

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PRES KALIPLARI İMALATINDA MALZEME SEÇİMİ
İÇİN BİR KARAR DESTEK SİSTEM TASARIMI VE
UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed Rıdvan SUBAŞI

Enstitü Anabilim Dalı : İMALAT MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Emin GÜNDOĞAR

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PRES KALIPLARI İMALATINDA MALZEME SEÇİMİ
İÇİN BİR KARAR DESTEK SİSTEM TASARIMI VE
UYGULAMASI**

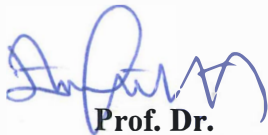
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed Rıdvan SUBAŞI

Enstitü Anabilim Dalı

İMALAT MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 23.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr.
Emin GÜNDOĞAR
Jüri Başkanı



Prof. Dr.
Hüseyin UZUN
Üye



Dr. Öğretim Üyesi
Ayten YILMAZ YALÇINER
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Muhammed Rıdvan SUBAŞI

23.05.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin konusunun belirlenmesinde ve yapılan çalışmada değerli bilgilerinden yararlandığım danışman hocam Prof. Dr. Emin GÜNDOĞAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının, gelecekte bu yöntem ile kullanılacak araştırma ve çalışmalara örnek oluşturmasını dilerim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
3.1. Materyal.....	6
3.1.1. Pres kalıpları imalatı ve malzeme seçimi.....	7
3.1.2. Pres kalıpları ile ilgili genel bilgi.....	7
3.1.3. Pres kalıplarının imalat yöntemlerine göre sınıflandırılması.....	7
3.1.4. Pres kalıpları avantajları ve dezavantajları.....	8
3.1.5. Pres kalıp imalatında malzeme seçimi ve etkiyen faktörler.....	9
3.1.6. Pres kalıplarında kullanılan çelikler.....	10
3.1.6.1. Takım çelikleri ve sınıflandırılması.....	10
3.1.6.1.1. Soğuk iş takım çelikleri ve kullanım alanları....	11
3.1.6.1.2. Sıcak iş takım çelikleri ve kullanım alanları....	16
3.1.6.2. HSS (high speed steel) yüksek hız takım çelikleri.....	18

3.1.6.3. Karbon çelikleri.....	19
3.1.6.4. Sementasyon çeliği.....	20
3.1.6.5. Islah çeliği.....	20
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Çok kriterli karar verme yöntemleri.....	22
3.2.1.1. Karar verme sürecindeki bileşenler.....	23
3.2.1.2. Karar verme süreci ve seviyeleri.....	24
3.2.1.3. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri.....	25
3.2.1.3.1. Tek amaçlı karar verme.....	25
3.2.1.3.2. Çok amaçlı karar verme.....	25
3.2.1.3.3. Çok ölçütlü karar verme.....	26
3.2.1.4. ÇKKV yöntemi ve yapısal özellikleri.....	26
3.2.2. Analitik hiyerarşi prosesi (AHP).....	27
3.2.2.1. Analitik hiyerarşi prosesinin aksiyomları ve teoremleri....	28
3.2.2.2. Karar vermede problemin hiyerarşisinin kurulması.....	28
3.2.2.3. İkili karşılaştırma matrislerinin elde edilmesi.....	30
3.2.2.3.1. Temel ölçek kullanımı.....	30
3.2.2.3.2. İkili karşılaştırmalar matrisi.....	31
3.2.2.3.3. AHP kriterlerinin ve seçeneklerinin önem değerleri.....	32
3.2.2.4. AHP’de tutarlılığın kontrolü ve duyarlılık analizi.....	34
3.2.2.5. AHP’nin üstün ve zayıf yönleri.....	34
BÖLÜM 4.	
ARAŞTIRMA BULGULARI.....	36
4.1. AHP Yöntemiyle Pres Kalıplarından Kesme Kalıbı Malzemesi Seçimi.....	36
4.2. Duyarlılık Analizi.....	50
BÖLÜM 5.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
5.1. Sonuç.....	55
5.2. Öneriler.....	57

KAYNAKLAR.....	58
EKLER.....	66
ÖZGEÇMİŞ.....	71

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
AISI	: American Iron and Steel Institute
ASTM	: American Society for Testing and Materials
ANP	: Analitik Network Prosesi
A	: Havada soğutulmuş çelik
C	: Carbon
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
D	: Yüksek karbonlu ve kromlu çelik
EC	: Expert Choice
HSS	: High Speed Steel
H	: Hot work
HRC	: Rockwell Sertlik
KM	: Kilometre
Lt	: Litre
O	: Yağda soğutulmuş çelik
SAE	: Society of Automative Engineers
TO	: Tutarlılık Oranı
W	: Wolfram

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Fonksiyon, materyal, şekil ve prosesin etkileşimi.....	9
Şekil 3.2. Kalıp malzemesi seçimi için hiyerarşi modeli.....	21
Şekil 3.3. Tam hiyerarşi yapısı.....	29
Şekil 3.4. Tam olmayan hiyerarşi yapısı.....	30
Şekil 3.5. İkili karşılaştırma matrisi nxn.....	32
Şekil 4.1. Kesme kalıbı ve ana parçaları.....	37
Şekil 4.2. Pres kalıplarından kesme kalıbı için uygun malzeme seçimi için EC hiyerarşi ekranı.....	39
Şekil 4.3. EC programı kriterlerin önem değerleri veri girişleri.....	40
Şekil 4.4. EC programında ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerinin görünümü.....	43
Şekil 4.5. Kriterlerin aldıkları ağırlık değerleri.....	43
Şekil 4.6. Aşınma direnci kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri.....	44
Şekil 4.7. Tokluk kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri.....	45
Şekil 4.8. Yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri.....	46
Şekil 4.9. Genel kullanım sertliği kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri.....	47
Şekil 4.10. Bulunabilirlik kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri.....	48
Şekil 4.11. Maliyet kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri.....	49
Şekil 4.12. İşlenebilirlik kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri.....	50
Şekil 4.13. Performans duyarlılığı grafiği.....	51
Şekil 4.14. Dinamik duyarlılık grafiği.....	51
Şekil 4.15. Eğim duyarlılık grafikleri.....	52
Şekil 4.16. Başa baş duyarlılık grafiği.....	53
Şekil 4.17. Kriterlerin değerlerinin birbirine yaklaştırıldığındaki durum.....	54
Şekil 4.18. Tokluk ve işlenebilirlik kriterine göre duyarlılık analizi.....	54

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Malzeme seçiminde kullanılan kriterlere yönelik literatür çalışması.....	4
Tablo 3.1. Takım çeliğinin sınıflandırılması.....	11
Tablo 3.2. Havada sertleşen soğuk iş takım çeliklerinin kimyasal sınırları.....	12
Tablo 3.3. Havada sertleşen soğuk iş takım çelikleri performans faktörü.....	13
Tablo 3.4. Yüksek karbonlu ve yüksek kromlu soğuk iş takım çelik kompozisyon limitleri.....	14
Tablo 3.5. Yüksek karbonlu ve yüksek kromlu soğuk iş takım çeliklerinin performans faktörü ve süreci.....	14
Tablo 3.6. Yağda sertleşen soğuk iş takım çeliklerinin kimyasal kompozisyon limitleri.....	15
Tablo 3.7. Yağda sertleşen soğuk iş takım çeliklerinin performans faktörü.....	15
Tablo 3.8. Sıcak iş takım çeliklerinin kimyasal kompozisyon limitleri.....	17
Tablo 3.9. Sıcak iş takım çeliklerinin performans faktörü ve süreci.....	18
Tablo 3.10.AHP için kullanılan 1-9 temel ölçeği.....	31
Tablo 4.1. Kesme kalıp elemanları ve imalatında kullanılan malzemeler.....	37
Tablo 4.2. Temel ölçek.....	38
Tablo 4.3. Örnek fiyat ve marka kriterleri için karşılaştırma matrisleri.....	38
Tablo 4.4. Kriterlerin ikili karşılaştırılması.....	41
Tablo 4.5. Kriterlerin görelî önem değerleri karşılaştırma soruları.....	41
Tablo 4.6. Kriterlerin satır toplamları.....	42
Tablo 4.7. Aşınma direnci kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi.....	44
Tablo 4.8. Tokluk ana kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi.....	45
Tablo 4.9. Sıcaklık sertliğı ana kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi.	46
Tablo 4.10. Genel kullanım sertliğı (HRC) kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi.....	47
Tablo 4.11. Bulunabilirlik kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi.....	47

Tablolar Listesi (Devamı)

Tablo 4.12. Maliyet ana kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi..... 48

Tablo 4.13. İşlenebilirlik kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi..... 49

ÖZET

Anahtar kelimeler: Malzeme seçimi, karar verme, analitik hiyerarşi prosesi

Günümüzde malzeme seçimi için kullanılabilir bir çok alternatif malzeme bulunmaktadır. Uygun malzeme seçimi yapmak, alınan kararların doğru ve tam isabetli olmasına bağlıdır. Doğru malzeme seçimi ile yapılan imalatın yüksek kalite ve düşük maliyet açısından önem arz etmektedir. Son yıllarda malzeme seçiminde kullanılan yöntemler açısından önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu yöntemlerden birisi de çok kriterli karar verme yöntemi olarak Analitik Hiyerarşi Prosesi'dir (AHP).

Bu tez çalışmasında, kesme kalıpları imalatında kullanılan çelikler arasında uygun çelik seçimi araştırma konusu olarak irdelenmiş ve çözüme kavuşturulmuştur. Araştırmada öncelikle, malzeme seçiminde kullanılacak yöntemle ilgili bilgi verilmiştir. Ardından problemin çözümüne etki eden kriterler olarak; aşınma direnci, tokluk, yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği, genel kullanım sertliği, bulunabilirlik, maliyet ve işlenebilirlik belirlenmiştir. Uygun malzeme seçiminde seçenek olarak takım çelikleri sınıfından soğuk iş takım çeliklerinden D2, D3, D4, D5, D7 çelikleri seçilmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi ile problem çözümü için Expert Choice (EC) programından yararlanılmıştır. Ulaşılan sonuçlar incelenerek, duyarlılık analizleri yapılmıştır. Bu uygulamalar sonucunda, kriterlerden aşınma direnci %26 olan kriter, en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Seçenekler arasında ise en uygun malzeme olarak D2 çeliği önerilmiştir.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE SELECTION OF MATERIALS AT THE MANUFACTURING OF PRESS MOLDS

SUMMARY

Keywords: Material selection, decision making, analytical hierarchy process

Today there are many alternative materials that can be used for material selection. Choosing the appropriate material depends on whether the decisions made are correct and accurate. The production made with the right material selection is important in terms of high quality and low cost. Significant improvements have been made in terms of the methods used in material selection in recent years. One of these methods is the analytical hierarchy process (AHP) as a Multi-Criteria Decision Making Method.

In this thesis, the selection of suitable steel from the steels used in the production of cutting molds was investigated and solved as a research topic. First of all, information about the method to be used in material selection is given. Then, as the criteria affecting the solution of the problem, abrasion resistance, toughness, working hardness at high temperature, general usage hardness, availability, cost and machinability were determined. Cold work tool steels D2, D3, D4, D5, D7 steels are selected as an option in the selection of suitable materials. With the analytical hierarchy process, expert choice (EC) was used to solve the problem. The results were analyzed and sensitivity analysis was performed. As a result of these applications, the criteria with 26% wear resistance were determined as the most important criteria. Among the options is D2 steel as the most appropriate material.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Kalıp sanayinde üretim için uygun malzeme seçimi, kalıbın uzun ömürlü ve çalışma koşullarına uyum sağlaması adına çok önemlidir. Bu sebeple malzeme seçimi doğru bir karara bağlıdır. Kalıp imalatında yanlış malzeme seçilmesi durumunda çalışma şartlarında, kalıbın deforme olmasına bu sebeple ömrünün kısalması ve üretimde verimin düşmesi ile beraber ciddi maliyet ve zaman kaybı ortaya çıkacaktır.

Günümüzde artan rekabet ortamında imalatçıların karar verme yöntemlerine gösterdikleri ilgi artmaktadır. Ayrıca günümüzde alternatif birçok malzemelerin olması ve bu malzemeler kendilerine ait farklı özellikler göstermesi doğru karar vermede ciddi problemlere yol açmaktadır. Karar aşamasının iyi tahlil edilmediği, teknik analizlerinin iyi irdelenmediği takdirde yanlış kararlar almasına sebebiyet vermektedir. Bu gibi yanlış kararlar almamak için, bu alanda çalışma yapan bilim insanlarının dikkati yeni yöntemlerin keşfine yönlendirmiştir. Karar aşamasında elde edilen kriterlerin analizinin yapılması için çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKVY) kullanılmıştır.

Çalışma genel anlamda incelendiğinde, kriter ve seçenekleri belirlenen problemin karar matrislerinin oluşturulması ile bir hiyerarşik yapı oluşturulmaktadır. Bu karar aşaması ise malzeme seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak problemin çözümünün yapılması amaçlanmıştır. Malzeme seçiminde problemler, karar vermede seçimi etkileyecek kriterler ve seçeneklerin doğru olarak irdelenmiş olması gerekmektedir. Öncelikle malzeminin kullanım alanının belirlenmesi şarttır. Çünkü her malzemenin kullanım alanları ve özellikleri farklılık göstermektedir. Kullanım alanına göre seçilen kriterlerin önem ağırlıkları da buna göre değişmektedir. Bu karar problemini AHP ile çözmemizin nedeni bahsettiğimiz farklılıklardan doğan sebeplerdir.

AHP'nin en önemli özelliği ise karar için seçilen birçok kriter, alt kriter ve seçenekler arasından tutarlı önem ağırlıklarını yüzdelik olarak vermesidir. Karar vermede kriter ve seçenek sayısının artması durumunda değerlendirme karmaşık durumlara sebebiyet vermektedir. Bu sebepten AHP yöntemi kullanılarak bu karmaşıklıktan kurtulup, karar matrislerinin oluşturulması ile tutarlı sonuçlar elde edilmektedir.

Bu tez çalışmasında, çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi incelenmiş ve uygun kesme kalıp malzemesi seçimi için problem çözümü gerçekleştirilmiştir. Uygun kesme kalıp malzemesinin seçimi için belirlenen kriterler ve seçenekler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Malzeme seçiminde belirlenen aşınma direnci, tokluk, yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği, genel kullanım sertliği, bulunabilirlik, maliyet ve işlenebilirlik gibi faktörler etkilemektedir. Bu karar verme yöntemi ile belirlenen kriter ve seçeneklerin herbirinin önem ağırlıklarını karşılaştırarak problemin çözümü hedeflenmiştir. Oluşturulan hiyerarşide seçenek olarak, yüksek karbon ve kromlu soğuk iş takım çeliklerinden D2, D3, D4, D5, D7 çelikleri belirlenmiştir. Seçeneklerin önem düzeyleri, belirlenen kriterler ve içerdikleri alaşım elementlerine göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Problemin çözümü için, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini ele alan Expert Choice (EC) programı ile kullanılmıştır. Bu yazılımlar ile karar vericiler kolay ve hızlı bir şekilde problemin çözümünü elde etmektedirler.

Bu çalışmada amaç, Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılarak karar vermede uygun malzeme seçimi sağlamaktır. Ayrıca bu yöntem ile yapılan çalışmalara bakıldığında malzeme seçimi üzerine yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Bu yöntem ile pres kalıpları imalatında malzeme seçimi üzerine çalışma yapılmamış olup, bu uygulamanın bundan sonraki yapılacak olan çalışmalara bir temel oluşturacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Malzeme seçimi geçmiş yıllarda uzman kişilerin bilgi ve tecrübesine dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmelerle birlikte, doğru malzeme seçimine yönelik farklı uygulamalar ve çok kriterli karar verme yöntemleri ve paralelinde farklı yazılımlar ve yöntemler ortaya çıkmıştır. Bu yazılım ve yöntemlerle daha doğru malzeme seçimi yapılmaya çalışılmaktadır.

Malzeme seçimi, seçim sürecini etkileyen çok sayıda faktör içeren çok hızlı büyüyen çok kriterli bir karar verme sorunudur. Doğru malzeme seçimi, dünyadaki üretim organizasyonlarının başarısı ve rekabet edebilirliği için kritik bir konudur. Belirli bir mühendislik uygulaması için en uygun malzemenin seçimi, piyasada mevcut birçok aday malzemenin geçici alternatifler olarak dikkate alındığı, zaman alıcı ve pahalı bir işlemdir. Bunun içinde doğru malzeme seçimi için kriterlerin doğru belirlenmesi gerekliliktir.

Malzeme seçim literatüründeki yapılan çalışmalara bakıldığı zaman birbirinden farklı kriter setlerinin kullanıldığı görülmektedir. Malzeme seçimi yapılacak parçaya ve parçanın kullanılacağı ortamın koşullarına bağlı olarak kriterler farklılık göstermektedir. Literatürde, malzeme seçimi yapılan parça ve kullanılan kriterler Tablo 2.1. 'de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Malzeme seçiminde kullanılan kriterlere yönelik literatür çalışması

Yazarlar	Yıl	Malzeme seçimi yapılan parça	Seçim kriterleri
Wang ve Chang	1995	Takım malzemesi	Sertleştirilebilirlik, tokluk, yumuşama direnci, aşınma direnci, işlenebilirlik, malzeme maliyeti
Chen	1997	Takım malzemesi	Sertleştirilebilirlik, tokluk, yumuşama direnci, aşınma direnci, işlenebilirlik, malzeme maliyeti
Tretheway ve arkadaşları	1998	Kaplama malzemesi	Sertlik, tokluk, young modülü, kayma modülü, çalışma sıcaklığı, aşınma direnci, kimyasal direnç, boyut, şekil, yüzey sertliği, malzeme içi bağ dayanımı ve biyokirilliliğe karşı direnç
Jee and Kang	2000	Volan	Yorulma limiti, kırılma tokluğu, yoğunluk, fiyat
Sapuan	2001	Otomobil pedal kutusu	Mekaniksel, fiziksel, kimyasal, ekonomik ve üretim kabulleri
Qian ve Zhao	2002	Değişken şekilli mikroaktuator	Maksimum hareket gerginliği, maksimum çalıştırma stresi, darbe çalışma katsayısı, young modülü, yoğunluk
Rao	2006	Kriyojenik sıvı nitrojen depolama tankı	Tokluk indeksi, akma dayanımı, young modülü, yoğunluk, ısıl genleşme, termal iletkenlik, özgül ısı Yüksek sıcaklıkta oksijence zengin ortamda çalışan parça Sertlik, işlenebilirlik, maliyet, korozyon direnci.
Shanian ve Savadogo	2006	Kitlesel ısıl işlem görmeyen silindir örtüsü	Yoğunluk, basınç dayanımı, nihai çekme gerilmesi, bükme kuvvet indeksi, statik yük indeksi, sertlik, akma gerilmesi, elastik modülü, ısıl yayılım, ısıl iletkenlik, kalınlığı, malzemenin maliyeti
Chan ve Tong	2007	Elektrikli süpürge çöp torbası	Yoğunluk, su emme, sertlik, gerilme mukavemeti, kopma uzaması, gerilme modülü, ısıl genleşme katsayısı
Manshadi ve arkadaşları	2007	Kriyojenik sıvı nitrojen depolama tankı	Tokluk indeksi, akma dayanımı, young modülü, yoğunluk, ısıl genleşme, ısıl iletkenlik, özgül ısı Uçak kanadı için destek Fiyat, çekme mukavemeti, Young modülü, yoğunluk, basınç dayanımı, sürünme direnci
Rao	2008	Labirent conta şeritler	Sünme direnci, oksidasyon direnci, ısıl genleşme, akma gerilmesi, gerinim limiti, young modülü ve tokluk.

Tablo 2.1. (Devamı)

Yazarlar	Yıl	Malzeme seçimi yapılan parça	Seçim kriterleri
Rao	2008	Polimer elektrolit yakıt pilleri için metalik bir iki kutuplu plâka	Elastik modülü, yoğunluk, mukavemet, termal stres, termal genleşme, iletkenlik, ısıl yayılım, kırılma tokluğu, elektrik direnci, maliyet, korozyon direnci, geri dönüşüm miktarı, hidrojen geçirgenlik katsayısı, yüksek sıcaklık ortamında çalışan ürün çekme mukavemeti, Young modülü, yoğunluk, korozyon direnci
Sharif Ullah ve Harib	2008	Robotlu mekanizma için bir yapısal bileşen	Maliyet, sertlik, mukavemet, ağırlık, darbe tokluk, çevre üzerindeki etkisi, ısıl genleşme
Çiçek K. , Çelik M.	2009	Gemilerde kullanılan ısı değiştiriciler	Dayanım, ısıl iletkenlik, korozyon direnci ve fiyat
Zhou ve arkadaşları	2009	Yeşil içki kabı	Young modülü, kayma modülü, poison ratio, elastik dönüşüm fiyatı, geri dönüşüm enerjisi, oluşan çöp miktarı
Khabbaz ve arkadaşları	2009	Kriyojenik sıvı nitrojen depolama tankı	Tokluk indeksi, akma dayanımı, young modülü, yoğunluk, ısıl genleşme, ısıl iletkenlik, özgül ısı
Jahan, A.	2011	Kalça eklem protezi	Biyouyumluluk, korozyon direnci, çekme gerilmesi, yorulma gerilmesi, bağıl tokluk, bağıl aşınma direnci, elastik modül, özgül yoğunluk ve fiyat
Bahraminajab M.,ve Jahan A.	2011	Diz protezi	Dayanım, young modülü, kırılma direnci, korozyon direnci, aşınma direnci, biyo uyumluluk ve kemik uyumluluğu
Balcı	2014	Basınçlı kaplar için malzeme seçimi	Çekme dayanımı, sertleşebilirlik, maliyet
Ulutaş	2017	Tekstil atölyesi için dikiş makinesi seçimi	Ortalama birim fiyatı, yıllık dolar kullanımı, teslim süresi

Malzeme seçimi ile ilgili literatüre bakıldığında Türkiye’de çok kriterli karar yöntemleri ile sınırlı sayıda araştırmanın yapıldığı, konu ile ilgili yapılan çalışmaların tedarikçi seçimine odaklandığı gözlenmektedir.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak pres kalıp çeşitlerinden kesme kalıpları imalatı için soğuk iş takım çeliklerinden uygun çelik seçimi ele alınmıştır. Kesme kalıbı elemanlarından kesme zımbası ve dişi kalıp (Tablo 3.2.) malzemesi seçimi için soğuk iş takım çelikleri arasından en uygun çelik seçimi yapılacaktır. Malzeme seçimini etkileyen faktörler belirlenmiş ve buna uygun çelik çeşitleri belirlenmiştir. Karar vermek için elde edilen bilgiler ışığında kriter, seçenekler belirlenmiş ve kriter değerlendirme matrisleri oluşturulmuştur.

Kalıp malzemesi seçiminde çok kriterli karar verme problemi belirlenmelidir. Bu sebeple, imalatı yapılacak kesme kalıpları elemanlarından kesme zımbası ve dişi kalıp malzemesi (Tablo 3.2.) seçiminin tespiti için çok kriterli karar verme yöntemi olan AHP ile uygulama yapılmış ve çözümler irdelenmiştir. Bu kararda AHP yöntemi olarak Expert Choice programından faydalanılmıştır.

Expert Choice programı çok kriterli karar verme adımlarını önemli seviyede basitleştirirken aynı zamanda hızlı şekilde çözüme ulaştıran önemli bir programdır. 1983 yılında Expert Choice firması tarafından geliştirilen bu yazılım, birçok şirkete küresel çapta devlet ve iş organizasyonlarında proje önceliklendirme, kaynak belirleme, kalite yönetimi, fayda-maliyet analizlerini planlama, üretim planlamada süreç yönetimi gibi sayısal değerlendirme yöntemine uygun çoğu konular da büyük bir kazanç sağlamaktadır. Bu yazılım paketinde AHP' nin programlanmasında, karmaşık problemlerin analizi için destek alınan bir karar destek sistemidir. Karar vermede deneyimli uzmanların kolay ve çok basit bir şekilde karar probleminin hiyerarşik bir yapıda oluşturulması, ikili karşılaştırmaların yapılması ve görelî

öncelikleri hesaplamalarına olanak sağlamaktadır. İkili karşılaştırma yapılırken sayısal, sözel ve grafiksel değerlendirme seçeneklerinden istenilen tercih edilebilmektedir. Bu programda bireysel ve toplu olarak ortak bir çalışma yapılarak analiz yapmaya uygun bir yazılımdır. Expert Choice programı dünyada çoğu seçkin firma ve kamu kuruluşlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

3.1.1. Pres kalıpları imalatı ve malzeme seçimi

3.1.2. Pres kalıpları ile ilgili genel bilgi

Benzer parçaları istenilen ölçü toleransları sınırında hızlı bir şekilde imal eden ve az insan gücüyle malzeme üretimi sağlayan ayrıca bu sektörde pres makineleri gibi imalat makineleri ile çalışabilen takıma kalıp denir. Kalıpları üretim safhalarındaki çalışmayla bir tam durumuna getiren bu sektördeki çalışana kalıpcı denir. Kalıplar üretim çeşitliklerine göre şişirme kalıpları, döküm kalıpları, kesme ve bükme kalıpları, plastik enjeksiyon kalıpları gibi çeşitli olarak sınıflandırılmaktadır. Bu tez çalışmasında ise pres kalıplarında kullanılan çeliklerini belirleyip malzeme seçimini etkileyen kriterler belirlenecektir. Ardından seçim için aday çelikleri belirlendikten sonra ise bir uzman sistem olarak Expert Choice programını kullanarak bir karar destek sistem tasarımı ve uygulamasını gerçekleştireceğiz.

3.1.3. Pres kalıplarının imalat yöntemlerine göre sınıflandırılması

Pres kalıplarının imalat yöntemlerine göre sınıflandırılması şu şekildedir (gazi.edu.tr);

- Delme kalıpları
- Kesme kalıpları
- Bileşik (kombine) kalıpları
- Ardışık kalıpları
- Bükme kalıpları
- Şişirme kalıpları
- Basma kalıpları
- Fıskırtma kalıpları

3.1.4. Pres kalıpları avantajları ve dezavantajları

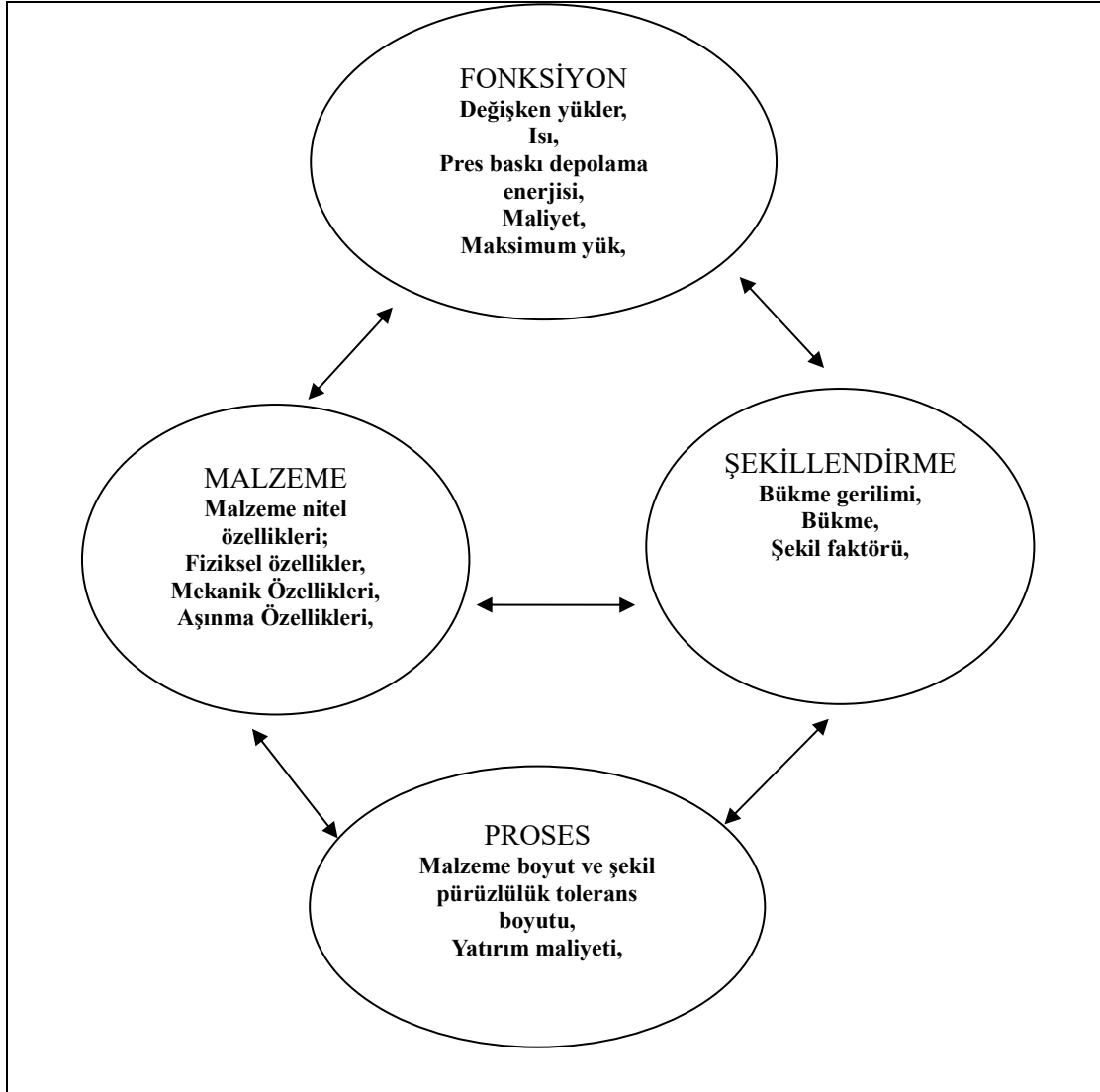
Avantajları;

- Kalıp için hazırlanan parçaların üretim miktarı yüksektir.
- Seri şekilde imalata uygundur.
- Üretilen parçalarda iş için harcanacak insan gücü azdır.
- Üretim şekli otomatik olarak da yapılmaktadır.
- Üretilen parçaların tek formda çıktığından başka proses işlemine gerek kalmaz.
- İmalatı yapılmak istenen parçaların istenilen ölçüde elde edilebilmektedir.
- Diğer üretim yöntemleri ile üretilemeyen parçaların üretimi gerçekleştirilebilir.
- Farklı şekildeki parçaların üretimi kolaydır.
- Bazı durumlarda kalıp malzemesi değiştirilmeden farklı tür malzemelerde basılabilmektedir.

Dezavantajları;

- Kalıp maliyeti yüksektir.
- İyi bir kalıpcının yetiştirilmesi zordur.
- Parçaların kalite kontrolü kısa süre içinde yapılamayabilir.
- Kalıp ömrünü istenen sınırlar içinde tutmak zor olabilmektedir.

3.1.5.Pres kalıp imalatında malzeme seçimi ve etkiyen faktörler



Şekil 3.1. Fonksiyon, materyal, şekil ve prosesin etkileşimi (Ashby,1992)

Uygun bir malzemenin seçilmesinin ardından istenen şekil ve özelliklere sahip kullanışlı bir ürüne dönüştürülmesi karmaşık bir işlemdir. Herhangi bir malzeme seçimi probleminde ilk adım, ürünün ihtiyaçlarını tanımlamaktır. Malzemeye veya üretim yöntemine ilişkin herhangi bir önyargı olmadan, parçanın amaçlanan çalışma koşullarının yeterince yerine getirebilmesi için gerekli tüm özelliklerin net bir üretim şeması sağlanmalıdır. Üretilen şekle göre üretim yöntemi belirlenmelidir. Üretimi yapılacak parçaya göre fiziksel ve mekanik özelliklerin dikkate alınması gereklidir. Değerlendirilecek diğer önemli bir alan, ürünün kullanım ömrü boyunca çalışma ortamıdır. Çalışma ortamı belirlendikten sonra belirlenen çalışma koşullarına göre

malzeme seçimi yapılmalıdır. Malzeme seçiminde en uygun maliyetli malzeme seçimi yapılmalıdır.

3.1.6.Pres kalıplarında kullanılan çelikler

- Takım çelikleri
- Yüksek Hız Çelikleri
- Plastik Kalıp Çelikleri
- Karbon Çelikleri
- Sementasyon Çelikleri
- Islah Çelikleri

3.1.6.1. Takım çelikleri ve sınıflandırılması

Metal ve metal olmayan parçaların istenilen şeklin ve boyutun verilmesinde kullanılan, bunlarla beraber malzemenin içerdiği bileşim sayesinde sertliği arttırılabilen ve malzemenin ısı işlemlerde içyapısında istenilen tokluk değeri ayarlanabilen alaşımli çeliklere denir (Sinoplu, 2012).

Takım çeliklerini diğer çeliklerden ayıran en önemli faktör mukavemet, çalışma şartları bakımından ve kimyasal bileşimlerinden dolayı farklılık göstermektedir. Takım çelikleri sıcak ve soğuk olarak işleme alınan iş parçasının dövme, eğme, kesme, form verme ve ekstürzyon gibi yöntemler ile kalıp yapımında kullanılmaktadır. Takım çeliklerinden beklenen özellikler yüksek tokluk, yüksek aşınma direnci, yüksek işlenebilirlik, yüksek sıcaklık mukavemeti ve yüksek sertliktir. Takım çelikleri diğer çelik türlerine nazaran ağır çalışma koşullarında çok iyi sonuç vermektedir. Bunun sebebi içerdiği alaşım elementlerinden dolayı meydana gelmektedir. Yapısında bulunan alaşım türlerine göre çelikler sınıflandırılmaktadır. Otomotiv Mühendisleri Derneği (SAE) 7 ana grupta çelik türlerine ayrılmıştır. Bu tür sınıflandırmalar malzemenin genel kullanım yeri ve sertleştirme ortamı ele alınmıştır (Ulaş, 2018).

Tablo 3.1. Takım çeliğinin sınıflandırılması

Ana Grup	Sembolü
Suda Sertleşen Takım Çelikleri	W
Özel Amaçlı Takım Çeliği	L
Plastik Kalıp Takım Çeliği	P
Şok Dirençli Takım Çeliği	S
Sıcak İş Takım Çeliği	
Kromlu	H10-H19
Tungstenli	H20-H39
Molibdenli	H40-H59
Soğuk İş Takım Çeliği	
Yağda	O
Havada	A
Yüksek Karbon ve Kromlu	D
Yüksek Hız Takım Çeliği	
Tungstenli	T
Molibdenli	M

3.1.6.1.1. Soğuk iş takım çelikleri ve kullanım alanları

Metallerin soğuk deformasyon ile üretimiyle ilgili birçok yöntem vardır. Bunlara örnek olarak şekil verme, ayırma, soğuk dövme, soğuk ekstrüzyon, delme, toz presleme ve soğuk haddeleme bunlara örnek gösterilebilmektedir (Sinoplu, 2012).

Bu çeliklerin karbon oranları %0.30 -%2.50 arasındadır. Alaşımlandırma da karbür oluşturuvcu vanadyum, tungsten, krom ve molibden ile mangan ve nikelde ihtiva etmektedir. Sertleştirme nüfuziyetini arttırmak için molibden, krom ve nikel gibi alaşım elementleri kullanılmaktadır (Arslan, 2010).

Soğuk iş takım çelikleri 3 gruba ayrılır;

- Orta seviyede alaşım ihtiva eden, havada soğutulmuş takım çelikleri(AISI A Serisi)
- Yüksek krom ve karbon ihtiva eden takım çelikleri (AISİ D Serisi)

- Yağda sertleştirme işlemine tabi tutulmuş takım çelikleri (AISI O Serisi) (Roberts ve arkadaşları, 1998).

AISI A serisi grubunda yer alıp, havada sertleşen takım çelikleri sertleşebilme kabiliyetleri oldukça yüksektir. Havada temperleme ve sertleştirme prosesleri, şekil verme, kesme ve çekme kalıpları için yüksek toklukla birlikte iyi aşınma durumlarında tercih edilmektedir. En çok tercih edilen çelik çeşidi A2 tip soğuk iş takım çeliğidir (Abakay, 2013).

A2 tür kalite takım çelik aşınma direnci ve iyi tokluk 1.dereceden önemli istenen yerlerde tercih olarak kullanılmalı (Ulaş, 2018).

Tablo 3.2. Havada sertleşen soğuk iş takım çeliklerinin kimyasal sınırları (Roberts ve ark., 1998).

Kimyasal Kompozisyon									
AISI	UNS	%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%W	%V
A2	T30102	0.95- 1.05	Max 1.00	Max 0.50	4.75- 5.50	Max 0.30	0.90- 1.40	-	0.15- 0.50
A3	T30103	1.20- 1.30	0.40- 0.60	Max 0.50	4.75- 5.50	Max 0.30	0.90- 1.40	-	0.80- 1.40
A4	T30104	0.95- 1.05	1.80- 2.50	Max 0.50	0.90- 2.20	Max 0.30	0.90- 1.40	-	-
A6	T30106	0.65- 0.75	1.80- 2.50	Max 0.50	0.90- 1.20	Max 0.30	0.90- 1.40	-	-
A7	T30107	2.00- 2.85	Max 0.80	Max 0.50	5.00- 5.75	Max 0.30	0.90- 1.40	0.50- 1.50	3.90- 5.15
A8	T30108	0.50- 0.60	Max 0.50	0.75- 1.10	4.75- 5.50	Max 0.30	1.15- 1.65	1.00- 1.50	-
A9	T30109	0.45- 0.55	Max 0.50	0.95- 1.15	4.75- 5.50	1.25- 1.75	1.30- 1.80	-	0.80- 1.40
A10	T30110	1.25- 1.50	1.60 2.10	1.00- 1.50	-	1.55- 2.05	1.25- 1.80	-	-
Cu max %0.25 – P max %0.03 – S max % 0.03									

Tablo 3.3. Havada sertleşen soğuk iş takım çelikleri performans faktörü (Roberts ve ark., 1998).

Faktör	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	A10
Aşınma Direnci	6	7	5	4	9	4	4	3
Tokluk	4	3	4	5	1	8	8	3
Yüksek Sıcakta Çalışma								
Sertliği	5	5	4	4	6	6	6	3
Genel Kullanım Sertliği								
HRC	57-62	54-62	54-62	54-60	58-66	46-57	40-56	55-62
Sertlik Derinliği	D	D	D	D	D	D	D	D
Tam Sertlikteki Tane								
Boyutu Uygunluğu	8 ½	8 ½	8 ½	8 ½	8 ½	8	8	8
Yüzey Sertliği HRC	63-65	61-63	61-63	60-62	64-66	60-62	55-57	60-63
Çekirdek Sertliği HRC	63-65	63-65	61-63	60-62	64-66	60-62	55-57	60-63
Bulunabilirlik	4	1	1	2	2	2	2	2
Maliyet	1	1	1	1	3	1	1	2
İşlenebilirlik	8	8	6	6	1	8	7	8
Su Verme	A	A	A	A	A	A	A	A
Sertleşme Sıcaklığı °C	925- 980	970- 995	815- 870	830- 870	925- 980	980- 1010	970- 1010	790- 815
Sertleşmedeki Boyutsal	L	L	L	L	L	L	L	L
Değişim								
Sertleşme Emniyeti	H	H	H	H	H	H	H	H
Dekarbürizasyon Durumu	H	H	H	H	H	H	H	M
Yaklaşık Sertlik HB	500	500	500	500	550	500	500	425
Tavlama Sertliği HB	202- 229	212- 235	202- 245	217- 248	235- 262	192- 228	197- 235	235- 269
Tavlama Sıcaklığı °C	845- 870	815- 845	740- 760	730- 745	870- 900	815- 845	790- 830	775
Tamper Aralığı °C	175- 540	175- 565	150- 425	150- 425	150- 540	480- 650	480- 650	150- 425
Dövme Sıcaklığı °C	1010- 1095	1010- 1095	1010- 1095	1040- 1120	1040- 1150	1040- 1150	1040- 1150	980- 1050

AISI D serisi takım çelikleri yüksek aşınmaya dayanımlarıyla ön plandadır. Bu sebepten dolayı soğuk şekillendirme özellikleri iyi olmaktadır. Kesme kalıpları ve hadde merdanelerinde kullanılmaktadır. Bu belirtilen kısımlarda en çok kullanılan çelik türlerindendir (Abakay, 2013). D7 tür çelik yüksek aşınma sahip fakat

işlenebilirliği zayıftır. D5 tür kalite çeliği kobolt alaşımı içerdiğinden yüksek sıcaklık çalışma ortamlarında kullanılabilir. En yaygın kullanım alanı D2 takım çeliğidir.

Tablo 3.4. Yüksek karbonlu ve yüksek kromlu soğuk iş takım çelik kompozisyon limitleri (Roberts ve ark., 1998).

Kimyasal Kompozisyon										
AISI	UNS NO.	%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%W	%V	%Co
D2	T30402	1.40-1.60	Max 0.60	Max 0.60	11.00-13.00	Max 0.30	0.70-1.20	-	Max 1.10	-
D3	T30403	2.00-2.35	Max 0.60	Max 0.60	11.00-13.50	Max 0.30	-	Max 1.00	Max 1.00	-
D4	T30404	2.05-2.40	Max 0.60	Max 0.60	11.00-13.00	Max 0.30	0.70-1.20	-	Max 1.00	-
D5	T30405	1.40-1.60	Max 0.60	Max 0.60	11.00-13.00	Max 0.30	0.70-1.20	-	Max 1.00	2.50-3.50
D7	T30407	2.15-2.50	Max 0.60	Max 0.60	11.50-13.50	Max 0.30	0.70-1.20	-	3.80-4.40	-
Cu max %0.25 – P max %0.03 – S max % 0.03										

Tablo 3.5. Yüksek karbonlu ve yüksek kromlu soğuk iş takım çeliklerinin performans faktörü ve süreci (Roberts ve ark., 1998).

Faktör	D2	D3	D4	D5	D7
Aşınma Direnci	8	8	8	8	9
Tokluk	2	1	1	2	1
Yüksek Sıcakta Çalışma Sertliği	6	6	6	7	6
Genel Kullanım Sertliği HRC	58-64	58-64	58-64	58-63	58-66
Sertlik Derinliği	D	D	D	D	D
Tam Sertlikteki Tane Boyutu Uygunluğu	7 ½	7 ½	7 ½	7//2	7 ½
Yüzey Sertliği HRC	61-64	64-66	64-66	61-64	64-66
Çekirdek Sertliği HRC	61-64	64-66	64-66	61-64	64-66
Bulunabilirlik	4	4	3	2	2
Maliyet	3	3	3	3	3
İşlenebilirlik	3	2	2	3	1
Su Verme	A	O	A	A	A
Sertleşme Sıcaklığı °C	980-1025	925-980	970-1010	980-1025	1010-1065
Sertleşmedeki Boyutsal Değişim	L	L	L	L	L
Sertleşme Emniyeti	H	M	H	H	H
Dekarbürizasyon Durumu	H	H	H	H	H
Yaklaşık Sertlik HB	550	400	550	550	550
Tavlama Sertliği HB	217-255	217-255	217-255	223-255	235-269
Tavlama Sıcaklığı °C	870-900	870-900	870-900	870-900	870-900
Temper Aralığı °C	205-540	205-540	205-540	205-540	150-540
Dövme Sıcaklığı °C	1010-1095	1010-1095	1010-1095	1010-1095	1065-1150

AISI O serisi takım çelikleri çekme, kesme ve biçimlendirme kalıplarında kullanılır. Bu sebeple ölçü aletlerinde menevişleme ve yağda sertleştirme işlemi sonrası kullanılmaktadır. Burada en yaygın olarak kullanılan tür olan takım çeliği O1'dir (Abakay, 2013). Yağda sertleştirme işlemine tabi tutulan çelik grubu ailesindedir. İhtiva ettiği karbon oranı % 0.9 - % 1.5 seviyesindedir. Bunlarla beraber krom, mangan ve tungsten de bulundurmaktadır. Çatlama ve çarpılma riski W sınıfından daha düşük olup, O6 tip takım çeliği işleme prosesine uygundur (Ulaş, 2018).

Tablo 3.6. Yağda sertleşen soğuk iş takım çeliklerinin kimyasal kompozisyon limitleri (Roberts ve ark., 1998).

Kimyasal Kompozisyon									
AISI	UNS NO.	%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%W	%V
O1	T31501	0.85-	1.00-	0.50	0.40-	0.30	-	0.40-	0.30
		1.00	1.40	max	0.60	max	-	0.60	max
O2	T31502	0.85-	1.40-	0.50	0.50	0.30	0.30	-	0.30
		0.95	1.80	max	max	max	max	-	max
O6	T31506	1.25-	0.30-	0.55-	0.30	0.30	0.20-	-	-
		1.55	1.10	1.50	max	max	0.30	-	-
O7	T31507	1.10-	Max	0.60	0.35-	0.30	0.30	1.00-	0.40
		1.30	1.00	max	0.850	max	max	2.00	max

Cu max %0.25 – P max %0.03 – S max % 0.03

Tablo 3.7. Yağda sertleşen soğuk iş takım çeliklerinin performans faktörü (Roberts ve ark., 1998).

Faktör	O1	O2	O6	O7
Aşınma Direnci	4	4	3	5
Tokluk	3	3	3	3
Yüksek Sıcaklıkta Çalışma Sertliği	3	3	2	3
Genel Kullanım Sertliği HRC	57-62	57-62	58-63	58-64
Sertlik Derinliği	M	M	M	M
Tam Sertlikteki Tane Boyutu Uygunluğu	9	9	9	9
Yüzey Sertliği HRC	61-64	61-64	65-67	61-64
Çekirdek Sertliği HRC	59-61	59-61	50-55	59-61
Bulunabilirlik	4	3	2	2
Maliyet	1	1	1	1
İşlenebilirlik	8	8	9	7
Su Verme	O	O	O	W,O
Sertleşme Sıcaklığı °C	790-815	760-800	790-815	790-885
Sertleşmedeki Boyutsal Değişim	M	M	M	M
Sertleşme Emniyeti	H	H	M	M
Dekarbürizasyon Durumu	M	M	M	M
Yaklaşık Sertlik HB	325	325	375	325
Tavlama Sertliği HB	183-212	183-212	183-217	192-212
Tavlama Sıcaklığı °C	760-790	745-775	775	790-815
Tamper Aralığı °C	150-260	150-260	150-315	165-290
Dövme Sıcaklığı °C	980-1065	980-1050	980-1065	980-1095

Soğuk iş takım çeliklerinin kullanım alanları;

Soğuk iş takım çeliklerinin kullanım alanları ASTM A681 ve TS 3921 de belli bir standartlaştırma yapılmıştır. Bu standartlara göre kullanım alanları; sıvama kalıpları, pres takımları, soğuk form verme kalıpları, zımbalar, kesme bıçakları, ölçme aletleri, bükme kalıpları, baskı makaraları ve buna benzer soğuk iş uygulamaları olarak belirlenmiştir (Ulaş, 2018).

3.1.6.1.2. Sıcak iş takım çelikleri ve kullanım alanları

Bu takım çelikleri AISI kategorilemesin de şekillendirilecek metallerin sıcaklığının yüksek olması için yeterli durumda olup olmadığını belirtir. % 5 oranında krom içeren çelikler sıcak iş takım çeliklerinde kullanılır. Bununla birlikte vanadyum, molibden, wolfram da alaşım elementi olarak bileşime katılmaktadır. Tungsten ve molibden bu tür takım çeliklerinde kroma göre çok daha iyi sonuç vermektedir (Roberts ve ark., 1998).

AISI kategorilemesin de H (Hot Work) harfi sembollenen bir takım çelikleridir. Çoğunlukla parçanın yüzey sıcaklığı 200°C' yi geçmekte olup, 300°C-600°C arasında devamlı ısıl etkisinde kullanılan takımlarda kullanılmaktadır (Pazarlıoğlu, 2006). Bu takım çelikleri yüksek sıcaklıklarda şekillendirme, ayırma ve dövme proseslerinde kullanılan takım çelikleridir (Sinoplu, 2012).

Sıcak iş kalıp çelikleri kullanım alanları aşağıda belirtilmiştir;

- Pres takımları(kalıp, çıkartma parçaları, maça itici, metal kama vb. olarak)
- Pres döküm tezgâhları
- Kalıp ve boru tezgâhlarında
- Dövme kalıplarında(kalıp gövdesi, kalıp yardımcı parçalarında)
- Delici zimba ve kalıplarda

Tablo 3.8. Sıcak iş takım çeliklerinin kimyasal kompozisyon limitleri (Roberts ve ark., 1998).

Kimyasal Kompozisyon										
AISI	UNS	%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%W	%V	%Co
NO.										
Kromlu sıcak iş takım çeliği										
H10	T20810	0.35- 0.45	0.25- 0.70	0.80- 1.20	3.00- 3.75	Max 0.3	2.00- 3.00	-	0.25- 0.75	-
H11	T20811	0.33- 0.43	0.20- 0.50	0.80- 1.20	4.75- 5.50	Max 0.3	1.10- 1.60	-	0.30- 0.60	-
H13	T20813	0.32- 0.45	0.20- 0.50	0.80- 1.20	4.75- 5.50	Max 0.3	1.10- 1.75	-	0.80- 1.20	-
H14	T20814	0.35- 0.45	0.20- 0.50	0.80- 1.20	4.75- 5.50	Max 0.3	- 5.25	4.00- 5.25	-	-
H19	T20819	0.35- 0.45	0.20- 0.50	0.20- 0.50	4.00- 4.75	Max 0.3	0.30- 0.55	3.75- 4.50	1.75- 2.20	4.00- 4.50
Tungstenli sıcak iş takım çeliği										
H21	T20821	0.26- 0.36	0.15- 0.40	0.15- 0.50	3.00- 3.75	Max 0.3	-	8.50- 10.00	0.30- 0.60	-
H22	T20822	0.30- 0.40	0.15- 0.40	0.15- 0.40	1.75- 3.75	Max 0.3	-	10.00- 11.75	0.25- 0.50	-
H23	T20823	0.25- 0.35	0.15- 0.40	0.15- 0.60	11.00- 12.75	Max 0.3	-	11.00- 12.75	0.75- 1.25	-
H24	T20824	0.42- 0.53	0.15- 0.40	0.15- 0.40	2.50- 3.50	Max 0.3	-	14.00- 16.00	0.40- 0.60	-
H25	T20825	0.22- 0.32	0.15- 0.40	0.15- 0.40	3.75- 4.50	Max 0.3	-	14.00- 16.00	0.40- 0.60	-
H26	T20826	0.45- 0.55	0.15- 0.40	0.15- 0.40	3.75- 4.50	Max 0.3	-	17.25- 19.00	0.75- 1.25	-
Molibdenli sıcak iş takım çeliği										
H42	T20842	0.55- 0.70	0.15- 0.40	-	3.75- 4.50	Max 0.3	4.50- 5.50	5.50- 6.75	1.75- 2.20	-
Cu max %0.25 – P max %0.03 – S max % 0.03										

Tablo 3.9. Sıcak iş takım çeliklerinin performans faktörü ve süreci (Roberts ve ark., 1998).

Faktör	H10	H11	H12	H13	H14	H19	H21	H22	H23	H24	H25	H26
Aşınma Direnci	3	3	3	3	4	5	4	5	5	5	4	6
Yüksek Sıcakta Çalışma Sertliği	6	6	6	6	7	7	8	8	8	8	8	8
Genel Kullanım Sertliği HRC	39-56	38-55	38-55	40-53	40-54	40-55	40-55	36-54	38-48	40-55	35-45	50-58
Sertlik Derinliği	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Tam Sertlikteki Tane Boyutu Uygunluğu	8	8	8	8	8	8 1/2	9	9	7	9	9	9
Yüzey Sertliği HRC	53-59	53-55	53-55	51-54	53-57	48-57	45-63	48-56	34-40	52-56	33-46	51-59
Çekirdek Sertliği HRC	52-59	53-55	53-55	51-54	53-56	48-57	45-63	48-56	34-40	52-56	33-46	51-59
Bulunabilirlik	3	4	4	4	3	2	4	2	2	2	2	3
Maliyet	1	1	1	1	2	2	4	4	4	4	4	4
İşlenebilirlik	8	8	8	8	7	6	6	6	6	6	6	5
Su Verme	A.O	A	A	A	A	A.O	A.O	A.O	S.O.A	A.O	A.O	S.O.A
Sertleşme Sıcaklığı °C	1010-1040	995 - 1025	995 - 1025	995 - 1040	1010-1065	980 - 1025	1095-1205	1095-1205	1205-1275	1040-1230	1150-1260	1175-1260
Sertleşmedeki Boyutsal Değişim	L	L	L	L	L	L	M	M	M	M	M	M
Sertleşme Emniyeti	H	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M	M
Dekarbürizasyon Durumu	H	H	H	H	H	H	M	H	H	M	M	M
Yaklaşık Sertlik HB	500	500	500	500	500	500	450	450	450	500	450	500
Tavlama Sertliği HB	192-229	192-229	192-229	192-229	207-235	202-241	207-235	207-235	213-255	202-248	207-235	202-241
Tavlama Sıcaklığı °C	870-900	845-900	845-900	870-900	870-900	870-900	870-900	870-900	870-900	870-900	870-900	870-900
Tamper Aralığı °C	540-650	540-650	540-650	540-650	565-650	565-675	595-675	895-675	650-815	565-650	565-650	565-650
Dövme Sıcaklığı °C	1040-1120	1065-1150	1065-1150	1065-1150	1065-1175	1095-1205	1065-1175	1065-1175	1040-1175	1065-1150	1065-1175	1065-1175

3.1.6.2. HSS (high speed steel) yüksek hız takım çelikleri

Bu çelik türlerinin özellikleri ise 540 °C ile 595 °C arasındaki sıcaklıklarda 48 HRC ile 52 HRC sertliğe sahip olmalarından ötürü ayrıca bu tür çalışma koşullarında bozulmadan bu sertlikte çalışmasından dolayı tercih sebebi olabilmektedir. Çalışma koşullarında çok iyi ısıl direnç ve aşınma dayanıklı çeliklerdir. İçerisindeki alaşımların yeterli düzeyde karbon seviyesi içermesi durumunda ise karbür oluşumuna sebep verir bu oluşumda çeliği daha sert bir yapıda olmasını sağlar.

Ayrıca bu çelik türleri aynı zamanda hava çelikleri olarak da isimlendirirler. Belirli alaşımların ilavesi ile aşınma, sertlik ve ısıl olarak çalışma koşullarında daha iyi sonuç verir (Pazarlıoğlu, 2006).

Kimyasal bileşimlerinde ise ana alaşım elementleri volfram ve molibden ile beraber vanadyum, krom ve kobalt bulunabilmektedir. Bu tür çeliklerin karbon yüzdesi genellikle % 0,75 ile % 1,20 arasında olmakta azami sınırı % 1,50 seviyesine kadar çıkmaktadır.

Yüksek hız çeliklerinin kullanım alanları ise (Pazarlıoğlu, 2006),

- Frezelerde
- Raybalarda
- Planyalarda ve torna takımları
- Metal testerelerde
- Matkap, Spiral ve diş açma takımlarında
- Soğuk fişkırtma takımlarında

kullanılmaktadır.

3.1.6.3. Karbon çelikleri

Bu tür çeliklerin kimyasal kompozisyonunda %0,05 'e kadar kükürt, %1,65 'e kadar mangan, %0,60'a kadar silisyum, %0,60'a kadar bakır ve %0,04'e kadar fosfor bulundurulur. Karbon ilavesi çelikte yüksek oranda mukavemet ve sertlik artışına sebep olmaktadır. Bu durum ise yüksek aşınmaya bağlı çalışma koşullarında iyi sonuçlar vermektedir. Alaşımız karbon çelikleri karbon çeliklere göre ise düşük, orta, yüksek ve ultra yüksek karbonlu çelikler olarak sınıflandırma yapılmaktadır (Abakay, 2013).

Bu sebeple düşük karbonlu çeliklerde karbon oranının düşük olması (% 0,15 C- %0,07 C) malzemeyi yumuşak olmasına sebebiyet vermektedir. Bu durumda ise çeliğe şekil verme kabiliyeti pek yüksektir. Soğuk şekillendirmede iyi sonuçlar vermektedirler. Piyasada çok yaygın olarak tercih edilen alaşımız çeliklerdir. Bu çeliklerin diğer bir özellikleri iyi derecede kaynak kabiliyetine elverişli olmasıdır. Bu çelik türünün dezavantajı ise su verme yönteminde sertleştirme yöntem özellikleri kötüdür (Pazarlıoğlu, 2006).

Orta karbonlu çelikler ise içerdiği %0,25 ile %0,55 karbon oranıyla ısıl işleme uygun çeliklerdir. Bu çelikler ısıl işleme uygun olması sebebiyle belirli kullanım alanlarına göre ısıl işleme tabi tutulmaktadır. İşlenebilirlik, aşınmaya dayanımı ve talaş kaldırma kabiliyetlerine göre ısıl işleme tabi tutulup içyapıda kullanıma uygun bir çelik türüne dönüşümü sağlanabilmektedir. Fakat şekillendirme ve işlenebilme özellikleri düşük karbonlu çeliklere göre düşüktür.

Yüksek karbonlu çelikler ise içerdiği %0,55 ile %0,90 karbon oranıyla ısıl işlem ile beraber çok yüksek boyutlarda sertlikler elde edilebilmektedir. Yüksek aşınma direnci ve mukavemet gerektiren çalışma koşullarında tercih edilmektedir. Örneğin; pres kalıp blokları gösterilebilir. Şekil alabilme ve işleme yetenekleri pek düşüktür. Kaynak kabiliyetleri düşüktür. Bu sebepten özel tekniklerle kaynak yapılabilmektedirler (Pazarlıoğlu, 2006).

3.1.6.4. Sementasyon çeliği

Bu çelik türleri yüzeyi sert ve aşınmaya dayanıklı fakat çekirdeği ise yumuşak ve toktur. Sementasyon çelikleri değişken darbeli zorlamalı durumlarda kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu çeliklerde yüzeye karbon emdirilmesi durumunda dişliler, piston pimleri, miller, zincir ve makaraları, diskler, rulman ve kılavuz yatakları ve kesici takımlar gibi parçaların üretiminde kullanılmaktadır (Pazarlıoğlu, 2006).

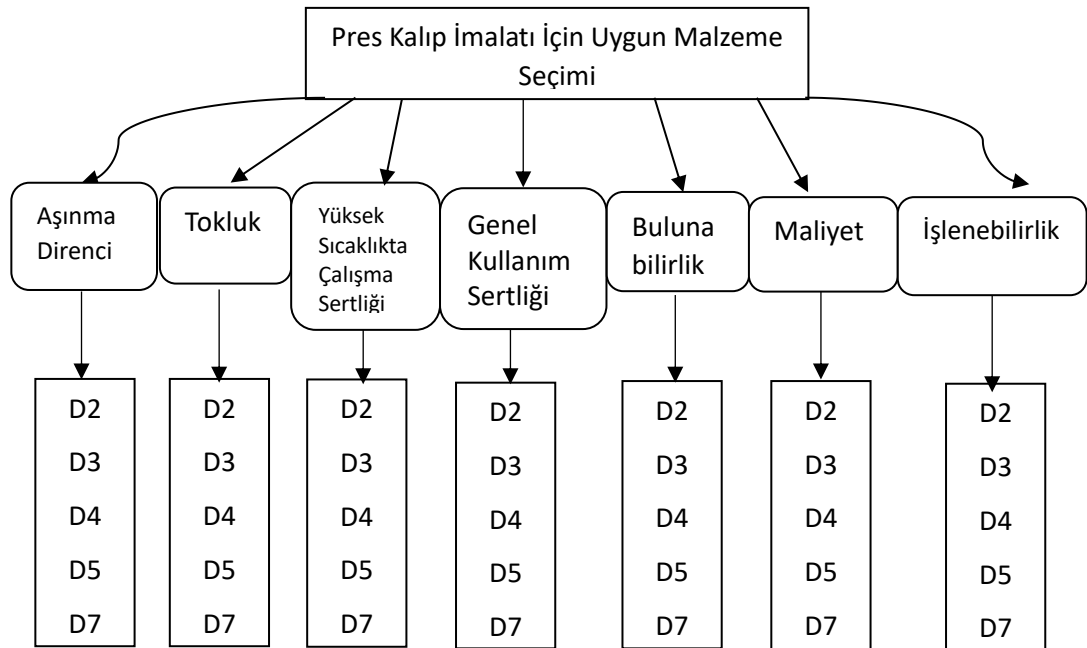
3.1.6.5. Islah çeliği

Bu tür çelik türlerinde ise karbon miktarı bakımından, sertleştirilmeye işlemine iyi sonuç veren ve ıslah işlemi neticesinde yüksek tokluk özelliği gösterir, alaşımlı ve alaşımsız makine imalat çelikleridir. Islah işlemi sonunda elde edilen üstün mekanik özelliklerinden dolayı dövme parçalar, somun ve sapmalar, çeşitli miller, dişliler, çeşitli makine ve motor parçaları, kumanda ve tahrik parçaları, çeşitli civata, krank milleri, akslar, piston kolları gibi parçaların üretiminde geniş bir alana sahiptir.

3.2. Yöntem

Bu tez çalışmasında spesifik çalışma yapılarak, pres kalıp çeşitlerinden kesme kalıplarının imalatında kalıp elemanlarından kesme zımbası ve dişi kalıp malzeme

seçimi için AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP seçim yöntemi olarak da Expert Choice uzman sistem paket programından faydalanılmıştır. Bu uygulamada başarılı bir sonuca varmak için, literatür bilgisine dayanarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak kriterler ve seçenekler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kriter kümeleri amaca uygun birbirlerine göre göreceli özelliklerin belirlenmesiyle hazırlanmış 1-9 değerlendirme ölçeğine göre belirlenip kriterlerin birbirleriyle olan kıyaslamaları yapılmıştır. Uygun malzeme çeşitleri belirlendikten sonra seçimi etkileyecek kriterlerinde belirlenmesi gerekmektedir. Seçenek ve kriterlerin belirlenmesinde literatür araştırması yapılmış olup bilgi tabanlı bir görüş çerçevesinde değerlendirme yargılarına varılmıştır. Hiyerarşide ilk basamak olarak kalıp malzemesi seçimi etkileyen faktörler tespit edilerek bunlara uygun çelik sınıfları araştırılıp belirlenmiştir. Hiyerarşide soğuk iş takım çeliklerinden AISI kalite normu D2, D3, D4, D5 ve D7 aday çelikleri belirlenmiştir. Kriter ve seçenekler belirlendikten sonra hiyerarşi oluşturulmuştur. Seçimi yapılacak problemin ne olduğunu ve hangi ölçüler çerçevesinde değerlendirme yapılacağı oluşturulan hiyerarşide ifade edilmiştir. Kalıp malzemesi seçiminde oluşturulan hiyerarşi Şekil 3.2.'de gösterilmiştir. Bu hiyerarşide amaç, kalıp imalatında kullanılacak uygun malzeme seçimini belirlemektir. Bu hiyerarşide yedi adet kriter ve bunlara ait beş seçenek bulunmaktadır. Burada kriterler, seçenekler birbirleriyle ve alternatifleriyle ilişkilendirilmiştir.



Şekil 3.2. Kalıp malzemesi seçimi için hiyerarşi modeli

Hiyerarşide kriter ve seçenekler belirlendikten sonra, kriterlerin birbirlerine göre ikili karşılaştırma matrislerinin önem seviyeleri bulunmuştur. Bu karşılaştırma işlemlerinde Expert Choice programında hesabı yapılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonra kriterlerin önem seviye sıralaması belirlendikten sonra seçeneklerden hangi çeliğin uygun malzeme olarak kullanılması gerektiği ikili karşılaştırma matrislerinde hesaplanmıştır.

3.2.1. Çok kriterli karar verme yöntemleri

Hayatta belli durum ve şartlarda karar alma durumları meydana gelmektedir. Bu kararlar örneğin; fabrika kuruluş yeri seçimi, vida seçimi, üretim için malzeme seçimi vb. gibi belli başlı durumlarda karar verme durumu ile karşılaşılır. Bu karar verme sürecinde başarılı olmak adına doğru kararlar almak önemlidir.

Malzeme seçiminde birden çok alternatifler arasından en iyisi bulunmaya çalışılır. Bundan dolayı doğru malzeme seçimi için çalışma şartlarına uyumlu en iyi malzeme grubu seçilmelidir. Günümüzde malzeme seçimi teknolojinin gelişimiyle beraber ayrı bir bilim dalına giren bilgisayar destekli seçimle çoklu kriterlere göre karar analizleri oluşturup ve doğru malzeme seçiminde büyük başarı elde edilmektedir.

Karar analizinde istenilen malzeme seçimi için tüm alternatif arasından çalışma koşullarına yönelik en uygun malzemeyi seçmesidir.

Bir karar verme mekanizmasının aşağıda belirtilen durumları kapsamalıdır. (Saatly 1994).

- Yapısı anlaşılabilir olmalıdır.
- Karar vericilerin bir grup olarak veya tek kişiye göre uygulanabilir düzeyde olmalıdır.
- Karar vermede doğruyu bulmada yardımcı olmalıdır.
- Fikirlere ve yargılarımız için basit yapıda olmalıdır.
- Oluşturulan karar mekanizmasında yapılan değerlendirme ölçütleri belli bir şekilde olmalıdır.

Karar verme; şüphelerin son bulmasına, tartışmaya yer vermemesine, belirlenen yolun uygulama sürecinde bir mantıksal yapı sürecinin nihai ürünüdür (Karakaya, 2003). Doğru mantıklı kararın verilebildiği, mevcut imkânların iyi bir şekilde kullanıldığı ve veri sonuçların eksiksiz olarak incelendiği sayısal mantık süreci uygulamasıdır.

Özellikle imalatçılar için doğru malzeme seçiminde bulunulması ve doğru karar alarak üreticilerin hem rekabet hem de geleceği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu karar analizinin sonuçları yöneticilerin bu süreçteki başarısını, üreticinin elde ettiği avantajların yeni ekonomik girdileri meydana gelip gelmediğini oluşturmaktadır. Bilgisayara destekli programların karar verme sürecinde sıklıkla kullanılmaktadır. (Kocamaz ve Soyuer, 2002).

3.2.1.1. Karar verme sürecindeki bileşenler

Her karar hiyerarşisinde karşılaşılan durumlar aşağıda belirtilmiştir.

- Karar verecek kişi veya takım: Seçilecek ölçütlere göre seçim için en önemli seçeneği tercih edecek ve seçimle ilgili sonuç için sorumluluğu alan konusunda deneyimli kişi ve takımı belirtir.
- Hedef veya varmak istenen sonuç: Karar vermede yetkili kişi veya takım ilgili kriterler arasında kıyaslama yapılarak istenilen problemin sonucuna ulaşılmasıdır.
- Karar vermede hedeflenen unsurlar: Karar vermede kullanılan seçimle ilgili değerlerin kullanıcı yetisi dahilinde seçim kriterinin oluşturmada yaptığı ölçüt yapısıdır. Oluşturulan alternatiflerin arasından tercih yapılmasına olanak sağlar.
- Ölçüt hedef: Belirlenen karar verme sürecine hedefe hangi oranla ulaşıldığını gösteren karar vermede kullanılan unsurların özelliği ve kalitesine ele alan ölçütlerdir.
- Seçenekler/alternatifler: Sayı olarak minimum iki veya ikiden fazla olan, karar vericinin belirleyebileceği ve karar verme aşamasında değerlendirmeye tabi tutulan nesnelere veya eylemlerdir. Seçenek kısımları kontrol edilebilen

değişkenlerdir. Ancak burada önemli olan amaca uygun tüm seçeneklerin belirlenebilmesidir. Bu nedenle de bu seçeneklere; geçmişte kullanılan yaklaşımlar veya geleneksel seçenekler, kendiliğinden ortaya çıkan seçenekler, seçeneklerin birleşimi, seçeneklerin değişimi ve yeni seçenekler dahil edilmelidir (Aladağ, 2004: 1-5).

- Karar vermede süreç: Belirlenen seçim kriterlerine bağlı hedefe yönelik uygulanan işlemlerdir. Bir başka ifadeyle amaç ya da amaçları gerçekleştirecek çeşitli seçenekler arasından birini seçme sürecidir (Mughal, 2006: 12).
- Karar verme sürecinde bir sistem: Soyut bir sistem olmasıyla karar vermedeki modelin amacı, sistemin oluşturan bileşenler arasında seçim ilişkilerini içeren sistem yapısının doğru karar verilebilir yapısını oluşturmasıdır. Bu durumda dikkat edilmesi gereken durum ise sistemin belirlenmiş seçim kriterlerine uygun belirlenen hedefler doğrultusunda karar vermeyi gerçekleştiren ve bunlarla birlikte tüm hedef kararlar doğrultusu ile beraber seçim kriterlerinin gerçekleştirmeye çalışan bileşenler grubudur (Halaç, 2001).

3.2.1.2. Karar verme süreci ve seviyeleri

Kararlar hedeflenen amaca götürür, karar vermede durumu belirlenen seviyelerin birbiri ile bütünleşik gittiği ve bunun sonucunda bir seçim ile sonuçlanan durumların bütünüdür. Hedeflenen çözüm için belirlenen kriterlere yönelik en iyi olanı seçmesi olarak belirtilir (Arın, 2006). Doğru kararların seçilmesi için karar zamanlamasının önemli bir yer oluşturması, tam zamanında alınması ve risk unsurunun dikkate alınması ciddi derece önem arz etmektedir. Burada kabul gören hedef seviyeleri aşağıda belirtilmiştir (Onaran, 1975);

- Sorunu belirlemek ve açıklamak
- Sorunun çözümü için çıkış noktası belirlemek
- Ulaşılan sonucun kontrol edilmesi ve tercihin yapılması
- Seçim için hedef olarak seçilen kararda yol alınması

3.2.1.3. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri

Belirli karar durumlarında karar verilmesinde ve karar problemlerinin çözümü için tek bir seçim amacı ve kriterler ile yapılması olanaksızdır. Bu durum çok kriterli karar verme yöntemlerini gerekli kılmıştır (Üzgün, 2006). ÇKKV yöntemi, sayılabilir ve sayılamaz sayıda oluşan karar vermedeki hedef kriterlerin en az iki ve daha çok kriter şeklinde kıyaslama ve değerlendirmeleri yapıldıktan sonra seçilen kriterler arasında doğru seçim yapımı söylenebilir (Aytürk, 2006).

Çok kriterli karar verme hayatımızda hemen hemen çoğu alanında her düzeyde uygulanmaktadır. Karar vermedeki kriterler belli seçim hedeflerine göre sıralanarak kriterler arasında karşılaştırmada, birbirleriyle kıyaslama yapılır. Bu durumdaki amaç kriterleri öncelik sırasına göre belirlemek yani karar vermede etkili önem derecelerini daha iyi belirlemektir. Bununla birlikte kriter içindeki kıyaslama durumunda ise belirli bir kriter hedef olarak seçildiğinde hangi kriterin daha iyi olduğunu belirlemek için yapılır ve karar aşamasında ikili kıyaslamanın sentezi sonucunda verilir (Kıvrak, 2001).

3.2.1.3.1. Tek amaçlı karar verme

Bu karar verme yönteminde belirlenen problemin çözümü kolay olmaktadır. Fakat karar vermedeki hedef kriterlerin sayısının fazla olması sebebiyle karar verme daha karmaşık hale gelmektedir. İşte bu durumdan dolayı çok kriterli karar verme yöntemlerinin gelişmesine sebep olmuştur (Karakaya, 2003).

3.2.1.3.2. Çok amaçlı karar verme

Burada tek bir hedef yerine birden çok hedefin söz konusu olması ve bu hedeflerin ikili karşılaştırılmalarında birbirlerine göre çelişmesi durumunda karar verme probleminde çözüme ulaşmak güçleşmektedir. Bunun sonucunda elde edilen çözümde tek amaçlı karar verme problemindeki optimum çözümün yerine “en iyi uzlaşık çözüm (the best compromise solution)” adı verilmektedir (Zelevyn, 1982).

3.2.1.3.3. Çok ölçütlü karar verme

Çok sayıda seçeneği seçebilme, gruplandırma, öncelik sırasına göre belirleme, sıralama veya eleme amacıyla genel anlamda ağırlıklandırılmış, birbirleriyle uysumsuz durumlarda ve aynı sayısal birimi kullanmayan nitel değerler alan çok sayıda kriterlerin belirlenerek değerlendirilmesi fonksiyonudur (Alkan, 2006).

Bu seçim kriterinde, seçim için hedef kriterlerinin sayısının sonlu olduğu durumlarda çoklu seçim yapılabilmektedir. Matematiksel mantık işlem araçlarına ihtiyaç gerekmeyebilir.

3.2.1.4. ÇKKV yöntemi ve yapısal özellikleri

Bu yöntemin yapısal özellikleri aşağıda sıralanmıştır (Köse, 2003);

- Alternatifler: Yüzlerce seçim kriterleri arasından alternatifler öncelik sırasına göre seçilerek sıralaması yapılır. Örnek olarak binlerce malzeme içerisinde birkaçının seçilmesi gibi.
- Aynı birimle ölçülme: Problemin çözümünde her seçim kriteri farklı ölçüm birimlerine sahip olabilmektedir. Örneğin; bir otomobil seçiminde yakıt tüketimi litre/km olarak ifade edilmesi, aracın satış fiyatının da dolar olarak ifade edilmesi örnek verilebilir. Doğru bir karar için seçim kriterlerindeki tüm ölçüm kriterlerinin farklılıkları giderilmesi gerekmektedir.
- Çok kriterlilik: Karar vermede her problemin birden fazla seçim kriterleri mevcuttur. Bu seçiminde yüzlerce kriterler arasından karar verme mekanizması bunların en önemlilerini seçip karar verebilir.
- Kriter ağırlıkları: Bütün ÇKKV yöntemlerinde seçim kriterlerinin önemini belirlemek için bilgiye gerek duyar. Karar verme ölçütleri karar verici tarafından belirleneceği gibi daha sonra açıklanacak karar verme yöntemleri ile de bulunabilir.
- Karar matrisi: ÇKKV de karmaşık olmayan matris formatında sıralama anlatılmaktadır. Bu matriste bulunmak istenen problemin seçim kriterleri sütunlar ile satırlar ise alternatifleri gösterir.

Bu karar verme yöntemlerini kullanan kullanıcılar çözüme ulaştıkları karar verme problemleriyle beraber alanlarında rekabetçi kimliklere göre avantaj sağlayabilmektedirler. Son dönemlerde kullanımı sürekli olarak ilgili gören günümüz şartlarında karar destek yöntemlerinden, karar vermede seçim kriterleri ile aralarında olan durumları önemseyen Analitik Network Prosesi (ANP) ve seçim kriterleriyle tek olarak ilişkiyi önem veren Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) dir (Anık, 2007).

3.2.2. Analitik hiyerarşi prosesi (AHP)

Günümüzde çeşitli durumlarda karar vermede belli başlı kriterler karşılaştırılmaktadır. Bu nedenle bu karşılaştırma sürecinde matematiksel yaklaşımların karar verme işlemlerini kolaylaştıracağı varsayılmaktadır. Nitel ve Nicel faktörleri birleştiren son derece kolay ve güçlü programdır (Saaty, 1990).

AHP ile karar vermede kriterlerin seçiminde uzman bireylerin bilgilerine dayanarak problemin çözülür. Bu şekilde belli bir hiyerarşik yapı ile sayısal olarak yapılan değerlendirme ölçütleri öznel olarak yapılan değerlendirmeler ile beraber işleyerek doğru kararlar vermektedir (Tektaş ve Hortaçsu, 2003) .

Analitik Hiyerarşi Prosesi, ilk defa 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından çıkarılmış ve 1977’de ise Profesör Thomas Lorie Saaty tarafından bir model biçiminde gelişimi sağlanarak karar vermede problemlerin çözümünde tercih edilebilir duruma getirilmiştir (Yaralıoğlu, 2001).

Bunlarla birlikte problemleri anlamlı, hiyerarşik ve küçük alt bölümlere ayırır. Hiyerarşi, karar verme mekanizmasının probleme bakış çerçevesinde oluşturulan amaç, kriter, alt kriterler ve seçenekler arasındaki sistemli bağlantıyı ele alır. Proses durumu ise karar vermedeki problemin tespit edilmesi ile çözüm ulaşmak için seçim aşamalarını belirlemek ve süreci kısaltmak için kullanılmaktadır.

3.2.2.1. Analitik hiyerarşi prosesinin aksiyomları ve teoremleri

Saaty (1986), AHP'nin temelini oluşturan 4 aksiyom tanımlamıştır;

- Terslik Koşulu: X ve Y, değerlendirme ölçütünde bunların bir üst seviyesinde yer alan Z kriterine bağlı iki kriter olsun. X ve Y birbirleriyle ikili karşılaştırma yapıldığında, şayet X Y'den 5 kat büyük ise, Y'de A'dan 1/5 kat büyük olmalıdır. Karar vericiler tarafından yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda değerlendirme durumları terslik koşuluna uymalıdır (Doğan, 2004).
- Homojen Aksiyomu: Karar vermede farklı elemanların özellikleri sebebiyle ikili karşılaştırmaları zordur. Bundan dolayı homojenlik kayda değer ifade edilebilir ve ikili karşılaştırma çerçevesinde çok önem arz etmektedir. Karşılaştırması yapılan elemanlar birbirlerinden sonsuz kez önemli olamaz. Bu sebeple AHP'de belli ölçek kullanılmaktadır. Bu ölçek 1-9 aralıklarında tercih sırası 1/9, 1/8, 1/7, ..., 7, 8, 9 aralığında değerlerdir (Yetim, 2004a).
- Bağımsızlık Aksiyomu: Kurulan hiyerarşide mevcut olan unsurların değerlendirmelerinin yapılarak ölçüt ağırlıklarına göre önceliklerini belirlemek, hiyerarşideki daha alt düzeyde yer alan unsurlara bağımlı olmamalıdır. Kriterler mevcut olan seçeneklerin özelliklerinden ayrı olarak değerlendirmesi yapılmalıdır.
- Beklentiler Aksiyomu: Hedeflenen probleme yönelik yapılan hiyerarşi kararı alabilmek adına yapı tam oluşturulmalıdır. Karar vericilerin istenilen hedefe ulaşabilmek adına hiyerarşide problemle ilgili tüm seçenekler ve kriterler tam şekilde yer almalıdır. Bu seçenekler ve kriterler doğru yapılmaz ise sonuç doğru olmayacaktır (Forman and Selly, 2001).

3.2.2.2. Karar vermede problemin hiyerarşisinin kurulması

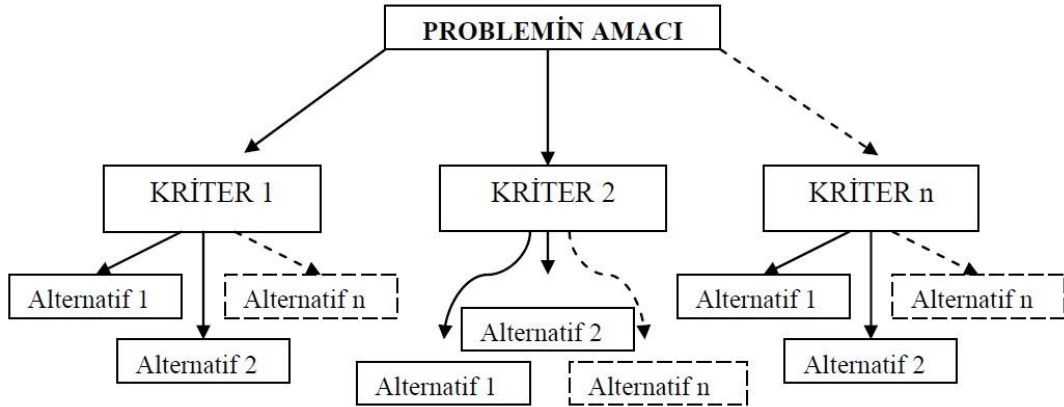
Üst sıralara gittikçe her kademesinde azalma eğilimine yönelen ve bir üst kademenin hedefine uyan birden çok karşılaştırma ile faktörlerde meydana gelen ve sıralandırma görevi gören her ağ sistemine hiyerarşi denir (Kahraman, 2000).

Hiyerarşik yapının meydana getirilmesinde birinci temel adım, büyük yapıdaki bir sistemin alt sistemlere ayrılmasıdır. Hiyerarşi, genel ve az kontrolü sağlanan faktörden daha kendine özgü ve kontrolü kolay olan faktöre doğru oluşturulmalıdır. Bunlarla

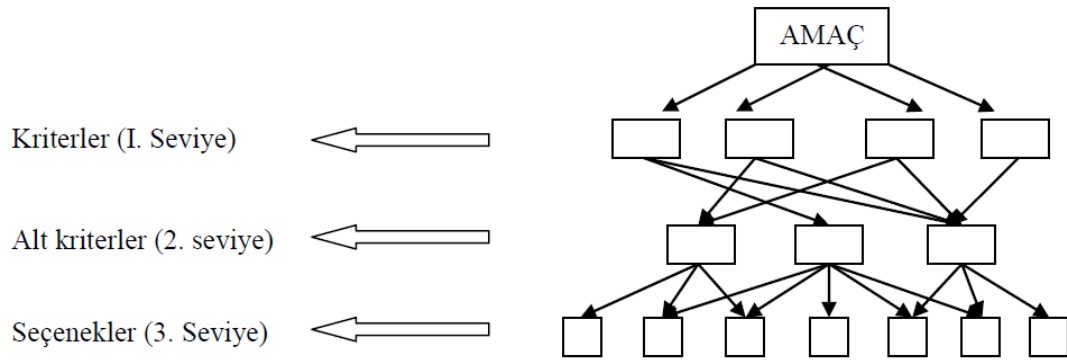
beraber bir hiyerarşi, problemi temsil edebilecek kadar büyük ve öğelerde yapılabilecek değişimlere karşı tepkisi az olmalıdır (Saaty vd. 2003).

Karar vermede problem çözümünde asıl amaçlanan unsur hiyerarşide en başa yazılır. Bunun altındaki kriterler ve seçenekler birbirleriyle etkileşimli olarak hiyerarşiyi oluştururlar. Bu hiyerarşiyi oluşturan kriter ve seçeneklerin sayısı karar verilecek probleme göre değişmektedir. Bu yapıyı oluşturmak için uzman deneyimli kişilerin görüşleri alınmaktadır. (Dağdeviren vd. 2004).

Hiyerarşi modelleri birbirlerini oluşturan unsurların birbirleriyle olan ilişkilerine göre yapısal ve fonksiyonel olarak iki çeşit olarak tanımlanmıştır. Şekil 3.3.'deki gibi tüm seviyedeki unsurlar bir üst seviyedeki unsurlara göre değerlendirilme yapılırsa buna yapısal hiyerarşi denir (Anık 2007). Şekil 3.4.'deki gibi, seviyesindeki unsurların öğelerin üst seviyedeki unsurların hepsine etki etmediğinde ve bu işlemde unsurların birkaçı etkilendiğinde ise fonksiyonel hiyerarşi olarak tanımlanmaktadır (Yetim 2004b).



Şekil 3.3. Tam hiyerarşi yapısı (Hacıköylü 2006)



Şekil 3.4. Tam olmayan hiyerarşi yapısı (Zahedi 1986)

3.2.2.3. İkili karşılaştırma matrislerinin elde edilmesi

3.2.2.3.1. Temel ölçek kullanımı

Analitik hiyerarşi prosesi (AHP) karar vericilerin karar vermede belirlediği kriterleri belirlemesi ve bu kriterlerin birbirlerine olan değer ölçütlerine göre seçim yapılmasına ihtiyaç duyar. Bundan sebep AHP yönteminde daha önceden belirlenmiş ikili karşılaştırma skalaları kullanılarak kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılarak karar verme sürecinde birbirlerine göre önem değerleri belirlenir ve yüzdelik değerleri alınarak elde edilir. Analitik hiyerarşi prosesinde hedef unsurlardan alt kriter, ana kriterler ve seçenekler karar hiyerarşisinde elde edildikten sonra oluşturulan hiyerarşik yapıdaki unsurların birbirlerine göre ölçüt ağırlıklarının belirlenip ikili karşılaştırmada karar verme matrislerinin oluşumuna geçilir. Karar matrislerinin oluşturulmasında Saaty tarafından oluşturulan değerlendirme skalası 1-9 ölçeğine göre değerlendirme yapılır. Bu değerlendirme skalasında karar verici, ikili karşılaştırmalarda “eşit derecede önemli”, “biraz daha önemli”, “güçlü derecede önemli”, “çok güçlü derecede önemli”, “aşırı seviyede önemli” gibi önem tanımlaması yapılır. Bu önem tanımlamasında kullanılan ifadeler 1-9 arası skala kullanılarak sayısal olarak ifade edilir (Dağdeviren, Akay ve Kurt, 2004).

Saaty tarafından önerilen 1-9 önem skalası en iyi sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. AHP modeli insan hafızasının zayıflığını giderici bir yapı sunmaktadır. Bu sebepten günümüzde karmaşık sorunlarla karşılaştığımızda sorunu çözmek için sorunu oluşturan bileşenleri ayırmalı ve bu yapıyı oluşturan bileşenlerin hiyerarşik bir

yapıda düzenlemesi yapılmalıdır. Dolayısıyla kullanılan ölçek değerlerinin ve üst sınırın kişilerin karşılaştırma yeteneklerini sınırlamayacak şekilde olması gerekmektedir. Bu ölçek kullanımı daha değişik alanları içeren uygulamalarda ve farklı ölçeklerle ele alınan teorik karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlar saptanmıştır. Bu nedenle de 1-9 önem skalası haricindeki 1-5, 1-7, 1-15 ve 1-20 gibi önem ölçekleri doğru çözüme ulaşmada yetersiz kalmaktadır (Aydın, 2008).

Tablo 3.10. AHP için kullanılan 1-9 temel ölçeği (Saaty 1990).

PUAN	TANIM	AÇIKLAMA
1	Eşit Önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Biraz Daha Fazla Önemli	Tecrübe ve yargı ile bir faaliyet diğerine göre fazla derecede tercih edilir.
5	Kuvvetli Derece Önemli	Tecrübe ve yargı ile bir faaliyet diğerine göre kuvvetli derecede tercih edilir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faaliyet çok kuvvetli bir biçimde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı Derecede Önemli	Bir faaliyet diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenirliliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama Değerleri	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler.

3.2.2.3.2. İkili karşılaştırmalar matrisi

Bu uygulamada hiyerarşideki bütün seviyelerini kapsayan ve kararları etkileyecek öğelerin durumu ile ilgili alınacak yargılardan matris elde edilmesi istenir. AHP sürecinde kriterde durumların ikili karşılaştırmaları yapılarak hiyerarşiyi oluşturan elemanların birbirlerine göre görece tedbirleri belirlenmektedir. Örnek bir hiyerarşide n adet kriterle ilgilendiğimizi varsayalım; karar vericinin farklı kriterlerin göreceli önemini yorumlamasını yansıtan ve A ile tanımlanan $n \times n$ ikili karşılaştırma matrisi oluşturur (Bkz. şekil 3.5.) (Kadak, 2006).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Şekil 3.5. İkili karşılaştırma matrisi nxn

3.2.2.3.3. AHP kriterlerinin ve seçeneklerinin önem değerleri

Karşılaştırma matrisleri hiyerarşideki öğelerin birbirleriyle önem seviyelerine göre belli bir tutarlılık oranını göstermesine rağmen bu öğelerin tamamı içerisinde mevcut ağırlıkları diğer bir ifadeyle yüzde önem dağılımlarını belirleyebilmek için bu aşamanın uygulanması gereklidir. Bu nedenle de ikili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulduktan sonra sıra hiyerarşideki öğelere ilişkin göreceli önemlerin diğer deyişle öncelik veya ağırlık vektörlerinin hesaplanmasına gelir. AHP'nin bu aşaması “ sentezleştirme (synthesization)” olarak tanımlanır ve bu aşamanın amacı her bir öğenin katkısını belirlemektir. Göreceli olarak önem değerlerinin belirlenmesi için olması gereken matematik hesaplamaları aslında ikili karşılaştırmalar matrislerinin en büyük özdeğerine sahip özvektörünün bulunmasından ibarettir. Bu sebep ile AHP yöntemine göre karşılaştırma matrisinin özdeğer ve özvektörleri öncelik sırasını belirlemeye yardımcı olur ve en büyük özdeğere karşılık gelen özvektör öncelikleri belirlemektedir. Diğer yandan özvektörün normleştirilmiş her ögesi öncelik değerde yaklaşık olarak göstermektedir ve ikili karşılaştırmada yapılan yanlışlıkları da kapsamaktadır. Ayrıca özdeğer sayesinde yargıların tutarlılığı ölçülebilmektedir (Yerli, 2006).

A matrisinden öğelerin öncelik değerlerine ulaşmak için özdeğer yaklaşımı daha doğru bir şekilde çözüm sonucu elde edilmektedir. Herhangi bir seviyedeki ikili karşılaştırma matrisinin özvektörlerin çözümünü yapmak için Expert Choice uzman yazılım programından faydalanılabilir.

Saaty'e göre özdeğer vektörlerinin hesaplanması ikili karşılaştırma matrisinden öncelik sırasının en iyisini elde etmede en doğru bakış biçimidir. Özdeğer vektörlerinin çözümü aşağıda belirtilen adımların sırasıyla yapılmasıyla elde edilir (Yetim, 2004):

1. Adım: Doğru bir çözüme ulaşmak için karşılaştırma matrislerinin kuvvetleri alınarak büyütme ve her seferinde matrisin karesi alınır.
2. Adım: Bu adımda satırların toplamları hesaplanır.
3. Adım: Bir diğer adımdaki işlemde tüm satır toplamları arasında fark çok küçük ise hesaplamaya son verilecektir.

Genel olarak bilgisayar programlarından yararlanılmadığı durumlarda özvektörlerin veya öncelik vektörlerinin hesaplanmasında dört yöntem geliştirilmiştir (Aytürk, 2006);

- En Basit ve Sapmalı Yöntem: Tüm satırların toplam hesabı yapıp her toplam değeri belirtilen toplamların toplamına bölünür. Böylelikle toplam bire eşitlenmiş ve matris normalleştirilmiş olur.
- Daha İyi Yöntem: Tüm sütundaki elemanların toplamı alınır ve bu toplamların eşlenikleri (tersleri) bulunur. Daha sonra her eşlenik eşleniklerin toplamına bölünerek matris normalize edilir.
- Bölmeli İyi Yöntem: Tüm sütunun elemanları o sütunun toplam sonucuna bölünür. Buradan alınan sonuç değerlerinin satırlarının toplamı hesap edilir ve hesabı yapılan toplam satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu izlenen yol ile daha önceden belirtilen iki yönteme göre daha doğru sonuca ulaşılır.
- Çarpmalı İyi Yöntem: Her satırdaki n eleman birbirleri ile çarpılıp n'nci dereceden kökü alınır. Diğer bir deyişle her bir satırdaki elemanların geometrik ortalamaları alınır. Daha sonra da elde edilen bu değerlerin her biri toplam değere bölünerek normalize edilir. Bu belirtilen metot $n < 3$ için özdeğer ve özvektör metot hesabı ile aynı sonuçları vermektedir.

Bu amaçla öncelik vektörlerinin hesaplanmasında kullanılan en yaygın yöntem bölmeli iyi yöntem olarak ifade edilmektedir. Bu belirtilen tüm metotların ortak

noktası ikili karşılaştırma matrislerinde normalleştirme hesabı yapılabilir olması ve hesaplamada çözüm kolaylığı sağlamasıdır. Bu sebeple amaca ulaşmak için belirtilen her kriterlerin hedefine göre göreceli önem düzeylerini ve her bir kararda belirlenen seçeneklerin ilgili kritere göre göreceli önem düzeyleri tespit edilmiş olmaktadır (Aydın, 2008).

3.2.2.4. AHP’de tutarlılığın kontrolü ve duyarlılık analizi

AHP’de ikili mukayese durumlarında unsurların göreceli önlemleri belirlendikten sonra son kararın doğruluğu, geçerlilik, kalite ve güvenilirliğini kontrol eden ya da abartılı değerlendirmeleri görmeyi sağlayan tutarlılık oran sonuçlarının hesaplanması gelir. Burada karar vericinin kriterler arasında ikili karşılaştırma yaparken çıkan sonucun tutarlılığının doğruluğunu anlamak için her matris için Tutarlılık Oranı (TO) hesaplanır. Belirlenen bu tutarlılık oranlarının 0,10 veya daha düşük seviyede olması yeterli olmaktadır. Burada tutarlılıkta elde edilen sonuçlarda hedef yalnızca A, B’den daha önemli; B’de C’den daha önemliyse A, C’den de önemlidir şeklinde bir tutarlılığı değil, aynı zamanda A, B’den iki kat 30 B’de C’den üç kat önemliyse; A, C’den altı kat daha önemlidir şeklinde orantısal bir tutarlılığı da elde edilmektedir (Aytürk, 2006).

Duyarlılık analizinde, ikili matrislerin oluşturulmasında değerlendirme yargılarının karar vericiler tarafından farklılıklar göstereceğinden veya daha öncesinden belirli bir değerlendirmede karar vericinin düşüncelerinin farklılaşabilme durumunu ele almaktadır (Mergen, 2006). Bundan dolayı duyarlılık analizinde her belirtilen kriterin hesaplanmasında bu durumun ne durumda etkilediği belirlenmeli başka bir söylemle oluşturulan modelin hangi kriter yada kriterlere ne düzeyde bağlı olduğunu belirlemektir (Çam ve Toraman, 2003).

3.2.2.5. AHP’nin üstün ve zayıf yönleri

AHP’nin avantajı ve getirdiği kolaylıklardan söz edilebilir. Bu avantaj ve kolaylıklar:

Oluşturulan hiyerarşilerde bir sistemin yapısı ve alt sistemlerinin görevleri ile ilgili kapsamlı bilgi alınabilmektedir. Ayrıca problemin "sistem yaklaşımı" ilkesi ile irdelenmesini sağlar. Hiyerarşi yapısında bir düzeydeki öğelerin kısıtlamalarının bütünüyle karşılanmasında sonuçların bir üst düzeyinde kendisini en doğru bir şekilde ifade eder. Oluşturulan düzenlenmiş hiyerarşik sistemlerin değerlendirme durumları, sistematik olarak oluşturulmuş bu yapıların bir bütün olarak değerlendirilmesinden daha verimli sonuçlar elde edilir. Hiyerarşide yapılacak ufak değişiklikler hiyerarşide farklı sonuçlara yol açabilmektedir. Hiyerarşide yapı oluşumunu iyi yaparsak bu sistemin performansı yapılacak herhangi bir eklemede sonucu değiştirmez. Bundan dolayı hiyerarşiler hem kararlı hem de esnekler (Yılmaz 2006).

AHP'nin zayıf yönleri şunlardır:

- Karar vermede problemin çözümünde uzman birine ihtiyaç duyulması.
- Sistemde güncelleme durumunda herhangi bir kriter ölçüt ağırlığının değişmesinde veya kriterin çıkarılması karar vermede sonucu etkilemektedir.
- Uygulamada çoğu kişinin değerlendirmesine ihtiyaç duyulması takdirinde zaman kaybı söz konusu olabilmektedir.

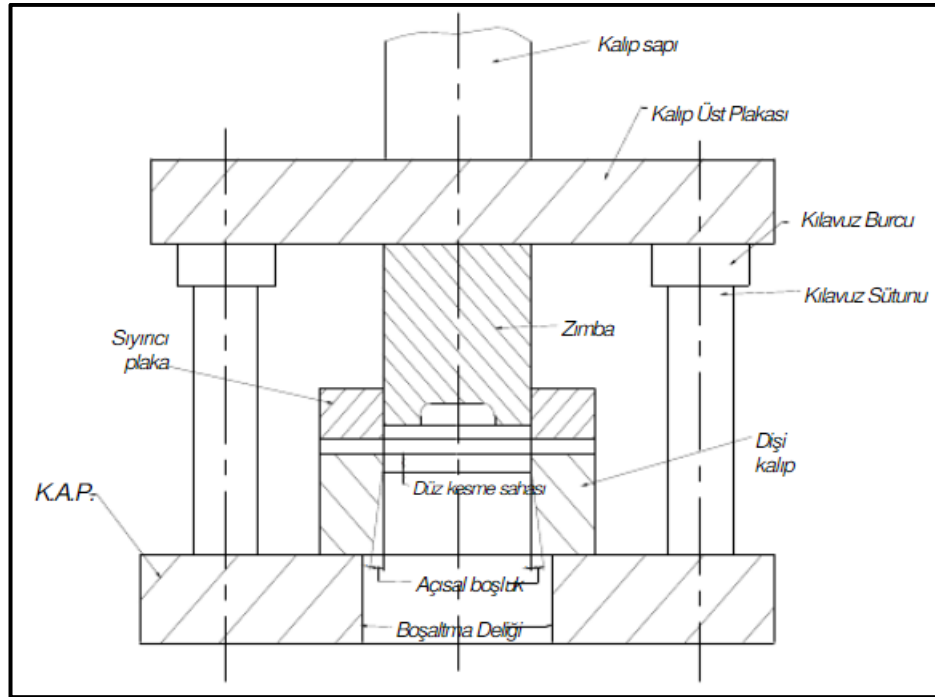
Özet olarak, bu çalışmadaki alternatiflerin her bir değerlendirme yılı için değişmemesi, değerlendirmenin her yıl için ayrı yapılması, geçişlilik ve tutarsızlığın çok kriterli/nitelikli problemler için kabul edilebilir olması, AHP'nin tutarsızlığı belirli bir oranda çözüme dahil etmesi ve düşük tutarsızlık oranının karar verme süreci için amaç olarak değerlendirilmemesi gerektiği, sözel ifadelerden kaynaklanan belirsizlik için Bulanık AHP'nin kullanılmış olması nedenleriyle; AHP'ye yöneltilen sıralama değişimleri, geçişlilik ve tutarsızlık üzerine yapılan eleştiriler, tekniğin problemimizde kullanılması için bir engel teşkil etmemektedir (Kaplan, 2007).

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. AHP Yöntemiyle Pres Kalıplarından Kesme Kalıbı Malzemesi Seçimi

Pres kalıpları imalatında malzeme seçimini etkileyen kriterler ve buna bağlı olarak pres kalıplarında üretim amacına bağlı olarak kesme, bükme, basma ve şişirme kalıplarından bu tezde spesifik bir çalışma yapılacaktır. Bu çalışmada seçenек olarak kesme kalıplarının elemanlarından kesme zımbası ve dişi kalıp (Şekil 4.1.) için malzeme seçimi konusu üzerinde durulacaktır. Kesme kalıbında üretimi yapılacak malzeme, 6mm kalınlığa kadar olan çelik malzemelerin kesimi için malzeme seçimi yapılacaktır. Kalıp malzeme seçiminde yüksek miktarda üretim için kalıbın ısıl işleme sertleşmeye uygun çelik seçimi yapılmalıdır. Seçimi yapılacak aday soğuk iş takım çeliklerine yapılan ısıl işlem ile ortalama 10.000 adet ürün elde edilebilmektedir.

Kesme kalıpları elemanlarından kesme zımbaları ve dişi kalıpların (Şekil 4.1.) imalatında kullanılan malzeme çeşitleri takım çelikleri grubundan soğuk iş takım çelikleri kullanılmaktadır. AHP ile seçimde seçenек olarak soğuk iş takım çeliklerinden yüksek karbonlu ve kromlu çelik çeşitleri arasından ikili karşılaştırma yapılarak seçim yapılacaktır. Bu çok kriterli karar verme yönteminde kriter olarak aşınma direnci, tokluk, yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği, genel kullanım sertlik değeri (HRC), bulunabilirlik, maliyet ve işlenebilirlik gibi ölçütler ile malzeme seçimi uzman sistem ve AHP paket programı Expert Choice programı kullanılarak seçenек ve kriterlere göre kesme kalıpları için en uygun malzeme seçimi yapılacaktır.



Şekil 4.1. Kesme kalıbı ve ana parçaları (<https://tr.scribd.com>)

Tablo 4.1. Kesme kalıp elemanları ve imalatında kullanılan malzemeler

Parça Adı	Malzeme
Kalıp Alt Plakası	Ç1020
Kalıp Üst Plakası	Ç1020
Sıyırıcı Plaka	Ç1035 Kalite Çelik
Kalıp Sapı	St42 Kalite Sac
Kılavuz Burcu	Ç1050
Kılavuz Sütunu	Ç1010
Kesme Zımbası	Soğuk İş takım Çelikleri
Dişi Kalıp	Soğuk İş takım Çelikleri

Uygulamada Tablo 4.2.'de gösterilen AHP yönteminde deneyimli kişiler ile kabul edilen ve Saaty tarafından tercih edilen 1-9 temel ölçeğinden faydalanılmıştır. Saaty tarafından belirlenen bu ölçekte kriterler ve seçeneklerin ikili karşılaştırmalarında uygun bir değer bulmak için kullanılmaktadır. Seçim yapılacak tabloda tek sayılardan oluşmakta ayrıca seçim tablosunda belirtilen çift sayılar ise ara değerler olarak ifade edilen iki tercih arasında kalınan durumlarda kullanılan değerlerdir.

Tablo 4.2. Temel ölçek

ÖNEM DEĞERLERİ	DEĞER TANIMLARI
1	Eşit Önemde
3	Biraz Daha Önemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2,4,6 ve 8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

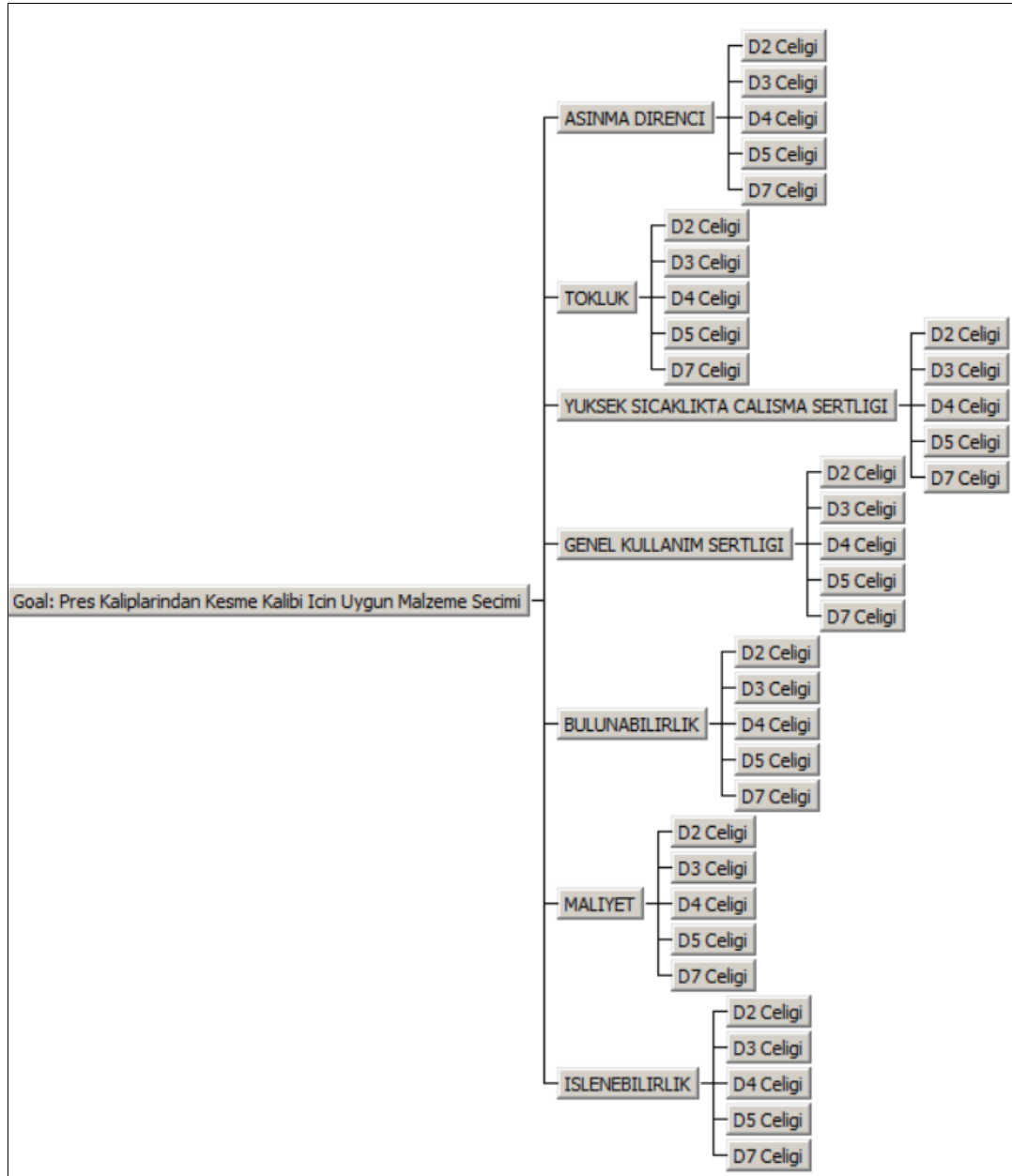
Örnek olarak A ve B arabalarının iki kriteri yakıt tüketimi ve güvenlik olmak üzere, A arabası yakıt tüketimi 100 km' 5 lt. ve orta düzey üstünde güvenlikte seçilen arabadır. B ise 100 km'de 7 lt. ve yüksek düzeyde seçilen bir arabadır. "Hangisi tercih edilir?" sorusuna cevaben güvenlik kriteri bakımından B'nin A'ya çok üstünlükte, yakıt tüketimi bakımından ise az üstünlükte A arabası olduğuna karar verilir ve buna göre tercih edileceği iki matris vardır.

Tablo 4.3. Örnek fiyat ve marka kriterleri için karşılaştırma matrisleri

FİYAT	A	B	MALZEME	A	B
A	1	1/7	A	1	3
B	7	1	B	1/3	1

Tablo 4.3.'de görüldüğü gibi B'nin güvenlik A'nın çok üstünlükte seçilmiş olup B'nin A'ya üstünlüğü 7, karşılığı ise 1/7'dir. A'nın yakıt tüketimi bakımından B'ye göre az üstünlükte tercih edilmiş A'nın B'ye üstünlüğü 3, bunun karşılığı ise 1/3'dür. Güvenlik kriterinin düzeyi çok önem arz etmektedir.

AHP yönetimi kullanmak ve hesaplamaları yapmak için bir uzman sistem paket programlarından olan Expert Choice (EC)'dan etkin bir biçimde faydalanılmıştır. Bilgisayarda seçimde ulaşılan tutarlılık oranları kontrolü yapılarak elde edilen çıktılar programa dahil edilmiştir (Şekil 4.3.). Buradaki hedef seçilen kriterlerin ve oluşturulan kriterlerin içerisinde pres kalıp çeşitlerinden kesme kalıpları için en uygun malzeme seçimini belirlemektir. EC programında seçenekler ve seçimi etkileyen faktörler sıralanmıştır. Şekil 4.2.'de hiyerarşi modeli oluşturulmuştur.



Şekil 4.2. Pres kalıplarından kesme kalıbı için uygun malzeme seçimi için EC hiyerarşi ekranı

Compare the relative importance with respect to: Goal: Pres Kaliplarından Kesme Kalibi İcin Uygun Malzeme Secimi

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	ASINMA DIRENCİ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOKLUK
2	ASINMA DIRENCİ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YUKSEK SICAKLIKTA CALIŞ
3	ASINMA DIRENCİ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	GENEL KULLANIM SERTLİĞ
4	ASINMA DIRENCİ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BULUNABİLİRLİK
5	ASINMA DIRENCİ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MALİYET
6	ASINMA DIRENCİ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İSLENEBİLİRLİK
7	TOKLUK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YUKSEK SICAKLIKTA CALIŞ
8	TOKLUK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	GENEL KULLANIM SERTLİĞ
9	TOKLUK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BULUNABİLİRLİK
10	TOKLUK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MALİYET
11	TOKLUK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İSLENEBİLİRLİK
12	YUKSEK SICAKLIKTA CALIŞ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	GENEL KULLANIM SERTLİĞ
13	YUKSEK SICAKLIKTA CALIŞ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BULUNABİLİRLİK
14	YUKSEK SICAKLIKTA CALIŞ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MALİYET
15	YUKSEK SICAKLIKTA CALIŞ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İSLENEBİLİRLİK
16	GENEL KULLANIM SERTLİĞ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BULUNABİLİRLİK
17	GENEL KULLANIM SERTLİĞ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MALİYET
18	GENEL KULLANIM SERTLİĞ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İSLENEBİLİRLİK
19	BULUNABİLİRLİK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MALİYET
20	BULUNABİLİRLİK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İSLENEBİLİRLİK
21	MALİYET	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İSLENEBİLİRLİK

Şekil 4.3. EC programı kriterlerin önem değerleri veri girişleri

Şekil 4.3.'deki tabloda kriterlerin ikili kıyaslama matrislerinde, kriterlerin birbirlerine göre önem değerlerine göre bilgiye dayalı 1-9 puan aralığında karşılaştırma yapılmış olup kriterlerin ağırlık ölçütleri belirlenmiştir. 1-9 puan aralığında verilen karşılaştırma değerleri çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP yönteminde kullanılan 1-9 önem derecelerine göre puanlama skalasından yararlanılmıştır.

Tablo 4.4. Kriterlerin ikili karşılaştırılması

KRİTERLER	Aşınma Direnci	Tokluk	Yüksek Sıcaklıkta Çalışma Sertliği	Genel Kullanım Sertliği HRC	Bulunabilirlik	Maliyet	İşlenebilirlik
Aşınma Direnci	1	1	5	1	5	7	2
Tokluk	1/1	1	2	2	5	7	3
Yüksek Sıcaklıkta Çalışma Sertliği	1/5	1/2	1	2	2	5	2
Genel Kullanım Sertliği HRC	1/1	1/2	1/2	1	5	7	3
Bulunabilirlik	1/5	1/5	1/2	1/5	1	3	3
Maliyet	1/7	1/7	1/5	1/7	3	1	1/2
İşlenebilirlik	1/2	1/3	1/2	1/3	3	2	1
TOPLAM	283/70	772/210	97/10	701/105	24	32	29/2

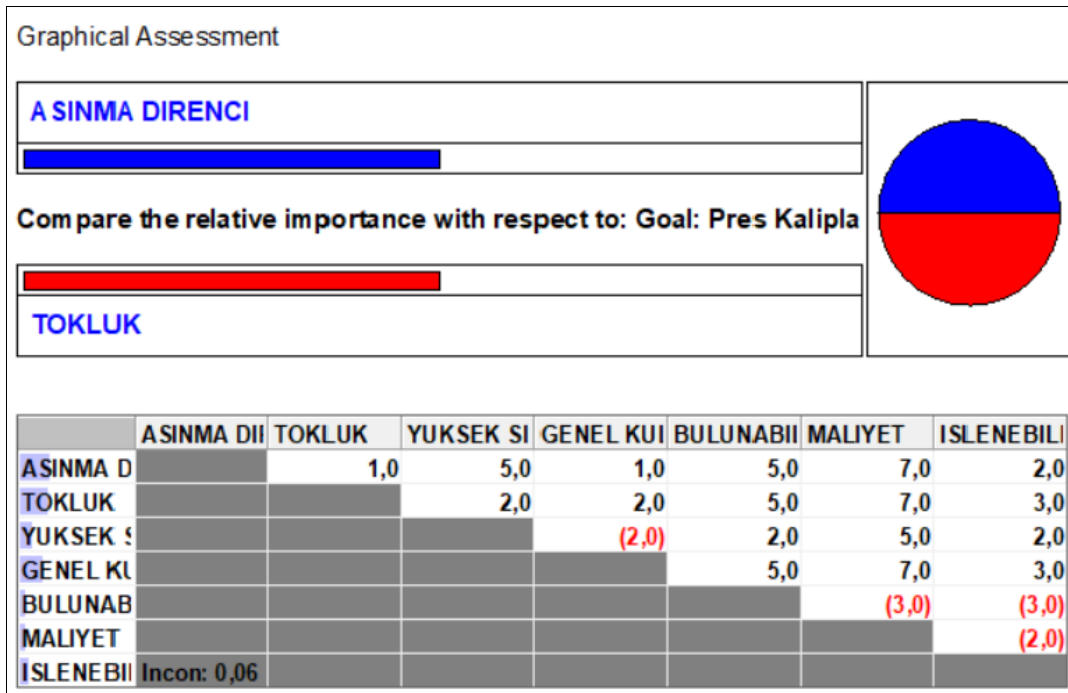
Tablo 4.5. Kriterlerin göreceli önem değerleri karşılaştırma soruları

<u>Kriter A</u>	Kesme kalıpları için malzeme seçimi	<u>Kriter B</u>
AŞINMA DİRENCİ	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	TOKLUK
TOKLUK	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	YÜKSEK SICAKLIKTA ÇALIŞMA SERTLİĞİ
YÜKSEK SICAKLIKTA ÇALIŞMA SERTLİĞİ	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	KULLANIM SERTLİĞİ
KULLANIM SERTLİĞİ	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	BULUNABİLİRLİK
BULUNABİLİRLİK	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	MALİYET
MALİYET	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	İŞLENEBİLİRLİK
İŞLENEBİLİRLİK	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	AŞINMA DİRENCİ

Tablo 4.6.'de oluşturulan matrislerin her sütunundaki değerler alt alta toplandıktan sonra sütun toplamalarını oluşturur. Hesaplaması yapılan bu toplam sonuçlar Tablo 4.5.'deki yapılan hesaplamalar ile bulunduğu sütundaki değerlerin bölümü ve satırlardan elde edilen sonuçlar kesirli olarak çevrilmesi yapılır. Tüm satır toplamı sonucu 7'ye bölümdükten sonra ortalama değerler hesaplanır. Expert Choice programı ile yapılan bu işlem daha kolaylaştırılmış ve net sonuçlar bulunulmuştur.

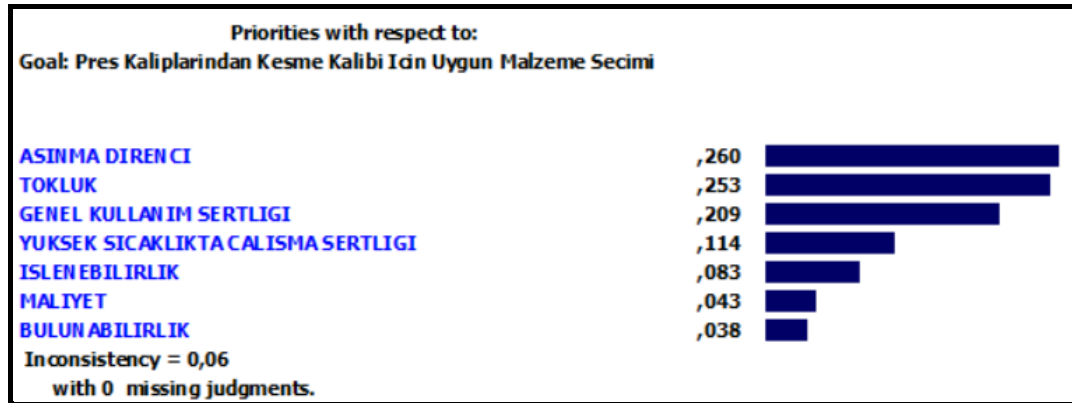
Tablo 4.6. Kriterlerin satır toplamları

KRİTERLER	Aşınma Direnci	Tokluk	Yüksek Sıcaklıkta Çalışma Sertliği	Genel Kullanım Sertliği HRC	Bulunabilirlik	Maliyet	İşlenebilirlik
Aşınma Direnci	1÷283/70=0,247	1÷772/210=0,272	5÷97/10=0,515	1÷701/105=0,149	5÷24=0,208	7÷32=0,218	2÷29/2=0,137
Tokluk	1/1÷283/70=0,247	1÷772/210=0,272	2÷97/10=0,206	2÷701/105=0,299	5÷24=0,208	7÷32=0,218	3÷29/2=0,206
Yüksek Sıcaklıkta Çalışma Sertliği	1/5÷283/70=0,049	1/2÷772/210=0,136	1÷97/10=0,103	2÷701/105=0,299	2÷24=0,083	5÷32=0,156	2÷29/2=0,137
Genel Kullanım Sertliği HRC	1/1÷283/70=0,247	1/2÷772/210=0,136	1/2÷97/10=0,051	1÷701/105=0,149	5÷24=0,208	7÷32=0,218	3÷29/2=0,206
Bulunabilirlik	1/5÷283/70=0,049	1/5÷772/210=0,054	1/2÷97/10=0,051	1/5÷701/105=0,029	1÷24=0,041	3÷32=0,093	3÷29/2=0,206
Maliyet	1/7÷283/70=0,035	1/7÷772/210=0,038	1/5÷97/10=0,020	1/7÷701/105=0,021	3÷24=0,125	1÷32=0,031	1/2÷29/2=0,034
İşlenebilirlik	1/2÷283/70=0,123	1/3÷772/210=0,090	1/2÷97/10=0,051	1/3÷701/105=0,049	3÷24=0,125	2÷32=0,062	1÷29/2=0,068
TOPLAM	1	1	1	1	1	1	1



Şekil 4.4. EC programında ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerinin görünümü

Şekil 4.4.'de sütünda belirtilen unsur satırda belirtilen unsura göre daha yüksek önem derecesine sahip ise kırmızı olarak, satırdaki unsur sütün unsuruna göre daha yüksek önem derecesine sahip ise siyah renk ile gösterilmektedir.



Şekil 4.5. Kriterlerin aldıkları ağırlık değerleri

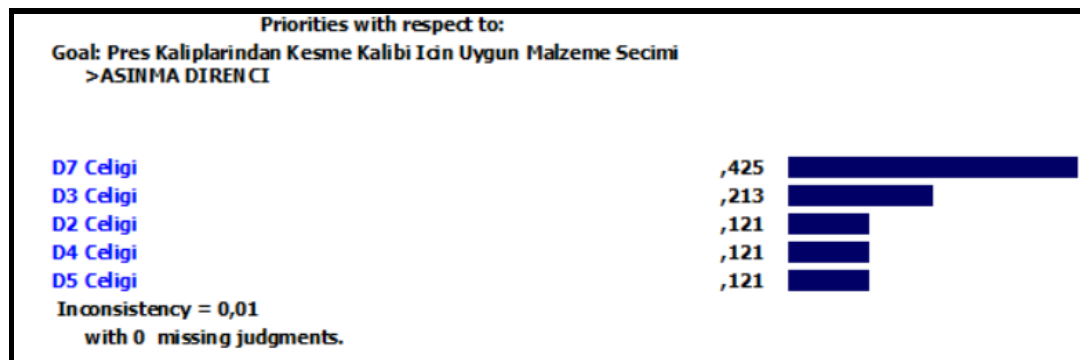
Şekil 4.5.'te belirtilen kriterlerin önem seviyesi sıralaması; Aşınma direnci, tokluk, genel kullanım sertliği, yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği, işlenebilirlik, maliyet ve bulunabilirlik olarak sıralanmaktadır. Şekil 4.4.' te görüldüğü üzere belirlenen kriterlerin ağırlık değerlerinin toplamı "1" olarak çıkmaktadır. Şeklin en alt kısmında elde edilen tutarlılık oranı = $0,06 < 0,1$ çıktığından karşılaştırmalar tutarlı olarak

yapılmıştır. Bu tutarlılık oranları ile kriterlerin seçim işleminde önem ilişkilerinin tutarlı veya tutarsız olduğunu oranlar ile ifade edilmiştir. EC programında seçeneklerin ikili kıyaslamalarında, çeliklerin içerdiği alaşım oranlarının kriterler üzerindeki yaptığı etkiye göre 1-9 önem skalasına göre puanlandırma yapılmıştır. Seçimin diğer aşamalarında her bir kriter ve seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisleri yapılarak değerlendirilmiştir ve aynı işlemler uygulanmıştır.

Aşınma direnci kriteri seçeneklerinin ikili sıralamalarına göre nispi olarak önem ölçütleri ile matrisi Tablo 4.6.'da gösterilmiştir. Programda yapılan ikili karşılaştırmalarda önem ölçütleri çeliklerin kimyasal kompozisyonundan yararlanılarak aşınma direncine etkisi büyük olan vanadyum, karbon ve krom alaşım elementinin oranına göre seçim yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar ile EC programı kullanılarak ,kriterlerin önem seviyeleri veya ağırlıklarının sonuçları elde edilmektedir.

Tablo 4.7. Aşınma direnci kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

AŞINMA DİRENCİ	D2 Çelik	D3 Çelik	D4 Çelik	D5 Çelik	D7 Çelik
D2 Çelik	1	1/2	1	1	1/3
D3 Çelik	2	1	2	2	2/3
D4 Çelik	1	1/2	1	1	1/3
D5 Çelik	1	1/2	1	1	1/3
D7 Çelik	3	3	3	3	1

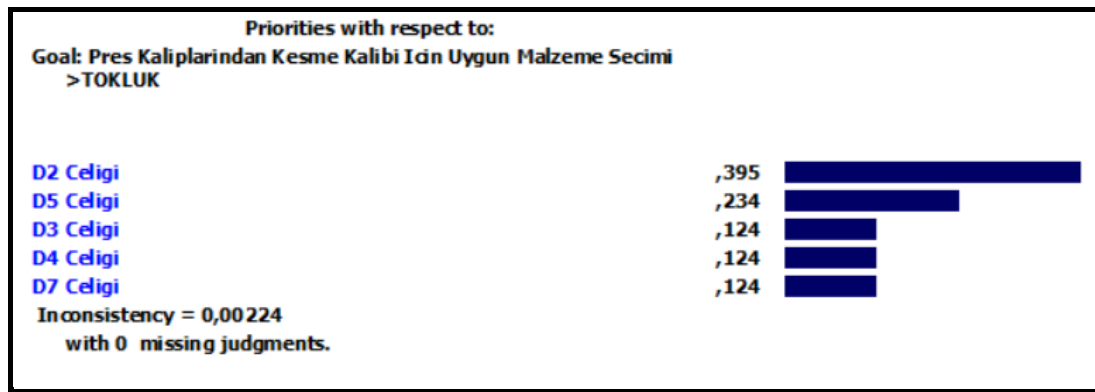


Şekil 4.6. Aşınma direnci kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri

Aşınma direnci kriterinin seçenek olarak belirtilen çelikler ile ikili değerlendirme yapıldığında önem derecelerine göre çeliklerin sıralanışı; D7 çeliği, D2 çeliği, D3 çeliği, D4 çeliği ve D5 çeliği olarak Şekil 4.6.'da sıralanışı görülmektedir. Aşınma direnci kriteri düşünüldüğünde en iyi seçim D7 çeliği olacaktır.

Tablo 4.8. Tokluk ana kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

TOKLUK	D2 Çelik	D3 Çelik	D4 Çelik	D5 Çelik	D7 Çelik
D2 Çelik	1	3	3	2	3
D3 Çelik	1/3	1	1	1/2	1
D4 Çelik	1/3	1	1	1/2	1
D5 Çelik	2/3	2	2	1	2
D7 Çelik	1/3	1	1	1/2	1

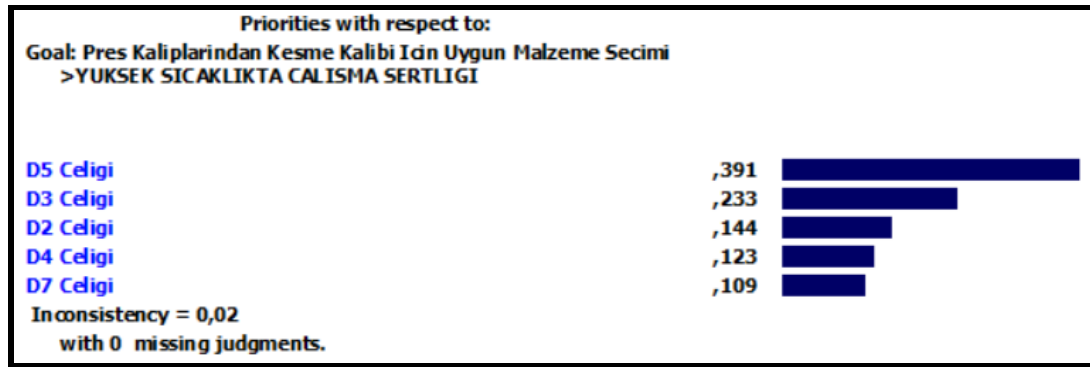


Şekil 4.7. Tokluk kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri

Tokluk kriterinde seçeneklerin ikili sıralamalarına göre nispi olarak önem ölçütleri ile matrisi Tablo 4.8.'da gösterilmiştir. EC programında yapılan ikili karşılaştırmalarda yapılan puanlamalarda önem ölçütlerinin belirlenmesinde, çeliklerin içerdiği alaşım miktar oranları ile kriterlere olan etkilerine göre puanlama yapılmıştır. Bu kriterde tokluk kriterine etkisi büyük olan yüksek miktarda vanadyum, nikel, molibden, silisyum ve %2'nin altında karbon alaşım elementlerinin oranına göre seçim yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar ile EC programı kullanılarak, kriterlerin önem seviyelerini veya ölçüt ağırlıklarının sonuçları elde edilmektedir. EC programında önem değerlerine göre Şekil 4.7.'de sıralanmıştır. Tokluk kriteri düşünüldüğünde en iyi seçim D2 çeliği olacaktır.

Tablo 4.9. Yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği ana kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Sıcaklık Sertliği	D2 Çelik	D3 Çelik	D4 Çelik	D5 Çelik	D7 Çelik
D2 Çelik	1	1/2	1	1/3	1
D3 Çelik	2	1	2	2/3	2
D4 Çelik	1	1/2	1	1/3	1
D5 Çelik	3	3	3	1	3
D7 Çelik	1	1/2	1	1/3	1

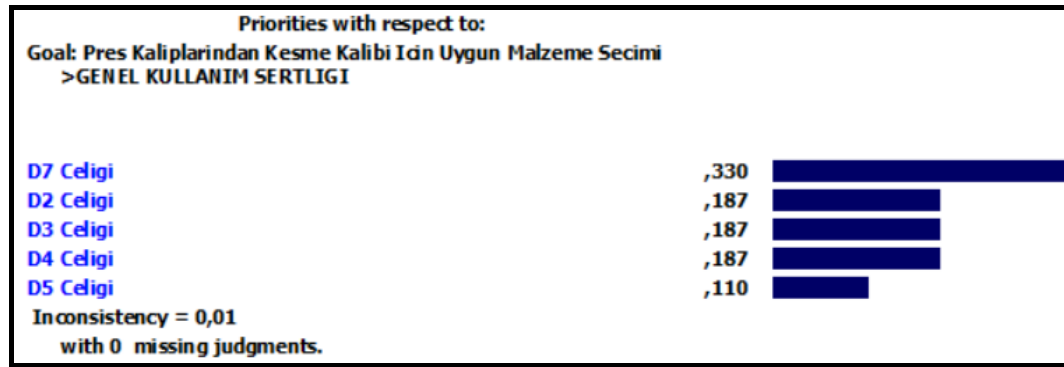


Şekil 4.8. Yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri

Yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği kriterinde seçeneklerin ikili sıralamalarına göre nispi olarak önem ölçütleri ile matrisi Tablo 4.9.'da gösterilmiştir. EC programında yapılan ikili karşılaştırmalarda yapılan puanlamalarda önem ölçütlerinin belirlenmesinde, çeliklerin içerdiği alaşım miktar oranları ile kritere olan etkilerine göre puanlama yapılmıştır. Yüksek çalışma sertliği kriterine etkisi olan tungsten ve kobalt alaşım elementlerinin oranına göre seçim yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar ile EC programı kullanılarak, kriterlerin önem seviyelerini veya ölçüt ağırlıklarının sonuçları elde edilmektedir. EC programında önem değerlerine göre Şekil 4.8.'de sıralanmıştır. Yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği kriteri düşünüldüğünde en iyi seçim D5 çeliği olacaktır.

Tablo 4.10. Genel kullanım sertliği (HRC) kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Sıcaklık Sertliği	D2 elik	D3 elik	D4 elik	D5 elik	D7 elik
D2 elik	1	1	1	2	1/2
D3 elik	1	1	1	2	1/2
D4 elik	1	1	1	2	1/2
D5 elik	1/2	1/2	1/2	1	1/2
D7 elik	2	2	2	2	1



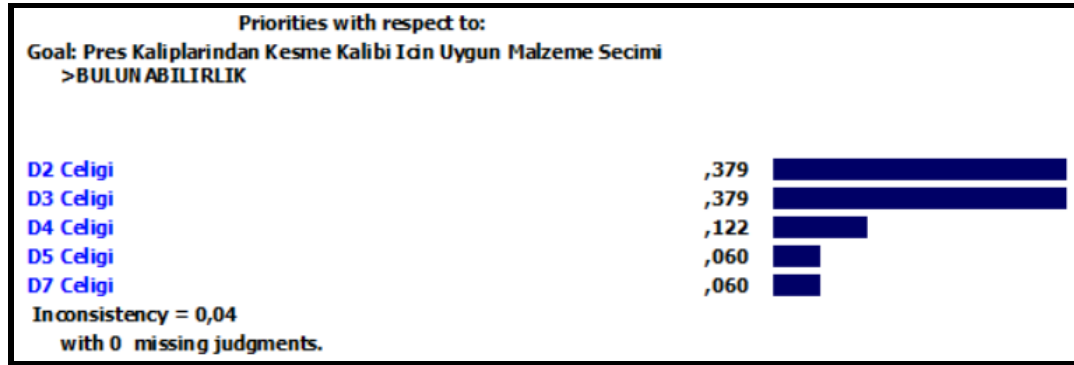
şekil 4.9. Genel kullanım sertliği kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri

Genel kullanım sertliği kriteri seçeneklerin ikili sıralamalarına göre nispi olarak önem ltleri ile matrisi Tablo 4.10.'da gösterilmiştir. EC programında yapılan ikili karşılaştırmalarda yapılan puanlamalarda önem ölçütlerinin belirlenmesinde, çeliklerin ısıl işleme elde edilebileceği sertlikler araştırılarak puanlama yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar ile EC programı kullanılarak, kriterlerin önem seviyelerini veya ölçüt ağırlıklarının sonuçları elde edilmektedir. EC programında önem değerlerine göre şekil 4.9.'da sıralanmıştır. Genel kullanım sertliği kriteri düşünüldüğünde en iyi seçim D7 eliği olacaktır.

Tablo 4.11. Bulunabilirlik kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Sıcaklık Sertliği	D2 elik	D3 elik	D4 elik	D5 elik	D7 elik
D2 elik	1	1	5	5	5

D3 Çelik	1	1	5	5	5
D4 Çelik	3/5	3/5	1	3	3
D5 Çelik	2/5	2/5	2/3	1	1
D7 Çelik	2/5	2/5	2/3	1	1

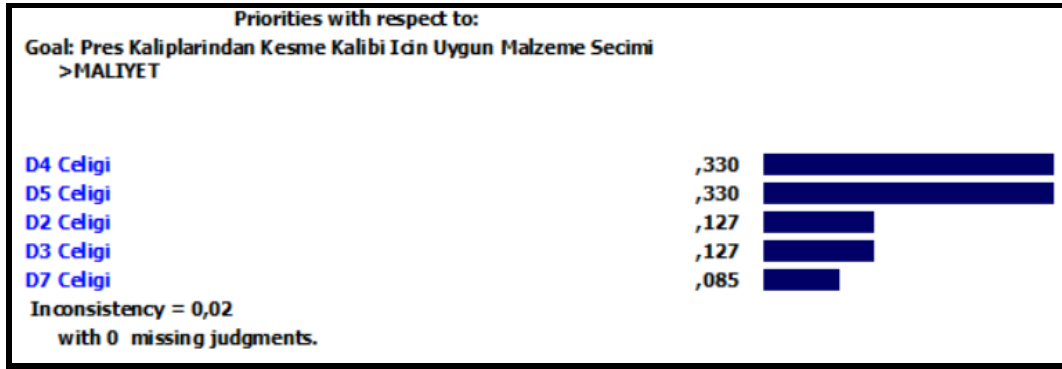


Şekil 4.10. Bulunabilirlik kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri

Bulunabilirlik kriterinde seçeneklerin ikili sıralamalarına göre nispi olarak önem ölçütleri ile matrisi Tablo 4.11.'de gösterilmiştir. EC programında yapılan ikili karşılaştırmalarda yapılan puanlamalarda önem ölçütlerinin belirlenmesinde, çeliklerin piyasada arz talep olarak ilişkisi ve çelik üreticileri internet ortamında araştırılıp karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar ile EC programı kullanılarak, kriterlerin önem seviyelerini veya ölçüt ağırlıklarının sonuçları elde edilmektedir. EC programında önem değerlerine göre Şekil 4.10.'da sıralanmıştır. Bulunabilirlik kriteri düşünüldüğünde en iyi seçim D2 ve D3 çelikleri olacaktır.

Tablo 4.12. Maliyet ana kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Sıcaklık Sertliği	D2 Çelik	D3 Çelik	D4 Çelik	D5 Çelik	D7 Çelik
D2 Çelik	1	1	1/3	1/3	2
D3 Çelik	1	1	1/3	1/3	2
D4 Çelik	3	3	1	1	3
D5 Çelik	3	3	1	1	3
D7 Çelik	1/2	1/2	1/3	1/3	1

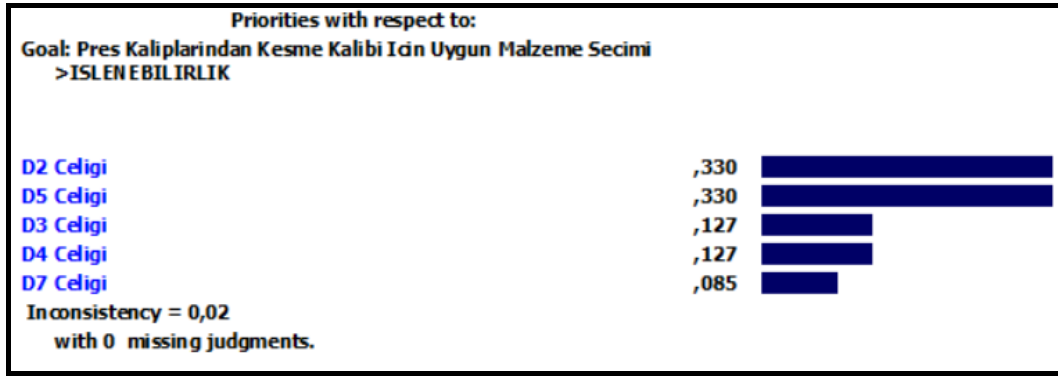


Şekil 4.11. Maliyet kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri

Maliyet kriterinde seçeneklerin ikili sıralamalarına göre nispi olarak önem ölçütleri ile matrisi Tablo 4.12.'de gösterilmiştir. EC programında yapılan ikili karşılaştırmalarda yapılan puanlamalarda önem ölçütlerinin belirlenmesinde, çeliklerin piyasada satış fiyatları araştırılmıştır. İnternet ortamında yapılan araştırmalar sonucunda D2 ve D3 çelikleri piyasada ortalama fiyatı 2500 \$/ton , D4 ve D5 çelikleri 2000 \$/ton, D7 çeliği 3000 \$/ton olarak ortalama fiyatları bulunmuştur. Çeliklerin fiyatlarından ucuz olana en yüksek puan verilerek iki karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar ile EC programı kullanılarak, kriterlerin önem seviyelerinin sonuçları elde edilmektedir. EC programında önem değerlerine göre Şekil 4.11.'de sıralanmıştır. Maliyet kriteri düşünüldüğünde en iyi seçim D2 ve D5 çelikleri olacaktır.

Tablo 4.13. İşlenebilirlik kriterinde seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Sıcaklık Sertliği	D2 Çelik	D3 Çelik	D4 Çelik	D5 Çelik	D7 Çelik
D2 Çelik	1	3	3	1	3
D3 Çelik	2/3	1	1	2/3	2
D4 Çelik	2/3	1	1	2/3	2
D5 Çelik	1	3	3	1	3
D7 Çelik	1/3	1/2	1/2	1/3	1



Şekil 4.12. İşlenebilirlik kriterinde seçeneklerin ağırlık değerleri

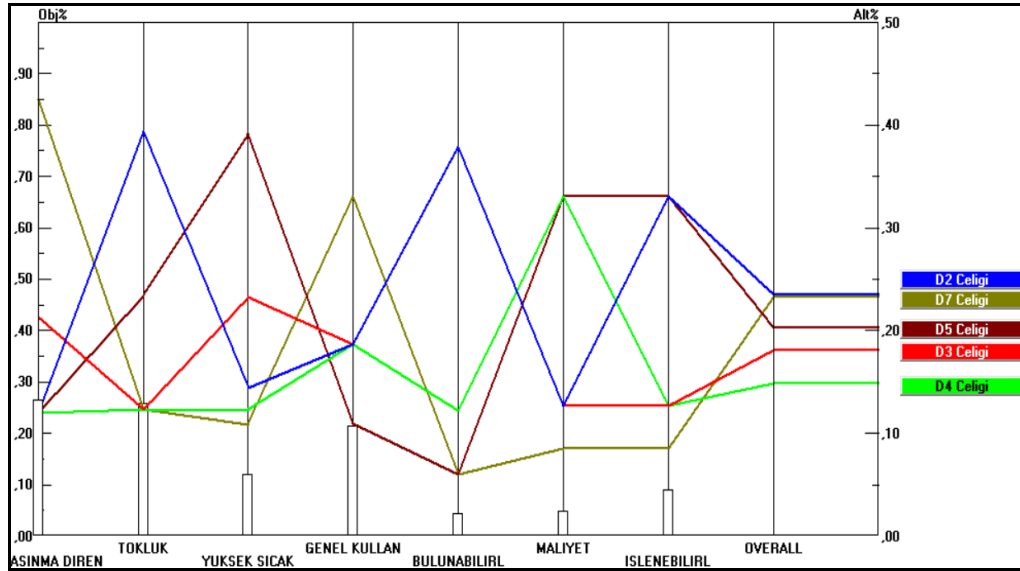
İşlenebilirlik kriterinde seçeneklerin ikili sıralamalarına göre nispi olarak önem ölçütleri ile matrisi Tablo 4.13.'de gösterilmiştir. Karbon ve krom alaşım elementleri çelikte fazla olması durumunda çeliğin sertliğini çok arttıracaktır. Çelikte sertlik fazla olması işlenebilirliği zorlaştırmaktadır. İşlenebilirliği etkileyen alaşım elementleri karbon ve krom oranı düşük olan çeliklerin EC programında yapılan ikili karşılaştırmalarda yapılan puanlamalarda önem ölçütlerinin belirlenmiştir. Daha sonrasında EC programında önem değerlerine göre Şekil 4.12.'de sıralanmıştır. İşlenebilirlik kriteri düşünüldüğünde en iyi seçim D2 ve D5 çelikleri olacaktır.

4.2. Duyarlılık Analizi

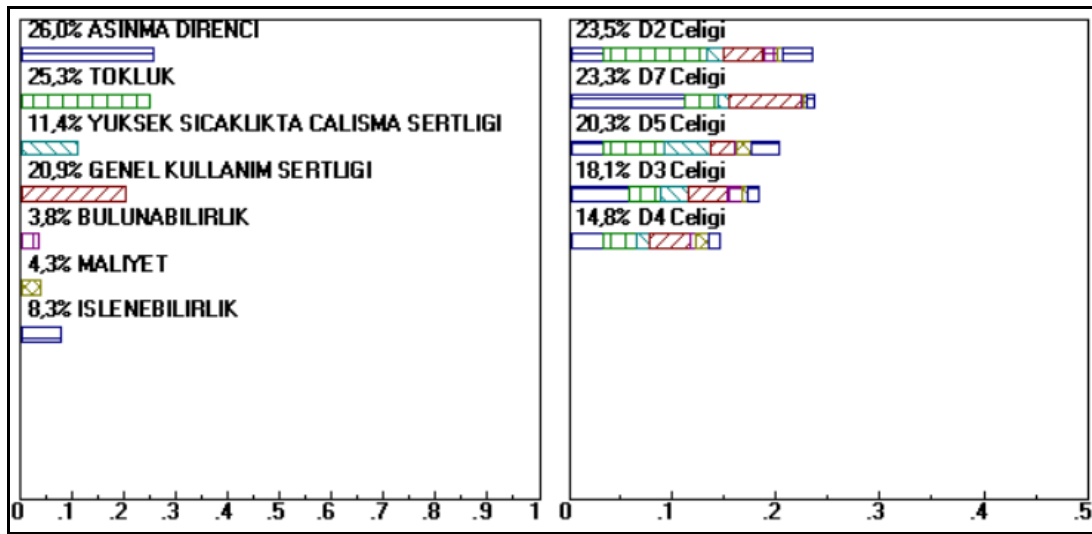
Bu karar verme uygulamasında kullanılan EC programının önemli özelliği de duyarlılık analizinin yapılmasıdır. Bu analiz ile belirlenmiş bir kriterin değerlendirilmede öncelik seviyesinin değişmesinde diğer seçeneklerin, kriterlerin ve bunlarla beraber tüm sonuçta nasıl bir farklılık çıktığını elde edebilmek mümkündür. Bu program ile hedeflenen amaçlara yönelik değerlendirmeler grafiklerde mevcuttur. Kriterlerin öncelik değerleri değiştirilerek seçenek sıralamalarının etkilenecek sonucun nasıl değiştiği ele alınacaktır. Belirlenen kriterler ile yapılan duyarlılık analizlerinde dört grafik ile ifade edilebilmektedir.

Şekil 4.13.'de performans duyarlılığını göstermektedir. Bu grafiği tanımlarsak, D2 ve D5 çeliği aşınma direncinde %25 civarındayken, D4 çeliği %23, D3 çeliği %42 ve D7 çeliği %85 civarındadır. Bu yüzdelik bilgilere diğer kriterlere bakılarak bulunabilmektedir. Her bir kriterde yapılan değişiklik, seçenekler üzerinde nasıl bir

değişikliğe sebep olacağını anlamlık olarak görülmektedir. Ayrıca hangi kriterin hangi seçenek için daha yüksek önceliğe sahip olduğuda belirlenebilmektedir.



Şekil 4.13. Performans duyarlılığı grafiği

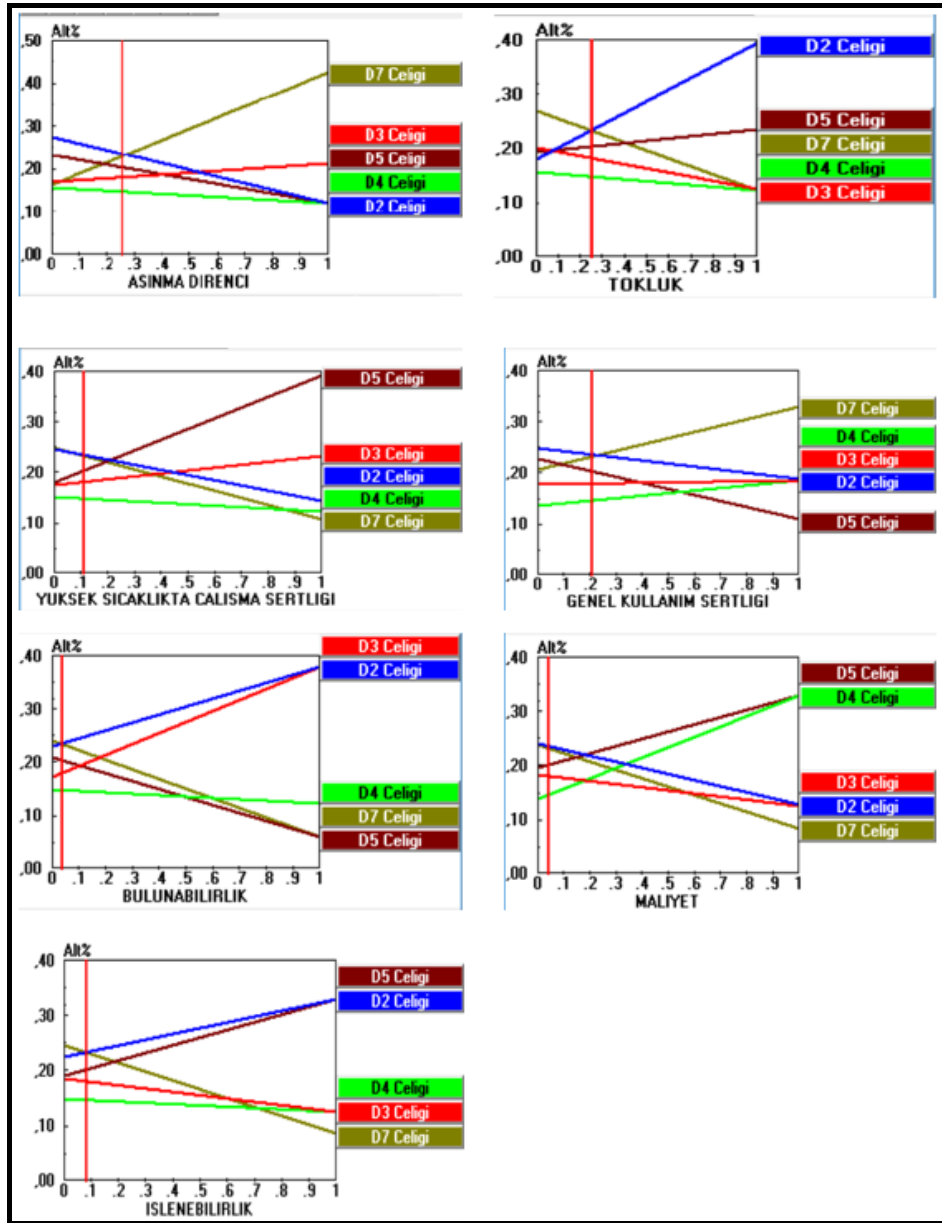


Şekil 4.14. Dinamik duyarlılık grafiği

Şekil 4.14.'deki dinamik duyarlılık grafiğinde belirtilen kriterlerin öncelik sırasına göre seçeneklerde meydana gelen değişim sayısal gösterimle ve renkli çizgisel olarak elde edilmektedir. Bu grafikte kriterler; aşınma direnci %26 ile en yüksek iken, bulunabilirlik %3,8 en düşük, tokluk %25,3, yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği %11,4, genel kullanım sertliği %20,9, maliyet %4,3, işlenebilirlik %8,3 dinamik duyarlılığı

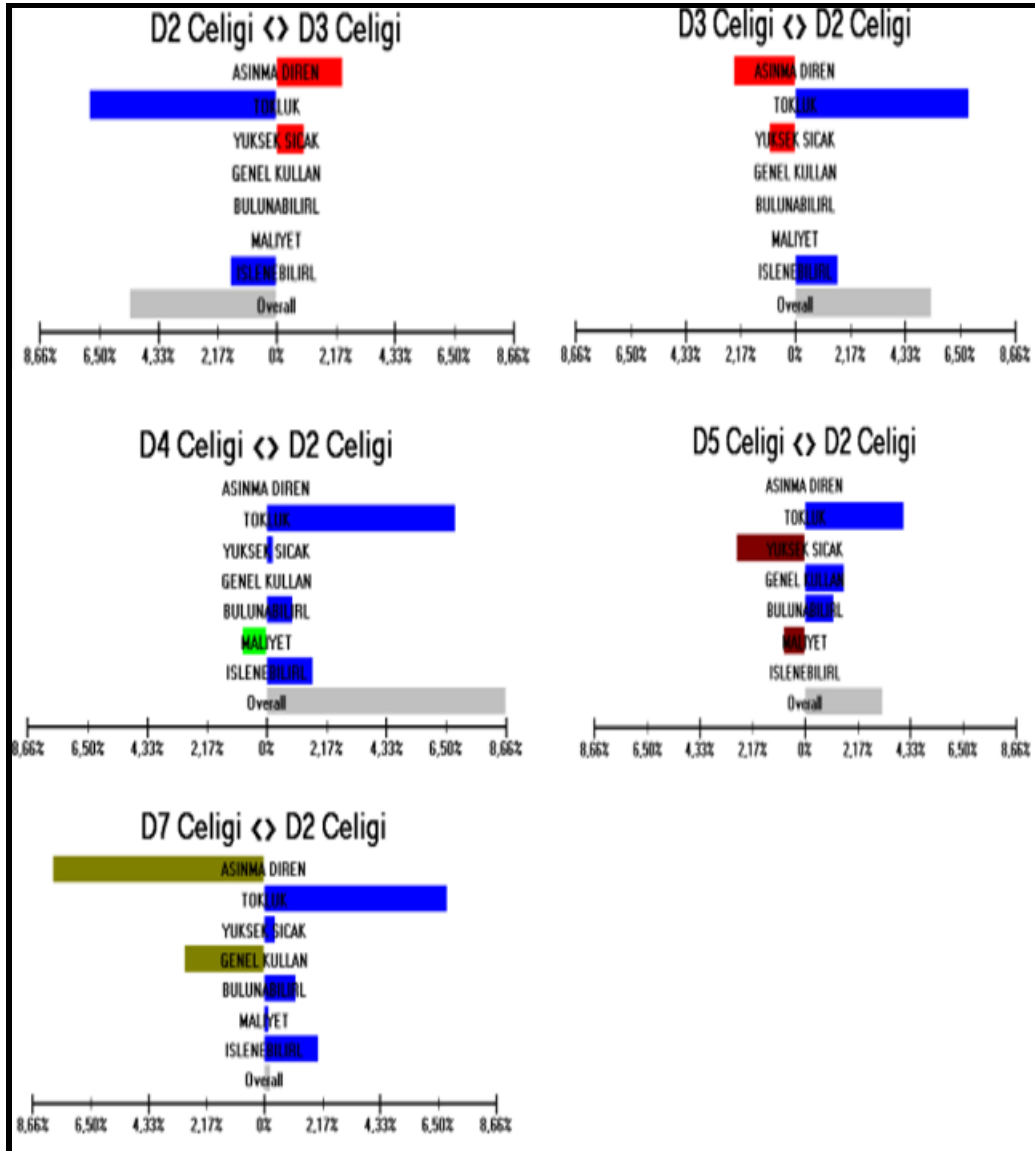
gösterilmektedir. D2 çeliği %23,5 ile en yüksek, D4 çeliği %14,8 ile en düşük, D7 çeliği %23,3, D5 çeliği %20,3, D3 çeliği %18,1 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.15.'de ele alınan eğim duyarlılık grafiğinde ise, kriterlerin seçenekler ile olan ilişkisini göstermektedir. Örneğin aşınma direncinde D7 çeliği %18'den %42'ye doğru pozitif yönde ilerleme gösterirken, D2 çeliği %28'den %14'e doğru negatif bir eğim göstermektedir.



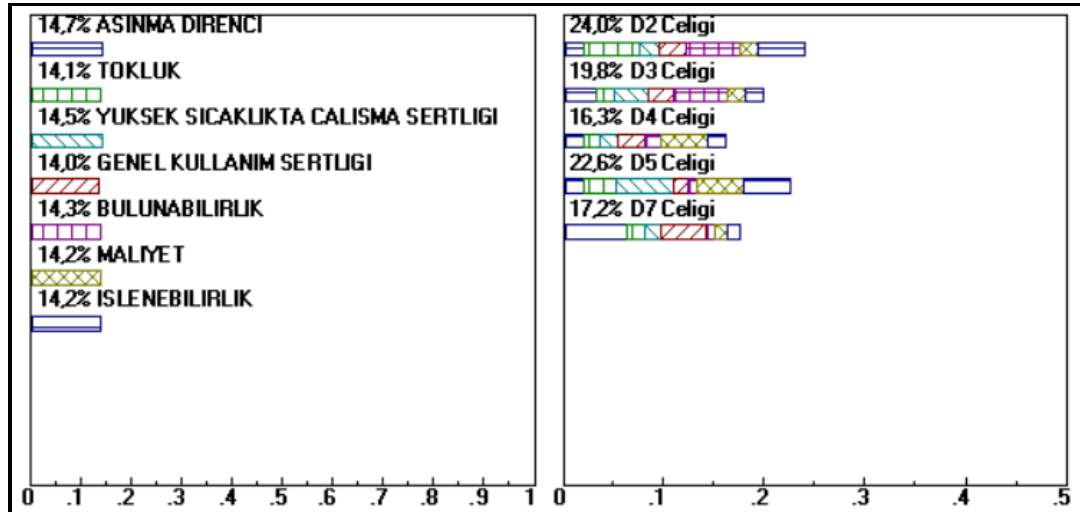
Şekil 4.15. Eğim duyarlılık grafikleri

Şekil 4.16.'daki başabaş duyarlılık grafiğinde, kriterlerde gelebilecek değer değişimlerinde seçenekler meydana gelebilecek değişiklikleri birbirlerine göre kıyaslaması gösterilmektedir. Örneğin D2 ve D3 çeliği başabaş duyarlılık grafiğinde; tokluk ve işlenebilirlik açısından yüksek değer olarak D2 çeliği seçilmiştir.



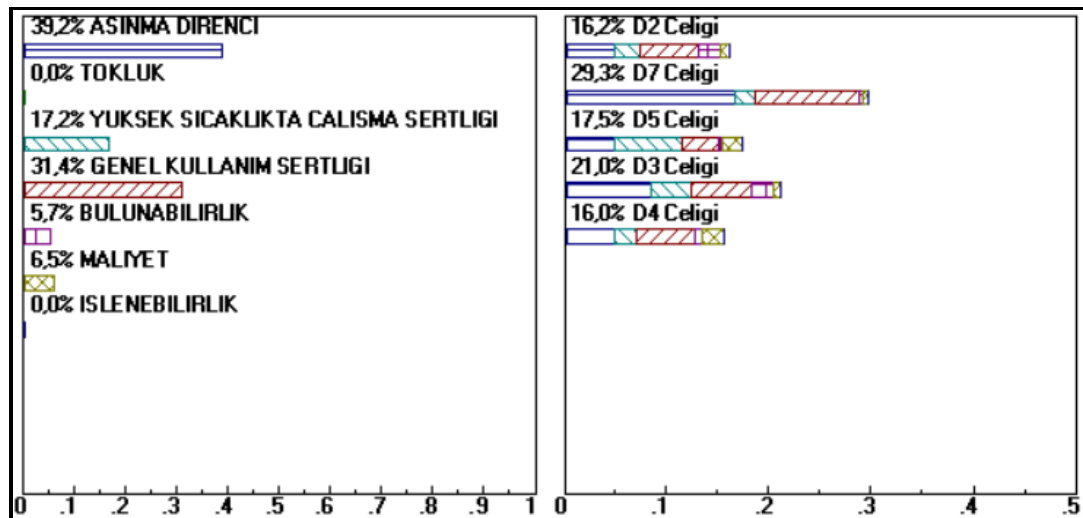
Şekil 4.16. Başa baş duyarlılık grafiği

Duyarlık analizine örnek verecek olursak, kriterlerin önem ölçütlerinin birbirlerine eşit seviyeye yaklaştığında seçeneklerin yüzdelik oranlarının değişimi Şekil 4.17.'de gösterilmektedir. Bu yaptığımız değişiklik ile tüm seçenekler arasında yapılan sıralamada herhangi bir değişikliğe sebep olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.17. Kriterlerin değerlerinin birbirine yaklaştırıldığındaki durum

Yaptığımız bir diğer duyarlılık analizi ise Şekil 4.18.'de tokluk ve işlenebilirlik dikkate alınmadığı durumda ise D7 çeliği birinci sıraya geçip D2 çeliği ise dördüncü sıraya gerilemektedir.



Şekil 4.18. Tokluk ve işlenebilirlik kriterine göre duyarlılık analizi

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Bu çalışmada bir pres kesme kalıbı için kalıp elemanlarından; kesme zımbası ve dişi kalıp malzemesi, soğuk iş takım çelikleri arasında malzeme seçimi yapılmıştır. Çelikler arasında uygun malzeme seçimini, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi ile ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar Expert Choice programında hızlı ve tutarlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Malzeme seçimi için gerekli uzman bilgisi ve araştırma bilgilerinden yararlarak değerlendirme yapılmış ve sonuçlara ulaşılmıştır. Malzeme seçiminde yapılan kıyaslamalarda tutarlılık sınır değerleri tüm kriter ve seçenekler için 0,1 değer ölçütünün altında bulunmuştur.

Kriterler arasında elde edilen değerlendirmede en yüksek ağırlığa sahip aşınma direnci olmuştur. Aşınma direncinin önemi ele alındığında seçeneklerden en yüksek ağırlığı D7 çeliği olarak ön plana çıkmıştır. Çünkü D7 çeliği diğer seçeneklerdeki çeliklere göre içerdiği yüksek oranda karbon, krom ve vanadyum elementi sebebiyle yüksek derecede aşınma direnci göstermektedir.

Tokluk kriteri hedef olarak seçilirse bu değerlendirmede D2 çeliği en yüksek ağırlığa sahip olup birinci seçilmiştir. İkinci olarak D5 seçilip ve diğer seçenekteki çeliklerde birbirinin aynı değerler almışlardır. Bu kriterde tokluk kriterine etkisi büyük olan yüksek miktarda vanadyum, nikel, molibden, silisyum ve düşük karbon alaşım elementlerinin oranına göre seçim yapılmıştır.

Yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği kriteri hedef alınarak yapılan değerlendirmede D5 çeliği ilk sırada yer almaktadır. D5 çeliği içerdiği tungsten ve kobalt alaşımı sayesinde yüksek sıcaklıkta çalışma sertliği bozulmadan çalışma koşullarına uyum sağlamaktadırlar.

Genel kullanım sertliği ana kriteri baz alınarak yapılan değerlendirmede D7 çeliği ön olana çıkmaktadır. Yüksek orandaki krom ve volfram farkıyla çalışma koşullarında diğer seçenekteki çelik türlerine göre daha iyi sonuç vermektedir.

Bulunabilirlik kriteri hedef olarak yapılan değerlendirmede D2 çeliği ve D3 çeliği eşit değerlendirme ağırlığı almıştır. Bunları ikinci D4 çeliği takip etmektedir. Bu çelikleri piyasa temin etme açısından üreticilerin diğer seçenekteki çelik türlerine göre daha çok olması sebebiyle ön plana çıkmaktadırlar. Bu seçenek göz önünde tutulduğunda en iyi seçim D2 çeliği ve D3 çeliği olacaktır.

Maliyet kriteri baz alınarak yapılan değerlendirmede seçeneklerden D4 ve D5 çelikleri eşit değerlendirme ağırlığı alarak ilk sırada yer almışlardır. İkinci sırada D2 ve D3 çelikleri eşit değer olarak bulunmuşlardır. Önem ölçütlerinin belirlenmesinde, çeliklerin piyasada satış fiyatları araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar neticesinde seçeneklerin ikili kıyaslaması yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.

İşlenebilirlik kriteri hedef olarak yapılan ikili karşılaştırmasında yapılan değerlendirmelerde en yüksek puan ağırlığını D2 ve D5 çelikleri almıştır. D3 ve D4 çelikleri ise ikinci sırada yer almaktadır. D2 ve D5 çeliklerinin diğer seçenekteki çeliklerden yüksek puan alarak en iyi seçim olmasının sebebi karbon ve krom oranlarının diğer çeliklere göre daha düşük olması malzemenin işlenebilirliğini artırmıştır.

Genel olarak elde edilen sonuçlara göre; tüm kriterler birbirleriyle karşılaştırmaları yapılarak ve AHP yöntemine göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak son derece tutarlı sonuçlar bulunmuştur. Burada elde edilen tüm sonuçlar birleştirildiğinde, D2 çeliği tüm kriterlerde yapılan ikili karşılaştırmalarda en yüksek önem ağırlığına

sahiptir. Diğer seçenekler sırasıyla D5 çeliği, D7 çeliği, D4 çeliği ve D3 çeliği olarak sıralanmıştır. Duyarlılık analizinde aşınma direnci ve bulunabilirlik dikkate alınmadığı durumda ise D5 çeliği birinci sıraya geçip D2 çeliği ise üçüncü sıraya gerilemektedir. Pres kalıpları imalatında kesme kalıpları için literatür bilgileri de baz alınarak elde edilen bilgilerde kriterlerden aşınma direnci malzeme seçiminde büyük öneme sahiptir. Ayrıca bu yapılan çalışmada Expert Choice programı pres kalıpları imalatında malzeme seçiminde ilk defa kullanılmıştır. AHP’de çözülmesi gereken karar verme problemlerinde bu program ile karar vericilere çok hızlı seçim kolaylığı kazandıracığı yapılan çalışma ile gösterilmiştir. Pres kalıpları imalatı için malzeme seçiminde benzer karar problemleri için örnek bir karar destek modeli için bir temel oluşturulması amaçlanmıştır.

5.2. Öneriler

- Bu karar modelinde, karar vericiler hiyerarşiye farklı kriterler, alt kriterler ve seçenekler ekleyip çıkartabilmektedir. Bundan dolayı da probleme ilişkin kendi karar destek problemlerine uygun bir model meydana getirilebilirler.
- AHP ile üreticiler karar aşamasında, çalışma koşullara uygun çeşitli kriterleri göz önünde bulundurarak hızlı bir şekilde malzeme seçiminde bulunulabilirler.
- AHP ile grup olarak alınacak karar modellerinde çok hızlı, pratik ve kaynakların daha verimli kullanılmasına olanak sağlayacak şekilde malzeme seçimi yapılabilir.
- Karar vermede, karar vericilerin yargılarının tutarlılık derecesi ölçülebilir.

KAYNAKLAR

- Abakay, E. 2013. Termo-reaktif difüzyon (TRD) yöntemi ile çeliklerin Nb-Al-N kaplanması, Yüksek Lisans Tezi Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Aladağ, Z. 2004. Karar Teorisi. Genişletilmiş 2.b., Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Kocaeli.
- Alkan, A. 2006. AHP’de dilsel karşılaştırma sürecinin bulanık mantıkla gerçekleştirilmesi. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.
- Anık, Z. 2007. Nesne yönelimli yazılım dillerinin analitik hiyerarşi ve analitik network prosesi ile karşılaştırılması ve değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Anık, Z.2007. Nesne yönelimli yazılım dillerinin analitik hiyerarşi ve analitik network prosesi ile karşılaştırılması ve değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Arın, A. 2006. Lise yöneticilerinin öğretim liderliği davranışları ile kullandıkları karar verme stratejileri ve problem çözme becerileri arasındaki ilişki düzeyi. Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Arslan, F.K. 2010. Soğuk iş takım çeliklerinde sıfırlı işlem derecesinin mekanik özelliklere etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ashby, M.F. 1992. Material Selection in Mechanical Design. Pergamon Press, Qesirol
- Aydın, G. 2008. Analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve bir sanayi işletmesinde uygulanması. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Aydın, S. 2006. Tutundurma karması elemanlarının analitik hiyerarşi süreci ile değerlendirilmesi: Türk ev tekstili sektöründe bir uygulama. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Aytürk, S. 2006. Askeri savunma sistemlerinde analitik hiyerarşi ve analitik şebeke prosesi ile hafif makineli tüfek seçimi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

- Bahraminasab, M. and Jahan, A. 2011. Material selection for femoral component of total knee replacement using comprehensive VIKOR. *Materials and Design*, 32(8-9): 4471–4477.
- Balcı, A. 2014. Basınçlı kaplarda malzeme seçimi için karar destek sistemi geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Makine Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Chan, J.W.K. and Tong, T.K.L. 2007. Multi-criteria material selections and endof- life product strategy: Grey relational approach. *Materials and Design*, 1539-1546.
- Chen, S.M. 1997. A new method for tool steel materials under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 19 (1-2). 265–274.
- Çicek, K. and Çelik, M. 2009. Selection of porous materials in marine system design: The case of heat exchanger aboard ships. *Materials and Design*, 30(10): 4260–4266.
- Çam, H. ve Toraman, A.2003. Hazar petrolerinin pazar stratejisi ve AHP esaslı alternatif güzergâh değerlendirme modeli. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 2(6): 41-46
- Dağdeviren M., Eraslan E. ve Kurt, M. 2004. Çalışanların toplam iş yükü seviyelerinin belirlenmesine yönelik bir model ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 20(4):518-519
- Dağdeviren, M. Akay, D., Kurt, M., 2004. İş değerlendirme sürecinde analitik hiyerarşi prosesi ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19 (2): 131-138.
- Doğan, B. 2004. Karar vermede çok kriterli bir yaklaşım modeli olarak analitik hiyerarşi süreci olarak ve mayın avlama gemisi seçiminde analitik hiyerarşi süreci yönteminin uygulanması *Deniz Harp Okulu Komutanlığı/Deniz Bilimleri Ve Mühendisliği Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü. Yüksek Lisans Tezi.*
- Forman, E., Selly, M.A. 2001. *Decisions by Objectives*.World Scientific.
- Hacıköylü, B. E .(2006). Analitik hiyerarşi karar verme süreci ile Anadolu üniversitesinde beslenme ve barınma yardımı alacak öğrencilerin belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.*
- Halaç, O. 2001. *Kantatif Karar Verme Teknikleri*. 5. Basım. İstanbul: Alfa Yayınları.
<http://w3.gazi.edu.tr/~useker/dersler/mak-303/bolum-12-13-14.pdf>,
 Erişim Tarihi: 03.04.2019.
- <https://tr.scribd.com/document/20718822/KESME-KALIBI-TASARIMI>,
 Erişim Tarihi: 03.04.2019.
- Jahan, A., Mustapha, F., Ismail, M. Y., Sapuan, S. M. and Bahraminasab, M. 2011. A comprehensive VIKOR method for material selection. *Materials and Design*, 32(3): 1215–1221
- Jee, D.H., Kang, K.J. 2000. A method for optimal material selection aided with decision making theory. *Materials and Design*, 21 (3): 199–206.

- Kadak, E. G. 2006. Türkiye’de AHP tekniğinin performans değerlendirmedeki yeri ve ilaç dağıtım sektöründe uygulanması. ukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliğı Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kahraman, H. (2000) Türk silahlı kuvvetlerinde piyade tüfeğı seçimi için bulanık karar ortamında analitik hiyerarşi metodunun uygulanması. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliğı Bölümü, . Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kaplan, S. 2007. Hava savunma sektörü tezgah yatırım projelerinin bulanık AHP ile değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliğı Yüksek Lisans Tezi.
- Karakaya, K. 2003. İstanbul boğazından gemilerin emniyetli geçişinin analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak analizi. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliğı Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.
- Khabbaz, R.S., Manshadi, B.D., Abedin, A. and Mahmudi, R. 2009. A simplified fuzzy logic approach for materials selection in mechanical engineering design. *Materials and Design*,30 (3): 687-697.
- Kıvrak, E. 2001. Karar vermede çok kriterli yaklaşım ve analitik hiyerarşi yöntemi. Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü, Yüksek Lisans Tezi Ankara.
- Kocamaz, M. ve Soyuer, H. 2002. İşletmelerde bilgisayar destekli insan kaynağı değerlendirme ve seçme süreci. Ege Üniversitesi İ.İ.B.F. İşletme Bölümü http://www.bilgiyonetimi.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=236.
- Köse, E. 2003. Türk silahlı kuvvetlerinde garnizon derecelendirme sistemine yönelik bir model önerisi. Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Harekat Araştırma Bölümü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi.
- Manshadi, B.D., Mahmudi, H., Abedian, A. and Mahmudi, R. 2007. A novel method for materials selection in mechanical design: combination of nonlinear linearization and a modified digital logic method. *Materials and Design*, 28 (1): 8-15.
- Mergen, Y. 2006. Sistem tercihinde analitik hiyerarşi modelinin tapu ve kadaströ genel müdürlüğü’nde uygulaması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliğı Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Mughal, S. 2006. İşletmelerde karar verme açısından katkı payı analizi ve bir uygulama. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü Yüksek Lisans Tezi
- Onaran, O. 1975. Örgütlerde Karar Verme. 2.Basım, A.Ü.S.B.F. Yayınları.
- Pazarlıoğlu, S. 2006. Çeliklerin niobyum borür kaplanması ve özellikleri. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metal Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Qian, J. and Zhao, Y.P. 2002. Materials selection in mechanical design for microsensors and microactuators. *Materials and Design*, 23 (7): 619-625.

- Rao, R.V. 2006. A material selection model using graph theory and matrix approach. *Materials Science and Engineering*, 431 (1-2): 248-255.
- Rao, R.V. 2008. A decision making methodology for material selection using an improved compromise ranking method. *Materials and Design*, 29 (10): 1949-1954.
- Roberts, G. A., Kennedy, R., Krauss, G. 1998. *Tool steels*. 5th ed. Materials Park,, ASM International.
- Saaty T L. 1990. Physics as a decision theory. *European Journal of Operational Research*, 48(1): 98-104.
- Saaty T L. 1994. How to make a decision:the analytic hierarchy process. *Interfaces*, 24(6): 19-43.
- Saaty T L.1986. Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 32(7): 841-85.
- Saaty, T L. 1990. Physics as a decision theory. *European Journal of Operational Research*, 48(1): 98- 104.
- Saaty, T L., Vargas G L. And Dellmann K. 2003. The allocation of intangible resources: the ahp and linear programming. *Socio Economic Planning Sciences*, (37): 169-184.
- Sapuan, S.M. 2001. A knowledge-based system for materials selection in mechanical engineering design. *Materials and Design*, 22 (8): 687-695.
- Shanian, A. and Savadogo, O. 2006. A material selection model based on the concept of multiple attribute decision making. *Materials and Design*, 27 (4):329-337.
- Sharif Ullah, A.M.M., Harib and K.H. 2008. An intelligent method for selecting optimal materials and its application. *Advanced Engineering Informatics*, 22 (4): 473-483.
- Sinoplu, Ö. 2012. Termo - reaktif difüzyon (trd) yöntemiyle titanyum karbür kaplanan aısı d3 seri soğuk iş takım çeliğinin mikroyapı ve aşınma özelliklerinin incelenmesi. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Tektaş A ve Hortaçsu A. 2003. Karar vermede etkinliği artıran yöntem: analitik hiyerarşi süreci ve mağaza seçiminde uygulanması. *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, 18,5261.
- Tretheway K.R., Wood, R.J.K., Puget, Y. and Roberge, P.R. 1998. Development of a knowledge based system for materials management. *Materials and Design*, 39–56.
- Ulaş H. B. 2018. AISI D2 ve AISI D3 soğuk iş takım çeliklerinin delinmesinde kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 21(1): 251-256.
- Ulutaş, A. 2017. EDAS yöntemi kullanılarak bir tekstil atölyesi için dikiş makinesi seçimi. *Journal of Business Research-Türk*, 9(2):169–183.

- Üzgün, T. 2006. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Bölümü Yüksek Lisans Tezi.
- Wang, M.J.J. and Chang, T.C. 1995. Tool steel materials selection under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 72 (3): 263-270.
- Yaraloğlu, K. 2001. Performans değerlendirmede analitik hiyerarşi prosesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 16 (1): 129-142
- Yerli, R. 2006. Kamu çalışanlarını motive eden faktörlerin analitik hiyerarşi prosesi ile önceliklendirilmesi ve bir kamu kuruluşunda uygulama. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.*
- Yetim S. 2004a. Analitik hiyerarşi sürecine ait bazı matematiksel kavramlar. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12 (2): 457-468.
- Yetim S. 2004b. Tek değişkenli reel değerli fonksiyonlarda türev kavramına etki eden bazı matematik kavramların analitik hiyerarşi prosesi ile analizi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12 (1): 137-156.
- Yetim, S. 2004. Analitik hiyerarşi sürecine ait bazı matematiksel kavramlar. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12 (2): 457-468.
- Yılmaz, S. 2006. Uçak seçim kriterlerinin değerlendirilmesinde AHP ve bulanık AHP uygulaması. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Zahedi, F. 1986. The analytical hierarchy process - a survey of the method and its applications. *Interfaces*, 16(4): 96-108.
- Zelevy, M. 1982. *Multiple Criteria Decision Making*. McGraw Hill Book Company, New York, 167-168.
- Zhou, C.C., Yin, G.F. and Hu, X.B. 2009. Multi-objective optimization of material selection for sustainable products: artificial neural networks and genetic algorithm approach. *Materials and Design*, 30 (4): 1209-1215.

EKLER

Ek-A: Kriter Değerlendirme Formu

Bu form pres kalıpları çeşitlerinden kesme kalıbı elemanlarından kesme zımbası ve dişı kalıp için en uygun malzeme seçimini belirlemeye yönelik, malzeme seçimini etkileyen kriterlerin belirlendiği bir formdur. Belirtilen kriterler “Pres kalıp çeşitlerinden kesme kalıbı imalatında uygun kesme zımbası ve dişı kalıp malzemesi seçimi için Analitik Hiyerarşı Prosesi (AHP) hiyerarşisi” şeklinde kriterler ve seçeneklere ayrılarak sınıflandırılmaları yapılmıştır. Bu form iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm olarak kriterlerin, ikinci bölümde ise seçenekler olarak belirlenip, birbirleriyle oluşturulan karşılaştırma matrislerinin değerlendirme hesaplamalarından oluşmaktadır. Diğer sayfalarda verilen AHP hiyerarşisinde hedeflenen en uygun malzeme seçiminin belirlenmesini sağlamak adına ikili karşılaştırmaların değerlendirmeye ölçüsü olarak baz alınan 1-9 değerlendirme skalasına göre değerlendiriniz. İkili karşılaştırmada hangi kriterin daha ön planda olduğunu düşünüyorsanız o kritere göre skalada belirtilen rakamla belirtebilirsiniz.

DEğERLENDİRME ÖLÇEğİ	
ÖNEM DEğERLERİ	DEğER TANIMLARI
1	Eşit Önemde
3	Biraz Daha Önemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2,4,6 ve 8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

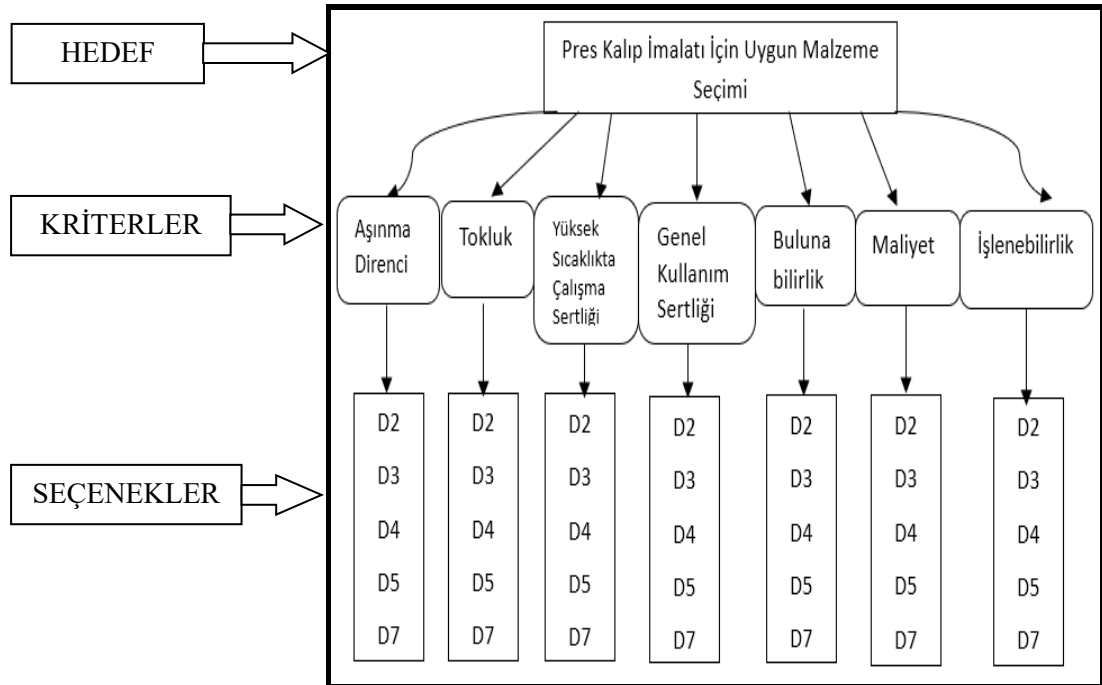
Örnek: Kalıp için uygun malzeme seçiminde Kriter A mı Kriter B mi daha önemlidir ve önem derecesi nedir?

KALIP İÇİN UYGUN MALZEME SEÇİMİ																		
KRİTER A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KRİTER B

Pres kalıbı imalatı için malzeme seçiminde KRİTER A ile KRİTER B karşılaştırıldığında,

KRİTER A; KRİTER B'ye göre kuvvetli derecede önemlidir.

Pres Kalıplarından Kesme Kalıbı Elemanları Kesme Zımbası ve Dişi Kalıp İçin Malzeme Seçimi İçin Ahp Hiyerarşisi



SORULAR

1. Kesme kalıpları için uygun malzeme seçimi amacı ile ilgili aşağıda belirtilen kriterlerin birbirine göre önemleri nedir?

<u>Kriter A</u>	Kesme kalıpları için malzeme seçimi	<u>Kriter B</u>
AŞINMA DİRENCİ	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	TOKLUK
TOKLUK	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	SICAKLIK SERTLİK
YÜKSEK SICAKLIKTA ÇALIŞMA SERTLİĞİ	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	KULLANIM SERTLİĞİ
KULLANIM SERTLİĞİ	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	BULUNABİLİRLİK
BULUNABİLİRLİK	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	MALİYET
MALİYET	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	İŞLENEBİLİRLİK
İŞLENEBİLİRLİK	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	AŞINMA DİRENCİ

2. Kesme kalıpları için uygun malzeme seçimi amacıyla AŞINMA DİRENCİ kriterine göre seçeneklerin birbirlerine göre önemleri nedir?

<u>Kriter A</u>	Aşınma Direnci Yönünden	<u>Kriter B</u>
D2	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D3
D2	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D4
D2	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D5
D2	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D7
D3	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D5
D3	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D7
D3	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D4
D4	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D5
D4	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D7
D5	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	D7

3. Kesme kalıpları için uygun malzeme seçimi amacıyla TOKLUK kriterine göre seçeneklerin birbirlerine göre önemleri nedir?

<u>Kriter A</u>	<u>Tokluk</u>															<u>Kriter B</u>		
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D3
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7

4. Kesme kalıpları için uygun malzeme seçimi amacıyla YÜKSEK SICAKTA ÇALIŞMA SERTLİĞİ kriterine göre seçeneklerin birbirlerine göre önemleri nedir?

<u>Kriter A</u>	<u>Yüksek Sıcaklıkta Çalışma Sertliği</u>															<u>Kriter B</u>		
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D3
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7

5. Kesme kalıpları için uygun malzeme seçimi amacıyla GENEL KULLANIM SERTLİĞİ kriterine göre seçeneklerin birbirlerine göre önemleri nedir?

<u>Kriter A</u>	<u>Genel Kullanım Sertliği</u>															<u>Kriter B</u>		
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D3
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7

6. Kesme kalıpları için uygun malzeme seçimi amacıyla MALİYET kriterine göre seçeneklerin birbirlerine göre önemleri nedir?

<u>Kriter A</u>	<u>Maliyet</u>															<u>Kriter B</u>		
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D3
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7

7. Kesme kalıpları için uygun malzeme seçimi amacıyla İŞLENEBİLİRLİK kriterine göre seçeneklerin birbirlerine göre önemleri nedir?

<u>Kriter A</u>	<u>İşlenebilirlik</u>															<u>Kriter B</u>		
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D3
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7
D5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D7

ÖZGEÇMİŞ

Muhammed Rıdvan Subaşı, 16.11.1991'de Muş'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kocaeli'de tamamladı. 2010 yılında İzmit Gazi Lisesi'den mezun oldu. 2011 yılında başladığı Karabük Üniversitesi İmalat Mühendisliği Bölümü'nü 2016 yılında bitirdi. 2016 yılında Sakarya Üniversitesi İmalat Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2018 yılında özel sektörde iş hayatına başladı. Halen özel sektörde İmalat Mühendisi olarak çalışmaya devam etmektedir.