



**ÇOK KATMANLI PLASTİK PARÇALARIN SICAK
PLAKA KAYNAĞI İÇİN GELİŞTİRİLEN BİR SİSTEMİN
ETKİN PROSES PARAMETRELERİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ
Abdullah UYAR**



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KATMANLI PLASTİK PARÇALARIN SICAK PLAKA KAYNAĞI İÇİN
GELİŞTİRİLEN BİR SİSTEMİN ETKİN PROSES PARAMETRELERİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

Abdullah UYAR
0000-0001-6207-373X

Prof. Dr. M. Cemal ÇAKIR
0000-0003-0816-4029

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

TEZ ONAYI

Abdullah UYAR tarafından hazırlanan “Çok Katmanlı Plastik Parçaların Sıcak Plaka Kaynağı İçin Geliştirilen Bir Sistemin Etkin Proses Parametrelerinin İyileştirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : (Prof. Dr. M. Cemal ÇAKIR)

Başkan : Prof. Dr. M. Cemal ÇAKIR
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
0000-0003-0816-4029

İmza



Üye : Prof. Dr. Agah UĞUZ
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
0000-0002-9244-3671

İmza



Üye : Doç. Dr. Hüseyin LEKESİZ
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa
Bilimleri Fakültesi,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
0000-0003-3350-1509

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN

Enstitü Müdürü

26/09/2019

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

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

beyan ederim.

26/09/2019

imza



Abdullah UYAR

ÖZET

Yüksek Lisans

ÇOK KATMANLI PLASTİK PARÇALARIN SICAK PLAKA KAYNAĞI İÇİN GELİŞTİRİLEN BİR SİSTEMİN ETKİN PROSES PARAMETRELERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Abdullah UYAR

Bursa Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Cemal ÇAKIR

Bu çalışmada, endüstriyel seri üretimde en çok kullanılan kaynak prosesi olan sıcak plaka kaynağı ele alınmış, lupolen 4261AG malzemeden üretilmiş plastik parçalara uygulanan sıcak plaka kaynağı araştırılmıştır. Sıcak plaka kaynağı, ısıtılmış takım plakası kullanılarak iki plastik parçanın kaynaştırılması işlemidir. İşlemden her bileşen üzerindeki bir kaynak kabartması veya kordon, sıcak plaka ile temas ettirilir ve ısı, kaynak kabuğunun erimesine neden olur. Sonrasında parçalar birbirine bastırılır. Bu çalışmada kaynaklı parçalar arasındaki en yüksek mukavemet için en uygun sıcaklığın belirlenmesine çalışılmış, en uygun kaynak eritme kuvveti ve en uygun malzeme davranışı kopma testleri, hasar analizleri ve microtome testleri ile belirlenmiştir. Yapılan bu test sonuçlarına göre kaynak parametreleri fiziksel olarak belirlenmiş, iyileştirmeler yapılmış, gereksiz enerji giderleri engellenmiş, kaynak süreleri optimize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıcak plaka kaynağı, Plastiklerde kaynak işlemi, Proses parametreleri, Optimizasyon

2019, vii +36 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

IMPROVING EFFECTIVE PROCESS PARAMETERS OF A SYSTEM DEVELOPED FOR HOT PLATE WELDING OF MULTI-LAYERED PLASTIC PARTS

Abdullah UYAR

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Prof. Dr. M. Cemal ÇAKIR

In this study, hot plate welding, which is the most widely used welding process in industrial series production, has been discussed and hot plate welding applied to plastic parts made of lupolen 4261AG material has been investigated. Hot plate welding is the process of fusing two plastic pieces using the heated tool plate. In the process, a welding fluff or bead on each component is contacted with the hot plate and heat causes the welding shell to melt. Then the pieces are pressed together. In this study, it was tried to determine the optimum temperature for the highest strength among the welded parts, the most suitable welding melting force and the most suitable material behavior were determined by breaking tests, damage analyzes and microtome tests. According to the results of this test, the welding parameters were determined physically, improvements were made, unnecessary energy costs were prevented and welding times were optimized.

Key words: Hot plate welding, Weldingprocess in plastics, Processparameters, Optimization
2019, vii +36 pages.

TEŐEKKÜR

Yüksek Lisans Tez hazırlama sürecinde çalışmama ivedilikle yardım eden ve deneyimleri ile bana yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. M. Cemal ÇAKIR' a teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda bu çalışma boyunca ve hayatımın her aşamasında bana destek olup, her koşulda arkamda durarak beni cesaretlendiren aileme teşekkürlerimi sunarım.

Abdullah UYAR
26/09/2019



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜRLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLOLAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURUMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	4
3.1. Şişirme Üretim Teknolojisi.....	4
3.2. Şişirme Makinesi.....	4
3.2.1. Ekstrüder Ünitesi.....	5
3.2.2. Mengene ve Tutma Ünitesi.....	6
3.2.3. Şişirme Ünitesi.....	7
3.2.4. Kontrol Sistemi ve Elektrik Panosu.....	7
3.2.5. Hidrolik ve Pnömatik Kontrol Üniteleri.....	7
3.2.6. Yağlama Sistemi.....	7
3.3. Kaynak İşlemi ve Geliştirilen Sistemin Tasarımı.....	9
3.3.1. Kaynak İşlemi Aşamaları.....	9
3.3.2. Tasarlanan Sistem ve İyileştirilecek Parametreler.....	11
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	13
4.1. Kopma Testi.....	15
4.2. Microtome Testi.....	16
4.3. Çok katmanlı Yakıt Tanlarındaki Kaynak İşlemi.....	20
5. SONUÇ.....	33
KAYNAK.....	35
ÖZGEÇMİŞ.....	36

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
σ kopma	Kopma dayanımı
°C	Santigrat derece
%	Yüzdeler

Kısaltmalar	Açıklama
Coex	Çok katmanlı üretim
Escr	Çevre stres çatlama direnci
Evoh	Etilen vinil alkol
Lcp	Sıvı kristal polimerler
Ldpe	Düşük yoğunluklu polietilen
Lldpe	Lineer düşük yoğunluklu polietilen
Hdpe	Yüksek yoğunluklu polietilen
Hr	Saat
Imds	Uluslar arası malzeme veri sistemi
Pa	Poliamit
Pbt	Polibütillen
Pe	Polietilen
Pet	Polietilen tereftalat
Pp	Polipropilen
Pvc	Polivinil klorür

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Şişirme makinesi.....	5
Şekil 3.2. Vida kovan sistemi.....	6
Şekil 3.3. Sıcak plaka kaynak işlemi.....	10
Şekil 3.4. Tasarlanan sıcak plaka kaynak grubu.....	11
Şekil 3.5. Kaynak işlemi için tasarlanan sistemin detay görünüşü.....	12
Şekil 4.1. 4 ve 5 bar basınç için sıcaklığa bağlı olarak kaynak yer değişimi.....	14
Şekil 4.2. Kopma test cihazı ve kopma testi uygulanan parçanın cihaza bağlanması....	16
Şekil 4.3. Microtome test cihazı.....	17
Şekil 4.4. SMZ800N model mikroskop.....	17
Şekil 4.5. Kaynak yapılmış numune.....	18
Şekil 4.6. 4 bar basınç altında kaynak yer değişim uzunlukları.....	19
Şekil 4.7. 5 bar basınç altında kaynak yer değişim uzunlukları.....	20
Şekil 4.8. Çok katmanlı şekilde üretilen yakıt tankının kesiti.....	22
Şekil 4.9. Çok katmanlı üretim teknolojisi ile üretilmiş yakıt tankı.....	24
Şekil 4.10. Hava tahliye valfinin kaynak kesit gösterimi.....	24
Şekil 4.11. Kaynak yapılan numunelerin şekilsel gösterimi.....	26
Şekil 4.12. 4 bar basınç altında kaynak yer değişim uzunlukları.....	29
Şekil 4.13. 4 ve 5 bar basınç için sıcaklığa bağlı olarak kaynak yer değişimi.....	31
Şekil 4.14. 5 bar basınç altında kaynak yer değişim uzunlukları.....	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Lupolen 4261AG malzemesinin özellikleri.....	8
Çizelge 4.1. Kaynak parametreleri (4 bar basınç için).....	13
Çizelge 4.2. Kaynak parametreleri (5 bar basınç için).....	14
Çizelge 4.3. 4 bar basınç için sıcaklık değişimine göre kopma mukavemeti değerleri..	15
Çizelge 4.4. 5 bar basınç için sıcaklık değişimine göre kopma mukavemeti değerleri...	16
Çizelge 4.5. Admer GT6E malzemesinin özellikleri.....	23
Çizelge 4.6. INEOS HDPE K46-06-185 malzemesinin özellikleri.....	27
Çizelge 4.7. Kaynak parametreleri (4 bar basınç için).....	28
Çizelge 4.8. 4 bar basınç için sıcaklık değişimine göre kopma mukavemeti değerleri...	30
Çizelge 4.9. Kaynak parametreleri (5 bar basınç için).....	30
Çizelge 4.10. 5 bar basınç için sıcaklık değişimine göre kopma mukavemeti değerleri.	30

1. GİRİŞ

Otomotiv endüstrisinde yakıt tankı olarak plastik yakıt tanklarının kullanımının yaygınlaşması sıcak plaka kaynağının ve kaynak parametrelerinin önemini her geçen gün artırmaktadır. Kaynak işlemleri için sürekli yeni sistem tasarımları geliştirilmekte, işlemin daha hızlı ve istenilen seviyede gerçekleştirilmesi için kaynak parametreleri optimize edilmektedir. Sıcak plaka kaynağı enjeksiyon, şişirme üretim teknolojisi veya ekstrüzyon yoluyla üretilen plastik parçaları birleştirmek için kullanılan bir kaynak yöntemidir. Günümüzde plastik malzemeden parça üretimi ve bu parçaların montajını yapabilen birçok fabrikada sıcak plaka kaynak işlemi uygulanmaktadır. Birçok araçta kullanılan yakıt tankının metalden plastiğe dönmesi nedeniyle bu alanda yakıt tankı üretiminde kullanılan malzemelerin önemini artırmış ve bu alanda çeşitli özel malzemelerin araştırılması yolu açılmıştır. Ve bu malzemelerin en önemlilerinden biri olan ve bu çalışmada kullandığımız lupolen 4261AG, yüksek moleküler ağırlıklı, yüksek yoğunluklu bir polietilendir. Bu malzemeler paletlerle temin edilir, ekstrüzyon işlemi için antioksidanlarla stabilize edilirler. Mükemmel bir düşük sıcaklık darbe dayanımı ile birlikte mükemmel bir kimyasal dirence, çok yüksek bir çevre stres çatlama direncine (ESCR) sahiptirler. Bu malzemeler otomotiv sektöründe araç üreten firmalarının çeşitli testler sonucunda karar verdikleri malzemelerdir. Bu malzemeler yüksek yoğunluklu polietilen olup bazı özel uygulamalar ile yakıt depolarının imalatında kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmıştır. Yakıt tankı üretimi için seçilen bu malzemeden üretilen yakıt tankı -40 ve +80 °C' ye kadar özel dolaplarda bekletilir, daha sonra belirlenmiş yüksekliklerden düşme ve sızdırmazlık testleri uygulanır ve malzeme davranışları test edilerek malzemenin proses için uygun olup olmadığına karar verilir. Bu testlerin yanında bazı simülasyon programları yardımı ile malzeme testleri yapılır. Söz konusu malzemelerin otomotiv endüstrisinde spesifik uygulamalarda kullanılmalarından dolayı literatürde malzemeler ile ilgili detaylı bilgiye ulaşılamamaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu çalışmada sıcak plaka kaynak işleminde, plaka sıcaklığı, ısıtma süresi, kaynak yer değişim miktarı ve kaynak süresinin yanı sıra literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak kaynak esnasında basınç değerinin değiştirilmesi ile sıcak plaka kaynak işlemindeki önemi gösterilmeye çalışılmış ve kaynak parametreleri optimize edilmiştir. Basınç faktörü sayesinde kaynak işleminin daha kısa sürede gerçekleştiği, sistemin kaynak için gerekli ergime sıcaklığına daha kısa sürede ulaştığı görülmüştür.

Poliamid esaslı malzemelerde cam elyaf katkısının sıcak plaka kaynağı üzerinde etkisini araştırılmıştır. Bu çalışmada poliamid 6 (PA 6), poliamid 6 cam elyaf oranı ağırlıkça yüzde 15 (PA 6 GF 15) ve poliamid 6 cam elyaf oranı ağırlıkça yüzde 30 (PA 6 GF 30), poliamid 66 (PA 66), poliamid 66 cam elyaf oranı ağırlıkça yüzde 15 (PA 66 GF 15) ve poliamid 66 cam elyaf oranı ağırlıkça yüzde 30 (PA 66 GF 30) olan plastiklerinin sıcak plaka kaynak yöntemi ile birleştirilmesinde, plaka sıcaklığı, ısıtma süresi, kaynak nüfuziyeti ve kaynak süresinin kaynak mukavemetine etkisi incelenmiştir. Bu dört parametrenin her birinde üç farklı değer göz önüne alınmıştır. Numunelerin sıcak plaka kaynağı ile birleştirilme prosesinde Taguchi deney tasarımı yöntemi göre L9 ortogonal dizi kullanılmıştır (Kocatüfek 2013).

Çift plakaya sahip olan ve her plakanın sıcaklıklarının ayrı ayrı kontrol edildiği sıcak plaka kaynak makinesini kullanarak polieterimid, polikarbonat ve polibütilen tereftalat kaynak edilebilirliğini incelemiştir. Kaynak işleminde, ergimiş malzeme kalınlığı ısıtma süresiyle, ergirken taşan malzeme miktarı sıcak plaka üzerindeki durdurucularla, kaynak sırasında taşan malzeme ise kaynak makinesi üzerindeki durdurucularla kontrol edilmiştir. Plakanın sıcaklığı ve ısıtma süresinin kaynak mukavemetine etkisi incelenmiştir. Kaynak nüfuziyeti ve basınç sabit tutulmuştur. Deneylerin sonucunda farklı termoplastikler birbirleriyle kaynatıldığında yüksek dayanım değerlerine ulaşılmıştır(Stokes1998).

Polikarbonat malzemenin sıcak plaka kaynağı ile yapılan kaynak işleminde polikarbonat kurutulup kurutulmamasının etkileri araştırmıştır. Kaynak işleminde,

ergimiş malzeme kalınlığı ısıtma süresiyle, ergirken taşan malzeme miktarı sıcak plaka üzerindeki durdurucularla, kaynak sırasında taşan malzeme ise kaynak makinesi üzerindeki durdurucularla kontrol edilmiştir. Plaka sıcaklığı, ısıtma süresi ve kaynak nüfuziyeti kaynak parametreleri olarak kullanılmıştır. 3 farklı kalınlıktaki polikarbonatın kaynak mukavemetleri incelenmiştir. Kurutulmamış polikarbonatın kaynak mukavemetinin kurulmamış olana göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir(Stokes1998).

Çeşitli ticari termoplastik malzeme karışımların sıcak plaka kaynağı yöntemiyle kaynak edilebilme kabiliyetlerini ve kaynak mukavemetlerini incelemiştir. Çalışmada polikarbonat, akrilonitril bütadienstiren (PC/ABS), polikarbonat, polibütilentereftalat (PC/PBT), polifenilen oksit ve poliamid (PFO/PA) kullanılmıştır. Deneylerde kalınlığı 3,2 mm olan kaynak numuneleri kullanılmıştır. Kaynak işleminde, ergimiş malzeme kalınlığı ısıtma süresiyle, ergirken taşan malzeme miktarı sıcak plaka üzerindeki durdurucularla, kaynak sırasında taşan malzeme ise kaynak makinesi üzerindeki durdurucularla kontrol edilmiştir. Plaka sıcaklığı, ısıtma süresi ve kaynak nüfuziyeti kaynak parametreleri olarak kullanılmıştır (Stokes ve Conway 2001).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada şişirme üretim teknolojisi ile üretilen yakıt tankları üzerine yapılan sıcak plaka kaynak işlemi üzerinde durulmuştur. Malzeme olarak lupolen 4261AGmalzemesi kullanılmış ve kaynak işlemindeki malzeme davranışları, kaynak mukavemeti uygulanan testler yardımıyla belirlenmiştir. Ancak malzemenin özelliğine ve çalışmanın diğer adımlarına geçmeden önce şişirme üretim teknolojisi ve şişirme makinesi hakkında bilgi verilmelidir.

3.1. Şişirme Üretim Teknolojisi

Şişirme üretim teknolojisi ile günlük hayatımızda tüketilen sıvı veya toz ürünlerin paketlenme, ambalajlama, depolama ve nakliyesinde genellikle plastik şişe, kutu, kavanoz ve variller üretilmektedir. Çeşitli plastik hammaddeleri (PET, PBT, PP, PVC, HDPE vb.) ısıtıp plastikleştirilen, bunları uygun bir kalıp içerisinde üfleme metoduyla şişirerek içi boş plastik kapları üreten makinelere şişirme makineleri denir. İçi boş plastik eşyalar, cam şişe üretiminde uygulanan şişirme yöntemine benzer usulde üretilir. İçi boş eşya terimi şişeler, kola ve soda kutuları veya tüpler gibi sadece ambalaj eşyaları ile sınırlı değildir. Tekneler, otomobil yakıt depoları, tanklar, otomotiv yedek parçaları vs. gibi teknik ekipmanlar da bu gruba dahildir.

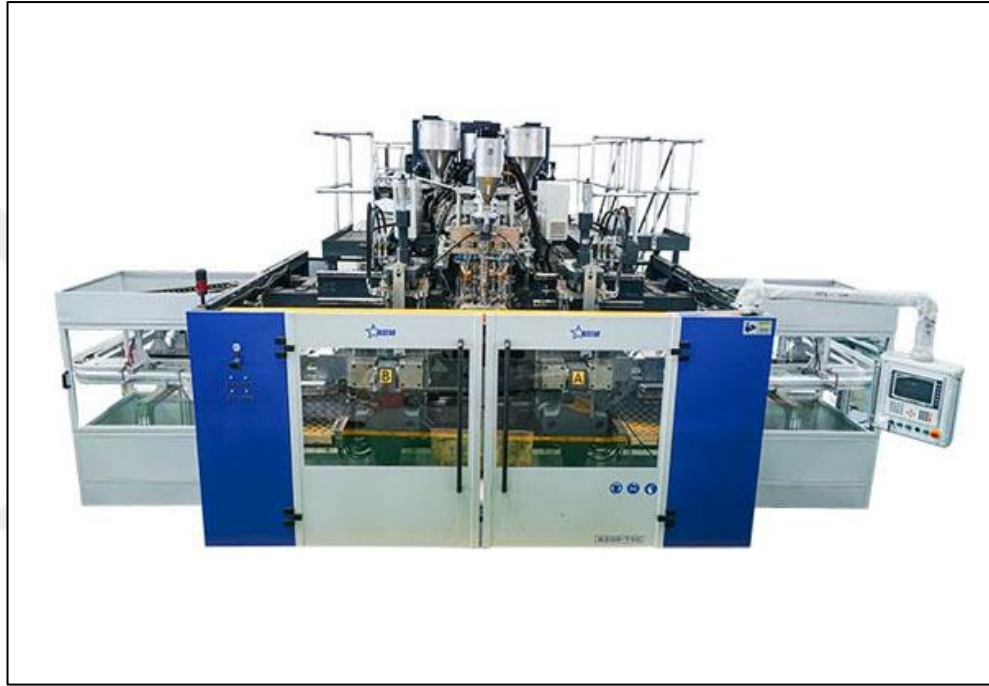
3.2. Şişirme Makinesi

Şişirme makineleri, şişirme teknolojisine uygun olarak üretilmiş makinelerdir. Genel olarak bu makineler üç gruba ayrılır:

- Ekstrüzyon şişirme
- Enjeksiyon şişirme
- Enjeksiyon gerdirme şişirmedir.

Bu yöntemlerin dışında özellikle büyük hacimli içi boş parçaların kalıplanmasında rotasyonel kalıplama olarak adlandırılan bir metot kullanılmaktadır. Ancak bu üretim yönteminde parça üretim süresi şişirme üretim teknolojisi ile üretilen parçalara göre daha uzun sürede üretilir. Günümüzde şişirme makineleri manuel, yarı otomatik, tam otomatik, PLC ve bilgisayar kontrollü olarak üretilmektedir. Ayrıca üretim verimliliğini

ve üretim hızını artırmak için şişirme makineleri çok istasyonlu olarak da üretilmektedir. Bu makineler de plastiği belli bir sıcaklığa kadar ısıtmak için ısıtıcı rezistans grupları mevcuttur ve bu bölgede ısınan ve eriyik haline gelen plastik önceden soğutulmuş olan kalıp içine enjekte edilir ve kalıp içine belli bir basınçta hava üflenerek plastiğin kalıbın şeklini alması sağlanır. Bu üretim yönteminde soğutma işlemi çok önemlidir çünkü üretilen parçanın son halini alabilmesi için soğutma işlemi ve süresi çok önemlidir. Şekil3.1’de şişirme makinesi şekilsel olarak gösterilmiştir.



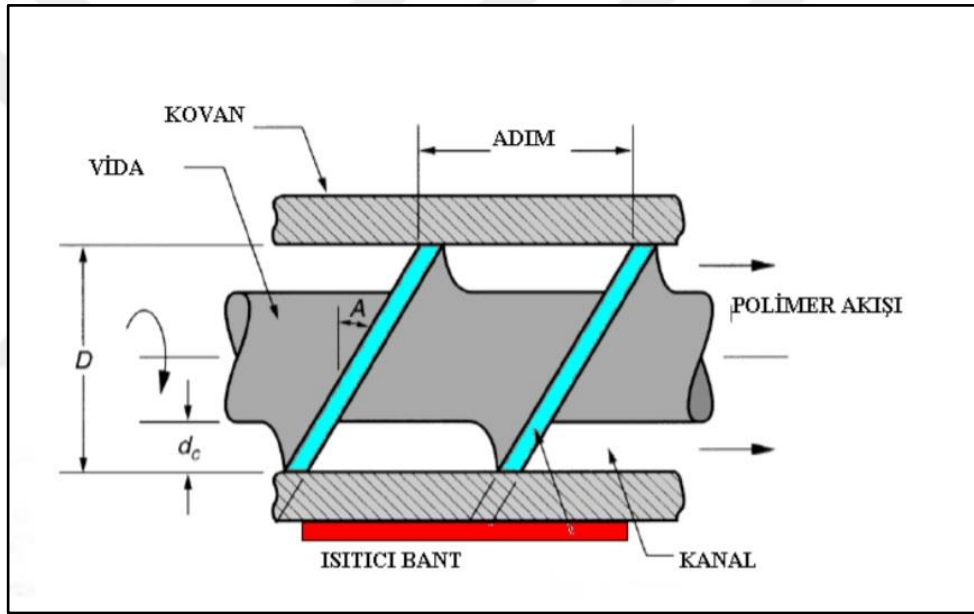
Şekil3.1. Şişirme makinesi

Ekstrüzyon şişirme ve enjeksiyon şişirme makineleri genel olarak, ekstrüder ünitesi, Mengene ve tutma ünitesi, Şişirme (üfleme) ünitesi, Kontrol sistemi ve elektrik panosu, Hidrolik ve pnömatik kontrol üniteleri, Yağlama sistemi gibi ünitelerden oluşmaktadır.

3.2.1. Ekstrüder Ünitesi

Bu ünite ham madde haznesi, kovan, vida, DC (genel olarak) veya AC vida motor ve ısıtıcı bantları ve fanlar bulunmaktadır. Şişirme makinelerinde kullanılan ekstrüzyon vida sistemi genel ekstrüzyon sistemlerinde kullanılan üç bölgeci vida sistemidir. Ekstrüder ünitesi ham madde ve renk karıştırmada homojenlik sağlamalı ve

kolay temizlenebilir olmalıdır. Isıtıcı bantlar kovani ısıtma işlemini sürdürürken soğutucu fanlar, kovani bölge sıcaklık derecelerini hammaddeden yüksek verim alınabilmesi için sabit tutmaya çalışır. Üretimin hızının artırılması açısından vida motorunun hızının rahatlıkla ayarlanabilmesi ve istenen dönüş hızlarına vakit kaybetmeden kendini adapte edebilmesi gerekmektedir. Bu şekilde çalışan, kullanım açısından operatörün makineye hâkim olabildiği bir sistemi şişirme makinelerinde görmek ve incelemek mümkündür. Ekstrüzyon şişirmede kullanılan vida tipleri çok değişiktir. Üç bölge vidalar, bariyerli vidalar, farklı karıştırma özellikleri olan vidalar, belirli ihtiyaçları karşılamak için yapılan özel vidalar ekstrüzyon şişirme yönteminde kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekil 3.2’de vida kovani sistemi gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Vida kovani sistemi

3.2.2. Mengene ve Tutma Ünitesi

Kalibn şişirme pimleri ve parison kafası arasında hareketini sağlayan sistemdir. Bilgisayar kontrollü güçlendirilmiş mengene kilitleme sistemi hızlı mengene açılmasına ve yavaş mengene kilitlemesine olanak sağlar. Bu durum sabit değerlerde mengene hareketleri yapılabilmesine ve gürültünün önlenmesine olanak tanıyarak çalışma ömrünü uzatır ve kalıp hasarlarını azaltır.

3.2.3. Şişirme Ünitesi

Bu ünite de kafadan gelen parisonun kalıp içersinde 4–10 bar arasındaki basınçla şişirilmesi gerçekleştirilir. Şişirme ünitesindeki kafa bölümü, eriyik hâldeki ham maddeyi yatay bir akış ile parison adı verilen akışkan hortum halinde dışarıya veren sistemdir. Parison kafasının esas işlevi ekstrüderden gelen erimiş ham maddeyi dikey bir iletimle akışkan hortuma dönüştürmek ve akışkan hortumun (parison), üretim ihtiyacına göre duvar kalınlığının ayarlanmasını sağlamaktır.

3.2.4. Kontrol Sistemi ve Elektrik Panosu

Makinenin genel kontrol sistemleri ve kalıp ayarlarının yapılarak kaydedildiği, makine operatörünün tamamen makineye hâkim olabildiği kontrol grubudur. Kullanımı basit ve gerektiğinde kullanıcıya yol gösteren kontrol grupları tercih edilmelidir. Kontrol ünitesinde bütün değerler ekrandan izlenebilir, hata mesajları ile birlikte doğru problem çözümü için yapılması gerekenler ekranda görüntülenir. Makineden ayrı olarak monte edilen elektrik panosu sarsıntı ve titreşimden etkilenmeyen, ısı yalıtımı sağlanmış ve kolay monte edilebilir olmalıdır.

3.2.5. Hidrolik ve Pnömatik Kontrol Üniteleri

Ekstrüzyon şişirme makinelerinde hidrolik ve pnömatik sistemler kullanılmaktadır. Mengene açma kapama ve kilitleme, ekstrüder hareketleri hidrolik sistemle yapılır. Diğer tüm hareketler pnömatik sistemle gerçekleştirilir. Tüm hareketler kontrol ünitesinde programlanıp sinyal girişleri ile yön kontrol valflerine gönderilir. Hidrolik sistem basıncı 100 – 140 kg/cm^2 , hava basıncı 4–8 kg/cm^2 dir.

3.2.6. Yağlama Sistemi

Ekstrüzyon şişirme makinelerinin hareket eden ve temas hâlinde olan kısımlarını otomatik olarak yağlayan sistemdir. Makinenin çalışma ömrünün ve veriminin artması iyi bir yağlama yapılarak sağlanabilir. Sistem, sürtünmeyi azaltacak biçimde periyodik olarak çalışan kısımları yağlama yapar. Tüm makinelerde olduğu gibi ekstrüzyon şişirme makinelerinde de yağlama dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardandır.

Çizelge 3,1'de lupolen 4261AG malzemenin mekanik ve fiziksel özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Lupolen 4261AG malzemesinin özellikleri

Fiziksel Özellikler	Nominal Değer	Birim
Yoğunluk	0,945	g/cm^3
Eriyik akış hızı	5,9	g/10min
Yığın yoğunluğu	> 0,500	g/cm^3
Çevresel gerilme girenci	1000	hr
Mekanik Özellikler	Nominal Değer	Birim
Gerilme modülü	900	Mpa
Eğilme gerilmesi	1100	Mpa
Çekme gerilmesi	24	Mpa
Erime sıcaklığı	131	°C
Gerilme direnci	23,1	Mpa

Bu malzemeler otomotiv sektöründe araç üreten firmalarının çeşitli testler sonucunda karar verdikleri malzemelerdir. Bu malzemeler yüksek yoğunluklu polietilen olup bazı özel uygulamalar ile yakıt depolarının imalatında kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmıştır. Bu malzeme doğrudan güneş ışığından, 40 °C' nin üzerindeki sıcaklıklardan ve depolama sırasında yüksek atmosferik nemden korunmalıdır. Daha yüksek depolama sıcaklıkları, depolama süresini azaltabilir. Erimiş polimer, herhangi bir işleme ve çevrimdışı işlem sırasında havaya maruz kalırsa bozulabilir. Bozunma ürünleri hoş olmayan bir kokuya sahip olabilir. Yüksek konsantrasyonlar da, mukus zarlarının tahriş olmasına neden olabilirler. Duman veya buharı uzaklaştırmak için üretim alanları havalandırılmalıdır. Yakıt tankı üretimi için seçilen bu malzemenin üretilen yakıt tankı -40 ve +80 °C' ye kadar özel dolaplarda bekletilir, daha sonra belirlenmiş yüksekliklerden düşme ve sızdırmazlık testleri uygulanır ve malzeme davranışları test edilerek malzemenin proses için uygun olup olmadığına karar verilir. Bu testlerin yanında bazı simülasyon programları yardımı ile malzeme testleri yapılır. Söz konusu malzemelerin otomotiv endüstrisinde spesifik uygulamalarda

kullanılmalarından dolayı literatürde malzemeler ile ilgili detaylı bilgiye ulaşılammaktadır. Bu çalışmada lupolen 4261AG in sıcak plaka kaynak işlemindeki malzeme davranışları uygulanan testler yardımıyla belirlenmiştir.

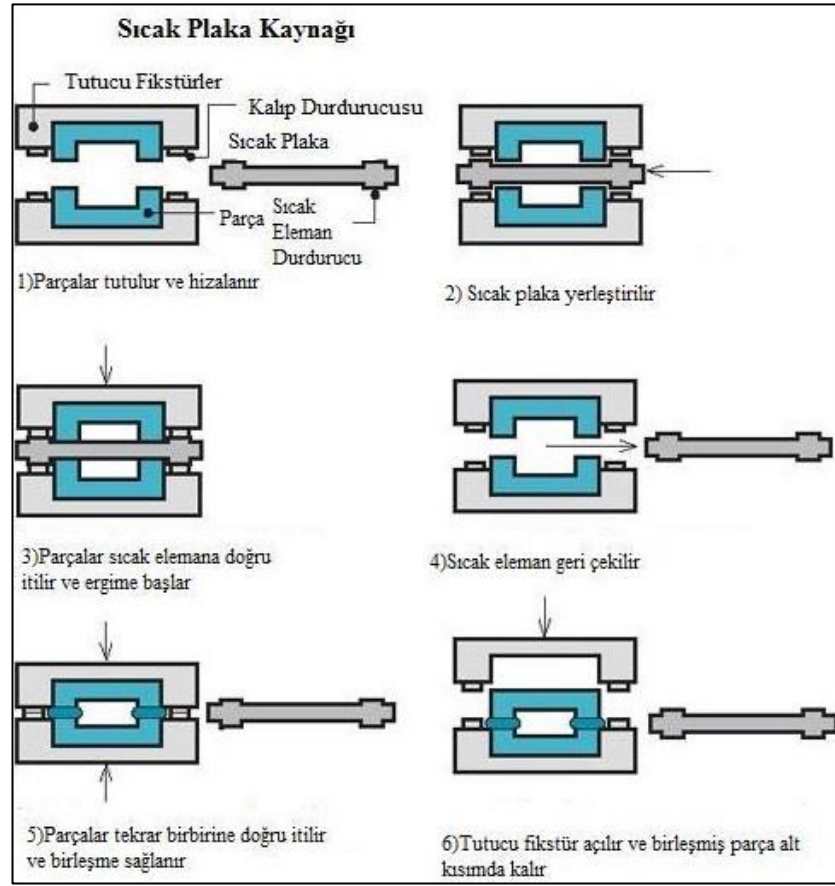
3.3. Kaynak İşlemi ve Geliştirilen Sistemin Tasarımı

Sıcak plaka kaynak işlemi, genel olarak, iki prensip kullanılarak gerçekleştirilir. İlk prensipte işlem basınç kontrolüyle gerçekleştirilir. İkinci prensipte ise işlem, basıncı sabit tutarak hareket ve konum kontrolü altında gerçekleştirilir. Bu çalışmada kullanılan kaynak grubu, tasarlanan bir çok sıcak plaka kaynak ünitesinden farklı olarak hareket ve konum kontrol prensibine göre tasarlanmış olup sistem üzerinde proses şartlarına göre değiştirilmesi gereken parametreler için ekstra bir işlem uygulanmadan kaynak ünitesi üzerinde gerçekleştirilmesine olanak sağlanmıştır. Ve tasarlanan kaynak ünitesi fabrika şartlarında denendiğinde daha önce bu işlem için kullanılan ünitelerden daha iyi hareket kabiliyeti ve kaynak işleminin daha hızlı ve istenilen koşullara uygun gerçekleştiği saptanmıştır. Sıcak plaka kaynak grubunun işlevi temel olarak üç ana üniteden oluşmaktadır. Bunlar, ısıtma plakası düzeneği, pnömatik hareket düzeneği ve kontrol ünitesidir. Isıtma plakası düzeneği, yüzeylerin bağımsız olarak ısıtılmasına izin verecek şekilde tasarlanmıştır, böylece termoplastik malzemelere de sıcak levha kaynağı yapılabilecektir. Pnömatik hareket düzeneğindeki iki pistondan biri esas parçaya kaynak yapılacak parçayı ısıtmak, diğeri ise esas parçanın kaynak yapılacak yüzeyini ısıtmak için kullanılır. Kaynak grubu lineer yataklı bir sistem üzerine monte edilmiştir. Bu sistemin yatay ekseninde hareketi servo motor vasıtasıyla kontrol edilir.

3.3.1. Kaynak İşlemi Aşamaları

Isıtma plakalarının teflon kaplı yüzeyleri önceden ayarlanmış bir sıcaklıkta muhafaza edilir, kaynak yapılacak parçalar aksenal olarak çalışan aparatlara yerleştirilir. Yükleme sisteme genellikle manüel olarak yaptırılır, ancak değişik proseslerde yapılacak işleme göre besleme otomatik olarak da gerçekleştirilebilir. Parçalar aynı zamanda bir pnömatik tutucu sistem yardımıyla da tutturulurlar. Isıtma kaynak yüzeyi ile kaynak yapılacak parçaların yüzey teması, sistem üzerindeki ayar vidaları ve basınç kontrolünü sağlayan regülatör kullanılarak, 0,015 mm hassasiyetle konumlandırılır. Kaynak, sıcak plaka ve kaynak yapılacak parçaların yüzeylerinin temas ettirilmesiyle

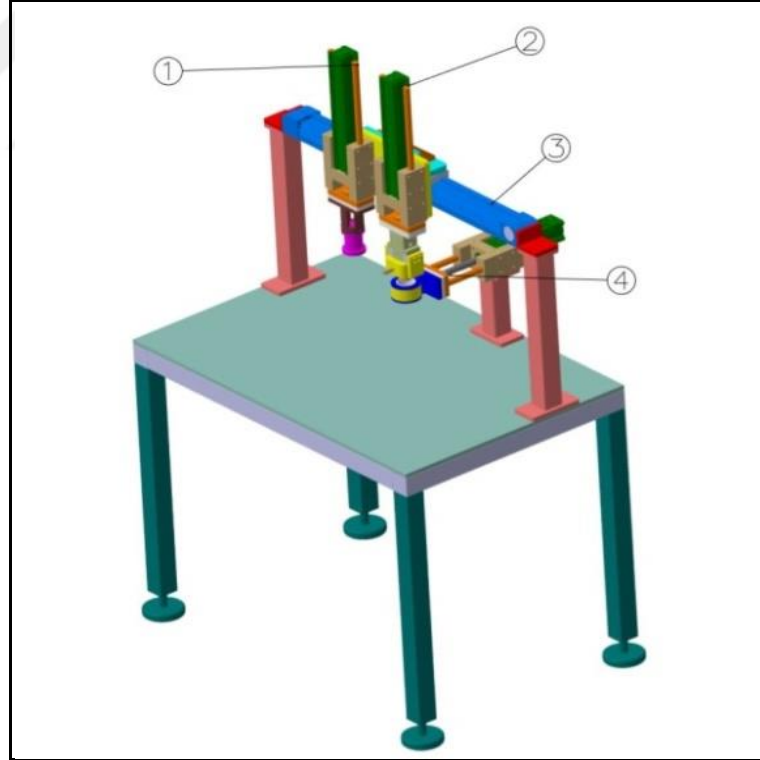
başlayan ısı iletimi sayesinde gerçekleştirilir. Önceden ayarlanmış ısıtma süresine ulaşıldığında, parçalar yatay hareket eden bir lineer sistem ile dışarı çekilerek sıcak plakadan ayrılırlar(Troughton, 2008). Bu arada sıcak plaka pozisyon değiştirir. Parçaların ısıtılmış yüzeyleri, önceden ayarlanmış kaynak süresine ve kaynak yer değiştirme değerlerine ulaşılan kadar birbirleriyle temas ettirilir. Sıcak plaka kaynağı için toplam çevrim süresi 10 saniyeden bir dakikaya kadar değişmektedir. Isıtılan parçalar, kaynak yapılacak parçalara göre tasarlanırlar. Sıcak levha kaynak işleminde plaka sıcaklığı, ısıtma süresi, geçiş süresi, birleştirme basıncı ve tutma süresi parametreleri parçaların boyutu, şekli ve bileşimine göre değişkenlik gösterir(Stokes ve Conway 2004). Şekil 3.3’ de sıcak plaka kaynak işlemi aşamaları gösterilmiştir.



Şekil3.3. Sıcak plaka kaynak işlemi (Troughton, 2008)

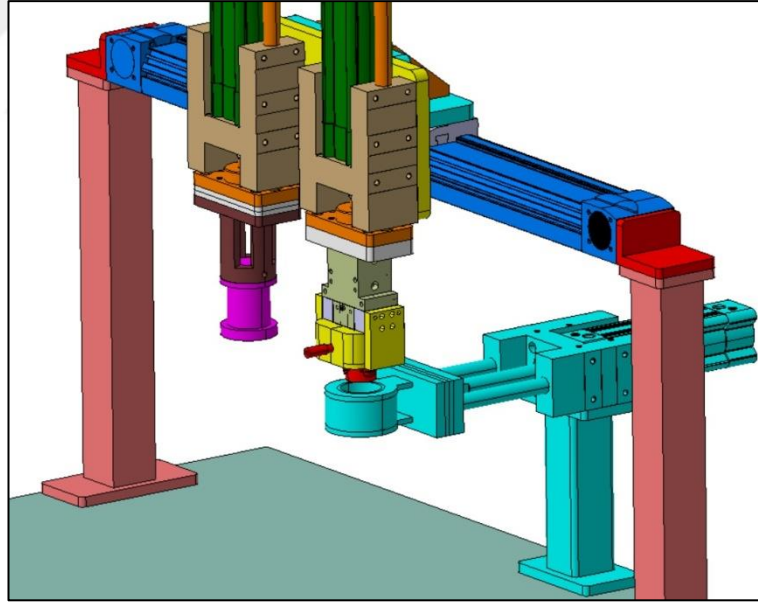
3.3.2. Tasarlanan Sistem ve İyileştirilecek Parametreler

Bu çalışmada, dikkate alınan parametreler plaka sıcaklığı, ısıtma süresi, kaynak yer değişimi, kaynak süresi ve basınçtır. Uygun değerler tayin edildikten sonra kaynak süresinde kısaltılması amaçlanmıştır. Bu parametreler için uygun değerler seçilirken kaynaklı parçalar arasında en yüksek mukavemeti veren en uygun sıcaklık belirlenmiş, en uygun kaynak eritme kuvveti ve malzeme davranışı kopma testi, hasar analizleri, sızdırmazlık testleri ve microtome testleri ile tespit edilmiştir. Sıcak kaynak makineleri standart modeller olabileceği gibi isteğe özel uyarlanmış, özelleştirilmiş de olabilmektedirler(Troughton,2008). Standart kaynak makineleri değişken sıcak plakalar ve kalıp sistemi sayesinde farklı türden parçaları kaynak edebilmektedirler. Şekil 3,4' de sıcak plaka kaynak işlemi için tasarlanan kaynak grubu gösterilmiştir.



Şekil3.4. Tasarlanan sıcak plaka kaynak grubu

Şekil 3,4’de 1 tank eritme grubunu, 2 kaynak yapılacak parçanın tutulmasını sağlayan grubu, 3 yatay ekseninde yer değiştirmeyi sağlayan lineer taşıma grubunu, 4 ise kaynak yapılacak parçanın erimesini sağlayan grubu sembolize etmektedir. Lineer gruba hareketi servo motor yardımı ile verilmekte, bu da istenilen noktada durma ve işleme devam etme olanağı sağlamaktadır. Grup 1 ‘de bir adet pnömatik piston kullanılmıştır, kaynak grubundaki tüm pistonların çapı 40mm’dir. Bu pistonun ve grubun ucuna bağlanmış rezistans yardımıyla kaynak yapılacak esas parçanın yüzeyi, bu işlem devam ederken grup 2 vasıtasıyla da kaynak yapılacak parçanın yüzeyi ısıtılır. Isıtma süresi malzemenin yapısal özelliklerine ve ortam koşullarına bağlı olarak değişir. Isıtma işlemi tamamlandıktan sonra lineer sistem istenilen konuma gelir ve kaynak işlemi pnömatik pistonlar yardımı ile uygun basınçta gerçekleştirilir. Burada işlem basıncı malzeme özelliklerine ve istenilen kaynak mukavemetine göre değişkenlik gösterir. Aşağıdaki şekil 3.5’ te tank eritme mekanizması ve kaynak yapılacak olan parçanın ergime işlemini sağlayan mekanizma detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Kaynak işlemi için tasarlanan sistemin detay görünüşü

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 4,1' de lupolen 4261AG malzemedan üretilmiş parçaya uygulanan sıcak plaka kaynağı için seçilen bazı parametreler gösterilmiştir. Isıtma süresi, kaynak süresi ve basınç sabit tutulmuştur. Burada, değişik sıcaklıklarda malzeme davranışları da göz önüne alınarak, optimum kaynak sıcaklığı, plaka sıcaklığı, kaynak işlemi sonrasında istenilen mukavemeti sağlayacak kaynak derinliği tayin edilmiştir. Çizelge 4,1' de görüldüğü üzere dört farklı sıcaklıkta kaynak işlemi gerçekleştirilmiştir ve 3. adımda istenilen kaynak mukavemeti sağlanmıştır. Kaynak yapılan parçanın kopma testinde $\sigma_{kopma} > 2000N$ değerini sağlaması gerekmektedir ve bu değer 3. adımda sağlanmıştır. Aynı mukavemet değeri 4. adımda da sağlanmıştır, ancak malzemenin 270 °C kadar ısıtılması ekstra enerji maliyetleri getirmiştir. Bu nedenle 250 °C optimum değer olarak seçilmiştir. Çizelge 4,2' de ise beş bar basınç altında kaynak işlemi gerçekleştirilmiştir. Beş bar basınç altında yapılan kaynak işleminde yine ısıtma süresi ve kaynak süresi sabit tutulmuş, sıcaklık değişimi ile kaynak yer değişim davranışları gözlenmiştir.

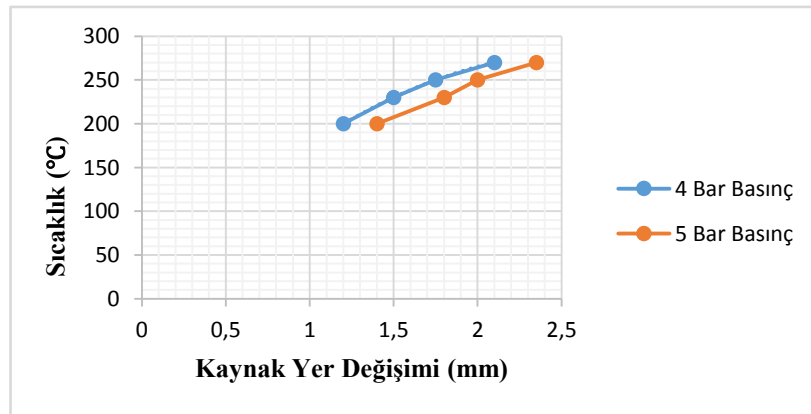
Çizelge 4.1. Kaynak parametreleri (4 bar basınç için)

İşlem	Kaynak parametresi	Birim	1.Adım	2. Adım	3. Adım	4.Adım
A	Plaka sıcaklığı	°C	200	230	250	270
B	Kaynak yer değişimi	mm	1,2	1.5	1.75	2.1
C	Isıtma süresi	s	12	12	12	12
D	Kaynak süresi	s	3	3	3	3
E	Basınç	psi	4	4	4	4

Çizelge 4.2. Kaynak parametreleri (5 bar basınç için)

İşlem	Kaynak parametresi	Birim	1.Adım	2. Adım	3. Adım	4.Adım
A	Plaka sıcaklığı	°C	200	230	250	270
B	Kaynak yer değişimi	mm	1.4	1.8	2	2.35
C	Isıtma süresi	s	12	12	12	12
D	Kaynak süresi	s	3	3	3	3
E	Basınç	psi	5	5	5	5

Çizelge 4.2’ de dört farklı sıcaklıkta kaynak işlemi gerçekleştirilmiş ve 2. adımda istenilen kaynak mukavemeti sağlanmıştır. Bu basınçta, kaynak yapılan parçanın kopma testinde $\sigma_{kopma} > 3000$ N değerini sağlaması istenmiştir. Yine 3. ve 4. adımlarda da aynı mukavemet sağlansa da ekstra enerji maliyetlerinden kaçınılması için 2. adım kaynak işlemi için uygun adım olarak seçilmiştir. Kaynak işlemi ayrı ayrı 1, 2 ve üç bar basınç altında da gerçekleştirilmiştir ve test sonuçlarında malzemenin istenilen mukavemet değerine ulaşamadığı görülmüştür. Şekil 4.1’ de basıncın kaynak yer değişimine etkisi gösterilmiştir. Dört ve beş bar basınç altındaki kaynak işlemleri yedi kez tekrarlanmış ve ortalama sıcaklık ve yer değiştirme değerleri çizelge 4.1 ve 4.2’ de elde edilmiştir.



Şekil 4.1. 4 ve 5 bar basınç için sıcaklığa bağlı olarak kaynak yer değişimi

Şekil 4.1’ de görüldüğü üzere kaynak işleminde basınç değeri artırıldığında daha düşük sıcaklıklarda istenilen kaynak derinliğine ulaşıldığı görülmüş ve kaynak plakasının yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılmasının önüne geçilmiştir. Ancak basınç parametresinin gereğinden fazla değerlere çıkarılıp kaynak işlemi yapıldığında kaynak yapılacak yüzeylerde çökme ve kaynak zafiyetleri görülmüştür. Plastik şişirme üretim proseslerinde uygun parçanın üretilmesi aşaması diğer enjeksiyon üretim prosesine göre farklılıklar göstermektedir. Şişirme üretim teknolojisi ile üretilen parçalar kalıptan çıktıktan sonra ayrı bir soğutma testine tabi tutulurlar ki bu işlem üretilen parçaların arzu edilen rijitliğinin sağlanması ve parçalar üzerindeki ölçüsel farklılıkların ortadan kaldırılması için şarttır. Bu işlemde üretilen parçanın içine 1-2 bar aralığında basınç uygulanarak parçanın soğutma kalıp yüzeylerine teması sağlanır ve plastik parçanın kısa sürede nihai ölçü ve rijitliğine gelmesi amaçlanır. Soğutma kalıplarının içerisinde iki ila 5 °C aralığında soğuk su geçirilerek soğutma işlemi gerçekleştirilir.

4.1. Kopma Testi

Kopma testi Zwick /Roell Z010 cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Kaynak yapılan parçanın kopma testinde $\sigma_{kopma} > 3000$ N değerini sağlaması arzu edilmiştir. Bu değer yakıt tankı üreticileri tarafından belirlenen bir değerdir. Bu değere, yakıt tankı üzerine kaynak yapılan parçanın, herhangi bir durumda maruz kaldığı kuvvet ve zorlamalara göre karar verilir. Kaynak işlemi yapıldıktan sonra parçaya uygulanan kopma testinde de arzu edilen değer doğruluğu kontrol edilir. Bu işlem her üretim başlangıcında yapılır ve üretim boyunca kademeli olarak devam eder. Çizelge 4.3’ de sıcaklık değişimine göre kopma mukavemeti değerleri gösterilmiştir. Bu değerler dört bar basınç altında kaynak yapılan parçalara uygulanmış kopma testidir. Çizelge 4.4’ de ise beş bar basınç altında kaynak yapılan parçalara uygulanmış kopma testi sonuçları gösterilmiştir.

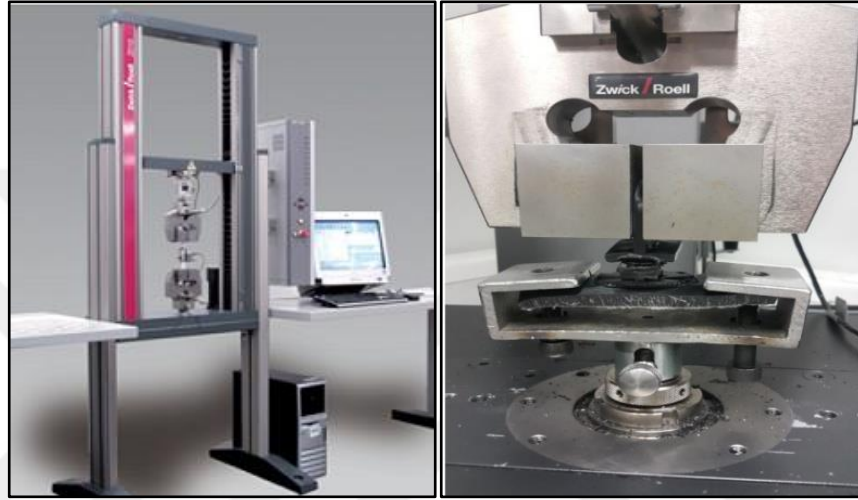
Çizelge 4.3. 4 bar basınç için sıcaklık değişimine göre kopma mukavemeti değerleri

Sıcaklık	200° C	230° C	250° C	270° C
Kopma değeri	1758 N	1956 N	2785 N	3056 N

Çizelge 4.4. 5 bar basınç için sıcaklık değişimine göre kopma mukavemeti değerleri

Sıcaklık	200° C	230° C	250° C	270° C
Kopma değeri	1926 N	2618N	3464 N	3854 N

Şekil 4.2' de test cihazının yapısı ve kopma testi uygulanan parçanın cihaza bağlanmış haldeki detayı gösterilmiştir.



Şekil4.2. Kopma test cihazı ve kopma testi uygulanan parçanın cihaza bağlanması

4.2. Microtome Testi

Microtome testi endüstriyel uygulamalar için tasarlanan leica SM 2400 kayan microtome cihazı ile yapılmıştır. Bu testte kaynak yapılan parçalar 4 eşit parçaya ayrılmış, her bir parça grubu tek tek microtome cihazı ile testi yapılacak boyuta getirilmiş ve mikroskop altında kaynak yer değişim mesafeleri hesaplanmıştır. Bu cihaz iki plastik malzemenin bir birine kaynak yapıldıktan sonra parçaların kaynak kalitesi hakkında bilgiler vermektedir(<https://www.leicabiosystems.com/sliding-and-vibrating-blade-microtomes>). Şekil 4.3' de microtome test cihazı gösterilmiştir.



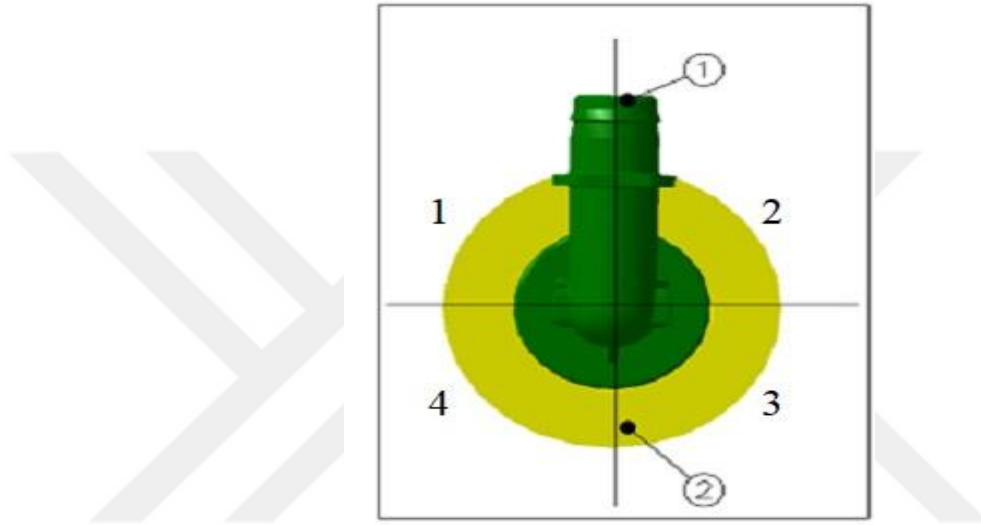
Şekil4.3. Microtome test cihazı

Kaynak yer değişimin mesafesini belirlemek için SMZ800N marka mikroskop kullanılmıştır.(<https://www.nikoninstruments.com/SMZ800N>).Mikroskoptan alınan sonuçlar bilgisayar üzerinde kurulu olan NIS-Elements Documentation programı ile analiz edilmiştir. Şekil 4.4’ de SMZ800N model mikroskop gösterilmiştir.



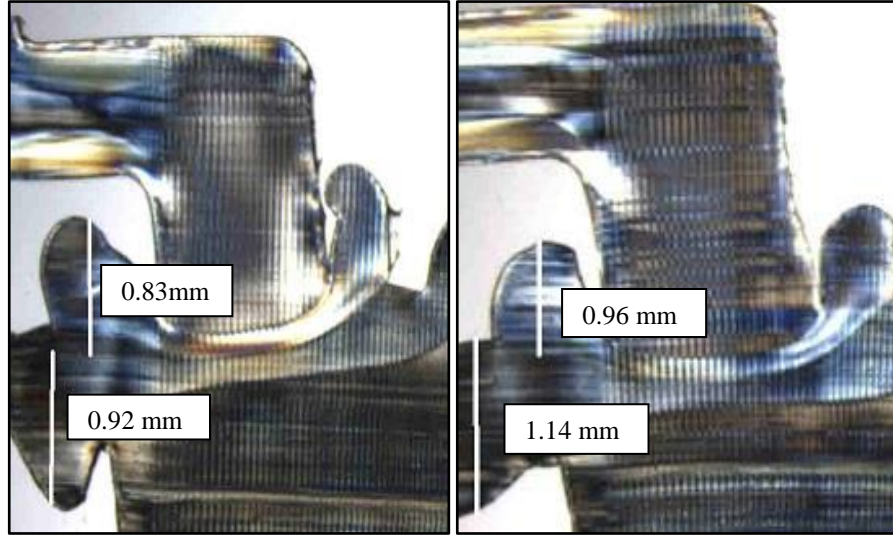
Şekil4.4. SMZ800N model mikroskop

Şekil 4.5’ de kaynak işlemi yapılmış parçalar gösterilmiştir (1 ve 2). Bu parçalarının bir birine kaynak yapılan yüzeyleri dört ayrı bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgelerden ayrı ayrı numuneler alınıp mikroskop altında incelenmiş, kaynak yer değişim miktarları tayin edilmiştir. Kaynak yer değişim miktarı kaynak yapılan iki parçanın birbirine nüfuz miktarıdır. Ayrıca mikroskop altında parçanın kaynak kalitesi, eriyik miktarı ve kaynak yüzeyinde hava kabarcıklarının olup olmadığına da bakılmıştır.



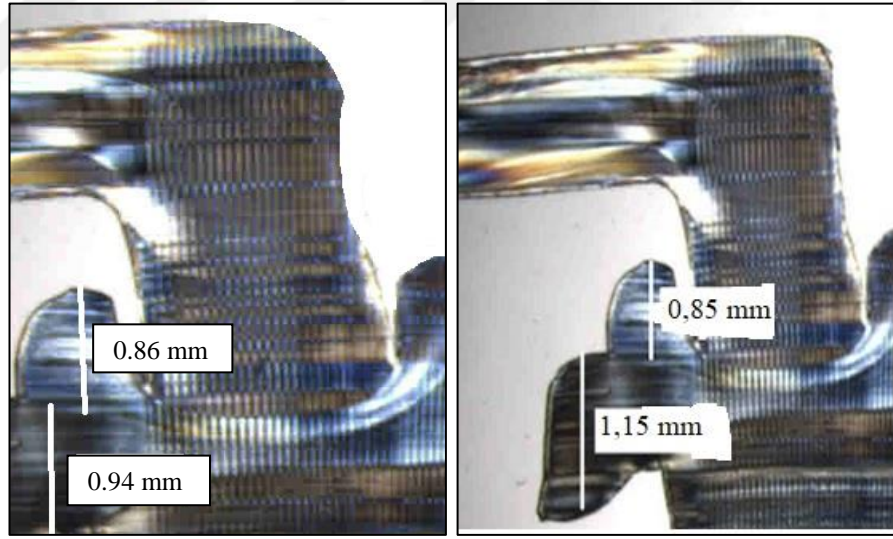
Şekil 4.5. Kaynak yapılmış numune

Şekil 4.6 ve 4.7’ de kopma testi sonucu uygun çıkan parçaların mikroskop altında kaynak yer değişim uzunlukları gösterilmiştir. Dört eşit parçaya ayrılan kaynak yüzeyi için, her bölgeden bir numune test edilmiş ve bu testlerin sonucunda optimum değer belirlenmeye çalışılmıştır.



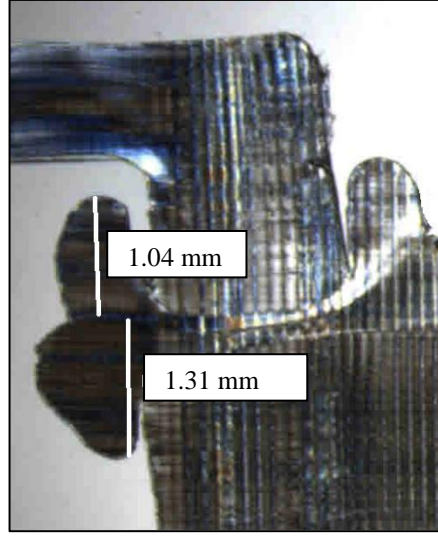
a) 250° C 'de test edilen numune b) 270 ° C 'de test edilen numune

Şekil 4.6 4 bar basınç altında kaynak yer değişim uzunlukları



a) 230 ° C

b) 250 ° C



c) 270 ° C

Şekil 4.7. 5 bar basınç altında kaynak yer değışim uzunlukları

Şekil 4.6' de 4 bar basınç altında, 250° C ve 270° C' de kaynak yapılan ve uygun bulunan parçaların kaynak yer değışim uzunlukları, Şekil 4.7' de ise beş bar basınç altında, 230 °C, 250 °C ve 270 °C' de kaynak yapılan ve uygun bulunan parçaların kaynak yer değışim uzunlukları gösterilmiştir. Bu testlerin tekrarlanma amacı üretim esnasında parça kaynak yüzeyinde oluşabilecek bozuklukların, düzlemsel farklılıkların ve üretim sonrası soğutma işlemindeki yetersizliklerinden kaynaklı hataların belirlenmesidir.

4.3. Çok katmanlı Yakıt Tanklarındaki Kaynak İşlemi

Şimdiye kadar ki yapılan çalışmada tek katmanlı sadece lupolen 4261AG malzemesinden üretilen dizel yakıt tanklarından alınmış olan numuneler üzerinde çalışmalar yapılmış ve bu çalışmaların sonuçları değerlendirilmeye çalışılmıştır. Yakıt tanklarında geçirgenlik seviyelerini azaltmak için çok katmanlı yakıt sistemleri tankları geliştirilmiştir. Üretim işlemi çok katmanlı ekstrüzyon veya birlikte ekstrüzyon "COEX" olarak adlandırılır. Bu işlem özellikle, atmosfere hidrokarbon buhar emisyonlarını sınırlayan bariyer katmanları olan tank kabuklarının üretimi için

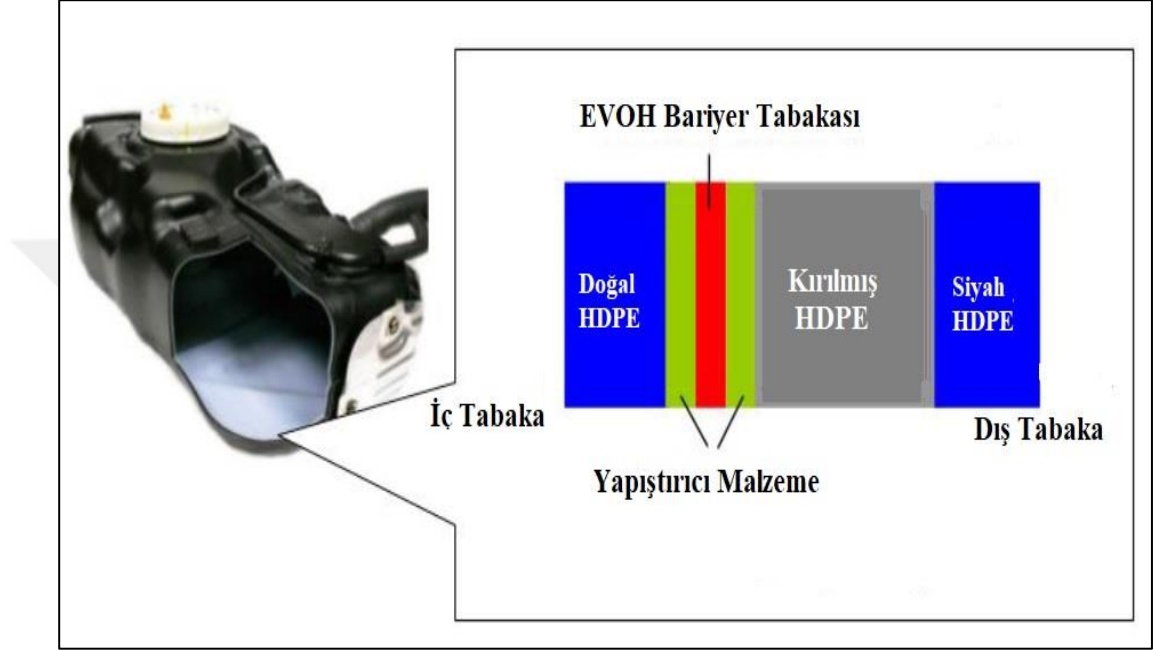
kullanılır. Böylece birlikte ekstrüzyon, hidrokarbon emisyonları açısından çevre standartlarının belirlediği giderek daha katı gereklilikleri karşılamamıza izin verir. Endüstride veya çeşitli türde araçlarda kullanılan sıvı ve gaz depoları genellikle, tasarlandıkları kullanım türü ve uymaları gereken çevresel gereksinimlerle ilgili sızdırmazlık ve geçirgenlik standartlarını karşılamalıdır. Şu anda, hem Avrupa 'da hem de dünyada, kirletici emisyonlarının atmosfere ve genel olarak çevreye sınırlandırılmasıyla ilgili gerekliliklerin önemli ölçüde sıkılaştırıldığı görülmektedir. Sonuç olarak, sıvı ve gaz tanklarının tasarımı, çeşitli çalışma koşulları altında daha iyi sızdırmazlık ve güvenlik garantisi sağlayabilen tekniklere doğru hızla ilerlemektedir. Bu teknolojiye göre plastik yakıt depoları, çok katmanlı bir yapıya sahip olmak ve en az bir yüksek yoğunluklu polietilen katmanı içeren tanklar tercih edilmektedir. Özellikle tercih edilen tanklar, ayrıca yapısı gereği genellikle bir polimere sahip ve bir bariyer malzemesinden yapılmış en az bir iç katmana sahip olan tanklardır. Bazı sıvılara ve gazlara karşı çok yüksek sızdırmazlık gösterirler. Yakıt depolarını geçirimsiz yapmak için kullanılanlar gibi bilinen bariyer bileşimlerinden yararlanılabilir. Bu tür bariyer bileşimlerinin örnekleri sınırlandırıcı olmamak üzere: poliamidler veya kopoliamidler, etilenvinil alkol kopolimerleri (EVOH) veya hidroksibenzoik asit ve hidroksi kopolimerleri gibi termotropik sıvı kristal polimerleri LCP (Sıvı kristal polimerler)bazlı reçinelerdir, naftoik asit ve hidroksibenzoik asidin tereftalik ve bifenol içeren kopolimerlerde kullanılır. EVOL kullanılarak, plastik yakıt depoları, mekanik özellikleri ve EVOL' in benzersiz kimyasal özellikleri için HDPE kombinasyonunu kullanır. Çok katmanlı yapı içinde bir EVOL katmanı kullanılan tank kimyasal olarak dayanıklıdır ve mükemmel gaz bariyeri sağlayarak tankı sızdırmaz hale getirir. EVOL' in HDPE' nin gaz bariyeri özellikleri, HDPE' den çok daha güçlüdür ve hidrokarbon emisyonlarını azaltmak için ideal seçimdir.

Yakıt tankındaki EVOLbariyeri katmanı şu faydaları sağlar;

- Yakıt gazlarının buharlaşmasını önemli ölçüde azaltan mükemmel yakıt bariyeri.
- Hidrokarbonlara karşı direnç.
- Ekonomik şekilde üretilebilir, üretim finesi geri dönüştürülebilir ve tekrar kullanılabilir.
- En katı AB ve uluslararası emisyon standartlarını karşılar.
- Bariyer performansları, daha hafif yakıt depolarının üretilmesini sağlar.

- IMDS (Uluslararası Malzeme Veri Sistemi) uyumludur
- Daha yüksek kaza, sızıntı direnci ve dayanıklılık karakteristikler

Aşağıdaki şekil 4.8’ de çok katmanlı üretim teknolojisi ile üretilmiş yakıt tankının kesiti gösterilmiştir.



Şekil4.8. Çok katmanlı şekilde üretilen yakıt tankının kesiti

Şekilde görüldüğü üzere yakıt tankının katmanları belirtilmiştir burada her bir katman ayrı bir ekstrüder de ayrı ayrı eritilir ve eş merkezli akış yolları ile aynı kalıba sokulur ve daha sonra tek katmanlı üretim aşamaları devam eder ve ürün elde edilir. Şekilde görüldüğü üzere iç ve dış katmanda bulunan HDPE malzeme oranları %25, yapıştırma malzeme oranları %2, EVOH malzemesinin oranı %3 ve kırma makinelerinde öğütülerek elde edilen HDPE malzemesinin de oranı %40 civarındadır. Kullanılan yapıştırma malzemesi admer GT6E malzemesi kullanılmıştır. Admer GT6E malzemesi PE, PA ve EVOH' dan oluşan çok katmanlı plastik yakıt depoları için tasarlanmış lineer düşük yoğunluklu polietilenbazlı bir yapıştırıcı olan maleik bir anhidriddir. Gelişmiş yapışma dayanıklılığı, yakıt direnci ve iyi derecede işlenebilirlik kabiliyeti gösterir. LDPE ve LLDPE benzersiz reolojik veya eriyik akış özelliklerine

sahiptir. LLDPE, daha dar moleküler ağırlık dağılımı ve daha kısa zincir dallanması nedeniyle daha az kaymaya duyarlıdır. Ekstrüzyon gibi bir kesme işlemi sırasında, LLDPE daha viskoz kalır ve bu nedenle, eşdeğer erime indeksine sahip bir LDPE' den daha zor işlenir. LLDPE' nin daha düşük kayma hassasiyeti, ekstrüzyon sırasında polimer zincirlerinin daha hızlı bir gerilimi gevşetmesine izin verir ve bu nedenle fiziksel özellikler, patlama oranlarındaki değişikliklere karşı hassastır. Maksimum sıcaklık, 300 ° C ve üzerindeki sıcaklıklar veya erimiş reçinenin uzun süre kalması polimerin ayrışmasına neden olabilir. Bozunma ürünleri karbon monoksit, karbon dioksit, hidrokarbonlar ve su olabilir. Aşağıdaki çizelge de admer GT6E malzeme özellikleri belirtilmiştir.

Çizelge 4.5. Admer GT6E malzemesinin özellikleri

Malzeme Özellikleri	Nominal Değer	Birim
Eriyik akış hızı	1.1	g/10 min
Yoğunluk	0.92	g/cm ³
Çekme dayanımı	11	MPa
Kopma dayanımı	25	MPa
Kopma uzaması	> 500	%
Yumuşama noktası	102	°C
Erime noktası	122	°C

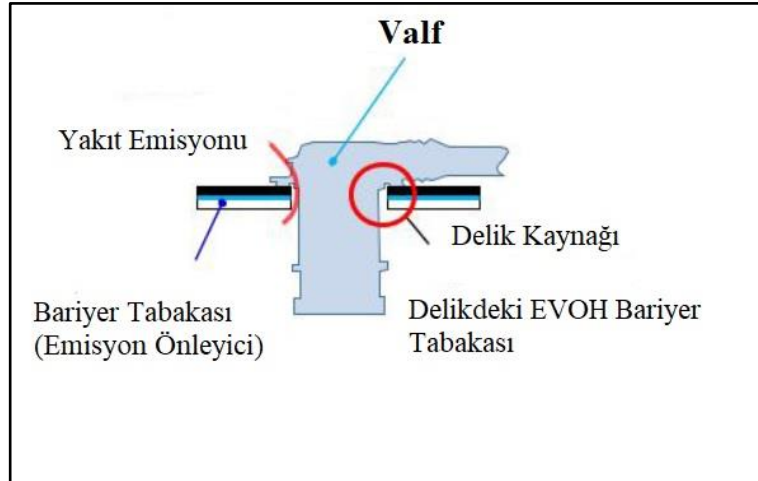
Buradaki en önemli konu EVOH (Etilen vinil alkol) malzemesidir ve bu malzeme kopolimerdir. Koekstrüzyonlu plastik filmlerde oksijen (bariyer) engelleme özelliklerini iyileştirmek için kullanılır. Normalde mükemmel olan OTR (Oksijen iletim hızı) yani oksijen iletim oranı bile yüksek rutubete dayanıklıdır ve bu nedenle ambalaj uygulamalarında koekstrüzyonlu plastik filmlerin çekirdek katmanını oluşturur ve koruyucu polietilen tabakaları sayesinde nemden korunur. OTR özelliği aynı zamanda EVOH (Etilen vinil alkol) içeriğine de bağlıdır. Aşağıdaki çok katmanlı üretim teknolojisi ile üretilmiş yakıt tankını şekilsel olarak gösterilmiş ve bir numaralı

alanda benzin deposunun hava tahliye valfinde sıcak plaka kaynağı ile yapılmış kaynak işlemi gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.9. Çok katmanlı üretim teknolojisi ile üretilmiş yakıt tankı

Şekil 4.9’ da görüldüğü üzere yakıt tankı şekilsel olarak çok farklı bir şekle sahiptir, bu şekil aracın yapısına ve yakıt tankına uygulanan bazı simülasyon testlerine göre belirlenir. Yakıt tankının üzerindeki hava tahliye valfi sıcak plaka kaynak işlemi ile yapılmış olup aşağıdaki şekilde bu kaynak işlemi ve detayları hakkında bilgi verilmiştir.



Şekil 4.10. Hava tahliye valfinin kaynak kesit gösterimi

Şekil 4.10' da görüldüğü üzere hava tahliye valfinin çok katmanlı yani "COEX" üretim teknolojisi ile üretilmiş yakıt tankına sıcak plaka kaynağı ile kaynağı gösterilmiştir. Özellikle benzinli yakıt tanklarında bu kaynak işleminin önemi daha da artmıştır, kaynak sıcaklığı, basınç gibi kaynak parametreleri diğer tek katmanlı yakıt tankındaki kaynak işlemine göre daha detaylı ve karmaşık bir hal almıştır. Çünkü çok katmanlı yakıt tankında kaynak işlemi ve basınç, daha hızlı kaynak yapabilmek için artırılır ve ters yönde azaltılırsa yakıt tankının katmanları arasında herhangi bir hasara neden olur ve yakıt tankı istenilen seviyede geçirgenlik ve sızdırmazlık değerleri sağlanamaz. Benzinli motorların yakıt deposunda bulunan sıvı benzinin üzerinde her zaman bir miktar benzin yakıt buharı bulunmaktadır.

Bu yakıt buharının depodan çekilip, geçici olarak depolanmasını ve emme manifolduna yani gaz kelebeği boğazına gönderilmesini sağlayan sisteme EVAP Sistemi "Benzin Buharı Emisyon Kontrol Sistemi" denir. Benzin deposu hava tahliye sistemi olarak da belirtilebilir. Benzin buharını depolayan kutuya karbon kanister kutusu denir. Benzin buharının emme manifolduna gönderilmesi sayesinde, hem benzin deposundaki benzin buharı hidrokarbonlar doğaya salınıp havayı kirletmemiş, hem de benzine verilen para boşa gitmemiş yakıt tasarrufu sağlanmış olur. Kanister kutusu ise benzin deposunda oluşan benzin buharının emilebilmesi için aktif karbon tanecikleri içeren kutudur. Motor bölmesinde veya yakıt deposunun yanında bulunur ve kutu içerisindeki karbon parçacıkları, benzin buharını emer ve tutar. Karbon kanister haznesi kolay kolay bozulmaz ve araç ömrü boyunca kullanılabilir.

Çok katmanlı üretim teknolojisi ile üretilmiş iki ayrı malzemenin sıcak plaka kaynağı ile birbirine kaynatılması çok yeni bir teknolojidir ve bu teknoloji ile benzinli yakıt tanklarındaki geçirgenlik seviyesi minimize edilmiştir. Bu kaynak işleminde tek katmanlı parçalara uygulanan sıcak plaka ve biri çok katmanlı diğeri tek katmanlı parçalara uygulanan sıcak plaka kaynak işleminden farklı olup ve çok dikkat edilmesi gereken bazı noktaları vardır. Daha önceki yapılan kaynak işleminde mesafe ve kuvvet kontrolü yeterliyken, bu kaynak işleminde EVOH bariyer malzemesinin de her iki parçada kaynak edilen bölgeye göre mesafeleri kontrol edilir ve ayı zamanda yapışma işlemini gerçekleştiren malzemenin de pozisyon kontrolü yapılır. Aşağıdaki şekilde üretimi çok katmanlı üretim teknolojisi ile yapılan numuneler şekilsel olarak

gösterilmiştir, EVOH bariyer malzemesinin kalınlığı mikron seviyesinde olduğu için bu bariyer tabakası daha sonra mikroskop altında incelenecektir.



Şekil 4.11. Kaynak yapılan numunelerin şekilsel gösterimi

Daha öncede söylendiği üzere bu tip kaynak işleminde parçaların birbirlerine göre olan merkezleme konumları ve bariyer malzemenin kaynak alanına olan mesafesi önemli olup eğer bu mesafeler istenilen düzeye getirilmeden kaynak işleminde yapılsa yakıt tankı gerekli olan testlerden geçemez ve kullanılamaz olarak kabul edilir. Bu tanklara uygulanan kaynak işleminde, test edilen numuneler tek katmanlı üretim teknolojisi ile üretilen yakıt tanklarındaki kaynak işlemindeki gibi kaynak yapılan bölge çeşitli bölümlere ayrılır ve her bir numune ayrı ayrı testlere tabi tutulur ve kontrolü yapılır. Çok katmanlı üretim teknolojisi ile üretilen yakıt tankı için INEOS HDPE K46-06-185 malzemesi kullanılmıştır. K46-06-185, otomotiv yakıt depoları için geliştirilmiş doğal yüksek moleküler ağırlıklı, yüksek yoğunluklu bir kopolimer polietilendir. Mükemmel işlenebilirlik ve olağanüstü fiziksel performansı, özellikle çevresel stres çatlama direncini (ESCR) ve darbe özelliklerini birleştirir. Yüksek erime mukavemeti çok katmanlı tankların sürekli ekstrüzyon üretimine yardımcı olur. Bu tip malzemeler özel bir HDPE olup yakıt tankı üreten firmaların belirlediği özelliklere göre ve denemeler sonucu istenilen özellikte üretilmek istenen yakıt tankının uygulama alanına göre belirlenir. Bu geliştirilen malzeme, çok düzgün duvar kalınlığı veren, kolayca karmaşık şekillere kalıplanabilir, mükemmel soğuk darbe dayanımı, çok iyi çevresel

stres çatılma direnci ve benzin / alkol karışımlarına düşük geçirgenlik sağlamasıdır. Aşağıdaki çizelgede INEOS HDPE K46-06-185 malzemesinin fiziksel mekanik özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. INEOS HDPE K46-06-185 malzemesinin özellikleri

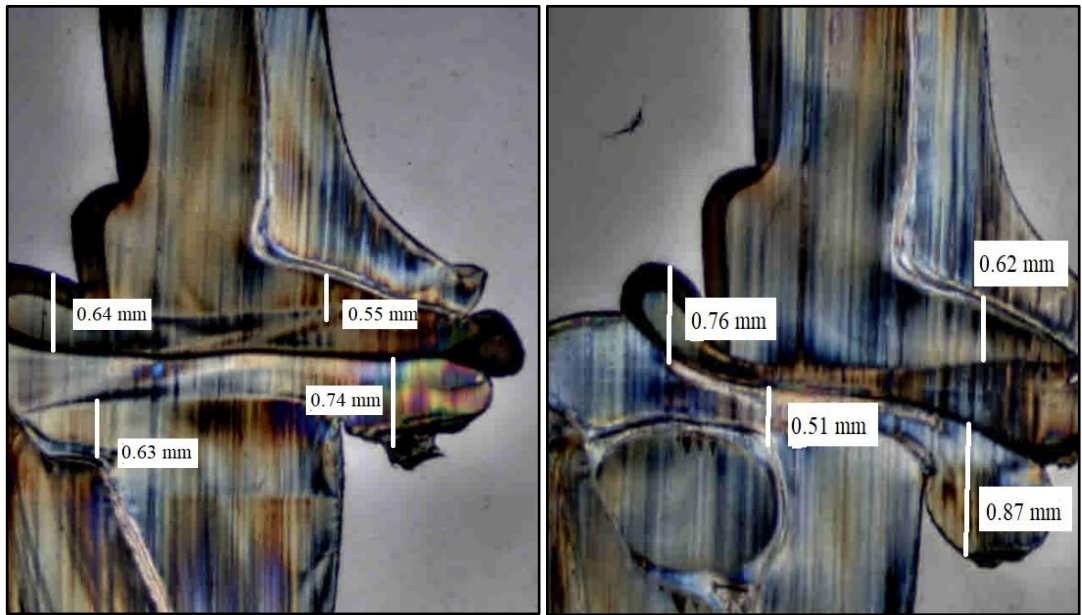
Fiziksel Özellikler	Nominal Değer	Birim
Yoğunluk	0,946	g/cm^3
Eriyik akış hızı	4,2	g/10min
Yığın yoğunluğu	> 0,500	g/cm^3
Çevresel gerilme direnci	>500	hr (saat)
Mekanik Özellikler	Nominal Değer	Birim
Gerilme modülü	1200	Mpa
Eğilme gerilmesi	1000	Mpa
Çekme gerilmesi	24	Mpa
Erime sıcaklığı	131	°C
Kopma anındaki uzama	>500	%
Kırılma sıcaklığı	< -118	°C
Termal iletkenlik	0.44	W/m.K

Çok katmanlı üretim teknolojisi ile üretilmiş parçalarda da kaynak işlemi dört ve beş bar basınç altında ayrı ayrı yapılmış olup sıcaklıklara göre de test edilmiştir. Basınç faktöründeki değişim bu tip kaynak işleminde çok daha önemlidir ve işlem esnasında sürekli dikkat edilmesi gereken bir parametredir. Aşağıdaki çizelge 4.7' de dört bar basınç da yapılan kaynak işleminin sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Kaynak parametreleri (4 bar basınç için)

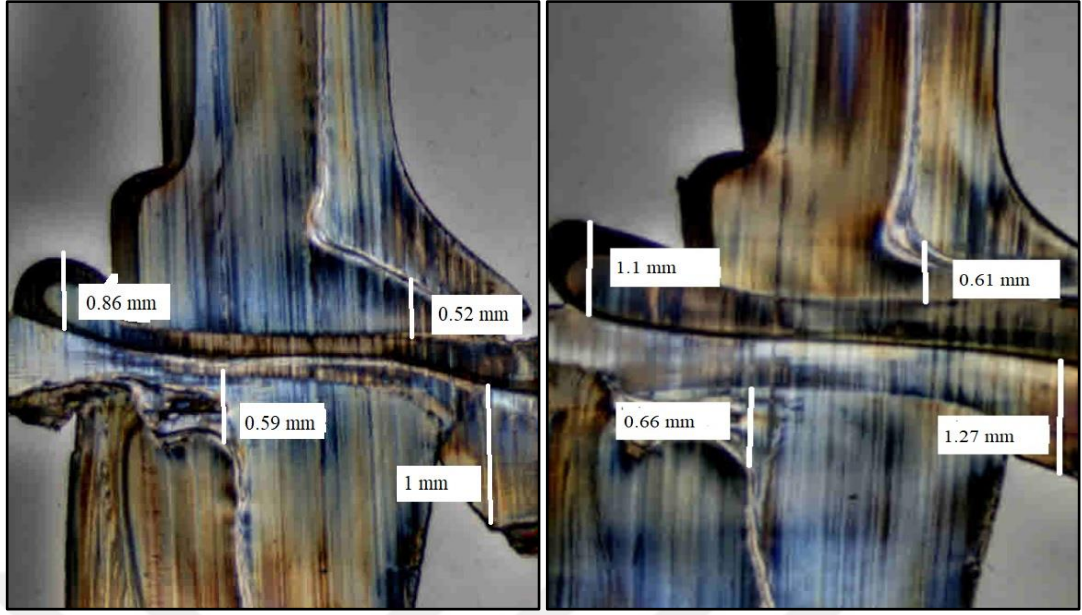
İşlem	Kaynak parametresi	Birim	1.Adım	2. Adım	3. Adım	4.Adım
A	Plaka sıcaklığı	°C	200	230	250	270
B	Kaynak yer değişimi	mm	1,38	1.63	1.86	2.37
C	Isıtma süresi	s	12	12	12	12
D	Kaynak süresi	s	3	3	3	3
E	Basınç	psi	4	4	4	4

Benzinli yakıt tanklarındaki kaynak mukavemeti kontrolü dizel yakıt tanklarına göre daha dikkat edilmesi gereken bir durumdur araç kaza durumunda yakıt tankında herhangi bir kaynak zafiyeti olmaması için çok daha dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Bu kaynak işleminde kaynak kopma kuvvetinin $\sigma_{kopma} > 3650N$ ve daha üstünde bir kuvvet olması beklenir. Kaynak işlemi esnasında 4. adımda kaynak mukavemeti istenilen değerdedir ancak gereksiz ısıtılma işlemi ve gereksiz enerji harcanmasından dolayı bu işlem daha yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılmasına gerek yoktur. Aşağıdaki şekil 4.12’ de bu kaynak işleminde kullanılan numuneler ve bu numunelerin kaynak yer değişim mesafeleri hakkında bilgiler verilmiştir.



a) 200 °C’ de kaynak yer değişimi

b) 230 °C’ de kaynak yer değişimi



c) 250 °C' de kaynak yer değişimi

d) 270 °C' de kaynak yer değişimi

şekil 4.12. 4 bar basınç altında kaynak yer değişim uzunlukları

şekillerde de görüldüğü üzere Kaynak yer değişim mesafeleri gösterilmiştir burada dikkat edilmesi gereken olayların biride EVOH bariyer katmanının kaynak alanına uzaklığıdır. EVOH bariyer katmanının kaynak alanına mesafesinin 0,5 mm den daha büyük olması gerekir ancak bu konu ile detaylı bilgi Know-How olduğu için verilememektedir. Bu mesafe basınç ve sıcaklık faktörü ile ayarlanabilir ve kaynak sonrasında kopma testi, microtome testleri ile bu mesafe üretimde belirli adet üretildikten sonra tekrar edilir ve kontrolleri yapılır. Özellikle benzinli yakıt tanklarında bu testlerin önemi dizel araçlara göre daha dikkat edilmesi gereken bir unsurdur, normalde dizel yakıt tankı üretimlerinde her altmış adet üretim yapıldıktan sonra bu testler yapılırken benzinli yakıt tanklarında her yirmi adet tank üretildikten sonra seçilen numunede bu testler uygulanır. Aşağıdaki çizelge 4.8' de dört bar basınç da yapılan kaynak işlemi için kopma dayanımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. 4 bar basınç için sıcaklık değişimine göre kopma mukavemeti değerleri

Sıcaklık	200° C	230° C	250° C	270° C
Kopma Değeri	2405 N	2985 N	3569 N	4168 N

Çizelgede görüldüğü üzere istenilen kaynak mukavemeti değeri yani $\sigma_{kopma} > 3650N$ 270 °C de sağlanmıştır. Aşağıdaki çizelge 4.9’ da beş bar basınçta yapılan kaynak işleminin sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Kaynak parametreleri (5 bar basınç için)

İşlem	Kaynak parametresi	Birim	1.Adım	2. Adım	3. Adım	4.Adım
A	Plaka sıcaklığı	°C	200	230	250	270
B	Kaynak yer değişimi	mm	1.56	1.96	2.23	2.63
C	Isıtma süresi	s	12	12	12	12
D	Kaynak süresi	s	3	3	3	3
E	Basınç	psi	5	5	5	5

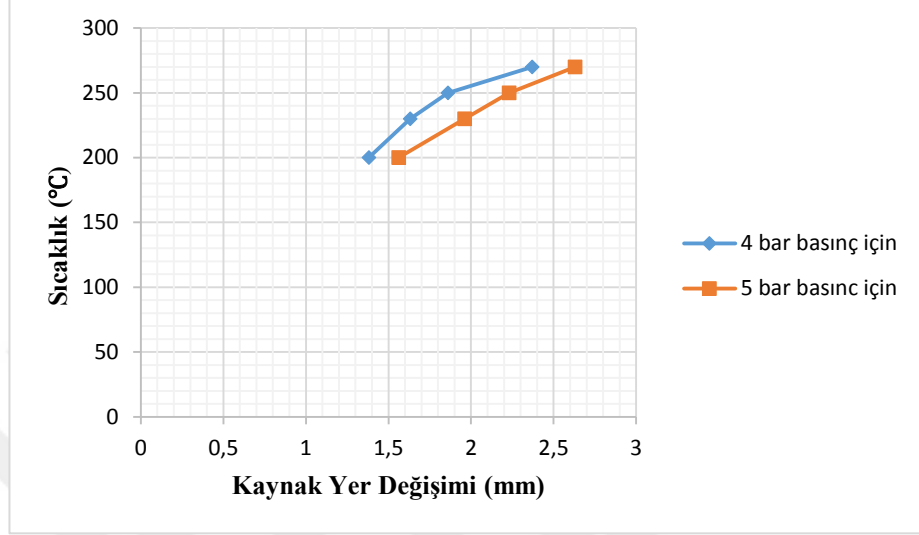
Çizelge de görüldüğü üzere beş bar basınç altında yapılan kaynak işlemi ve sıcaklıklara bağlı olarak değişim gösteren kaynak yer değişimi hakkında bilgi verilmiştir.

Çizelge 4.10. 5 bar basınç için sıcaklık değişimine göre kopma mukavemeti değerleri

Sıcaklık	200° C	230° C	250° C	270° C
Kopma değeri	2896 N	3489N	3989 N	4264 N

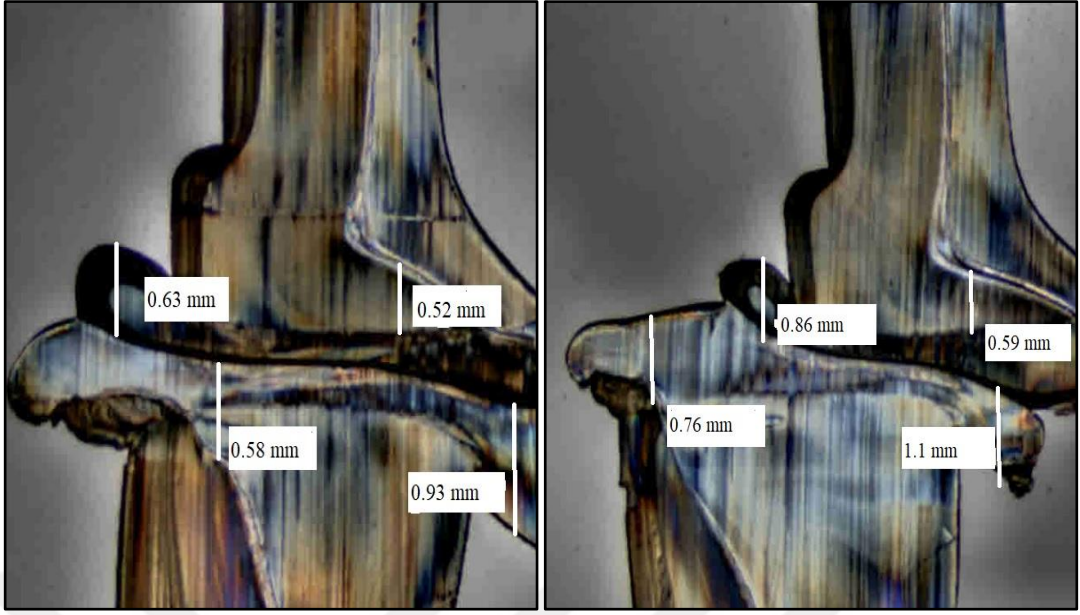
Beş bar basınç altında yapılan kaynak işleminde $\sigma_{kopma} > 3650N$ değeri yine 250 °C ve 270 °C’ de sağlanmıştır. Dört bar basınçta sadece 4’ üncü adımda kaynak işlemi istenilen mukavemeti sağlamaktaydı. Test sırasında çekme numunesine sürekli olarak artan çekme kuvveti uygulanır ve kırılma anına kadar hem numuneye uygulanan kuvvet hem de numunede meydana gelen uzama değerleri kaydedilir. Bu testler daha öncede kullandığımız Zwick /Roell Z010 markalı çekme cihazı ile yapılmıştır. Aşağıdaki

şekilde çok katmanlı üretim teknolojisi ile üretilmiş numunelere uygulanan sıcak plaka kaynağı işleminin sonucundaki basınç değişimine göre kaynak yer değişim oranları gösterilmiştir.



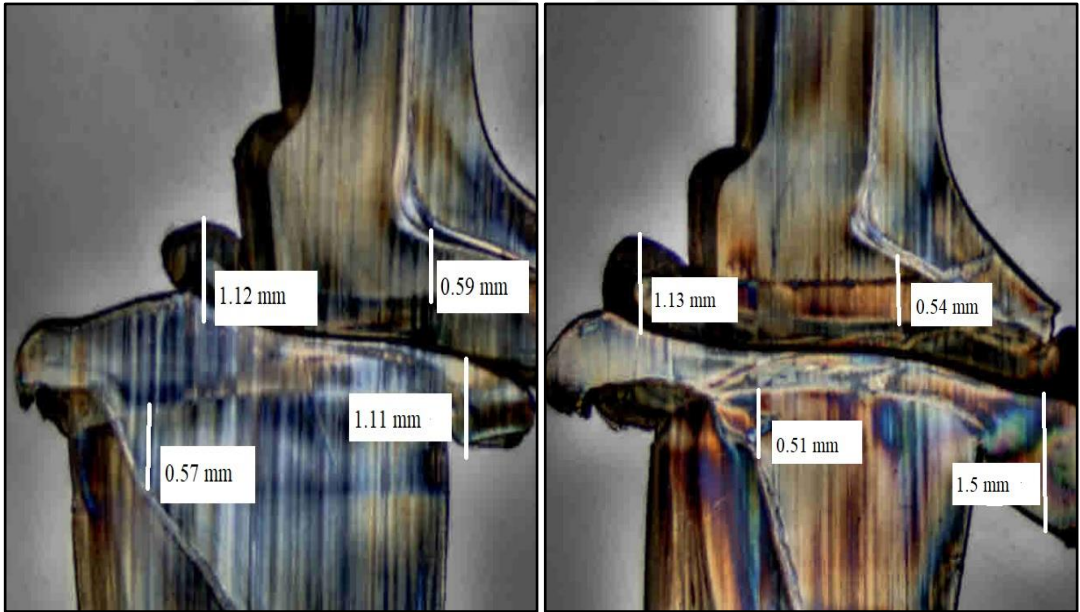
Şekil4.13. 4 ve 5 bar basınç için sıcaklığa bağlı olarak kaynak yer değişimi

Aşağıdaki şekil 4.14’ de 5 bar basınç altında gerçekleştirilen kaynak işleminde kullanılan numuneler ve bu numunelerin kaynak yer değişim mesafeleri hakkında bilgiler şekilsel olarak gösterilmiştir. Sıcak plaka kaynak işleminde kaynak zafiyet noktaları ve kaynak yapılan parçaların kaynak yüzeylerindeki herhangi bir dalgalanma ve kaynak esnasında hava kaparcıklarının oluşup oluşmadığı bu test yardımıyla kontrol edilir. Aynı zamanda bu özellikle çok katmanlı üretim teknolojisi ile üretilen yakıt tanklarındaki kaynak işleminde EVOH bariyer tabakası ve yapıştırıcı malzemelerin kaynak bölgesine olan uzaklıkları ve kaynak temas derinlikleri bu testler yardımıyla kontrol edilir.



a) 200 °C' de kaynak yer değişimi

b) 230 °C' de kaynak yer değişimi



c) 250 °C' de kaynak yer değişimi

d) 270 °C' de kaynak yer değişim

şekil 4.14. 5 bar basınç altında kaynak yer değişim uzunlukları

5. SONUÇ

Bu çalışmada LUPOLEN 4261AG plastik malzemesi ve INEOS HDPE K46-06-185 malzemesinden üretilen plastik yakıt tanklarından alınan numuneler için kaynak işlemi yapılmış ve en uygun plaka sıcaklığı ve kaynak yer değişim miktarları, kopma ve microtome testleri ile başarılı bir şekilde tayin edilmiştir. Farklı sıcaklıkta kaynak işlemi yapılan parçalara uygulanan testler sonucunda basınç parametresinin de etkisi dikkate alınarak plakaların çok yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılmaması gerektiği görülmüş, basınç parametresinin sıcak plaka kaynak işlemindeki önemi vurgulanmıştır. Lupolen 4261 AG malzemedan üretilmiş ve kaynak işlemi yapılmış numuneler için deneysel sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Dört bar basınç altında 250 °C' de yapılan kaynak işleminin uygun olduğu görülmüş ve plakanın 270 °C ve daha üstü sıcaklıklara kadar ısıtılmasına gerek olmadığı anlaşılmıştır.
- Beş bar basınç altında 230 °C' de yapılan kaynak işleminin uygun olduğu görülmüş ve plakanın 250 °C ve daha üstü sıcaklıklara kadar ısıtılmasına gerek olmadığı anlaşılmıştır.

INEOS HDPE K46-06-185malzemedan üretilmiş ve kaynak işlemi yapılmış numuneler için deneysel sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Dört bar basınç altında 270 °C' de yapılan kaynak işleminin uygun olduğu görülmüş ve plakanın daha üstü sıcaklıklara kadar ısıtılmasına gerek olmadığı anlaşılmıştır.
- Beş bar basınç altında 230 °C' de yapılan kaynak işleminin uygun olduğu görülmüş ve plakanın 250 °C ve daha üstü sıcaklıklara kadar ısıtılmasına gerek olmadığı anlaşılmıştır.

Sıcak plaka kaynak işleminde kaynak parametrelerine önem verilmeli, kaynak parametrelerinde küçük değişimlerin bile kaynak işlemi üzerindeki etkisi fark edilmelidir. Malzemenin uygun kaynak sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklara ısıtılması

yüzeyde yanmaların başlaması, dolayısıyla malzemenin fiziksel özelliklerinin bozulması nedeniyle sakıncalıdır. Basınç faktörü dikkate alınarak yapılan kaynak işleminde kaynak süresi yaklaşık olarak % 40 oranında azalmış olup ve istenilen kaynak mukavemeti değerine daha kısa sürede elde edilmiştir.



KAYNAKLAR

- Akkurt, A., & Ertürk, İ. 2010.** Sıcak Elaman Alın Kaynak Yöntemi ile Birleştirilen PE Doğalgaz Borularının Güvenirliklerinin Araştırılması. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 16(2).
- Campanelli, L. C., Suhuddin, U. F. H., Santos, J. F. D., & Alcântara, N. G. D. 2012.** Parameters optimization for friction spot welding of AZ31 magnesium alloy by Taguchi method. *Soldagem & Inspeção*, 17(1), 26-31.
- El-Bagory, T. M., Sallam, H. E., & Younan, M. Y. 2015.** Evaluation of Fracture Toughness Behavior of Polyethylene Pipe Materials. *Journal of Pressure Vessel Technology*, 137(6), 061402.
- Grewell, D., & Benatar, A. 2007.** Welding of plastics: fundamentals and new developments. *International Polymer Processing*, 22(1), 43-60.
- Han, J. J., Ryu, H. W., Kim, Y. J., Kim, J. S., Oh, Y. J., & Park, H. B. 2014.** Failure assessment diagram analysis of high density polyethylene pipes. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 28(12), 4929-4938.
- Kocatüfek, U., Yeni, Ç., Ülker, A., & Sayer, S. 2014.** Optimization of hot plate welding parameters of glass fibered reinforced Polyamide 6 (PA6 GF15) composite material by Taguchi method. *Usak University Journal of Material Sciences*, 3(1), 69-85.
- Kuraray Product Information and Plastics, Polymers, 2010.** Erişim Adresi: <https://www.kuraray.com/products/eval> (Erişim Tarihi: 04.07.2019).
- Leica Biosystems, 2005.** Sliding and Vibrating Blade Microtome Equipment. Erişim Adresi: <https://www.leicabiosystems.com/histology-equipment/sliding-and-vibrating-blade-microtomes> (Erişim Tarihi: 11.02.2019).
- Lyonell Basell Instruments, (2000).** Plastics and Chemicals. Erişim Adresi: <https://www.lyondellbasell.com/en/polymers/p/Lupolen-4261AG> (Erişim Tarihi: 17.01.2019).
- Nonhof, C. J. (1996).** Optimization of hot plate welding for series and mass production. *Polymer Engineering & Science*, 36(9), 1184-1195.
- Nikon Instruments, 2001.** Microscope and Camera Systems Configurations. Erişim Adresi: <https://www.nikoninstruments.com/SMZ800N> (Erişim Tarihi: 23.01.2019).
- Stokes, V. K., & Conway, K. R. 2001.** A phenomenological study of the hot-tool welding of thermoplastics. 4. Weld strength data for several blends. *Polymer*, 42(17), 7477-7493.
- Takasu, N. 2003.** Friction welding of plastics. *Welding International*, 17(11), 856-859.
- Troughton, M. J. 2008.** Handbook of plastics joining: a practical guide. William Andrew.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Abdullah UYAR
Doğum Yeri ve Tarihi : 15.01.1990
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Necip Fazıl Kısakürek Anadolu Lisesi
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : BPO A.Ş.

İletişim (e-posta) : abdullahuyar52@gmail.com