

Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Arazi Seçimi: Tuğla Fabrikası Toprak Tedariği Örneği

Hacı Mehmet Alakaş¹, Nurettin Yıldız², Ömer Şeker³

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
hmalagas@kku.edu.tr

² Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, nurettinyildiz@gmail.com

³ Öğr. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mucur MYO, Kırşehir, Türkiye. omerseker@ahievran.edu.tr

Özet

Tuğla fabrikalarının üretimde kullandıkları en önemli hammadde kil oranı yüksek topraktır. Şirketler maliyetlerini azaltmak için hammadde tedarikinde en uygun araziyi bulmayı hedeflemektedirler. Bu çalışmada tuğla fabrikasına hammadde tedariki için arazi seçiminde kullanılacak kriterler ve alt kriterler uzman kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda tespit edilmiştir. Tespit edilen kriterlerin ağırlıklarını belirlemek amacıyla da çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Ankara'da bulunan bir tuğla fabrikasından elde edilmiştir ve alternatif araziler belirlenmiştir. AHP yönteminde tespit edilen kriter ve alt kriterlerin ağırlıkları TOPSIS yönteminde kullanılarak en iyi alternatif belirlenmiştir. Belirlenen alternatifler sıralanarak hangi alternatifin önce tercih edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Bu çalışma ile tuğla fabrikaları için arazi seçiminde yol gösterecek bir yöntem geliştirilmiştir. Bu alanda ilk defa çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile bir çalışma yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tuğla üretimi; Arazi Seçimi; Çok Ölçütlü Karar Verme; AHP; TOPSIS

Land Selection with Multi-Criteria Decision Making Methods: Case of Brick Plant Soil Supply

Abstract

The most important raw material used by brick factories in production is soil with high rate of clay. Companies aim to find the most suitable land for raw material procurement to reduce costs. The criteria and sub-criteria that can be used for the selection of land for the supply of raw materials to the brick factory were determined as a result of interviews with experts. Analytical Hierarchy Process (AHP), one of the multi-criteria decision making methods, was used to determine the weights of these criteria. Data were obtained from a brick factory in Ankara and alternative lands were identified. Each alternative was scored according to the determined criteria and the alternatives were compared with TOPSIS method. In the TOPSIS method, the weights obtained by AHP method were used as criterion weights. As a result, criteria and sub-criteria for soil supply for raw materials to brick factories which have not been studied before were determined, weights of these criteria were determined and alternatives were selected with TOPSIS method. In this study, a method has been developed to guide the selection of land for brick factories. For the first time, a study with multi-criteria decision making methods has been conducted in this field.

Key words: Brick Production; Land Selection; Multi Criteria Decision Making; AHP; TOPSIS

*Corresponding author: Dr. Öğr. Üyesi Hacı Mehmet ALAKAŞ Address: Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71500, Kırıkkale TURKEY. E-mail address: hmalagas@gmail.com, Phone: +90 318 3573576 - 1045

1. Giriş

Tuğla gibi yapı malzemesi üreten ve satan fabrikalara tuğla fabrikası denir. Tuğla fabrikalarının üretimde kullandığı en önemli hammadde ise killi topraktır. Killi toprak, kil oranı yüksek olan topraklara verilen genel bir isimdir. Yapısı bakımından killi toprak, ince çaplı taneciklerden oluşur. Bu kil tanecikleri arasında kalan küçük gözeneklerde suyun ve havanın geçişini güçleştirmektedir. Bu nedenle killi topraklar sıkı, ısladıkları vakit dağılmaları ve hava almaları güç olan topraklardır. Bir diğer özelliği de ıslak halde kolay şekil verilebilmesi, kurduğunda da dayanıklılığı yüksek bir yapı oluşturmasıdır. Tuğla tüm bu özelliklerinden dolayı uzun yıllardır inşaat sektöründe kullanılan en önemli yapı malzemelerinden birisidir.

Tuğla fabrikalarına toprak tedarigi, işletmelerin mühendisleri tarafından çeşitli tetkikler sonucunda üretime uygunluğu tespit edilen arazileri kiralamaları veya satın almalarıyla başlar. Bu araziler bakanlıklardan alınan izinler sonucunda şirket tarafından kullanılabilir. Şirketler ekonomik durumu göz önünde bulundurarak maliyeti azaltmak için hammadde tedariginde arazileri tercih etmektedirler. Genellikle üzerlerinde yerleşim, insan yaşamı veya ekim dışında başka insan faaliyetleri bulunmayan toprak parçalarıdır. Tuğla fabrikaları da alternatif arazileri ancak kiralandıktan veya satın alındıktan sonra üretimde kullanabilmektedir.

Bu çalışmada Ankara ilinde kurulu bulunan bir fabrika için yapılmıştır. Bu kararımızda Ankara'da bulunan tuğla fabrikalarının sayıca çokluğu ve bu fabrikaların yıllık üretim kapasitelerinin yüksek olması etkili olmuştur. Şirket olarak Ankara ilinin Akyurt ilçesinde üretim yapan Esenboğa Toprak Sanayi Ticaret Madencilik ve Pazarlama Limited Şirketi çalışmamıza yardımcı şirket olarak seçilmiştir. Şirket bünyesindeki mühendislerden ve uzmanlardan verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesinde yardım alınmıştır. Şirket bünyesindeki mühendis ve uzmanlardan edinilen bilgiler ışığında tuğla fabrikalarında kullanılmak üzere seçilebilecek arazilerin özellikleri belirlenmiş, alternatifler arasından seçim çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden olan AHP ve TOPSIS yöntemleri yardımıyla yapılmıştır.

Çalışmanın planı; ikinci bölümde literatürde yer alan çalışmalardan bahsedilmiştir. Üçüncü bölümünde de tuğla üretim aşamaları anlatılmıştır. Dördüncü bölümde tuğla fabrikasına hammadde için toprak tedarigi hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Beşinci bölümünde kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Altıncı bölümde ise belirlenen kriterler ve örnek uygulama anlatılmıştır. Son bölüm olan yedinci bölümde ise yapılan çalışma değerlendirilmiş ve bulunan sonuçlar sonuç kısmında açıklanmıştır.

2. Literatür Araştırması

Literatürde yer seçimiyle alakalı birçok çalışma mevcut olmasına rağmen hammadde yer seçimi özelinde bir çalışma bulunmamaktadır. Benzer çalışmalardan bazılarında aşağıda yer verilmiştir.

Chen [1], dağıtım merkezi konum seçim sorununu bulanık ortamda çözmek için yeni birçok kriterli karar verme yöntemi önermiştir. Kahraman vd. [2], bulanık çok amaçlı grup karar vermede farklı çözüm yaklaşımlarını kullanarak tesis yerindeki sorunları çözmeye çalışmışlardır. Kaboli vd. (3), tesis yeri seçimi probleminde bulanık AHP metodunu kullanarak yeni bir

matematiksel model önermişlerdir. Yücel ve Ulutaş [4], Malatya'da bir kargo firması için ELECTRE yöntemi ile yer seçim problemini ele almışlardır. Choudhary ve Shankar [5], Hindistan'da termal enerji tesisi için kuruluş yeri probleminde bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Ömürbek vd. [6], Isparta ilinde hayvancılık yapılabilecek alanların belirlenmesine yönelik olarak AHP yöntemini kuruluş yeri seçiminde 7 alternatif ve 5 farklı kriter bazında uygulamışlardır. Garcia vd. [7], yeni bir muz dağıtım deposunun optimal konumlandırılması için 6 kriterden oluşan bir seçim sürecinde AHP yöntemini uygulamışlardır. Ağaç vd. [8], çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP, TOPSIS, VIKOR ve ELECTRE'yi kullanarak Doğu Anadolu bölgesinde serbest bölge yer seçimini ele almışlardır. Wey [9], Tayvan'da yeni bir metro transit istasyonunun yerinin belirlenmesinde bulanık AHP ve Veri Zarflama Analizi yöntemlerini kullanmıştır. İnce vd. [10], AHP yöntemini kullanarak İstanbul'da ki bir hastane için kuruluş yeri seçim problemini ele almışlardır. Cömert ve Yener [11], bir gıda firması için depo yer seçimi problemine bulanık AHP yöntemiyle çözüm aramışlardır. Karabıçak vd. [12], Bilecik-Adapazarı karayolu yapımı için firmanın şantiye yeri seçimi probleminde bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak en iyi alternatifi bulmaya çalışmışlardır. Gül ve Eren [13], bir kamu alanında en iyi depo yerinin seçimi için analitik hiyerarşi prosesi ile hedef programlama metotları ile çözüm aramışlardır. Singh vd. [14], İran'da ki bir otomotiv şirketi için 4 alternatif arasından en optimal depo yeri seçimini AHP metodu ile ele almışlardır. Yeşilkaya [15], kağıt fabrikası kuruluş yeri problemi için pazar, işgücü, hammadde, ulaşım, teşvikler, atıklar, enerji ve arazi kriterlerini beş alternatif şehir arasından en uygun olanının belirlenmesine yönelik olarak AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini kullanmıştır.

3. Tuğla Üretimi

Tuğla üretimi hammadde işleme ve şekillendirme, pişirme, kurutma ana işlemleri yapılmaktadır. Tuğla üretim aşamaları ve bunların açıklamaları aşağıda sırasıyla ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

Hammadde Hazırlanması, Tuğla üretiminde kullanılan killer toprakta genellikle toz halde bulunur. Bazen de kaya kaynaklı olarak bulunan kil yapısı fabrikalarda öğütücülerde öğütüldükten sonra üretimde kullanılır. Dolayısıyla doğadan elde edilen ve üretim tesislerine getirilen kil, gerek boyut olarak gerekse bileşim olarak uygun özelliklere sahip olması için bir dizi ön hazırlıktan geçer. Ön hazırlık aşamalarından birisi olan öğütme işlemi hammaddenin işlenebilirlik özelliği kazanabilmesi için yapılmaktadır. Hammaddenin homojen bir malzeme haline gelmesi ve kolayca işlenebilmesi için iyice ufalanması gerekmektedir. Bu amaçla çeşitli makinelerle içindeki iri taşlar ayıklandıktan sonra istenilen yapıya gelinceye kadar öğütülmektedir. Ayrıca istenilen özelliklerdeki kil hamurunu elde etmek için, kilin yeterli miktarda su ile birlikte ezilmesi ve karıştırılması gerekmektedir. Su ile de karıştıktan sonra istenilen kıvamda gelen kil hamuru şekillendirilmek üzere üretim bantlarıyla makinelere aktarılır.

Şekillendirme, hammadde hazırlanması aşamasından sonra şekillendirilmeye uygun bir kıvam kazanan hamur, çeşitli yöntemler kullanılarak şekillendirilmekte, istenilen biçim ve boyutlarda yarı mamul tuğla elde edilmektedir. Şekillendirme aşamasında genellikle kalıplama, presleme ve vakum pres yöntemleri kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemlerden sonra ortaya çıkan şekil verilmiş yapı tel yardımıyla kesilerek tuğlayı oluşturmaktadır. Ardından istenilen boyutlarda kesilen tuğlaların direnç kazanabilmesi için de kurutma aşamasına geçilir.

Kurutma, kurutma, kil içinde mevcut ve şekillendirmeye uygun bir kıvama getirmek için katılan suyun değişik yöntemlerle bünyeden çıkarılma işlemidir. Kurutma işleminde doğal kurutma ve suni kurutma olarak iki yöntem kullanılmaktadır.

Pişirme, tuğla üretimindeki son aşamadır. Pişirme, ülkemizde çeşitli fırınlarda çeşitli yakıtlar kullanılarak yapılmaktadır. Ülkemizde yaygın olarak kömür yakıtı ile pişirme işlemi uygulanmaktadır. Pişirme sırasında kil kimyasal reaksiyonlara maruz kalmaktadır. 300 °C derecede hamur içerisinde bulunan tüm organik maddeler tamamen yanar. 450-650 °C derece arasında yapı suyunu tamamen kaybeder ve 850-950 °C arasında kil hamurunun iyice pişmesiyle oluşan bu yeni malzeme artık sert, şeklini değiştirmeyen, belirli mukavemete sahip bir ürün haline gelir.

Sevk, pişirme fırınlarından çıkan ürünler soğuma sonrası kamyonlarla istenilen miktarlarda sevk edilebilmektedir. Böylelikle tuğlanın üretim ve sevk aşamaları bu şekilde tamamlanmaktadır.

Bu aşamalar sonucunda iyi bir ürün elde etmenin temelinde iyi bir hammaddeye sahip olmak geçiyor. Ürünün kalitesinde hammaddenin kalitesi en etkili faktörlerden biridir. Hammaddenin tedarik edilmesi ise hem maliyete hem de kaliteye olan etkisinden dolayı fabrika için çok önem arz etmektedir.

4. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri

Çok ölçütlü karar verme yöntemleri, en iyi kararın seçilmesinde, alternatiflerin belirlenen kriterlere göre nicel veya nitel veriler ışığında karşılaştırılarak puanlanması ve sıralanması esasına dayalı yöntemlerdir. Bu çalışmada kullanılan yöntemler; AHP ve TOPSIS'dir.

AHP Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi, Thomas L. Saaty [16] tarafından 1977 yılında geliştirilmiştir. Karar vermede hem nicel ve hem de nitel faktörleri beraber değerlendirme imkânı sunması problem çözümüne önemli fayda sağlamaktadır. AHP yönteminde hiyerarşik yapının en üstünde ulaşılması amaçlanan hedef, hedefin altında sırasıyla ana kriterler ve alt kriterler, en alta ise problemin çözümünde yer alacak alternatifler bulunmaktadır. Bu kriterler birbirleriyle ikili olarak karşılaştırılır ve uzman görüşleri ile Saaty'nin 1-9 skalası bazında değerlendirilir [17].

AHP yönteminin uygulama adımları şu şekildedir:

1. Hiyerarşik yapının oluşturulması
2. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması
3. Normalleştirme ve göreceli önem ağırlıklarının hesaplanması
4. Tutarlılık oranının hesaplanması
5. Her bir kriterin M alternatif için önem ağırlıklarının hesaplanması
6. Alternatiflerin ağırlıklarının belirlenmesi

TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi Hwang ve Yoon [18] tarafından 1981 yılında önerilen çok ölçütlü karar verme tekniklerinden birisidir. Bu yöntem negatif ideal çözüme en uzak, pozitif ideal çözüme en yakın

alternatif en çok tercih edilir varsayımından hareket etmektedir [19]. Bu yöntem, pozitif idealden negatif ideal noktalara uzaklıklarını dikkate alarak alternatifleri sıralayan bir yöntemdir [20].

TOPSIS yöntemi aşamaları:

1. Karar matrisinin oluşturulması
2. Normalize karar matrisinin oluşturulması
3. Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması
4. Pozitif ideal çözümün ve negatif ideal çözümün bulunması
5. Ayırım ölçülerinin hesaplanması
6. İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

5. Uygulama

Uygulamanın adımlarını problemin tanımlanması, uzmanlarla görüşülmesi, verilerin toplanması, kriterlerin belirlenmesi, alternatiflerin belirlenmesi, kriterlerin karşılaştırılması için uzman kişilere anket uygulanması, AHP yöntemi ile kriterlerin, alt kriterlerin ağırlıklandırılması ve alternatifin seçimi, TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin sıralanması ve alternatifin seçildikten sonra karşılaştırılması şeklinde sıralayabiliriz.

5.1. Problemin tanımı

Üretim yeri Ankara'da olan tuğla fabrikasına hammadde olarak kullanılacak toprak için Ankara ve çevre illerden belirlenen alternatif toprak arazilerinden en iyisinin seçimi için karar verilmesi amaçlanmaktadır. Bu karar verilirken dikkate alınacak kriterler ve şirketten alınan diğer veriler titizlikle ele alınacaktır.

5.2. Kriterlerin belirlenmesi

Çok ölçütlü karar verme yöntemi belirlenmeden önce hammadde tedarikinde kullanılacak kriterler araştırılmıştır. Şirket bünyesindeki mühendis ve uzmanlardan alınan veriler ışığında ana kriterler konum, miktar, maliyet, toprak yapısı ve kalite şeklinde belirlenmiştir. Konum kriterinin ulaşım kolaylığı, fabrikaya uzaklık ve ilçe merkezine uzaklık olarak 3 alt kriteri belirlenmiştir. Toprak yapısı kriterinin alt kriterleri ise kil oranı, taş oranı, tuz oranı, kum oranı olarak kabul edilmiştir.

5.3. Alternatiflerin belirlenmesi

Şirket, mühendis ve uzmanlarının onay verdiği, belirlenen kriterleri sağlayan arazileri kullanacaklardır. Bu kişiler tarafından belirlenen beş arazi alternatifi mevcuttur. Alternatif arazilerin özellikleri;

Arazi 1: Ulaşım kolaylığı olarak 4 puan, fabrikaya 42 km uzaklıkta, ilçe merkezine 84 km uzaklıkta, miktar kriteri bakımından 7565 m^3 , maliyeti 121.040 TL, kil oranı %27, taş oranı %4, kum oranı %18, tuz oranı %1 olan, üretim için kalite değerleri olarak da 3 puan alan bir arazi,

Arazi 2: Ulaşım kolaylığı olarak 2 puan, fabrikaya 54 km uzaklıkta, ilçe merkezine 93 km uzaklıkta, miktar kriteri bakımından 3295 m³, maliyeti 52.720 TL, kil oranı %26, taş oranı %6, kum oranı %16, tuz oranı %2 olan, üretim için kalite değerleri olarak da 3 puan alan bir arazi,

Arazi 3: Ulaşım kolaylığı olarak 3 puan, fabrikaya 39 km uzaklıkta, ilçe merkezine 54 km uzaklıkta, miktar kriteri bakımından 4215 m³, maliyeti 84.300 TL, kil oranı %25, taş oranı %5, kum oranı %18, tuz oranı %2 olan, üretim için kalite değerleri olarak da 2 puan alan bir arazi,

Arazi 4: Ulaşım kolaylığı olarak 5 puan, fabrikaya 43 km uzaklıkta, ilçe merkezine 55 km uzaklıkta, miktar kriteri bakımından 2164 m², maliyeti 43.280 TL, kil oranı %26, taş oranı %5, kum oranı %15, tuz oranı %4 olan, üretim için kalite değerleri olarak da 5 puan alan bir arazi,

Arazi 5: Ulaşım kolaylığı olarak 5 puan, fabrikaya 61 km uzaklıkta, ilçe merkezine 97 km uzaklıkta, miktar kriteri bakımından 1850 m³, maliyeti 27.750 TL, kil oranı %29, taş oranı %4, kum oranı %14, tuz oranı %3 olan, üretim için kalite değerleri olarak da 3 puan alan bir arazi şeklindedir.

5.4. Problemin Çözümü

5.4.1 AHP Çözümü

Kriterler fabrikadaki uzmanlar tarafından değerlendirilmesi için “1-9 Skalası” kullanılan anketler hazırlanmıştır. Bu anketler Esenboğa Toprak Sanayi Ticaret Madencilik ve Pazarlama Limited Şirketi’nde çalışan mühendis ve uzmanlar tarafından doldurulmuştur. Mühendis ve uzmanlardan alınan cevapların geometrik ortalamaları alınarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Karşılaştırma matrisinin normalize edilmiş hali Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kriter Karşılaştırmalarının Normalize Matrisi

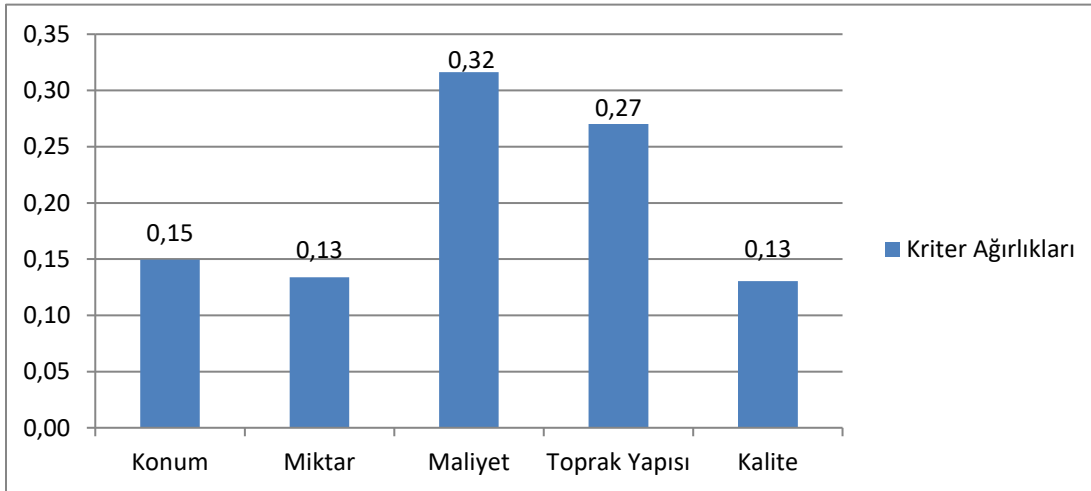
Kriterler	Konum	Miktar	Maliyet	Toprak Yapısı	Kalite
Konum	0,13	0,27	0,15	0,14	0,05
Miktar	0,07	0,14	0,23	0,14	0,10
Maliyet	0,27	0,18	0,31	0,35	0,48
Toprak Yapısı	0,27	0,27	0,25	0,28	0,29
Kalite	0,27	0,14	0,06	0,09	0,10

Kriter ve alt kriter ağırlıkları Tablo 2’deki gibi hesaplanmıştır. Bu kriterlerden en önemlisi %32 ile maliyet kriteridir. Maliyet kriterinden sonraki önemli kriter ise %27 ile toprak yapısı kriteridir. Bu sıralamayı %15 ile konum, %13 ile kalite ve miktar kriterleri izlemektedir.

Tablo 2. Kriterlerin alt kriterlerin ağırlıkları

Kriterler	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı	Kriter Ağırlığı
Konum	Ulaşım Kolaylığı	0,23	0,15
	Fabrikaya Uzaklık	0,50	
	İlçe Merkezine Uzaklık	0,27	
Miktar	X	X	0,13
Maliyet	X	X	0,32
Toprak Yapısı	Kil Oranı	0,48	0,27
	Taş Oranı	0,02	
	Kum Oranı	0,41	
	Tuz Oranı	0,09	
Kalite	X	X	0,13

AHP yöntemine göre 5 kriter bazında yapılan karşılaştırmalar sonucunda alternatiflerin ağırlıkları Şekil 1'deki gibi hesaplanmıştır. Bu değerlere göre en uygun arazinin Arazi-1 olduğu ve tuğla hammaddesi olarak kullanılacak toprağın bu araziden temin edilmesinin en uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

**Şekil 1. Kriterlerin Ağırlıkları**

5.4.2 TOPSIS Çözümü

TOPSIS yöntemi uygulanırken AHP yönteminde bulunan kriter ağırlıkları kullanılmıştır. Kriterler TOPSIS yönteminde alt kriterleriyle birlikte incelenmiştir. Alt kriteri olmayan ana kriterlerde direkt olarak TOPSIS yöntemine katılmıştır. Konum kriteri, alt kriterleri olan ulaşım kolaylığı 1'den 5'e doğru iyileşen puanlama sistemi, fabrikaya uzaklık kilometre (1.000 m), ilçe merkezine uzaklık kilometre (1.000 m) olacak şekilde, miktar kriteri metrekare (m³) olarak, maliyet kriteri Türk Lirası (TL) olarak, toprak yapısı kriteri, alt kriterleri olan kil oranı, taş oranı, kum oranı ve tuz oranı yüzde (%) olacak şekilde, kalite kriteri de 1 den 5'e doğru iyileşen

puanlama sistemi şeklinde TOPSIS yönteminde kullanılmıştır. Arazilerin kriterlere göre aldıkları puanlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Arazilerin kriterlere göre puanları

Alternatifler\Kriterler	Konum			Miktar	Maliyet	Toprak Yapısı				Kalite
	Ulaşım Kolaylığı	Fabrikaya Uzaklık	İlçe Merkezine Uzaklık	X	X	Kil Oranı	Taş Oranı	Kum Oranı	Tuz Oranı	X
Arazi 1	4	42	84	7565	121.040	27	4	18	1	3
Arazi 2	2	54	93	3295	52.720	26	6	16	2	3
Arazi 3	3	39	54	4215	84.300	25	5	18	2	2
Arazi 4	5	43	55	2164	43.280	26	5	15	4	5
Arazi 5	5	61	97	1850	27.750	29	4	14	3	3

TOPSIS yöntemine göre çözüm Tablo 4'de gösterilmiştir. Bu çözüme göre sıralama Arazi 5, Arazi 4, Arazi 2, Arazi 3 ve Arazi 1 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre fabrika hammadde tedarigi için öncelikle Arazi 5'ten başlayarak

Tablo 4. İdeal Çözüme Göreli Yakınlık ve Tercih Sıralaması

	C_i^*	Sıralama
Arazi 1	0,19	5
Arazi 2	0,70	3
Arazi 3	0,40	4
Arazi 4	0,76	2
Arazi 5	0,81	1

6. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, tuğla fabrikalarına hammadde için toprak tedariginde kullanılacak arazilerin seçim kriterleri ve alt kriterleri belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırması uzman kişilerden elde edilen bilgiler sayesinde çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Kriterler değerlendirildiğinde en önemli kriterin maliyet ve toprak yapısı olarak bulunmuştur. Toprak yapısı kriterinde ise alt kriterlerden kil oranının ve kum oranının önemi daha yüksek çıkmıştır.

Arazilerin TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi sonucunda ise en iyi alternatifin Arazi 5 olduğu ortaya çıkmıştır. Maliyet kriterinin ve kil oranının yüksek olmasının bu seçeneği öne çıkardığı görülmektedir. Çalışma tuğla, çimento vb. üretim yapan fabrikalar için kullanılacak kriterleri ve yöntemi ortaya koymasından özgün bir çalışmadır.

İleriki çalışmalarda benzer üretim yapısına sahip ürünler için çalışmalar yapılabilir. Fabrikanın üretim planının ve tedarik planlamasının birlikte yapılabileceği bir problem ele alınabilir. Ayrıca benzer bir konuda farklı çok kriterli karar verme yöntemleri ile çalışmalar yapılabilir.

Kaynaklar:

- [1] Chen CT. A Fuzzy Approach To Select The Location Of The Distribution Center. *Fuzzy Sets and Systems* 2001;118:65–73.
- [2] Kahraman C, Ruan D, Ibrahim DG. Fuzzy Group Decision-Making For Facility Location Selection. *Information Sciences* 2003;157:135–153.
- [3] Kaboli A, Aryanezhad MB, Shahanaghi K, Niroomand I. A New Method for Plant Location Selection Problem: A Fuzzy-AHP Approach. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics* 2007;582–586.
- [4] Yücel M, Ulutaş A. Çok Kriterli Karar Yöntemlerinden ELECTRE Yöntemiyle Malatya’da Bir Kargo Firması İçin Yer Seçimi. *Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 2009;9:327–344.
- [5] Choudhary D, Shankar R. An STEEP-fuzzy AHP-TOPSIS Framework for Evaluation and Selection of Thermal Power Plant Location: A Case Study from India. *Energy* 2012;42: 510–521
- [6] Ömürbek N, Üstündağ S, Helvacıoğlu ÖC. Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi’nde Bir Uygulama. *Yönetim Bilimleri Dergisi* 2013;11(21):101–116.
- [7] Garcia JL, Alvarado A, Blanco J, Jimenez E, Maldonado A.A, Cortes G. Multi-attribute Evaluation And Selection of Sites For Agricultural Product Warehouses Based On An Analytic Hierarchy Process, *Computers and Electronics in Agriculture* 2014;100:60–69.
- [8] Ağaç G, Peker İ, Baki B, Ar İM. Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Kullanarak Serbest Bölge Yer Seçimi: Doğu Anadolu Bölgesi Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 2015;30(1):79–113.
- [9] Wey WM. Smart Growth and Transit-Oriented Development Planning in Site Selection for A New Metro Transit Station in Taipei, Taiwan”, *Habitat International* 2015;47:158–168.
- [10] İnce Ö, Bedir N, Eren T. Hastane Kuruluş Yeri Seçimi Probleminin AHP ile Modellenmesi: Tuzla İlçesi Uygulaması. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi* 2016;1(3):08–21.
- [11] Cömert SE, Yener F. Bir Gıda Firması İçin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Depo Yeri Seçimi. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 2016;161–177.
- [12] Karabıçak Ç, Boyacı Aİ, Akay MK, Özcan B. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Karayolu Şantiye Yeri Seçimine İlişkin Bir Uygulama. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 2016;13(3):106–121.
- [13] Gül E, Eren T. Lojistik Dağıtım Ağ Problemlerinde Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ve Hedef Programlama ile Depo Seçimi. *Harran University Journal of Engineering* 2017;2:1–13.
- [14] Singh RK, Chaudhary N, Saxena N. Selection of warehouse location for a global supply chain: A case study. *Indian Institute of Management Bangalore* 2018;30:343–356.
- [15] Yeşilkaya M. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Kâğıt Fabrikası Kuruluş Yeri Seçimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2018;33(4):31–44.
- [16] Saaty TL. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill Inc; 1977

- [17] Aydın Ö, Öznehir S, Akcalı E. Ankara için Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 2009;14(2):69–86.
- [18] Hwang CL, Yoon K. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. New York: Springer-Verlag; 1981.
- [19] Xiangxin L, Kongsen W, Liwen L, Jing X, Hongrui Y, Chengyao G. Application of the Entropy Weight and TOPSIS Method in Safety Evaluation of Coal Mine. Procedia Engineering 2011;26:2085–2091.
- [20] Ignatius J, Mustafa A, Goh M. Modeling Funding Allocation Problems Via Ahp-Fuzzy TOPSIS. International Journal of Innovative Computing, Information and Control 2012;8(5-A):3329–3340.