



**T.C. İSTANBUL T CARET  
ÜNİVERSİTESİ**

**FEN B LİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

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

**Kaan GÜNDOĞAN**

**Danışman  
Prof. Dr. Oğuz BORAT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
İSTANBUL – 2021**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Kaan GÜNDOĞAN tarafından hazırlanan “Çelik Yapıda Kullanılan Endüstriyel Boya için AHP ve TOPSIS Metotları Uygulanarak Yapılan Tedarikçi Seçimi” adlı tez çalışması 24/02/2021 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

|            |                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------|
| Danışman   | Prof. Dr. Oğuz BORAT<br>İstanbul Ticaret Üniversitesi          |
| Jüri Üyesi | Doç. Dr. Berk AYVAZ<br>İstanbul Ticaret Üniversitesi           |
| Jüri Üyesi | Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖZTÜRK<br>İstanbul Medeniyet Üniversitesi |

**Onay Tarihi : 15/03/2021**

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünün 15.03.2021 tarih ve 2021/308 numaralı Yönetim Kurulu Kararının 1. maddesi gereğince, ders yüklerini ve tez yükümlülüğünü yerine getirdiği belirlenen “Kaan Gündoğan” (TC:10700548016) adlı öğrencinin mezun olmasına oy birliği ile karar verilmiştir.

**Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK**  
Enstitü Müdürü

## **AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

15.03.2021

**Kaan GÜNDOĞAN**

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                                  |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| İÇİNDEKİLER.....                                                                                 | i    |
| ÖZET .....                                                                                       | iii  |
| ABSTRACT .....                                                                                   | iv   |
| TEŞEKKÜR .....                                                                                   | v    |
| TABLOLAR DİZİNİ .....                                                                            | vi   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                                             | vii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                                                                    | viii |
| 1.GİRİŞ .....                                                                                    | 1    |
| 2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....                                                                     | 3    |
| 3. DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜ VE ÇELİK YAPI .....                                                       | 10   |
| 3.1 Demir-Çelik .....                                                                            | 10   |
| 3.1.1 Demir-Çelik sektörünün tanımı.....                                                         | 10   |
| 3.1.2 Türkiye’de demir çelik işkolu’nün genel durumu, yapısı ve üretim.....                      | 11   |
| 3.1.3 Demir çelik işkolu özellikleri ve çeşitleri .....                                          | 13   |
| 3.2 Çelik Yapı .....                                                                             | 14   |
| 3.2.1 Çeliğin tanımı .....                                                                       | 14   |
| 3.2.2 Çelik konstrüksiyon yapı.....                                                              | 14   |
| 3.2.3 Türkiye’de yapısal çelik kullanımı.....                                                    | 15   |
| 3.2.4 Çelik konstrüksiyon yapıların avantajları ve dezavantajları .....                          | 16   |
| 3.2.4.1 Çelik yapının avantajları .....                                                          | 16   |
| 3.2.4.2 Çelik yapının dezavantajları .....                                                       | 17   |
| 3.3 Boya .....                                                                                   | 18   |
| 3.3.1 Boyanın tanımı .....                                                                       | 18   |
| 3.3.2 Türkiye’de boya sektörü .....                                                              | 18   |
| 3.3.3 Boya uygulaması ve çeşitleri .....                                                         | 19   |
| 3.3.4 Çelik yapıda kullanılan epoksi esaslı shopprimer ve endüstriyel boyaların özellikleri..... | 20   |
| 3.3.4.1 Uygulanacak epoksi esaslı shopprimer tanımı, içeriği ve özellikleri ...                  | 20   |
| 3.3.4.2 Silikat veya epoksi çinko primerleri .....                                               | 22   |
| 3.3.4.3 İnorganik veya organik shopprimerleri .....                                              | 24   |
| 3.3.4.4 Kaynak ve kesim .....                                                                    | 25   |
| 3.3.4.5 Organik ve inorganik shopprimerlerin değerlendirmesi .....                               | 26   |
| 3.3.6 Uygulanacak endüstriyel boyada, ara kat ve son kat içerikleri ve anımı ...                 | 26   |
| 3.3.6.1 Endüstriyel boyalar .....                                                                | 27   |
| 3.3.6.2 Endüstriyel rapid astar boya tanımı, içeriği ve özellikleri .....                        | 27   |
| 3.3.6.4 Endüstriyel rapid son kat boya tanımı, içeriği ve özellikleri.....                       | 28   |
| 4. KARAR VERME YÖNTEMLERİ .....                                                                  | 30   |
| 4.1 Çok Kriterli Karar Verme .....                                                               | 30   |
| 4.2 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) .....                                                        | 31   |
| 4.2.1 Analitik hiyerarşi sürecinin (AHP) adımları .....                                          | 33   |
| 4.3 TOPSIS Metodu.....                                                                           | 35   |
| 4.3.1 Karar matrisinin oluşturulması.....                                                        | 36   |

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.2 Karar matrisinin normalleştirilmesi.....                                                                                                   | 36 |
| 4.3.3 Normalleştirilen karar matrislerinin ağırlıklandırılması .....                                                                             | 37 |
| 4.3.4 En iyi ideal ve en kötü ideal çözümlerinin oluşturulması.....                                                                              | 37 |
| 4.3.5 Ayırım ölçülerinin hesaplanması .....                                                                                                      | 38 |
| 4.3.6 İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması.....                                                                                           | 38 |
| 4.3.7 Amaçlanan AHP-TOPSIS metodu .....                                                                                                          | 39 |
| 5. PROBLEM TANIMI VE UYGULAMA .....                                                                                                              | 41 |
| 5.1 Çelik Konstrüksiyon Platform Yapımında Uygulanacak Rapid (Endüstriyel)<br>Boya Tercihinde Firmalarda Bakılacak Kriterler (AHP adımları)..... | 42 |
| 5.1.1 Kriterlerin önem sıralaması için yapılan anket çalışması .....                                                                             | 42 |
| 5.2 Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması İşlemi (AHP adımları) .....                                                                             | 43 |
| 5.2.1 Ana kriterlere ait anket sonuçlarına istinaden geometrik ortalama .....                                                                    | 43 |
| 5.2.2 Ana kriterlere ait normalize edilmiş matris .....                                                                                          | 44 |
| 5.2.3 Tutarlılık göstergesinin ve tutarlılık oranının hesaplanması .....                                                                         | 44 |
| 5.2.4 Kriterlerin ağırlıkları ve önem sıralaması .....                                                                                           | 46 |
| 5.3 TOPSIS Adımları .....                                                                                                                        | 46 |
| 5.4 Geleneksel Çelik Birim kilogram ve m <sup>2</sup> Maliyet Hesaplaması .....                                                                  | 53 |
| 6. SONUÇ .....                                                                                                                                   | 55 |
| KAYNAKLAR .....                                                                                                                                  | 58 |
| EKLER:.....                                                                                                                                      | 64 |
| EK-A:.....                                                                                                                                       | 64 |
| EK-B:.....                                                                                                                                       | 64 |
| EK-C:.....                                                                                                                                       | 65 |
| EK-D:.....                                                                                                                                       | 65 |
| EK-E:.....                                                                                                                                       | 65 |
| EK-F:.....                                                                                                                                       | 65 |
| EK-G:.....                                                                                                                                       | 66 |
| EK-H:.....                                                                                                                                       | 66 |
| EK-I:.....                                                                                                                                       | 66 |
| EK-İ:.....                                                                                                                                       | 66 |
| EK-J:.....                                                                                                                                       | 67 |
| EK-K:.....                                                                                                                                       | 67 |
| EK-L:.....                                                                                                                                       | 67 |
| EK-M:.....                                                                                                                                       | 68 |
| EK-N:.....                                                                                                                                       | 68 |
| EK-O:.....                                                                                                                                       | 69 |
| EK-Ö:.....                                                                                                                                       | 69 |
| EK-P:.....                                                                                                                                       | 70 |
| EK-R:.....                                                                                                                                       | 70 |
| EK-S:.....                                                                                                                                       | 71 |
| EK-T:.....                                                                                                                                       | 71 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                                                                                   | 72 |

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## ÇELİK YAPIDA KULLANILAN ENDÜSTRİYEL BOYA İÇİN AHP VE TOPSIS YÖNTEMLERİ UYGULANARAK YAPILAN TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Kaan GÜNDOĞAN

İstanbul Ticaret Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Oğuz BORAT  
2021, 72 sayfa

Bu çalışmanın amacı, çelik yapı ve bu yapıda uygulanan boyanın özelliklerinin araştırılarak en uygun kıstaslara karar vermek ve bu kıstaslara bakılarak en iyi performansı gerçekleştirecek tedarikçiyi bulmaktır. Bu amaçla, çok kriterli karar verme metodlarından AHP ve TOPSIS metodları seçilmiştir. İlk aşamada 6 adet kriter (dayanıklılık, kapama oranı, garanti süresi, kalite, maliyet analizi, kuruma süresi) belirlenmiştir. Bu kriterlerin önem sıralamasını belirlemek amacıyla 40 kişilik uzman ekibe 6 sorudan oluşan anket yapılmıştır. AHP metodu kullanılarak ise ağırlıkları bulunmuştur. Son aşamada ise en iyi tedarikçiyi bulma adına performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu doğrultuda firmalardan teklifler toplanılmış ve oluşturulan matrislerle TOPSIS metodu kullanılarak tedarikçi firmaların performans değerlendirmesi yapılmıştır. Bu doğrultuda yapılan analizler sonucunda en iyi performansı gösteren firmaya ulaşılmıştır. Performans değerlendirmesi dışında ayrıca birim maliyet analizine bakılarak 3 tedarikçi firma değerlendirilmeye alınmıştır. Bu çalışma incelendiğinde ulaşılan neticenin kullanılan yöntemler sayesinde herhangi bir ürünün en ucuz ve en kaliteli olacak şekilde hangi firma tarafından satın alınması gerektiği gösterilmektedir. Kıstaslar tek tek ele alındığında farklı sonuçların çıktığı yapılan incemeler neticesinde ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Anket, AHP, Boya, Çelik Yapı, Çok Kriterli Karar Verme, TOPSIS

# **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

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

**Kaan GÜNDOĞAN**

**Istanbul Commerce University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Industrial Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Oğuz BORAT  
2021, 72 pages**

The aim of this study is to determine the most appropriate criteria by investigating the properties of the steel structure and the paint applied in this structure, and to find the supplier that will perform the best performance by looking at these criteria. For this purpose, AHP and TOPSIS methods were chosen among the multiple criteria decision-making methods. First of all, 6 criteria (durability, coverage rate, warranty period, quality, cost analysis, drying time) were determined. By the way, to determine the order of importance of these criteria, a questionnaire consisting of 6 questions was conducted with a team of 40 experts. Their weights were found by using the AHP method. To find the best performance evaluation of the supplier, offers were collected from the companies and the matrices created. By using TOPSIS method, as a result of the analyzes, the best performance of the company was found. Also, 3 supplier companies were evaluated based on the unit cost analysis, that has been determined that different results are obtained, when the criteria are handled one by one. Finally, when this study is examined, it is shown by which company should buy the cheapest price and highest quality of a product.

**Key Words:** AHP, Multiple Criteria Decision-Making Survey, Paint Industry, Steel Structure, TOPSIS

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Oğuz BORAT'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin değerlendirmesinde bilgi ve tecrübesi ile bana yardımcı olan hocam Doç. Dr. Berk AYVAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm kardeşim Tuğçe GÜNDOĞAN'a teşekkür ederim.

Tezimin imalat ve montaj aşamasındaki desteklerinden dolayı GÜNKON ÇELİK A.Ş şirketine teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Kaan GÜNDOĞAN  
İSTANBUL, 2021

## TABLolar DİZİNİ

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 3.1: Endüstrinin kullandığı boyaların dağılımı .....                                              | 24 |
| Tablo 4.1: AHP’de önem derecelerini ve açıklamalarını gösteren tablo.....                               | 34 |
| Tablo 4.2: Rassal göstergeler .....                                                                     | 35 |
| Tablo 5.1: Anket sonucuna istinaden puan tablosundaki verilerin kriterlere göre değerlendirilmesi ..... | 42 |
| Tablo 5.2: Kriterlerin önem derecelerine göre sıralanması.....                                          | 43 |
| Tablo 5.3: Kriterlerin birbiriyle karşılaştırılması ve ağırlıklarının hesaplanması.....                 | 44 |
| Tablo 5.4: Tutarlılık oranının hesaplanması .....                                                       | 45 |
| Tablo 5.5: Kriterlerin Hesaplanan Ağırlıkları ve Önem Sıralaması .....                                  | 46 |
| Tablo 5.6: J Firması fiyat teklifi .....                                                                | 47 |
| Tablo 5.7: M firması fiyat teklifi .....                                                                | 47 |
| Tablo 5.8: R firması fiyat teklifi .....                                                                | 48 |
| Tablo 5.9: Tüm firmaların sunduğu boyalara ait kalite belgeleri ve garanti süreleri .....               | 48 |
| Tablo 5.10: Karar matrisi .....                                                                         | 48 |
| Tablo 5.11: Karar matrisinin normalize edilmesi .....                                                   | 49 |
| Tablo 5.12: Normalize edilmiş matrisin ağırlıklandırılması .....                                        | 51 |
| Tablo 5.13: En iyi ve en kötü ideal uzaklığın ve performans sıralamasının tespiti ....                  | 52 |
| Tablo 5.14: V+ ve V- değerlerin hesaplanmasını gösteren tablo .....                                     | 52 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1: Çelik üretim tablosu ilk 10.....                                                                                                                       | 11 |
| Şekil 3.2: Türkiye Çelik üreticileri haritası .....                                                                                                               | 12 |
| Şekil 3.3: Türk Çelik Sektörü Genel Durum.....                                                                                                                    | 13 |
| Şekil 3.4: Türkiye’de Çelik Yapıların Dağılımı .....                                                                                                              | 16 |
| Şekil 3.5: Alttaki metalin aşındırıcı ortam ile temas etmesini, korozyon koruması<br>için bariyer etkisi ile oksijenin ve suyun çelikte aşağıya iletilmemesi..... | 23 |
| Şekil 3.6: Güçlü elektronegatif çinko-pigmentli kaplamanın varlığı.....                                                                                           | 23 |
| Şekil 3.7: Elektrik potansiyelinin bir panel üzerinde çizik ile test edilmesi.....                                                                                | 24 |
| Şekil 3.8: Solda inorganik shopprimer, sağda ise organik shopprimer kaynak<br>yapıldıktan sonraki görüntüleri .....                                               | 25 |
| Şekil 4.1: AHP İşleyiş Diyagramı .....                                                                                                                            | 33 |
| Şekil 4.2: Amaçlanan AHP ve TOPSIS metodu farmantasyonu .....                                                                                                     | 39 |
| Şekil 4.3: Tedarikçi Seçim Süreci .....                                                                                                                           | 40 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

|        |                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------|
| AHP    | Analitik Hiyerarşi Süreci                                          |
| CI     | Tutarlılık Göstergesi                                              |
| CR     | Tutarlılık Oranı                                                   |
| ÇKKV   | Çok Kriterli Karar Verme                                           |
| PTE    | Saf Teknik Etkinlik                                                |
| T.C.   | Türkiye Cumhuriyeti                                                |
| TOPSIS | Kararların İdeal Çözüme Yakınlığı ve Negatif İdeal Çözüme Uzaklığı |
| W      | Ağırlık                                                            |

# 1.GİRİŞ

Çelik konstrüksiyon sektörü ve boya sektörü son yıllarda çok talep gören işkolları arasına girmiştir. Bu yüzden iki sektör de ülkenin ekonomi alanında ve sanayi alanında büyük öneme sahiptir. Bu durum hem ülkemizin hem de diğer ülkelerin gelişmekte olan bu işkolları yönelimlerinde sürekli artışa sebep olmasını sağlamıştır.

Çelik yapının sağladığı avantajlara bakıldığında özellikle yer kazanımı konusunda diğer özelliklere göre kıyaslandığında daha fazla dikkat çekmesini sağlamıştır. Ayrıca deprem konusunda da dayanıklılığıyla diğer yapılara göre alternatifi olmadığı bilinmektedir. Çelik yapı aynı zamanda hem imalattaki ve hem montajdaki hızı ile diğer yapılarla kıyaslandığında daha çok ön plana çıktığı görülmektedir. Çelik yapıda rekabet daha çok kalite ve hız konusunda yaşanmaktadır. Bu konularda avantajlı olan firmalar maliyetleri de uygun tuttuğu takdirde daha başarılı olmaktadır.

Boya sektörüne bakıldığında ise talebin artması sebebiyle bu konuyla ilgili firmaların bu işkolu eğiliminde büyük bir artış yaşanmıştır. Bu artış rekabeti getirmiş olmakla birlikte satış fiyatlarını da etkilemiştir. Fiyatlarını düşürmek istemeyen firmalar diğer kısıtlarda (hacimsel katı madde oranı, kapama oranı, kalite, garanti süresi, kuruma süresi) daha başarılı olduklarını bundan dolayı genele bakıldığında diğer firmalara göre maliyetlerinin ucuz olduğunu belirtmişlerdir.

Çelik yapıda boya kullanılmadığı takdirde kendiliğinden paslanma veya suyla temasından sonra paslanma gerçekleşecektir. Boya aynı zamanda yangına karşı koruma da sağlamaktadır. Yangının oluşmasını engelleyemese de kullanılan boya tipine bağlı 1 saate yakın bir geciktirme sağlamaktadır. Boya, çelik yapının dışarıdan gelecek bütün müdahalelere karşı dayanıklılığını arttırmaktadır. Bu yüzden çelik yapıda boyanın önemi çok büyüktür.

Bu çalışmada çelik yapının ve bu yapıda kullanılan boyaların özellikleri incelenerek en iyiyi, en ucuzu ve en kaliteliyi tedarik edecek firmayı bulmaktır. AHP ve TOPSIS metotlarına yönelik daha önce yapılmış bazı örnekler mevcuttur. Fakat bu yöntemler

kullanılarak elik yapıda boya tedariki ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu yüzden bu çalışmanın seçilen ve katılımı sağlanan alanında uzman 40 kişi tarafından da ilgiyle izlendiği, aynı zamanda anket, boya özellikleri ve maliyet hesabının ortaya koyduğu analitik yaklaşımın bu uzman kişilerce öğrenilmiş olduğu ve benimsendiği görülmektedir.

Bu çalışmadaki amaç en uygun ve performans olarak en st düzeydeki tedarikçiyi bulmaktır. Bu doğrultuda yukarıda bahsedilen ucuz maliyet konusu da daha detaylı incelenmiş olacaktır. Araştırmada ilk aşama olarak boya firmalarından projenin elik metrajları çıkarılarak teklifler alınmıştır. Bu doğrultuda AHP ve TOPSIS uygulamaları beraber kullanarak en iyi sonuca ulaşılacağı düşünülmüştür. Bunun neticesinde araştırmalar yapılmıştır. İlk önce kısıtlar belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen kısıtlar soru haline getirilip anket olarak 40 kişilik ekipten oluşan alanında uzman kişilere sorulmak üzere hazırlanmıştır. Anket sonuçlarına istinaden önem sıralaması belirlenmiş ardından TOPSIS metodu ile tedarikçilerin performans ölçümü yapılmıştır.

AHP ve TOPSIS metotlarında formüllerin excelde oluşturulan tablolarda uygulanması neticesinde çıkan sonuçlar yoluyla zme ulaşılmıştır. Her iki metodun literatür araştırmasında birçok kaynağa ulaşılmıştır. Bu ulaşılan kaynakların birçok hesaplamasında çeşitli programlar kullanılsa da en garanti ve en iyi sonucu formül hesaplanışı vermektedir. Bu yüzden excel programı kullanılarak formüller aracılığıyla üzülen yöntem tercih edilmiştir.

Bu alışmada, AHP metodu, önem sıralaması ve kriter ağırlıkları için ve TOPSIS metodu ise kriterlerin tedarik tercihinde en iyi performansını değerlendirmek için baz alınarak literatür araştırması yapılmıştır. Ardından tedarikçi tercihinde kullanılan boya ve elik konuları anlatılmış ve uygulama bölümüne geçilmiştir. Uygulama zmnden sonra hangi tedarikçinin seçilmesi gerektiği sonuç bölümünde açıklanmıştır.

## 2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Doğan ve Önder (2014), yaptıkları çalışmanın amacı, incelenen araştırmalar sonucunda insan kaynaklarının tercihte ve alımda kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerini, en makul adayların tercih edilebileceği bir modeli ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu sebep doğrultusunda özellikle, bilişim ve gelişim sektöründe yer alan perakende zincir mağazalarda çalışacak satış personellerinin nasıl nitelikler taşıması gerektiği, uzman görüşlerinden ve şirketlerin iş ilanlarına bakılarak belirlenmiştir. Devam edildiğinde satış personellerinin sağlaması gereken niteliklerinin önem düzeyleri, alanında tecrübe sahibi olan insan kaynakları uzmanlarına ve yönetim alanında öğretim üyesi olan bireylere sorulmuş ve cevapları Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile inceleme yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda ortaya çıkan önem sırasıyla 10 aday arasından TOPSIS metoduyla en makul olan bireyler belirlenmiştir.

Dağdeviren vd. (2009), yaptıkları çalışmada, incelenen araştırmalar sonucunda silah tercihi için AHP ve bulanık TOPSIS metotlarını kullanmışlardır. AHP metodu ile öncelikle ağırlıklar belirlenmiş daha sonra bulanık TOPSIS metodu uygulanarak en uygun silah bulunmuştur. Kriter olarak, üretim süreci, güvenlik mekanizması, farklı iklim koşullarında kullanılabilirlik, geri tepme sistemi, hassasiyet, ağırlık ve bakım, modülerlik, tetik sistemi, görüş bildirimi ve ücret dikkate alınmıştır.

Awasthi ve Chauhan (2012), yaptıkları çalışmada, incelenen araştırmalar sonucunda ilk önce daha iyi neticeye ulaşabilmek için sürdürülebilir şehir lojistik planlama için AHP ve bulanık TOPSIS metotlarını kullanmışlardır. Toplam 16 alt kriter dikkate alınmıştır, bunlar Teknik, çevresel, ekonomik, sosyal olmak üzere 4 ana kriterden oluşmaktadır. İlk olarak AHP metodu ile ağırlıklar belirlenmiş daha sonra bulanık TOPSIS metodu uygulanarak devam edilebilir şehir lojistik planlaması yapılmıştır.

Fazlollahtabar vd. (2011), yaptıkları çalışmada, incelenen araştırmalar sonucunda tedarikçi tercihinde AHP ve çok amaçlı lineer olmayan programlamayı birlikte kullanmışlardır. Araştırmacılar tarafından bu çalışmada, AHP ile tedarikçi tercih

kriterlerinin ağırlıkları bulunmuştur. TOPSIS metodu ile tedarikçiler sıralanmıştır. Seçilmiş olan tedarikçilerden optimum sipariş miktarının belirlenebilmesi için çok amaçlı lineer olmayan programlama kullanılmıştır. Bu doğrultuda, analitik hiyerarşi süreci (AHP), benzerliğe göre sipariş tercihi tekniği ideal çözümü (TOPSIS) ve çok amaçlı doğrusal olmayan programlama ile en iyi tedarikçileri seçme ve optimum oranı en üst düzeye çıkarmak için seçilen tedarikçiler arasındaki satın alma miktarları ve bütçeyi en aza indirmedeki hareketler büyük önem taşımaktadır.

Supçiller ve Çapraz (2011), tarafından yapılan çalışmada, incelenen araştırmalar sonucunda faaliyeti Türkiye’de bulunan oluklu mukavva kutu üreticisi firma için tedarikçi tercihi problemi incelenmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonucunda ticaret hane için en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda tedarikçi tercihi probleminin çözülmesi için AHP ve TOPSIS metotları birlikte kullanılmıştır. Tercih kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için AHP metodu, tedarikçilerin sıralanması için TOPSIS metodu kullanılmıştır. AHP metodu ile kriter ağırlıklarının tespiti için Super Decisions 2.0.8. programı kullanılmıştır. Bir diğer TOPSIS metodunun adımları için Microsoft Excel 2007 programından faydalanılmıştır.

Günay ve Ünal (2016), tarafından yapılan çalışmadaki amaç, incelenen araştırmalar sonucunda karar vermede yardımcı olacak bir araç bulmak ve uygulamasını gerçekleştirmektir bunu çok kriterli karar verme tekniklerinden olan AHP ve TOPSIS metotlarını kullanarak sağlamak amaçlanmıştır. Bir telekomünikasyon şirketinde tedarikçi tercihi için yapılan bu çalışmada, AHP ve TOPSIS metotları kullanılmıştır. Literatür araştırması yapılarak kriterler bulunmuş, satın alma, planlama ve yatırım birimlerinde bulunan yönetici ve uzmanlardan da görüş alınarak karar hiyerarşisi oluşturulmuştur. Bulunan kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında AHP metodundan faydalanılmıştır. Bir diğer TOPSIS metodu ile de belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak tedarikçilerin sıralaması yapılmıştır.

Akçin (2019), tarafından yapılan çalışmanın, incelenen araştırmalar sonucunda evlat edinmek amacıyla Ebeveyn ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Çocuk Hizmetleri Genel Müdürlüğüne başvuruda bulunan ebeveynlerden veya kişilerden evlat edinmeye

uygun bulunanlar arasından AHP ve TOPSIS metotları birlikte kullanılarak en uygun ebeveyn veya kişi tercihi yapılması amaçlanmıştır. Uygulama için Bursa’da bulunan Ebeveyn, Sosyal ve Çalışma Hizmetleri İl Müdürlüğü tercih edilmiştir. Bursa’da bulunan Ebeveyn, Sosyal ve Çalışma Hizmetleri İl Müdürlüğünde görev yapan, evlat edinme sürecinde yetkili bir kişi ile yapılan görüşmelerde ebeveynlerin veya kişilerin başvurularının sıralanması için dikkat edilecek kıstaslar belirlenmiştir. Kıstasların birbirlerine göre önem dereceleri bulunarak oluşturulan bilgi sisteminin AHP metodu kullanılarak kıstasların ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlıklar kullanılarak bilgi sisteminin TOPSIS metodu ile başvuruda bulunan ebeveynler veya kişiler sıralanmıştır. Bilgi yönetiminden elde edilen sonuçlara istinaden “Evlat Edinme Ebeveyn Aday Düzenleme Listesi” oluşturulmuştur.

Kızıltaş vd. (2017), tarafından yapılan çalışmanın, araştırmalar sonucunda ulaştığı veriler doğrultusunda diğer medya organlarına göre daha önemli bir kullanıcı kitlesine sahip olan televizyondaki ana haber bültenleri incelenmiştir. Ana haber bültenlerinde sıklıkla karşılaşılan temel sorunlar incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Alağuş vd. (2016)’nin beş televizyon kanalının on günlük ana haber bültenlerini analiz ettiği çalışmalarında, bu dokuz kriterin karşılaşımla olasılığı belirlenmiş ve AHP metodu ile kriterler ağırlıklandırılmıştır. Bir diğer TOPSIS metodu ile kanallar sıralanmıştır. Çalışmada Alağuş vd. (2016)’deki veriler kullanılarak kanalların ÇKKV metotlarından PROMETHEE metoduyla hazırlanması ve elde edilen neticelerin birbiri ile mukayesesi yapılmıştır.

Alp ve Engin (2011), yaptığı çalışmanın, araştırmalar sonucunda ulaştığı veriler doğrultusunda resmi istatistiklerden farklı olarak daha detaylı sonuçlar elde etmek için, trafik kazalarının genel nedenleri, hatalı sollama, aşırı hız, alkol kullanımı, uykusuzluk, kavşak öncelik kurallarına uyulmaması, taşıt kusuru ve yol kusuru olarak ele alınıp incelemesi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan AHP ve TOPSIS metotlarından faydalanılarak, trafik kazaları sonuçlarına göre gruplandırılması yapılarak analiz edilmiş ve bu gruptaki kazaların nedenleri arasındaki ilişkileri araştırılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen kaza sonuçlarına göre kaza nedenleri kendi aralarında sıralanarak matematiksel olarak ifade edilmiştir.

Balbaş ve Turan (2019), tarafından yapılan çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda tersanelerin dünya pazarındaki rekabet ortamında başarılı olabilmelerini sağlamak için karar verme aşamalarında uygulayabilecekleri teknikleri belirleyebilmektir. Bu teknikleri, çok kriterli karar verme metotlarından bulanık AHP ve bulanık TOPSIS metotlarını kullanarak, özel bir tersanenin inşa edebileceği ideal geminin tipinin seçilmesi amacıyla kullanılmasıdır.

Çelik vd. (2018), yaptığı çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda ticaret hanelerin mamul maliyetlendirmesi için ve karlılık analizi için çalışmalarında ticaret hane seviyesi giderlerinin etkisini incelemiştir. Bu doğrultuda, parlak çelik işkolunda faaliyeti bulunan bir ticaret hanede maliyetlendirme sistemi kurulmuştur. Kurulan maliyet sistemi içerisinde ticaret hane sistemi faaliyetlerinin, esas üretim faaliyetlerine yüklenmesi durumunun birim maliyetlere ve sipariş karlılık analizine olan etkisi incelenmiştir. Sipariş karlılık analizinde, uzman görüşüne dayalı olarak sekiz kriter ve 4083 sipariş ele alınarak AHP ve TOPSIS metotları kullanılmıştır. İki durumda da ticaret hanenin en uygun sipariş sıralaması elde edilerek ticaret hane sistemi faaliyetlerinin etkisi değerlendirilmiştir.

Özkan (2007), tarafından yapılan çalışmadaki amaç, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda ön eylem araştırmasının ÇKKV tekniklerinden AHP, ELECTRE ve TOPSIS'in ticaret haneler için hayati önemi olan personel tercihinde uygulanmasıdır. Üç metodun de ayrı ayrı tercih sürecine uygulaması yapılmış ve gerçek hayattaki sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Araştırmada; Manisa'da bulunan bir ticaret hanenin AR-GE mühendisliği görevi için başvuran 6 adaya uygulanan personel tercih süreci, AHP, ELECTRE ve TOPSIS metotları kullanılarak incelenmiştir. Uygulama neticesinde ticaret hanenin işe aldığı aday AHP ve TOPSIS metotları tarafından ilk sırada seçilmesi gerektiği şeklinde belirtilmektedir. ELECTRE metodunda ise aynı aday üçüncü sırada yer almaktadır. Bu doğrultuda metotların kendi aralarındaki benzerlikleri ve farklılıkları ile metotların personel tercih sürecinde uygulanabilirliği anlatılmaya çalışılmıştır.

Tunca vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda birçok nitel ve nicel kriter göz önünde bulundurularak en uygun muhasebe paket programı tercihi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda en uygun muhasebe paket programının seçilebilmesi için üç ana kriter grubu ve on beş alt kriter göz önünde bulundurularak en uygun çözüm hedeflenmiştir. Çalışmanın metodu neticesinde, muhasebe meslek mensuplarına yapılan anket sonucunda kriterlerin ağırlıkları AHP metodu ile bulunmuştur. Daha sonra elde edilen veriler TOPSIS ve ELECTRE metotlarında kullanılarak değerlendirilmiştir.

Öztürk (2019), yaptığı çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda faaliyette bulunduğu Ordu ili Organize Sanayi Bölgesinde bir hazır giyim ticaret hanesi için en uygun kumaş hammadde tedarikçisinin seçilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma ile, hazır giyim işkolunda faaliyette bulunan bir üretim firmasının mevcut tedarikçileri, ÇKKV modellerinden AHP ve TOPSIS metotları ile değerlendirilmeye alınmıştır. İşletmenin uzman görüşlerine istinaden tedarikçi tercihinde kullanılan kalite, fiyat, teslimat ve hizmet olarak 4 ana kriter tercih edilmiş ve bunların 12 alt kriteri tanımlanmıştır. Tercih edilen ana ve alt kriterlere göre firmaya kumaş hammadde tedarik aşamasında bulunan dört ticaret hane değerlendirilmiş ve öncelik sıralamaları belirlenmiştir.

Öztürk ve Onurlubaş (2019), tarafından yapılan çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda havayolu yolcu taşımacılığında hizmet kalitesini belirleyen etkenlerin önem derecelerinin belirlenmesi ve seçilen üç havayolu firmasının hizmet kalitesinin AHP ve TOPSIS metotlarıyla değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Havayolu şirketleri belirlenirken Samsun'da en çok tercih edilen üç firma (A, B, C) anket yoluyla tespit edilmiştir. Çalışmadaki değerlendirmeyi, Samsun ilinde her üç firmadan da havayolu taşımacılığı hizmeti satın alan 150 müşteri oluşturmaktadır. Yolcu taşımacılığında havayolu hizmet kalitesini araştırmak için Chang ve Yeh (2001) tarafından geliştirilen beş etken (uçağın içinin rahatlığı, uçak çalışanları, hizmetin güvenilirliği, hizmetin uygunluğu ve olağandışı koşullarda yapılan işlemler) tarafından oluşmuş on beş hizmet özelliği değerlendirilmiştir.

Bağcı vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda müşterilerin Çorum ilinde en fazla kullanıldığı tespit edilen üç bankanın sunduğu hizmete ait kalite algısını gösteren SERVQUAL ile ölçülmüş ve alınan sonuçlar çok kriterli karar verme tekniklerinden olan AHP ve TOPSIS metotları ile değerlendirilmiştir. Bu süreçte hizmet kalitesi ölçeğinin beş ebattı kriter olarak, üç banka ise alternatif olarak AHP tekniğinde kullanılan Saaty' nin 1'den 9'a kadar olan ölçeğini kullanarak başarılı bir şekilde uyarlanmıştır. Bu doğrultuda anket formu düzenlenirken her bir ebattın yani kriterin manaları detaylı bir şekilde açıklanarak daha doğru değerlendirmeler yapmaları sağlanmıştır.

Durmuş ve Tayyar (2017), tarafından yapılan çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda karar alıcı görüşlerine en yakın sonuçları veren metotların belirlenmesi amacıyla AHP ve TOPSIS metotları kullanılmıştır. İnternet kullanımının artmasıyla, online alışveriş siteleri oldukça popüler bir hale gelmiştir. Bu doğrultuda çalışmada kullanılmak üzere alternatif olarak Türkiye'nin en bilinen online alışveriş sitelerinden üç tanesi kullanılmıştır. Aynı zamanda çalışmada ödeme kolaylığı, güvenilirlik, gizlilik, ürün bilgisi ve çeşitliliği ile web sitesi performansı olmak üzere dört kriter kullanılmıştır. Ayrıca AHP ve TOPSIS metotlarının kriter ağırlıkları belirlenirken İkili Mukayese metodu dışında Max100 ve SWARA metotlarının de kullanılması çalışmayı daha önce yapılanlardan daha farklı olduğunu gösteren önemli bir özelliktir.

Karaatlı vd. (2014), yaptıkları çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda ülkemizdeki Süper Lig 2012-2013 futbol sezonu dikkate alındığında gol krallığında 15 ve daha fazla gol atan 6 futbolcunun performanslarının değerlendirilmesine ilişkin çalışma yapmışlardır. Çalışmada çok kriterli karar verme metotları uygulanmıştır. Bu doğrultuda Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Proces-AHP) metodu ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Bu sebeple elde edilen kriter ağırlıkları öncelikle TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) metodunda daha sonra VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) metodunda kullanılarak futbolcuların net performansları değerlendirilerek, sonuçlara istinaden sıralama yapılmıştır.

Ballı ve Korukoğlu (2009), tarafından yapılan çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda bulanık AHP ve TOPSIS en iyi işletim sisteminin tercihi için entegre edilmiştir. Bulanık AHP işletim sistemlerinin kriter ve öncelik değerlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için alt kriterler kullanılmaktadır. Daha sonra operasyonun sıralamasını belirlemek için TOPSIS metodu kullanılmaktadır. Bulanık AHP karmaşık çoklu kriterleri değerlendirmek için yararlı bir yaklaşımdır öznel ve belirsiz yargı içeren alternatiflerdendir. TOPSIS, çok ölçütlü karar verme için iyi bilinen geçiş metotlarından biridir ve kolayca alternatifleri sıralamak için kullanılabilir. Bulanık AHP ve TOPSIS yaklaşımlarının entegrasyonu, uzmanlar ve kullanıcılar tarafından daha verimli ve daha uygun bir işletim sistemi seçmek için tercih edilmiştir.

Abalı vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda burs ve yardım verilecek öğrencilerin belirlenmesi aşamasında çok kriterli karar verme metotlarından biri olan Analitik Hiyerarşi Sürecinin kullanılmıştır. Bu doğrultuda, hem objektif hem de sübjektif değerlendirme ölçütlerinin kullanılması, değerlendirmelerin tutarlılığının test edilmesi, çok sayıdaki ölçüte göre değerlendirilen alternatiflerin önceliklerinin belirlenmesi açısından önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci ve TOPSIS metotları yardımıyla burs veya yardım verilecek öğrencilerin belirlenmesinde göz önünde bulundurularak ölçütlerin önceliği saptanmıştır.

Şahin ve Akyer (2011), taraflarından yapılan çalışmanın temel amacı, araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda devletin üstlendiği görevler nedeniyle kamu kurumlarının yapması gereken harcamaların en önemli kalemlerinden olan araç alımlarında arama ve kurtarma faaliyetlerinde kullanılmak üzere alınacak olan 4x4 bir pikap araç için tercih ölçütleri uzman kişilerin görüşleri alınarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda belirlenen ölçütler AHP ve TOPSIS metotları kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Bu araçların teknik özellikleri belirlenen bu ağırlıklara göre değerlendirilerek mantıklı bir seçenek ortaya konmaya çalışılması amaçlanmıştır.

### **3. DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜ VE ÇELİK YAPI**

Demir-çelik sektörünü birkaç kelimedede anlatmak gerekirse öncelik olarak stratejik malzeme özelliğine sahip olduğu, çağdaş toplum yaşantısının ayrılmaz bir parçası olan demir çelik ile güvenilirliği, dayanıklılığı, yaygın kullanım alanı, sağlamlığı, çevre dostu özelliği ve birçok teknik üstünlüğü, geçmişten bu yana, sanayileşmenin temelini ve kalkınmanın itici gücünü oluşturması söylenebilmektedir (Başbakanlık Dış Ticaret, 2008).

Çelik yapı sektörü ise deprem bölgelerinde ya da deniz sahil bölgelerinde tercih edilmesi ve bu konuda alternatifi olmamasından kaynaklı çok yaygın görülmektedir. Aynı zamanda esnek yapısı ve geniş açıklıkla geçiş imkânı vermesi diğer tercih sebepleri olarak sayılabilmektedir.

#### **3.1 Demir-Çelik**

Globalleşen yeni dünya düzenine damgasını vuran en güçlü sektörlerden biri olarak kabul edilmesini sağlayan demir çelik sektörü uygulama alanlarını ve üretim teknolojilerini geliştirerek kendisini sürekli yenilemektedir. Sektörün demiryolu, otomotiv ve inşaat olmak üzere tüm mamul eşya üretimine doğrudan etkisi olmaktadır. Demir çelik sektörünün özellikle altyapı sorunlarının henüz çözümlenmediği gelişmekte olan ülkelerde ayrı bir öneme sahip olduğu bilinmektedir (Başbakanlık Dış Ticaret, 2008).

##### **3.1.1 Demir-Çelik sektörünün tanımı**

Dünyadaki ekonomik gelişmelerin gelişen iletişim teknolojileri, liberalleşen ekonomi ve ticari kısıtlamaların azalmasıyla çok kısa bir zamanda tüm ülkeleri etkilemektedir. Neredeyse tüm ülkelerin teknolojik olarak benzer üretim süreçlerine sahip olduğu, hammaddelerin belirli ülkelere temin edildiği ve talebin üzerinde üretim kapasitesinin olması nedeniyle sık sık dalgalanmaların görüldüğü demir çelik işkolunda yaşanan gelişmeler, hızla dünyanın tüm ülkelerine yayılıp etki etmektedir (Sanayi ve Ticaret, 2011).

### 3.1.2 Türkiye’de demir çelik işkolu’nün genel durumu, yapısı ve üretim

Yassı ve uzun olmak üzere iki ana gruba ayrılan çelik ürünleri, demir cevherinin entegre tesislerde veya elektrik ark ocaklarında eritilmesi ile başlamaktadır. Fakat nihai çelik ürünlerinin sayısız çeşidi ve sayısız kullanım alanı vardır. Demir çelik işkolundaki ürün çeşitliliğini değişen tüketici ihtiyaçları, teknolojiye görülen gelişmeler ve rekabet gibi unsurlar daha da arttırmaktadır. Ağır sanayi işkollarından en önemlisi olan demir çelik işkolu ürünleri makine sanayi, altyapı, otomotiv, beyaz eşya ve inşaat gibi pek çok önemli endüstriye hammadde sağlamaktadır. Bu sebeple bir ülkenin sanayileşebilmesi ve bu konuda iddialı olabilmesi, güçlü bir demir çelik işkoluna ve yüksek tüketimine sahip olmasıyla doğrudan ilişkilidir (Sanayi ve Ticaret, 2011).



Şekil 3.1: Çelik üretim tablosu ilk 10 ülke (Demir Çelik Sektör Raporu, 2019)

Şekil 3.1’de görüldüğü üzere dünyada demir çelik üretimi 2018 yılında toplam 1,8 milyar tonluk bir üretim hacmine ulaşmıştır. Ülkemiz, uzun ürünlerde ihracatçı olmakla birlikte yassı ürünlerde kendi tüketimine yetecek kapasiteye sahip bulunmaktadır. Üretim metotları neticesinde elde edilen çeliklerin çeşitliliği, katma değeri, milli ekonomiye katkısı ve gelecek perspektifi gibi birçok alanda üzerinde çalışmaların başladığı bu dönemde çelik işkolunun, katma değeri daha yüksek olan yassı ürünlere geçiş sağlayarak sahip olduğu pazarların korunması, hatta yeni

pazarlara açılabilmek için çalışmalar yapılması gerekmektedir. 2018 yılında 37,3 milyon ton çelik üretimi gerçekleştiren Türkiye çelik işkolunda, bir önceki döneme göre (37,5 milyon ton) ham çelik üretimi yaklaşık %0,6 oranında azalmıştır. Üretimdeki düşüşe rağmen Türkiye, dünya ham çelik üretim sıralamasında, ilk 10 ülke arasında 8. sıradaki yerini korumuştur (Demir Çelik İşkolu Raporu, 2019).

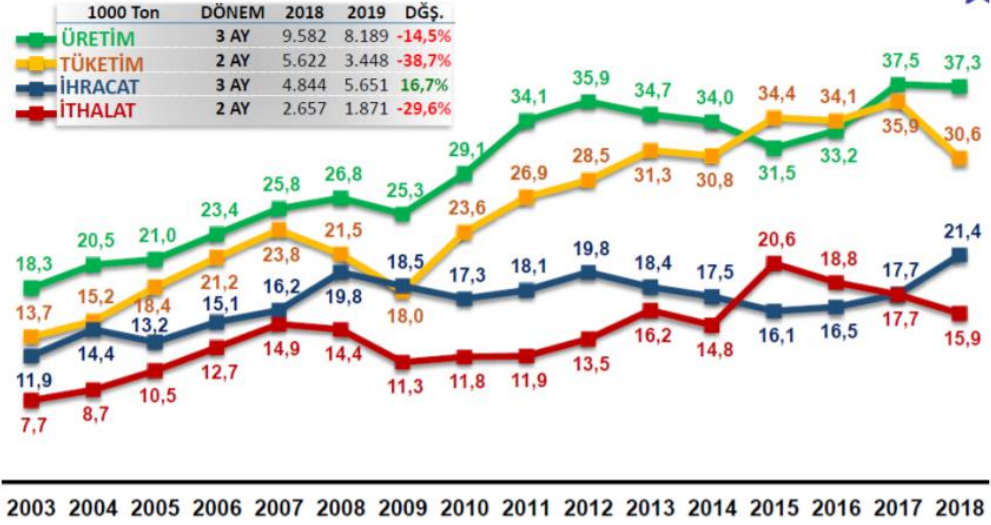


Şekil 3.2: Türkiye Çelik üreticileri haritası (Demir Çelik Sektör Raporu, 2019)

Ülkemizde, 2018 yılı itibariyle, demir cevherinden üretim yapan 3 adet Entegre Demir Çelik tesisi ile hurdadan üretim yapan 31 adet İndüksiyon ve Elektrik Ark Ocaklı tesis bulunmaktadır. Şekil 3.2’de görülen Türkiye çelik haritasına bakıldığında çelik tesislerinin büyük çoğunluğu kıyı bölgelerinde kümelenmiştir. Bu bölgeler, Iskenderun-Osmaniye, İzmir-İzmir, Marmara ve Batı Karadeniz sahil şeridi olarak belirtilmiştir (Demir Çelik Sektör Raporu, 2019).

## TÜRK ÇELİK SEKTÖRÜ – GENEL DURUM

Miktar: Milyon Ton



Şekil 3.3: Türk Çelik İşkolu Genel Durum (Demir Çelik Sektör Raporu, 2019)

Şekil 3.3'te görüldüğü üzere ihracatta 2019'da 2018'e göre artış yaşanmıştır. Fakat üretimin, tüketimin ve ithalatın ihracata nazaran azaldığı görülmüştür. Şekil 3.3'teki son 15 yıla ait grafiğe bakıldığında üretim, tüketim ve ithalatın birbirine benzer değişimler gösterdiği, ihracatın ise bağımsız hareket ettiği anlaşılmıştır. Bu gözlem 2018 ve 2019 yılları arasındaki değişim durumuna açıklık getirmiştir.

### 3.1.3 Demir çelik işkolu özellikleri ve çeşitleri

Dayanıklı tüketim malları ve yatırım malları sanayinin ana parçası demir çelik ürünleridir. Bu sebeple, herhangi bir ülkede incelenen demir çelik kullanım düzeyi, o ülkenin gelişmişliği ve refah seviyesi ile ilgili bilgileri bize doğrudan göstermektedir (Birleşik Metal İş, 2003).

Demir çeliğin ülkelerdeki talebi ülkedeki ekonomik, altyapı ve inşaat yatırım şartlarına bağlı olduğu bilinmektedir. Demir çelik işkolunda bulunan temel özellikler:

- İlk olarak üretim yapılan yerleşim yerleri arasında bölgesel yoğunlaşmanın söz konusu olması,
- İşkolunun kamu öncülüğünde gelişmiş olmasıdır Sermaye ve teknoloji yoğun yatırımlar gerektirmesi,

- Demir-çelik işkolu içinde yer alan alt işkolların ekonomik ve teknolojik açıdan birbirlerine bağlı olmaları,
- Son olarak ise, işkolunda bulunan triad yapının (Amerika, Avrupa ve Japonya ülkelerine ait yapı) kontrolünde olmaması, tekelleşme oranının diğer işkollarına göre daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Demir çelik işkolu çeşitlenmiş ve çok gelişmiş alt işkolları sahiptir. Bu işkolları Uzun Çelik Ürünler, Yassı Hadde Çelik Ürünleri ve Vasıflı Çelik İşkoludur (Sekiz Yıllık Planlama, 2001).

### **3.2 Çelik Yapı**

Alternatif diğer başka ürünlerle kıyaslamaya göre hafifliği, yüksek mukavemeti ve elastik yapı özelliği dikkate alındığında incelenen her zemin sınıfı ve deprem bölgeleri için en doğru konstrüksiyon yapı malzemesi çeliktir (İğın,2016).

#### **3.2.1 Çeliğin tanımı**

Çelik, mekanik direncinin yüksekliğiyle nitelenen, % 2'den az oranda karbon içeren, mekanik olarak işlenebilen (dövülerek, preslenerek, haddeden geçirilerek şekil verilebilen) demir ve karbon alaşımlarından oluşmaktadır. Çelik, su verilerek veya başka maddelerle birleştirilerek çok sert bir hale sokulabilmektedir. İçlerinde belli ölçüde karbon ve manganez bulunması çelik çeşitlerinin ortak özelliğidir (Hasol, 1993).

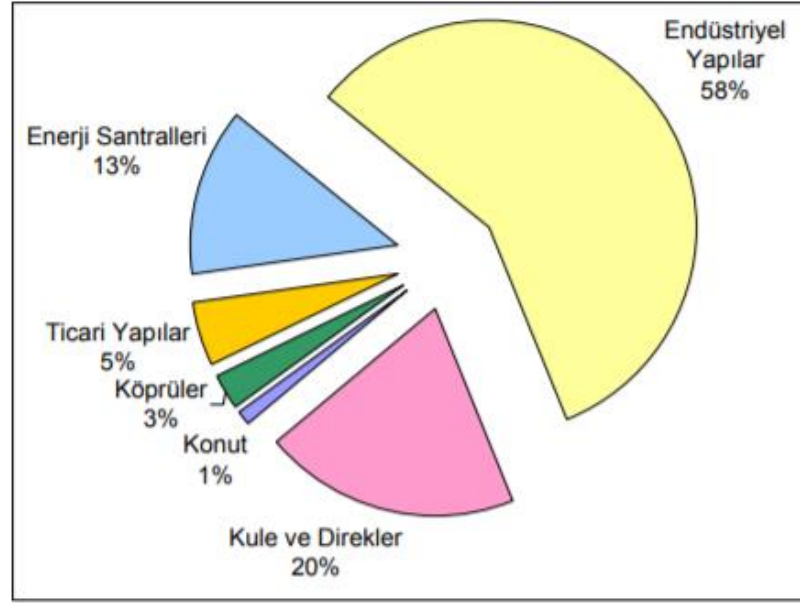
#### **3.2.2 Çelik konstrüksiyon yapı**

Çelik konstrüksiyon yapı elemanları işlem sürelerine bakıldığı takdirde imalat ve montaj süreleri farklı seçenekli yapılara göre çok daha kısa olduğu görülmüştür ve bunun bilinciyle hareket edilmektedir. Bunun neticesinde bilindiği üzere inşaat, proje ve maliyetlendirme masrafları dikkate alındığında en aza inmesini sağladığı görülmüştür. Temel inşaatlarında ise durum ve aynı zamanda güçlendirme isteyen bölgelerin ön hazırlık çalışmalarında alternatif diğer başka yapılara göre çelik konstrüksiyon yapılarda büyük oranda ekonomik kazanç ve zamandan tasarruf sağladığı görülmüştür. Ayrıca çelik konstrüksiyon montaj aşaması dikkatlice

incelendiğinde görüleceği üzere endüstriyel yapılarda geniş açıklıkları kolonsuz olmakla beraber yer yer taşıyıcısız geçme potansiyeline sahip olduğu anlaşılabacaktır. Çelik konstrüksiyon endüstriyel yapılarda taşıyıcısız geçme durumu hem maliyeti düşürmekte olup, hem de yapıda daha geniş bir alan kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Çelik yapı elemanları zorlu hava şartlarından etkilenmemektedir. Örnek vermek gerekirse soğuk veya sıcak hava çelik malzemenin montaj veya imalat aşamasında herhangi bir engel teşkil etmemektedir. Mimari projelerde estetik ve geleceğe dönük kalıcı kullanım vaat etmektedir. Kısmi yapılacak değişikliklerde ise büyütme ya da küçültme işlem operasyonlarında hızlı ve geçişi sorunsuz bir geçiş imkânı sağlamaktadır. İstenildiği takdirde çelik taşıyıcı sistemin tamamı zayıtsız olarak sökülerek yeryüzünde istenilen her noktaya çok ekonomik olarak nakledilip montajı yapılabilmektedir. Sökülebilir olması kiralık arsalar üzerine geçici depolama çalışmalarına da imkân sağlamaktadır. İstenildiğinde yapıyı oluşturan bütün elemanlar ve taşıyıcı sistem civatalı olarak üretilebilmektedir. Bu demonte özelliği çelik konstrüksiyon yapıyı sökme, taşıma, değiştirme, büyütme veya küçültme işlemlerinde en az zayıyla malzeme kaybının önüne geçilmesini sağlamaktadır. Çelik konstrüksiyon yapının uygulaması ve takibi sürekli olarak şantiyede yapıldığından dolayı geri dönülemez hataların önüne geçilmesi sağlanmakta, bilgisayar ortamındaki testler ile dayanıklılık ve güvenilirlik maksimum seviyede tutulmaktadır. (İğın, 2016)

### **3.2.3 Türkiye’de yapısal çelik kullanımı**

Türkiye’de üretilmekte olan ve oluşturduğu yapıların oranı yaklaşık %60’ı endüstriyel yapılar olanlar çelik yapılardır. Buna kuleler ve enerji alt yapı yatırımları da dâhil edilirse bu oran % 90’ lara ulaşır. Şekil 3.4’te görüldüğü üzere köprüler ve ticari yapılar ise toplam paydan kalan %10’luk payı oluşturmaktadır. (Tucsa, 2005)



Şekil 3.4: Türkiye’de Çelik Yapıların Dağılımı (Altay ve Güneysi 2005)

Ekonomik büyüme hızının %6 veya en çok %8 oranında olduğu varsayıldığı takdirde, yapısal çelik işkolundaki büyüme hızının, ekonomik büyüme hızından 1 veya en çok 2 puan daha fazla olacağı öngörülmektedir. Türkiye’deki çelik firmalarının yaklaşık 7 veya en çok 10 milyon m2 inşaat alanı üretebilecek işleme kapasitesi bulunmaktadır. Bu kapasitenin önemli bir kısmı yurt dışı yüklenim işleri yapabilecek düzeydedir ve önemli yurt dışı projelerde de ülkemizde faaliyet gösteren çelik yapı firmalarımız görülebilmektedir (Tucsa, 2005).

### 3.2.4 Çelik konstrüksiyon yapıların avantajları ve dezavantajları

Çelik konstrüksiyon yapılar incelendiğinde bazı avantajları ve dezavantajları olduğu görülmüştür. Avantajları dezavantajları oranladığımız takdirde %80’e %20 gibi bir oran ortaya çıkmıştır. Yazının devamında avantajlar ve dezavantajların açıklamaları yapılmıştır.

#### 3.2.4.1 Çelik yapının avantajları

Yapı çeliği incelendiği takdirde diğer çelik türlerine istinaden daha mukavemeti yüksek olduğu görülmektedir. Böylece bir sistemin maksimum taşıması gereken

toplam yük içinde taşıyıcı sistemin, yani çeliğin kendi ağırlığının payı daha az olmaktadır. Bu nedenle çelik konstrüksiyon yapılarda büyük açıklıkların geçilmesinde en elverişli malzeme olarak geçmektedir. Her ne kadar başka hafif metaller de yüksek mukavemetleri dolayısıyla kullanılabilirlerse de bunlar pahalı olmaları nedeniyle yaygın olamamaktadırlar. Açıklık arttıkça malzeme ve sistem ne olursa olsun öyle bir kritik açıklık değerine varılır ki, sistem bu aşamadan sonra ancak kendini emniyetle taşıyabilmektedir.

Özellikle yapılan incelemeler neticesinde ülkemizde son derece yaygın olarak kullanıldığı bilinen betonarme yapının sistemi ile karşılaştırıldığında, çelik yapıların bu açıdan betonarme yapıya göre avantajı çok daha rahat fark edilebilmektedir. Çünkü ülkemizde inşa edilen ve yoğun biçimde kullanılan betonarme yapıların çoğu çelik iskelet sistem ile oluşturulabilecek nitelikte iken, çelik iskelet ile oluşturulan binaların büyük bir kısmı betonarme yapı sistemi ile elde edilemeyecek yapılar olmaktadır (Ünver, 2003).

#### **3.2.4.2 Çelik yapının dezavantajları**

Isı ve ses açısından incelendiğinde çok iyi bir iletken olduğu bilinmektedir. Bu sebeple çelik konstrüksiyon yapıya uygulanacak yalıtımlar zayıf kalabilmektedir. Ayrıca iyi yalıtım tercih halinde ise izolasyon maliyetleri çok yüksek olmaktadır. Deneysel inceleme yapıldığında yanıcı özelliğinin olmadığı görülmüştür fakat ısının yükselmesi durumunda mukavemetinde ve elastik metodu zayıflamaktadır. Isı nedeniyle mukavemeti zayıflayan bölgeler iyi bir ısı iletkeni olduğu düşünülürse hızla yayılmaktadır. Su veya kimyasal madde ile teması durumunda elemanlarda korozyon (kesit kaybı, paslanma) olmaktadır. Bu nedenle elemanların anti pas ve boyaya ihtiyaç duyduğunu belirtmek 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 genellikle tek katlı fabrika binaları ve endüstriyel tesislerde tercih edilmektedir (İğın, 2016).

### **3.3 Boya**

Boya tüketimini ve boya üretimini detaylı olarak incelediğimiz takdirde, inşaat işkolunun aktifliğine ve yoğunluğuna yönelik olduğundan mevsimlere göre farklılık göstermektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda, inşaat çalışmalarının yoğun olduğu yaz aylarında, diğer aylara göre boya üretimi ve tüketimi iki katına çıkmaktadır. Boya işkolu temelde iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar sanayi boya ve inşaat boyalarıdır. Tüketim bazında genel olarak bakıldığında hangi boyanın uygulanacağı yüzey esas alınarak tanımlamalar yapılmaktadır (Erikler, 2019).

#### **3.3.1 Boyanın tanımı**

Boya, malzeme yüzeyini aydınlatmak amacıyla dış faktörlerden korumak, süslemek için ince ve sert bir tabaka şeklinde olan organik ya da organik olmayan maddeden oluşmaktadır. Ayrıca boya, plastik esaslı pigmentlerden ve incelticilerden oluşmuş renkli sıvı bileşiminden oluşmaktadır. 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).

#### **3.3.2 Türkiye’de boya sektörü**

Türkiye’de boya sektörü temel kimya alanında önemli bir paya sahip olmaktadır. Avrupa’nın 5. büyük boya üreticisidir ve dünya pazarında ise %2’lik bir paya sahiptir. Türkiye’de yılda ortalama 800 bin ton boya üretimi gerçekleşmektedir. Boya işkolunda üretim yapan büyük firmaların yanı sıra sipariş ve fiyata bağlı olarak üretim yapan boya imalat pazarları da bulunmaktadır. Ancak büyük firmaların uluslararası pazarda önemli yer edinmesinden dolayı boya üretiminin büyük bir oranı bu firmalara aittir. Küçük ticaret hanelerin %40’ı yalnızca boya üretiminde yer almakta ve ülke genelinde boyaya katkıda bulunmaktadır. Küçük ve orta ölçekli olan boya imalathaneleri özellikle mimari yapılarda önemli yer edinmektedirler (Erikler, 2019).

Türkiye’de boya işkolu özellikle endüstrileşmeye hizmet verirken inşaat sektörünün gelişme göstermesiyle beraber sektöre duyulan ihtiyaç oldukça artmıştır. Boya işkolun %60’ı dekoratif amaçlarla kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda toz boya ve oto boyası gereksinimlerinden dolayı boyaya olan ihtiyaç önemli oranda artış göstermiştir. Otomotiv işkolunun Türkiye’de gelişme göstermeye başlamasıyla birlikte bu anlamda boyalara duyulan ihtiyacın arttığı düşünülmektedir. Ayrıca toz boya üretiminde aynı fikir yerini almakta ve bu alanda ilerleme kaydedilmektedir (Erikler, 2019).

Türkiye’de boya işkolu imalathanelerinde çok büyük farklılıklara rastlanmaktadır. Boya üretiminde teknolojik gelişmelere ve büyük kapasiteye sahip ticaret hanelerin katkısı oldukça fazla iken küçük kapasiteli ticaret hanelerin kar oranı bu firmalara nazaran daha azdır. Ancak ilkel tekniklerle yürütülen boya imalatının ülkeye katkısı yadsınamaz bir gerçektir (Erikler, 2019).

### **3.3.3 Boya uygulaması ve çeşitleri**

Hem yapılacak işin mevcut durumdaki kalitesini etkileyecek çok çeşitli olan parametrelerin, hem de sağlık, güvenlik ve çevre risklerinin denetlenmesi yapılacak olan boya uygulamasında gerekmektedir. Bu durumda gerekli görüldüğü takdirde boya uygulaması için literatürde sanayi boyası olarak geçtiği bilinmektedir. Boya yapılacak olan ürün için sanayi boyası uygulamalarında, boyanın yapılacağı yere sevki yapılmaktadır. Bununla beraber boya yapımında herhangi bir denetim şartı aranmıyorsa ve boya yüzeyin bulunduğu yerde yapılıyorsa bu inşaat boyası olarak ele alınmaktadır. İşkolude inşaat boya ları tek bir bölüm dâhilinde ele alınırken, sanayi boya ları çeşitli alt işkollarıe ayrılmaktadır (Uysal, 2010).

Tren, otomobil, uçak, ticari araçlar, motosiklet, bisiklet gibi taşıtların boyanmasında taşıt boya ları kullanılmaktadır. Aynı zamanda çeşitli parçaların takılmasında, taşıtların boyanmasında ve parçaların boyanmasında kullanılmaktadır.

Makineler, motorlu tarım araçları, dayanıklı tüketim malları, iş ve ofis aletleri, trafolar, çeşitli metal eşya olmakla beraber genel olarak metal ağırlıklı ürünler üzerine Genel sanayi boyları uygulanmaktadır.

Genel duruma bakıldığında koruma işlemini gerçekleştirmek adına koruyucu boylar kullanılmaktadır. Özellikle çeşitli dış cephelerde ve çeşitli dış ortam faktörlerine maruz kalmış ürünlerde sıklıkla uygulanmaktadır (Tunçgenç, 2015).

Genellikle oto tamiri için üretilen boylar, yenileme amacıyla yapılmaktadır. Zamanla boyasıyla ilgili bir problem olmuş veya hasar almış otomobiller için de oto tamir boyları tercih edilmektedir. Bu boylar tercihe bağlı bölgesel olarak veya otomobilin tamamında kullanılabilir.

İnşaat boyları genellikle ahşap boyları sınıfına girmektedir. Genellikle ahşap eşyalar, kapı, doğrama gibi bina yapıları içinde sıklıkla bu tür boylar kullanılmaktadır. Deniz boyları ise deniz taşıtlarını boyamak için kullanılmaktadır (Tunçgenç, 2015).

#### **3.3.4 Çelik yapıda kullanılan epoksi esaslı shopprimer ve endüstriyel boyların özellikleri**

Çelik yapıda uygulanacak olan üç kat endüstriyel boyada ilk adım kumlama işlemi yapıldıktan sonra epoksi esaslı shopprimer uygulamasıdır. İkinci olarak endüstriyel ara kat gelir son olarak ise yine endüstriyel son kat boya gelir. Ara kat ve son kat tercihen endüstriyel olabilmektedir fakat shopprimer standart olarak epoksi esaslı üretilmektedir.

##### **3.3.4.1 Uygulanacak epoksi esaslı shopprimer tanımı, içeriği ve özellikleri**

Tanımı: Belirli şartlar altında grit raspası veya aşındırıcı kum ile yapılmış olan çelik yüzeylerin korozyona karşı korunması amacı ile çift komponentli, epoksi reçine esaslı ve poliamid sertleştiricisi ile kürlenerek ve aynı zamanda antikorozyon çinko fosfat pigment içeren epoksi shopprimer ve astar kullanılmaktadır.

Görünümü: Mattır.

Renk Çeşitleri: Standart oksit kırmızı veya gri renklerden oluşmaktadır.

Katı Madde Oranı: % 50  $\pm$  5'dir

Yoğunluk Oranı: 1,25  $\pm$  0,05 gr/ml'dir

Teorik Kaplama Alanı: 12 - 15 m<sup>2</sup>/litre (15 veya en çok 30 mikron uygulamada geçerli)'dir

Uygulama Alanı: Üzerine uygulanacak boyalar için çok iyi yapışma özelliğine sahip olması nedeni ile sağlam bir zemin oluşturulmaktadır. Ayrıca korozyona karşı yüksek koruma sağlamak amacıyla metal yüzeylerde birinci kat astar olarak kullanılmaktadır.

Yüzey Hazırlığı ve Uygulama Şekli: İlk olarak uygulama yapılacak yüzeylerde yapışmayı azaltacak her türlü maddeden temizlenmektedir. Daha sonra metal yüzeyler ISO 8501 – 01 standardında Sa 2 ½ derecesinde olmak üzere aşındırıcı kum veya grit raspası ile hazırlanmaktadır. Ayrıca kalan tüm yüzey bozuklukları gidermek için kaynak çapakları, sıçramalar ve boya filmi üzerinde kalabilecek bütün pürüzlerden arındırılacaktır. Yüzey hazırlığı bittikten hemen sonra tercihen en geç 1 veya en çok 2 saat içerisinde epoksi shop primer ile astarlanmaktadır. Bu doğrultuda boya, belirtilen oranlarda karıştırıldıktan sonra ön reaksiyon için uygulama öncesi 30 dakika bekletilmektedir. Ayrıca metal yüzey sıcaklığı uygulama için en az 10°C olması gerekmektedir.

İnceltme / Karışım Oranı: Epoksi Shopprimer 4 ölçek Astar A, 1 ölçek Epoksi Shopprimer Astar Sertleştiricisi B ve %5 veya 10 epoksi tiner kullanılmaktadır.

Boyanabilen Alan: Yüzey için 12 veya en çok 15 m<sup>2</sup>/Kg (boya + sertleştirici/15-30 mikron kuru film kalınlığı) alan boyanır. Aynı zamanda pratik kaplama alanı yüzey pürüzlülüğü ve sıçrama kayıpları için miktar durumuna göre değişiklik göstermektedir.

Kuruma Süresi: 23°C'de ve %50 bağıl nem koşullarında dokunma kurumasını 20 veya en çok 30 dakikada tamamlamaktadır. Üzerine kat uygulamak için ise gerekli zaman en az 1 veya en çok 2 saat olmalı, kimyasal dayanıklılığını kazanma süresi ise 7 gün olması gerekmektedir.

Uygulama Aparatları: Boya tabancası, fırça ve rulodur.

Depolama Koşulları: Direkt güneş ışığı almayan, kuru ve serin yerde saklanmalı ve depolanmaktadır. Orjinal durumunda, en az 1 yıl süreyle depolanabilmektedir. Kullanıldığında ambalajın ağzının kapalı tutulması gerekmektedir.

Tehlike Oluşturabilecek Uyarılar: Kolay alevlenebilmektedir.

Deri ile temasta, solunduğunda veya yutulduğunda sağlığa zararı dokunmaktadır.

Cildi, solunum sistemini ve gözleri tahriş edebilmektedir.

Tekrarlanan veya sık maruz kalmalarda deride çatlaklara ve kuruluğa neden olabilmektedir. Buharları ise vücutta uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilmektedir.

Güvenlik Tavsiyeleri: Çocukların ulaşabileceği yerden uzak tutulması gerekmektedir.

Tutuşturucu kaynaklardan uzak tutulmalı ve yakınında sigara içilmemesi gerekmektedir.

Göz ile temas durumunda bol suyla yıkamak gerekmede ve ivedikle doktora başvurulması gerekmektedir.

Cilt ile temas durumunda derhal bol su ile iyice yıkanmalıdır.

Kanalizasyona hiçbir şekilde boşaltılmamalıdır.

Çalışırken boya koşullarına uygun koruyucu giysi, koruyucu eldiven, koruyucu gözlük ve maske kullanılmalıdır.

Yutulması halinde doktora boya kabını ve etiketini göstermek üzere başvurulması gerekmektedir. Sadece iyi havalandırılan yerlerde kullanılması gerekmektedir.

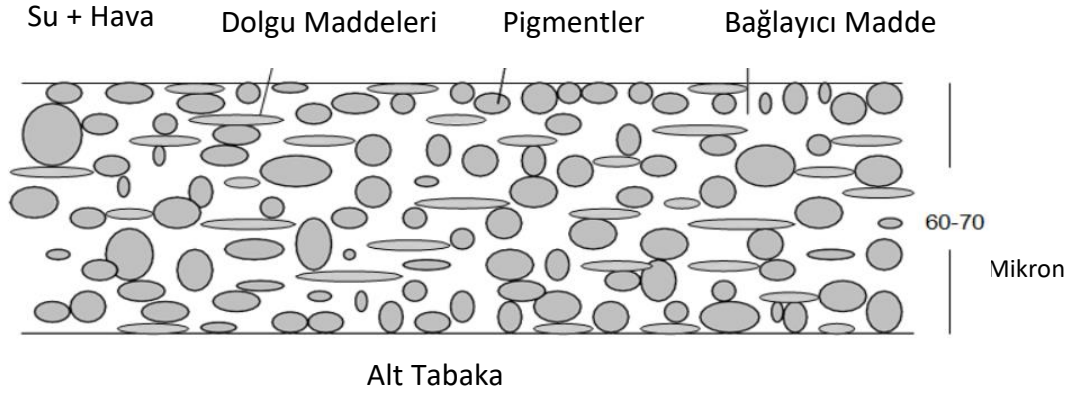
Bu boya maddesini ve kabını tehlikeli veya özel atık toplama yerlerinde bertaraf ettirilmesi gerekmektedir. Yutulması halinde kişinin bilinci yerinde olmak kaydıyla ağzı bol su ile yıkamak gerekmektedir.

Diğer astar ve son kat boyalar içinde aynı güvenlik tavsiyeleri geçerlidir (Makro Boya, 2018).

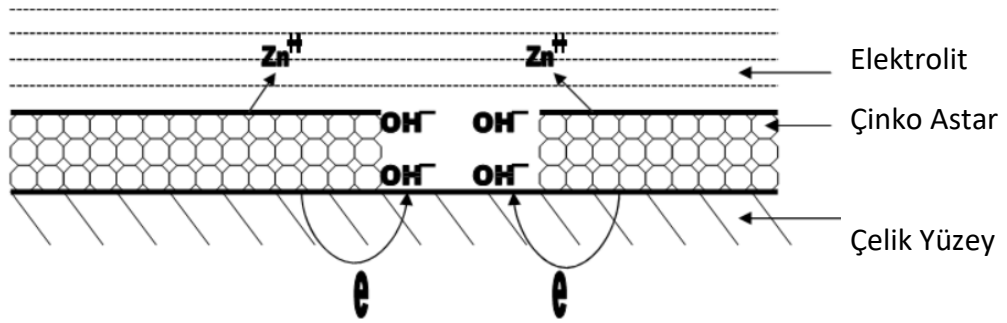
#### **3.3.4.2 Silikat veya epoksi çinko primerleri**

Yapılan araştırmalar sonucunda geleneksel solvent bazlı shopprimerlar 1970'lerden beri vardır. Daha detaylı incelendiği takdirde demir esaslı substratlar üzerine çinko bakımından zengin shopprimerlerin uygulanması, çok etkili bir antikorozyon koruması metodudur. Çinko astarına, uzun ömürlü bir kaplama sistemi elde etmek için bir ilk kat olarak ihtiyaç duymaktadır. Aynı zamanda çinko astar üç kat koruma sağlamaktadır. Şekil 3.5'de görüleceği üzere alttaki metalin aşındırıcı ortam ile temas etmesini,

korozyon koruması için bariyer etkisi ile oksijenin ve suyun çelikte aşağıya geçmesi engellenmektedir (Jotun, 2018).



Şekil 3.5: Altteki metalin aşındırıcı ortam ile temas etmesini, korozyon koruması için bariyer etkisi ile oksijenin ve suyun çelikte aşağıya iletilmemesi (Jotun, 2018)



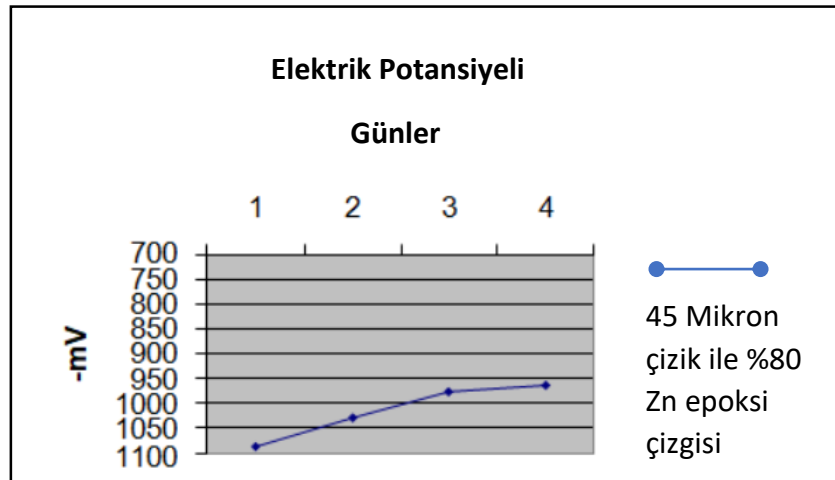
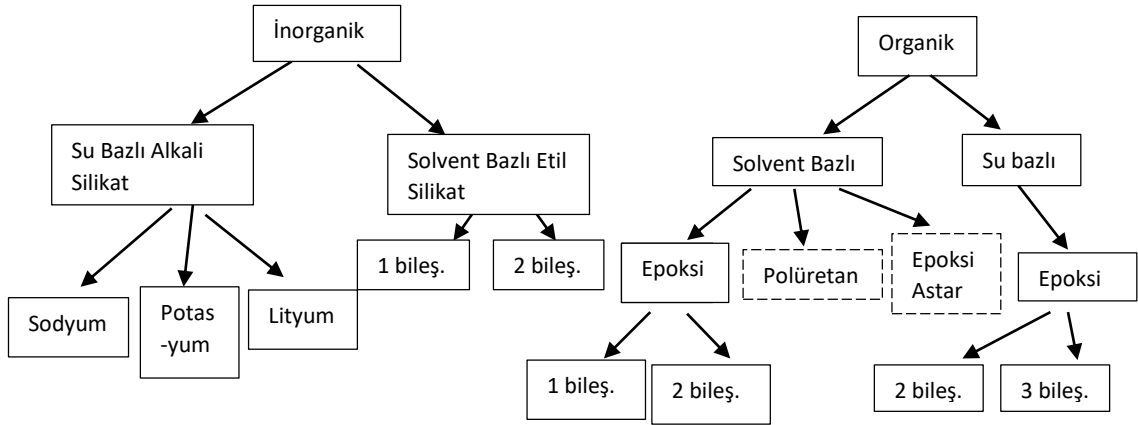
Şekil 3.6: Güçlü elektronegatif çinko-pigmentli kaplamanın varlığı (Jotun, 2008)

Şekil 3.6’te görüldüğü üzere bazı yapılan testler sonucunda güçlü elektronegatif çinko pigmentli kaplamanın varlığı ve çelik konstrüksiyon yapı üzerindeki oluşan tüm lokal hücre aktivitelerini kısa devre etmektedir. Çinko korozyona uğramış olsa bile çelik çıplak noktalarda bile paslanmayacaktır. Çinko kaplamanın çelik yüzeyle elektriksel temas halinde olması zorunludur; bu nedenle çelik tüm kirlilikten arındırılmalıdır (Jotun, 2018).

### 3.3.4.3 İnorganik veya organik shopprimerleri

Shopprimerler, bağlayıcı ve çözücüye bağlı olarak farklı gruplara ayrılabilir. Bugün endüstrinin kullandığı ana gruplar alttaki Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1: Endüstrinin kullandığı boyaların dağılımı (Jotun, 2018)



Şekil 3.7: Elektrik potansiyelinin bir panel üzerinde çizik ile test edilmesi (Jotun, 2018)

Şekil 3.7’te görüldüğü üzere yapılan elektrikselsel test shopprimerin ömrünü ölçmek ve potansiyeli görmek amacıyla yapılmıştır. Yapılan elektrikselsel mevcut potansiyel testi, epoksi shopprimerler için iyi bilinen bir test olmaktadır. İncelendiği takdirde shopprimerlerin çoğu 100 gün sonra dahi hala katodik korumaya sahip olacaktır ve yüksek film kalınlığında uygulanması gereken yüksek çinko içeriği olan shopprimerler

300 günden fazla katodik koruma sağladığı görülecektir. Shopprimerlerin gerçek yaşam testleri ile karşılaştırıldığında bu çok uzun olmasa bile yine de neredeyse bir yıl olduğu bilinmektedir (Jotun, 2018).

#### 3.3.4.4 Kaynak ve kesim

Araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda bugün kullanılan yüksek performanslı shopprimerler (imalat astarı) çinko etil silikata dayanmaktadır. Bu shopprimerler, kürlenme sırasında herhangi bir organik madde içermediğinden kaynak ve kesme işlemi için çok kullanışlıdır. Şekil 3.8, inorganik ve organik shopprimer kullanıldığında gözenek oluşumunu göstermektedir. Shopprimer pazarında çinko epoksi yıllarca kullanılmıştır, buna rağmen tüketimi çok azalmıştır. Bunun nedeni yüksek çinko içeriğidir ve kaynakta gözenekler oluşturan organik malzeme görünümü olmuştur (Jotun, 2018).



Şekil 3.8: Solda inorganik shopprimer, sağda ise organik shopprimer kaynak yapıldıktan sonraki görüntüleri (Jotun, 2008)

### **3.3.4.5 Organik ve inorganik shopprimerların değerlendirmesi**

Araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda hem inorganik hem de organik shopprimerlerin birçok faydası vardır, ancak bazı özellikler bir tip astar için daha iyidir. Bu özelliklerden dolayı kullanım alanı 2 tip primer için farklıdır ve tipik olarak aşağıda sıralanmıştır.

**İnorganik Shopprimer:** Aşırı iyi aşınma direnci nedeniyle mavna güverteleri, yüksek sürtünme (kayma) katsayısı nedeniyle yüksek mukavemetli elik, boru hatları, enerji santralleri ve enerji nakil hatları, köprüler, gemiler ve tankerler (depolama tankları dahil i ve dış yüzeyler), petrol kuyuları ve açık deniz sondaj platformları, roket fırlatma köprüleri, su tanklarında kullanılmaktadır.

**Organik Shopprimer:** elikte yapılan kötü ilk işlem sonra yapılan bakımlar, çeliğe yapılacak rötuşlar ve maliyet veya erişilebilirlik nedeniyle Sa 2½'a göre kumlamanın imknsız veya zor olduğu elik yapılarda kullanılmaktadır.

Organik shopprimerlerin geliştirilmesi elik içinde kaynakçılar ve kesiciler için bir devrim yapmıştır. Kaynak görünümünde yavaş kaynaktan dolayı çok fazla gözenek bulunmaktadır ve yavaş kesmeden kaynaklı shopprimer'ın büyük hasarları oluşmaktadır. Bunu artık en az problemle yapmak mümkün olması gerektiğinden düşük bir çinko içeriği olan toplam inorganik filmin çok iyi özellikler vermesi olası ihtimali doğacaktır. Kaynak zelliklerinin farkı şekil 3.5'tedir. Yeni nesil shopprimerler inorganik ve organik su ürünleridir. Bugün bu tür ürünler hala çözülmesi gereken bazı zorluklara sahiptir (Jotun, 2018).

### **3.3.6 Uygulanacak endüstriyel boyada, ara kat ve son kat içerikleri ve anımı**

Araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda astar boyalar ve son kat boyalar farklı yapı özelliklerini vurgulamaktadır. Korozyona (paslanmaya) karşı koruma ve yapışma, astar boyalar için temel özelliklerdir. Kir tutmama, kimyasal

direnç, dış cephedeki dayanıklılık ve parlaklık gibi özellikleri son kat boyalar içinde astarlara önemli bir öncelik sağlamaktadır (MakinaTek İmalat Sanayi Dergisi, 2018).

### **3.3.6.1 Endüstriyel boyalar**

Yapılan incelemelerde endüstriyel boyaların, ara kat ve son kat boyaların metaller üzerindeki kullanımı son derece artmış olduğu bilinmektedir. Bu durumun üç esas ana nedeni aşağıda belirtilmiştir.

1) Çevre korunması, sağlık ve güvenlik açısından su bazlı akrilik koruma kaplamalarının önemli avantajları vardır. Solvent bazlı ürünler, yüksek kalitede su bazlı kaplamalara göre oldukça yüksek seviyede uçucu organik bileşikler içermektedirler. Ayrıca bu solvent bazlı boyaların içindeki toksik ve yanıcı çözücülerin olması durumu daha da kötüleştirmektedir.

2) Su bazlı akrilik koruma boyalarının performansı gelişmektedir. Metal kaplamalarda çatlamlar kaçınılmazdır çünkü suyun alt tabakaya nüfuz etmesine izin vermektedirler.

3) Boyaların uygulamalarda yapılan testler sonucunda en çok istenen özelliği, çabuk kuruma süresine sahip olması istenmektedir. Boyacılar, endüstriyel boyada çoğu kez son kat boyayı ikinci(astar) kat boyadan saatler sonra uygulayabilirler. Mükayese yapıldığı takdirde epoksi astar boya sistemleri metale uygulandıktan sonra son kat boyanın uygulanabilmesi için genellikle bir tam gün kurumaya bırakılması gerekmektedir (MakinaTek İmalat Sanayi Dergisi, 2018).

### **3.3.6.2 Endüstriyel rapid astar boya tanımı, içeriği ve özellikleri**

Tanımı: Araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda çeliğe iyi yapışan, stiren modifiye alkid reçine esaslı, , pasa karşı koruyan ve havada hızlı kuruyan, yüksek kimyasal dayanımı olan endüstriyel astar boya olduğu, renk kalıcılığı ve örtücülüğü iyi olduğu, çabuk kuruduğu ve metal yüzeylere yapışması yüksek olarak tanımlanmaktadır.

Görünümü: Mattır

Renk Çeşitleri: Gri standart renk olarak geçmektedir. İstenildiği takdirde farklı renk yapılabilmektedir.

Katı Madde: %70 + veya – 5 (renk durumuna bağlı olarak)

Yoğunluk:  $1.55 \pm 0.05$  gr/ml (renk durumuna bağlı olarak)

Teorik Kaplama Alanı: 8 veya en çok 9 m<sup>2</sup>/litre (50 mikron uygulamada)

Uygulama Alanı: Genellikle demir-çelik sanayisinde, son kat boya metodlarının altına uygulanarak boya metodunun dayanıklılığını arttırmak için ve son katın daha parlak olmasını sağlamak için kullanılmaktadır.

Yüzey Hazırlığı ve Uygulama: incelemelerin yapılması sonucunda astar boyanın çelik konstrüksiyon yüzeyine yapışmasını engelleyebilecek her türlü yağ, toz, kir, pas, gevşek tabakalar ve benzer maddeler, yüzeye uygun temizleme ekipmanı ile tümüyle boyanacak yüzeyden temizlenmektedir. Astarın tutunacağı uygun profile sahip yüzey hazırlanmaktadır. Yüzey nemli ya da ıslak olmalıdır. Bozuk yüzeyler varsa eski boya - astar katmanı kazınmalı, zımparalanmalı ve zımpara tozları temizlenmelidir. Çelik yüzeyler zımparalandıktan sonra endüstriyel rapid tiner veya temizlik tineri ile silinmelidir. Ambalajdaki astar uygulanmadan önce iyice karıştırılmalıdır. Belirtilen oranlarda inceltirilerek hazırlanan karışım, pistole ile 2–3 çapraz kat olarak uygulanmalıdır. Boya astar(ara) kat ve son kat boya uygulaması arasında 10 veya en çok 15 dakika beklenmelidir.

İnceltme / Karışım Oranı: Astar kat boyalar yapılan incelmeler sonucunda endüstriyel rapid Tiner ile ancak %20 veya en çok 25 oranında inceltilebilmektedir.

Boyanabilen Alan: Tek katta 8 veya en çok 9 m<sup>2</sup>/kg (50 mikron uygulamada geçerli) alan boyanmaktadır.

Kuruma Süresi: 23°C’de ve %50 bağıl nem oranında dokunma kurumasını 10 dakikada, sert kurumasını 2 saatte yapmaktadır. Uygulamadan (24 saat geçtikten sonra) 3 saat sonra zımparalanabilmektedir.

Uygulama Aparatları: Boya tabancası, fırça ve rulodur (Makro Boya, 2018).

#### **3.3.6.4 Endüstriyel rapid son kat boya tanımı, içeriği ve özellikleri**

Tanımı: Araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda stiren modifiye alkid reçine esaslı, hızlı kuruyan, yüksek kimyasal dayanımı olan endüstriyel son kat yarı

mat boya olarak, renk kalıcılığı ve örtücülüğü iyi olduğu, çabuk kuruduğu ve çelik yüzeylere yapışması yüksek olarak tanımlanmıştır.

Görünüm: Yarı Mattır

Renk Çeşitleri: Ral Renkleri

Katı Madde: % 65 ± 5 (renge bağlı olarak)

Yoğunluk: 1.60 ± 0.05 gr/ml (renge bağlı olarak)

Teorik Kaplama Alanı: 8 veya en çok 10 m<sup>2</sup>/litre (30 veya en çok 50 mikron uygulama)

Uygulama Alanı: Genellikle demir-çelik sanayisinde, çelik yüzeylerde, her türlü makine aksamı tarım ev ve bahçe aletleri, traktör römork oto radyatör aksamaları, varil çelik dolap ve masa boyanmasında son kat boya olarak kullanılmaktadır.

Yüzey Hazırlığı ve Uygulama: Uygulama yapılacak yüzeylerde yapışmayı azaltacak her türlü maddeden, kirden, pastan ve yağdan temizlenmesi yapıldıktan sonra gereken durumda ise endüstriyel endüstriyel astar boya ile boyanmaktadır.

Uygulama Şekli: Doğrudan çelik veya önceden astarlanmış yüzeyler üzerine iki kat boya olarak uygulanmaktadır. İkinci kat uygulaması, ilk kat uygulandıktan sonra 1 saat içinde veya kimyasal kurumasını tamamladıktan sonra yapılmaktadır. Kimyasal kurumasını tamamlamadan ikinci katı uygulamak, boya yapısının bozulmasına neden olmaktadır.

İnceltme / Karışım Oranı: Endüstriyel rapid tiner ile % 20 veya en çok %30 oranında inceltilebilmektedir.

Boyanabilen Alan: Yaklaşık havalı sprey (airless) ile uygulamada 1 kg ile 8 veya en çok 10 m<sup>2</sup> ( 30 veya en çok 50 mikron kuru film kalınlığında) alan boyanabilmektedir. Uygulama miktarları renge göre değişkenlik gösterebilmektedir.

Kuruma Süresi: 23°C'de ve %50 bağıl nem oranında toz tutmama kurumasını 10 veya en çok 20 dakikada, dokunma kurumasını 2 veya en çok 3 saatte, sert kurumasını 24 saatte tamamlamaktadır. Tam kuruması için en az 5 gün geçmesi gerekmektedir.

Uygulama Aparatları: Boya tabancası, fırça, rulodur (Makro Boya, 2018).

## 4. KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Yapılan araştırmalar sonucunda bazı sonuçların yorumlanması neticesinde organizasyonlar ve şirketler birlikte incelendiği takdirde bu hırslı rekabet ortamında var olabilmek adına ve işkollarında sürekliliği sağlayabilmek adına birçok ortamda farklı ve etkili kararlar almak zorunda kalmaktadırlar. Bu kararları alırken, güvenilir ve doğru karar vericiler ile verilere ulaşmak ve bu verileri doğru şekilde değerlendirecekleri doğru süzgeçlere ihtiyaçları olmaktadır. Karar vericileri ve şirketleri diğerlerinin önüne geçirmede en büyük etken doğru işi doğru zamanda doğru şekilde yapmak olmaktadır. Yöneticiler, çeşitli karar problemleri ile karşi karşiya kaldığında en çok zorlandıkları problemlerden biri de alternatifler arasından en uygun alternatifin seçilmesi olasılığıdır. Bu tercih prosedürüne uymayan ve fazla sayıda kriter dâhil olduğuunda geleneksel tercih prosedürlerinin kullanılması gerçekçi bir çözüm sunmamaktadır. Bu sebeple iki yöntem, güncel çok amaçlı karar verme metotları ve çok kriterli karar verme metotlarının kullanımı günümüzde önemi gittikçe artmaktadır (Balbaş ve Turan, 2019).

### 4.1 Çok Kriterli Karar Verme

Yapılana araştırmaların incelenmesinde çok sayıda olan sečenek dikkate alındığında seçilme, sınıflandırma, önceliklendirme sıralanma veya elenme amacıyla özellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel veya nicel değerler alanı dahil çok sayıda kriter kullanılarak değerlendirilme işleminden ibarettir (Alkan ve Akman, 2006).

Karar verme esnasında ÇKKV metotlarının kullanılması karar alıcılara alternatiflerin değerlendirilmesinde yardımcı olmakta ve ticaret hane kaynaklarının oldukça verimli kullanılmasına imkan sağlamaktadır (Dağdeviren vd., 2005). Çok kriterli karar verme metotlarının temel adımları şu başlıklar altında toplanabilmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2004),

1. Problemin değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi,
2. Alternatiflerin belirlenmesi,

3. Kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi,
4. Çok kriterli karar verme metodunun uygulanması,
5. Kullanılan yöntemle göre bir alternatifin seçilmesidir.

#### **4.2 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)**

Yapılan araştırmalar sonucunda çok kriterli karar verme sistemleri, birden çok ölçüte dayalı karar verme problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılmakta olduğu görülmüştür. Bu sistemlerden en yaygın olarak kullanılanı ise Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process - AHP) olup, diğer kullanılanlar ise TOPSIS, ELECTRE, MOORA, PROMETHEE, VIKOR, ANP vb. olarak sıralanabilmektedir (Eleren, 2007).

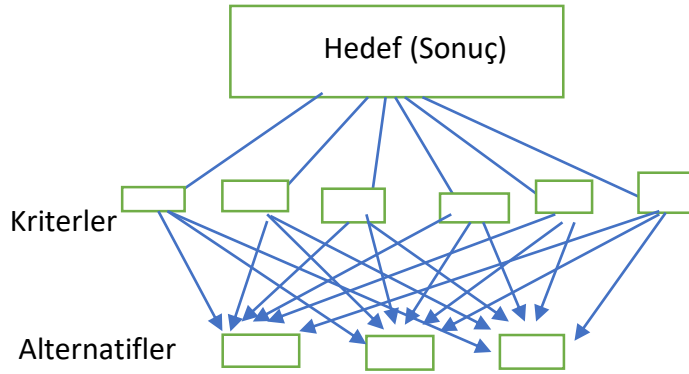
Geçmişten günümüze baktığımız takdirde 1970’lerde Thomas L. Saaty tarafından yapılan araştırmalar neticesinde geliştirilen AHP, birden fazla kriter içeren karmaşık problemlerin çözülmesinde kullanılan bir karar verme metodudur. Bu doğrultuda incelenen AHP yöntemi, karar veren kişilerin karmaşık problemleri ayırarak, problemin esas hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verebilmekte olduğu görülmüştür. AHP yönteminin en önemli özelliği karar alıcının hem objektif hem de subjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse AHP, tecrübenin, bilginin, kişinin kendi düşüncelerini ve önsezilerini mantıksal bir şekilde birleştirdiği bir yöntemdir. AHP çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Aynı zamanda pek çok karar probleminde etkin olarak kullanılmakta olduğu bilinmektedir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

Günümüzde analitik düşünme için incelenen insan doğası ve ölçümler üzerine yapılan araştırmalar sonucunda oluşan temel gözlemler de AHP yöntemi, problemlerin niceliksel olarak çözümünde daha kullanışlı bir model olarak gelişmesini sağlamaktadır. Ayrıca araştırılan AHP yöntemi, kişilerin ya da grupların kendi varsayımlarını yapmaları ve onlardan beklenen çözümün farklı şekilde türetilmesi vasıtasıyla fikirlerini paylaşmasına ve problemlerin tanımlamasına olanak sağladığı esnek bir modelden oluşmaktadır. Bu doğrultuda bazı bilgilerde değişiklikler yaparak çözümün veya sonucun duyarlılığının bireylerce test edilebilmesine olanak

sağlamaktadır. AHP yöntemi, yargılamayı daha iyi yapılabilmek için insan doğasını düşünme moduna zorlamak yerine daha uzlaştırmacı tavır için dizayn edilmekte, karmaşık politik ve sosyo-ekonomik problemlerin çözümü için kullanılan güçlü bir proses olmaktadır. AHP kişisel değerleri ve kişisel yargıları mantıksal bir düzende birleştirmektedir. Proses; bilgi, hayal gücü ve deneyim ile bir problemin hiyerarşisini oluşturmaya çalışıp mantık, önsezi ve deneyim içerisinde yargıları yapmaya bağlamaktadır. İlk başta kabul edilip işleme devam edildikten sonra AHP, problemin bir parçasının elemanlarının diğer parçalarla birleştirilmiş sonucuna ulaşmak için nasıl bağlanacağını göstermektedir. Metodun bir bütün olarak bağlantılarını yargılamak, tanımlamak ve anlamak için kullanılan bir işleyiş olmaktadır (Özkan, 2007).

AHP yöntemi kişileri veya bireyleri nasıl bir yön izlemeleri gerektiği konusunda bir araştırma yapmadan bir sistem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme mekanizmalarını tanıma olanağı sağlayıp bu şekilde daha iyi karar vermelerini sağlamak için olanak yaratan bir yöntemdir. AHP metodunun dayandığı teori; gerçekte insanoğlunun hiçbir şekilde kendisine öğretilmemiş olmasına karşın tamamen içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasını yansıtmaktadır. Bu yöntemle karar verme esnasında, insanların bilgileri ve deneyimleri en az kullanılan datalar kadar önemli olmaktadır (Erikan, 2002).

Yapılan araştırmalar sonucunda AHP yöntemi, çok kriterli karar verme problemlerinin; ana hedef, kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi gösteren, ayrıca hiyerarşik bir yapıda modellenebilmesine olanak veren bir yöntemden oluşmaktadır. Bunun sonucunda Şekil 4.1’de görüldüğü üzere AHP işleyiş diyagramı oluşmaktadır. Aynı zamanda bu sistemle, birçok değerlendirme ölçütünün rol oynadığı karar problemlerinde, kriterlerin sonuca katkısının belirlenebilmesi için kriter ağırlıkları hesaplanabilmekte ve uygun karar alternatifi tercih edilebilmektedir (Görener ve Dinçer, 2011).



Şekil 4.1: AHP İşleyiş Diyagramı (Saaty, 2001)

#### 4.2.1 Analitik hiyerarşi sürecinin (AHP) adımları

İlk basamak olarak AHP metodunun temelini oluşturan kriterlerin, kendi içinde karşılaştırılması yapılmaktadır. Mükayese yapmak için belirlenen kriterlere göre anket düzenlenmiştir. Düzenlenen ankette bir sonraki sayfada yer alan Tablo 4.1'deki önem derecelerine göre uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Bu görüşlere istinaden kriterlerin önem sıralaması belirlenmiştir.

İkinci basamakta anket sonuçlarına istinaden önem sıralaması belirlendikten sonra normalleştirme işlemi yapılmaktadır. Normalleştirme işleminde öncelikle sütunların toplamı elde edilmektedir. Daha sonra her bir sütundaki değer bütün sütun toplamına bölünmektedir. Bölünme işlemi yapıldıktan sonra her bir satırdaki değerlerin ortalaması alınarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmaktadır (Forman ve Gass, 2001).

Tablo 4.1: AHP’de önem derecelerini ve açıklamalarını gösteren tablo (Saaty, 1994)

|            | Tanım                        |                                                                 |
|------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1          | Eşit Önemli                  | İki alternatif amaca eşit katkıda bulunur                       |
| 3          | Diğerine göre zayıf önemli   | Bir kriterin diğerine göre biraz daha fazla tercih edilmesi     |
| 5          | Kuvvetli derecede önemli     | Bir kriterin diğerine göre çok daha fazla tercih edilmesi       |
| 7          | Çok kuvvetli derecede önemli | Bir kriterin diğerine göre çok kuvvetli şekilde tercih edilmesi |
| 9          | Mutlak önemli                | Bir kriterin diğerine göre en yüksek derecede tercih edilmesi   |
| 2, 4, 6, 8 | Ara değerler                 | 1-3, 3-5, 5-7, 7-9 arası değerlendirmeler                       |

Yapılan incelemeler neticesinde matristeki her bir satır için göreceli önem vektörüyle çarpılarak ağırlıklı önem vektörü elde edilmekte olduğu görülmektedir. Daha sonra bu vektörün her bir elemanı, göreceli önem vektöründe karşılık gelen elemana bölünerek bir başka vektör hesaplanmaktadır. Bu doğrultuda sonuç olarak bu vektörün aritmetik ortalaması ise en büyük öz değer olan “ $\lambda_{max}$ ” ’ı vermektedir. Daha sonra tutarlılık göstergesi ve oranı aşağıdaki gibi hesaplanarak sonucun doğruluğu ve tutarlılığı kontrol edilmektedir. (Ömürbek vd. 2015)

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (CI)} = (\lambda_{max} - n)/n-1 \quad (4.1)$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = \text{Tutarlılık Göstergesi (CI)} / \text{Rassallık Göstergesi (RI)} \quad (4.2)$$

Rastgele Değer İndeks (R.İ.) Tablosu, tutarlılık oranının hesaplanabilmesi için oluşturulmuştur. Ebatları 1 ile 15 arasında değişen kare matrisler için rastgele değer indeksi sayıları aşağıdaki Tablo 4.2’de verilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda N matris ebadına göre rassal değerler görülmektedir. Burada n kriter sayısı olduğu varsayılırsa ve bu sayı yani ebat büyüdükçe rassal gösterge değerlerinde de bir artış olduğu bulunmaktadır.

Tablo 4.2: Rassal Göstergeler (Saaty, 1994)

| Matris boyutu | 1   | 2   | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   |
|---------------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Değer         | 0,0 | 0,0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,51 | 1,48 | 1,56 | 1,57 | 1,59 |

Araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda hesaplanan tutarlılık oranı karar alıcının her kritere dayalı değerlendirme seviyelerinde kullanılabilmektedir ve son kararın kalitesi ve geçerliliği açısından önemli bir kavram olmaktadır. Hesaplanan tutarlılığın test edilmesine olanak verebilmesi kaydıyla AHP metodu diğer çok kriterli karar verme metotlarına göre daha güven vermektedir. Aynı zamanda karar matrisinin tutarlı olabilmesi için hesaplamalarda  $CR < 0,10$  olması istenmektedir. Bunun yanı sıra CR değeri ne kadar sıfıra yakınsa mükayese sonuçları daha tutarlı olabilecektir.

Bu değerlendirmelerden sonra mükayeselerin hesaplanan tutarlılık oranının ne kadar sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmektedir. Sağlamaması durumunda ise karar alan kişiden kararını tekrar gözden geçirerek yeniden düzeltmesi istenmektedir (Ömürbek vd. 2015).

#### 4.3 TOPSIS Metodu

Araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yoon ve Hwang tarafından 1980 yılında ELECTRE metoduna bir alternatif olarak geliştirilmiş ve varyasyonları kabul edilmişler içinde en yaygın yöntemlerden biri olarak düşünülebilmektedir. Sistemin ana konsepti; seçilmiş alternatif diğer bir bakımdan geometrik anlamda ideal çözüme en kısa mesafede olmakta ve negatif-ideal çözümden en uzak mesafede olmaktadır. Aynı zamanda araştırmalar sonucunda ulaşılan bilgiye istinaden TOPSIS metodu her bir kriterin tekdüze şekilde artan ya da azalan fayda eğilimine sahip olduğu varsayılmaktadır. Nitekim bundan dolayı, ideal ve negatif-ideal çözümleri hesaplamak, incelemek ve bu doğrultuda tanımlamak daha kolay olmaktadır (Kaya ve Kahraman, 2004).

Alternatif çözüm noktasının pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe olacağı ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafede olacağı olasılığına göre oluşturulmuştur. TOPSIS metodu nitel bir değişim yapılmaksızın, direkt data üzerinden uygulanabilmektedir (Ömürbek vd. 2015).

Bu metodun ilk adımı karar matrisinin oluşturulmasıdır. Karar matrisinde seçenekler yukarıdan aşağıya yazılarak her bir alternatifin karşısına o alternatifin ilgili kritere göre özellikleri kaydedilmektedir. Bu doğrultuda oluşturulan bu matris kullanılarak sıralama işlemleri yapılmaktadır (Timor, 2011).

#### 4.3.1 Karar Matrisinin Oluşturulması

Araştırmalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda karar matrisinin satır elemanları olarak önem değerleri sıralanmak istenilen kriterler, sütunlarında ise karar almada kullanılacak belirlenmiş faktörler yer alır.  $\bar{X}$  ile gösterilen karar matrisi karar alıcılar tarafından hazırlanan başlangıç matrisidir (Alp, Engin 2011).  $\bar{X}_{ij}$  matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme kriteri sayısını göstermektedir (Ömürbek vd. 2015).

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

#### 4.3.2 Karar matrisinin normalleştirilmesi

Karar matrisindeki her bir değer olduğu her sütundaki değerlerin kareleri toplamının kareköküne bölünerek gerçekleştirilen karar matrisi normalize edilmektedir (Ömürbek vd. 2015).

$$\bar{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}} \quad (4.4)$$

i = 1, 2, 3,....., m

j = 1, 2, 3,....., n

$\bar{X}$  ile gösterilen standart karar matrisi aşağıdaki gibi elde edilmektedir.

$$\bar{X}_{ij} = \begin{bmatrix} \bar{X}_{11} & \bar{X}_{12} & \dots & \bar{X}_{1n} \\ \bar{X}_{21} & \bar{X}_{22} & \dots & \bar{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \bar{X}_{m1} & \bar{X}_{m2} & \dots & \bar{X}_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

#### 4.3.3 Normalleştirilen karar matrislerinin ağırlıklandırılması

Öncelikle değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri ( $W_j$ ) belirlenmektedir.

$$V_{ij} = \bar{X}_{ij} \times W_j \quad (4.6)$$

Daha sonra  $\bar{X}$  matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili ( $W_j$ ) değeri ile çarpılarak Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V) matrisi oluşturulur. V matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} W_1 \bar{X}_{11} & W_2 \bar{X}_{12} & \dots & W_n \bar{X}_{1n} \\ W_1 \bar{X}_{21} & W_2 \bar{X}_{22} & \dots & W_n \bar{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ W_1 \bar{X}_{m1} & W_2 \bar{X}_{m2} & \dots & W_n \bar{X}_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

Değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlıklar  $W_1, W_2, \dots, W_n$  şeklinde belirlenmektedir. Oluşturulacak ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi için,  $\bar{X}$  matrisinin sütunlarındaki değerler ile ilgili değerlendirme kriteri ağırlık değerleri ile çarpılarak V matrisinin sütunları hesaplanmaktadır (Ömürbek vd. 2015).

#### 4.3.4 En iyi ideal ve en kötü ideal çözümlerinin oluşturulması

TOPSIS metodu, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan ya da azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır.

TOPSIS metodunda sonuç performansında en iyi verime ulaşmak için yapılan ideal çözümün setinin ( $A^*$ ) oluşturulabilmesi için (V) matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin (sütun değerlerinin) en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir.  $A^* = \{(max_i v_{ij} | j \in J)\}$  formülünden hesaplanacak olan ideal çözüm seti  $A^* = (V_1^+, V_2^+, V_3^+, \dots, V_n^+)$  şeklinde

gösterilmektedir. Benzer şekilde, negatif çözüm setinin  $A^-$  oluşturulabilmesi için (V) matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin (sütun değerlerinin) en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilmektedir.  $A^* = \{(min_i v_{ij} | j \in J)\}$  formülünden hesaplanacak olan ideal çözüm seti  $A^- = (V_1^-, V_2^-, V_3^-, ..., V_n^-)$  şeklinde gösterilmektedir (Jadidi vd 2008; Abbasi vd 2008).

#### 4.3.5 Ayırım ölçülerinin hesaplanması

Sonuca daha net şekilde ulaşabilmek için yapılan TOPSIS metodunda her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Eulidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmıştır.

Bu doğrultuda elde edilen sonuçlara istinaden ulaşılan karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım ( $S_i^+$ ) ve Negatif İdeal Ayırım ( $S_i^-$ ) ölçüsü ile gösterilmekte ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$S_i^+ = \left[ \sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^+)^2 \right]^{0,5} \quad (4.8)$$

$$S_i^- = \left[ \sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^-)^2 \right]^{0,5} \quad (4.9)$$

Hesaplanacak olan ve ( $S_i^+$ ) ve ( $S_i^-$ ) değerlerinin sayısı karar noktası sayısı kadar olacaktır (Jadidi vd. 2008).

#### 4.3.6 İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

Araştırmalar sonucunda TOPSIS metodu her bir karar noktasında ulaşılan ideal çözüme göreli yakınlığının ( $P_i$ ) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Hesaplamada kullanılan ölçüt negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payı olmasıdır. Buna göre, ideal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki formül ile gerçekleştirilmektedir (Li, 2010).

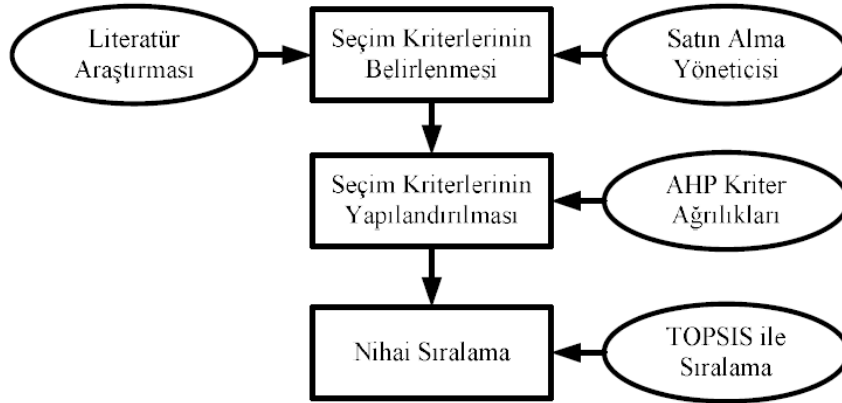
$$P_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (4.10)$$

Burada ( $P_i$ ) değeri  $0 \leq (P_i) \leq 1$  aralığında değer alır ve  $P_i = 1$  ilgili karar noktasının ideal çözüme,  $P_i = 0$  ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir (Ömürbek vd. 2015).

#### 4.3.7 Amaçlanan AHP-TOPSIS metodu

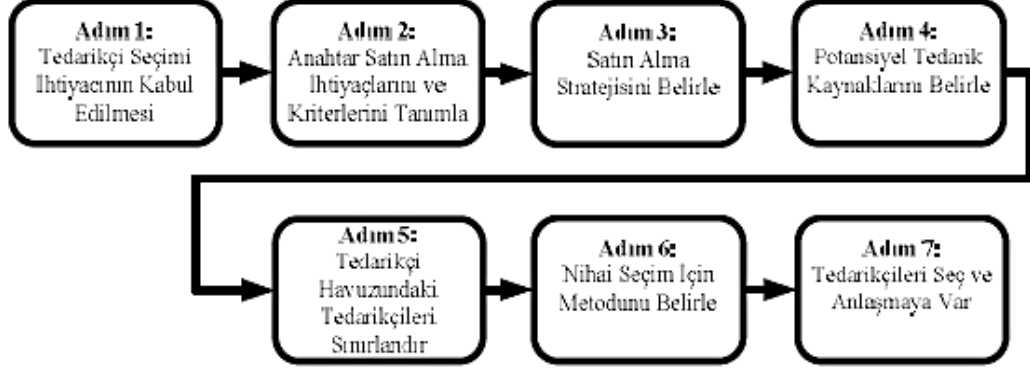
İncelenen araştırmalar sonucunda AHP metodunun ve TOPSIS metodunun birleşmesinden oluşan bu entegre yaklaşım üç basamaktan oluşmaktadır:

- (1) Tercih kriterlerinin belirlenmesi,
- (2) Tercih kriterlerinin oluşturulması,
- (3) Alternatiflerin sıralanması aşamalarında oluşmaktadır. Şekil 4.2’te AHP ve TOPSIS metodunun fermantasyonundan oluşan şekil gösterilmiştir (Supçiller ve Çapraz 2011).



Şekil 4.2: Amaçlanan AHP ve TOPSIS metodu fermantasyonu (Supçiller ve Çapraz, 2011)

Şekil 4.3'te tedarikçi seçim sürecinin adımları gösterilmiştir. Toplam 7 adımdan oluşan süreç tedarikçi seçimi ihtiyacının kabul edilmesi ile başlamakta daha sonra tedarikçinin seçilmesi ve anlaşılması ile son bulmaktadır.



Şekil 4.3: Tedarikçi Seçim Süreci (Mendoza, 2007)

## 5. PROBLEM TANIMI VE UYGULAMA

Günümüz şartlarında boya işkolundaki 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 işkolunda müşterinin talebine verilen cevabın hızı ve sunulan kalite çok önemli bir yere sahip olmaktadır. Yenilenen ve çeşitlenen hizmetler gelen talepleri arttırdığı gibi tedarikçilerinde 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 tedariki için değerlendirme yapılmıştır. Bu yapıda sanayi boyasının rapid endüstriyel olarak geçen önceki sayfalarda boya bölümünde bahsedilen özellikli olanı kullanılacaktır. Çelik konstrüksiyon platform yapımında 3 kat boya kullanılacaktır. Bunlardan ilki olan 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.

Tedarikçi tercihinde belirlenen kriterlerin önem sıralaması için önce 40 kişinin görüşleri alınarak anket çalışması yapılmıştır ardından AHP metodu uygulanarak kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Belirlenen ağırlık değerleri TOPSIS metodu ile değerlendirilerek tedarikçilerin performans sıralaması yapılmıştır.

## 5.1 Çelik Konstrüksiyon Platform Yapımında Uygulanacak Rapid (Endüstriyel) Boya Tercihinde Firmalarda Bakılacak Kriterler (AHP adımları)

Yapılan araştırmalar sonucunda çelik konstrüksiyon platform yapımında uygulanacak olan boyalarda tercih edilecek firma için kriterler belirlenmiştir. Bu kriterlerin önem sırası ve ağırlıkları için AHP yönteminden faydalanılmıştır. İlerleyen bölümlerde yapılan anket çalışması ve AHP yöntemi adımları çözümleriyle anlatılmıştır.

### 5.1.1 Kriterlerin önem sıralaması için yapılan anket çalışması

Yapılan anket (6 adet soru) ve sonuçları (grafik tabloları) ek bölümde gösterilmiştir. Oluşturulan tablo nasıl doldurulacağına dair açıklama ile beraber şirketin ve tedarikçi firmaların bünyesinde bulunan; boya teknikeri, muhasebe, finans, mühendis (endüstri mühendisi, inşaat mühendisi, makine mühendisi), inşaat ve makine teknikeri, işçi bölümündeki 40 kişiden oluşan uzman guruba mail yolu ile iletilmiştir. Gelen veriler değerlendirilerek önem sıralaması belirlenmiştir. Veriler doğrultusunda oluşturulan önem sıralaması Tablo 5.1’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara istinaden önem sıralaması yapılarak ağırlıklarının hesaplanması için matris oluşturulmuştur.

Tablo 5. 1: Anket sonucuna istinaden puan tablosundaki verilerin kriterlere göre değerlendirilmesi

| Kriterler      | Anket Sonucuna Göre Tablo Puan Değerleri |
|----------------|------------------------------------------|
| Kalite         | 7                                        |
| Garanti Süresi | 1                                        |
| Kuruma Süresi  | 3                                        |
| Kapama Oranı   | 5                                        |
| Dayanıklılık   | 6                                        |
| Maliyet        | 9                                        |

## 5.2 Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması İşlemi (AHP adımları)

Kriterlerin ağırlıklarının bulunması işlemi için AHP yöntemi tercih edilmiştir. İlerleyen bölümlerde AHP yönteminin uygulaması tablolarla anlatılmıştır. Yapılan işlemler tabloların alt kısmında detaylı olarak incelenmiştir.

### 5.2.1 Ana kriterlere ait anket sonuçlarına istinaden geometrik ortalama

Kriterlerin yapılan anket sonucunda önem sıralamasının belirlenmesinden sonra ikili karşılaştırma yolu benimsenerek değerler belirlenip Ms Excel formatında Tablo 5.2 oluşturulmuştur.

Tablo 5.2: Kriterlerin önem derecelerine istinaden sıralanması

|                | 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   |

Tablo 5.2' 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 5.2 doldurulmuştur. Kriter A ve Kriter B örnek için belirtilmiştir. Böylelikle matris oluşturulmuştur

### 5.2.2 Ana kriterlere ait normalize edilmiş matris

Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde AHP metodu kullanılmıştır. İlk olarak Tablo 5.2’de görüldüğü üzere değerlerin sütun olarak toplamının alınması işlemi yapılmıştır. Daha sonra Tablo 5.2’deki her bir değeri toplam değere bölerek Tablo 5.3 oluşturulmuştur.

Tablo 5.3: Kriterlerin birbiriyle karşılaştırılması ve ağırlıklarının hesaplanması

|                | 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       |             |

Tablo 5.3’deki ağırlık sütunu kriterlerin satırsal olarak ortalamasından oluşmuştur. Bu yöntemle kriterlerin ağırlık değerleri belirlenmiştir. Böylelikle Tablo 5.2’de oluşturulan matris normalize edilmiştir.

### 5.2.3 Tutarlılık göstergesinin ve tutarlılık oranının hesaplanması

Tutarlılık göstergesi ve tutarlılık oranının belirlenen kriterlerin önem sıralamasının ne kadar doğru olduğunu belirtmesi için hesaplanan değerlerdir. Bu değerler Tablo 5.4’ü baz alarak hesaplamaları yapılmıştır.

Tablo 5.4: Tutarlılık oranının hesaplanması

|                         | 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              |
| $\lambda_{max} = 6,106$ |        |                |               |              |              |         |                           |                    |

Tutarlılık Oranı yapılan anketin ne kadar doğru olduğunun tespiti için hesaplanan değerdir. Tablo 5.4'deki değerler aşağıda AHP anlatımında gösterilen formüllere istinaden hesaplanmıştır.

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (CI)} = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (5.1)$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = \text{Tutarlılık Göstergesi (CI)} / \text{Rassallık Göstergesi (RI)}$$

$$n=6 \text{ Rassallık Göstergesi (RI)} = 1,24$$

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (CI)} = (6,106 - 6) / (6 - 1)$$

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (CI)} = 0,0212302$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = 0,0212302 / 1,24$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = 0,0171211$$

$$\text{Eğer (CR)} < 0,1 \text{ Sıralama doğru olur}$$

$$0,0171211 < 0,1 \text{ Sıralama doğru}$$

#### 5.2.4 Kriterlerin ağırlıkları ve önem sıralaması

Önceki bölümlerde gösterildiği üzere kriterlerin önem sıralaması belirlenmiş ve ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu hesaplanan kriterlerin ağırlıkları ve önem sıralaması Tablo 5.5'te gösterilmiştir. Tablo 5.5'teki ağırlıklar değerleri Tablo 5.3'teki Ağırlık (W) değerinden alınmıştır.

Tablo 5.5: Kriterlerin Hesaplanan Ağırlıkları ve Önem Sıralaması

|                | 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           |

#### 5.3 TOPSIS Adımları

TOPSIS adımlarına geçildiğinde ilk adım olarak tüm tedarikçi firmalardan teklifler toplanmıştır. Bu toplanan teklifler Tablo 5.6 J firması teklifi için, Tablo 5.7 M firması teklifi için, Tablo 5.8 R firması teklifi için ve Tablo 5.9 ise garanti süreleri ve kalite (verilen belge sayısı dikkate alınarak) için oluşturulmuştur. Bu toplanan teklifler neticesinde matris oluşturulacaktır.

##### 1.Adım Matrise ait Normalizasyon İşlemi

$$\bar{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}} \quad (5.2)$$

Tablo 5.6: J firması fiyat teklifi

| J                 | Katı Madde Oranı (%) | Kuru Film Kalınlığı (μ) | Teorik Yayılma (m <sup>2</sup> /lt) | Pratik Yayılma (m <sup>2</sup> /lt) | Yüzey Alanı (m <sup>2</sup> ) | Boya Sarfiyat Miktarı (lt) | Birim Fiyatı (TL) | Toplam Maliyet (TL) | M <sup>2</sup> Maliyet (TL/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------------------|
| 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 5.7: M firması fiyat teklifi

| M                 | Katı Madde Oranı (%) | Kuru Film Kalınlığı (μ) | Teorik Yayılma (m <sup>2</sup> /lt) | Pratik Yayılma (m <sup>2</sup> /lt) | Yüzey Alanı (m <sup>2</sup> ) | Boya Sarfiyat Miktarı (lt) | Birim Fiyatı (TL) | Toplam Maliyet (TL) | Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|
| 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 5.8: R firması fiyat teklifi

| R                 | Katı Madde Oranı (%) | Kuru Film Kalınlığı ( $\mu$ ) | Teorik Yayılma ( $m^2/Lt$ ) | Pratik Yayılma ( $m^2/Lt$ ) | Yüzey Alanı ( $m^2$ ) | Boya Sarfiyat Miktarı (Lt) | Birim Fiyatı (TL) | Toplam Maliyet (TL) | 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 5.9: Tüm firmaların sunduğu boyalara ait kalite belgeleri ve garanti süreleri

| Tüm Firmalar | Kalite (Belge Sayısı) | Garanti Süresi (Yıl) |
|--------------|-----------------------|----------------------|
| J            | 10                    | 10                   |
| M            | 8                     | 10                   |
| R            | 6                     | 10                   |

Tablo 5.10: Karar matrisi

| Ağırlıklar | 0,24   | 0,04           | 0,06          | 0,10         | 0,16         | 0,40    |
|------------|--------|----------------|---------------|--------------|--------------|---------|
|            | 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 5.10'da J, M ve R firmasına ait tekliflerin kriterlere göre değerlerinin hesaplanıp yazılması işlemi yapılmıştır. Bu yolla matris oluşturulmuştur. ( $i=1, i=(J, M, R)$  ve  $j=1, j=(Kalite, Garanti, Kuruma, Kapama, Dayanıklılık, Maliyet)$ ).

Tablo 5.11: Karar matrisinin normalize edilmesi

|   | 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 5.11’de 3 firmanın verdiği fiyat tekliflerine göre hesaplanan değerlerine istinaden normalizasyon işleminde kullanılan (5.2)’de gösterilen formül ile hesaplanmıştır. Böylelikle matrisin normalize edilmesi işlemi yapılmıştır. (  $i=1$ ,  $i=(J, M, R)$  ve  $j=1$ ,  $j=(\text{Kalite, Garanti, Kuruma, Kapama, Dayanık, Maliyet})$ ).

$$\bar{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}} \quad (5.3)$$

Tablo 5.11 oluşturulması için yukarıdaki formülün uygulanması aşağıdadır;

Kalite Kriteri Sütunu için Hesaplama; (5.4)

$$\begin{aligned} \bar{X}_{11} &= J_{11}/((J_{11}^2)+(M_{21}^2)+(R_{31}^2))^{0.5} \\ &= 10/(10^2)+(8^2)+(4^2)^{0.5} \\ &= 0.745 \\ \bar{X}_{21} &= M_{21}/((J_{11}^2)+(M_{21}^2)+(R_{31}^2))^{0.5} \\ &= 8/(10^2)+(8^2)+(4^2)^{0.5} \\ &= 0.596 \\ \bar{X}_{31} &= R_{31}/((J_{11}^2)+(M_{21}^2)+(R_{31}^2))^{0.5} \\ &= 4/(10^2)+(8^2)+(4^2)^{0.5} \\ &= 0.298 \end{aligned}$$

Garanti Süresi Kriteri Sütunu için Hesaplama; (5.5)

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

$$= 10/(10^2)+(10^2)+(10^2)^{0.5}$$

$$= 0.577$$

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

$$= 10/(10^2)+(10^2)+(10^2)^{0.5}$$

$$= 0.577$$

Kuruma Süresi Kriteri Sütunu için Hesaplama;

(5.6)

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

$$= 110/(110^2)+(170^2)+(160^2)^{0.5}$$

$$= 0.426$$

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

$$= 170/(110^2)+(170^2)+(160^2)^{0.5}$$

$$= 0.659$$

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

$$= 160/(110^2)+(170^2)+(160^2)^{0.5}$$

$$= 0.620$$

Kapama Oranı Kriteri Sütunu için Hesaplama;

(5.7)

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

$$= 24.29/(24.29^2)+(19.25^2)+(21.7^2)^{0.5}$$

$$= 0.642$$

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

$$= 19.25/(24.29^2)+(19.25^2)+(21.7^2)^{0.5}$$

$$= 0.509$$

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

$$= 21.7/(24.29^2)+(19.25^2)+(21.7^2)^{0.5}$$

$$= 0.574$$

Dayanıklılık Kriteri Sütunu için Hesaplama;

(5.8)

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

$$= 125/(125^2)+(118^2)+(147^2)^{0.5}$$

$$= 0.553$$

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

$$= 118/(125^2)+(118^2)+(147^2)^{0.5}$$

$$= 0.7522$$

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

Maliyet Kriteri Sütunu için Hesaplama;

(5.9)

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

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

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

2.Adım Normalize edilmiş Matrisin Kriterlere verilen önem doğrultusunda ağırlıklandırılması

$$V_{ij} = \bar{X}_{ij} \times W_j \quad (5.10)$$

Tablo 5.12: Normalize edilmiş matrisin ağırlıklandırılması

|   | 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 methodology ile belirlenmiş ağırlıkları ile çarpımı sonucu oluşan tablodur. Bunun sonucunda Tablo 5.12 oluşmuştur. (  $i=1, i=(J, M, R)$  ve  $j=1, j=(Kalite, Garanti, Kuruma, Kapama, Dayanık, Maliyet)$ ).

3.Adım Ağırlıklandırılmış matrisin maksimum ve minimum değerlerinin tespiti

4.Adım En iyi ideal uzaklığın tespiti için hesaplama

$$S_i^+ = \left[ \sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^+)^2 \right]^{0,5} \quad (5.11)$$

5.Adım En kötü ideal uzaklığın tespiti için hesaplama

$$S_i^- = \left[ \sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^-)^2 \right]^{0,5} \quad (5.12)$$

6.Adım Performanslara göre sıralamanın belirlenmesi

$$P_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (5.13)$$

Tablo 5.13: En iyi ve en kötü ideal uzaklığın ve performans sıralamasının tespiti

|   | 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 5.14: V+ ve V- değerlerin hesaplanmasını gösteren tablo

|    |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 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 5.14, Tablo 5.13'teki her bir kriter sütunun minimum ve maksimum değerlerine göre oluşturulmuştur. V+ değerleri maliyet dışında ait olduğu kriter sütunun maksimum değeridir. V- değerleri ise yine maliyet kriter sütunu dışında ait olduğu kriter sütunun minimum değeridir. Maliyet sütunun V+ ait olduğu sütunun minimum değeri V- ise ait olduğu sütunun maksimum değerinden oluşmaktadır. Tablo 5.13'de görüldüğü gibi J firması en iyi performansı gösterdiği için boya tedariği 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 tedariğinde 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.

#### **5.4 Geleneksel Çelik Birim kilogram ve m<sup>2</sup> Maliyet Hesaplaması**

Çelik yapıda imalat aşamasında birim maliyet analizi için izlenen adımlar

1. Malzemenin projeye göre temini
2. Malzemenin pastan ve yağdan temizliği için kumlanması ve tekrardan paslanmaması için shopprimer ile boyanması
3. Malzemenin çizilen projeye istinaden imalat resimlerine göre kesimi
4. Ön imalat safhasına geçilmesi (Projeye göre punto kaynakla imalatının yapımı)
5. İmalatı yapılan malzemenin şartnameye uygun şekilde kaynaklarının yapılması
6. Kaynağı biten malzemenin astar ve son kat boya uygulaması yapılabilmesi için temizliğinin yapımı (Kaynak yerlerinin taşlanması ve hava tutulması)
7. İmalatı yapılmış malzemenin astar ve son kat boya ile boyanması
8. Montaj sahasına sevkiyatı hazır olacak şekilde boyanan malzemenin paketlenmesi

Bu izlenen adımların shopprimer, ara kat ve son kat boya birim maliyetleri belirlenen tedarikçi firmalardan alınmıştır. Geri kalan maddelerin maliyetleri birim kg olacak şekilde bu işi yapan firmalardan toplanmıştır. Bu fiyatlara göre aşağıda maliyetler adımların karşısına yazılmıştır;

1. Malzemenin projeye göre temini (Proje göre değişkenlik göstermektedir 3.30 TL/kg – 4.50 TL/kg)
2. Malzemenin pastan ve yağdan temizliği için kumlanması ve tekrardan paslanmaması için shopprimer ile boyanması (0.15 + 0.13 J firması, 0.15 M firması 0.10, R firması TL/kg)
3. Malzemenin çizilen projeye istinaden imalat resimlerine göre kesimi (0.30 TL/kg)
4. Ön imalat safhasına geçilmesi (Projeye göre punto kaynakla imalatının yapımı) (0.50 TL/kg)
5. İmalatı yapılan malzemenin şartnameye uygun şekilde kaynaklarının yapılması (0.30 TL/kg)
6. Kaynağı biten malzemenin astar ve son kat boya uygulaması yapılabilmesi için temizliğinin yapımı (Kaynak yerlerinin taşlanması ve hava tutulması) (0.20 TL/kg)
7. İmalatı yapılmış malzemenin astar ve son kat boya ile boyanması (0.20 İşçilik + 0.23 J firması, 0.25 M firması, 0.20 R Firması Boya TL/kg)
8. Montaj sahasına sevkiyatı hazır olacak şekilde boyanan malzemenin paketlenmesi (0.10 TL/kg)

Çelik malzeme temini hariç boya dahil imalat toplam birim kg maliyeti =

2.11 TL/kg J firması için

2.15 TL/kg M firması için

2.05 TL/kg R firması için

Görüldüğü üzere R firması AHP ve TOPSIS uygulamaları kullanılarak 3 tane tedarikçi firma arasında performans değerlendirmesi yapıldığında 3. Sırada yer almasına rağmen birim fiyat analizinde en uygun fiyatı sağlayan firma olarak karşımıza çıkmaktadır.

## 6. SONUÇ

Çelik ve boya işkolu ülke ekonomisi bakımından oldukça önemli yerlere sahiptir. Türkiye'deki çelik işkolu dünya sıralamasında 8.sırada yer almaktadır ve yaklaşık 89 bin çalışana istihdam sağlamaktadır. Türkiye'deki boya işkolu ise yaklaşık 1 milyar TL vergi katkısı ve yaklaşık 100 bin çalışana istihdam sağlamaktadır. Ülkemizde çeliğin kapasitesi henüz net anlaşılmasa da güncel duruma bakıldığında şu andaki talebin bile yüksek olduğu görülmektedir. Boyadaki durum ise hitap ettiği veya kullanıldığı alanlardan daha çok alanda yeni yeni kullanılmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda uçak yapımlarında ve savunma sanayisi ile ilgili ARGE çalışmaları yapılmaktadır. Her iki işkolun bahsedildiği üzere önlerinin çok açık olduğu anlaşılmaktadır.

Kocaeli ili Gebze ilçesinde üretim kapasitesini arttırmak için çelik konstrüksiyon platform yapılması planlanmıştır. Bu yapıda kullanılan çeliğin st. 37 kalitesinde olması s.a 2.5 kalitesinde kumlama yapılması şartları istenmiştir. Çelik yapıda uygulanan boyanın özellikleri ise epoksi shopprimer, ara kat ve son kat ise endüstriyel olması gerekmektedir. Bu özellikler boya bölümünde açıklanmıştır. Bu çalışmada çelik yapıda boya uygulamasında belirlenen kısıtlar neticesinde tedarikçi tercihi için performans ölçümü yapılmıştır. Performans ölçümü için çok kriterli karar verme metodlarından AHP ve TOPSIS metodları tercih edilmiştir. Belirlenen kriterlerin önceliğin belirlenmesi amacı ile AHP metodu tercih edilmiştir. Bu kriterlerin firmaların tekliflerine göre kıyaslanması ve performans ölçümü için ise TOPSIS metodu tercih edilmiştir. AHP metodunda öncelikle kriterlerin ve alternatiflerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda 6 adet kriter bulunmuştur. Bu kriterler kalite, maliyet analizi, dayanıklılık, garanti süresi, kuruma süresi ve kapama oranı olarak belirlenmiştir. Belirlenen ölçütlerin önem sırasını bulabilmek amacıyla 6 adet sorudan oluşan anket düzenlenmiştir. Bu 6 adet soru 6 adet kıstası kapsamaktadır. Düzenlenen anket soruları boya alanında uzman 40 kişilik ekipten oluşan kişilere sorularla beraber verilen tabloları dikkate alacak şekilde sorulmuştur. Sorulan soruların neticesinde oluşan grafiklere bakarak önem sıralaması oluşmuştur. Oluşan önem sıralamasından sonra AHP metodunda yararlanılarak daha önceden anket yoluyla önem sırası belirlenen ölçütlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlıkların TOPSIS

metodundan faydalananak performans ölçümü yapılmıştır. Performans ölçümü yapabilmek için ilk önce çizilen çelik konstrüksiyon platform projesinden çelik metrajları çıkarılmıştır. Çıkarılan çelik metrajlarına istinaden mukayese yapabilmek için uygun ve alanında başarılı toplamda 3 adet tedarikçi firmalardan belirlenen kısıtlara göre teklifler alınmıştır. Bu toplanan teklifler ile birlikte TOPSIS metodu kullanılarak Excel programında oluşturulan tablolarda formülleri yerine koyarak sonuçlara ulaşılmıştır. Ulaşılan sonuçlarda J firmasının en iyi performansı gösterdiği belirlenmiştir. İkinci performans olarak M firması ve son olarak ta R firması olmuştur. J firmasının değeri 0.755 M firması 0.530 R firması ise 0.334'tür. Bu değerlere bakıldığında birbirlerine yakın değerler olduğu görülmüştür. Önem sıralamasında üst sıralarda yer alan kriterlerin verilen tekliflerdeki değerleri arttıkça veya azaldıkça sıralamada değişikliğe yol açabilmekte olduğu anlaşılmıştır. Performans değerlendirmesinden bağımsız olarak birim fiyat analizine bakıldığında ise R firmasının diğer tedarikçilere göre daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Belirlenen kıstasların sadece maliyet kısmı birim fiyata dahil edilmiştir. Bu doğrultuda R firması 1.sırada J firması 2.sırada M firması ise 3.sırada yer almıştır.

Sonuçların değerlendirilmesi kapsamında çelik yapı ve boya uygulamasında uzman bir yöneticinin görüşleri alındığında kriterlerin önem sıralamasının tedarikçi tercihinde önceliğinin yüksek olduğunu, AHP metodunun kullanılmasının uygun olduğunu aynı zamanda bu kriterlerin belirlenmesi ve 40 kişilik uzman ekip tarafından değerlendirilmesinin bu çalışmada ki kritik nokta olduğunu belirtmiştir. Performans değerlendirmesinde kullanılan TOPSIS metodunun iyi bir tercih olduğuna ve bu doğrultuda J firmasının en iyi sonucu vermesi diğer firmaların tercih edilmemesi anlamına gelmemesi gerekmekte olduğuna çünkü belirlenen ölçütlerin satın alacak firmaya göre değişiklik gösterebileceğini, kıstasların ortalamayı kapsadığını görüşlerine eklemiştir. Ayrıca teklif alınan 3 tedarikçinin ve 6 adet kriterlerin kıyaslama yapmak için yeterli olduğunu söylemiştir.

Birim kg maliyet hesaplaması yapıldığındaki durumun AHP ve TOPSIS metodu uygulandığındaki sonuçtan farklı olduğu görülmüştür. Yönetici, bu kıyaslamayı sadece maliyet kısmına bakılmasından kaynaklı olduğunu belirtmiştir. Tek bir kısıtın önemi

diğer kısıtlara göre en fazla olmasına rağmen tek olarak bakıldığında sonuçların farklı çıkmasını engellememiştir.

Önceki çalışmalarda yapılan bu çalışma konusuna rastlanmamıştır. Bu yüzden çalışma boya alanında uzman 40 kişilik ekip tarafından ilgiyle takip edilmiştir. Yeterli kaynak olmamasından dolayı ekibin görüşleri daha fazla öneme sahip olmuştur. Bunun neticesinde çelik yapıda kullanılan boyanın tedarik edilmesi aşamasında bu projede verilen bilgilerin ve kullanılan metotların ileriki çalışmalara katkısı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abalı, Y.A., Kutlu, B.S., Eren, T., 2012. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Bursiyer Tercihi: Bir Eğitim Kurumunda Uygulama. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26, 3-4, 2012.
- Abbasi, M.K., Hemati, M., Abdolshah, M., 2008. "Analysis and Prioritizing Bank Account with TOPSIS Multiple-Criteria Decision – A Study of Refah Bank in Iran", 21st Australasian Finance and Banking Conference, 25.08.2008, Sydney, Australia.
- Alağaç H.M., Mermi, Ö.M., Kızıldaş, Ş., Eren, T., Selvi, Ö., Ana Haber Bültenlerinde Yayınlanacak Haberlerin Seçimi için Kriterlerin ve Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi. Academic Platform Journal of Education and Change Dergisi, Kırıkkale Üniversitesi, 2016.
- Alkan, A., Akman, G., 2006. Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5, 9, Bahar 2006/1, 23-46.
- Alp, S., Engin, T., 2011. Trafik Kazalarının Nedenleri ve Sonuçları Arasındaki İlişkinin TOPSIS ve AHP Metotları Kullanılarak Analizi ve Değerlendirilmesi İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10,19 Bahar 2011, 65-87.
- Altay G., Güneyisi E.M., Türkiye’de Yapısal Çelik Sekötrü ve Yeni Gelişimler. Boğaziçi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2005.
- Akçin, E., 2019. Evlat Edindirmede Ebeveyn Tercih Sürecinin AHP ve TOPSIS Tabanlı Bilgi Sistemi ile Değerlendirilmesi Yüksek Lisans Tezi Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.
- Asoğlu, İ., Eren, T., 2018. AHP, TOPSIS, PROMETHEE Metotları ile Bir İşletme İçin Kargo Şirketi Tercihi. Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, 8, 16 Nisan 2018, 2146-1406, 102- 122, Kırıkkale Üniversitesi.
- Awasthi A., Chauhan S.S., 2012. A Hybrid Approach Integrating Affinity Diagram, AHP and Fuzzy TOPSIS for Sustainable City Logistics Planning, 36, 2, February 2012, 573-584.
- Bağcı, B., Hoş, S., Demirer, Ö., 2017. Bankacılıkta hizmet kalitesinin AHS ve TOPSIS teknikleriyle değerlendirilmesi: Çorum örneği. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(2), 1617-1638.

- Balbaş, O., Turan, E., 2019. Tersanelerde İnşa Edilecek Gemi Tipinin Belirlenmesinde Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi, 215, Haziran 2019, 1300-197, 2651-530X, Dergi Ana sayfası: <http://www.gmohipmar.org/>, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Ballı, S., Korukoğlu, S., 2009. Operating System Selection Using Fuzzy AHP and TOPSIS Methods. Math. Comput. Appl. 2009, 14(2), 119-130; <https://doi.org/10.3390/mca14020119>, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Bieleman, J., Heilen, W., Silber, S., Ortelt, M., Scholz, W., 2000, Surface Active Agents, Chapter 4 in Additives for Coatings, edited by Bieleman J., 67-99, Wiley VCH, Federal Republic of Germany.
- Birleşik Metal İşçileri Sendikası 2003, Demir-Çelik Sektörü, Birleşik Metal-İş Yayınları, 2/2003.
- Chang, Y.H., Chung, H.Y., 2001. Evaluating airline competitiveness using multiattribute decision making. Omega, 29, 5, 405-415.
- Çelik, H., Yılmaz, R., Taşkın, K., 2018. İşletme Düzeyi Faaliyetlerinin Sipariş Karlılığına Etkisinin AHP ve TOPSIS Yöntemleriyle Analiz Edilmesi. Sakarya Üniversitesi İşletme Bilimi Dergisi (JOBS), 2018; 6(2): 159-187. DOI: 10.22139/jobs.439727.
- Dağdeviren, M., Yavuz S., Kılınç, N., 2009. Weapon Selection Using the AHP and TOPSIS Methods Under Fuzzy Environment, 36, 4, May 2009, 8143-8151.
- Doğan, A., Önder, E., 2014. İnsan Kaynakları Temin ve Tercihinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanılması ve Bir Uygulama, Journal of Yasar University 2014 9(34) 5796-5819.
- Duman, N., 1972, "Çelik Yapılar Ders Notları", Ğ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Durmuş, M., Tayyar, N., 2017. AHP ve TOPSIS ile Farklı Kriter Ağırlıklandırma Metotlarının Kullanılması ve Karar Verici Görüşleriyle Karşılaştırılması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi Aralık 2017, 12, 3, 65 – 80.
- Eleren, A., 2007. Markaların Tüketici Seçim 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 İşkolunda Kullanılan Kimyasalların İş Sağlığı Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Erikan, L., 2002. Hv. K. K.İği'nda Aday Tercihinde Analitik Hiyerarşı Prosesi ile Etkin Karar Verme (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Fazlollahtabar, H., Mahdavi, I., Ashoori, M.T., Kaviani, S., Mahdavi-Amiri, N., 2011. A Multi-Objective Decision-Making Process of Supplier Selection and Order Allocation for Multi-Period Scheduling in an Electronic Market Int J Adv Manuf Technol (2011) 52:1039–1052 DOI 10.1007/s00170-010-2800-6.
- Forman, E.H., Gass, S.I., 2001. The Analytic Hierarchy Process—An Exposition. Operations Research, 49, 4.
- Günay, Z., Ünal, Ö.F., 2016. AHP-TOPSIS Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi (Bir Telekomünikasyon Şirketi Örneği) PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi 2016, 2 , 1, 37 – 53, Bartın Üniversitesi.
- Hasol, D., 1993, “Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü”, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- İğın, M., 2016. Farklı Çelik Taşıyıcı Sistem Konfigürasyonlarının Çelik Yapı Boyutlandırmasına Etkisi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deprem ve Yapı Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Jadidi, O., Hong, T.S., Firouzi, F., Yusuff R.M., Zulkifli, N., 2008. “TOPSIS and Fuzzy Multi-Objective Model Integration for Supplier Selection Problem”, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 312, 762-769.
- Jotun, Silicate or epoxy zinc primers – The superior protection, 10 Aralık 2018. [http://wwwda.jotun.com/www/com/20020115.nsf/viewunid/5591E5F45F4237F3C12571DF002B0EC8/\\$file/Silicate-+or+epoxy+zinc+primers.pdf](http://wwwda.jotun.com/www/com/20020115.nsf/viewunid/5591E5F45F4237F3C12571DF002B0EC8/$file/Silicate-+or+epoxy+zinc+primers.pdf). Erişim tarihi: 15.08.2020 .
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Köse, G., 2014. Analitik Hiyerarşı Süreci Temelli TOPSIS ve VİKOR Yöntemleri ile Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve Bilimler Fakültesi Dergisi 29, 1, 2014, 25-61.
- Kaya, İ., Kahraman, C., 2004. Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemlerinden TOPSIS ve ELECTRE Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Kızıldaş, Ş., Mermi, Ö.S., Alağaç, H.M., Bedir, N., Eren, T., 2017. Ana Haber Bültenlerinin Çok Kriterli Karar Verme Metotlarıyla Değerlendirilmesi Global Media Journal TR Edition, 8(15) Güz/Fall 2017, Kırıkkale Üniversitesi.
- Kuruüzüm, A., Atsan, N., 2001. Analitik Hiyerarşı Metodu ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi (1) 2001, 83-105, Akdeniz Üniversitesi.

- Li, T., 2010. Applying TRIZ and AHP to develop innovative design for automated assembly systems. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 46, 301–313(2010).
- MakinaTek İmalat Sanayi Dergisi, 2018. BİLEŞİM Yayıncılık, Fuarcılık ve Tanıtım Hizmetleri.<http://makinatek.com.tr/uncategorized/metal-yuzyeylerin-boyanmasy/>.
- Makro Boya Sanayi Ticaret Ltd.Şti, 2018. Erişim Tarihi: 15.08.2020.  
<https://www.makroboya.com.tr/makroboya-urun-gruplari/endustriyel-rapid-sistemler.html>,<https://www.makroboya.com.tr/makroboya-urun-gruplari/epoksi-sistemler/epoksi-shop-primer.html>.
- Mendoza, A., 2007. Effective methodologies for supplier selection and order quantity allocation, The Pennsylvania State University The Graduate School, Doctor of Philosophy, 174.
- Opricovic, S., Tzeng, G.H., 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research, 156, 2, 16 July 2004, 445-455.
- Ömürbek, N., Makas, Y., Ömürbek, V., 2015. AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Kurumsal Proje Yönetim Yazılımı Tercihi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2015/1, 21.
- Özkan, Ö., 2007. Personel Tercihinde Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: AHP, Electre ve TOPSIS Örneği. Yüksek Lisans Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi İnsan Kaynakları Programı.
- Öztürk, D., 2019. AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi: Hazır Giyim Sektöründe Bir Uygulama. TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası UCTEA Chamber of Textile Engineers Tekstil ve Mühendis Journal of Textiles and Engineer, 2019/3, 26, 115, Ordu Üniversitesi, Ünye İktisadi ve İdari Bilimler.
- Öztürk, D., Onurlubaş, E., 2019. Havayolu Taşımacılığında Hizmet Kalitesinin AHP ve TOPSIS Metotları ile Değerlendirilmesi. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 10, 81-97. Fakültesi, İşletme Bölümü, Ordu, Türkiye.
- Paksoy, A.S., 1999 Boya El Kitabı, Kimya Mühendisleri Odası.
- Supçiller, A.A., Çapraz, O., 2011. AHP-TOPSIS Metoduna Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması Ekonometri ve İstatistik, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, 13 (12. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması, İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı) 2011 1–22.
- Timor, M., 2011. Yöneylem Araştırması, Türkmen Kitabevi: İstanbul.

- Tunca, M.Z., Aksoy, E., Bülbül, H., Ömürbek, N., 2015. AHP Temelli TOPSIS ve ELECTRE Yöntemiyle Muhasebe Paket Programı Tercihi. Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Ocak 2015, 8 (1), 53-71, 2148-5801, 1308-4216, <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/niguiibfd>.
- Tunçgenç, M., 2015. Türk Boya Sanayisi, İzmir.
- Uysal, M.M., 2010. Yüksek Teknolojik Ürünlerin Pazara Sunulmasında Yenilikçi Yaklaşımlar: Boya Sanayi Uygulaması, Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Ünver, H., 2003. "Çelik Yapı Detaylarının Taşıyıcı Sistemler Açısından İrdelenmesi" İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Saaty, T.L., 1994, How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. 24, 6, 19-43.
- Saaty T.L., 2001, The Analytic Network Process: Decision Making with Dependence and Feedback. RWS Publications, Pittsburg
- Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Demir-Çelik Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu DPT, 2001
- Şahin, Y., Akyer, H., 2011. Ülke Kaynaklarının Verimli Kullanımı: 4x4 Arama ve Kurtarma Aracı Tercihinde AHS ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulaması. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 2011, 3, 5, 72-87.
- TUCSA (Türk Yapısal Çelik Derneği), "Yapısal Çelik Kullanımı, Üretim Kapasiteleri, Çeliğin Avrupa ve Türkiye İnşaat İşkolundaki Yeri" Türk Yapısal Çelik Derneği, 2005.
- T.C. Başbakanlık, Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracat Genel Müdürlüğü, Demir Çelik Sektör Raporu, Haziran, 2008.
- Türkiye Odalar Ve Borsalar Birliği Türkiye Demir Ve Demir Dışı Metaller Meclisi Sektör Raporu, ISBN: 978, Ankara, 2010.
- T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Demir Çelik Sektör Raporu, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, Temmuz, 2011.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü, Demir Çelik Sektör Raporu, 2019.
- Uluğ, T.N., 1977, "Çelik Yapılar", Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.

Yanık, L., Eren, T., 2017. Borsa İstanbul’da İşlem Gören Otomotiv İmalat Sektörü Firmalarının Finansal Performanslarının AHP, TOPSIS, ELECTRE ve VIKOR Yöntemleri ile Analizi. Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, 8, 13, Nisan-Eylül 2017, Kırıkkale Üniversitesi.

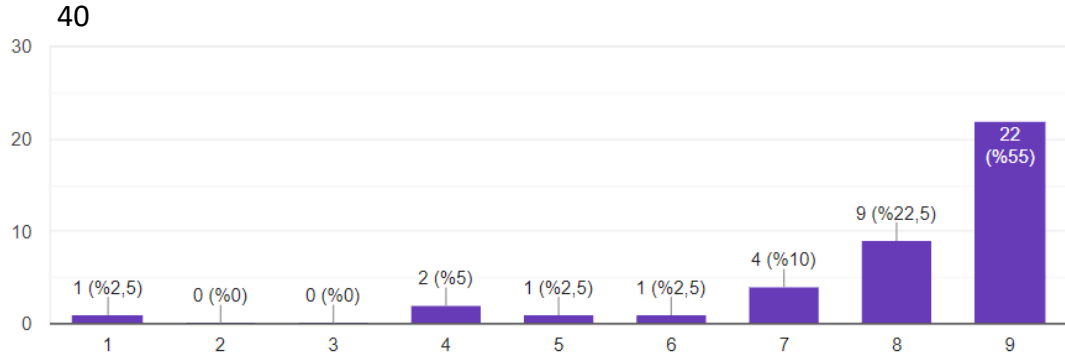
## EKLER:

### EK-A: Soru 1:

Çelik konstrüksiyon platform yapımında uygulanacak rapid (endüstriyel) boya tercihinde firmalarda bakılacak kriterler içinde ilk olarak maliyet analizi araştırması yapılmıştır. Maliyet analizi, firmanın harcama bütçesini ilgilendiren bir durumdur. Bir boya tenekesinin işverene olan maliyeti ve verilen proje tonajına istinaden kullanılacak boya tenekesi (Bir adedi 25 kg) adetleri belirtilmiştir. %30 sarfiyata istinaden kullanılacak olan boyalara göre maliyet analizi yapmışlardır. Burada tedarikçi firmanın teklifinde  $m^2$  maliyet (TL/ $m^2$ ) kısmına bakılacaktır. Kaç adet boya tenekesinin (Bir adedi 25 kg) kullanılmasının sizin için önem derecesi kaçtır, 1'den 9'a kadar olan rakamlarda 9 en yüksek 1 ise en düşük olmak üzere aşağıdaki tabloyu dikkate alarak cevaplayınız?

| DERECELER | TANIM                       |
|-----------|-----------------------------|
| 1         | Eşit Önemli                 |
| 3         | Biraz Daha Önemli           |
| 5         | Kuvvetli Derece Önemli      |
| 7         | Çok Kuvvetli Derece Önemli  |
| 9         | Aşırı Derece Önemli         |
| 2-4-6-8   | Uzlaşma (Ortalama) Değerler |

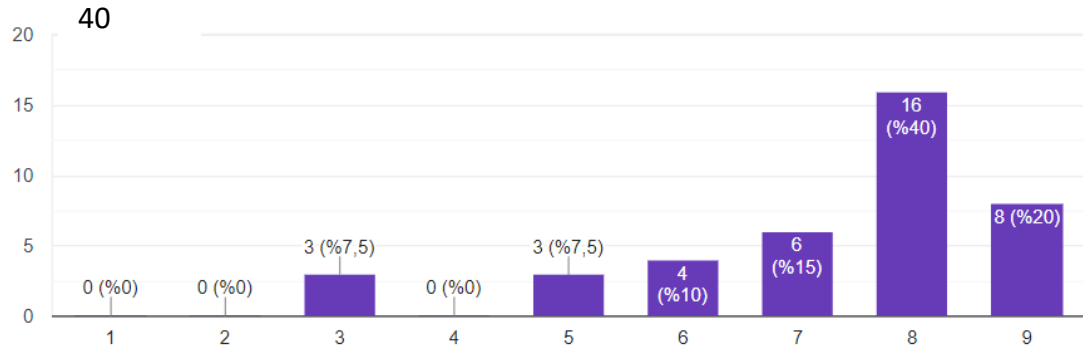
**EK-B:** Tablo 1: Derecelerin gösterimi ve tanımı



**EK-C:** 1.Soru için yapılan anketin sonuçlarını gösterir grafik

**EK-D:** Soru 2:

Çelik konstrüksiyon platform yapımında uygulanacak rapid (endüstriyel) boya tercihinde firmalarda bakılacak kriterler içinde ikinci olarak kapama oranı araştırması yapılmıştır. Bu araştırma boyanın malzemenin boyalı yüzeyini ne kadar kapadığıyla ilgilidir. Boyalı yüzeyi kapaması işveren açısından sarfiyatı ilgilendirmektedir. Bu konuda tedarikçinin teklifinde pratikteki kapama oranına (m<sup>2</sup>/lt) bakılacaktır. Sizin için önem derecesini belirtiniz? Tablo 1'i dikkate alarak cevaplayınız?

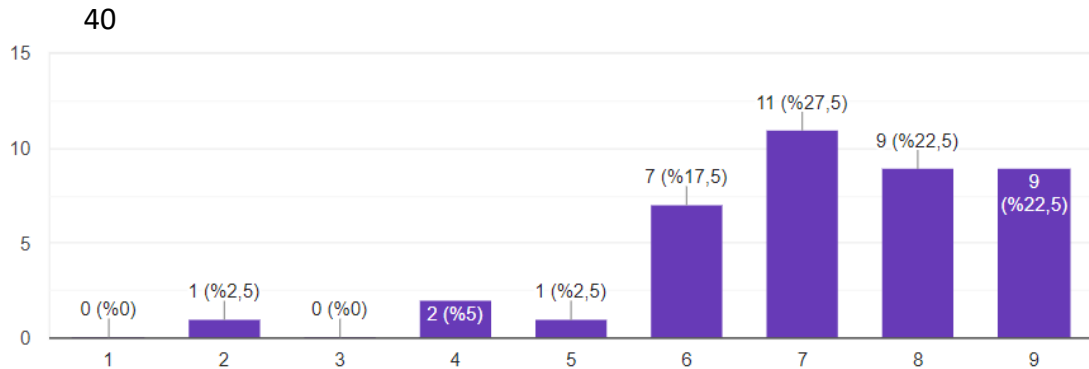


**EK-E:** 2.Soru için yapılan anketin sonuçlarını gösterir grafik

**EK-F:** Soru 3:

Çelik konstrüksiyon platform yapımında uygulanacak rapid (endüstriyel) boya tercihinde firmalarda bakılacak kriterler içinde üçüncü olarak kalite araştırması yapılmıştır. Boyanın kalitesi tedarikçilerin aldığı sertifikalar ile ilgilidir. Bu sertifikaların dünya çapında ne kadar çok yerde geçerli olduğu tercih açısından işvereni ilgilendirmektedir. Bu konuda tedarikçinin teklifinde kalite (belge sayısı) tarafına

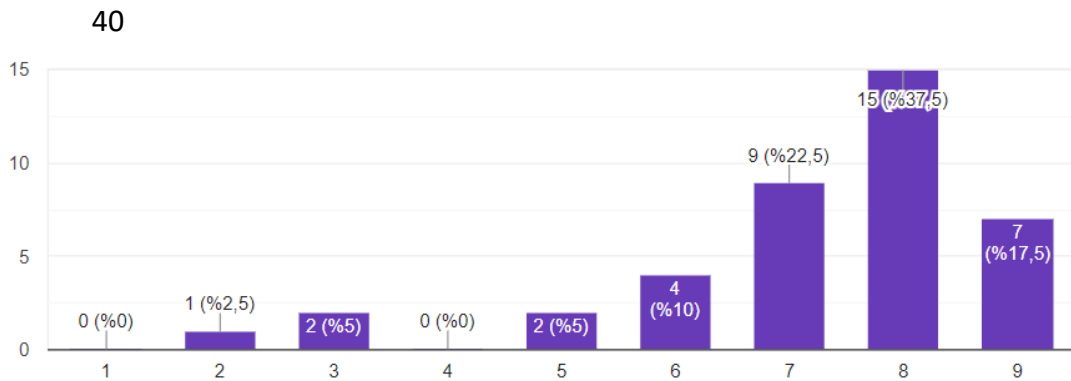
bakılacaktır. Sizin için kalitenin önem derecesi nedir? Tablo 1'i dikkate alarak cevaplayınız?



**EK-G:** 3.Soru için yapılan anketin sonuçlarını gösterir grafik

**EK-H:** Soru 4:

Çelik konstrüksiyon platform yapımında uygulanacak rapid (endüstriyel) boya tercihinde firmalarda bakılacak kriterler içinde dördüncü olarak kuruma süresi ile ilgili araştırma yapılmıştır. Boyalı malzemenin uzun süre yaş kaldığı takdirde boyalarda akmalar olabilmektedir. Bu yüzden kuruma süresi işveren açısından detaylı incelenmektedir. Bu konuda tedarikçinin teklifinde kuru film kalınlığına ( $\mu$ ) bakılacaktır. Bu kriterin sizin için önem derecesi kaçtır? Tablo 1'i dikkate alarak cevaplayınız?

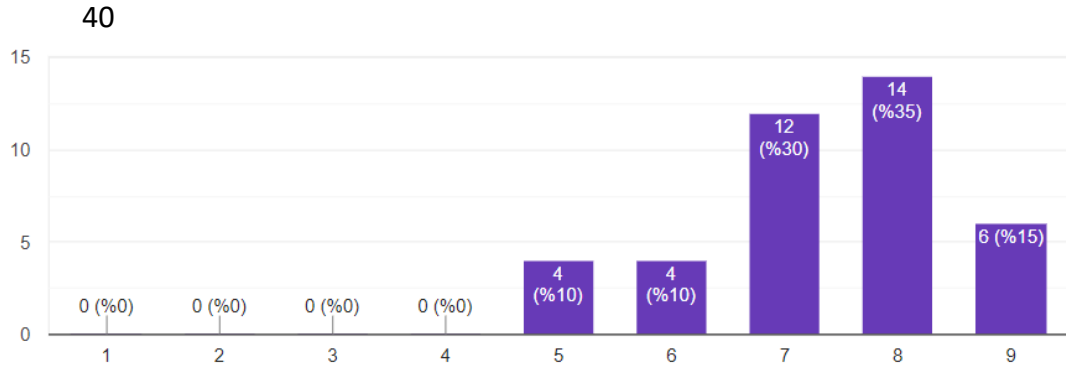


**EK-I:** 4.Soru için yapılan anketin sonuçlarını gösterir grafik

**EK-İ:** Soru 5:

Çelik konstrüksiyon platform yapımında uygulanacak rapid (endüstriyel) boya tercihinde firmalarda bakılacak kriterler içinde beşinci olarak garanti süresi (yıl) araştırması yapılmıştır. Boyalı malzemeyle ilgili herhangi bir aksaklık yaşanması

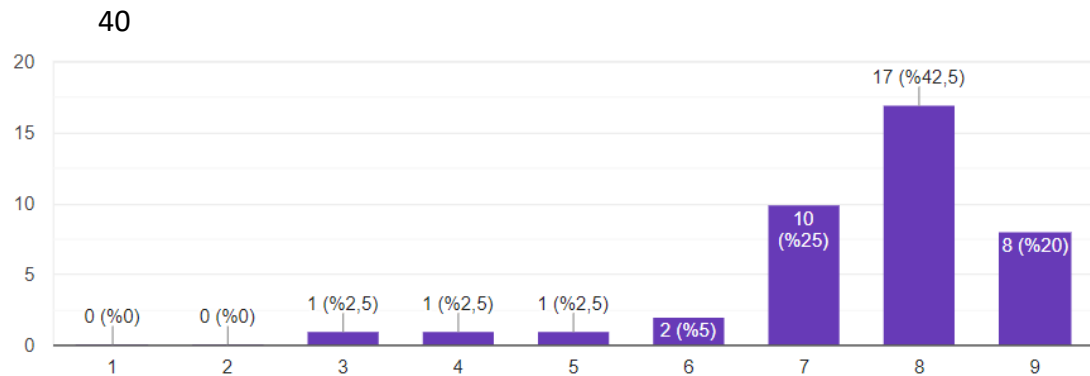
durumunda boya firmasının verdiği garanti süresi işveren tarafından incelenmektedir. Bu garanti süresinin sizin için önem derecesi nedir? Tablo 1'i dikkate alarak cevaplayınız?



**EK-J:** 5.Soru için yapılan anketin sonuçlarını gösterir grafik

**EK-K:** Soru 6:

Çelik konstrüksiyon platform yapımında uygulanacak rapid (endüstriyel) boya tercihinde firmalarda bakılacak kriterler içinde altıncı olarak dayanıklılık araştırması yapılmıştır. Boyalı malzemenin oluşabilecek darbelerde, yağmurda ve soğukta ne kadar dayanıklı olduğu ile ilgili araştırmadır. Bu konuda tedarikçinin teklifinde hacimce katı madde oranına (%) bakılacaktır. Sizin için önem derecesi kaçtır? Tablo 1'i dikkate alarak cevaplayınız?



**EK-L:** 6.Soru için yapılan anketin sonuçlarını gösterir grafik

**EK-M:** Çelik Konstrüksiyon Bina Sundurma Tarafı Fotoğrafl



**EK-N:** Çelik Konstrüksiyon Binanın İçten Fotoğrafl



**EK-O:** Çelik Konstrüksiyon Binanın İçten Natamam Fotoğrafi



**EK-Ö:** Çelik Konstrüksiyon Binanın Montaj Aşamasındaki Fotoğrafi



**EK-P:** Çelik Konstrüksiyon Binanın Montaj Aşamasındaki Fotoğrafı 2



**EK-R:** İmalatı Bitmiş Malzemenin Boyanmış Halinin Fotoğraf



**EK-S:** İmalat Aşamasından Bir Fotoğraf



**EK-T:** İmalat Aşamasından Bir Fotoğraf 2



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Kaan GÜNDOĞAN  
Doğum Yeri ve Yılı : İstanbul, 13/11/1986  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : kaangundogan@hotmail.com.tr



### Eğitim Durumu

Lise : Bilfen Lisesi, 2004  
Lisans : İstanbul Kültür Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Endüstri Mühendisliği  
Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği

### Mesleki Deneyim

Gündoğan Konstrüksiyon Ltd Şti.,  
Finans ve Maliyet Departmanı  
İmalat ve Montaj Takibi 2008-2012  
Günkon Çelik A.Ş.  
Genel Müdür Yardımcısı 2012-....(devam ediyor)

### Yayınları

Kaan Gündoğan, Oğuz Borat, 2021. Çelik Yapıda Kullanılan Endüstriyel Boya için  
AHP ve TOPSIS Metotları Uygulanarak Yapılan Tedarikçi Tercihi, İstanbul  
Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi