

**KIRILMA TOKLUĞU DEĞERLERİNİN
OPTİMİZASYONU İÇİN NESNE TABANLI BİR
PROGRAMIN GELİŞTİRİLMESİ**

2012

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAKAN ÖZKÖSE

**KIRILMA TOKLUĞU DEĞERLERİNİN OPTİMİZASYONU İÇİN NESNE
TABANLI BİR PROGRAMIN GELİŞTİRİLMESİ**

Hakan ÖZKÖSE

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
Haziran 2012**

KABUL:

Hakan ÖZKÖSE tarafından hazırlanan " KIRILMA TOKLUĞU DEĞERLERİNİN OPTİMİZASYONU İÇİN NESNE TABANLI BİR PROGRAMIN GELİŞTİRİLMESİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle (veya oyçokluğuyla) kabul edilmiştir. 29/06/2012

Başkan: Prof. Dr. Galip SAİD (BÜ)

Üye : Doç. Dr. Fikret KOCABAŞ (BÜ)

Üye : A. Metin KAYA (BÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. 27.7-2012



Prof. Dr. Ali Naci TANKUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Hakan ÖZKÖSE

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KIRILMA TOKLUĞU DEĞERLERİNİN OPTİMİZASYONU İÇİN NESNE TABANLI BİR PROGRAMIN GELİŞTİRİLMESİ

Hakan ÖZKÖSE

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Galip SAİD

Haziran 2012, 75 sayfa

Bu çalışmada kırılma mekaniği açısından kırılmanın doğası ve kırılma tokluğu hakkında bilgiler verilmiştir. Tezin amacı; kırılma tokluğu değerlerinin optimize edilmesidir. Bunun için C# programı kullanılarak bir optimizasyon programı geliştirilmiştir. Bu optimizasyon programı, 3 sabit değişkenin sisteme girilmesi üzerine çalışmaktadır. Program, bir değişkenin devamlı değişmesi sonucu kırılma tokluğu değerlerinin elde edilmesini sağlamaktadır.

Optimizasyon için örnek bir tablo oluşturulmuş ve bu tablo optimizasyon programı kullanılarak doldurulmuştur. Oluşturulan tabloya göre, excel'de farklı grafikler elde edilmiştir. Bu grafikler yardımıyla kırılma tokluğu değerleri optimize edilmiş ve hangi parametre değerlerinin kırılma tokluğunu pozitif veya negatif etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Kırılma, kırılma tokluğu, optimizasyon

Bilim Kodu : 625.03.00

ABSTRACT

Master of Science Thesis

DEVELOPMENT OF THE OBJECT ORIENTED PROGRAM FOR OPTIMIZATION OF THE VALUES OF FRACTURE TOUGHNESS

Hakan ÖZKÖSE

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

Advisor: Prof. Galip SAİD

June 2012, 75 pages

In this study, the information's are given about the nature of the fracture and fracture toughness in terms of fracture mechanics. The purpose of the thesis is to optimize the values of the fracture toughness. Thus, the optimization program is developed using C# program. This optimization program has been working on three fixed variables into the system. The fracture toughness is obtained by continually changing of one parameter.

A sample table is generated for optimization and this table is filled using optimization program. According to generated table, different graphs are obtained in Excel. With the help of the graphs, fracture toughness values are optimized and parameter values affecting the fracture toughness positively and negatively are identified.

Key Words : Fracture, fracture toughness, optimization

Science Code : 625.03.00

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması esnasında fikir, bilgi ve tecrübelerinden fazlasıyla faydalandığım, bana öncülük ve rehberlik eden, danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Galip SAİD'e en derin teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2 KIRILMA.....	3
2.1 MAKROSKOBİK AÇIDAN KIRILMA ŞEKİLLERİ.....	3
2.2 MİKROSKOBİK AÇIDAN KIRILMA ŞEKİLLERİ	4
2.3 KIRILMA TİPLERİ	5
BÖLÜM 3 KIRILMA MEKANİĞİ	7
3.1 GRIFFITH TEORİSİ.....	8
3.2 IRWIN TEORİSİ.....	9
3.3 GERİLİM KONSANTRASYON FAKTÖRÜ (GERİLİM YOĞUNLUK FAKTÖRÜ)	10
3.4 GERİLİM VE GERİNİM.....	13
3.5 AKMA GERİLİMİ VE PEKLEŞMENİN ÇELİKLERİN KIRILMA TOKLUĞUNDAKİ ÖNEMİ	16
BÖLÜM 4 C SHARP PROGRAMLAMA DİLİ HAKKINDA KISA BİLGİ	19

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.1 OPTİMİZASYON PROGRAMININ GÖRÜNTÜLERİ.....	20
4.2 PROGRAM KODLARI.....	22
BÖLÜM 5 OPTİMİZASYON OLUŞTURMA	39
5.1 OPTİMİZASYON TABLOSUNUN OLUŞTURULMASI.....	39
5.2 OPTİMİZASYON TABLOSUNUN GRAFİKLERİ VE YORUMLARI	42
BÖLÜM 6 SONUÇLAR	59
BÖLÜM 7 ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Taneler arası ve taneleri keserek kırılma	5
3.1 Eliptik çatlak tipindeki gerilim konsantrasyonu (a), Romb çatlak tipindeki gerilim konsantrasyonu (b).....	10
3.2 Düzlemsel gerilim durumu (a), Düzlemsel gerinim durumu (b), Her iki durumunda gerçekleşmesi (c)	11
3.3 Kırılma şekilleri.....	12
3.4 Numune kalınlığının K_C ve K_{IC} 'ye etkisi.....	13
3.5 Düzlemsel gerinim durumu için K_{IC} 'nin hesaplanmasında test edilen numune çeşitleri ...	14
3.6 Kırılma testi (Kuvvet - Çatlağın açılması grafiği).....	14
4.1 Optimizasyon programının ana menüsü	20
4.2 Akma geriliminin 0 kelvin'deki etkili değeri için optimizasyon görüntüsü	20
4.3 Numunenin tane boyutu için optimizasyon görüntüsü	21
4.4 Pekleşme katsayısı için optimizasyon görüntüsü	21
4.5 Akma gerilimi için optimizasyon görüntüsü.....	22
5.1 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,15 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).....	42
5.2 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,15 \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).....	43
5.3 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,15 \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).....	44
5.4 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,15 \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).....	45
5.5 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,18 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).....	46
5.6 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,18 \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).....	46
5.7 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,18 \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).....	48
5.8 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,18 \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).....	49
5.9 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,20 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).....	50
5.10 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,20 \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).....	51
5.11 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,20 \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).....	52
5.12 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,20 \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).....	53
5.13 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,25 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).....	54
5.14 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,25 \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).....	55

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
5.15 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,25 \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).....	56
5.16 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,25 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).....	57
6.1 Akma gerilimine göre kırılma tokluğunun değişimi	59
6.2 A parametresine göre kırılma tokluğunun değişimi	60
6.3 Pekleşme katsayısına göre kırılma tokluğunun değişimi.....	61
7.1 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,15 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).....	63
7.2 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,15 \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).....	64
7.3 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,15 \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).....	64
7.4 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,15 \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).....	65
7.5 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,18 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).....	65
7.6 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,18 \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).....	66
7.7 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,18 \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).....	66
7.8 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,18 \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).....	67
7.9 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,20 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).....	67
7.10 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,20 \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).....	68
7.11 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,20 \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).....	68
7.12 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,20 \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).....	69
7.13 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,25 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).....	69
7.14 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,25 \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).....	70
7.15 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,25 \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).....	70
7.16 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,25 \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).....	71

TABLULAR DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
5.1 Optimizasyon tablosu	40
6.1 Akma geriliminin değişimine göre Kırılma Tokluğunun değişimi	59
6.2 A parametresi değerinin değişimine göre Kırılma Tokluğunun değişimi	60
6.3 Pekleşme katsayısının değişimine göre Kırılma Tokluğunun değişimi.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	:	akma geriliminin 0K sıcaklıktaki termoaktivasyon değeri.
d	:	tane çapı
σ_y	:	akma gerilimi
n	:	pekleşme katsayısı
K_{IC}	:	kırılma tokluğu
σ_f	:	kırılma gerilmesi
γ	:	yüzey enerjisi
E	:	elastite modülü
a	:	çatlak boyunun yarısı
G_c	:	kırılma için gerekli toplam iş
T	:	sıcaklık
$\dot{\epsilon}$:	deformasyon hızı
σ_{max}	:	maksimum gerilme
σ_{ort}	:	ortalama gerilme
K	:	şiddet faktörü
ρ	:	çatlak ucu yarıçapı
B	:	numunenin kalınlığı

KISALTMALAR

HMK	:	hacim merkezli küp kafes
YMK	:	yüzey merkezli küp kafes

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Prof. Dr. Galip SAİD tarafından ASTM-E 399 standardına alternatif geliştirilmiş ve uluslararası dergilerce tanınmış olan bir yöntemin temelini oluşturan Kırılma tokluğunun formülü Eşitlik 1.1'de ifade edilmiştir. (Saidov 1997; Said 2000; Saidov 2002; Said 2004; Said 2006; Saidov 2007; Said ve Aytekin 2007)

$$K_{Ic} = A\sqrt{\pi d} \left(\frac{A}{\sigma_y} \right)^{\frac{1-n}{2n}} \quad (1.1)$$

Burada;

- A : Akma geriliminin 0 K sıcaklıktaki termoaktivasyon değeri.
- d : Tane çapı
- σ_y : Akma gerilimi
- n : Pekleşme katsayısı
- K_{Ic} : Kırılma Tokluğu

Bu çalışma ile formülde yer alan A, d, σ_y ve n parametrelerinin her birinin Kırılma tokluğuna (K_{Ic}) etkisini tayin etmek için özel bir optimizasyon programı geliştirilmiş ve bu program üzerinde parametrelerin K_{Ic} 'ye etki oranı belirlenmiştir. Kırılma tokluğunun optimizasyonu için C sharp (C#) programlama dilinden yararlanılmıştır.

BÖLÜM 2

KIRILMA

Katı bir cismin gerilmeler altında iki veya daha çok parçaya ayrılmasına “Kırılma” adı verilir (Aran 1981). Kırılmanın karakteri maddeden maddeye değişiklik gösterir. Ayrıca; sıcaklığa, uygulanan gerilime ve deformasyon hızına göre de değişiklik gösterir. Kırılma iki aşama sonucu meydana gelir. Bunlar; ilk aşama olan çatlak oluşumu ve ikinci aşama olan çatlağın ilerlemesidir (Aran 1981; URL-2 2011).

2.1 MAKROSKOBİK AÇIDAN KIRILMA ŞEKİLLERİ

2.1.1 Sünek Kırılma

Çatlağın oluşması ve büyümesinde önemli ölçüde kalıcı şekil değişiminin görüldüğü kırılma türüdür. Bu kırılma çeşidinde kırılma ani bir şekilde gerçekleşmez. Boşlukların oluşması ve birleşmesi ile meydana gelen çatlak yavaş bir şekilde ilerleme gösterir. Çatlağın ilerlemesinden önce ve çatlak ilerlemesi esnasında yüksek plastik deformasyon oluşur. Sünek malzemelerin gerilme-gerinim eğrileri altındaki alan büyüktür yani sünek kırılma gevrek kırılmaya kıyasla oldukça büyük enerji yutar. Kırılma yüzeyi mat ve lifli bir görünümdedir (Aran 1981; URL-2 2011).

2.1.2 Gevrek Kırılma

Çok az veya hiçbir plastik deformasyon bırakmadan meydana gelen kırılma çeşididir. Kırılma ani bir şekilde gerçekleşir. Çatlağın ilerlemesi hızlı bir şekilde meydana gelir. Gevrek kırılma istenmeyen bir kırılma çeşididir. Büyük hasarlara neden olabilir. Bu yüzden önlenmesi gereken bir kırılma çeşididir. Genellikle camlar, seramikler ve bazı metal çeşitlerinde gevrek kırılma gözlemlenir. Bu kırılma çeşidinde kırılma yüzeyi taneli ve parlak bir görünüme sahiptir. Klasik çekme deneyinden sünek olarak bildiğimiz maddeler de gevrek olarak kırılma

gösterebilir. Gevrek kırılmaya neden olabilecek sebepler maddeler halinde sıralanabilir (Aran 1981; URL-2 2011);

- Çok eksenli gerilme durumları (Çentik)
- Hızlı zorlamalar (Darbe)
- Düşük sıcaklıklar

Gevrek kırılmada çatlak hızlı bir şekilde ilerlediğinden farkına varılması güçtür. Geçmişte bu nedenle oluşan hasarların çoğu facia ile sonuçlanmıştır. Daha sonraları bu konuya daha fazla önem verilmiş ve Kırılma Mekaniği olarak adlandırılan yeni bir bilim dalı geliştirilmiştir (Aran 1981; URL-2 2011).

2.2 MİKROSKOBİK AÇIDAN KIRILMA ŞEKİLLERİ

2.2.1 Ayrılma (Klivaj) Kırılması

Kırılma, ayrılma düzlemleri olarak bilinen düzlemler boyunca gerçekleşirse buna “Ayrılma Kırılması” adı verilir. Bu kırılmada, ayrılma düzlemine dik olan gerilmelerin kritik değeri aşması sonucu düzlemler arasındaki bağların koparılması ile meydana gelir. Ayrılma kırılmasında yüzey düz ve parlaktır. Bu kırılmada, tanelerin yapısı bozulmaz ve yüzey ışığı iyi yansıtır. Gevrek kırılmalarda genellikle bu kırılma şekli gözlemlenir (Eryürek 1993; URL-1 2011).

2.2.2 Kayma Kırılması

Kayma kırılması, kayma gerilmesinin kritik bir değeri aşması ile atom düzlemlerinin kayması sırasında atom bağlarının kopması suretiyle meydana gelir. Atom bağlarının kayma ile kopması sonucunda meydana gelen bu kırılma, bölgesel homojen olmayan plastik deformasyon işleminden ibarettir. Metalik malzemelerde plastik deformasyon, kaymaya karşı direnci az olan atom düzlemlerinin kayması ile meydana gelir. Bu düzlemlere kayma düzlemleri adı verilir (URL-1 2011). Metalik malzemelerde kayma çatlakları maksimum kayma gerilmesinin bulunduğu kısımlarda ilerleme eğilimi gösterir. Çatlağın takip ettiği yol yükleme şekline, iç gerilmeler meydana getiren faktörlere ve matriks yapısına bağlıdır. Bu tip kopma, çatlak ilerleyişi makroskobik olarak çekme yönüne dik olduğundan normal kopma veya kırık yüzeyi görünüşü lifli olduğundan “Lifli Kırılma” adını alır. Mikroskobik olarak,

çatlak çekme eksenine ile 45°'lik açı yapan düzlemlerde ilerleyerek kayma kırılmasını meydana getirmiştir (URL-1 2011).

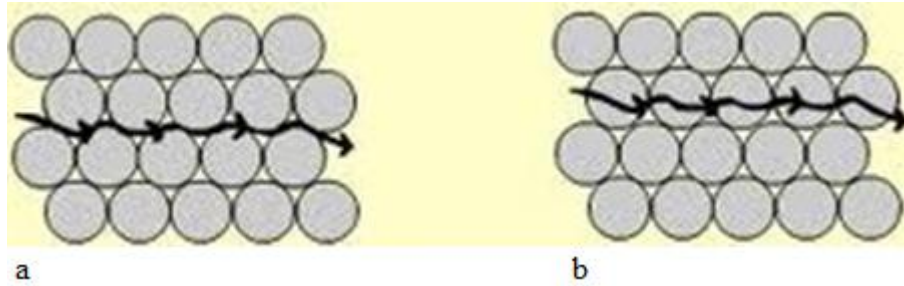
2.3 KIRILMA TİPLERİ

2.3.1 Taneler Arası (İntergranüler) Kırılma

Çok taneli malzemelerde tane sınırlarındaki kohezyonun çeşitli sebeplerle az olması halinde, malzemenin kırılması tane sınırları yüzeylerinden tanelerin birbirinden ayrılması şeklinde meydana gelir, bu tip kırılmaya Taneler Arası kırılma veya İntergranüler kırılma adı verilir (Eryürek 1993; URL-1 2011).

2.3.2 Taneleri Keserek (Transgranüler) Kırılma

Taneleri keserek meydana gelen kırılma şekline “Transgranüler Kırılma” adlı verilir. Transgranüler kırılma, kayma gerilmelerinin etkisiyle tanelerin kayma kırılması şeklinde kopmasıyla meydana gelmişse buna “Transgranüler Kayma Kırılması” adı verilir. Eğer transgranüler kırılma, tanelerin klivaj (ayrılma) düzlemleri boyunca kırılması şeklinde ise buna da “Transgranüler Klivaj Kırılması” denir (URL-1 2011).



Şekil 2.1 Taneler arası (a) ve taneleri keserek kırılma (b).

BÖLÜM 3

KIRILMA MEKANİĞİ

Tüm mühendislik malzemeleri, mikroskobik boyutlarda dahi olsa, çatlak içerir. Malzemelerin kullanım sürecince bu çatlaklar ilerler, birbirleriyle birleşir ve gözle görülebilecek boyutlara ulaşır. Yapıların güvenilirliğinin sağlanabilmesi için, çatlakların ne durumda ve ne zaman büyüyeceğinin, ilerleyeceğinin ve kritik boyutlara ulaşacağıının incelenmesi gerekir. Bunlar, kırılma mekaniğinin temel konularıdır (URL-3 2011).

Kırılma mekaniği esasen şu temel soruların cevaplandırılmasına yardımcı olur.

1. Çatlak büyüyecek mi?
2. Bir çatlaklı ilerletmek için gerekli minimum enerji nedir?
3. Kritik çatlak uzunluğu nedir?
4. Çatlak, kritik uzunluğa ne kadar zaman sonra ulaşır?
5. Çatlak kararsız bir şekilde ve hızlı mı, yoksa kararlı ve yavaş mı ilerleyecek?
6. Çatlak yavaş ve kararlı bir şekilde ilerleyecekse, hangi hızda ilerleyecek?

Niteliksel anlamda, kırılma mekaniği üzerine yapılan ilk çalışmalar Leonardo da Vinci tarafından başlatılmıştır. Leonardo da Vinci demir tellerle yaptığı deneylerde, tellerin mukavemetinin telin uzunluğu ile ters orantılı olduğunu bulmuştur. Daha uzun telde çatlak bulunma ihtimali daha fazla olduğu için, da Vinci'nin elde ettiği sonuç yapıdaki çatlakların yapının mukavemeti üzerindeki etkisini göstermiştir. Fakat bu bulgu sadece nitelikseldir (URL-3 2011).

Niceliksel anlamda ise, kırılma mekaniği büyük ölçüde Griffith'in 1920'de yayınlamış olduğu çalışma ile başlamış, Irwin'in 1958'deki çalışması ile hız kazanmıştır (URL-3 2011).

3.1 GRIFFITH TEORİSİ

Griffith camın kırılma mukavemetini incelerken, cam çubuğun boyu uzadıkça mukavemetinin azaldığını görmüştür. Bu durumun, camın yüzey hatalarından ileri geldiği düşünülmüştür, çünkü cam çubuğun boyu uzadıkça yüzey hatalarının bulunma ihtimali artmaktadır. Griffith gevrek bir malzemede çatlak bulunması halinde, malzemenin kırılmadan dayanabileceği gerilmeyi tayin eden ilk bağıntıyı geliştirmiş ve Eşitlik 3.1’de ifade edilmiştir (URL-4 2011).

$$\sigma_f = \left(\frac{2 \cdot \gamma \cdot E}{\pi a} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.1)$$

σ_f	=	Kırılma Gerilmesi
γ	=	Yüzey Enerjisi
E	=	Elastite Modülü
a	=	Çatlak Boyunun Yarısı

Griffith denkleminde göre, kırılmaya sebep olan gerilme miktarı “ σ_f ”, mevcut çatlak boyutu ile ters orantılıdır.

Griffith denkleminde yüzey enerjisi terimi yerine, genellikle kırılma işini gösteren bir parametre “G” kullanılır. Bu durumda Eşitlik 3.2’de gösterilmiştir (URL-4 2011).

$$\sigma_f = \left(\frac{E \cdot G_c}{\pi \cdot a} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.2)$$

Burada $G_c = 2 \cdot \gamma$ olup, kırılma için gerekli toplam işi gösterir. Griffith, analizinde, deformasyon enerjisinin çatlak ilerlemesi sırasında, ara yüzey enerjisine dönüşümünü esas almıştır. Dolayısıyla “G”, aynı zamanda çatlak birim yüzeyde ilerlemesi için gerekli olan enerji miktarıdır. Kırılma, G’nin kritik bir değeri olan G_c ’de meydana gelir (URL-4 2011).

3.2 IRWIN TEORİSİ

Irwin ve arkadaşları gevrek kırılmayı ayrı bir görüşle analiz etmişlerdir. Onlar analizlerinde çatlak ucu civarındaki gerilme durumunu esas almışlardır. Çatlak ucu civarındaki gerilmelerin hesaplanmasından, bir gerilme şiddet faktörü “K” parametresi geliştirmişlerdir. Gerilme şiddet faktörü “K” uygulanan gerilmenin, çatlak boyut ve şeklinin ve bir geometrik faktörün fonksiyonudur (URL-5 2011).

Griffith denklemi Eşitlik 3.3’deki gibi yazıldığında;

$$\sigma_f \cdot \sqrt{\pi \cdot a} = \sqrt{E \cdot G_c} \quad (3.3)$$

elde edilir.

Eşitlik 3.3’den $\sigma_f \cdot \sqrt{\pi \cdot a}$ ’nın değerinin $\sqrt{E \cdot G_c}$ ’ye ulaştığında çatlak ilerleyeceği anlaşılmaktadır. $\sigma_f \cdot \sqrt{\pi \cdot a}$ teriminin çatlak ilerlemesi için gerekli kuvvet ölçüsü olduğu düşünülerek, bu terim gerilme şiddet faktörü olarak isimlendirilir (URL-5 2011).

Dolayısıyla Eşitlik 3.4’deki gibi gösterilir.

$$K = \sigma_f \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \quad (3.4)$$

Gerilme şiddet faktörü K ’nin kritik bir K_c değerinde kırılma olur.

Bu durumda elde edilen Eşitlik 3.5’de gösterilmiştir.

$$K_c = \sqrt{E \cdot G_c} \quad (3.5)$$

Kritik gerilme şiddet faktörü “ K_c ” genellikle kırılma tokluğu olarak isimlendirilir. Kırılma tokluğunun birimi $MPa\sqrt{m}$ ’dir (URL-5 2011).

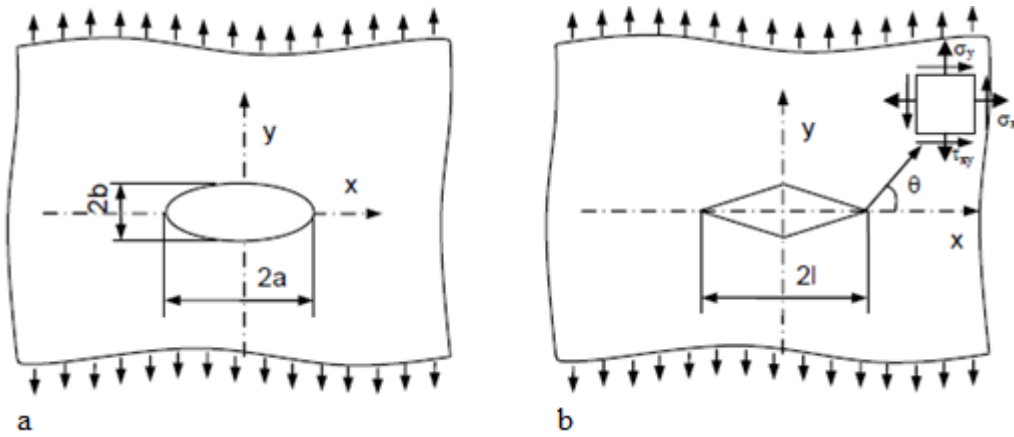
Gerilme şiddet faktörü “ K ”, yalnız gerilme durumu ve çatlak geometrisiyle ilgili bir parametre olup malzemenin özelliklerine bağlı değildir. Hâlbuki kırılma tokluğu “ K_c ”,

malzeme özelliğiyle ilgili bir parametredir. Kırılma tokluğu “ K_c ” özelliğini belirlemek için gerilme şiddet faktörü “ K ” ölçülür. $K = K_c$ olduğunda çatlak ilerler ve kırılma olur.

Yukarıdaki bağıntılar sonsuz boyuttaki levhalar için geçerlidir. Belirli boyuttaki numuneler için gerilme şiddet faktörünün hesaplanmasında deneysel ve teorik yolla geliştirilmiş farklı bağıntılar kullanılır (URL-5 2011).

3.3 GERİLİM KONSANTRASYON FAKTÖRÜ (GERİLİM YOĞUNLUK FAKTÖRÜ)

Çentikli bir numuneye bir gerilim uyguladığında, çentiğin ucundaki gerilim seviyesi artar. Gerilimdeki bu artma gerilim konsantrasyon faktörü ile (α_G) ölçülebilmektedir. Şekil 3.1 a ve 3.1 b’de düzlemsel gerilim şeması üzerine Elips ve romb şeklindeki gerilim konsantrasyonları σ gerilimi altında yüklenmiştir (Said 2010).



Şekil 3.1 Eliptik çatlak tipindeki gerilim konsantrasyonu (a), Romb çatlak tipindeki gerilim konsantrasyonu (b).

Şekil 3.1 a’da eliptik çatlak için, çatlak ucundaki maksimum gerilim uygulanan gerilim ve çatlakın geometrisinin fonksiyonudur. Buna göre maksimum gerilme Eşitlik 3.6’da gösterilmiştir (Said 2010);

$$\sigma_{max} = \sigma_{ort} \left(1 + 2 \frac{a}{b} \right) = \sigma_{ort} \left(1 + 2 \sqrt{\frac{a}{\rho}} \right) \quad (3.6)$$

şeklinde yazabiliriz. Elde edilen çatlak ucu yarıçapı Eşitlik 3.7’de gösterilmiştir (Said 2010).

$$\rho = \frac{b^2}{a} \quad (3.7)$$

Şekil 3.1 b için gerilim şiddet faktörü Eşitlik 3.8’de gösterilmiştir (Said 2010).

$$K = \sigma_y \sqrt{2\pi r} \quad (3.8)$$

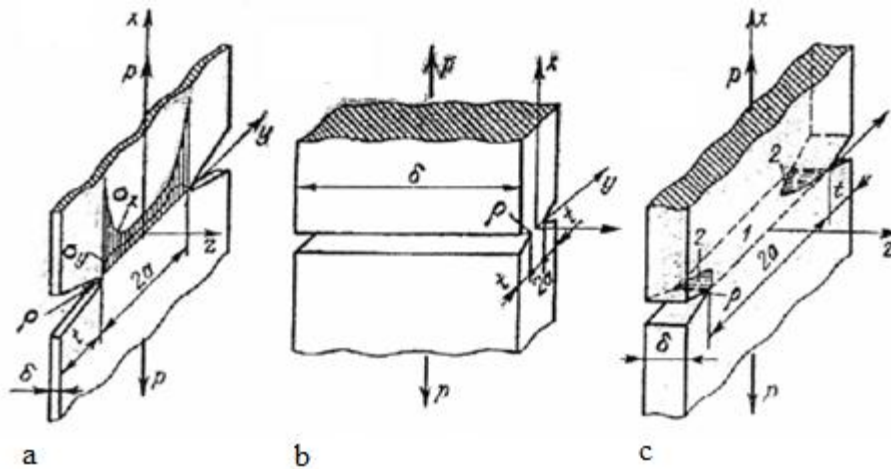
Burada r çatlak ucundan itibaren θ açısı altında incelenen noktaya kadar olan mesafeyi göstermektedir. Romb şeklindeki gerilim konsantrasyonu için Irwin’in öne sürdüğü formüller Eşitlik 3.9, Eşitlik 3.10 ve Eşitlik 3.11’de gösterilmiştir (Said 2010).

$$\sigma_x = \frac{K}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2}\right) \quad (3.9)$$

$$\sigma_y = \frac{K}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2}\right) \quad (3.10)$$

$$\tau_{xy} = \frac{K}{\sqrt{2\pi r}} \left(\sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2}\right) \quad (3.11)$$

Şekil 3.2’de düzlemsel gerilim ve düzlemsel deformasyon şartlarını açıklayan üç farklı şema verilmiştir (Said 2010).



Şekil 3.2 Düzlemsel gerilim durumu (a), Düzlemsel gerilim durumu (b), Her iki durumda da gerçekleşmesi (c).

Şekil 3.2 a'daki düzlemsel gerilim durumu Eşitlik 3.12'de;

$$\sigma_x \neq 0, \sigma_y \neq 0, \sigma_z = 0, \varepsilon_x \neq 0, \varepsilon_y \neq 0, \varepsilon_z = 0 \quad (3.12)$$

ifade edilmiştir. Düzlemsel gerilim (hacimsel gerinim) söz konusu olan ince levhalarda σ_z olmamaktadır. Bundan dolayı kırılma gevrek bir şekilde gerçekleşmemektedir. Şekil 3.2 b'deki düzlemsel gerinim (Hacimsel gerilim) durumu Eşitlik 3.13 ve Eşitlik 3.14'de gösterilmiştir (Said 2010).

$$\rho < t \quad \sigma_x \neq 0, \sigma_y \neq 0, \sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y) \quad (3.13)$$

$$(3.14)$$

$$2a < t \quad \varepsilon_x \neq 0, \varepsilon_y \neq 0, \varepsilon_z = 0$$

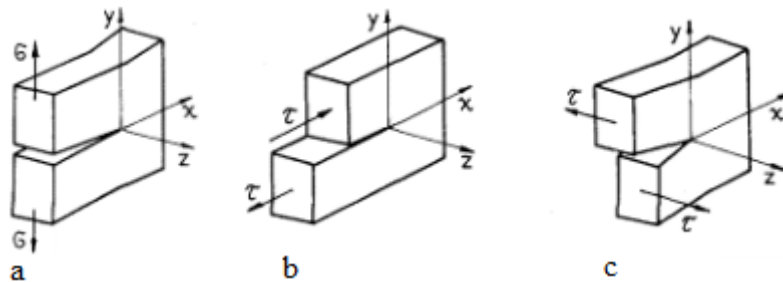
Bu tür gerilim durumunda malzemede gevrek kırılma gerçekleşmektedir (Said 2010).

Şekil 3.2 c'de ise Şekil 3.2 a ve Şekil 3.2 b'de bahsedilenlerin arasındaki durum söz konusudur (Said 2010).

Kırılma mekaniğinde üç çeşit kırılma şeması fark edilmektedir. Şekil 3.3'de bu kırılma modları gösterilmektedir (Said 2010).

Kırılma mekaniğinde üç farklı kırılma şekli gözlemlenir. Bunlar (Said, 2010);

- I. Tür Kırılma; Normal Kopma (K_I)
- II. Tür Kırılma; Çatlak Yüzeyi Boyunca Kopma (K_{II})
- III. Tür Kırılma; Çatlak Yüzeyine Ters Kopma (K_{III})

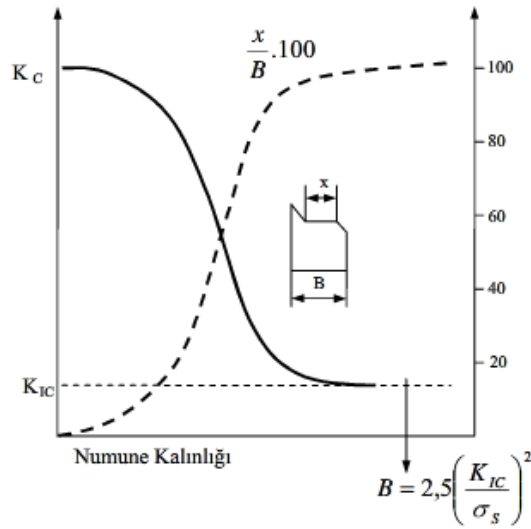


Şekil 3. 3. Kırılma şekilleri (a, b, c).

Kırılma mekaniği 1. tür kırılma şekline yoğunlaşmıştır. Çünkü bu kırılma şeklinde gevrek kırılma gözlenmektedir (Said, 2010).

3.4 GERİLİM VE GERİNİM

Şekil 3.4’de gösterildiği gibi numune kalınlığı arttıkça K_C değeri azalır ve numune kalınlığı belirli bir değere ulaştığında $K_C = K_{IC}$ eşitliği gerçekleşmektedir. Numune kalınlığı arttıkça bu değer değişmemektedir, bundan dolayı K_{IC} malzemenin bir sabitliği sayılmaktadır. K_{IC} malzemenin kalınlığına değil, fakat sıcaklık (T) ve deformasyon hızına ($\dot{\epsilon}$) bağlı olmaktadır (ASTM E399 1997; E399-90 2003).

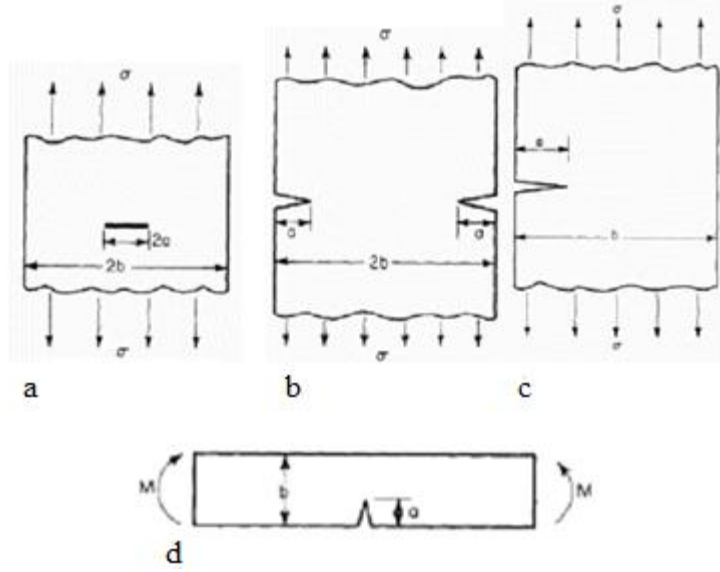


Şekil 3.4 Numune kalınlığının K_C ve K_{IC} 'ye etkisi.

Yüzeysel deformasyon durumunun gerçekleşmesi durumu için ($K=K_{IC}$) numunenin kalınlığı (B) Eşitlik 3.15’de ifade edilmektedir (ASTM E399 1997; E399-90 2003).

$$B \geq 2,5 \left(\frac{K_{IC}}{\sigma_y} \right)^2 \quad (3.15)$$

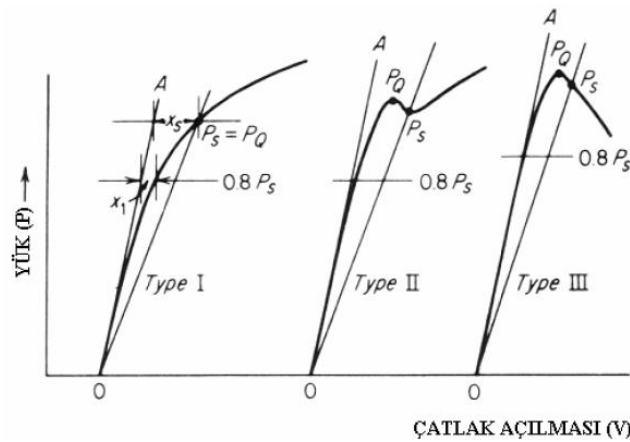
Eşitlik 3.15’de görüldüğü gibi K_{IC} yi değerlendirmek için gerekli kalınlığa sahip numune testi yapılmaktadır. ASTM E399 standardına göre K_{IC} ’yi değerlendirmek için Şekil 3.5’deki gibi dört tip çentikli numune deneyi yapılmaktadır (Said 2010).



Şekil 3.5 Düzlemsel gerilim durumu için K_{IC} 'nin hesaplanmasında test edilen numune çeşitleri (a, b, c, d).

Şekil 3.5 a'daki numunenin orta kısmında bir gerilirim konsantrasyonu (delik) yapılmaktadır. Bu kısımda çatlak oluşturulmakta ve numune çekmeye tabi tutulmaktadır. Şekil 3.5 b'deki numune silindirik bir numunedir, gerilim konsantrasyonu olarak çentik yapılmaktadır ve aksenal çekmeye tabi tutulmaktadır. Şekil 3.5 c'deki numune eksantrik olan çekme ile test edilmektedir. Şekil 3.5 d'deki numune de ise çentik yapılmaktadır ve bu numune eğme deneyine tabi tutulmaktadır (Said 2010).

Deney aşamasında hazırlanan numuneler, numune üzerinde titreşim meydana getiren cihazlara yerleştirilmektedir. Deneylerde, şekil 3.6'da görülen kuvvet-çatlağın açılması (P-V) grafikleri çizilmektedir (Said 2010).



Şekil 3.6 Kırılma testi (Kuvvet - Çatlağın açılması grafiği).

Şekil 3.6'daki grafiklerden K_{IC} 'nin hesaplanması için P_Q kuvveti elde edilmektedir. Bu P_Q kuvvetine göre kırılma tokluğu K_Q olarak tayin edilmektedir (Said 2010).

$$B, l \geq 2,5 \left(\frac{K_Q}{\sigma_y} \right)^2 \quad (3.16)$$

Eşitlik 3.16'ya göre numune kalınlığı formül şartına uygunsa $K_Q = K_{IC}$ olarak kabul edilir. Şekil 3.5 a'daki numune için (Said 2010);

$$K_Q = \frac{P_Q}{t\sqrt{5}} Y_1 \quad (3.17)$$

$$Y_1 = 0,380 \left[1 + 2,308 \left(\frac{2l}{b} \right) + 2,439 \left(\frac{2l}{b} \right)^2 \right] \quad (3.18)$$

Eşitlik 3.17 ve Eşitlik 3.18 ile açıklanabilir. Şekil 3.5 b'deki numune için ise Eşitlik 3.19, Eşitlik 3.20, Eşitlik 3.21 ve Eşitlik 3.22 ile açıklanabilir (Said 2010).

$$K_Q = \frac{P_Q}{\sqrt{D^3}} (Y_2^t + Y_2^u) \quad (3.19)$$

$$Y_2^t = 6,53 \left[1 - 1,8167 \left(\frac{d}{D} \right) + 0,9167 \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right] \quad (3.20)$$

$$Y_2^u = 3,1 \left(\frac{2s}{d} \right) \quad (3.21)$$

$$0,6D \leq d \leq 0,7D \text{ ve } 2s < 0,008d \text{ olarak gösterilir.} \quad (3.22)$$

Şekil 3.5 c'deki numune için Eşitlik 3.23, Eşitlik 3.24 ve Eşitlik 3.25 (Said 2010);

$$K_Q = \frac{P_Q}{t\sqrt{b}} Y_3 \quad (3.23)$$

$$Y_3 = 13,74 \left[1 - 2,38 \left(\frac{l}{b} \right) + 5,572 \left(\frac{l}{b} \right)^2 \right] \quad (3.24)$$

$$0,45b \leq l \leq 0,55b \quad (3.25)$$

ile hesaplanabilir. Şekil 3.5 d'deki numune için Eşitlik 3.26, Eşitlik 3.27 ve Eşitlik 3.28 (Said 2010);

$$K_Q = \frac{P_Q \cdot l}{t \sqrt{b^3}} Y_4 \quad (3.26)$$

$$Y_4 = 3,494 \left[1 - 3,396 \left(\frac{l}{b} \right) + 5,839 \left(\frac{l}{b} \right)^2 \right] \quad (3.27)$$

$$0,45b \leq l \leq 0,55b \quad (3.28)$$

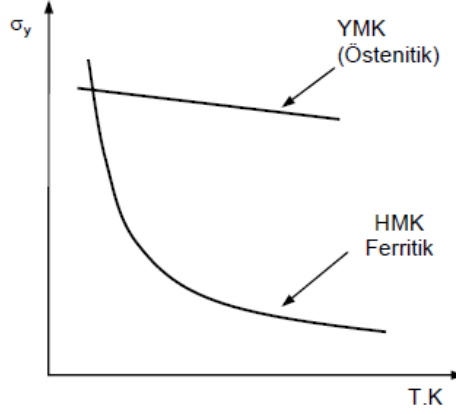
ile hesaplanabilir.

Formüllerdeki Y polinomları test edilen numunelerin sınırlı boyutunu göz önünde bulunduran parametrelerdir (Said 2010).

3.5 AKMA GERİLİMİ VE PEKLEŞMENİN ÇELİKLERİN KIRILMA TOKLUĞUNDAKİ ÖNEMİ

Hacim merkezli küp kafes (HMK) yapısına sahip metal ve alaşımlarının akma gerilimi sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık azaldıkça akma gerilimi artar. Yüzey merkezli küp kafesine (YMK) sahip metal ve alaşımlarının ise akma gerilimlerinin sıcaklıkla ilişkileri çok fazla değildir, hatta yok denecek kadar azdır. Dolayısıyla literatürdeki çalışmaların bir kısmı hacim merkezli küp kafes yapısına sahip metal ve alaşımlarının sıcaklığa bağlı olarak kırılma tokluklarının incelenmesi üzerine olmuştur. Akma gerilimi ise bu tür malzemelerde önemli rol oynamaktadır (Said 2010).

Şekil 3.7’de HMK ve YMK kafesli metal ve alaşımlar için, akma gerilimlerinin sıcaklık ile değişimi şematik olarak ifade edilmektedir (Said 2010).



Şekil 3.7 Akma geriliminin HMK ve YMK kafesli metallere sıcaklıkla göre değişimi.

Şekil 3.4’de numune kalınlığına bağlı olarak K_c ’nin değişimi numune kalınlığı arttıkça K_{Ic} seviyesine doğru ulaşmaktadır. Düzlem gerilimden, düzlem gerinime geçişte numune kalınlığının etkisi bulunmaktadır ve bu geçişi akma gerilimi güçlü bir şekilde etkilemektedir. Akma gerilimi yüksek olsa, çatlak ucunda küçük bir plastik bölge meydana gelmektedir. K_{Ic} genellikle akma geriliminin artması ile azalmaktadır (Said 2010).

Dislokasyonların hareketi neticesi düzlemde meydana gelen kaymanın miktarı artarsa deformasyon, plastik şekil değiştirme bitene kadar zorlaşmaktadır. Kayma sadece tekrar büyük bir gerilim uygulanırsa başlayabilmektedir. Bu olay pekleşme olarak bilinmektedir. Yani her zaman ilk plastik deformasyondan sonra kayma için gerekli kayma gerilimi artmaktadır (Said 2010).

Pekleşme etkisi polikristal metallere göre, ince taneli metallere de kaba tanelilere göre belirgindir. Bu durum her bir tanedeki dislokasyonların spesifik kayma düzlemleri üzerinde hareket etmesinden kaynaklanmaktadır. Ancak bu düzlemler komşu tanelerde paralel değildir ve dislokasyonlar tane sınırlarına tutunmaktadır (Said 2010).

BÖLÜM 4

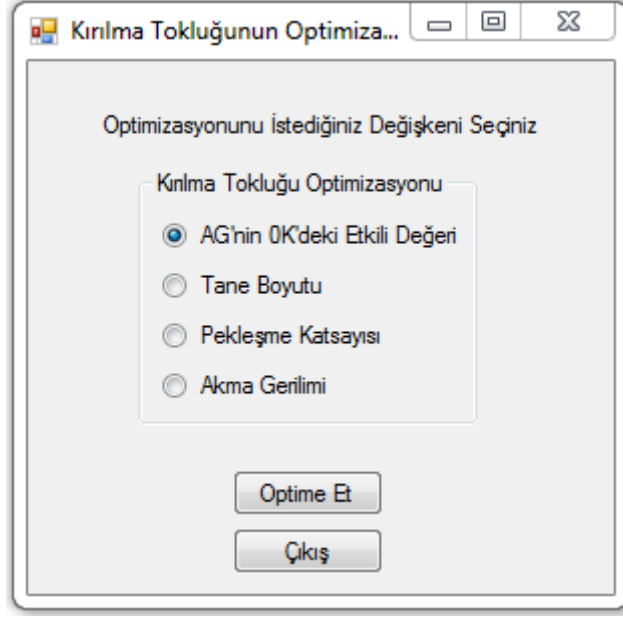
C SHARP PROGRAMLAMA DİLİ HAKKINDA KISA BİLGİ

C Sharp (C#); Microsoft tarafından geliştirilmiş %100 nesne tabanlı bir programlama dilidir. C++ ve Java dillerine oldukça benzer yapıdadır. Eski yazılım bileşenleriyle uyumlu bir şekilde çalışmaktadır. ECMA ve ISO standartları altında olan bir dildir. (URL-6 2011).

ECMA tarafından C# dilinin tasarım hedefleri şöyle sıralanır (URL-6 2011).

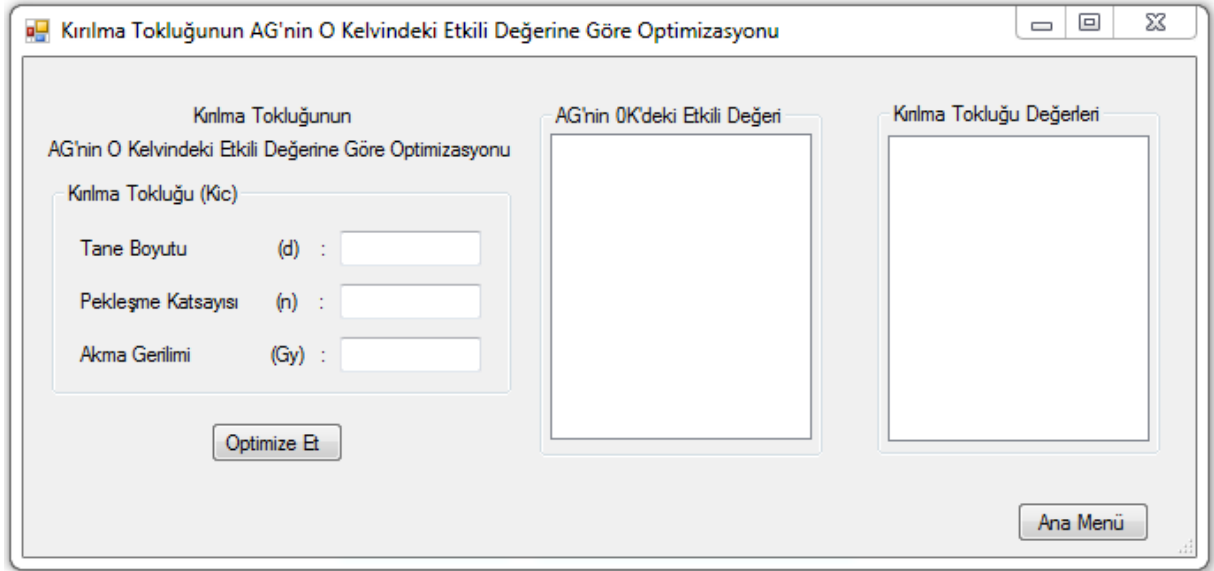
1. C# basit, modern, genel-amaçlı, nesneye yönelik programlama dili olarak tasarlanmıştır (URL-6 2011).
2. Çünkü yazılımın sağlamlığı, güvenilirliği ve programcılarının üretkenliği önemlidir. C# yazılım dili, güçlü tiplendirme kontrolü, izin sınırlar kontrolü, tanımlanmamış değişkenlerin kullanım tespiti ve otomatik artık veri toplama gibi özelliklerine sahiptir (URL-6 2011).
3. Programcı portatifiği, özellikle C ve C++ dilleri ile tecrübesi olanlar için çok önemlidir (URL-6 2011).
4. Enternasyonal hale koymak için verilen destek çok önemlidir (URL-6 2011).
5. C# programlama dili sunucu ve gömülü sistemler için tasarlanmıştır. Bununla birlikte C# programlama dili en basit fonksiyondan, işletim sistemini kullanan en teferruatlısına kadar kapsamaktadır (URL-6 2011).
6. C# uygulamaları hafıza ve işlemci gereksinimleri ile tutumlu olmak üzere tasarlanmıştır. Buna rağmen C# programlama dili performans açısından C veya assembly dili ile rekabet etmek için tasarlanmamıştır (URL-6 2011).

4.1 OPTİMİZASYON PROGRAMININ GÖRÜNTÜLERİ



Şekil 4.1 Optimizasyon programının ana menüsü.

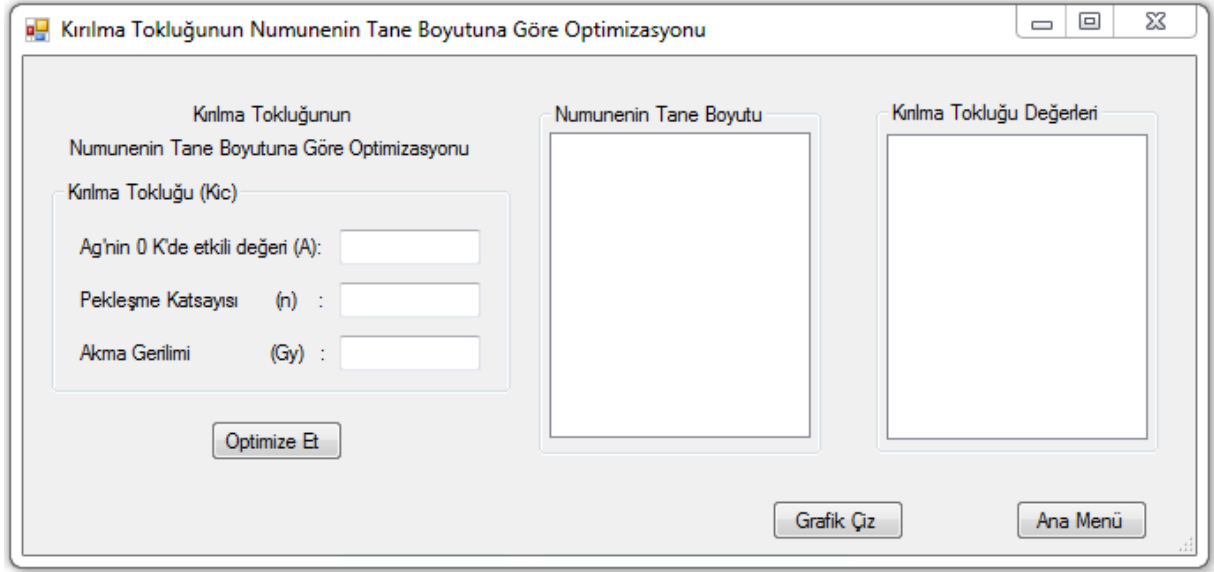
Şekil 4.1’de optimizasyon programının ana ekran menüsü görülmektedir. Bu bölümde optimizasyonunu yapmak istediğimiz parametrenin seçim işlemi yapılmaktadır.



Şekil 4.2 Akma geriliminin 0 kelvin’deki etkili değeri için optimizasyon görüntüsü.

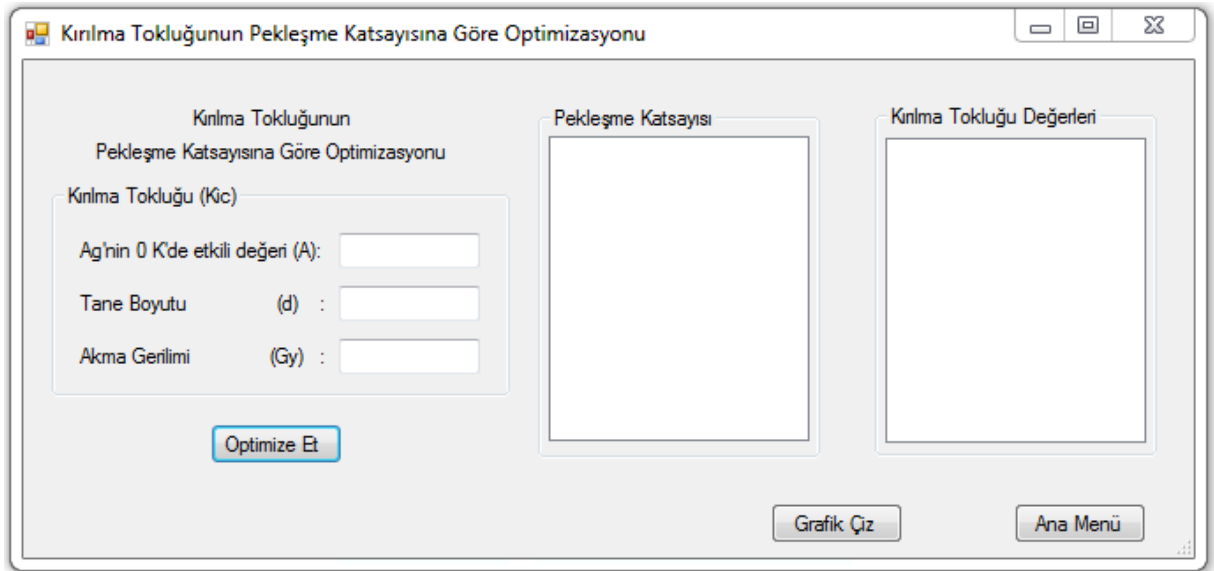
Şekil 4.2’de akma geriliminin 0 kelvin’deki etkili değeri için optimizasyon görüntüsü görülmektedir. Bu bölümde A parametresi için optimizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir.

Uygun parametre değerleri girdikten sonra optime et butonu ile kırılma tokluğu değerleri elde edilmektedir.



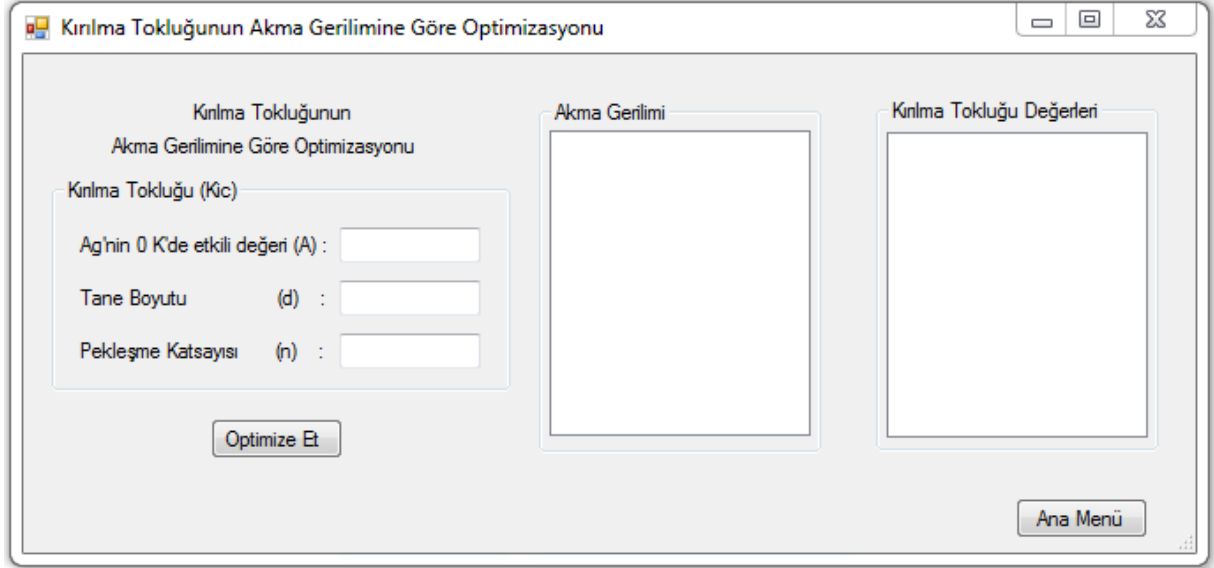
Şekil 4.3 Numunenin tane boyutu için optimizasyon görüntüsü.

Şekil 4.3'te numunenin tane boyutu için optimizasyon görüntüsü görülmektedir. Bu bölümde d parametresi için optimizasyon işlemi gerçekleşmektedir. Uygun parametre değerleri girdikten sonra optime et butonu ile kırılma tokluğu değerleri elde edilmektedir.



Şekil 4.4 Pekleğme katsayısı için optimizasyon görüntüsü.

Şekil 4.4’de pekleşme katsayısı için optimizasyon görüntüsü görülmektedir. Bu bölümde n parametresi için optimizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Uygun parametre değerleri girdikten sonra optimize et butonu ile kırılma tokluğu değerleri elde edilmektedir.



Şekil 4.5 Akma gerilimi için optimizasyon görüntüsü.

Şekil 4.5’te akma gerilimi için optimizasyon görüntüsü görülmektedir. Bu bölümde σ_y parametresi için optimizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Uygun parametre değerleri girdikten sonra optimize et butonu ile kırılma tokluğu değerleri elde edilmektedir.

4.2 PROGRAM KODLARI

4.2.1 Ana Menü’nün Program Kodları

```
1. using System;
2. using System.Collections.Generic;
3. using System.ComponentModel;
4. using System.Data;
5. using System.Drawing;
6. using System.Linq;
7. using System.Text;
8. using System.Windows.Forms;
9. namespace WindowsFormsApplication1
10. {
11.     public partial class Form1 : Form
12.     {
13.         public Form1()
```



```

14.     {
15.         InitializeComponent();
16.     }
17.     private void label1_Click(object sender, EventArgs e)
18.     {
19.     }
20.     private void Devam_Click(object sender, EventArgs e)
21.     {
22.         if (KesitAlani.Checked == true)
23.         {
24.             Form2 KA = new Form2();
25.             this.Visible = false;
26.             KA.ShowDialog();
27.             this.Visible = true;
28.         }
29.         else if (KesitCapi.Checked == true)
30.         {
31.             Form3 KC = new Form3();
32.             this.Visible = false;
33.             KC.ShowDialog();
34.             this.Visible = true;
35.         }
36.         else if (Peklesme.Checked == true)
37.         {
38.             Form4 Pek = new Form4();
39.             this.Visible = false;
40.             Pek.ShowDialog();
41.             this.Visible = true;
42.         }
43.         else if (AkmaGerilimi.Checked == true)
44.         {
45.             Form5 AG = new Form5();
46.             this.Visible = false;
47.             AG.ShowDialog();
48.             this.Visible = true;
49.         }
50.         Form1.ActiveForm.Close();
51.     }
52.     private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
53.     {
54.     }
55.     private void KesitCapi_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
56.     {
57.     }
58.     private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
59.     {
60.         Form1.ActiveForm.Close();
61.     }
62. }
63. }

```

4.2.2 Akma Geriliminin 0 Kelvin'deki Etkili Değerine Göre Optimizasyon Kodları

```
1. using System;
2. using System.Collections.Generic;
3. using System.ComponentModel;
4. using System.Data;
5. using System.Drawing;
6. using System.Linq;
7. using System.Text;
8. using System.Windows.Forms;
9. using System.Xml.Linq;
10. using Microsoft.Office.Interop.Excel;
11. using MExcel = Microsoft.Office.Interop.Excel;
12. using Microsoft.Office.Core;
13. namespace WindowsFormsApplication1
14. {
15.     public partial class Form2 : Form
16.     {
17.         public Form2()
18.         {
19.             InitializeComponent();
20.         }
21.         float[] dizi = new float[43];
22.         float döngü;
23.         private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
24.         {
25.             döngü = 0;
26.             button2.Visible = true;
27.             listBox1.Items.Clear();
28.             double Kc, Pk, Ag, Kic, Ka, Pi, kappa;
29.             String a;
30.             int b, d, f;
31.             Ka = 800;
32.             Pi = Math.PI;
33.             b = (KesitÇapi.Text.Length);
34.             d = (PeklesmeKatsayisi.Text.Length);
35.             f = (AkmaGerilimi.Text.Length);
36.             String Kesit = KesitÇapi.Text;
37.             string t1 = KesitÇapi.Text;
38.             string t2 = PeklesmeKatsayisi.Text;
39.             string t3 = AkmaGerilimi.Text;
40.             if (KesitÇapi.Text != string.Empty && PeklesmeKatsayisi.Text !=
string.Empty && AkmaGerilimi.Text != string.Empty)
41.             {
42.                 for (int i = 0; i < t1.Length; i++)
43.                 {
44.                     if (!Char.IsDigit(t1, i) && t1[i] != ',')
45.                     {
46.                         döngü = 1;
```

```

47.         MessageBox.Show("Tane Boyutu Değerinin "+(i +
1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgül değil.");
48.         KesitÇapi.Clear();
49.         PeklesmeKatsayisi.Clear();
50.         AkmaGerilimi.Clear();
51.     }
52. }
53. for (int i = 0; i < t2.Length; i++)
54. {
55.     if (!Char.IsDigit(t2, i) && t2[i] != ',')
56.     {
57.         döngü = 1;
58.         MessageBox.Show("Pekleşme Katsayısı Değerinin "+(i +
1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgül değil.");
59.         KesitÇapi.Clear();
60.         PeklesmeKatsayisi.Clear();
61.         AkmaGerilimi.Clear();
62.     }
63. }
64. for (int i = 0; i < t3.Length; i++)
65. {
66.     if (!Char.IsDigit(t3, i) && t3[i] != ',')
67.     {
68.         döngü = 1;
69.         MessageBox.Show("Akma Gerilimi Değerinin "+(i +
1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgül değil.");
70.         KesitÇapi.Clear();
71.         PeklesmeKatsayisi.Clear();
72.         AkmaGerilimi.Clear();
73.     }
74. }
75. }
76. else if ((b == 0) || (d == 0) || (f == 0))
77. {
78.     MessageBox.Show("Lütfen Boş Alan Bırakmayınız!");
79. }
80. if ((döngü != 1) && (b != 0) && (d != 0) && (f != 0))
81. {
82.     Pk = Convert.ToDouble(PeklesmeKatsayisi.Text);
83.     Kc = Convert.ToDouble(KesitÇapi.Text);
84.     Ag = Convert.ToDouble(AkmaGerilimi.Text);
85.     if (Kc < 10 || Kc > 50)
86.     {
87.         MessageBox.Show("Tane Boyutu için girilen değer 10-50
mikrometre arasında değildir.");
88.     }
89.     else if (Pk < 0.05 || Pk > 0.5)
90.     {
91.         MessageBox.Show("Pekleşme Katsayısı için girilen değer 0,05-
0,5 arasında değildir.");

```

```

92.         }
93.         else if (Ag < 100 || Ag > 1000)
94.         {
95.             MessageBox.Show("Akma Gerilimi için girilen değer 100-1000
Mega Pascal arasında değildir.");
96.         }
97.         else
98.         {
99.             for (int i = 0; i < 43; i++)
100.            {
101.                kappa = ((1 - Pk) / (2 * Pk));
102.                Kic = Ka * (Math.Sqrt((Pi * Kc/1000000))) * (Math.Pow((Ka /
Ag), kappa));
103.                a = Convert.ToString(Kic);
104.                dizi[i] = (float)Kic;
105.                listBox1.Items.Add(a);
106.                listBox2.Items.Add(Ka);
107.                Ka = Ka + 100;
108.            }
109.        }
110.    }
111. }
112. private void KesitÇapi_TextChanged(object sender, EventArgs e)
113. {
114. }
115. private void Form2_Load(object sender, EventArgs e)
116. {
117. }
118. private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
119. {
120.     MExcel.Application exceluygulama = new MExcel.Application();
121.     MExcel.Workbook excelkitap = exceluygulama.Workbooks.Add(true);
122.     exceluygulama.Visible = true;
123.     int adet;
124.     adet = listBox1.Items.Count;
125.     MExcel.Worksheet excelsayfa =
(MExcel.Worksheet)exceluygulama.ActiveSheet;
126.     excelsayfa.Cells[1, 1] = "Kırılma Tokluğu Değerleri";
127.     excelsayfa.Cells[1, 2] = "AG'nin 0 Kelvindeki Etkili Değerleri";
128.     excelsayfa.Cells[1, 3] = "En iyi Kırılma Tokluğu Değeri";
129.     excelsayfa.Cells[2, 3] = dizi.Max();
130.     for (int i = 2; i <= adet+1; i++)
131.     {
132.         excelsayfa.Cells[i, 1] = listBox1.Items[i - 2].ToString();
133.         excelsayfa.Cells[i, 2] = listBox2.Items[i - 2].ToString();
134.     }
135.     MExcel.ChartObjects grafikciz =
(MExcel.ChartObjects)excelsayfa.ChartObjects(Type.Missing);
136.     MExcel.ChartObject grafikalan = grafikciz.Add(200,50,800,400);
137.     MExcel.Chart grafik = grafikalan.Chart;

```

```

138.         MExcel.Range cizimalan = excelsayfa.get_Range("A1", "B44");
139.         grafik.SetSourceData(cizimalan, Type.Missing);
140.         grafik.ChartType = MExcel.XlChartType.xlLine;
141.         MExcel.SeriesCollection cizim =
(MExcel.SeriesCollection)grafik.SeriesCollection(Type.Missing);
142.         MExcel.Series ciz = cizim.Item(cizim.Count);
143.     }
144.     private void listBox2_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
145.     {
146.     }
147.     private void groupBox3_Enter(object sender, EventArgs e)
148.     {
149.     }
150.     private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
151.     {
152.         Form1 Anamenu = new Form1();
153.         this.Visible = false;
154.         Anamenu.ShowDialog();
155.         this.Visible = true;
156.         Form2.ActiveForm.Close();
157.     }
158. }
159. }

```

4.2.3 Numunenin Tane Boyutuna Göre Optimizasyon Kodları

```

1.     using System;
2.     using System.Collections.Generic;
3.     using System.ComponentModel;
4.     using System.Data;
5.     using System.Drawing;
6.     using System.Linq;
7.     using System.Text;
8.     using System.Windows.Forms;
9.     using Microsoft.Office.Interop.Excel;
10.    using MExcel = Microsoft.Office.Interop.Excel;
11.    using Microsoft.Office.Core;
12.    namespace WindowsFormsApplication1
13.    {
14.        public partial class Form3 : Form
15.        {
16.            public Form3()
17.            {
18.                InitializeComponent();
19.            }
20.            float[] dizi = new float[41];
21.            float döngü;
22.            private void label4_Click(object sender, EventArgs e)

```

```

23.     {
24.
25.     }
26.     private void label2_Click(object sender, EventArgs e)
27.     {
28.
29.     }
30.     private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
31.     {
32.         döngü = 0;
33.         button2.Visible = true;
34.         listBox1.Items.Clear();
35.         double Kc, Pk, Ag, Kic, Ka, Pi, kappa;
36.         String a;
37.         int b, d, f;
38.         Kc = 10;
39.         Pi = Math.PI;
40.         b = (KesitÇapi.Text.Length);
41.         d = (PeklesmeKatsayisi.Text.Length);
42.         f = (AkmaGerilimi.Text.Length);
43.         String Kesit = KesitÇapi.Text;
44.         string t1 = KesitÇapi.Text;
45.         string t2 = PeklesmeKatsayisi.Text;
46.         string t3 = AkmaGerilimi.Text;
47.         if (KesitÇapi.Text != string.Empty && PeklesmeKatsayisi.Text !=
string.Empty && AkmaGerilimi.Text != string.Empty)
48.         {
49.             for (int i = 0; i < t1.Length; i++)
50.             {
51.                 if (!Char.IsDigit(t1, i) && t1[i] != ',')
52.                 {
53.                     döngü = 1;
54.                     MessageBox.Show("Ag'nin 0 Kelvindeki etkili değerinin " + (i
+ 1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgöl değil.");
55.                     KesitÇapi.Clear();
56.                     PeklesmeKatsayisi.Clear();
57.                     AkmaGerilimi.Clear();
58.                 }
59.             }
60.             for (int i = 0; i < t2.Length; i++)
61.             {
62.                 if (!Char.IsDigit(t2, i) && t2[i] != ',')
63.                 {
64.                     döngü = 1;
65.                     MessageBox.Show("Pekleşme Katsayısı Değerinin " + (i +
1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgöl değil.");
66.                     KesitÇapi.Clear();
67.                     PeklesmeKatsayisi.Clear();
68.                     AkmaGerilimi.Clear();
69.                 }

```

```

70.         }
71.         for (int i = 0; i < t3.Length; i++)
72.         {
73.             if (!Char.IsDigit(t3, i) && t3[i] != ',')
74.             {
75.                 döngü = 1;
76.                 MessageBox.Show("Akma Gerilimi Değerinin " + (i +
1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgöl değil.");
77.                 KesitÇapi.Clear();
78.                 PeklesmeKatsayisi.Clear();
79.                 AkmaGerilimi.Clear();
80.             }
81.         }
82.     }
83.     else if ((b == 0) || (d == 0) || (f == 0))
84.     {
85.         MessageBox.Show("Lütfen Boş Alan Bırakmayınız!");
86.     }
87.     if (döngü != 1 && (b != 0) && (d != 0) && (f != 0))
88.     {
89.         Pk = Convert.ToDouble(PeklesmeKatsayisi.Text);
90.         Ka = Convert.ToDouble(KesitÇapi.Text);
91.         Ag = Convert.ToDouble(AkmaGerilimi.Text);
92.
93.         if (Ka < 800 || Ka > 5000)
94.         {
95.             MessageBox.Show("Ag'nin 0 Kelvindeki Etkili Değeri için girilen
değer 800-5000 arasında değildir.");
96.         }
97.         else if (Pk < 0.05 || Pk > 0.5)
98.         {
99.             MessageBox.Show("Pekleşme Katsayısı için girilen değer 0,05-
0,5 arasında değildir.");
100.        }
101.
102.        else if (Ag < 100 || Ag > 1000)
103.        {
104.            MessageBox.Show("Akma Gerilimi için girilen değer 100-1000
Mega Pascal arasında değildir.");
105.        }
106.        else
107.        {
108.            for (int i = 0; i < 41; i++)
109.            {
110.                kappa = ((1 - Pk) / (2 * Pk));
111.                Kic = Ka * (Math.Sqrt((Pi * Kc / 1000000))) * (Math.Pow((Ka /
Ag), kappa));
112.                a = Convert.ToString(Kic);
113.                dizi[i] = (float)Kic;
114.                listBox1.Items.Add(a);

```

```

115.         listBox2.Items.Add(Kc);
116.         Kc = Kc + 1;
117.     }
118. }
119. }
120.
121. }
122. private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
123. {
124.     MExcel.Application exceluygulama = new MExcel.Application();
125.     MExcel.Workbook excelkitap = exceluygulama.Workbooks.Add(true);
126.     exceluygulama.Visible = true;
127.     int adet;
128.     adet = listBox1.Items.Count;
129.     MExcel.Worksheet excelsayfa =
(MExcel.Worksheet)exceluygulama.ActiveSheet;
130.     excelsayfa.Cells[1, 1] = "Kırılma Tokluğu Değerleri";
131.     excelsayfa.Cells[1, 2] = "Tane Boyutu";
132.     excelsayfa.Cells[1, 3] = "En iyi Kırılma Tokluğu Değeri";
133.     excelsayfa.Cells[2, 3] = dizi.Max();
134.     for (int i = 2; i <= adet + 1; i++)
135.     {
136.         excelsayfa.Cells[i, 1] = listBox1.Items[i - 2].ToString();
137.         excelsayfa.Cells[i, 2] = listBox2.Items[i - 2].ToString();
138.     }
139.     MExcel.ChartObjects grafikciz =
(MExcel.ChartObjects)excelsayfa.ChartObjects(Type.Missing);
140.     MExcel.ChartObject grafikalan = grafikciz.Add(200, 50, 800, 400);
141.     MExcel.Chart grafik = grafikalan.Chart;
142.     MExcel.Range cizimalan = excelsayfa.get_Range("A1", "B42");
143.     grafik.SetSourceData(cizimalan, Type.Missing);
144.     grafik.ChartType = MExcel.XlChartType.xlLine;
145.     MExcel.SeriesCollection cizim =
(MExcel.SeriesCollection)grafik.SeriesCollection(Type.Missing);
146.     MExcel.Series ciz = cizim.Item(cizim.Count);
147. }
148. private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
149. {
150.     Form1 Anamenu = new Form1();
151.     this.Visible = false;
152.     Anamenu.ShowDialog();
153.     this.Visible = true;
154.     Form2.ActiveForm.Close();
155. }
156. }
157. }

```


4.2.4 Numunenin Pekleşme Katsayısına Göre Optimizasyon Kodları

```
1. using System;
2. using System.Collections.Generic;
3. using System.ComponentModel;
4. using System.Data;
5. using System.Drawing;
6. using System.Linq;
7. using System.Text;
8. using System.Windows.Forms;
9. using Microsoft.Office.Interop.Excel;
10. using MExcel = Microsoft.Office.Interop.Excel;
11. using Microsoft.Office.Core;
12. namespace WindowsFormsApplication1
13. {
14.     public partial class Form4 : Form
15.     {
16.         public Form4()
17.         {
18.             InitializeComponent();
19.         }
20.         float[] dizi = new float[46];
21.         float döngü;
22.         private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
23.         {
24.             MExcel.Application exceluygulama = new MExcel.Application();
25.             MExcel.Workbook excelkitap = exceluygulama.Workbooks.Add(true);
26.             exceluygulama.Visible = true;
27.             int adet;
28.             adet = listBox1.Items.Count;
29.             MExcel.Worksheet excelsayfa =
(MExcel.Worksheet)exceluygulama.ActiveSheet;
30.             excelsayfa.Cells[1, 1] = "Kırılma Tokluğu";
31.             excelsayfa.Cells[1, 2] = "Pekleşme Katsayısı";
32.             excelsayfa.Cells[1, 3] = "En iyi Kırılma Tokluğu Değeri";
33.             excelsayfa.Cells[2, 3] = dizi.Max();
34.             for (int i = 2; i <= adet + 1; i++)
35.             {
36.                 excelsayfa.Cells[i, 1] = listBox1.Items[i - 2].ToString();
37.                 excelsayfa.Cells[i, 2] = listBox2.Items[i - 2].ToString();
38.             }
39.             MExcel.ChartObjects grafikciz =
(MExcel.ChartObjects)excelsayfa.ChartObjects(Type.Missing);
40.             MExcel.ChartObject grafikalan = grafikciz.Add(200, 50, 800, 400);
41.             MExcel.Chart grafik = grafikalan.Chart;
42.             MExcel.Range cizimalan = excelsayfa.get_Range("A1", "B47");
43.             grafik.SetSourceData(cizimalan, Type.Missing);
44.             grafik.ChartType = MExcel.XlChartType.xlLine;
```

```

45.         MExcel.SeriesCollection cizim =
(MExcel.SeriesCollection)grafik.SeriesCollection(Type.Missing);
46.         MExcel.Series ciz = cizim.Item(cizim.Count);
47.     }
48.     private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
49.     {
50.         döngü = 0;
51.         button2.Visible = true;
52.         listBox1.Items.Clear();
53.         double Kc, Ag, Kic, Ka, Pi, kappa, da;
54.         String a;
55.         int b, d, f;
56.         da = 0.05;
57.         Pi = Math.PI;
58.         b = (KesitÇapi.Text.Length);
59.         d = (PeklesmeKatsayisi.Text.Length);
60.         f = (AkmaGerilimi.Text.Length);
61.         String Kesit = KesitÇapi.Text;
62.         string t1 = KesitÇapi.Text;
63.         string t2 = PeklesmeKatsayisi.Text;
64.         string t3 = AkmaGerilimi.Text;
65.         if (KesitÇapi.Text != string.Empty && PeklesmeKatsayisi.Text !=
string.Empty && AkmaGerilimi.Text != string.Empty)
66.         {
67.             for (int i = 0; i < t1.Length; i++)
68.             {
69.                 if (!Char.IsDigit(t1, i) && t1[i] != ',')
70.                 {
71.                     döngü = 1;
72.                     MessageBox.Show("Ag'nin 0 Kelvindeki Etkili Değerinin " +
(i + 1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgöl değil.");
73.                     KesitÇapi.Clear();
74.                     PeklesmeKatsayisi.Clear();
75.                     AkmaGerilimi.Clear();
76.                 }
77.             }
78.             for (int i = 0; i < t2.Length; i++)
79.             {
80.                 if (!Char.IsDigit(t2, i) && t2[i] != ',')
81.                 {
82.                     döngü = 1;
83.                     MessageBox.Show("Tane Boyutu Değerinin " + (i +
1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgöl değil.");
84.                     PeklesmeKatsayisi.Clear();
85.                     KesitÇapi.Clear();
86.                     AkmaGerilimi.Clear();
87.                 }
88.             }
89.             for (int i = 0; i < t3.Length; i++)
90.             {

```

```

91.         if (!Char.IsDigit(t3, i) && t3[i] != ',')
92.         {
93.             döngü = 1;
94.             MessageBox.Show("Akma Gerilimi Değerinin " + (i +
1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgül değil.");
95.             AkmaGerilimi.Clear();
96.             PeklesmeKatsayisi.Clear();
97.             KesitÇapi.Clear();
98.         }
99.     }
100. }
101. else if ((b == 0) || (d == 0) || (f == 0))
102. {
103.     MessageBox.Show("Lütfen Boş Alan Bırakmayınız!");
104. }
105. if (döngü != 1 && (b != 0) && (d != 0) && (f != 0))
106. {
107.     Kc = Convert.ToDouble(PeklesmeKatsayisi.Text);
108.     Ka = Convert.ToDouble(KesitÇapi.Text);
109.     Ag = Convert.ToDouble(AkmaGerilimi.Text);
110.     if (Kc < 10 || Kc > 50)
111.     {
112.         MessageBox.Show("Tane Boyutu için girilen değer 10-50
mikrometre arasında değildir.");
113.     }
114.     else if (Ka < 800 || Ka > 5000)
115.     {
116.         MessageBox.Show("Ag'nin 0 Kelvindeki Etkili Değeri için
girilen değer 800-5000 arasında değildir.");
117.     }
118.     else if (Ag < 100 || Ag > 1000)
119.     {
120.         MessageBox.Show("Akma Gerilimi için girilen değer 100-1000
Mega Pascal arasında değildir.");
121.     }
122.     else
123.     {
124.         for (int i = 0; i < 46; i++)
125.         {
126.             kappa = ((1 - da) / (2 * da));
127.             Kic = Ka * (Math.Sqrt((Pi * Kc / 1000000))) *
(Math.Pow((Ka / Ag), kappa));
128.             a = Convert.ToString(Kic);
129.             dizi[i] = (float)Kic;
130.             listBox1.Items.Add(a);
131.             listBox2.Items.Add(da);
132.             da = da + 0.01;
133.         }
134.     }
135. }

```

```

136.     }
137.     private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
138.     {
139.         Form1 Anamenu = new Form1();
140.         this.Visible = false;
141.         Anamenu.ShowDialog();
142.         this.Visible = true;
143.         Form2.ActiveForm.Close();
144.     }
145. }
146. }

```

4.2.5 Numunenin Akma Gerilimine Göre Optimizasyon Kodları

```

1.     using System;
2.     using System.Collections.Generic;
3.     using System.ComponentModel;
4.     using System.Data;
5.     using System.Drawing;
6.     using System.Linq;
7.     using System.Text;
8.     using System.Windows.Forms;
9.     using Microsoft.Office.Interop.Excel;
10.    using MExcel = Microsoft.Office.Interop.Excel;
11.    using Microsoft.Office.Core;
12.    namespace WindowsFormsApplication1
13.    {
14.        public partial class Form5 : Form
15.        {
16.            public Form5()
17.            {
18.                InitializeComponent();
19.            }
20.            float[] dizi = new float[46];
21.            float döngü;
22.            private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
23.            {
24.                döngü = 0;
25.                button2.Visible = true;
26.                listBox1.Items.Clear();
27.                double Kc, Pk, Ag, Kic, Ka, Pi, kappa;
28.                String a;
29.                int b, d, f;
30.                Ag = 100;
31.                Pi = Math.PI;
32.                b = (KesitÇapi.Text.Length);
33.                d = (PeklesmeKatsayisi.Text.Length);
34.                f = (AkmaGerilimi.Text.Length);
35.                String Kesit = KesitÇapi.Text;

```

```

36.     string t1 = KesitÇapi.Text;
37.     string t2 = PeklesmeKatsayisi.Text;
38.     string t3 = AkmaGerilimi.Text;
39.     if (KesitÇapi.Text != string.Empty && PeklesmeKatsayisi.Text !=
string.Empty && AkmaGerilimi.Text != string.Empty)
40.     {
41.         for (int i = 0; i < t1.Length; i++)
42.         {
43.             if (!Char.IsDigit(t1, i) && t1[i] != ',')
44.             {
45.                 döngü = 1;
46.                 MessageBox.Show("Ag'nin 0 Kelvindeki Etkili Değerinin " + (i
+ 1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgöl değil.");
47.                 KesitÇapi.Clear();
48.                 PeklesmeKatsayisi.Clear();
49.                 AkmaGerilimi.Clear();
50.             }
51.         }
52.         for (int i = 0; i < t2.Length; i++)
53.         {
54.             if (!Char.IsDigit(t2, i) && t2[i] != ',')
55.             {
56.                 döngü = 1;
57.                 MessageBox.Show("Tane Boyutu Değerinin " + (i +
1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgöl değil.");
58.                 KesitÇapi.Clear();
59.                 PeklesmeKatsayisi.Clear();
60.                 AkmaGerilimi.Clear();
61.             }
62.         }
63.         for (int i = 0; i < t3.Length; i++)
64.         {
65.             if (!Char.IsDigit(t3, i) && t3[i] != ',')
66.             {
67.                 döngü = 1;
68.                 MessageBox.Show("Pekleşme Katsayısı Değerinin " + (i +
1).ToString() + "inci değeri sayı veya virgöl değil.");
69.                 KesitÇapi.Clear();
70.                 PeklesmeKatsayisi.Clear();
71.                 AkmaGerilimi.Clear();
72.             }
73.         }
74.     }
75.     else if ((b == 0) || (d == 0) || (f == 0))
76.     {
77.         MessageBox.Show("Lütfen Boş Alan Bırakmayınız!");
78.     }
79.     if ((döngü != 1) && (b != 0) && (d != 0) && (f != 0))
80.     {
81.         Ka = Convert.ToDouble(KesitÇapi.Text);

```

```

82.         Kc = Convert.ToDouble(PeklesmeKatsayisi.Text);
83.         Pk = Convert.ToDouble(AkmaGerilimi.Text);
84.         if (Ka < 800 || Ka > 5000)
85.         {
86.             MessageBox.Show("Ag'nin 0 Kelvindeki Etkili Değeri için girilen
değer 800-5000 arasında değildir.");
87.         }
88.         else if (Kc < 10 || Kc > 50)
89.         {
90.             MessageBox.Show("Tane Boyutu için girilen değer 10-50
mikrometre arasında değildir.");
91.         }
92.         else if (Pk < 0.05 || Pk > 0.5)
93.         {
94.             MessageBox.Show("Pekleşme Katsayısı için girilen değer 0,05-
0,5 arasında değildir.");
95.         }
96.         else
97.         {
98.             for (int i = 0; i < 46; i++)
99.             {
100.                 kappa = ((1 - Pk) / (2 * Pk));
101.                 Kic = Ka * (Math.Sqrt((Pi * Kc / 1000000))) * (Math.Pow((Ka /
Ag), kappa));
102.                 a = Convert.ToString(Kic);
103.                 dizi[i] = (float)Kic;
104.                 listBox1.Items.Add(a);
105.                 listBox2.Items.Add(Ag);
106.                 Ag = Ag + 20;
107.             }
108.         }
109.     }
110. }
111. private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
112. {
113.     MExcel.Application exceluygulama = new MExcel.Application();
114.     MExcel.Workbook excelkitap = exceluygulama.Workbooks.Add(true);
115.     exceluygulama.Visible = true;
116.     int adet;
117.     adet = listBox1.Items.Count;
118.     MExcel.Worksheet excelsayfa =
(MExcel.Worksheet)exceluygulama.ActiveSheet;
119.     excelsayfa.Cells[1, 1] = "Kırılma Tokluğu Değerleri";
120.     excelsayfa.Cells[1, 2] = "Akma Gerilimi Değerleri";
121.     excelsayfa.Cells[1, 3] = "En iyi Kırılma Tokluğu Değeri";
122.     excelsayfa.Cells[2, 3] = dizi.Max();
123.     for (int i = 2; i <= adet + 1; i++)
124.     {
125.         excelsayfa.Cells[i, 1] = listBox1.Items[i - 2].ToString();
126.         excelsayfa.Cells[i, 2] = listBox2.Items[i - 2].ToString();

```

```

127.     }
128.     MExcel.ChartObjects grafikciz =
(MExcel.ChartObjects)excelsayfa.ChartObjects(Type.Missing);
129.     MExcel.ChartObject grafikalan = grafikciz.Add(200, 50, 800, 400);
130.     MExcel.Chart grafik = grafikalan.Chart;
131.     MExcel.Range cizimalan = excelsayfa.get_Range("A1", "B47");
132.     grafik.SetSourceData(cizimalan, Type.Missing);
133.     grafik.ChartType = MExcel.XlChartType.xlLine;
134.     MExcel.SeriesCollection cizim =
(MExcel.SeriesCollection)grafik.SeriesCollection(Type.Missing);
135.     MExcel.Series ciz = cizim.Item(cizim.Count);
136.     }
137.     private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
138.     {
139.         Form1 Anamenu = new Form1();
140.         this.Visible = false;
141.         Anamenu.ShowDialog();
142.         this.Visible = true;
143.         Form2.ActiveForm.Close();
144.     }
145. }
146. }

```


BÖLÜM 5

OPTİMİZASYON OLUŞTURMA

5.1 OPTİMİZASYON TABLOSUNUN OLUŞTURULMASI

Tablo oluşturulurken aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır.

Tane boyutu (d) için μm cinsinden 4 değer alınmıştır. Bunlar; 5 μm , 10 μm , 20 μm ve 25 μm 'dir.

Pekleşme katsayısı (n) için 4 değer alınmıştır. Bunlar; 0,15, 0,18, 0,20 ve 0,25'dir.

Akma Gerilimi (σ_y) için MPa cinsinden 4 değer alınmıştır. Bunlar; 300 MPa, 350 MPa, 400 MPa ve 500 MPa'dır.

Akma Geriliminin 0 K'deki etkili değeri (A) için MPa cinsinden 4 değer alınmıştır. Bunlar; 800MPa, 1000MPa, 1200MPa ve 1400Mpa'dır.

Tablo yukarıdaki kriterler için oluşturulmuştur. Tablo 5.1' deki değerler optimizasyon programı kullanılarak bulunmuştur.

Tablo 5.1 Optimizasyon tablosu.

n	σ_y	A	d (μm)			
	MPa		5	10	20	25
0,15	300	800	51,05	72,20	102,11	114,16
		1000	120,10	169,84	240,20	268,55
		1200	241,58	341,65	483,17	540,21
		1400	436,22	616,91	872,44	975,42
	350	800	32,98	46,65	65,97	73,76
		1000	77,60	109,74	155,20	173,52
		1200	156,09	220,75	312,19	349,04
		1400	281,85	398,60	563,70	630,24
	400	800	22,59	31,95	45,19	50,53
		1000	53,15	75,17	106,31	118,86
		1200	106,92	151,21	213,85	239,09
		1400	193,06	273,04	386,13	431,71
	500	800	12,00	16,98	24,01	26,85
		1000	28,24	39,94	56,49	63,16
		1200	56,82	80,35	113,64	127,05
		1400	102,59	145,09	205,19	229,41
0,18	300	800	29,60	41,87	59,21	66,20
		1000	61,52	87,01	123,05	137,57
		1200	111,84	158,16	223,68	250,08
		1400	185,36	262,15	370,73	414,49
	350	800	20,84	29,47	41,68	46,60
		1000	43,30	61,24	86,61	96,84
		1200	78,72	111,33	157,44	176,03
		1400	130,48	184,52	260,96	291,76
	400	800	15,37	21,74	30,75	34,38
		1000	31,95	45,18	63,90	71,44
		1200	58,07	82,13	116,15	129,86
		1400	96,26	136,13	192,52	215,24
	500	800	9,24	13,07	18,49	20,68
		1000	19,21	27,18	38,43	42,97
		1200	34,93	49,40	69,87	78,12
		1400	57,90	81,88	115,80	129,47

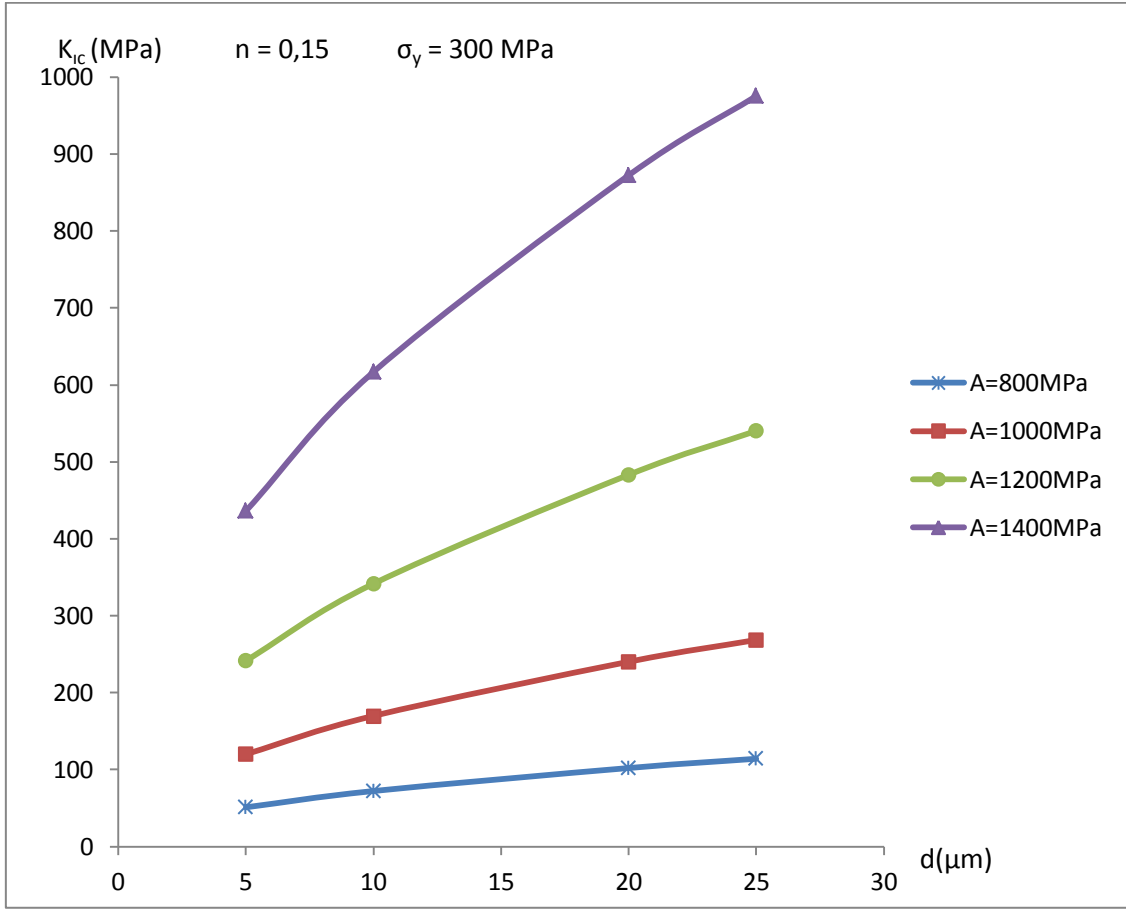
Tablo 5.1 (devam ediyor).

n	σ_y	A	d (μm)			
	MPa		5	10	20	25
0,2	300	800	22,54	31,88	45,09	50,41
		1000	44,03	62,27	88,07	98,46
		1200	76,09	107,61	152,19	170,15
		1400	120,83	170,88	241,67	270,20
	350	800	16,56	23,42	33,13	37,04
		1000	32,35	45,75	64,70	72,34
		1200	55,90	79,06	111,81	125,01
		1400	88,77	125,55	177,55	198,51
	400	800	12,68	17,93	25,36	28,35
		1000	24,77	35,03	49,54	55,38
		1200	42,80	60,53	85,60	95,71
		1400	67,97	96,12	135,94	151,98
	500	800	8,11	11,47	16,23	18,14
		1000	15,85	22,41	31,70	35,44
		1200	27,39	38,74	54,78	61,25
		1400	43,50	61,52	87,00	97,27
0,25	300	800	13,80	19,52	27,61	30,87
		1000	24,12	34,11	48,24	53,93
		1200	38,04	53,80	76,09	85,07
		1400	55,93	79,10	111,87	125,07
	350	800	10,95	15,49	21,91	24,05
		1000	19,14	27,06	38,28	42,79
		1200	30,19	42,69	60,38	67,51
		1400	44,38	62,77	88,77	99,25
	400	800	8,96	12,68	17,93	20,05
		1000	15,66	22,15	31,33	35,03
		1200	24,71	34,94	49,42	55,25
		1400	36,33	51,38	72,66	81,24
	500	800	6,41	9,07	12,83	14,34
		1000	11,20	15,85	22,41	25,06
		1200	17,68	25,00	35,36	39,54
		1400	25,99	36,76	51,99	58,13

5.2 OPTİMİZASYON TABLOSUNUN GRAFİKLERİ VE YORUMLARI

Tablo 5.1'den yararlanılarak 16 farklı grafik elde edilmiştir. Bu grafiklerde; Kırılma Tokluğunun tane boyutuna bağlı olarak değişimi görülmektedir. Aşağıda 16 farklı grafiğin görüntüsü bulunmaktadır.

5.2.1 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,15$ $\sigma_y = 300$ MPa)



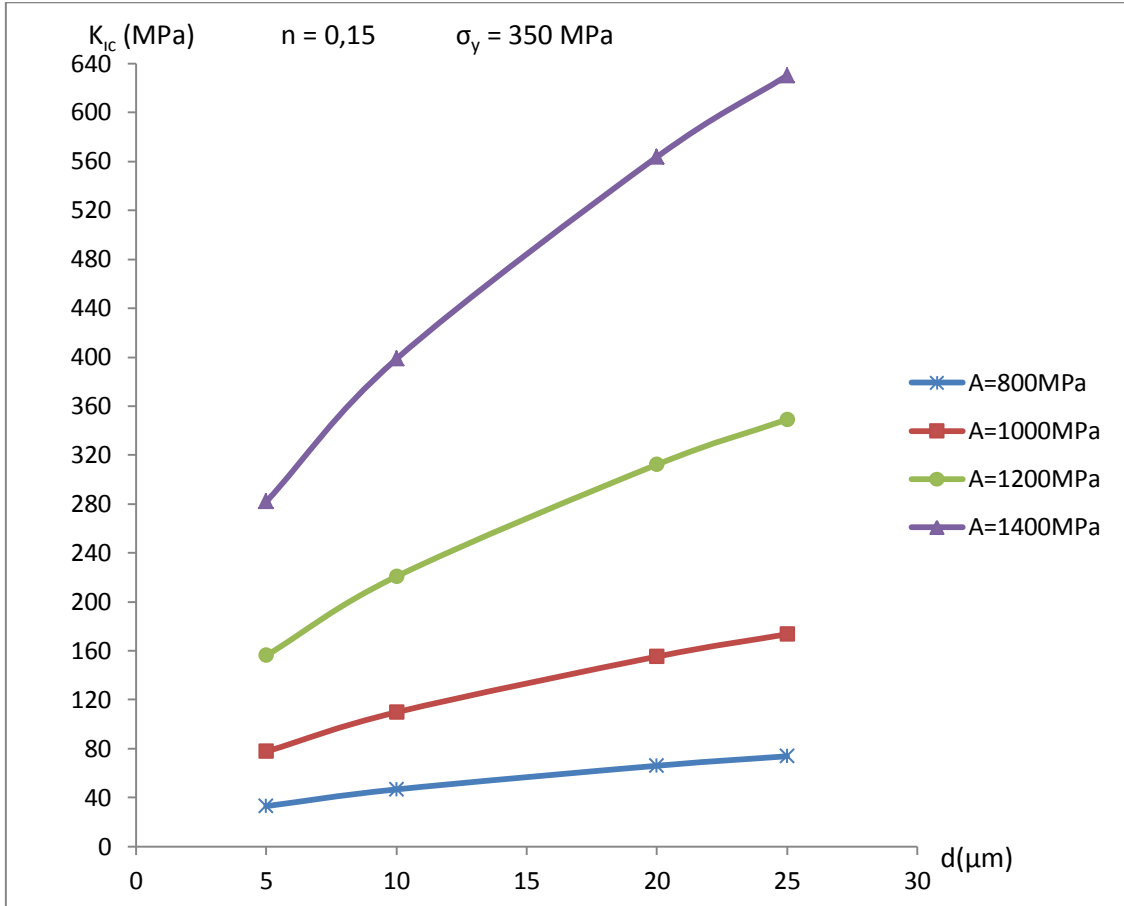
Şekil 5.1 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,15$ $\sigma_y = 300$ MPa).

Şekil 5.1'de akma gerilimi değeri olarak 300 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,15 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.1'de tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K'deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ' dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa' dır.

Şekil 5.1’de tane boyutuna göre Kırılma Tokluğunun değişimi görülmektedir. Tane boyutu değeri arttıkça Kırılma tokluğunun arttığı gözükmektedir. Ayrıca A parametresinin de Kırılma Tokluğunu arttırdığı şekilden anlaşılmaktadır.

5.2.2 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,15$ $\sigma_y = 350$ MPa)



Şekil 5.2 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,15$ $\sigma_y = 350$ MPa).

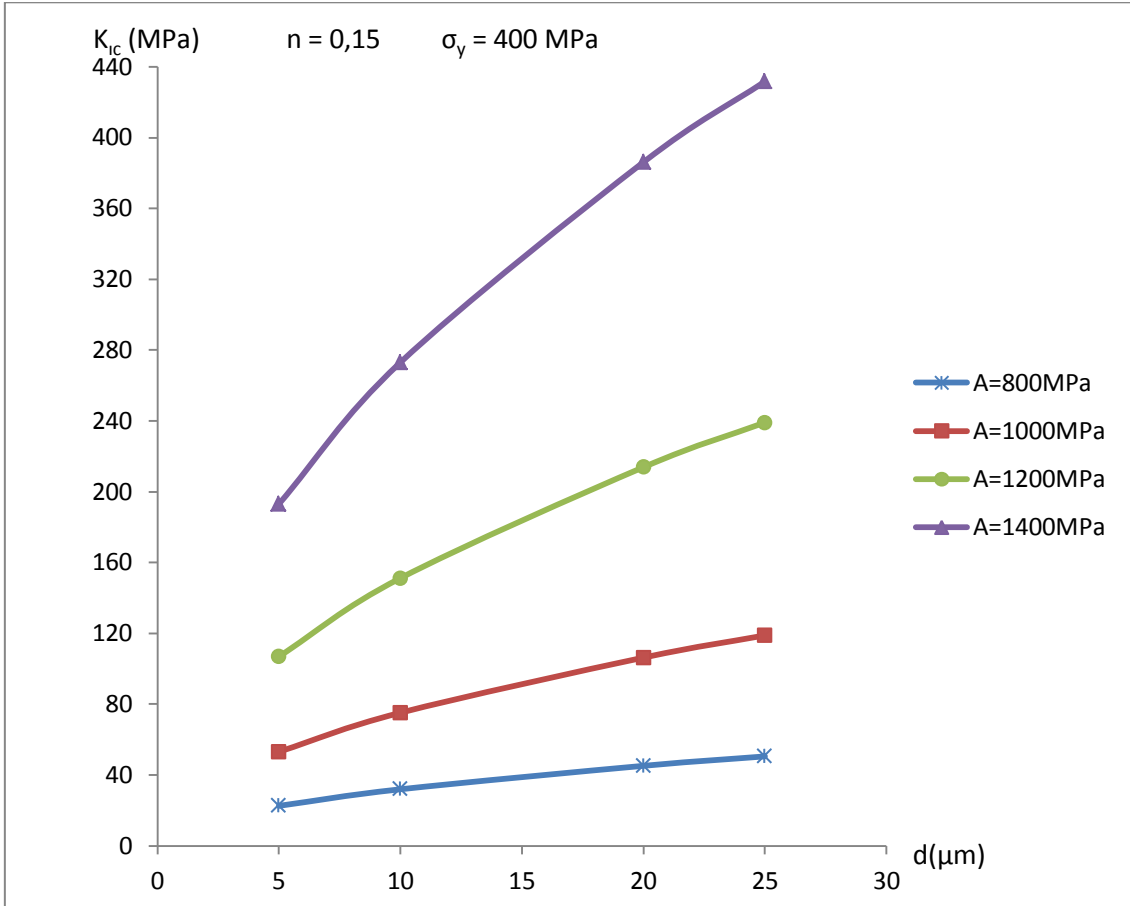
Şekil 5.2’de akma gerilimi değeri olarak 350 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,15 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.2’de tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ’ dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa’ dır.

Şekil 5.2 ile Şekil 5.1’i kıyaslayacak olursak Kırılma Tokluğu değerlerinin Şekil 5.2’de daha düşük olduğu gözükmektedir. Bu düşüşü akma geriliminin artması sağlamaktadır. Çünkü

Şekil 5.1 ile Şekil 5.2 arasındaki tek fark akma gerilimi değerinin değişmesidir. Diğer parametreler aynıdır. Bu düşüşü Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’de de görmekteyiz. Bu demek oluyor ki; akma gerilimi değerinin artması Kırılma Tokluğu değerlerini düşürmektedir.

5.2.3 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,15$ $\sigma_y = 400$ MPa)

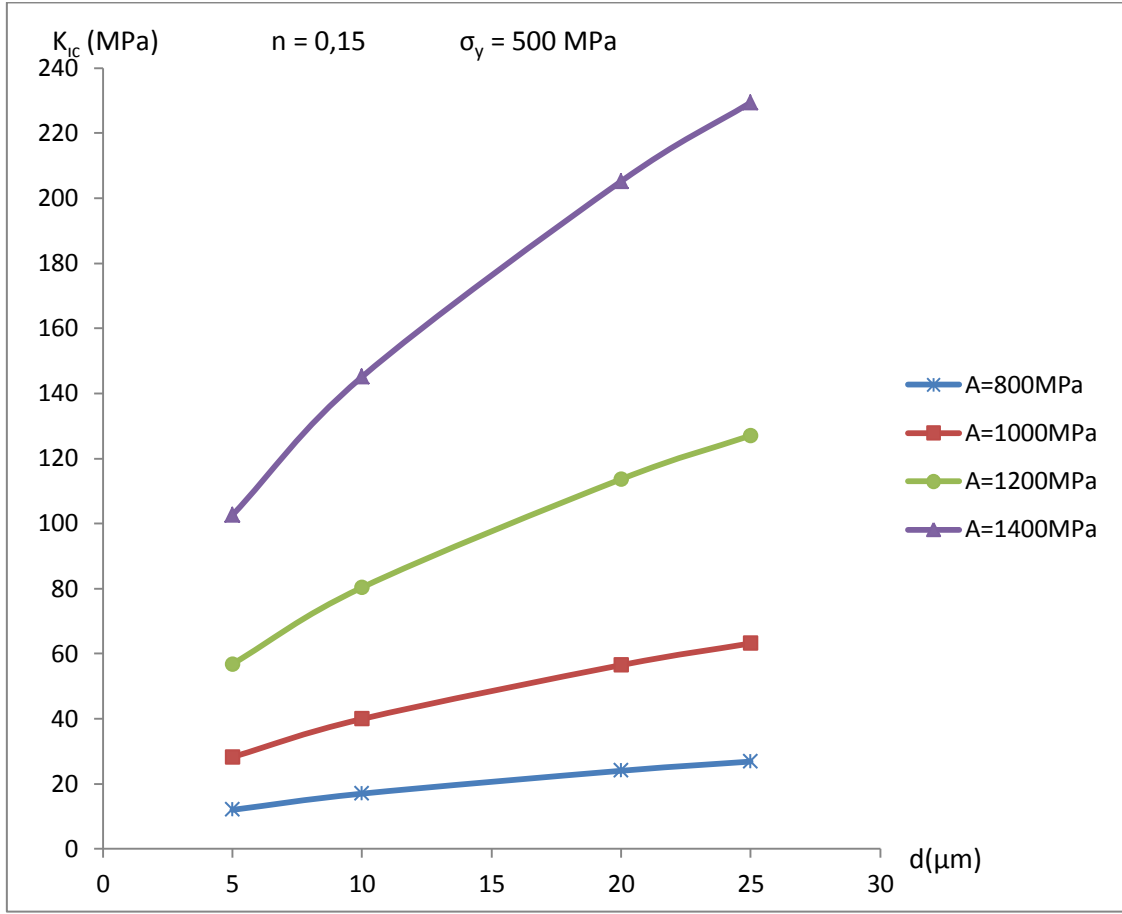


Şekil 5.3 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,15$ $\sigma_y = 400$ MPa).

Şekil 5.3’te akma gerilimi değeri olarak 400 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,15 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.3’ te tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ’ dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa’ dır.

5.2.4 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,15$ $\sigma_y = 500$ MPa)

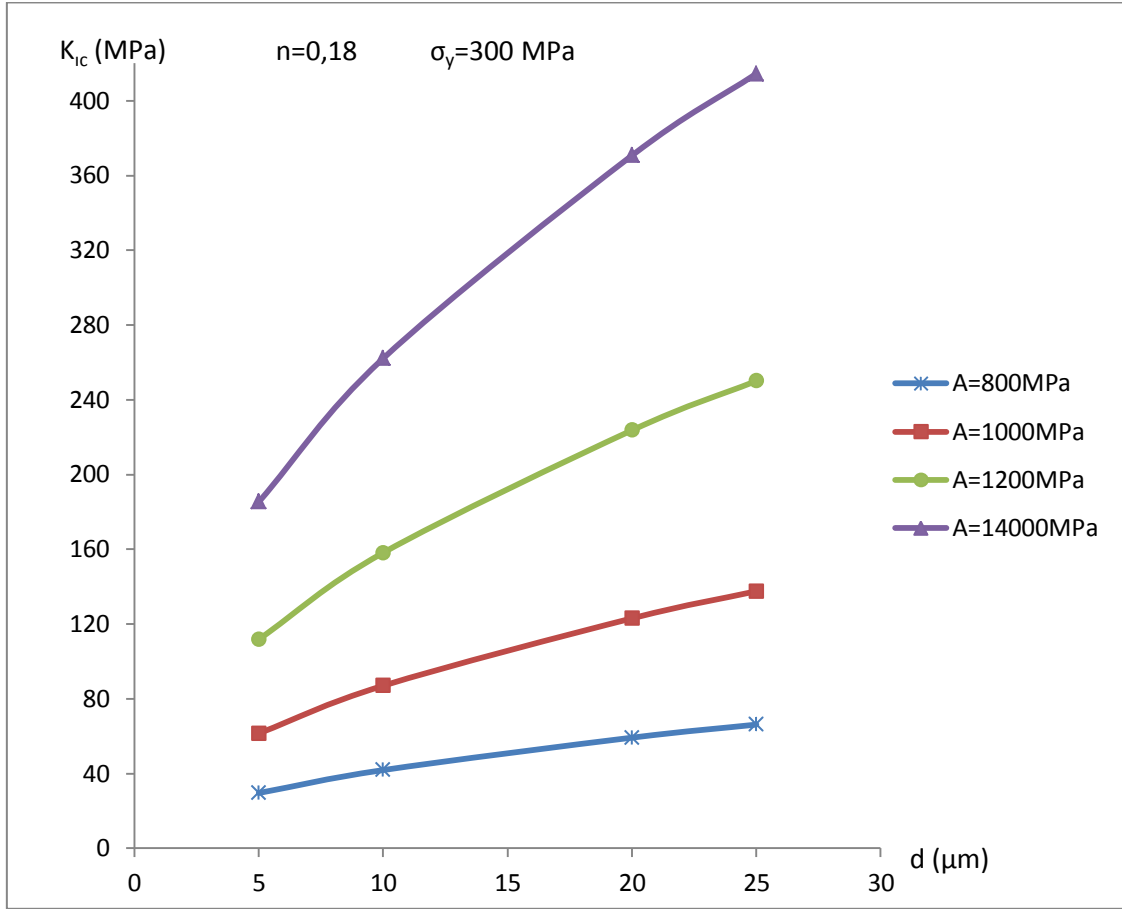


Şekil 5.4 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,15$ $\sigma_y = 500$ MPa).

Şekil 5.4’de akma gerilimi değeri olarak 500 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,15 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.4’de tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ’ dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa’ dır.

5.2.5 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,18$ $\sigma_y = 300$ MPa)



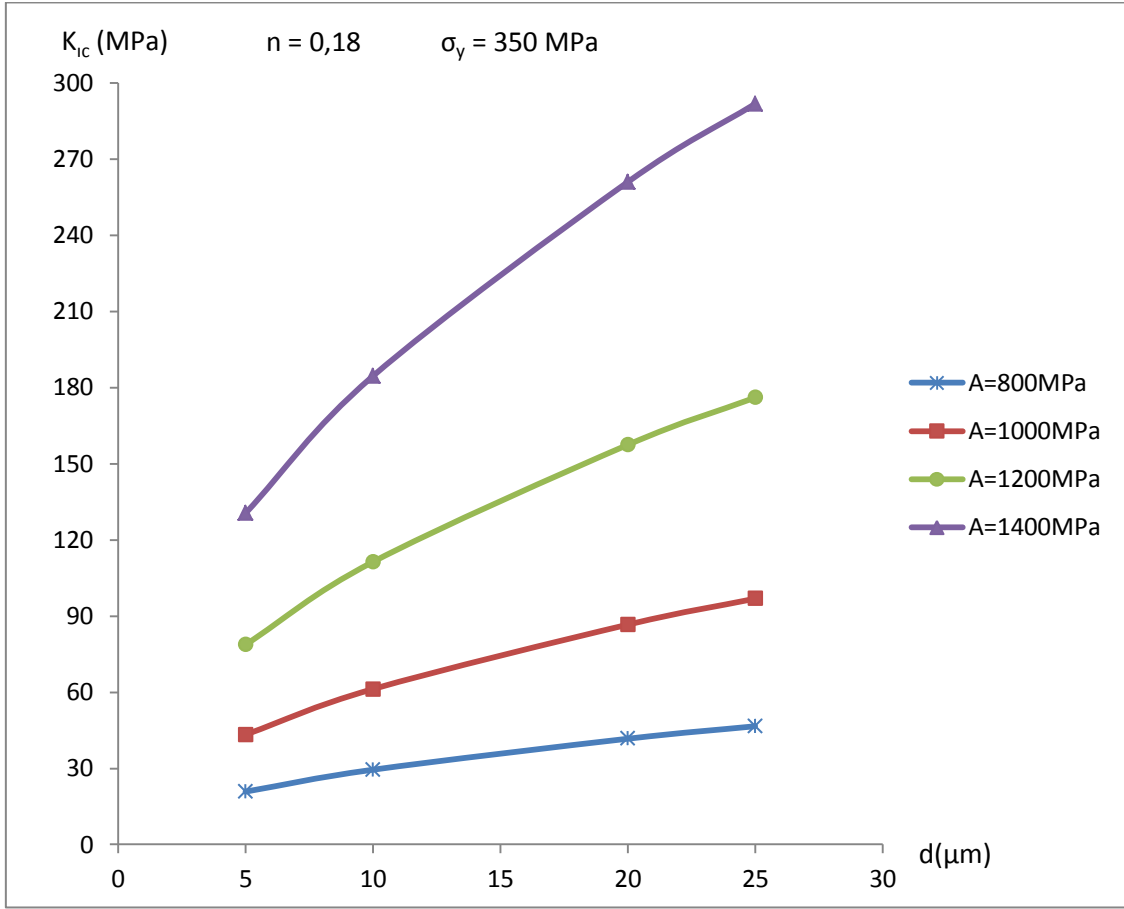
Şekil 5.5 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,18$ $\sigma_y = 300$ MPa).

Şekil 5.5'te akma gerilimi değeri olarak 300 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,18 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.5'te tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K'deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ' dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa'dır.

Şekil 5.1 ile Şekil 5.5 i kıyaslayacak olursak Kırılma Tokluğu değerlerinin Şekil 5.5'te daha düşük olduğu gözükmektedir. Bu düşüşü pekleşme katsayısı değerinin (n) artması sağlamaktadır. Çünkü; Şekil 5.1 ile Şekil 5.5 arasındaki tek fark pekleşme katsayısı değerinin değişmesidir. Diğer parametreler bu iki şekil arasında aynıdır. Bu düşüşü Şekil 5.6, Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de de görmekteyiz. Bu demek oluyor ki; pekleşme katsayısı değerinin artması Kırılma Tokluğu değerlerini düşürmektedir.

5.2.6 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,18$ $\sigma_y = 350$ MPa)

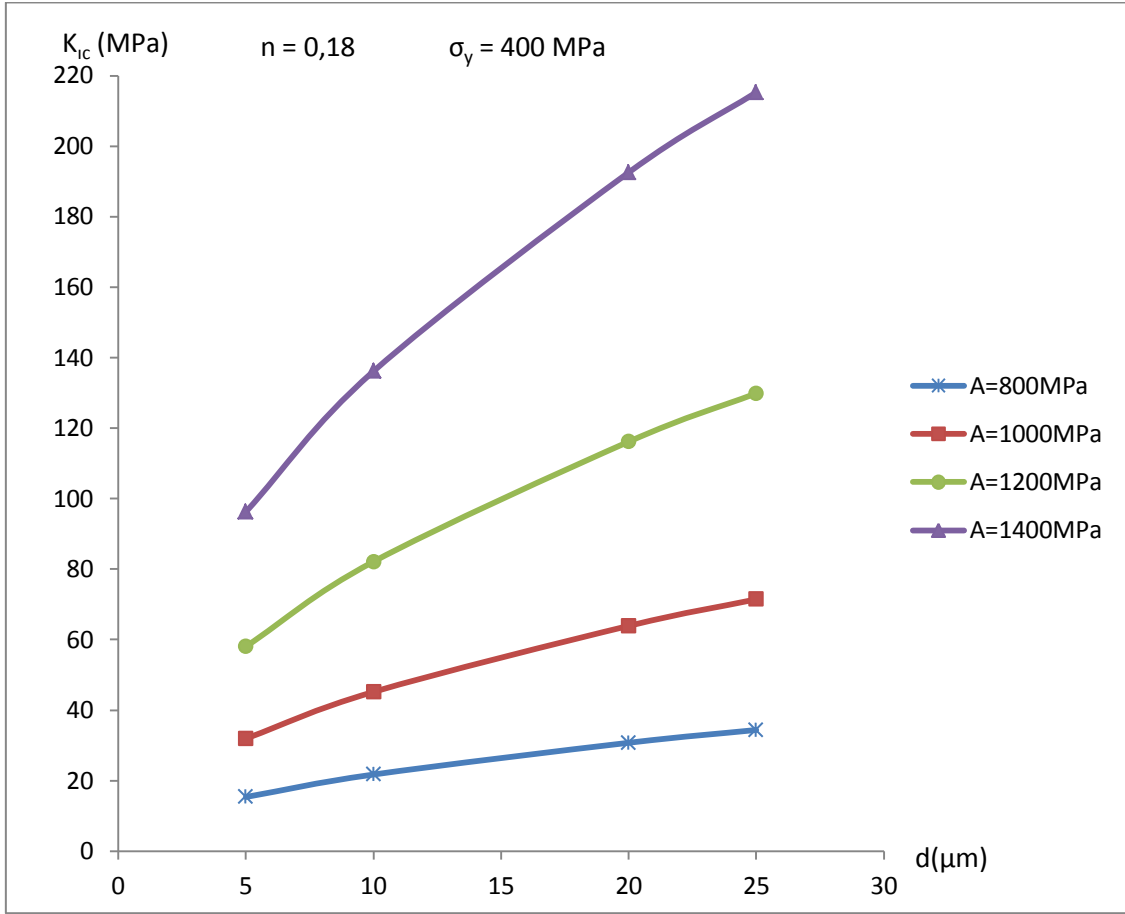


Şekil 5.6 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,18$ $\sigma_y = 350$ MPa).

Şekil 5.6'da akma gerilimi değeri olarak 350 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,18 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.6'da tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K'deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ' dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa' dır.

5.2.7 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,18$ $\sigma_y = 400$ MPa)

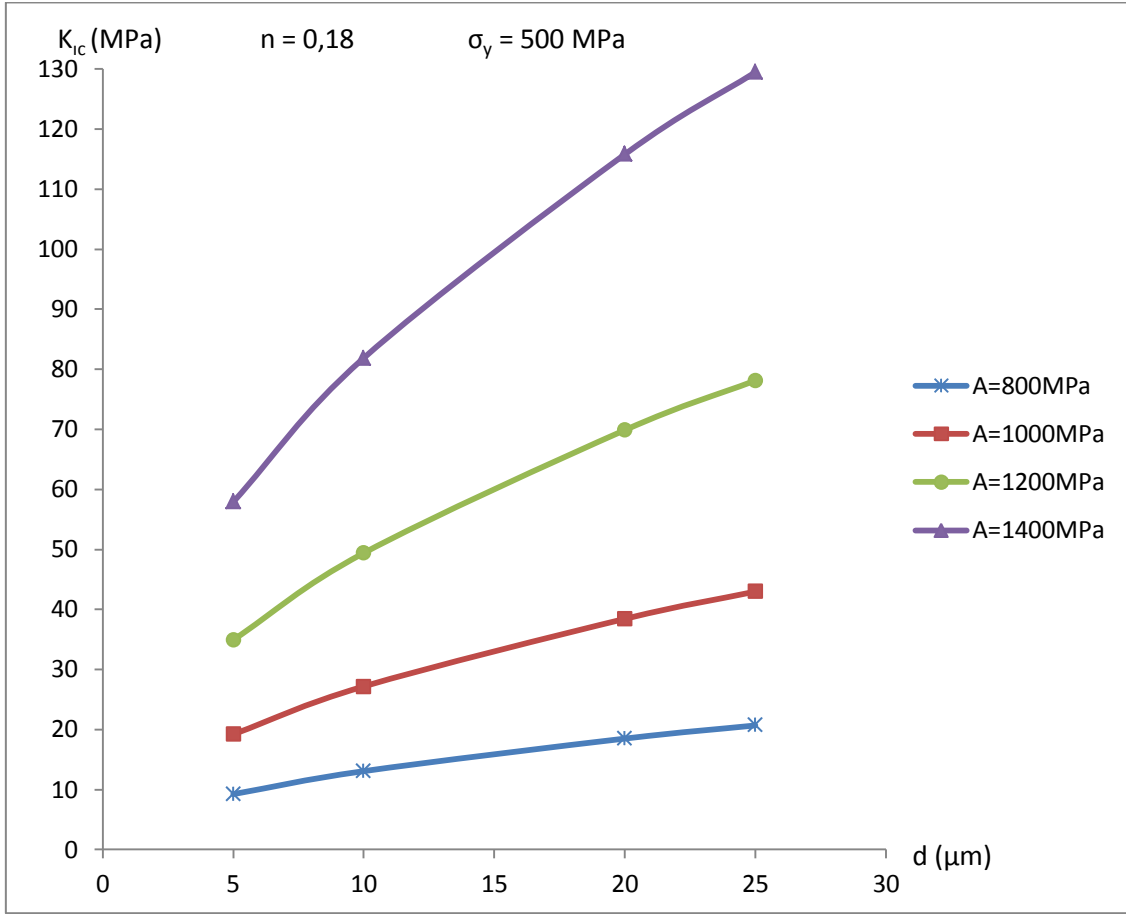


Şekil 5.7 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,18$ $\sigma_y = 400$ MPa).

Şekil 5.7’de akma gerilimi değeri olarak 400 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,18 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.7’ de tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ’ dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa’ dır.

5.2.8 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,18$ $\sigma_y = 500$ MPa)

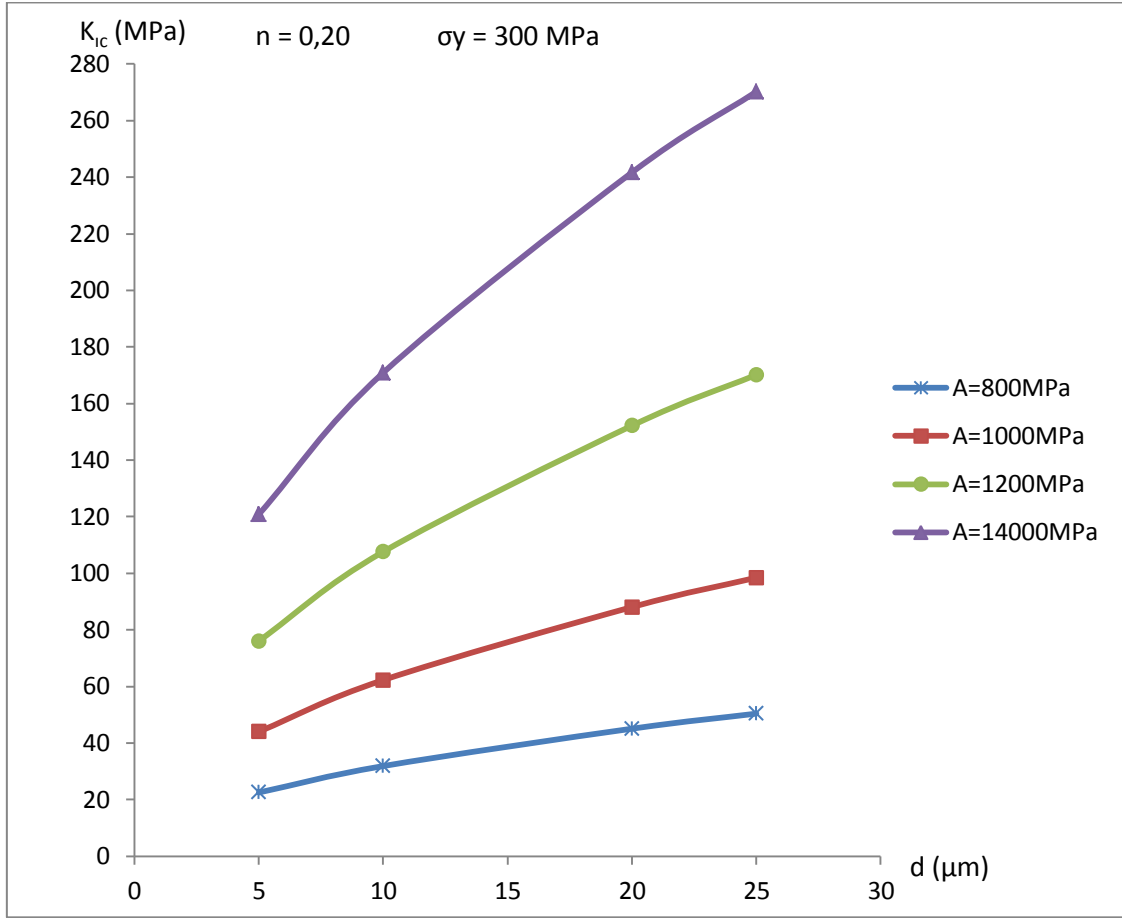


Şekil 5.8 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,18$ $\sigma_y = 500$ MPa).

Şekil 5.8’de akma gerilimi değeri olarak 500 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,18 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.8’de tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ’ dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa’ dır.

5.2.9. Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,20$ $\sigma_y = 300$ MPa)

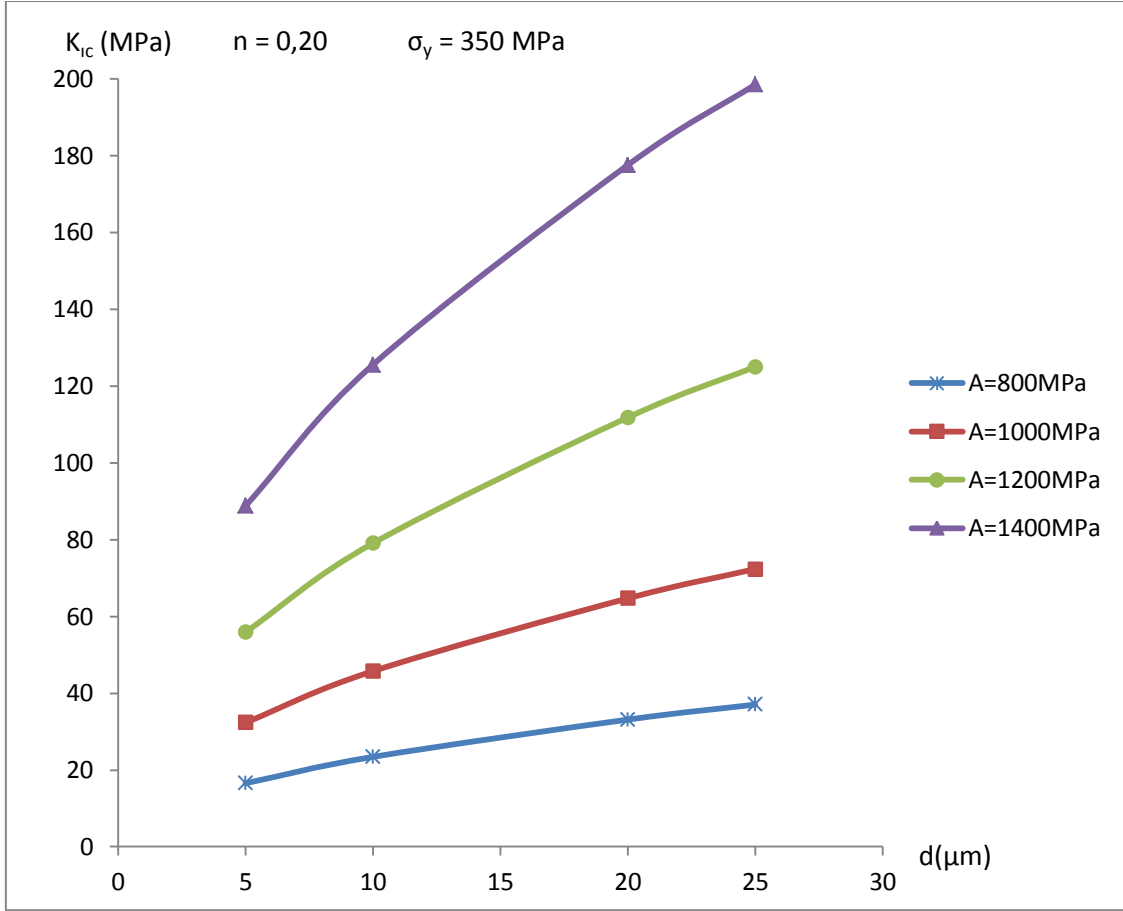


Şekil 5.9 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,20$ $\sigma_y = 300$ MPa).

Şekil 5.9’da akma gerilimi değeri olarak 300 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,20 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.9’ da tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ’ dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa’ dır.

5.2.10 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,20$ $\sigma_y = 350$ MPa)

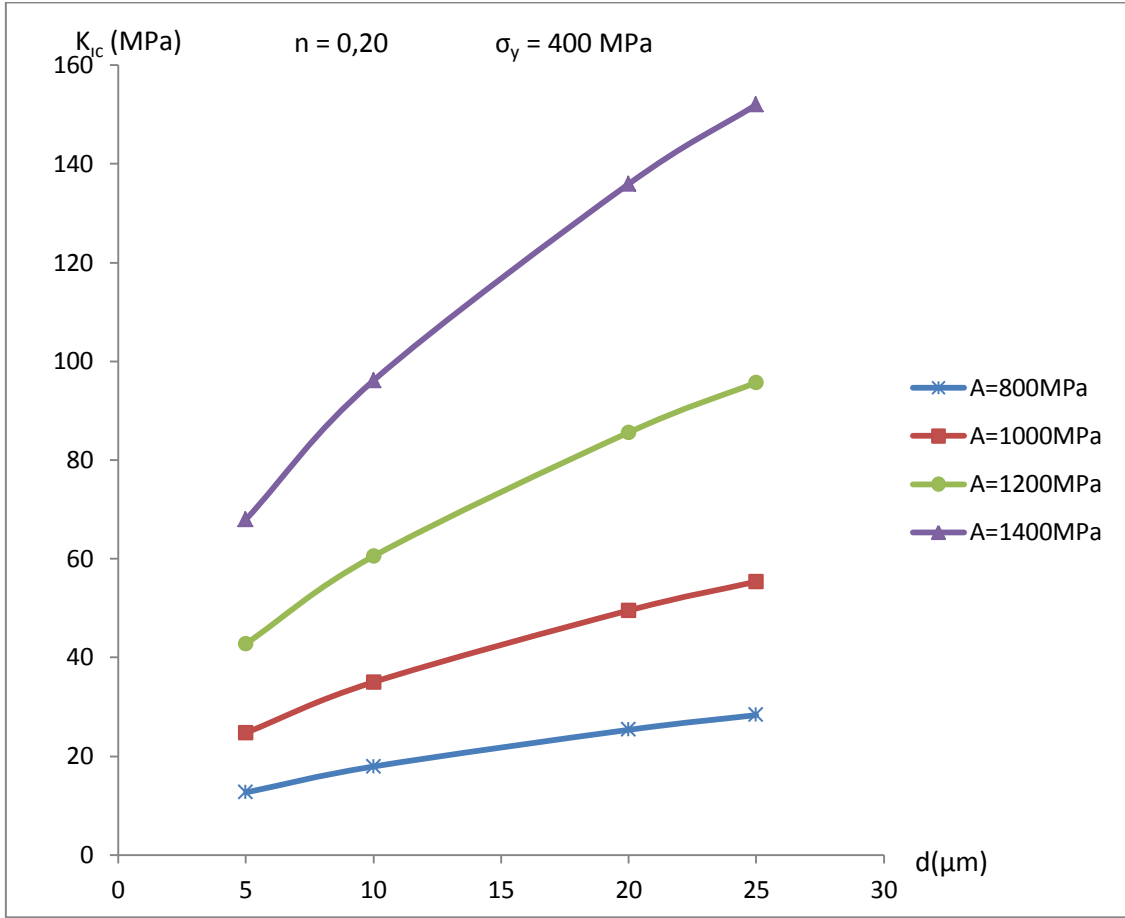


Şekil 5.10 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,20$ $\sigma_y = 350$ MPa).

Şekil 5.10'da akma gerilimi değeri olarak 350 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,20 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.10'da tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K'deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ' dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa' dır.

5.2.11 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,20$ $\sigma_y = 400$ MPa)

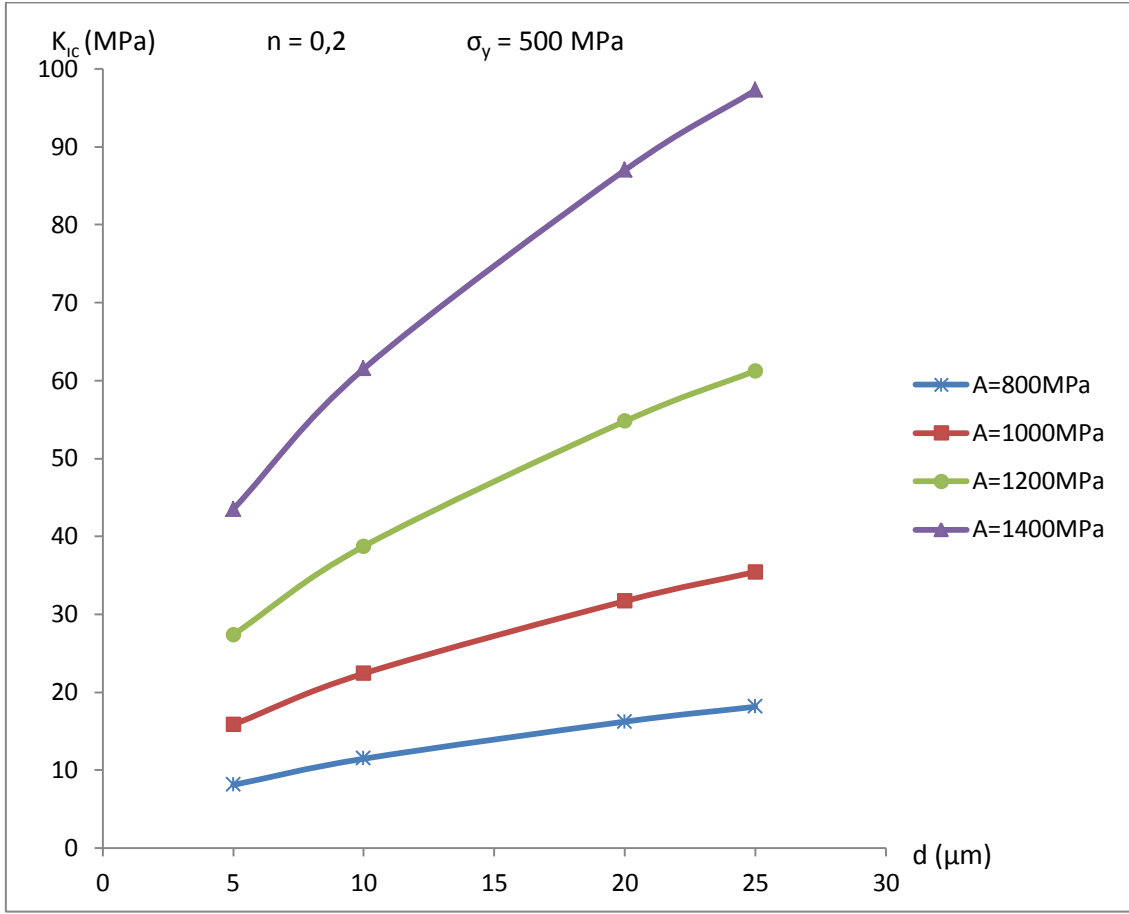


Şekil 5.11 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,20$ $\sigma_y = 400$ MPa).

Şekil 5.11’de akma gerilimi değeri olarak 400 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,20 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.11’de tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ’ dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa’ dır.

5.2.12. Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,20$ $\sigma_y = 500$ MPa)

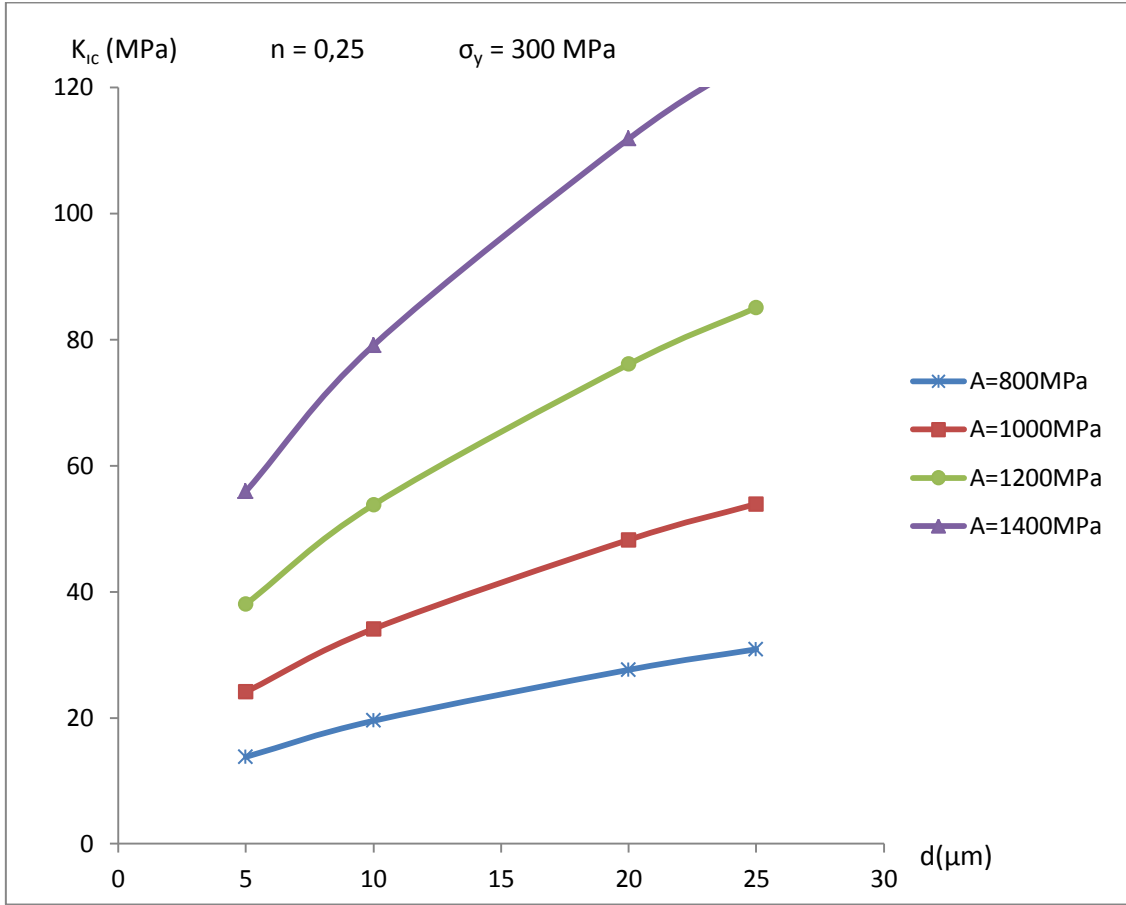


Şekil 5.12 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,20$ $\sigma_y = 500$ MPa).

Şekil 5.12’de akma gerilimi değeri olarak 500 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,20 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.12’de tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ’ dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa’ dır.

5.2.13 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,25$ $\sigma_y = 300$ MPa)

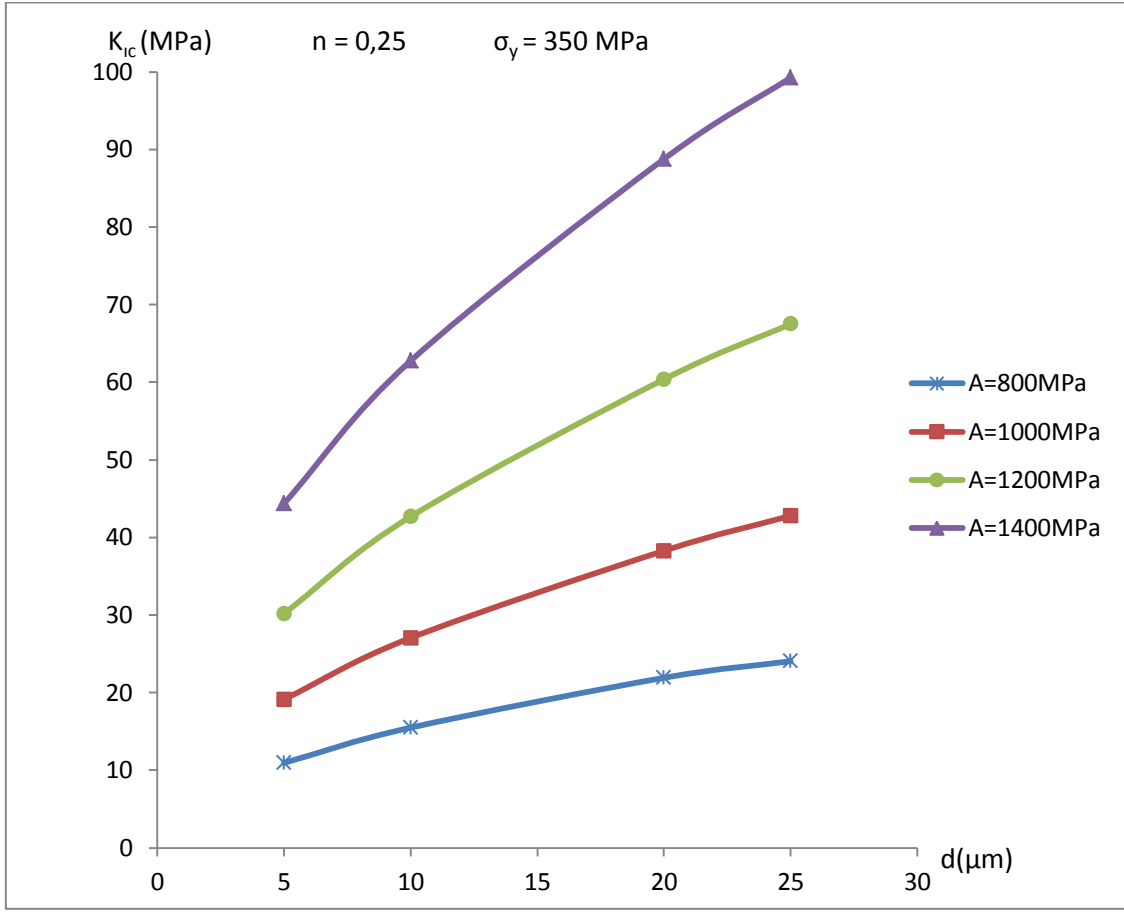


Şekil 5.13 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,25$ $\sigma_y = 300$ MPa).

Şekil 5.13'te akma gerilimi değeri olarak 300 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,25 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.13'te tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K'deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ' dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa' dır.

5.2.14 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,25$ $\sigma_y = 350$ MPa)

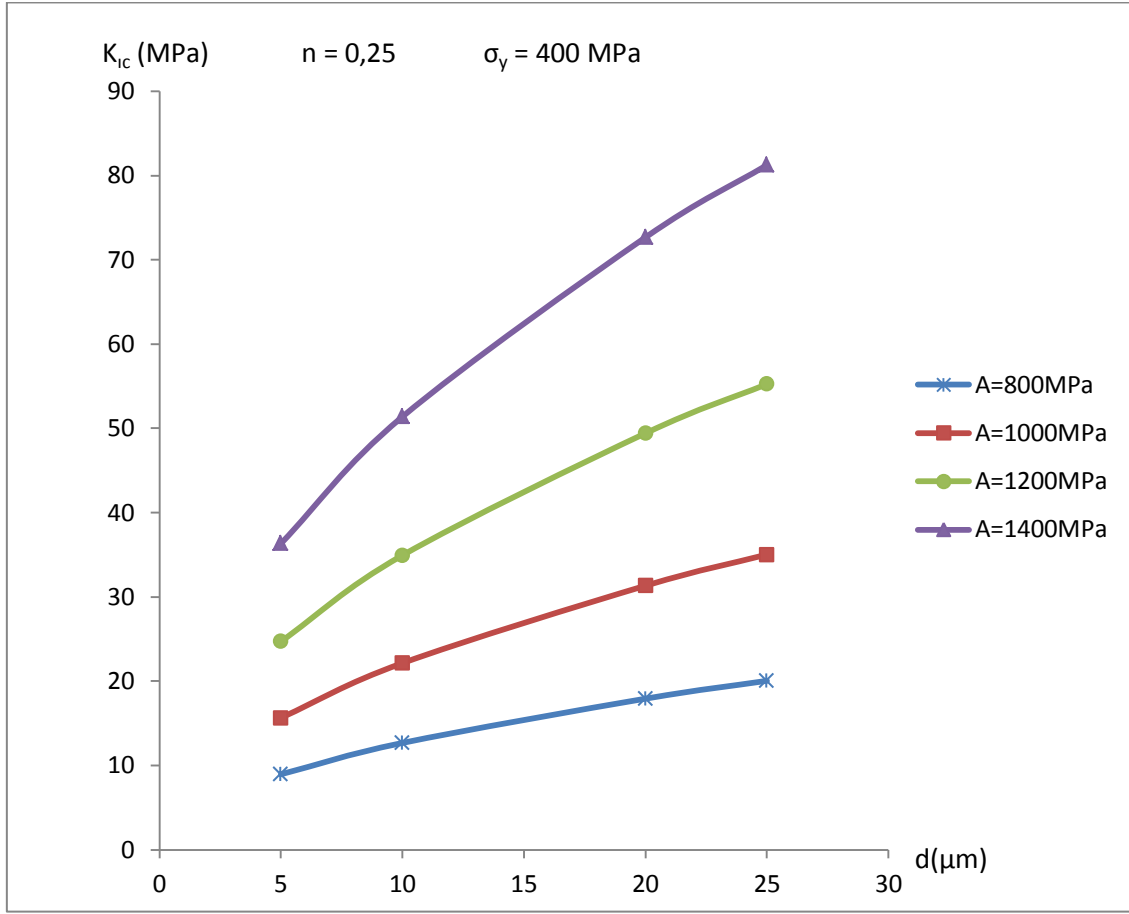


Şekil 5.14 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,25$ $\sigma_y = 350$ MPa).

Şekil 5.14’de akma gerilimi değeri olarak 350 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,25 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.14’de tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ’ dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa’ dır.

5.2.15 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,25$ $\sigma_y = 400$ MPa)

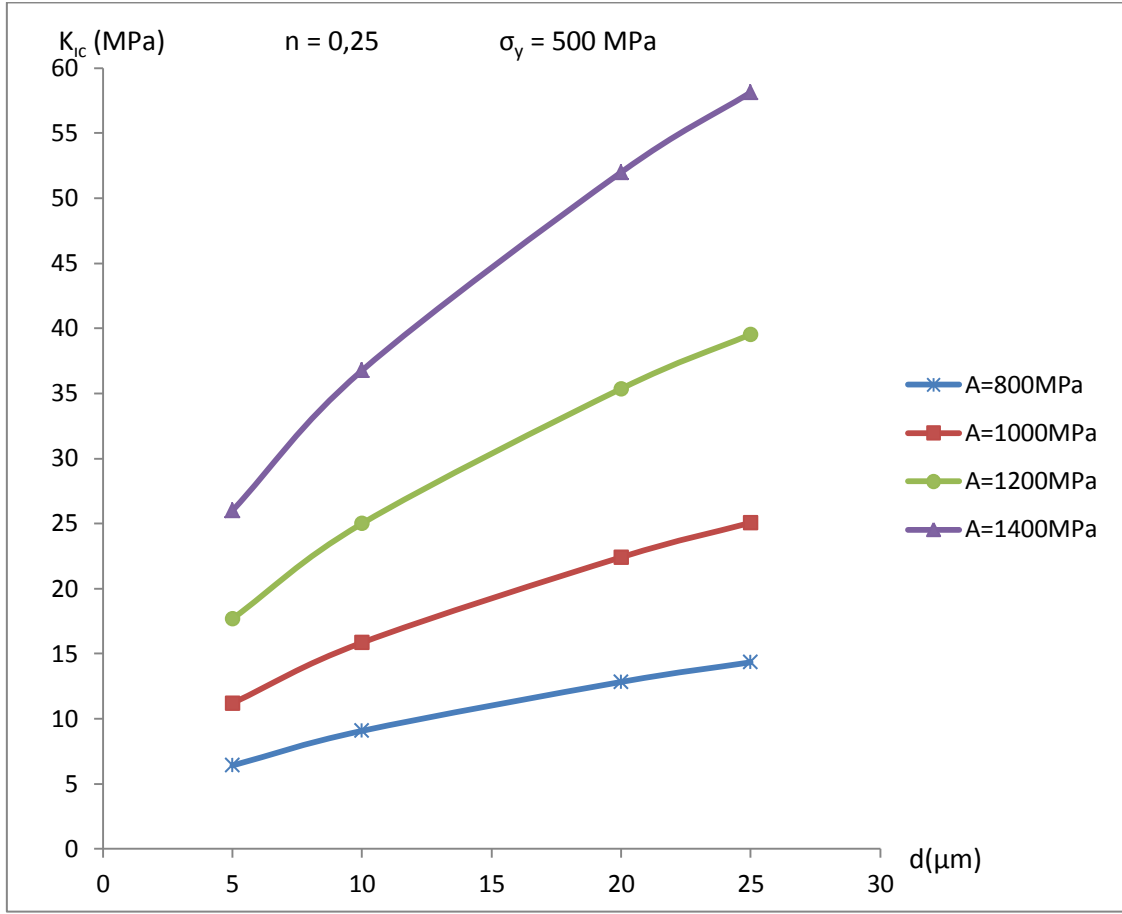


Şekil 5.15 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,25$ $\sigma_y = 400$ MPa).

Şekil 5.15'te akma gerilimi değeri olarak 400 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,25 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.15'te tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K'deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ' dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa' dır.

5.2.16 Kırılma Tokluğu-Tane Boyutu Bağımlılığı ($n = 0,25$ $\sigma_y = 300$ MPa)



Şekil 5.16 Kırılma tokluğu-tane boyutu bağımlılığı ($n = 0,25$ $\sigma_y = 300$ MPa).

Şekil 5.16'da akma gerilimi değeri olarak 500 MPa ve pekleşme katsayısı ise 0,25 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.16'da tane boyutu (d) ve akma geriliminin 0 K'deki etkili değeri (A) için 4 aralık alınmıştır. Bunlar; d için 5, 10, 20 ve 25 μm ' dir ve A için ise 800, 1000, 1200 ve 1400 MPa'dır.

5.2.17 Grafiklerin Yorumu

Yukarıdaki şekillerden anlaşıldığı üzere bazı parametrelerin değerlerinin artışı Kırılma Tokluğunu arttırırken, bazı parametrelerin ise değerlerindeki azalma Kırılma Tokluğunu arttırmaktadır. Şekil 5.1'de görüldüğü üzere A ve d parametrelerindeki artış Kırılma Tokluğu değerlerinin artmasını sağlamaktadır. Şekil 5.1 ile Şekil 5.2 kıyaslandığında akma

gerilimindeki artışın Kırılma Tokluğunun değerlerini düşürdüğü gözükmektedir. Şekil 5.1 ile Şekil 5.5 kıyaslandığında ise pekleşme katsayısı değerinin Kırılma Tokluğu değerlerini düşürdüğü gözükmektedir.

Bu durumda; akma gerilimindeki ve pekleşme katsayısındaki artışların Kırılma Tokluğunu düşürdüğünü söyleyebiliriz.

Farklı 16 adet şekilden elde edilen veriler sonucunda, çıkarılan sonuçların tesadüfi olmadığı görülmektedir.

BÖLÜM 6

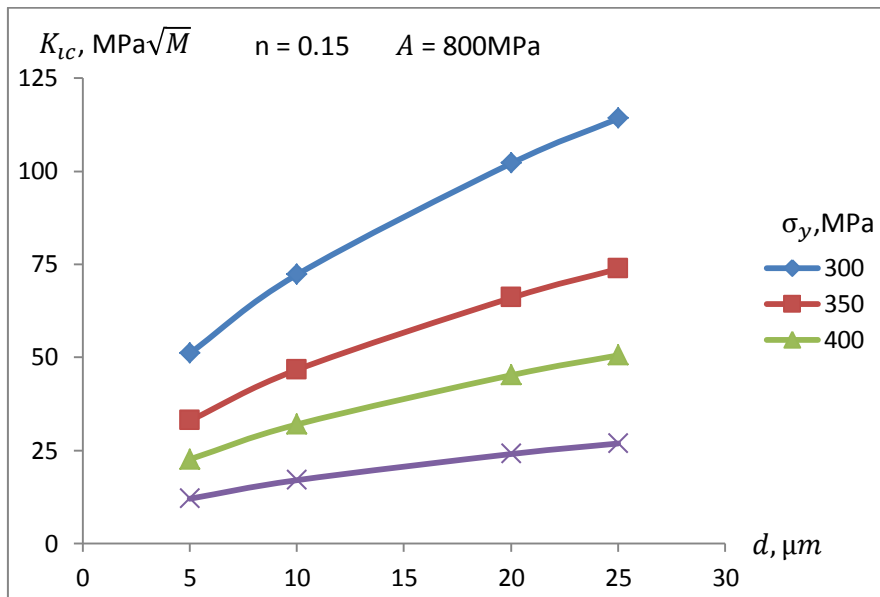
SONUÇLAR

Proje için oluşturulan optimizasyon programı düzgün bir şekilde çalışıp doğru sonuçlar vermektedir. Oluşturulan grafikler (Şekil 5.1-Şekil 5.16) ve Tablo 5.1 yorumlandığında, Akma geriliminin artması Kırılma Tokluğu değerinin azalmasına neden olmaktadır. Aşağıdaki tablodan da değişimi görebiliriz.

Tablo 6.1 Akma geriliminin değişimine göre Kırılma Tokluğunun değişimi.

n	σ_y	A	d (μm)			
	MPa		5	10	20	25
0,15	300	800	51,05	72,20	102,11	114,16
	350	800	32,98	46,65	65,97	73,76
	400	800	22,59	31,95	45,19	50,53
	500	800	12,00	16,98	24,01	26,85

Tablo 6.1’de gözüktüğü üzere akma gerilimi (σ_y) arttıkça kırılma tokluğu değerlerinde düşüş olmaktadır. Diğer bir deyişle akma gerilimi düştükçe Kırılma tokluğu artmaktadır.

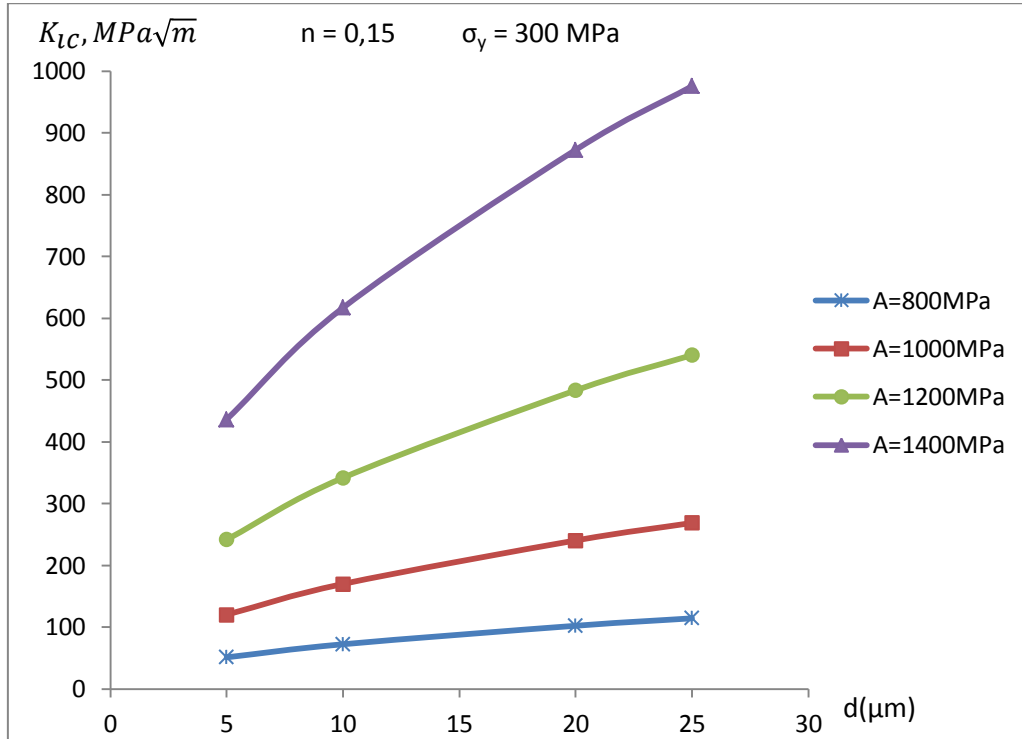


Şekil 6.1 Akma gerilimine göre kırılma tokluğunun değişimi.

Tablo 6.2 A parametresi değerinin değişimine göre Kırılma Tokluğunun değişimi.

n	σ_y	A	d (μm)			
	MPa		5	10	20	25
0,15	300	800	51,05	72,20	102,11	114,16
		1000	120,10	169,84	240,20	268,55
		1200	241,58	341,65	483,17	540,21
		1400	436,22	616,91	872,44	975,42

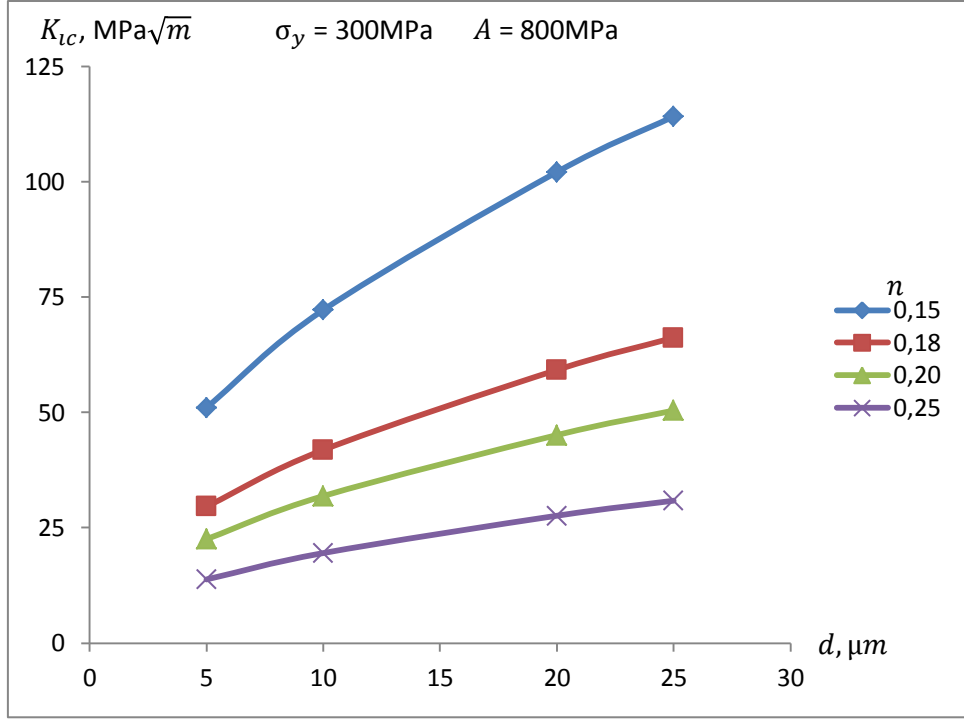
Tablo 6.2’de gözüktüğü üzere Akma Geriliminin 0 K’deki etkili değeri (A) arttıkça kırılma tokluğu değerlerinde artış olmaktadır. Diğer bir deyişle Akma Geriliminin 0 K’deki etkili değeri düşükçe Kırılma tokluğu değeri düşmektedir. Şekil 6.2’de bu durum görülmektedir. Kırılma tokluğundaki değişim Şekil 6.1’de görülmektedir.



Şekil 6.2 A parametresine göre kırılma tokluğunun değişimi.

Tablo 6.3 Pekleşme katsayısının değişimine göre Kırılma Tokluğunun değişimi.

n	σ_y	A	d (μm)			
	MPa		5	10	20	25
0,15	300	800	51,05	72,20	102,11	114,16
0,18			29,60	41,87	59,21	66,20
0,2			22,54	31,88	45,09	50,41
0,25			13,80	19,52	27,61	30,87



Şekil 6.3 Pekleşme katsayısına göre kırılma tokluğunun değişimi.

Tablo 6.3’de gözüktüğü üzere pekleşme katsayısı (n) arttıkça kırılma tokluğu değerlerinde düşüş olmaktadır. Diğer bir deyişle pekleşme katsayısı düştükçe Kırılma tokluğu değeri artmaktadır. Ayrıca bu durum Şekil 6.3’de gözükmemektedir.

Tablo 6. 3’de gözüktüğü üzere Tane boyutu değeri (d) arttıkça kırılma tokluğu değerlerinde artış olmaktadır. Diğer bir deyişle Tane boyutu değeri düştükçe Kırılma tokluğu değeri düşmektedir.

Yukarıdaki tablolardan da anlaşılacağı gibi Tane boyutunun (d) ve Akma Geriliminin 0°K ’deki etkili değerinin (A) artması Kırılma Tokluğunun değerinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, Pekleşme katsayısı ve Akma Gerilimindeki artış Kırılma Tokluğu değerinin düşmesine neden olmaktadır.

En yüksek Kırılma Tokluğu değerini elde etmek için, tane boyutu değeri ve Akma Geriliminin 0°K ’deki etkili değerinin yüksek olması, Akma gerilimi ve pekleşme katsayısı değerlerinin ise düşük olması gerekmektedir.

Oluşturulan tabloya (Tablo 5.1) göre en yüksek kırılma tokluğu değeri 975,42 MPa'dır. Bu değer için değişkenler $n=0.15$, $d=25 \mu\text{m}$, $A=1400 \text{ MPa}$ ve $\sigma_y=300 \text{ MPa}$.

Yukarıdaki sonuçtan da gözüktüğü üzere (Tablo 5.1) en yüksek kırılma tokluğu değeri; en yüksek A ve d değerleri ile en düşük n ve σ_y değerlerinden oluşmuştur.

Oluşturulan tabloya göre (Tablo 5.1) en düşük kırılma tokluğu değeri 6,41 MPa'dır. Bu değer için değişkenler $n=0.25$, $d=5 \mu\text{m}$, $A=800 \text{ MPa}$ ve $\sigma_y=500 \text{ MPa}$.

Yukarıdaki sonuçtan da gözüktüğü üzere (Tablo 5.1) en düşük kırılma tokluğu değeri; en yüksek n ve σ_y değerleri ile en düşük d ve A değerlerinden oluşmuştur.

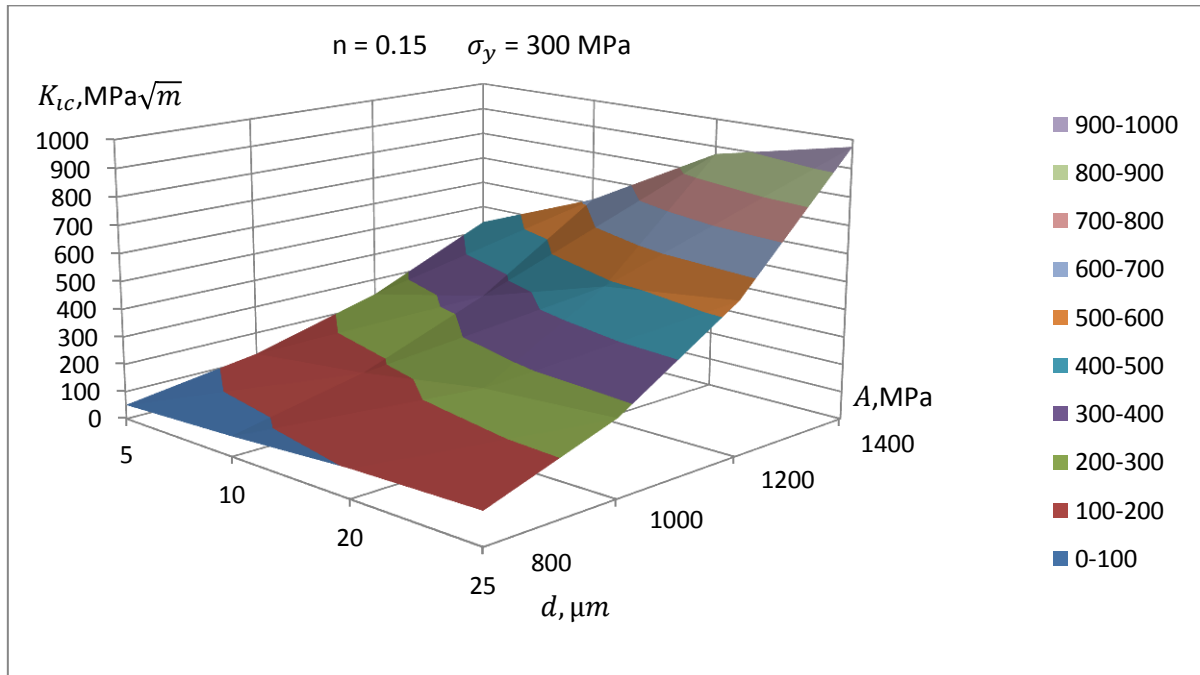
BÖLÜM 7

ÖNERİLER

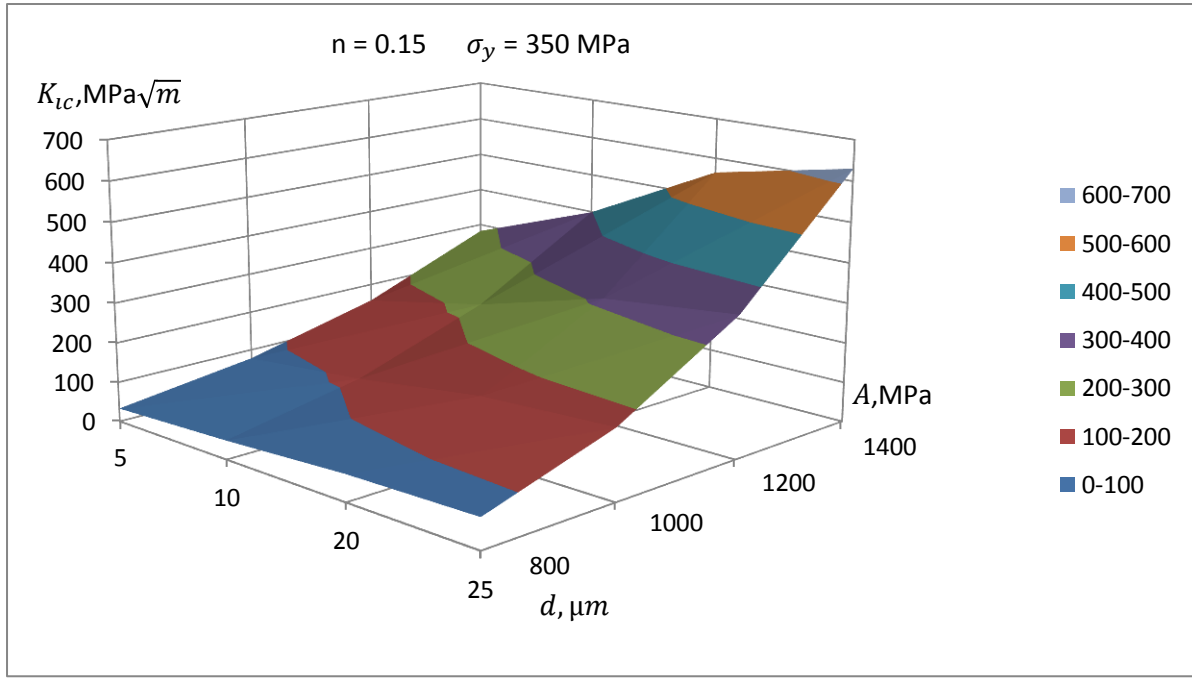
Kırılma Tokluğu değerlerinin optimum hale getirilmesi için elimizdeki 4 farklı değişkenin uygun bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu değişkenlerden 2'sinin değerlerinin artışı Kırılma Tokluğu üzerinde olumlu etki ederken diğer ikisinin değerlerindeki artış kırılma tokluğu üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır.

Şekil 7.1- Şekil 7.16'dan anlaşıldığı üzere; Kırılma Tokluğuna olumlu etki eden parametreler A (MPa cinsinden) ve d (μm cinsinden)'dir. Kırılma Tokluğuna olumsuz etki eden parametreler ise n ve σ_y (MPa cinsinden)'dir.

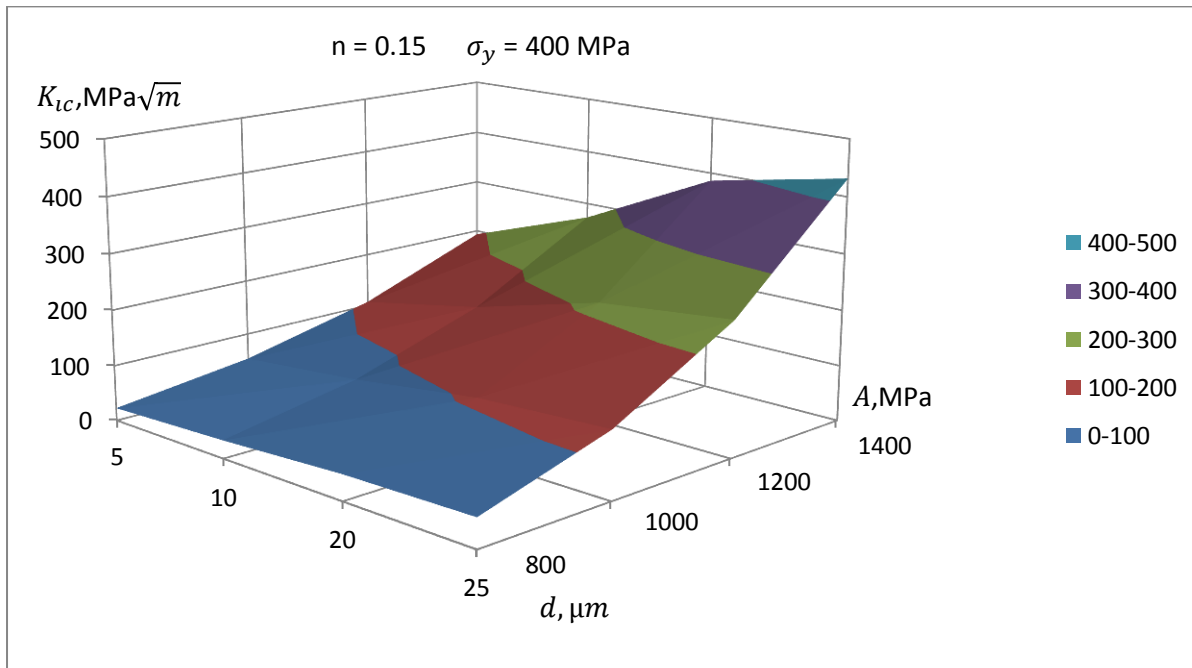
Kırılma tokluğunun bu parametrelere göre değişimleri 3 boyutlu olarak aşağıda gösterilmiştir.



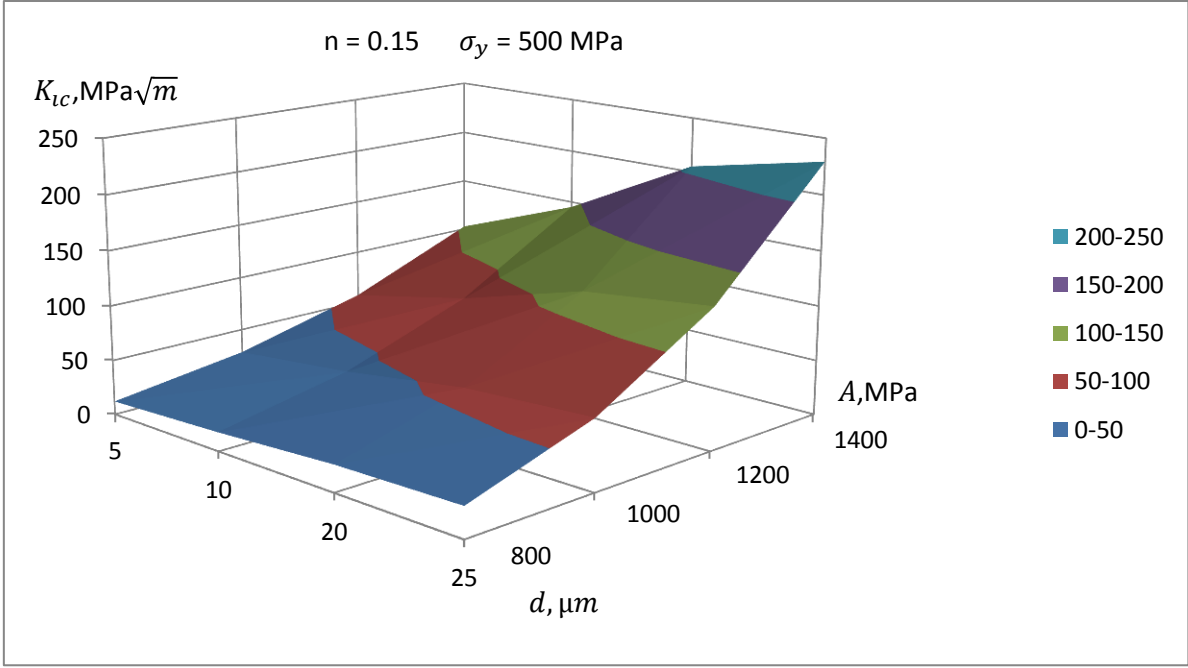
Şekil 7.1 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,15$ $\sigma_y = 300$ MPa).



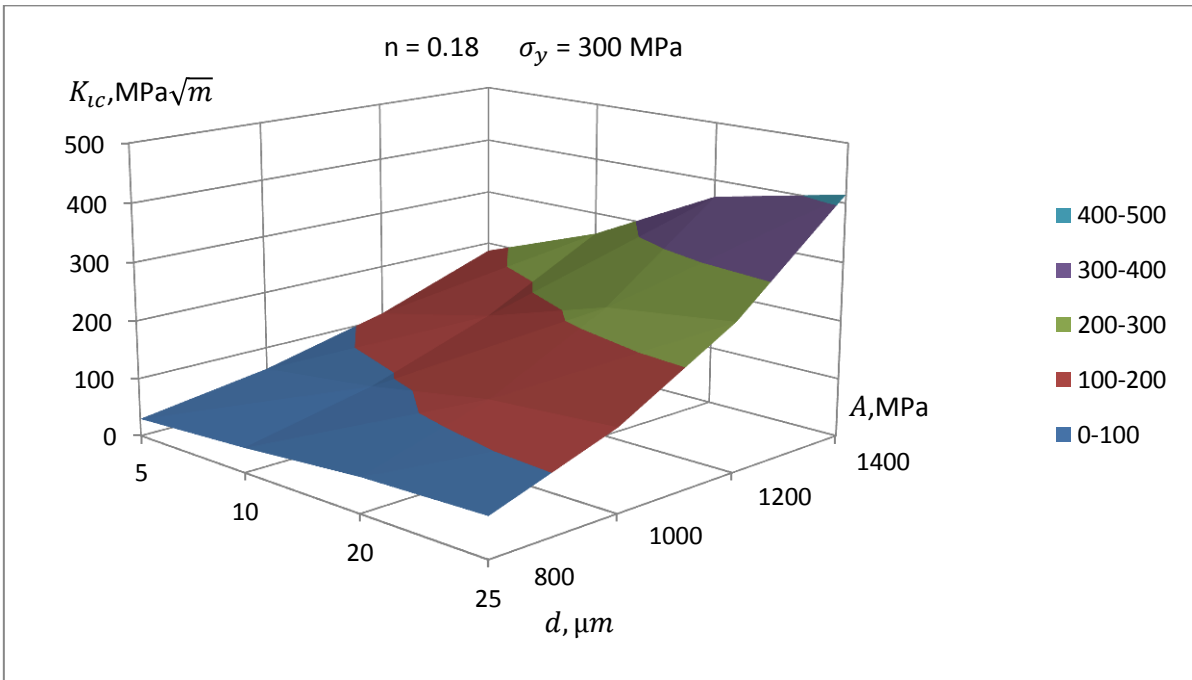
Şekil 7.2 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,15 \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).



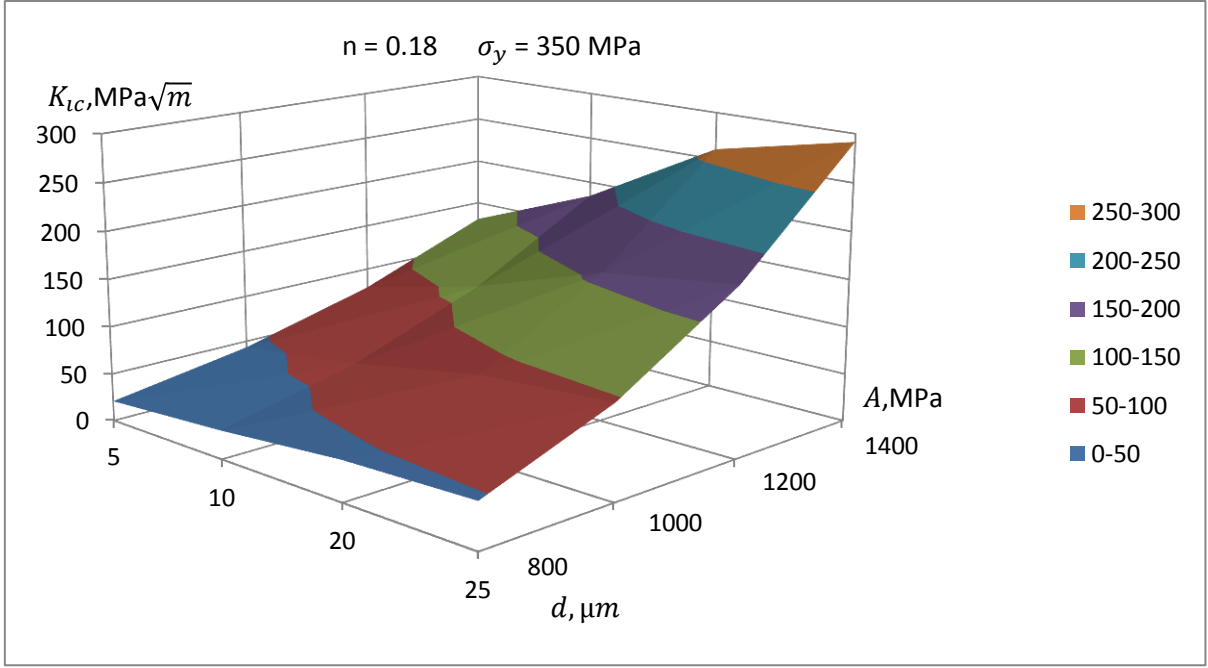
Şekil 7.3 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,15 \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).



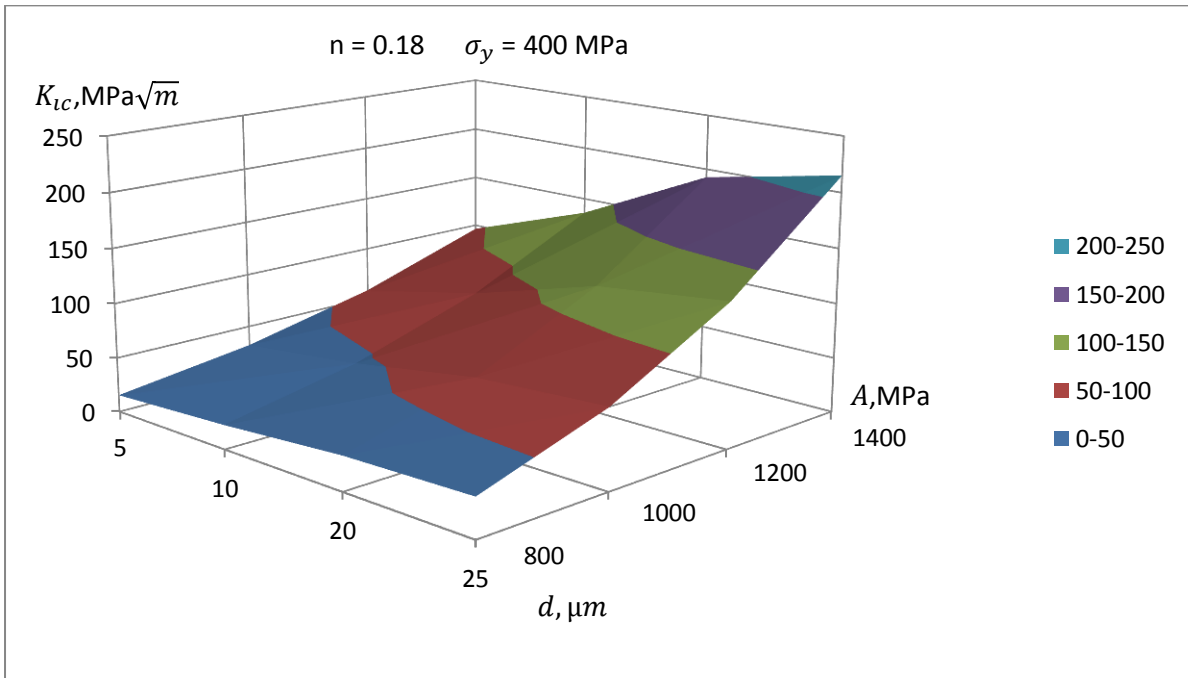
Şekil 7.4 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,15 \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).



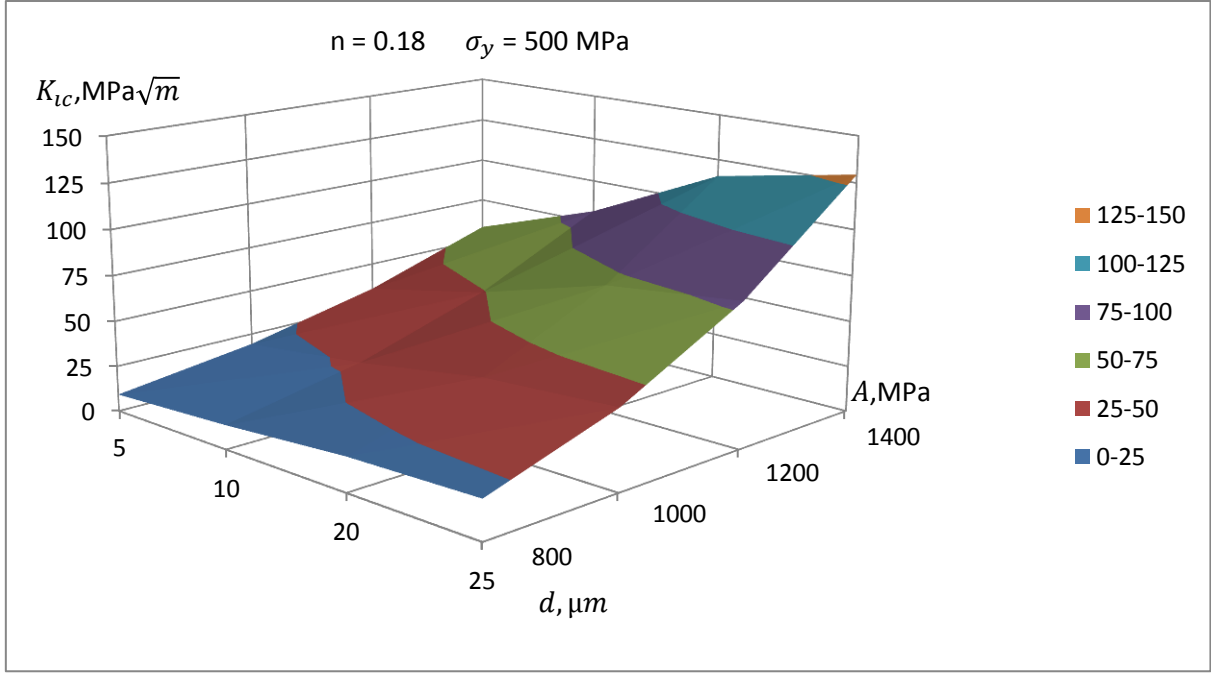
Şekil 7.5 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,18 \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).



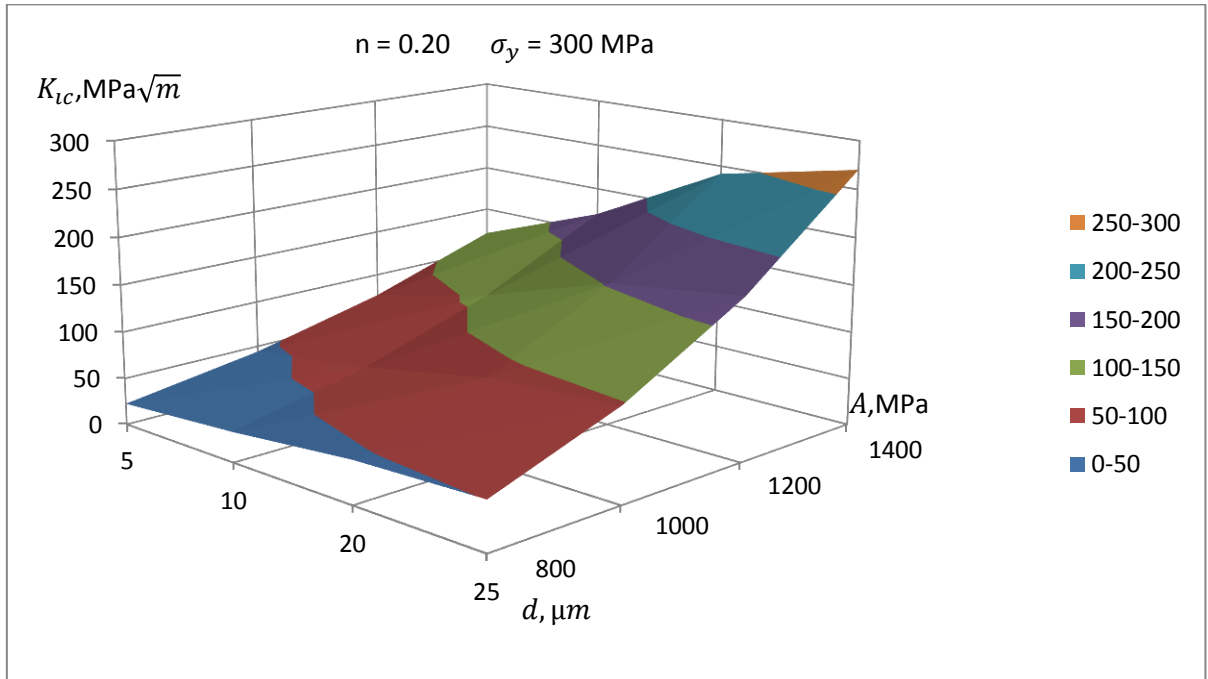
Şekil 7.6 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,18 \quad \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).



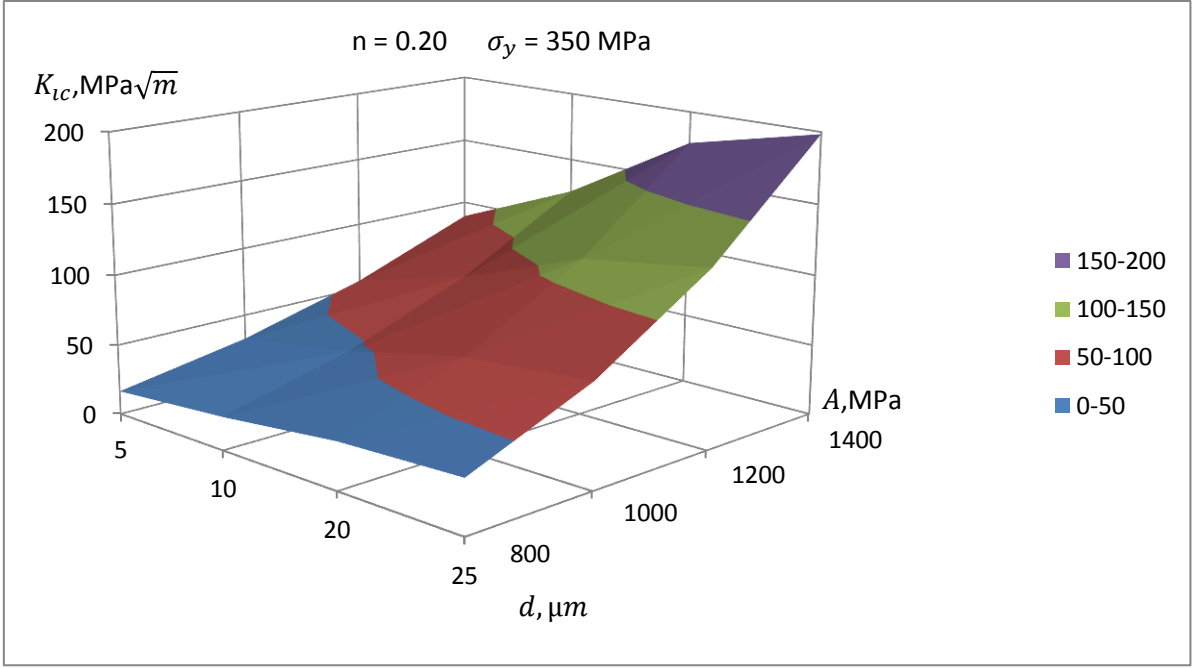
Şekil 7.7 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,18 \quad \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).



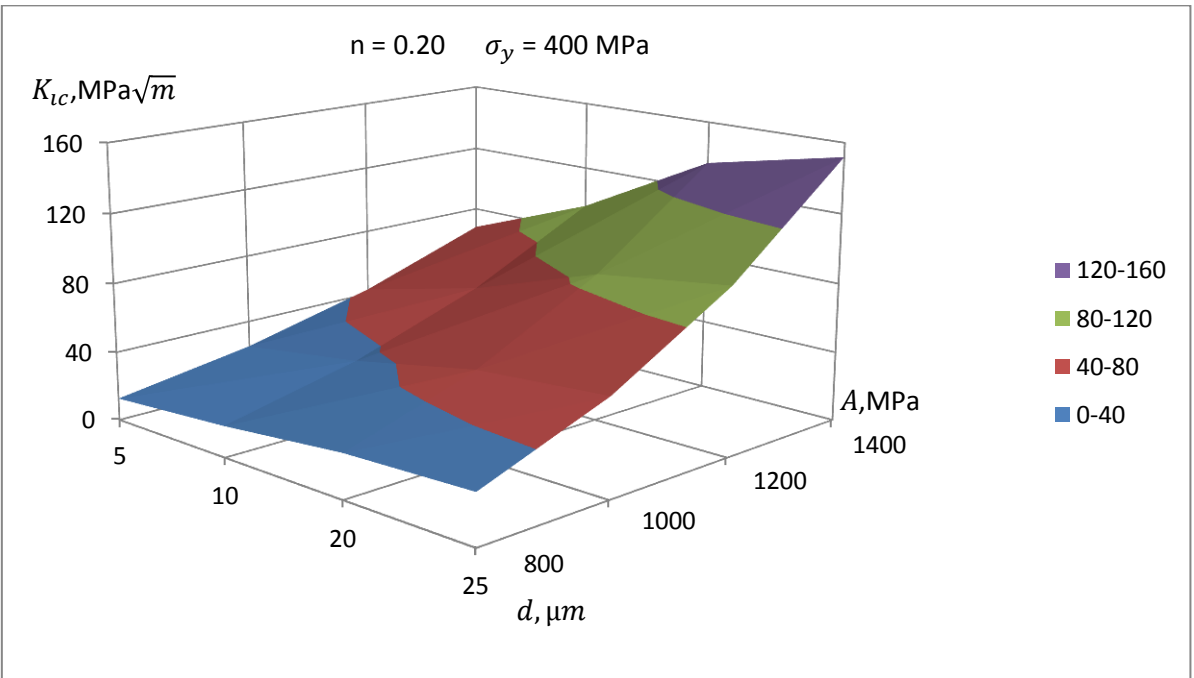
Şekil 7.8 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,18 \quad \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).



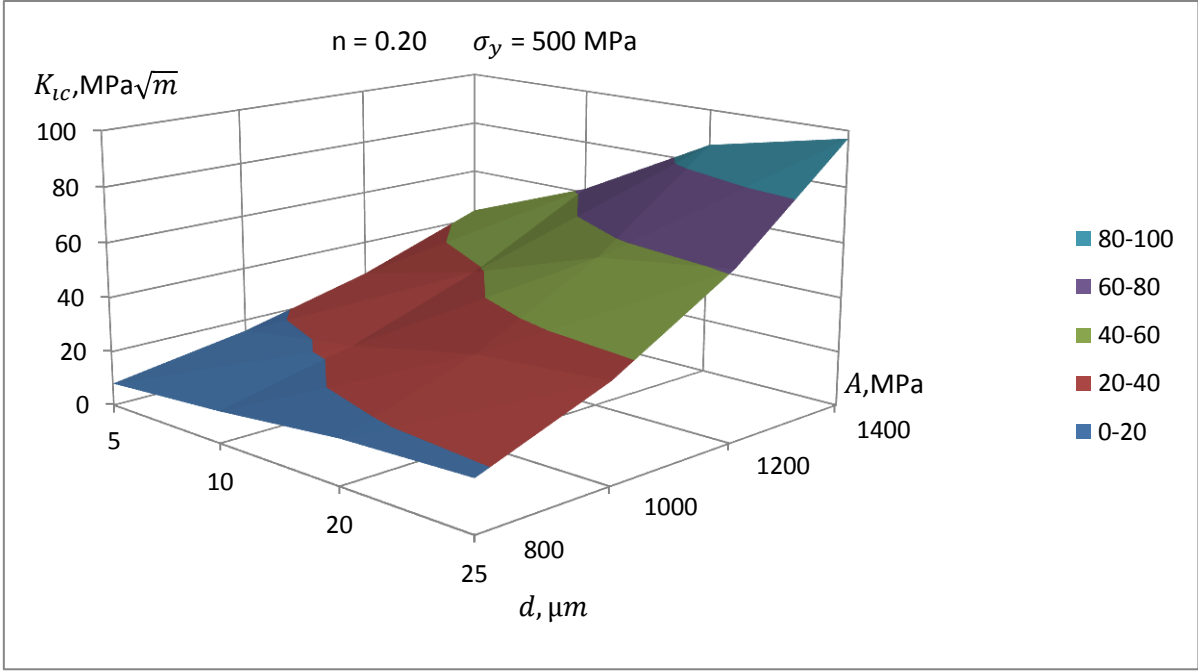
Şekil 7.9 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,20 \quad \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).



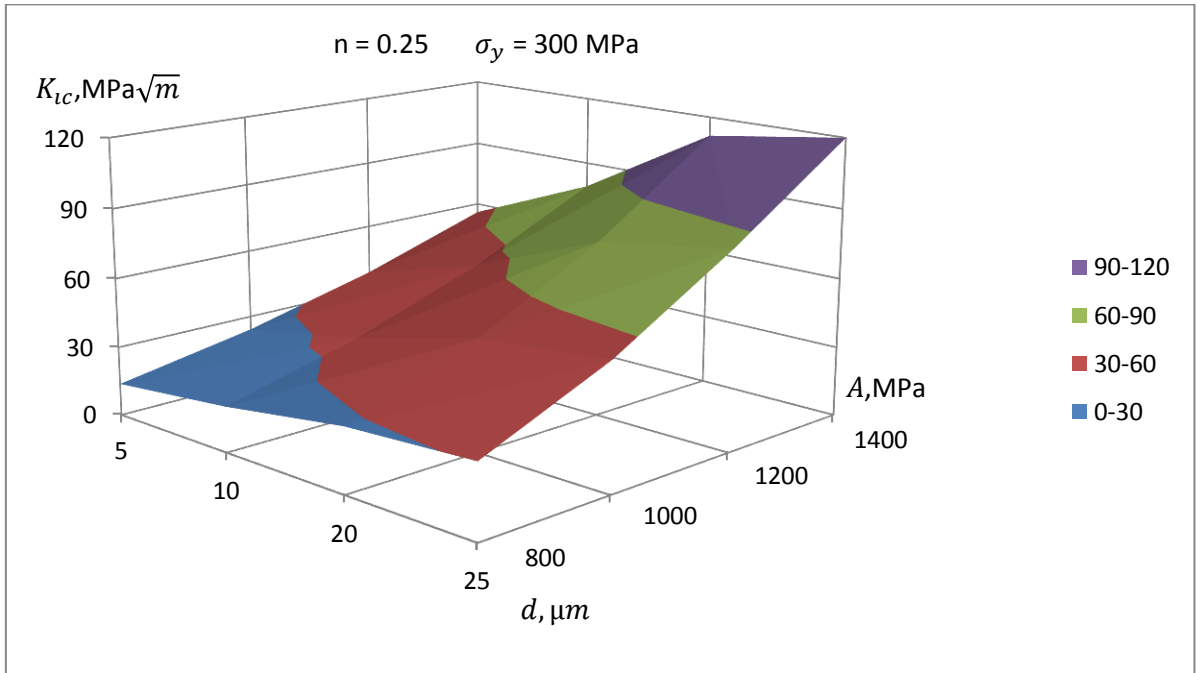
Şekil 7.10 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,20 \quad \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).



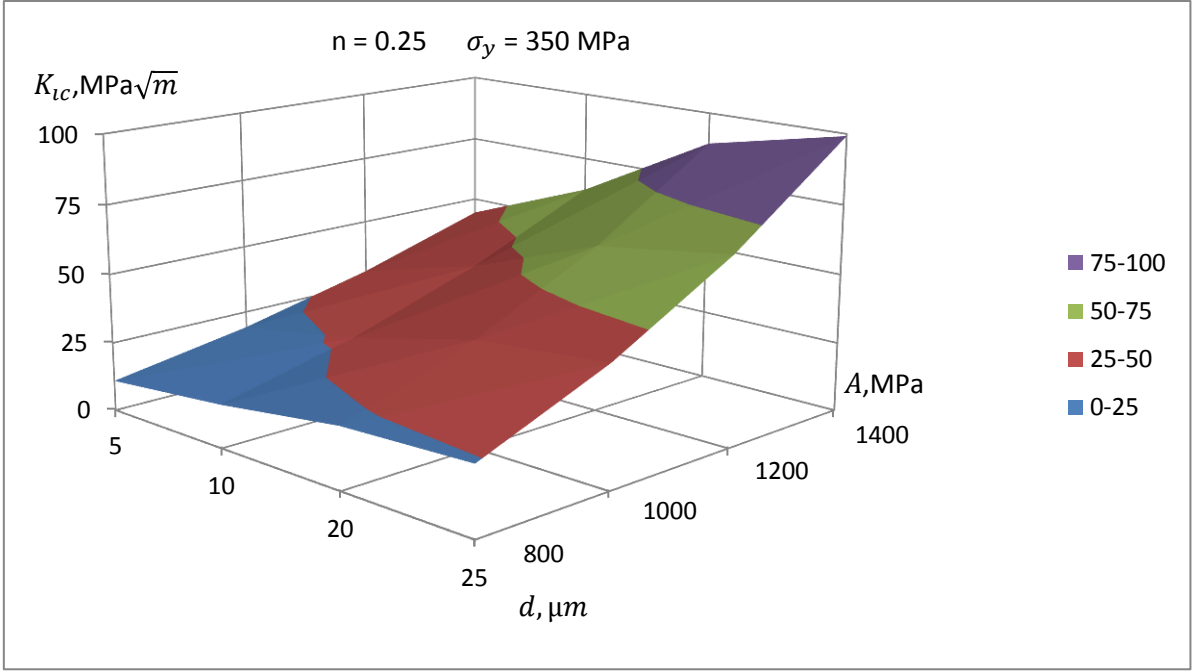
Şekil 7.11 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,20 \quad \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).



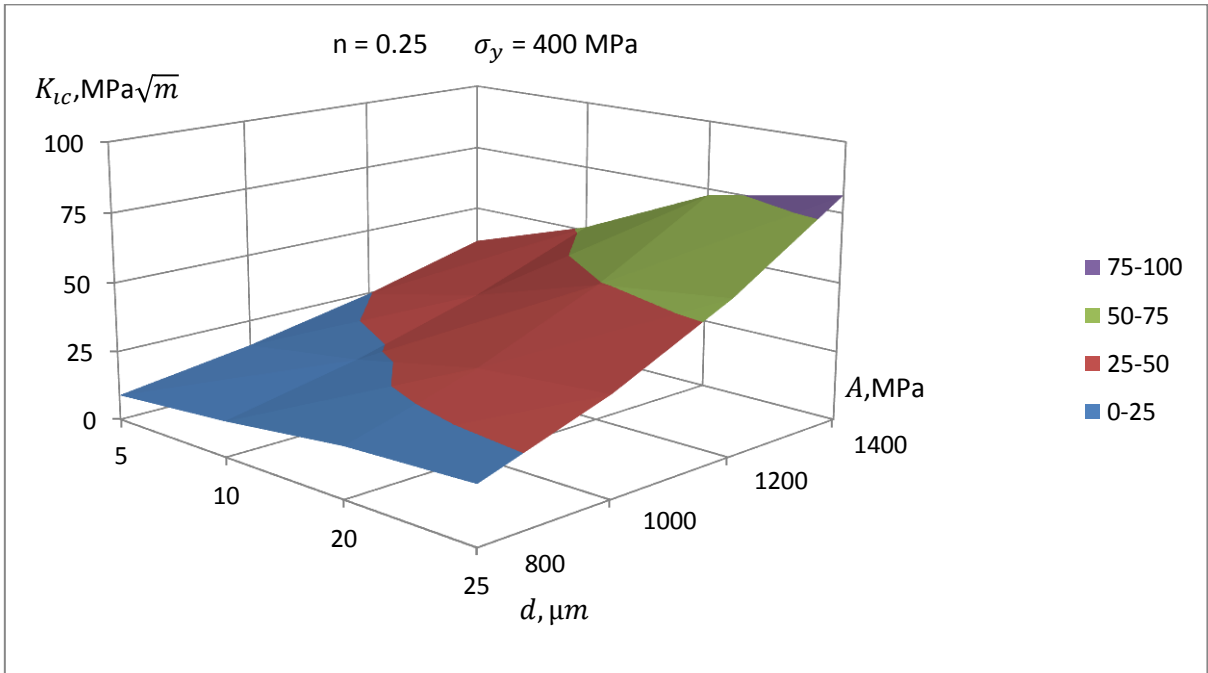
Şekil 7.12 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,20 \quad \sigma_y = 500 \text{ MPa}$).



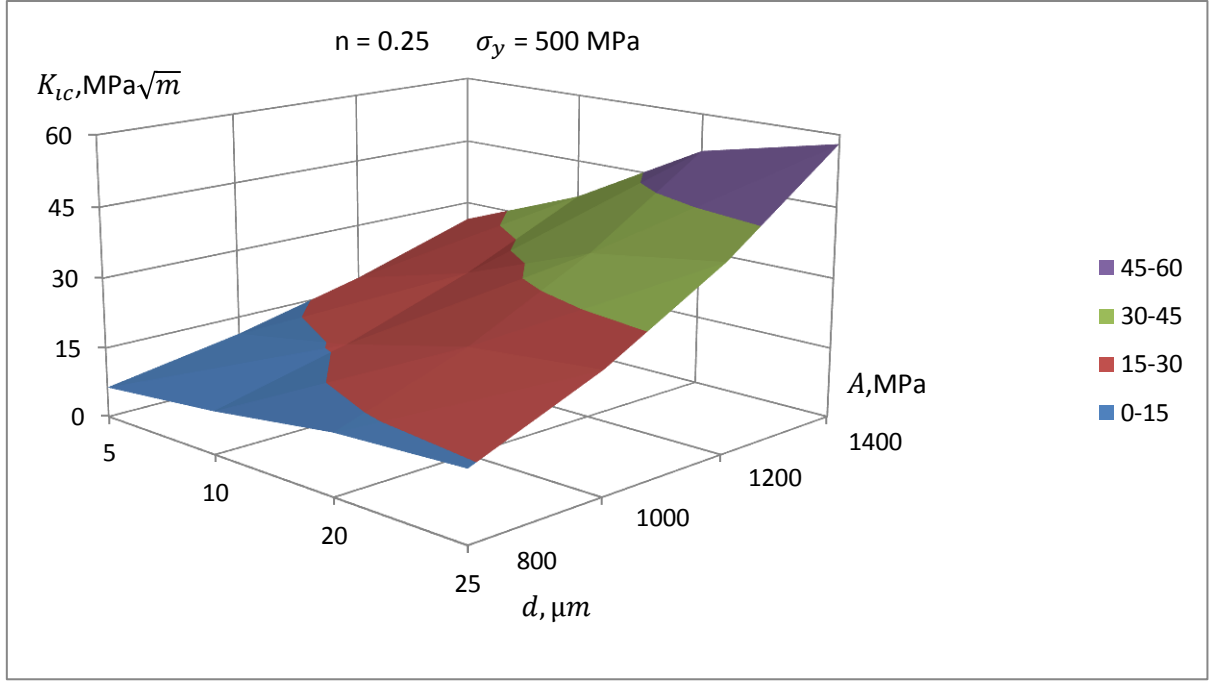
Şekil 7.13 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,25 \quad \sigma_y = 300 \text{ MPa}$).



Şekil 7.14 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,25 \quad \sigma_y = 350 \text{ MPa}$).



Şekil 7.15 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,25 \quad \sigma_y = 400 \text{ MPa}$).



Şekil 7.16 Kırılma Tokluğunun 3 boyutlu değişim grafiği ($n = 0,25 \sigma_y = 500$ MPa).

Bu bulunan sonuçlar tamamen teoriye dayanmaktadır ve Prof. Dr. Galip Said'in Kırılma Tokluğunun Hesaplanmasını sağlayan formülle elde edilmiştir. Elde edilen veriler pratik aşamada denenmemiştir. Bu yüzden, uygulama deneyleri de yapılarak elde edilen sonuçlar teoride elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmalıdır.

Bu çalışmada elde edilen veriler yol gösterici olarak kullanılabilir. Teorik olarak gerçekçi sonuçlar veren bu çalışma, hangi değerlerin kırılma tokluğunu nasıl etkilediği hakkında uygulama için olumlu fikirler beyan etmektedir.

Projenin daha iyi sonuç vermesi için uygulama ile desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aran A** (1981) *Kırılma Mekaniğine Giriş*, Tubitak Marmara Araştırma Merkezi, Gebze, s. 1-27.
- ASTM E399** (1997) Standart test method for plain-strain fracture toughness of metallic materials, *Annual Book of ASTM Standards*, USA, s. 1-31.
- E399-90** (2003) Standard test method for plane-strain-fracture toughness of metallic materials. *Annual book of ASTM Standards*, USA, s. 1-31.
- Eryürek B** (1993) *Hasar Analizi*, Birsen Yayınevi, İstanbul, s. 171.
- Krasowsky A Y** (2001) Fracture mechanics of metals: Some features of crack initiation and crack propagation. *Physical aspects of fracture*, 32: 147-166.
- Pisarenko G S ve Krasowsky A Y** (1972) Analysis of kinetics of quasi brittle fracture of crystalline materials. *Proceedings of the international conference of mechanical behavior of materials*, Kyoto, 1: 421-432.
- Said G** (2010) “Kırılma Mekaniği” lisansüstü ders notları.
- Said G** (2006) Study on ASTM E399 and ASTM E1921 Standards. *Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures*, 29: 606-614.
- Said G ve AYTEKİN A** (2007) HMK kafesli metal ve alaşımların kırılma tokluğu üzerine bir standart projesinin geliştirilmesi. 8. *Uluslar Arası Kırılma Konferansı Bildiriler Kitabı*, s. 94-103.
- Said G** (2004) An express technique for the determination of static and dynamic fracture toughness (K_{Ic} , K_{IId}) of bcc metals and alloys. *Mechanics of Materials*, 36: 1129-1142.
- Saidov G I** (1992) Relation between the micro mechanical destruction factors and crack resistance of the steels of low and middle strength. *Journal of Physics*, 16: 269-279.
- Saidov G I** (1997) A Thermal activation approach to the crack resistance of steels, *Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures*, 20: 41-47.
- Said G ve Taşgetiren S** (2000) Fracture toughness determination of low-alloy steels by thermal activation energy method. *Engineering Fracture Mechanics*, 67: 345-356.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

URL-1 (2011) http://www.teknolojikarastirmalar.com/e-egitim/mekanik_deneyler/kirilma_toklugu.htm, 06.10.2011

URL-2 (2011) <http://www.frmtr.com/fizik-kimya/795944-kirilma-teorileri.html>, 06.10.2011.

URL-3 (2011) <http://www.acar.etu.edu.tr>, 18.09.2011

URL-4 (2011) <http://www.scribd.com/doc/55563289/15/Griffith-Teorisi>, 15.10.2011

URL-5 (2011) <http://web.deu.edu.tr/ansys/tezlery.php>, 15.10.2011

URL-6 (2011) www.wikipedia.org, 29.06.2011

ÖZGEÇMİŞ

Hakan ÖZKÖSE 1983 yılın'da Bartın'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Bartın Anadolu Meslek lisesinden mezun olduktan sonra 2003 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Kontrol Teknolojisi Bölümü'ne girdi. 2008'de mezun olduktan sonra 2010 yılın'da Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü

Tel : (378) 227 6003

Cep Tel : (543) 5038885

E-posta : hakanozkose@gazi.edu.tr