



Araştırma Makalesi / Research Article

**ÇELİK YAPIDA KULLANILAN ENDÜSTRİYEL BOYA İÇİN AHP VE
TOPSİS YÖNTEMLERİ UYGULANARAK YAPILAN TEDARİKÇİ
SEÇİMİ***

**MAKING SUPPLIER SELECTION BY USING AHP AND TOPSIS METHODS FOR
INDUSTRIAL PAINT WHICH USED IN STEEL STRUCTURE**

Kaan GÜNDOĞAN¹

Oğuz BORAT²

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
kaangundogan@hotmail.com.tr

Geliş Tarihi / Received
01.12.2020

Kabul Tarihi / Accepted
04.01.2021

Öz

Bu çalışmanın amacı çelik yapı ve bu yapıda uygulanan boyanın özelliklerinin araştırılarak en uygun kısıtlara karar vermek ve bu kısıtlara bakılarak en iyi performansı gerçekleştirecek tedarikçiyi bulmaktır. Bu amaçla, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri seçilmiştir. İlk aşamada boyanın özelliklerinden faydalanılarak 6 adet ölçüt (dayanıklılık, kapama oranı, garanti süresi, kalite, maliyet analizi, kuruma süresi) belirlenmiştir. Bu ölçütlerin önem sıralamasını belirlemek amacıyla uzman 40 kişilik ekibe anket yapılmıştır. Sonuçlardan çıkan verilere istinaden önem sırası belirlenmiş daha sonra AHP yöntemi kullanılarak ağırlıkları bulunmuştur. Son aşamada ise en iyi tedarikçiyi bulma adına TOPSIS yöntemi kullanılarak firmaların tekliflerinde yer alan rakamlarla çarpımı sonucunda tedarikçi firmaların performans karşılaştırması yapılmıştır. Bunun neticesinde maliyet analizinin diğer kısıtlara göre performans değerlendirmesinde ön plana çıktığı görülmüştür. Diğer ikinci önemli ölçüt olan kalitenin de uzmanlar tarafından ankette değeri diğer ölçütlere göre daha belirleyici durumdadır. Bu doğrultuda yapılan analizler sonucunda en iyi performansı gösteren firmaya ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anket, boya sektörü, çelik yapı, ÇKKV, TOPSIS.

Abstract

The purpose of this study is to investigate properties of steel structure and paint which applied in this structure then decided on the most appropriate criteria for finding supplier that will perform the best performance. For this purpose, AHP and TOPSIS methods were chosen for solving that problem for the best supplier. In the first step, 6 criteria (durability, coverage rate, warranty period, quality, cost analysis, drying time) were determined by using properties of painting. In order to determine importance order of these criteria, a questionnaire asked to be answered a team of 40 people who experts in the industrial painting. Then AHP method was used to solve these questionnaires. At the last step, TOPSIS method was used for the performance evaluations. As a result of these, it has been observed that cost analysis comes to first criteria in performance evaluation according to other criteria. The second important criterion is the value of quality from the survey which answered by experts according to the other criteria. As a result of these evaluations, the best performing company was determined.

Keywords: AHP, MCDM, paint industry, steel structure, survey, TOPSIS.

*Bu yayın Kaan GÜNDOĞAN isimli öğrencinin İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Programındaki Lisansüstü tezinden üretilmiştir.

¹İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.
kaangundogan@hotmail.com.tr, [Orcid.org/0000-0002-8113-2317](https://orcid.org/0000-0002-8113-2317).

²İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.
oborat@ticaret.edu.tr, [Orcid.org/0000-0002-2242-6024](https://orcid.org/0000-0002-2242-6024).

1. GİRİŞ

Çelik konstrüksiyon sektörü ve boya sektörü son yıllarda çok talep gören sektörler arasına girmiştir. Bu iki sektör de ülkenin ekonomi, istihdam ve sanayi alanlarında önemli etkiye sahip olmuşlardır. Dolayısıyla hem ülkemizde hem de diğer ülkelerde bu sektörler sürekli izlenenler sektörler arasına girmişlerdir.

Bu çalışmadaki amaç, çelik yapıda endüstriyel boya kullanan bir firmanın bunu temin edeceği en uygun tedarikçiyi bulmaktır. Bu doğrultuda önce en uygun tabirini tanımlayacak ölçütleri (kriterleri) belirlemek ve daha sonra da bu ölçütlere göre mevcut seçenekleri değerlendirmek gerekmektedir. Araştırmada ilk aşama olarak, boya firmalarından projenin çelik metrajları çıkarılarak teklifler alınmıştır. Firmaların boya seçimindeki karar yaklaşımları araştırılmış ve çeşitli ölçütlere dayandığı görülmüştür. Bu ölçütlere bir öncelik sırası verilmeden soru haline getirilip anket olarak hazırlanmıştır. İstanbul bölgesinde bulunan bu alanda uzman 40 kişi belirlenmiş ve anket bu 40 kişi yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Anket sonuçlarına istinaden önem sıralaması belirlenmiş ardından çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinde TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi ile tedarikçilerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Bu çalışmada, AHP yöntemi, önem sıralaması ve kriter ağırlıkları için ve TOPSİS yöntemi ise kriterlerin tedarik seçiminde en iyi performansını değerlendirmek için baz alınarak literatür araştırması yapılmıştır. Ardından tedarikçi seçiminde kullanılan boya ve çelik konuları anlatılmış ve uygulama bölümüne geçilmiştir. Uygulama çözümünden sonra hangi tedarikçinin seçilmesi gerektiği sonuç bölümünde açıklanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bozdoğan ve ark. (2016), tarafından yapılan çalışmada öncelikle konuya ilişkin literatür araştırması yapılmıştır ve performans kriterleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak altı yıllık mali verilerine ulaşılan beş büyükşehir belediyesinin karşılaştırmalı başarı sıralaması yapılarak performansları değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Durmuş ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, güvenilirlik/gizlilik, ödeme kolaylığı, ürün bilgisi ve çeşitliliği ile web sitesi performansı olmak üzere dört kriter kullanılmıştır. AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kriter ağırlıkları belirlenirken İkili Karşılaştırma yöntemi dışında Max100 ve SWARA yöntemlerinin de kullanılması çalışmayı daha önce yapılanlardan ayıran önemli bir özellik olmuştur.

Öztürk (2019) yaptığı çalışmada, Ordu ili Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren bir hazır giyim işletmesi için en uygun kumaş hammadde tedarikçisinin seçilmesini ele almıştır. Bu çalışma ile, hazır giyim sektöründe faaliyette bulunan firmanın potansiyel tedarikçileri, ÇKKV modellerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmiştir. İşletmenin uzman görüşlerine dayanılarak tedarikçi seçiminde kullanılan kalite, fiyat, teslimat ve hizmet olarak 4 ana kriter belirlenmiş ve bunların 12 alt kriteri tanımlanmıştır. Belirlenen ana ve alt kriterlere göre işletmeye kumaş hammadde tedarikinde bulunan dört firma değerlendirilmiş ve öncelik sıralamaları belirlenmiştir.

Ballı ve ark. (2009), tarafından yapılan çalışmada, bulanık AHP ve TOPSIS yöntemleri, en iyi işletim sisteminin seçimi için entegre edilmiştir. Bulanık AHP işletim sistemlerinin kriter ve öncelik değerlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için alt kriterler kullanılmaktadır. Daha sonra

operasyonun sıralamasını belirlemek için TOPSIS yöntemi kullanılmaktadır. Bulanık AHP karmaşık çoklu kriterleri değerlendirmek için yararlı bir yaklaşımdır öznel ve belirsiz yargı içeren alternatiflerdendir.

Şahin ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, devletin üstlendiği görevler nedeniyle kamu kurumlarının yaptığı harcamaları, özel olarak da bu harcamaların en önemli kalemlerinden birisi olan araç alımlarını incelemeyi seçmiştir. Bu araç alımlarında ise arama ve kurtarma faaliyetlerinde kullanılmak üzere alınacak olan 4x4 bir pikap araç için seçim ölçütleri uzman kişilerin görüşleri alınarak belirlenmiş, belirlenen ölçütler AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Araçların teknik özellikleri belirlenen bu ağırlıklara göre değerlendirilerek mantıklı bir seçenek ortaya konmaya çalışılmıştır.

Supçiller ve Çapraz (2011) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren bir oluklu mukavva kutu üreticisi için tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Çalışmanın sonunda işletme için en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla tedarikçi seçimi probleminin çözülmesi için AHP ve TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için AHP yöntemi, tedarikçilerin sıralanması için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi sırasında Super Decisions 2.0.8. programı kullanılmıştır. Bu program yardımı ile kriter ağırlıkları ve tutarsızlıkları elde edilebilmektedir. TOPSIS yönteminin adımları için mevcut program bulunmaması nedeniyle Microsoft Excel 2007 hesaplamalarından yararlanılmıştır.

Akçin (2019) tarafından yapılan çalışmada, evlat edinmek amacıyla Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Çocuk Hizmetleri Genel Müdürlüğüne başvuruda bulunan ailelerden/bireylerden evlat edinmeye uygun bulunanlar arasından AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak en uygun aile/birey seçimi yapılması amaçlanmıştır. Uygulama için Bursa Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler İl Müdürlüğü seçilmiştir. Bursa Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler İl Müdürlüğünde görev yapan, evlat edinme sürecinde yetkili bir sosyal çalışmacı ile yapılan görüşmelerde ailelerin/bireylerin başvurularının sıralanması için dikkat edilecek ölçütler belirlenmiştir. Ölçütlerin birbirlerine göre önem dereceleri belirlenerek oluşturulan bilgi sisteminin AHP modülü kullanılarak ölçütlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlıklar kullanılarak bilgi sisteminin TOPSIS modülü ile başvuruda bulunan aileler/bireyler sıralanmıştır. Bilgi sisteminden elde edilen çıktılara göre “Evlat Edinme Ebeveyn Aday Sıralama Listesi” oluşturulmuştur.

Bu çalışmaların incelenmesi sonucunda AHP ve TOPSIS yöntemleri ile tedarikçi seçiminde oldukça başarılı sonuçlar elde edildiği ortaya çıkmış ve bu iki yöntemin bu çalışmada uygulanması yönünde ortak bir görüşe varılmıştır.

3. ÇELİK YAPI VE BOYA

3.1. Çelik Yapı

Karbon oranı %2’den az olan, mekanik direncinin yüksekliğiyle nitelenen, mekanik olarak işlenebilen (dövülerek, preslenerek, haddeden geçirilerek şekil verilebilen) demir ve karbon alaşımlarına “çelik” adı verilmektedir. Çelik, su verilerek veya başka maddelerle birleştirilerek çok sert bir hale sokulabilmektedir. Çelik hammaddelerin ortak özelliği, içlerinde belli ölçüde karbon ve manganez bulunmasından kaynaklıdır (Hasol, 1993).

Bina analizi ve tasarım yapısı incelendiğinde, özellikle çelik yapı, depreme dayanıklı bina tasarımı ve betonarme binalarda çelik takviyesi kullanımı konusunun son on yılda yapılan üniversitelerdeki çalışmalarda artış olduğu görülmektedir. Çalışmaların, bazı eleman ve birleşim testleri gibi

laboratuvar çalışmalarının yanında esas olarak modelleme ve analiz üzerine yoğunlaştığı görülmektedir, (Altay & Güneyisi, 2005).

3.1.1. Çelik yapının avantajları

Yapı çeliğinin mukavemetinin yüksek olduğu bilinmektedir. Böylece sistemin taşıması gereken toplam yük içinde taşıyıcı sistemin, yani çeliğin kendi ağırlığının payı daha az olmaktadır. Bu nedenle büyük açıklıkların geçilmesinde en elverişli malzeme olarak bilinmektedir. Her ne kadar başka hafif metaller ve kompozitler yüksek mukavemetleri dolayısıyla kullanılabilirler de bunlar pahalı olmaları nedeniyle, özel uygulamalar dışında, yaygın olarak kullanılmamaktadır. Açıklık arttıkça malzeme ve sistem kesitleri değişmektedir. Geniş açıklıklar da kullanılan malzeme kesiti kalınlığı aynı oranda arttığı düşünüldüğünde kendi ağırlığı dışında gelen yükleri de taşıması sağlanmaktadır.

Ülkemizde son derece yaygın olarak kullanılan betonarme yapı, çelik sistemi ile karşılaştırıldığında, çelik yapıların bu açıdan avantajı daha kolay fark edilebilmektedir. Çünkü ülkemizde inşa edilen betonarme yapıların çoğu çelik sistem ile oluşturulabilecek nitelikte iken, çelik sistem ile oluşturulan binaların büyük bir kısmı betonarme ile elde edilemeyecek yapılar olmaktadır (Ünver, 2003).

3.1.2. Çelik yapının dezavantajları

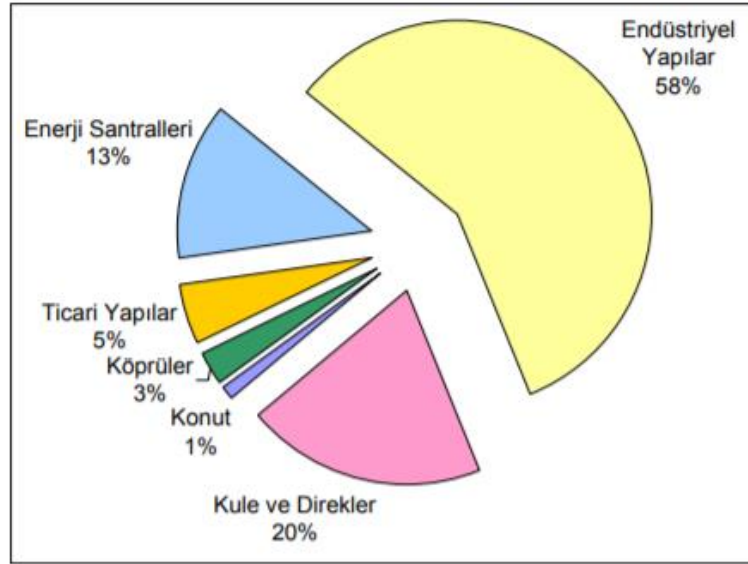
Çelik malzemesi, ısı ve ses açısından çok iyi bir iletkenidir. Bu nedenle yapıya uygulanacak yalıtım zayıf kalmaktadır. Çok iyi bir yalıtım durumunda ise izolasyon maliyetleri çok yükselmektedir. Yanıcı özelliği yoktur, fakat sıcaklığın yükselmesi durumunda mukavemeti ve elastik modülü zayıflamaktadır.

İyi bir ısı iletkeni olduğu düşünülürse, bir çelik elemana gelen ısı nedeniyle bu bölgede sıcaklık artmaktadır; ancak mukavemeti zayıflayan bu bölgeden ısı hızla iletileceği için de sıcaklık düşmektedir. Tabii bölgeyi ısıtan ısı kaynağı kesilmezse bütün çelik bloğa iletilen ısı ile sıcaklık artışı olacak ve sonuçta çelik bloğun tümünde mukavemetin düşüşü kaçınılmaz olacaktır. Büyük yangınlar buna örnek gösterilebilmektedir.

Çelik malzemenin su veya kimyasal madde ile teması durumunda elemanlarda korozyon (kesit kaybı, paslanma) olmaktadır. Bu nedenle çelik elemanların antipas ve boya ile dış etkenlerden korunması gerekmektedir. Ülkemizde genelde çok katlı yapılar yapıldığı için ve çelik yapının betonarme yapıya göre inşa süresi olarak çok daha kısa olmasına rağmen maliyetinin yüksek olması nedeniyle çelik malzeme ile yapılan yapılar genelde tek katlı fabrika binaları ve endüstriyel tesislerde tercih edilmektedir. (İğın, 2016).

3.1.3. Türkiye’de çelik yapı kullanımı

Türkiye’de üretilen çelik yapıların yaklaşık %60’ı endüstriyel yapılardır. Buna kuleler ve enerji alt yapı yatırımları da dahil edilirse bu oran %90’lara ulaşmaktadır. Şekil 1 de görüldüğü gibi ticari yapılar ve köprüler ise kalan %10’luk payı oluşturmaktadır (Tuca, 2005).



Şekil 1. Türkiye’de Çelik Yapıların Dağılımı

Ekonomik büyüme hızının %6-8 oranında olduğu varsayılırsa, yapısal çelik sektöründeki büyüme hızının, ekonomik büyüme hızından 1-2 puan fazla olacağı öngörülmektedir. Türkiye’deki çelik firmalarının yaklaşık 7-10 milyon m² inşaat alanı üretebilecek işleme kapasitesi bulunmaktadır. Bu kapasitenin önemli bir kısmı yurt dışında yüklenim işleri yapabilecek düzeydedir ve önemli yurt dışı projelerinde de ülkemizde faaliyet gösteren çelik yapı firmalarımız görülebilmektedir (Tuca, 2005).

3.2. Boya

Boya, malzeme yüzeyini aydınlatmak amacıyla dış faktörlerden korumak, süslemek için ince ve sert bir tabaka şeklinde olan organik ya da organik olmayan maddedir. Ayrıca boya, plastik esaslı pigmentlerden ve incelticilerden oluşmuş renkli sıvı bileşimidir. Boya, eskiden farklı sanat eserlerinde değişik dekoratif amaçlarla kullanılırken, günümüzde boya yapı malzemelerini dış etkenlerden kimyasal özelliklere karşı korumaktadır. Boya, yüzeysel ışığı ve hijyeni düzenleyerek mimaride aydınlatıcı bir malzeme niteliğinde kullanılmaktadır (Er, 2017).

Boya üretimi, üretiminde kullanılan hammaddelerin uygun bir öğütücü içerisinde homojen bir şekilde karıştırılmasını içermektedir. Günümüzde bunun için dikey veya yatay boncuk değirmenleri ve yüksek hızlı karıştırıcı kazanlar kullanılmaktadır. Su bazlı boyalar için karıştırıcı kazanlar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Boya üretimi için, karıştırıcı kazan içerisine her bir hammadde belirli bir sıra ile kademeli olarak katılır. Birinci aşamada su ve ıslatıcı, köpük kesici gibi bazı yüzey aktif maddeler katılmaktadır (Paksoy, 1999)

3.2.1. Boya uygulaması

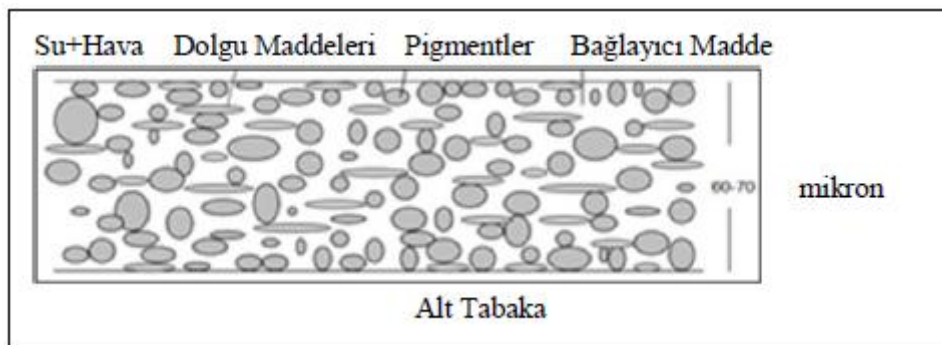
Yapılacak olan boya uygulamasında, hem işin mevcut kalitesine etkileyecek çeşitli parametrelerin, hem de sağlık, güvenlik ve çevre risklerinin denetlenmesi gerekli ise bu boya uygulaması literatürde sanayi boyası olarak geçmektedir. Sanayi boya uygulamalarında boya yapılacak olan ürün, boyanın yapılacağı yere gitmektedir. Bununla beraber boya yapımında herhangi bir denetim şartı aranmıyorsa ve boya yüzeyin bulunduğu yerde yapılıyorsa bu inşaat boyası olarak ele alınmaktadır. İnşaat boyları tek bir bölüm dâhilinde ele alınırken, sanayi boyları çeşitli alt sektörlere ayrılmaktadır (Uysal, 2010).

3.2.2. Epoksi shopprimerleri

Geleneksel solvent bazlı shop astarları 1970'lerden beri vardır. Çinko bakımından zengin shopprimerlerin demir esaslı substratlar üzerine uygulanması, çok etkili bir anti korozyon koruması yöntemidir. Uzun ömürlü bir kaplama sistemi elde etmek için bir ilk kat olarak epoksi esaslı shopprimer ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda epoksi esaslı shopprimer üç kat koruma sağlamaktadır (Jotun, 2018).

3.2.3 Endüstriyel boyalar

Astarlar ve son kat boyalar farklı özellikleri vurgulamaktadır. Yapışma ve korozyona karşı koruma astarlar için temel özelliklerken; dış cephedeki dayanıklılık, kir tutmama, kimyasal direnç ve parlaklık gibi özellikleri son kat boyalar içinde astarlara önemli bir öncelik sağlar. Su bazlı astarlar gibi su bazlı akrilik son kat boyaların metaller üzerindeki kullanımı son derece artmıştır (MakinaTek, 2018).



Şekil 2. Altındaki Metalin Korozyon Ortamı İle Temas Etmesini, Bariyer Etkisi İle Korozyon Koruması İçin Oksijeni Ve Suyun Çelikte Aşığıya Geçmesini Engellenmesi

4. METODOLOJİ

4.1. AHP (Analytic Hierarchy Process)

ÇKKV yöntemleri, birden fazla kritere dayalı karar verme problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı AHP olup, diğerleri TOPSIS, MOORA, ELECTRE, VIKOR, ANP, PROMETHEE vb. olarak sıralanabilmektedir (Eleren, 2007).

1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHP, birden çok kriter (ölçüt) içeren karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan bir karar verme yöntemidir. AHP, karar vericilerin karmaşık problemleri; problemin ana hedefi, kriterleri (criteria / attributes / objectives), alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak vermektedir. AHP' nin en önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de sübjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir. Başka bir ifade ile AHP, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemden oluşmaktadır. AHP çok geniş bir uygulama alanına sahiptir ve pek çok karar probleminde etkin olarak kullanılmaktadır (Kuruüzüm ve ark., 2001)

ÇKKV problemlerinin; ana hedef, kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi gösteren AHP, hiyerarşik bir yapıda modellenbilmesine olanak veren bir sistemden oluşmaktadır. Bu yöntemle, birçok değerlendirme kriterin rol oynadığı karar problemlerinde, kriterlerin amaca

katkısının belirlenebilmesi için kriter ağırlıkları hesaplanabilmekte ve uygun karar alternatifi seçilebilmektedir (Görener ve ark., 2011).

4.2. TOPSİS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

TOPSİS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yoon ve Hwang tarafından 1980 yılında ELECTRE metoduna bir alternatif olarak geliştirilmiştir ve kabul edilmiş varyasyonlar içinde en yaygınlarından biri olarak düşünülebilmektedir. Metodun temel amacı; seçilmiş alternatif bir ideal çözüme en kısa mesafede ve ideal olmayan çözüme en uzak mesafede olmaktadır. TOPSİS metodu her bir kriterin tekdüze bir şekilde artan ya da azalan fayda eğilimine sahip olduğunu varsaymaktadır. Bundan dolayı, ideal ve ideal olmayan çözümleri tanımlamak kolay olmaktadır. Öklid mesafesi yaklaşımı alternatiflerin ideal çözüme göreli yakınlıklarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Böylece bu göreli mesafelerin karşılaştırılmalarının bir serisi aracılığıyla alternatiflerin tercih sırası çıkarılabilmektedir (Kaya ve ark., 2004).

5. UYGULAMA

Günümüz şartlarında boya sektöründeki gün geçtikçe artan talep dikkat çekicidir. Her ne kadar şu an korona virüs vakasından dolayı talepler düşmüş olsa da ilerleyen zamanlarda tekrar eski haline kavuşacağı tahmin edilmektedir. Boya sektöründe müşterinin talebine verilen cevabın hızı ve sunulan kalite çok önemli bir yere sahip olmaktadır. Yenilenen ve çeşitlenen hizmetler gelen talepleri arttırdığı gibi tedarikçilerin de daha çok imkana sahip olması için zorlamaktadır. Bu bakımdan en iyi imkanları sunan tedarikçi diğer tedarikçilere göre bir adım öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, bir çelik konstrüksiyon şirketinde, platform yapımında kullanılacak 3 kat boyanın tedarigi için değerlendirilmeler yapılmıştır. Belirlenen kriterlerde önem sırasını belirlemek için AHP yönteminden faydalanılmıştır. Tedarikçi seçiminde belirlenen kriterlerin önem sıralaması için önce anket çalışması yapılmıştır. Kriterlerin önem sırası belirlendikten sonra TOPSİS yöntemi kullanılarak performans ölçümü yapılmıştır.

Bu yapıda sanayi boyasının rapid endüstriyel olarak geçen önceki sayfalarda bahsedilen özellikli olanı kullanılacaktır. Çelik konstrüksiyon platform yapımında 3 kat boya kullanılacaktır. Bunlardan birincisi shop primer, çelik konstrüksiyon malzemeye S.A 2,5 kalitesinde kumlama işleminden sonra atılır. Kumlama, malzemenin üzerinde bulunan yağdan ve mevcut pasının temizlenmesi için yapılan bir işlemdir ardından atılan shop primer boya malzemenin paslanmasını önlemek ve imalat işleminin kaynak bölümünde çapak oluşumunu minimum seviyeye çekmesini sağlayacaktır.

İkinci kat veya astar olarak nitelendirilen boya işlemi imalat bitiminde uygulanacaktır. Ardından son olarak üçüncü son kat boya atılacaktır. Bu boya işlemleri esnasında airless (hava püskürtmeli) boya makineleri kullanılacaktır. Bu hizmetler için tedarikçilerden detaylı fiyat teklifi istenmiş ve değerlendirilmiştir. Tedarikçi firmaların tamamı çok uluslu firmalardır. Bu firmalar J, M ve R olarak isimlendirilmiştir.

5.1. AHP Adımları

Boya tedarikçi seçimi için 6 adet kriter belirlenmiştir. Bu kriterler maliyet analizi, kalite, garanti süresi, kuruma süresi, dayanıklılık ve kapama oranıdır. Bu kriterler belirlendikten sonra 6 sorudan oluşan anket düzenlenmiştir. Bu anket boya alanında uzman 40 kişilik ekip tarafından cevaplandırılmıştır. Bu cevaplandırılan soruların değerlendirmesinden sonra kriterlerin önem sıraları belirlenmiştir. Bu kriterlerin önem sırasının belirlenmesi neticesinde ağırlıklarının

hesaplanması için Excel programı yardımıyla sonuçlara ulaşılmıştır. Aşağıda detaylı açıklaması Tablo 1 ile birlikte yapılmıştır.

Tablo 1. Kriterlerin Önem Derecelerine İstinaden Sıralanması (AHP Adımları 1)

	Kalite	Garanti Süresi	Kuruma Süresi	Kapama Oranı	Dayanıklılık	Maliyet
Kalite	1	5	4	3	2	0,5
Garanti Süresi	0,2	1	0,5	0,333	0,25	0,143
Kuruma Süresi	0,25	2	1	0,5	0,333	0,167
Kapama Oranı	0,333	3	2	1	0,5	0,2
Dayanıklılık	0,5	4	3	2	1	0,333
Maliyet	2	7	6	5	3	1
Toplam	4,283	22	16,5	11,833	7,083	2,343

Kriterlerin önem sıralamasının yapılan anket sonucunda belirlenmesinden sonra ikili karşılaştırma yolu benimsenerek değerler belirlenip Ms Excel formatında Tablo 1 oluşturulmuştur. Tablo 1’de görüldüğü üzere kriterlerin kendileriyle karşılaştırılması 1 olarak değerlendirilmiştir. İlk sütundan başlamak üzere geri kalan bölümde ise A kriterinin karşılaştırılacak olan diğer B kriterinden önemi fazla ise 1-9 değerlerine göre aldığı değeri A kriterinin karşısına yazılmıştır. Eğer önemi az ise A kriteri değeri 1’e bölünerek tabloya yazılmıştır. Bu yöntem kullanılarak Tablo 2 doldurulmuştur. Kriter A ve Kriter B örnek için belirtilmiştir. Böylelikle matris oluşturulmuştur

Tablo 2. Kriterlerin Birbiriyle Karşılaştırılması ve Ağırlıklarının Hesaplanması Ana Kriterlere Ait Normalize Edilmiş Matris (AHP Adımları 2)

	Kalite	Garanti Süresi	Kuruma Süresi	Kapama Oranı	Dayanıklılık	Maliyet	Ağırlık (W)
Kalite	0,23	0,23	0,24	0,25	0,28	0,21	0,24
Garanti Süresi	0,05	0,05	0,03	0,03	0,04	0,06	0,04
Kuruma Süresi	0,06	0,09	0,06	0,04	0,05	0,07	0,06
Kapama Oranı	0,08	0,14	0,12	0,08	0,07	0,09	0,10
Dayanıklılık	0,12	0,18	0,18	0,17	0,14	0,14	0,16
Maliyet	0,47	0,32	0,36	0,42	0,42	0,43	0,40
Toplam	1	1	1	1	1	1	

Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak Tablo 1’de görüldüğü üzere değerlerin sütun olarak toplamının alınması işlemi yapılmıştır. Daha sonra Tablo 1’deki her bir değeri toplam değere bölerek Tablo 2 oluşturulmuştur. Tablo 2’deki ağırlık sütunu

kriterlerin satırsal olarak ortalamasından oluşmuştur. Bu yöntemle kriterlerin ağırlık değerleri belirlenmiştir. Böylelikle Tablo 1’de oluşturulan matris normalize edilmiştir.

Tablo 3: Tutarlılık Oranının Hesaplanması. Tutarlılık Göstergesinin Ve Tutarlılık Oranının Hesaplanması (AHP Adımları 3)

	Kalite	Garanti Süresi	Kuruma Süresi	Kapama Oranı	Dayanıklılık	Maliyet	Ağırlık Önem Vektörü (Ws)	Tutarlılık Vektörü
Kalite	1	5	4	3	2	0,5	1,500	6,250
Garanti Süresi	0,2	1	0,5	0,333	0,25	0,143	0,248	6,212
Kuruma Süresi	0,25	2	1	0,5	0,333	0,167	0,370	6,167
Kapama Oranı	0,333	3	2	1	0,5	0,2	0,580	5,800
Dayanıklılık	0,5	4	3	2	1	0,333	0,953	5,958
Maliyet	2	7	6	5	3	1	2,500	6,250
							λ_{max}	6,106

Tutarlılık Oranı yapılan anketin ne kadar doğru olduğunun tespiti için hesaplanan değerdir. Aşağıda AHP anlatımında gösterilen formüllere istinaden hesaplanmıştır.

Tutarlılık Göstergesi (CI) = $(\lambda_{max} - n)/n-1$, Tutarlılık Oranı (CR) = Tutarlılık Göstergesi (CI) / Rassallık Göstergesi (RI); $n=6$ Rassallık Göstergesi (RI) = 1,24; Tutarlılık Göstergesi (CI) = $(6,106 - 6) / (6 - 1)$; Tutarlılık Göstergesi (CI) = 0,0212302; Tutarlılık Oranı (CR) = 0,0212302 / 1,24; Tutarlılık Oranı (CR) = 0,0171211.

Eğer (CR) < 0,1 Sıralama doğru olur: 0,0171211 < 0,1 Sıralama doğru

Tablo 4. Kriterlerin Hesaplanan Ağırlıkları ve Önem Sıralaması (Ağırlıklar değerleri Tablo 3’teki Ağırlık (W) değerinden alınmıştır). Kriterlerin Ağırlıkları ve Önem Sıralaması (AHP Adımları 4)

	Ağırlıklar	Önem Sırası
Kalite	0,24	2
Garanti Süresi	0,04	6
Kuruma Süresi	0,06	5
Kapama Oranı	0,10	4
Dayanıklılık	0,16	3
Maliyet	0,40	1

5.2. TOPSIS Adımları

1.Adım: Matrise ait Normalizasyon İşlemi

$$\bar{X}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$$

Tablo 5. J Firması Fiyat Teklifi

J	Katı Madde Oranı (%)	Kuru Film Kalınlığı (μ)	Teorik Yayılma (m^2/lt)	Pratik Yayılma (m^2/lt)	Yüzey Alanı (m^2)	Boya Sarfiyat Miktarı (lt)	Birim Fiyatı (TL)	Toplam Maliyet (TL)	M ² Maliyet (TL/m ²)
Epoksi Shopprimer	25	20	12,50	8,75	1.200	137	18,09	2.479	2,077
Rapid Ara Kat	56	50	11,20	7,84	1.200	153	18,76	2.867,6	2,412
Rapid Son Kat	44	40	11,00	7,70	1.200	156	32,83	5.118,8	4,288
Tiner					1.200	22	26,13	589,6	0,402
TOPLAM								11.055	9,179

Tablo 6. M Firması Fiyat Teklifi

M	Katı Madde Oranı (%)	Kuru Film Kalınlığı (μ)	Teorik Yayılma (m^2/lt)	Pratik Yayılma (m^2/lt)	Yüzey Alanı (m^2)	Boya Sarfiyat Miktarı (lt)	Birim Fiyatı (TL)	Toplam Maliyet (TL)	M ² Maliyet (TL/m ²)
Epoksi Shopprimer	28	20	14,00	9,80	1.200	122,45	17,52	2.145,47	1,825
Rapid Ara Kat	45	100	4,50	3,15	1.200	380,95	11,68	4.449,35	3,796
Rapid Son Kat	45	50	9,00	6,30	1.200	190,48	21,17	4.035,52	3,358
Tiner					1.200	69,34	18,25	1.266,55	0,949
TOPLAM								11.893,9	9,928

Tablo 7. R Firması Fiyat Teklifi

R	Katı Madde Oranı (%)	Kuru Film Kalınlığı (μ)	Teorik Yayılma (m^2/lt)	Pratik Yayılma (m^2/lt)	Yüzey Alanı (m^2)	Boya Sarfiyat Miktarı (lt)	Birim Fiyatı (TL)	Toplam Maliyet (TL)	M ² Maliyeti (TL/m ²)
Epoksi Shopprimer	27	20	13,50	9,45	1.200	127	16,75	2.123,9	1,74
Rapid Ara Kat	60	80	7,50	5,25	1.200	229	13,40	3.061,9	2,55
Rapid Son Kat	60	60	10,00	7,00	1.200	171	20,77	3.557,7	2,95
Tiner					1.200	60	15,08	911,2	0,80
TOPLAM								9.66	8,04

Tablo 8. Tüm Firmaların Sunduğu Boyalara Ait Kalite Belgeleri ve Garanti Süreleri

Firma	Kalite (Belge Sayısı)	Garanti Süresi (Yıl)
J	10	10
M	8	10
R	6	10

Tablo 9: Karar matrisi

Ağırlıklar	0,24	0,04	0,06	0,10	0,16	0,40
Firma	Kalite	Garanti Süresi	Kuruma Süresi	Kapama Oranı	Dayanıklılık	Maliyet
J	10	10	110	24,29	125	9,18
M	8	10	170	19,25	118	9,93
R	4	10	160	21,7	147	8,04

Tablo 9’da J, M ve R firmasına ait tekliflerin kriterlere göre değerlerinin hesaplanıp yazılması işlemi yapılmıştır. Bu yolla matris oluşturulmuştur.

Tablo 10. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Firma	Kalite	Garanti Süresi	Kuruma Süresi	Kapama Oranı	Dayanıklılık	Maliyet
J	0,745	0,577	0,426	0,642	0,553	0,583
M	0,596	0,577	0,659	0,509	0,522	0,631
R	0,298	0,577	0,620	0,574	0,650	0,511

Tablo 10’da 3 firmanın verdiği fiyat tekliflerine göre hesaplanan değerlerine istinaden normalizasyon işleminde kullanılan formül ile hesaplanmıştır. Böylelikle matrisin normalize edilmesi işlemi yapılmıştır.

$$\bar{X}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$$

Tablo 10 oluşturulması için yukarıdaki formülün uygulanması aşağıdadır;

Kalite Kriteri Sütunu için Hesaplama;

$$\bar{X}_{11} = J_{11}/((J_{11}^2)+(M_{21}^2)+(R_{31}^2))^{0.5} = 10/(10^2)+(8^2)+(4^2)^{0.5} = 0.745$$

$$\bar{X}_{21} = M_{21}/((J_{11}^2)+(M_{21}^2)+(R_{31}^2))^{0.5} = 8/(10^2)+(8^2)+(4^2)^{0.5} = 0.596$$

$$\bar{X}_{31} = R_{31}/((J_{11}^2)+(M_{21}^2)+(R_{31}^2))^{0.5} = 4/(10^2)+(8^2)+(4^2)^{0.5} = 0.298$$

Garanti Süresi Kriteri Sütunu için Hesaplama;

$$\bar{X}_{12} = J_{12}/((J_{12}^2)+(M_{22}^2)+(R_{32}^2))^{0.5} = 10/(10^2)+(10^2)+(10^2)^{0.5} = 0.577$$

$$\bar{X}_{22} = M_{22}/((J_{12}^2)+(M_{22}^2)+(R_{32}^2))^{0.5} = 10/(10^2)+(10^2)+(10^2)^{0.5} = 0.577$$

$$\bar{X}_{32} = R_{32}/((J_{12}^2)+(M_{22}^2)+(R_{32}^2))^{0.5} = 10/(10^2)+(10^2)+(10^2)^{0.5} = 0.577$$

Kuruma Süresi Kriteri Sütunu için Hesaplama;

$$\bar{X}_{13} = J_{13}/((J_{13}^2)+(M_{23}^2)+(R_{33}^2))^{0.5} = 110/(110^2)+(170^2)+(160^2)^{0.5} = 0.426$$

$$\bar{X}_{23} = M_{23}/((J_{13}^2)+(M_{23}^2)+(R_{33}^2))^{0.5} = 170/(110^2)+(170^2)+(160^2)^{0.5} = 0.659$$

$$\bar{X}_{33} = R_{33}/((J_{13}^2)+(M_{23}^2)+(R_{33}^2))^{0.5} = 160/(110^2)+(170^2)+(160^2)^{0.5} = 0.620$$

Kapama Oranı Kriteri Sütunu için Hesaplama;

$$\bar{X}_{14} = J_{14}/((J_{14}^2)+(M_{24}^2)+(R_{34}^2))^{0.5} = 24.29/(24.29^2)+(19.25^2)+(21.7^2)^{0.5} = 0.642$$

$$\bar{X}_{24} = M_{24}/((J_{14}^2)+(M_{24}^2)+(R_{34}^2))^{0.5} = 19.25/(24.29^2)+(19.25^2)+(21.7^2)^{0.5} = 0.509$$

$$\bar{X}_{34} = R_{34}/((J_{14}^2)+(M_{24}^2)+(R_{34}^2))^{0.5} = 21.7/(24.29^2)+(19.25^2)+(21.7^2)^{0.5} = 0.574$$

Dayanıklılık Kriteri Sütunu için Hesaplama;

$$\bar{X}_{15} = J_{15}/((J_{15}^2)+(M_{25}^2)+(R_{35}^2))^{0.5} = 125/(125^2)+(118^2)+(147^2)^{0.5} = 0.553$$

$$\bar{X}_{25} = M_{25}/((J_{15}^2)+(M_{25}^2)+(R_{35}^2))^{0.5} = 118/(125^2)+(118^2)+(147^2)^{0.5} = 0.7522$$

$$\bar{X}_{35} = R_{35}/((J_{15}^2)+(M_{25}^2)+(R_{35}^2))^{0.5} = 147/(125^2)+(118^2)+(147^2)^{0.5} = 0.560$$

Maliyet Kriteri Sütunu için Hesaplama;

$$\bar{X}_{16} = J_{16}/((J_{16}^2)+(M_{26}^2)+(R_{36}^2))^{0.5} = 9.18/(9.18^2)+(9.93^2)+(8.04^2)^{0.5} = 0.583$$

$$\bar{X}_{26} = M_{26}/((J_{16}^2)+(M_{26}^2)+(R_{36}^2))^{0.5} = 9.93/(9.18^2)+(9.93^2)+(8.04^2)^{0.5} = 0.631$$

$$\bar{X}_{36} = R_{36}/((J_{16}^2)+(M_{26}^2)+(R_{36}^2))^{0.5} = 8.04/(9.18^2)+(9.93^2)+(8.04^2)^{0.5} = 0.511$$

2.Adım: Normalize edilmiş Matrisin Kriterlere verilen önem doğrultusunda ağırlıklandırılması

$$V_{ij} = \bar{X}_{ij} \times W_j$$

Tablo 11. Normalize Edilmiş Matrisin Ağırlıklandırılması

Firma	Kalite	Garanti Süresi	Kuruma Süresi	Kapama Oranı	Dayanıklılık	Maliyet
J	0,179	0,023	0,026	0,064	0,088	0,233
M	0,143	0,023	0,040	0,051	0,083	0,252
R	0,072	0,023	0,037	0,057	0,104	0,204

Normalize edilmiş matrisin kriterlere verilen önem doğrultusunda ağırlıklandırılması formülünde görüldüğü üzere normalize edilmiş matrisin daha önce AHP yöntemiyle belirlenmiş ağırlıkları ile çarpımı sonucu oluşan tablodur. Bunun sonucunda Tablo 11 oluşmuştur.

3.Adım: Ağırlıklandırılmış matrisin maksimum ve minimum değerlerinin tespiti.

4.Adım: En iyi ideal uzaklığın tespiti için hesaplama

$$S_i^+ = \left[\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^+) \right]^{2,0,5}$$

5.Adım: En kötü ideal uzaklığın tespiti için hesaplama

$$S_i^- = \left[\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^-) \right]^{2,0,5}$$

6.Adım: Performanslara göre sıralamanın belirlenmesi

$$P_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

Tablo 12. En İyi ve En Kötü İdeal Uzaklığın ve Performans Sıralamasının Tespiti

Firma	Kalite	Garanti Süresi	Kuruma Süresi	Kapama Oranı	Dayanıklılık	Maliyet	Si+	Si-	Pi	Sıralama
J	0,179	0,023	0,026	0,064	0,088	0,233	0,036	0,110	0,755	1
M	0,143	0,023	0,040	0,051	0,083	0,252	0,065	0,073	0,530	2
R	0,072	0,023	0,037	0,057	0,104	0,204	0,108	0,054	0,334	3

Tablo 13. V+ ve V- Değerlerin Hesaplanmasını Gösteren Tablo

	Kalite	Garanti Süresi	Kuruma Süresi	Kapama Oranı	Dayanıklılık	Maliyet
V+	0,179	0,023	0,040	0,064	0,104	0,204
V-	0,072	0,023	0,026	0,051	0,083	0,252

Tablo 12’de görüldüğü gibi J firması en iyi performansı gösterdiği için boya tedariki konusunda en öncelikli seçilmiştir. İkinci öncelikli M firması ve R firması üçüncü öncelikli olarak seçilmiştir. Belirlenen 6 kriteri düşündüğümüz takdirde maliyet analizi diğer kriterlere nazaran daha ön plandadır. Genel olarak düşünüldüğünde de aslında boya veya herhangi bir ürün tedarikinde ilk önce fiyat performansına bakılmaktadır. Bu örnekte görüldüğü üzere en uygun fiyatı veren en iyi performansı sergilememiştir. Birim fiyatı olarak en pahalı olan J firması buna rağmen birinci öncelikli firma olarak seçilmiştir. Bu durum bize diğer 5 kriterin performans olarak önemini göstermektedir. R firması fiyat olarak en iyi performans gösteren firma olmasına rağmen ikinci en önemli kriter olan kalitedeki kötü performansından dolayı üçüncü sırada yer almaktadır.

6. SONUÇ

Çelik ve boya sektörü ülke ekonomisinde, istihdamda ve sanayide oldukça önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde çeliğin kullanılması henüz çok yaygınlaşmıştır, ancak şu andaki talep artışının yüksek olduğu görülmektedir. Boyanın bilinen özelliklerden çok daha fazla özelliği olduğu da yeni yeni anlaşılmaktadır. Dolayısıyla her iki sektörde önemli talep artışları ve gelişmeler beklenmektedir.

Boya sektöründe belirlenen ölçütler neticesinde mevcut seçenekler arasından en uygun tedarikçi seçimi yapılmıştır. Ölçütleri sağlayan tedarikçinin belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri tercih edilmiştir. AHP yönteminin tercih edilme nedeni uzman görüşlerinden yararlanılarak yapılan ankette belirlenen kriterlerin sıralamasında diğer yöntemlere nazaran daha iyi sonuçlar verdiği yapılan görüşmelerde belirlenmiştir. TOPSIS yönteminde ise performans ölçümü ve firmaların kıyaslanmasında en doğru sonuçları verdiği için tercih edilmiştir.

AHP ve TOPSİS yöntemlerinde kriterin ve alternatiflerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda uzmanlarla yapılan görüşmeler sonunda 6 adet kriter tespit edilmiştir. Bu kriterler kalite, maliyet analizi, dayanıklılık, garanti süresi, kuruma süresi ve kapama oranıdır. Belirlenen kriterlerin önem sırasını bulabilmek amacıyla 6 adet sorudan oluşan anket düzenlenmiştir. Bu 6 adet soru 6 adet kriteri kapsamaktadır. Tablolar şeklinde düzenlenen anket soruları boya alanında uzman 40 kişiye sorulmuştur. Sorulan soruların neticesinde oluşan grafiklere bakarak önem sıralaması oluşturulmuştur. Oluşan önem sıralamasından sonra AHP yöntemi kullanılarak daha önceden anket yoluyla önem sırası belirlenen kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlıkların TOPSİS yönteminden faydalanarak performans ölçümü yapılmıştır. Performans ölçümü yapabilmek için ilk önce çizilen çelik konstrüksiyon platform projesinden çelik metrajları çıkarılmıştır. Çıkarılan çelik metrajlara istinaden, kriterlere uygun ve alanında başarılı toplam 3 adet tedarikçi firmadan belirlenen kriterlere göre teklifler alınmıştır. Bu toplanan teklifler, kriterlerin değerleri birlikte TOPSİS yöntemi kullanılmıştır; formüller Excel programında oluşturulan tablolarda kullanılarak sayısal hesaplamalar yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlarda J firmasının en iyi performansı gösterdiği belirlenmiştir. İkinci sırada M firması ve son olarak da R firması bulunmuştur. J firmasının değeri 0,755 M firması 0,530 R firması ise 0,334'tür. Bu değerlere bakıldığında birbirlerine yakın değerler olduğu görülmektedir. Önem sıralamasında üst sıralarda yer alan kriterlerin verilen tekliflerdeki değerleri arttıkça veya azaldıkça sıralamada değişikliğe yol açabilecektir.

Bu yapılan çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar herhangi bir ürünün tedarik seçiminde kriterlerin ve bunların değerlerine göre sıralamasının öneminin sonuca direk etki ettiği anlaşılmış olup sıralama değiştiği takdirde sonucun farklı olduğu görülmüştür. Bu yüzden önem sıralaması 1. derecede dikkat edilmesi gereken hususlardandır.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşit orandadır.

Teşekkür

Yazarlar çalışma sırasında kıymetli görüş ve desteklerinden faydalandıkları Sayın Müteahhit İbrahim Gündoğan'a ve Sayın Aygöl Yurtseven'e teşekkürlerini sunar.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiđi Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

Akçin, E. (2019). *Evlat edindirmede aile seçim sürecinin AHP ve TOPSİS tabanlı bilgi sistemi ile değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi. Kütahya.

Altay, G. ve Güneyisi, E. M. (2005), Türkiye'de yapısal çelik sektörü ve yeni gelişimler, <https://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/11059.pdf> adresinden 10 Aralık 2020 tarihinde alınmıştır.

Ballı, S. ve Korukođlu, S. (2009). Operating system selection using fuzzy AHP and TOPSİS methods. *Math. Comput.Appl.* 14(2), 119-130.

- Bozdoğan, T., Tayyar, N. ve Öner, Ş. (2016, Haziran). Yeni kamu mali yönetim anlayışı perspektifinde Türkiye’de kamu kurumları mali performanslarının AHP ve TOPSIS yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*. 18(2), 477-514.
- Durmuş, M. ve Tayyar, N. (2017, Aralık). AHP ve TOPSIS ile farklı kriter ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanılması ve karar verici görüşleriyle karşılaştırılması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*. 12(3), 65 – 80.
- Eleren, A. (2007). Markaların tüketici tercih kriterlerine göre analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirilmesi: Beyaz eşya sektöründe bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 14, 2.
- Er, S. (2017). *Boya İmalat Sektöründe Kullanılan Kimyasalların İş Sağlığı Üzerine Etkileri* [Yüksek Lisans Tezi], Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Görener, A. ve Dinçer, A. (2011). Performans değerlendirmesinde AHP - Vıkor ve AHP - TOPSIS yaklaşımları: Hizmet sektöründe bir uygulama. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 29, 244-260.
- Hasol, D. (1993). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. *Yapı Endüstri Merkezi Yayınları*, İstanbul.
- Iğın, M. (2016). *Farklı çelik taşıyıcı sistem konfigürasyonlarının çelik yapı boyutlandırmasına etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kocaeli.
- Jotun, (2018). Silicate or epoxy zinc primers – The superior protection.
[http://wwwda.jotun.com/www/com/20020115.nsf/viewunid/5591E5F45F237F3C12571DF002B0EC8/\\$file/Silicate+or+epoxy+zinc+primers.pdf](http://wwwda.jotun.com/www/com/20020115.nsf/viewunid/5591E5F45F237F3C12571DF002B0EC8/$file/Silicate+or+epoxy+zinc+primers.pdf) adresinden 10 Aralık 2018 tarihinde alınmıştır.
- Kaya, İ. ve Kahraman, C. (2004). Çok amaçlı karar verme yöntemlerinden TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerinin karşılaştırılması, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü*. İstanbul.
- Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. (2001). Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*. 1, 83-105.
- MakinaTek (2018). Bileşim Yayıncılık, Fuarçılık ve Tanıtım Hizmetleri.
<http://makinatek.com.tr/uncategorized/metal-yuzeylerin-boyanmasy/> adresinden 10 Eylül 2020 tarihinde alınmıştır.
- Öztürk, D. ve Onurlubaş, E. (2019). Havayolu taşımacılığında hizmet kalitesinin AHP ve TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*. 10, 81-97.
- Paksoy, A. S. (1999). Boya el kitabı, *Kimya Mühendisleri Odası*, İstanbul.
- Supçiller, A. A. ve Çapraz, O. (2011). AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması ekonometri ve istatistik, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 13(12). Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması, İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı) 1–22.

Şahin, Y. ve Akyer, H. (2011). Ülke Kaynaklarının verimli kullanımı: 4x4 arama ve kurtarma aracı seçiminde AHS ve TOPSİS yöntemlerinin uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 3(5), 72-87.

Türk Yapısal Çelik Derneđi (TUCSA) (2005). Yapısal Çelik Kullanımı, Üretim Kapasiteleri, Çeliğin Avrupa ve Türkiye İnşaat Sektöründeki Yeri. *Türk Yapısal Çelik Derneđi*, İstanbul.

Uysal, M. M. (2010). *Yüksek Teknolojik Ürünlerin Pazara Sunulmasında Yenilikçi Yaklaşımlar: Boya Sanayi Uygulaması* [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir.