlendirme tesisi belirlenmeye çalışılmıştır. Kompost tesis merkezleri ise, odak merkezine uzaklık 15 km ve daha yakın, 1000-4000 arasında büyükbaş hayvan sayısına erişen işletmelerden oluşturulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1: Kompost Tesisleri Verileri

Küme	Ort.Mes. Km	HS	Enlem	Boylam	Ton/Yıl	Yatırım Dolar	Gelir Dolar/Yıl	İşletme Sayısı
1	3,64	1774	39,212	35,0031	3.081	579.517	314.296	4
2	8,63	2205	39,5678	35,646	3.830	579.517	390.656	7
3	7,64	3981	39,9244	35,4005	6.915	1.019.221	705.307	8
4	7,98	1303	40,1364	35,2119	2.263	359.665	230.850	7
5	2,08	1550	39,3264	35,1393	2.692	579.517	274.611	3
6	9,5	3433	39,9867	34,9397	5.963	799.369	608.219	7
7	10,68	2104	39,8349	36,026	3.655	579.517	372.762	6
8	8,49	1990	39,1967	35,5569	3.457	579.517	352.565	6
9	8,55	3862	39,3731	34,766	6.708	1.019.221	684.224	9
10	6,85	1249	39,4992	34,526	2.169	359.665	221.283	3
11	8,23	1526	39,5512	35,1982	2.651	579.517	270.359	3
Toplam		24977		Toplam	43.384	7.034.243	4.425.132	63

Kaynak: (Eleroğlu ve diğ., 2017)

Kümeleme analizi neticesinde kurulabilecek kompost tesislerinin yerleri Şekil 1'de sunulmuştur. Kurulabilecek tesislerin kapasiteleri, maliyetleri, ulaşım imkanları ve gelirleri farklı olduğundan yatırım öncelik sıralaması çok kriterli karar verme teknikleriyle yapılmıştır.



Şekil 1: Yozgat İli 1000 Büyükbaş ve 15 KM Sınırları İçinde Kalan Kompost Merkezleri ve İşletmelerinin Dağılımı (Eleroğlu ve diğ., 2017)

Kompost tesislerinin optimallik sıralamasında başlangıç matrisi için Tablo 1’de yer alan koordinatlar uzaklığa dönüştürülmüş, yatırım maliyeti ise hayvan sayısı ile doğru orantılı olduğundan hesaplamalara dahil edilmemiş ve hesaplamalarda aşağıdaki Tablo 2 kullanılmıştır.

Tablo 2: Kompost Tesisi Başlangıç Matrisi

Küme	Ort.Mes. Km	Hayvan Sayısı	Ton/Yıl	Gelir (Dolar)	İşletme Sayısı	En Yakın Merkez Belediye	En Yakın Köy Mesafe
1	3,64	1774	3.081	314.296	4	22	0
2	8,63	2205	3.830	390.656	7	30	0
3	7,64	3981	6.915	705.307	8	21	0
4	7,98	1303	2.263	230.850	7	7	0
5	2,08	1550	2.692	274.611	3	18	0
6	9,5	3433	5.963	608.219	7	18	0
7	10,68	2104	3.655	372.762	6	24	0
8	8,49	1990	3.457	352.565	6	15	0
9	8,55	3862	6.708	684.224	9	1	0
10	6,85	1249	2.169	221.283	3	18	0
11	8,23	1526	2.651	270.359	3	18	0

Optimallik sıralamasında hesaplamaya dahil edilen kriterler şunlardır:

Kriter 1: K-Means Kümeleme Analiziyle belirlenen kümelerde yer alan işletmelerin mesafe ortalamaları,

Kriter 2: Her bir kümede yer alan toplam büyükbaş hayvan sayısı,

Kriter 3: O kümede işlenecek yıllık atık miktarı,

Kriter 4: Kurulması planlanan kompost tesisinden elde edilecek yıllık gelir,

Kriter 5: Her bir kümede yer alan toplam büyükbaş işletme sayısı,

Kriter 6: Belirlenen kümede yer alan tesiste farklı atıkların da işlenebilmesi açısından en yakın belediye uzaklığı,

Kriter 7: Kümeleme analizi neticesinde belirlenen koordinatların en yakın yerleşim yerine olan uzaklığı alınmıştır. Bu kriter değerlerinin hepsi 0 olduğundan hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Alternatif olarak değerlendirilen kümelerden 1. kümede toplam 4, 2. kümede 7, 3. kümede 8, 4. kümede 7, 5. Kümede 3, 6. kümede 7, 7. Kümede 6, 8. kümede 6, 9. Kümede 9, 10. Kümede 3 ve 11. Kümede 3 olmak üzere 63 işletme kurulabilecek bu kompost tesislerine dahil edilmiştir.

Tablo 2'deki başlangıç matrisi MOORA yöntemi basamakları uygulanarak Tablo 3 elde edilmiştir.

Tablo 3: Kurulması Planlanan Kompost Tesislerinin Optimallik Sıralaması

Küme No	MOORA
1	5
2	11
3	2
4	9
5	4
6	3
7	10
8	6
9	1
10	8
11	7

SONUÇ

Kümeleme analizi neticesinde elde edilen 11 alternatif tesisin optimal uygunluk sıralamasında MOORA yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 9, 3 ve 6. kümeler yatırıma uygunlukta ilk üç sırada, 2, 7 ve 4. kümeler yatırıma uygunlukta son sırada yer almıştır. Dolayısıyla yatırımcılara önerilebilecek öncelik sıralaması 9, 10 ve 6. kümelerdir. Elde edilen verilere göre kurulabilecek tesislerin konumları şu şekildedir: 9. 66800 Sarıkent Köyü/Şefaatli/Yozgat (39.373133, 34.765968); 3. 66700 Karalık Köyü/Sorgun/Yozgat (39.924460, 35.400467). Yapılan bu çalışmada alternatiflerin sıralamasında yatırımcının dikkate alacağı farklı kriterler eklenebileceği gibi, farklı çok kriterli karar verme teknikleri de kullanılabilir. Ayrıca kurulabilecek tesislere farklı atıklar dahil edilebilir.

KAYNAKÇA

- ELEROĞLU H, YILDIRIM A, 2011. Tavukçuluk Katı Atıklarının Tavuk Gübresine İşlenerek Çevre Kirliliğinin Azaltılması3. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi, Girne, KKTC 494-503.
- KOÇ T, 2002. Bandırma İlçesinde Tavukçuluğun Çevresel Etkisi, Ekoloji Dergisi, 11(43): 11-16.
- TÜBİTAK-MAM, 2002. Kümes ve Ahır Gübrelerinin Geri Kazanılması ve Bertarafı Projesi.
- ÖNAY, Onur, (2015), “MOORA”, (Bahadır Fatih YILDIRIM ve Emrah ÖNDER), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora Yayıncılık 2015, s. (245-255).
- ÖZBEK Aşır, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ve Excel İle Problem Çözümü, Seçkin Yayıncılık, Ankara 2017.
- KUNDAKÇI Nilsen, “Combined Multi-Criteria Decision Making Approach Based On Macbeth And Multi-Moora Methods”, The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems, Volume 4, Issue 1, (2016), s. (17-26).
- CHAKRABOTY, S., “Applications Of The MOORA Method For Decision Making İn Manufacturing Enviroment”, The International Journal Of Advenced Manufacturing Technology, 54(9), (2011). s. (1155- 1166).
- ELEROĞLU H., BİRCAN H., ARSLAN R. (2017), “TR72 BÖLGESİ Hayvansal Atıkların Geri Dönüşümüne Yönelik Ön Fizibilite Ve Yatırım Uygunluk Çalışması Projesi”, Sivas Oran Kalkınma Ajansı, Yayınlanmamış Proje.
- BRAUERES, W. K. M. ve Zavaskas, E. K. (2006). The MOORA Method and Its Application to Privatization in A Transition Economy. Control and Cybernetics”, Vol. 35 No. 2: s. 445-469.