



T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü



ARAÇ AYDINLATMA ÜRÜNLERİNDE GELENEKSEL PLASTİK PARÇA
BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN LAZER KAYNAK YÖNTEMİ İLE
KARŞILAŞTIRILMASI

Burcu TURHAN

Yüksek Lisans Tezi



ARAÇ AYDINLATMA ÜRÜNLERİNDE GELENEKSEL PLASTİK PARÇA
BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN LAZER KAYNAK YÖNTEMİ İLE
KARŞILAŞTIRILMASI

Burcu TURHAN



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARAÇ AYDINLATMA ÜRÜNLERİNDE GELENEKSEL PLASTİK PARÇA
BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN LAZER KAYNAK YÖNTEMİ İLE
KARŞILAŞTIRILMASI

Burcu TURHAN

Doç.Dr. Fatih KARPAT

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2018

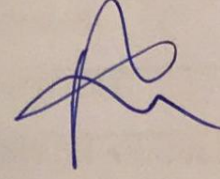
Her Hakkı Saklıdır.

TEZ ONAYI

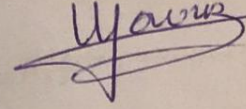
Burcu TURHAN tarafından hazırlanan ‘‘ araç aydınlatma ürünlerinde geleneksel plastik parça birleştirme yöntemlerinin lazer kaynak yöntemi ile karşılaştırılması’’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Fatih Karpaz

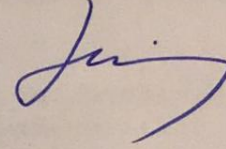
Asil Üye : Doç. Dr. Fatih Karpaz
U.Ü. Makina Müh.



Asil Üye : Prof. Dr. Nurettin Yavuz
U.Ü. Makina Müh.



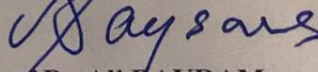
Asil Üye : Doç. Dr. Hüseyin Lekesiz
B.T.Ü. Doğa Bil. Mim. Ve Müh. Fak.



Yedek Üye : Prof. Dr. Ömer Kaynaklı
U.Ü. Makina Müh.

Yedek Üye : Doç. Dr. Hakan Gökdağ
B.T.Ü. Doğa Bil. Mim. Ve Müh. Fak.

Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

6.11.2018

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

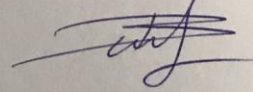
beyan ederim.

06.04.2018

İmza

Ad ve Soyadı

BURCU TURHAN



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARAÇ AYDINLATMA ÜRÜNLERİNDE GELENEKSEL PLASTİK PARÇA BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN LAZER KAYNAK YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Burcu TURHAN

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç.Dr. Fatih KARPAT

Otomotiv sektörünün önde gelen firmalarında, dış aydınlatma üniteleri (far, stop, sis lambası vb.) taşıtların vazgeçilmez unsurlarından biri olmuştur ve aydınlatma sistemlerinde estetik görünüm öncelikli öneme sahiptir ; bu yüzden aydınlatma sistemlerinde tasarım süreci her geçen gün daha kompleks bir hal almıştır. Bu parçaların yüksek kalitede estetik tasarıma sahip olması beklenirken aynı zamanda sürüş esnasında görüş açısı, aydınlatma konfor ve güvenliği açısından kusursuz bir optik özelliğe sahip olmaları da beklenmektedir. Bu beklentileri karşılayabilecek tasarımların gerçekleştirilmesi ise yine ileri teknoloji cihazlar ile sağlanabilmektedir. Aydınlatma ürünlerinin tasarımından son kullanıcıya kadar olan sürecinde, estetik ve kalite anlamında yeterli ürünü üretmiş olabilmenin en önemli aşamalarından biri, aydınlatma ürününün plastik parçaları için kullanılan birleştirme yöntemidir. Plastik parçalar birçok farklı şekillerde kaynak metodları ile birleştirilebilirler. Titreşim, ultrasonik, döndürme, sıcak plaka kaynaklamaları bunlardan bazılarıdır. Ancak bu geleneksel yöntemlerin bazı şartlarda yeterli olmaması günümüz koşullarında yeni projelerin dış pazarlara kaymasına yol açmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, gelişen teknoloji ile birlikte yeni nesil bir birleştirme yöntemi olan lazer kaynak yönteminin kullanımının yaygınlaşması da büyük önem arz etmektedir.

Bu proje ile amaçlanan, plastik parça birleştirme yöntemlerinden titreşim kaynak yöntemi, sıcak lama kaynak yöntemi ve lazer kaynak yöntemi için gereken tüm tasarım kurallarının oluşturulması, tasarım kuralları dahilinde ürünün tasarlanması, tasarım sonrası tüm üretim sürecinin verilerinin oluşturulması ardından ortaya çıkarılan ürünlerin kaynak süreçleri sonrasında gereken tüm kalite kontrollerinin yapılması ve elde edilen veriler doğrultusunda bu kaynak yöntemlerinin karşılaştırılmasıyla müşteri kalite beklentilerini en uygun şartlarda karşılayacak üretim yönteminin belirlenmesidir.

Bu amaç doğrultusunda, firma kapsamında bulunan plastik parça birleştirme yöntemlerinden titreşim kaynak yöntemi, sıcak lama kaynak yöntemi ve lazer kaynak yöntemi ile üretimi yapılan üç farklı proje belirlenmiştir ve yukarıda bahsi geçen tüm kriterler bu üç farklı kaynak yöntemi ile üretilen projeler üzerinden gidilerek ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Lazer iletim kaynağı, termoplastik malzemeler, titreşim kaynağı, plastik kaynak, taşıt aydınlatma üniteleri, sıcak lama kaynağı, arka aydınlatma ürünleri , stop , aydınlatma ürün tasarımı, plastik lazer kaynağı, araç aydınlatmasının tasarım kuralları

ABSTRACT

MSc Thesis

COMPARISON OF TRADITIONAL PLASTIC PARTS WELDING METHODS WITH LASER WELDING METHODS IN AUTOMOTIVE LIGHTING PRODUCTS

Burcu TURHAN

Uludag University
Institute of Science and Technology
Department of Mechanical Engineering

Supervisor : Doç.Dr. Fatih KARPAT

In the leading companies of the automotive industry, outdoor lighting units (headlight, stop, fog lamp, etc.) have become one of the essential elements of vehicles and the aesthetic appearance in lighting systems has priority. So the design process of lighting systems, became more complex the other day. While it is expected that these parts will have a high quality aesthetic design, it is also expected that they will have a perfect optical feature in terms of visibility, lighting comfort and safety while driving. Designs that can meet these expectations can also be achieved with advanced technology devices. One of the most important stages of producing sufficient products in terms of aesthetics and quality in the process from the design of the lighting products to the end user is the joining method used for the plastic parts of the lighting product. Plastic parts can be welded with many different welding methods. Vibration, ultrasonic, hot plate welding are some of these. However, the fact that these traditional methods are not sufficient under certain conditions leads to the shift of new projects to foreign markets in today's conditions. Considering this situation, it is very important that the use of laser welding method, which is a new generation joining method together with developing technology, is widespread.

The aim of this project is to create all design rules for vibration welding, hot plate welding and laser welding methods of plastic parts joining methods, design of the product within the design rules, creation of the data of the entire production process system after the design. Followed by, the aim of this project is all necessary quality controls after the welding processes of the products revealed and the comparison of these welding methods in the direction of the obtained data and the determination of the production method which will meet the customer quality expectations in the most favorable conditions.

In line with this objective, three different projects have been identified that are produced by the vibration welding method, the hot welding method and the laser welding method among the plastic parts joining methods within the scope of the company and all of the criteria mentioned above have been put forward through these projects which produced by three different welding method.

Keywords: Laser transmission welding, thermoplastic materials, vibration welding, plastic welding, vehicle lighting units, hot plate welding, rear lighting, stop, lighting product design, laser welding for plastics, design rules of vehicle lighting

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Geçtiğimiz yıllar süresince plastik malzemeler ile ilgili bilim ve teknolojiler önemli ölçüde gelişmiştir. Bu gelişimlerin ardından polimer malzemelerin sektörel kullanımları da büyük miktarda artmıştır. Özellikle otomotiv sektöründe, araç aydınlatma sistemlerinde plastik malzeme kullanımı neredeyse bir ürün içeriğinde %85-90 seviyelerindedir.

Tez içeriğinde vurgulanmak istenen plastik malzeme kullanılarak yapılan üretimlerin en önemli adımlarından biri olan kaynak yapım aşamasında kullanılan tekniklerin avantaj ve dezavantajlarını olabildiğince kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktır. Bu doğrultuda tez, plastik parça birleştirme yöntemi kullanımı gerektiren alanlarda en uygun plastik kaynak yöntemini belirlemeyi kolaylaştırmaktadır. Tez içerisinde otomotiv sektöründe aydınlatma ürünleri üzerinden tespitler yapılmış olmasına rağmen içerik olarak plastik malzemelerin kaynak yöntemi kullanılan tüm çalışmalarda faydalı olması amaçlanmıştır.

Başta çalışmamın tüm aşamalarında fikirleri ve tavsiyeleri ile yol gösteren danışman hocam Doç.Dr. Fatih KARPAT 'a ve tecrübesiyle tezime çok büyük katkılarda bulunan Arş. Gör. Celalettin YÜCE'ye, bu tezin hazırlanma aşamasında tüm imkanlarından faydalandığım MAGNETI MARELLI MAKO firması ve yöneticilerine, tez süresince gerekli bilgileri edinmem konusunda desteklerini esirgemeyen tüm iş arkadaşlarıma, ve çalışmalarımı yürüttüğüm sürede her zaman manevi destekçim olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Burcu TURHAN

24/01/2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	İ
ABSTRACT	İİ
ÖZSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	İİİ
İÇİNDEKİLER.....	İV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ	IX
1.GİRİŞ.....	1
2.KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2.1 Otomotiv Sektörü.....	2
2.1.1 Otomotiv Sektörünün Önemi.	2
2.1.2 Otomotiv Sektörünün tarihsel gelişimi.....	4
2.2 Otomotiv Yan Sanayi	7
2.3 Otomobil Aydınlatma Sistemleri	7
2.3.1 Otomobil Aydınlatma Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi.....	8
2.3.2 Otomobil Aydınlatma Sistemlerinin Çeşitleri.....	11
2.4 Arka Aydınlatma Sistemleri	13
2.4.1 Arka Aydınlatma Ürününün Fonksiyonları	14
2.4.2 Arka Aydınlatma Ürününün Oluşturan Komponentler.....	16
2.4.3 Arka Aydınlatma ÜrünününTasarım Evreleri.....	17
2.4.4 Stop Lambasının Üretim Prosesleri.....	19
2.4.5 Stop Lambasını Oluşturan Gövde ve Lens Birleştirme Prosesi.....	20
3.MATERYAL ve YÖNTEM	21
3.1 Plastik Malzeme Birleştirme (Kaynak) Proses Çeşitleri	21
3.2 Titreşim Kaynak Yöntemi	23
3.2.1 Titreşim Kaynak Yönteminin Genel Yapısı.....	23

3.2.2 Titreşim Kaynak Yöntemine Uygun Stop Ürün Tasarım Prensipleri	25
3.2.3 Titreşim Kaynak Yönteminin Proses Sıralaması	28
3.3 Sıcak Lama Kaynak Yöntemi	30
3.3.1 Sıcak Lama Kaynak Yönteminin Genel Yapısı	30
3.3.2 Sıcak Lama Kaynak Yöntemine Uygun Stop Ürün Tasarım Prensipleri	31
3.3.3 Sıcak Lama Kaynak Yönteminin Proses Sıralaması	34
3.4 Lazer Kaynak Yöntemi	37
3.4.1 Lazer Kaynak Yönteminin Genel Yapısı	42
3.4.2 Lazer Kaynak Yöntemine Uygun Stop Ürün Tasarım Prensipleri	44
3.4.3 Lazer Kaynak Yönteminin Proses Sıralaması	48
3.5 Kaynak Yöntemleri İçin Testler ve Kontroller	50
3.5.1 Titreşim ve Sıcak Lama Yöntemi İçin Testler ve Kontroller	50
3.5.2 Lazer Kaynak Yöntemi İçin Testler ve Kontroller	61
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	66
4.1 Titreşim Kaynak Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları	66
4.2 Sıcak Lama Kaynak Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları	67
4.3 Lazer Kaynak Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları	67
4.4 Kaynak Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi	69
5. SONUÇ	74
KAYNAKLAR	77
EKLER	80
EK 1	81
EK 2	82
EK 3	83
ÖZ GEÇMİŞ	84

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
m	Metre
g	Gram
grms	Root mean square acceleration (kuadratik ortalama – ivme değeri)
h	Hour (saat)
Hz	Hertz (frekans, sıklık birimi)
mbar	Milibar
ms	Milisaniye
Mpa	Mega Pascal (Basınç birimi)
Mm	Milimetre
PA	Pascal (Basınç birimi)
Sn	Saniye
W	Watt

Kısaltmalar	Açıklama
AL	Automotive Lighting
ABS	Akrilonitril bütadien stiren
LED	Light Emitting Diode, Işık Yayan Diyot
PMMA	Polimetilmetaakrilat
PC	Polikarbonat
T85	%85 Talk katkısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2. 1. Otomotiv Sektörünün Ekonomiye Katkısı	3
Şekil 2. 2. 1998 – 2017 Yılları Arasında Türkiye’deki Otomobil Satışları	6
Şekil 2. 3. Ford Model T Touring Car, 1909 - Henry Ford’un koleksiyonundan	6
Şekil 2. 4. Bleriot asetilen far	10
Şekil 2. 5. Aydınlatma Uyarı Lambaları	12
Şekil 2. 6. Far Ampul Tipleri	13
Şekil 2. 7. Yeni Citroën C4 Picasso Arka Aydınlatma Örneği	13
Şekil 2. 8. Audi R8 Arka Aydınlatma Örneği	14
Şekil 2. 9. Ducato X250 arka aydınlatma lambası	15
Şekil 2. 10. Panda Arka Aydınlatma Lambası İç Komponentleri	16
Şekil 2. 11. Referans Noktası Tanımlama	17
Şekil 2. 12. Bir Arka Aydınlatma Ürünü Üzerinde Referans ve Sabitleme Noktalarının Tanımlanması	19
Şekil 3. 1. Plastik Parçanın Titreşim Hareket Çeşitleri	23
Şekil 3. 2. Titreşim Kaynak Makinası Genel Görünüşü	24
Şekil 3. 3. Titreşim Kaynak Sırasındaki Fazların Grafikselsel Gösterimi	25
Şekil 3. 4. Titreşim Kaynak Eksen Tanımlamaları	26
Şekil 3. 5. Titreşim Kaynak İçin Kaynak Ribisi Tasarım Şekilleri	27
Şekil 3. 6. Titreşim Kaynak İçin Kaynak Ribisi Tasarım Ölçüleri	27
Şekil 3. 7. Titreşim Kaynak Yönteminde Lens Temizleme fazı	28
Şekil 3. 8. Titreşim Kaynak Yönteminde Gövdenin Fikstüre Yerleştirilmesi	28
Şekil 3. 9. Titreşim Kaynak Yönteminde Lensin Fikstüre Yerleştirilmesi ve Kaynak Prosesi	29
Şekil 3. 10. Titreşim Kaynak Yönteminde Görsel Kontrol ve İzlenebilirlik Etiketini Okutma	29
Şekil 3. 11. Parçaların gerilim giderme fırınına yerleştirilmesi	30
Şekil 3. 12. Sıcak Lama Kaynak Makinası Genel Görünüşü	30
Şekil 3. 13. Sıcak Lama Kaynağı Birleşim Önce ve Sonrası Kaynak Bölgesi Görünümü	32
Şekil 3. 14. Sıcak Lama Kaynağı Birleşim Önce ve Sonrası Kaynak Bölgesi Görünümü-2	32
Şekil 3. 15. Sıcak Lama Kaynak Yönteminde Lens Temizleme fazı	35
Şekil 3. 16. Sıcak Lama Kaynak Yönteminde Gövdenin Fikstüre Yerleştirilmesi	35
Şekil 3. 17. Sıcak Lama Kaynak Yönteminde Lensin fikstüre yerleştirilmesi ve Kaynak Prosesi	36
Şekil 3. 18. Sıcak Lama Kaynak Yönteminde Kaynak Prosesi Sonrası Ürünlerin Fikstürden Alınması	36
Şekil 3. 19. Sıcak Lama Kaynak Yönteminde Parçaların Gerilim Giderme Fırınına Yerleştirilmesi	36
Şekil 3. 20. Sıcak Lama Kaynağı İşlem Sıralaması	37
Şekil 3. 21. Kontür Lazer Kaynak Kullanım Örneği	38
Şekil 3. 22. Maske Lazer Kaynak Kullanım Örneği	39

Şekil 3. 23	Eşzamanlı Lazer Kaynak Kullanım Örneği	39
Şekil 3. 24	Yarı Eşzamanlı Lazer Kaynak Kullanım Örneği	40
Şekil 3. 25	Globo Lazer Kaynak Kullanım Örneği	40
Şekil 3. 26	Radyal Lazer Kaynak Kullanım Örneği	41
Şekil 3. 27	Lazer İletim Kaynağının Uygulama Türlerinin Şematik Görüntüsü	42
Şekil 3. 28	Lazer Kaynak Cihazının Uniteleri	43
Şekil 3. 29	Lazer Kaynak Temel Prensibi	44
Şekil 3. 30	Lazer İletim Kaynağında Karmaşıklık Seviyesinin Renklendirici Özelliklerine Göre Değişimi	45
Şekil 3. 31	Uygun Olan (Sağ) Ve Uygun Olmayan (Sol) Eksen	46
Şekil 3. 32	Lazer Kaynak Ünitesindeki Fiberlerin Konumlandırılması İle İlgili Örnek Bir Çalışma.....	47
Şekil 3. 33	Lazer Kaynak Tasarımında Uygun Ekseni Tanımlamayı Örnekleyen bir Çalışma.....	47
Şekil 3. 34	Lazer Kaynak Yönteminde Lens Temizleme fazı	48
Şekil 3. 35	Lazer Kaynak Yönteminde Kaynak Yönteminde Gövdenin Fikstüre Yerleştirilmesi.....	48
Şekil 3. 36	Lazer Kaynak Yönteminde Lensin Fikstüre Yerleştirilmesi ve Kaynak Prosesi.	49
Şekil 3. 37	Lazer Kaynak Yönteminde Kaynak Prosesi Sonrası Ürünlerin Fikstürden Alınması ve Kontrolü.....	49
Şekil 3. 38	Lazer Kaynak Yönteminde Parçaların Gerilim Giderme Fırınına Yerleştirilmesi.....	49
Şekil 3. 39	A Projesinin Kuvvet & Stres Analiz Temsili Raporu	51
Şekil 3. 40	Titreşim Kaynak Analizi Sonucunda Elde Edilen Verilere Örnek	51
Şekil 3. 41	A Projesinin Fotometrik Simülasyon Örnekleri.....	52
Şekil 3. 42	Far Ürün İçin Termal Simülasyon Örneği	53
Şekil 3. 43	B Projesi Parça üzerinde Termal Simülasyon Örneği.....	54
Şekil 3. 44	B Projesi Parça üzerinde Yoğuşma Analiz Rapor Örneği	55
Şekil 3. 45	A Projesi Parça üzerinde Akış Analiz Rapor Örneği.....	56
Şekil 3. 46	Firma Bünyesinde Çalışılmış Bir Render Örneği	57
Şekil 3. 47	Yoğuşma Analiz Test Düzeneği Örneği	58
Şekil 3. 48	Sızdırmazlık Test Düzeneği Örneği	59
Şekil 3. 49	Patlatma Test Düzeneği Örneği	60
Şekil 3. 50	Lazer Kaynak Sonrası Klimatik Testleri Yapıldığı Cihaz Örnekleri	61
Şekil 3. 51	Lazer Kaynak Sonrası Sızdırmazlık Testlerinin Yapıldığı Cihaz Örnekleri ...	62
Şekil 3. 52	Lazer Kaynak Sonrası Mekanik Dayanım Testlerinin Yapıldığı Cihaz Örnekleri	63
Şekil 3. 53	C Projesinin Kuvvet & Stres Analiz Temsili Raporu	64
Şekil 3. 54	C Projesi Temsili Optik Rapordan Alınan Kaynak Ribinde Bulunan Enerji Dağılımı	64
Şekil 3. 55	Lazer Kaynak ile Birleştirilen Ürünlerin Kaynak Bölgesinden Temsili Görüntüsü.....	65
Şekil 4. 1	Lazer İletim Kaynağı İle Hot Plate ve Titreşim Kaynaklarının İç Yapılarının Karşılaştırılması.....	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1 2012-2016 Yılları İtibariyle Dünya Otomobil Üretimi Rakamları	5
Çizelge 3. 1 Malzemelere Göre Kaynak Kalite Tablosu	34
Çizelge 3. 2 Lazer İletim Kaynak Metotlarının Karşılaştırılması	41
Çizelge 3. 3 Termoplastik Malzeme Türleri Ve Kaynak Edilebilirlik Özellikleri	45
Çizelge 4. 1 Kaynak Yöntemlerinin Karşılaştırılması	72
Çizelge 4. 2 Otomotiv Endüstrisinde Kullanılan Birleştirme Yöntemlerinin Lazer Kaynak İle Karşılaştırılması.	73

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan rekabet ve teknolojik gelişmelerin neticesinde otomotiv sektöründeki firmaların daha kaliteli, daha hızlı, daha esnek ve daha düşük maliyetler ile üretim yapma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Sektördeki kuruluşların ayakta kalabilmesi ve rekabet edebilmesi için; üretim olanakları üzerinde, farklılaşan müşteri isteklerini karşılayabilecek değişiklikleri hızlı, inovatif, doğru ve düşük maliyetle gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Bu gerekliliklerin yanı sıra, artan çevre bilinci neticesinde üretilen ürünlerde hammadde temin aşamasından son ürün eldesine kadar tüm süreçlerde enerji ve hammaddenin verimli kullanılması hedeflenmekte ve bu yönde araştırmalar yapılmaktadır.

Dış aydınlatma sistemleri (far, stop, sinyal, sis farı vb.) tüm taşıtlarda bulunan ve taşıtın sürüş konfor ve güvenliğinin, estetik görünümünün en önemli temsilcisi olan parçalardır. Sektördeki müşteri talepleri doğrultusunda farklılaşan araç tasarımlarına uygun olarak bu parçalarında tasarımları gün geçtikçe daha kompleks bir hal almıştır. Bu nedenle rekabet açısından üretim süreçlerinde uygun maliyetler çerçevesinde yeni nesil üretim yöntemlerinin ve malzeme türlerinin kullanılması zorunlu hale gelmiştir.

Bu projenin geliştirilmesindeki en temel sebep olan, yukarıda da bahsi geçen gereklilikler dahilinde, yenilikçi bir anlayış ile ileri tasarım tekniklerine, üretim metotlarına ve güvenlik regülasyonlarına uygun kaynak yöntemini tespit edebilmek adına: Firma dahilinde 3 farklı kaynak yöntemine sahip projeler tespit edilerek bu projeler kapsamında, uygulanacak kaynak yöntemine göre lazer, titreşim ve sıcak lama kaynak uygulamaları için gereken tüm tasarım kurallarının oluşturulmuştur. Tasarımı tamamlanan ürünlerin nasıl bir proses ile üretiminin tamamlandığı ve üretimin tamamlanmasının ardından her birinin sahip olduğu kaynak yöntemine göre ne şekilde test ve kontrollere maruz kaldığı araştırılmış, incelenmiştir. Son olarak ise müşteri kalite beklentilerini en uygun şartlarda karşılayacak üretim yönteminin belirlenmesi adına, bu tespitler sonucunda elde edilen tüm veriler karşılaştırılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde otomotiv sektörü genel olarak ele alınacak, önemi vurgulanacak ve otomotiv sektörünün geçmişten günümüze gelişimine genel olarak değinilecektir.

Bunların ardından otomotiv sektöründe artık oldukça önem teşkil eden otomobil aydınlatma sistemleri ile genel bir bilgilendirme yaptıktan sonra bu sistemlerden biri olan arka aydınlatma sistemleri, bu sistemlerin fonksiyonları, arka aydınlatma sisteminin sahip olduğu komponentler hakkında bilgilendirilme yapılacak, bu sistemlerde uygulanan tasarım evreleri, arka aydınlatma sistemlerinde oldukça önem teşkil eden estetik gereksinimler ve bu sistemlerin üretimde uygulanan proses adımları konu edilecektir.

Son olarak da arka aydınlatma sistemlerinin üretiminde var olan proseslerden biri olan birleştirme prosesi çeşitleri ve yöntemleri ile ilgili bilgilendirme yapılacaktır.

2.1 Otomotiv Sektörü

Otomotiv sektörü genel olarak, karayolu taşıt araçlarını (otomobil, otobüs, minibüs, midibüs, kamyon, tır, traktör vb.) ve bu araçların üretiminde kullanılan diğer parçaları imal eden bir sanayi dalı olarak tanımlanabilir. (Görener ve Görener 2008)

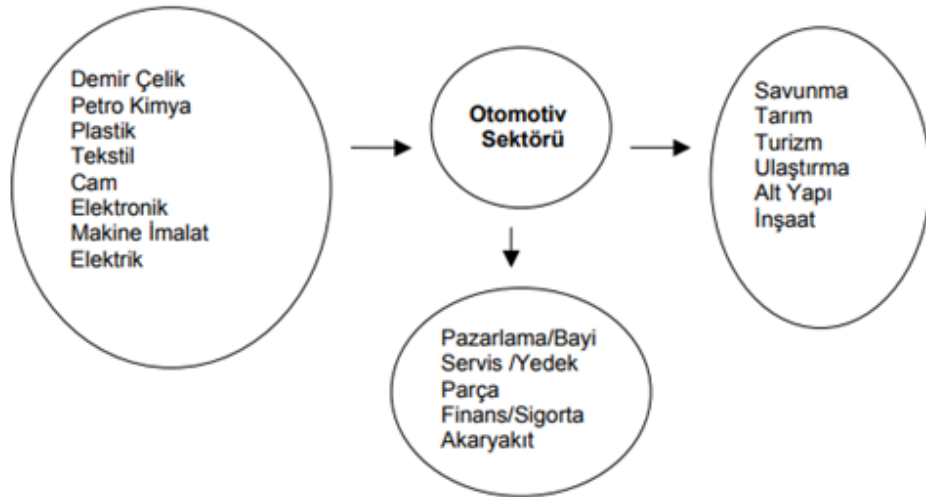
Motorlu karayolu taşıtları, bir yanmalı veya patlamalı motorla tahrik edilen, yük veya yolcu taşımak ve karayolu trafiğinde seyretmek üzere belirli teknik mevzuata göre üretilmiş bulunan dört veya daha fazla lastik tekerlekli taşıt araçlarıdır. Bu araçları üreten sanayi “Otomotiv Ana Sanayi” olarak adlandırılmaktadır. Otomotiv “Yan Sanayi” ise hem taşıt araçları imalat sanayiinde faaliyet gösteren firmalara hem de parktaki araçların parça yenileme talebine yönelik ana sanayi tarafından belirlenen teknik dokümanlara uygun aksam, parça, modül ve sistem üreten sanayi koludur. Otomotiv sanayi bu iki alt sektörün tümünü kapsamaktadır. (Karbuz ve ark. 2006)

2.1.1 Otomotiv sektörünün önemi

Otomotiv sanayii, tüm sanayileşmiş ülkelerde ekonominin itici gücü, taşıyıcısı olarak kabul edilmektedir. Bunun sebebi, diğer sanayi dalları ve ekonomiye katkı sağlayan diğer sektörler ile çok yakından bağlantılı olmasıdır. (Şekil 2.1) Otomotiv sanayi; demir-çelik, petro-kimya ve lastik gibi temel sanayi dallarında başlıca alıcı konumundadır. Ayrıca,

turizm, altyapı, inşaat, tarım ve ulaştırma gibi diğer farklı sektörlerin gereksinim duydukları birçok motorlu araç otomotiv sektörü tarafından sağlanmaktadır. Bu sektörde meydana gelen değişimler ekonomiyi çok ciddi bir seviyede etkilemektedir. Birçok sektörün tetikleyicisi olan bu sektörde, son yıllarda artan rekabet, değişen pazar ve küreselleşme nedeniyle gerçekleşen şirketler arası birleşmeler ve satın almalar sonucunda üretici firmaların sayısının giderek azaldığı gözlemlenmektedir. Günümüzde 20 civarında firma, dünya otomotiv sanayinin ve pazarının % 90'ından fazlasına hakim konumdadır. Türkiye'de otomotiv sektörü; yarattığı katma değer, istihdama katkısı, vergi gelirleri ve birçok sektörde talep yaratıcı durumu ile ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Ayrıca sektör, gelişmiş teknolojilerin ülkemizde kullanılabilir hale getirilmesine de büyük bir katkı sağlamaktadır. (Görener ve Görener 2008)

Dünyada otomotiv sektörü gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ekonomilerinin istikrarlı bir şekilde büyümesini sağlayan, teknolojik gelişmeleri hızlandıran ve diğer birçok sektörün büyümesine yardımcı olan lokomotif niteliğinde sektörler arasında yer almaktadır. Toplam kapasitesi aşağı yukarı 4 trilyon dolar ile dünya ekonomisinin yaklaşık %5'ini oluşturan otomotiv sektörü dünyanın en büyük 4. ekonomisine karşılık gelmektedir. Ayrıca otomotiv sektörü tüm dünyada doğrudan ve dolaylı olarak yaklaşık 80 milyon kişiye iş imkanı sağlamaktadır. (Pişkin 2017)



Şekil 2.1. Otomotiv sektörünün ekonomiye katkısı (Karbuş ve ark. 2006)

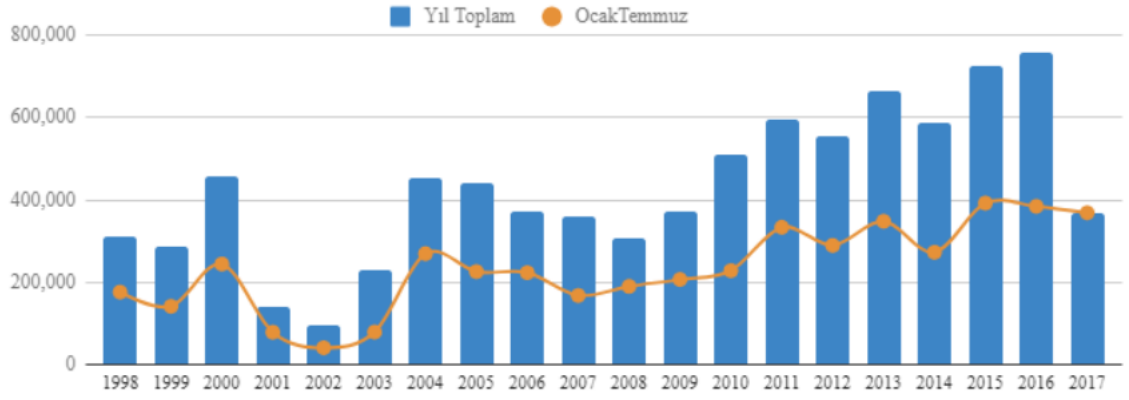
2.1.2 Otomotiv sektörünün tarihsel gelişimi

Otomotiv sanayii, Avrupa'da doğmuş, Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilip, çok ciddi bir potansiyele ulaştırılmıştır.. Yüz yıldan daha fazla tarihi geçmişe sahip olan otomotiv sanayii çalışmaları, öncelikli olarak binek araç üretimi ile başlamış ve Birinci Dünya Savaşı yıllarında ticari araç üretimi de gerçekleştirilerek, toplam üretimin en büyük payı otomobil olmak üzere sürekli bir gelişim ve değişim içerisinde olmuştur. (Bedir 2002)

Buhar gücüyle çalışan ilk araç, Fransız N. Joseph Cugnot tarafından üç tekerlekli olarak ve amaç olarak silah taşımada kullanılmak üzere 1769 yılında üretilmiştir. Ancak, saattaki hızı 3-4 km olan bu aracın çok yavaş ve fonksiyonsuz olmasından dolayı kullanımını engellemiştir. Daha sonra, 1801 yılında İngiliz Richard Trevithick, 1805 yılında Amerikan Oliver Evans tarafından bu çalışmalar devam ettirilmiştir. Zaman içerisinde bu çalışmalar daha da ileri seviyeye taşınmıştır ve 1829 yılında Sir Goldswort Guyney isimli bir İngiliz saatte 25 km hıza sahip buharla çalışan aracın yapımını tamamlamıştır. (Bedir 2002)

Etienne Lenoir, içten yanmalı motoru 1860 yılında Paris'te keşfetmiş ve 1864 yılında da Köln'deki Gasmotorenfabrik Deutz AG fabrikasında içten yanmalı sabit motorların üretimine başlanmıştır. Kuruculardan olan Otto, 1876 yılında ilk olarak dört silindri içten yanmalı benzinli motorun üretimini gerçekleştirmiştir. (Bedir 2002)

İçten yanmalı motorlu, bugünkü anlamda modern bir otomobilin ilk olarak üretimi ise 1886 yılında Karl Benz ve Gottlieb Daimler tarafından gerçekleştirilmiş ve Avrupa'da otomobil kullanımı bu yıllardan sonra oldukça artmaya başlamıştır. Bu araçların oldukça kısıtlı imkanlarla ve ilkel aletler kullanılarak yapıldığı dikkate alındığında, ilk zamanlarda ne derece hızlı bir ilerleme kaydettiği farkedilecektir. Otomotiv sanayii öncülüğünde geliştirilen ve tüm sanayileri derinden etkileyen standart ölçülerde ve büyük miktarlarda üretime Henry Ford'un Model T (Şekil 2.3) otomobili üretimi ile başlanmıştır. Geniş pazar imkanlarının iyi analiz edilerek gerçekleştirilen büyük miktarlarda araç üretimiyle, düşük maliyette bir üretim sağlanmıştır. Seri üretim tekniğiyle üretilen bu otomobiller, 1920'de ABD'deki araçların yüzde 65-70'ini, Dünya'da ise yüzde 50'sini oluşturmuşlardır. Ticari araç üretimi ise otomobil üretimine göre daha sonraki yıllarda gerçekleştirilmiştir. Mesela,



Şekil 2.2. 1998 – 2017 Yılları arasında Türkiye’deki otomobil satışları. (Anonim 2017)



Şekil 2.3. Ford Model T Touring Car, 1909 - Henry Ford’un koleksiyonundan. (Anonim 2013)

2.2 Otomotiv Yan Sanayi

Otomotiv Sanayii, taşıt aracı üreticilerini, bunlara montaj ve/veya yedek parça amaçlı üretim yapan üreticileri, bakım ve servis istasyonlarını ve satış noktaları gibi oldukça geniş bir kitleyi kapsayan bir sektördür. Yan sanayi ise, ana sanayi üretici firmalarının kendi üretim programlarına almadıkları ürün ve yarı ürün parçalarını üreten sanayi dalı olarak tanımlanabilir.

Otomotiv yan sanayi ürünleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

- Komple motor ve motor parçaları
- Aktarma organları,
- Fren sistemleri ve parçaları,
- Hidrolik ve pnömatik aksamlar,
- Süspansiyon parçaları,
- Emniyet aksamları,
- Kauçuk ve lastik parçalar,
- Şasi aksamları ve parçaları,
- Dövme ve döküm parçaları,
- Elektrik ekipmanları ve aydınlatma sistemleri,
- Akü,
- Oto camları ve
- Koltuklar. (Anonim 2001)

2.3 Otomobil Aydınlatma Sistemleri

Günümüzde araçlar hem gündüz hem gece kullanım için gerekiyor. Açık havalarda kullanıldığı gibi sisli ve görüş mesafesinin az olduğu ortamlarda da kullanılması gerekebilir. (Anonim 2011)

Bu ihtiyaçların karşılanmasına yönelik geliştirilmiş olan aydınlatma sistemlerine araç aydınlatma sistemleri denir.

Taşıtlarda sürüş konfor ve güvenliğinin vazgeçilmez bir parçası olan ve aracın estetik görünümünü tamamlayan dış aydınlatma sistemleri ilk taşıtın üretiminden beri sürekli gelişim göstermektedir. Aydınlatma sistemlerinin yüksek kalitede estetik bir tasarıma sahip olması

istenirken aynı zamanda kusursuz bir optik özelliğe sahip olması da gerekmektedir. Araçların ön arka ve yanlarında olmak üzere ön far, arka stop, sinyal ve sis lambalarından oluşan dış aydınlatma sistemlerinde her bir parça uluslararası standartlara uygun olarak üretilmekte ve testlerden geçmektedir.

Tarihsel gelişim açısından önceden cam ve plastiklerin bir arada kullanıldığı aydınlatma sistemlerinde günümüzde araç ağırlığının hafifletilmesi, daha esnek tasarımlara imkan sağlaması ve çevre duyarlılığı nedeniyle termoplastik malzeme kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Artan müşteri istekleri ve rekabet koşullarından dolayı aydınlatma sistemlerinin tasarımları oldukça kompleks bir hal almış ve üretim aşamalarında yeni tekniklerin kullanılmasını gerektirmiştir.

Günümüzde aydınlatma ürünlerinde aşağıdaki gereksinimler istenmektedir;

- Stil serbestliğinin mümkün olması
- Kaynak bölgesinin homojenitesinin sağlanması
- Sızdırmazlık standartlarının sağlanması
- Ölçüsel hedeflerin sağlanması
- Kimyasal dayanımın artırılması
- Fiziksel dayanımın artırılması

2.3.1 Otomotiv aydınlatma sistemlerinin tarihsel gelişimi

1900'lerde dünyada 15000 civarında otomobil bulunmaktaydı. Avrupa'daki en büyük otomobil üreticisi olan Argyll (Glasgow) motor fabrikalarında yılda yaklaşık 1000 otomobil üretirken, Amerika' da Henry FORD (Detroit) ilk üretim yılı olan 1903'de seri üretime başlaması ile birlikte 1700 adete ulaşmıştır. Daha sonraki yıllarda Argyll iflas etmiş, Ford ise satışlarını önemli ölçüde arttırarak gelişime devam etmiştir. O yıllarda yol kalitelerinin iyi olmamasına rağmen otomobiller geceleri de kullanılmaya başlanmıştır. yağlı lambaları kullanılmıştır. Işığın yansıtılması aynalar tarafından gerçekleştirilmiş ise de yeterli değildir. Aydınlatma sistemleri asıl olarak otomobillerde 1910 (Şekil 1.2) yıllarından sonra kullanılmaya başlanmıştır. Ancak 1925 yıllarında bile aydınlatma sistemlerine sahip araçlar lüks araçlar sınıfında sayılmaktaydı. Başlangıçta 10 metrelik yolu aydınlatan farlar daha sonra 25-50 metreyi 1940 yıllarından sonra uygulanan atom farlar sayesinde 50-75

metreyi, 1970'li yıllarda ise 75-100 metreyi aydınlatırken 2000 yıllardan sonra 200-300 metreyi rahatlıkla aydınlatılabilecek duruma gelmiştir.

1908 yılından itibaren dinomolar ile aydınlatma sistemlerine enerji sağlanıyordu ancak sürekli bir gerilim değişimi neticesinde ampuller sıklıkla zarar görüyor bu da farların ışığı düzgün dağıtamaması anlamına geliyordu. Böylece gece yolculukları oldukça zorlayıcı hatta imkansız hale geliyordu. İlerleyen zamanlarda bu duruma gerekli çözümler bulunmuştur.

1917'de özel kaplamalı metal reflektör ve yeni ampul soketlerinin kullanılmaya başlanmıştır ve bunlar reflektörlerde daha başarılı odaklanma sağlanmıştır. Bu gelişim farların ışığı dağıtma özelliğinin gelişimi için çok önemli bir adımdır.

1919'lu yıllardan sonra kısa ve uzun far ayrımı yapılmaya başlanmış ve bunlar için ayrı iki reflektörün kullanımı başlamıştır. Bu gelişim sayesinde gece yolculukları çok daha kolay hale gelmiş ama bazı sorunlar yinede tam olarak çözümlenememiştir.

1931 lerde sis farlarının kullanımı başlamıştır. Sis farı özel optikli yapısı sayesinde tüm yüzeyi aydınlatarak ışığın geri yansımalarını engelleyebilmekteydi.

1945 yıllarında farlar karşıdan geleni rahatsız etmeyecek ama kullanıcının görüşünü net olarak sağlayacak şekilde asimetrik olarak tasarlanmaya başlamıştır. (Atom far diye isimlendirilmiştir.)

1962'li yıllarda otomobil aydınlatma sistemlerinde kullanılan ilk Halojen ampul H1 üretilmiştir.

1967 yılında halojen ampul yapısı geliştirilerek H3 üretimi başlamıştır. 1971 de H4 ampul tasarımı tamamlanmıştır ve bu ampul iki ayrı flamanı sahip ilk ampuldür. Bu iki flaman sayesinde tek bir reflektör ile hem kısa hem uzun far elde edilebilmekteydi.

1983 yılında ilk projektörlü mercek tasarlandı ve bu mercek ile far yapıldı.

1988 yılında ilk Free Form reflektörlü far üretildi. FF dizaynı daha yoğun ışık sağlayabiliyordu ve desenli cam ile ışık yansımaları şekillendirilebiliyordu.

1992 yılında Hella tarafından ilk Xenon far tasarlandı ve BMW 7 modellerinde kullanıldı. Ayrıca aynı yıl içerisinde H7 ampul üretilmiştir.

1993'de şeffaf polikarbon ön camlı ilk free form far üretildi. Işığın dağılımı bilgisayar tarafından tasarlanan modern free form reflektörün yansıtması ile şekilleniyordu.

1997 yılında mavimsi ışık veren ampuller ve Xenon gazlı yüksek performanslı halojen ampuller üretildi. Gece seyahat etmek de oldukça konforlu bir hale geldi..

1999 yılında H8, H9, H11 ampullerinin üretildi.

2000 yılında ilk Bi-Xenon far üretildi..

2001 yılında Merkezi Aydınlatma sistemlerinin ilk denemeleri yapıldı. Bu sistemde otomobil içinde merkezi olarak bulunan Xenon ampulunun ışığı fiberoptik kablolarla farlara dağıtılmaktadır.

2003 statik ve dinamik viraj far aydınlatmaları Avrupa ülkelerinde kullanılmak üzere onay aldı. Static ve Dynamic Bend Lighting teknolojisi birlikte ilk defa Opel Signum'da kullanıldı. (Özen ve ark. 2005)



Şekil 2. 4. Eski bir far örneği (Anonim 2017)

2.3.2 Otomotiv aydınlatma sistemlerinin çeşitleri

Aydınlatma sistemi gece görüş kullanımı için gereklidir. Dış aydınlatmalar ve iç aydınlatmalar olmak üzere ikiye ayrılır. Aşağıda belirtilen ışıklandırma sisteminde kullanılan lambalar aracın içinde ve dışında kullanılır. (Anonim 2006) (Şekil 2.5)

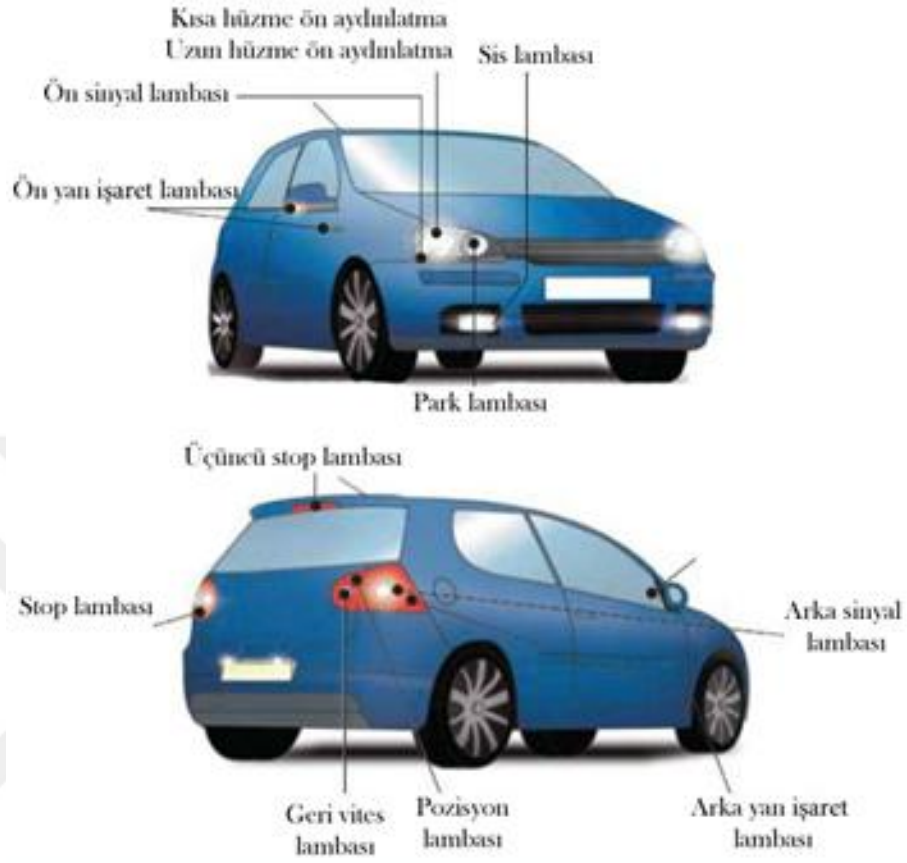
İç aydınlatma sistemleri ;

- Panel lambaları
- Tavan lambaları

Dış aydınlatma sistemleri ;

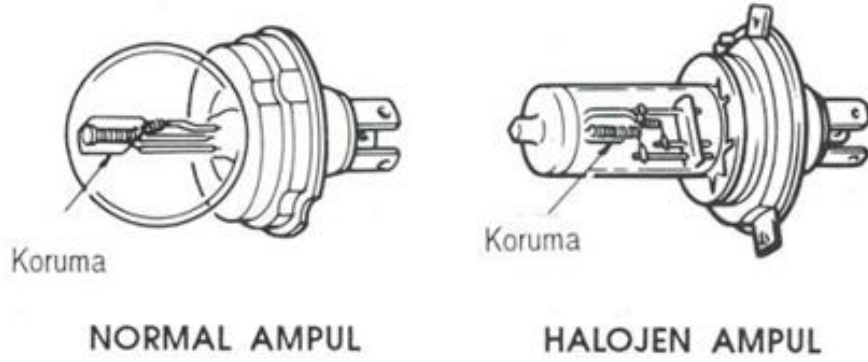
- Ön aydınlatma Sistemleri (Farlar)
- Tavan lambaları
- Park lambaları
- Stop lambaları
- Park lambaları (yan)
- Dönüş sinyalleri
- Dörtlü flaşör
- Plaka lambaları
- Geri vites lambaları
- Arka sis lambaları

Dış aydınlatma sistemleri taşıtların vazgeçilemez unsurlarından biridir. Bu sistemleri oluşturan far, sis, stop, sinyal gibi parçaların yüksek kalitede estetik bir tasarıma sahip olması istenirken aynı zamanda sürüş esnasında görüş açısı, aydınlatma konfor ve güvenliği açısından kusursuz bir optik özelliğe sahip olmaları da beklenmektedir.



Şekil 2. 5. Aydınlatma uyarı lambaları

FAR (Ön Aydınlatma Sistemler) : Far sistemi aracın önünde kalan yolu aydınlatan bir aydınlatma sistemidir. Genellikle uzun huzme ve kısa huzme farlar vardır. Farlar far anahtarı ve far kolu vasıtasıyla kumanda edilirler. Atom farlarda ayrı bir ampul kullanılmaz. Bunun yerine atom farın kendisi bir ampuldür. Bir flaman, yansıtıcı aynanın önüne yerleştirilmiştir. Cam mercektir ön tarafa yerleştirilmiştir. Ampülü değiştirilebilir tip farlarda ampul değiştirilebilir. Ampul kolayca değiştirilebileceğinden flaman yandığında bütün far grubu değiştirmek gerekmez. Bir ampul değiştirildiğinde farın yön ve açısı da değişmez. Bu tip far sistemlerinde iki çeşit ampul kullanılabilir. (Anonim 2011) (Şekil 2.6)



Şekil 2. 6. Far ampul tipleri (Anonim 2011)

2.4 Arka Aydınlatma Sistemleri

İlk arka aydınlatma ürünleri 1926 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Arka aydınlatma cihazlarının en temel işlevlerinden biri sürücünün eylemlerini ve niyetlerini diğer sürücülere işaret etmektir. Bu nedenle ürünün fonksiyonlarının görülme açıları, ışığın yanma zamanlamaları oldukça önemli bir role sahiptir. Bunların dışında arka aydınlatma cihazları da aynı farlarda olduğu gibi bir markanın yani bir aracın stilini göstermeye ve yansıtmaya katkıda bulunmaktadır.



Şekil 2.7. Alfa Romeo Mito arka aydınlatma örneği " AL tarafından yapılmıştır." (Magnet Marelli Archive)



Şekil 2.8. Audi R8 arka aydınlatma örneği " AL tarafından yapılmıştır." (Magneti Marelli Archive)

2.4.1 Arka aydınlatma ürününün fonksiyonları

Arka aydınlatma sisteminin birbirinden farklı bir kaç fonksiyonu vardır ve bu fonksiyonlar şu şekilde sıralanabilir ; Sinyal, geri vites, fren, pozisyon,.

Sinyal Fonksiyonu : Sinyal lambalar, sağa veya sola dönüşte, etraftaki diğer araçları ikaz etmek amacıyla kullanılan sistemlerdir. Öndeki sinyal lambaları beyaz veya sarı, arkadakiler ise kırmızı cam muhafazalı olarak yapılırlar. Sistemin normal gün ışığında 30 metreden görünecek şekilde ışık vermesi gerekir. Bu yüzden, diğer ikaz sistemleri de dahil, ampul güçleri 15 watt'ın altında olamaz ve genelde 21 watt'tır. Dikkati daha fazla çekebilmesi için çalışmaları aralıklı yanıp sönme şeklinde düzenlenmiştir. Sisteme bu özelliği, devreye seri olarak sokulmuş bir sinyal otomatı (flaşör) kazandırmaktadır. Ekseriya, direksiyona monte edilmiş özel bir şalterin kumandası altında çalışırlar. (Anonim 2011) Fonksiyon görünümüne ait örnek şekil 2.9'da görülmektedir.

Geri Vites Fonksiyonu : Geri vites lambaları, araçların normal kullanılış şekli, ileri yöndeki hareketidir. Bazı hallerde, geri vites takılarak kullanılacak olursa, arkada bulunan diğer araçların durumdan haberdar edilmesi gerekir. Ayrıca geceleyin geri manevra hareketi

esnasında, aracın geri tarafını bir miktar daha aydınlatılmasını sağlayacaktır. Geri vites lambaları da diğer ikaz sistemlerinde olduğu gibi normal gün ışığında 30 metreden görünebilecek şiddette ışık vermelidir. Dolayısıyla ampul güçleri en az 15 watt olacak şekilde sınırlanmıştır. (Anonim 2011)

Fren (Stop) Fonksiyonu : Fren yapılarak aracın yavaşlaması ve durması hallerinde, diğer araçları ikaz etmek amacıyla kullanılır. Fren ikaz lambaları ekseriye arkadaki park lambalarıyla birleştirilerek müşterek bir muhafaza içerisine yerleştirilirler. Ampul güçleri 21-32 watt arasında değişir. (Anonim 2011)

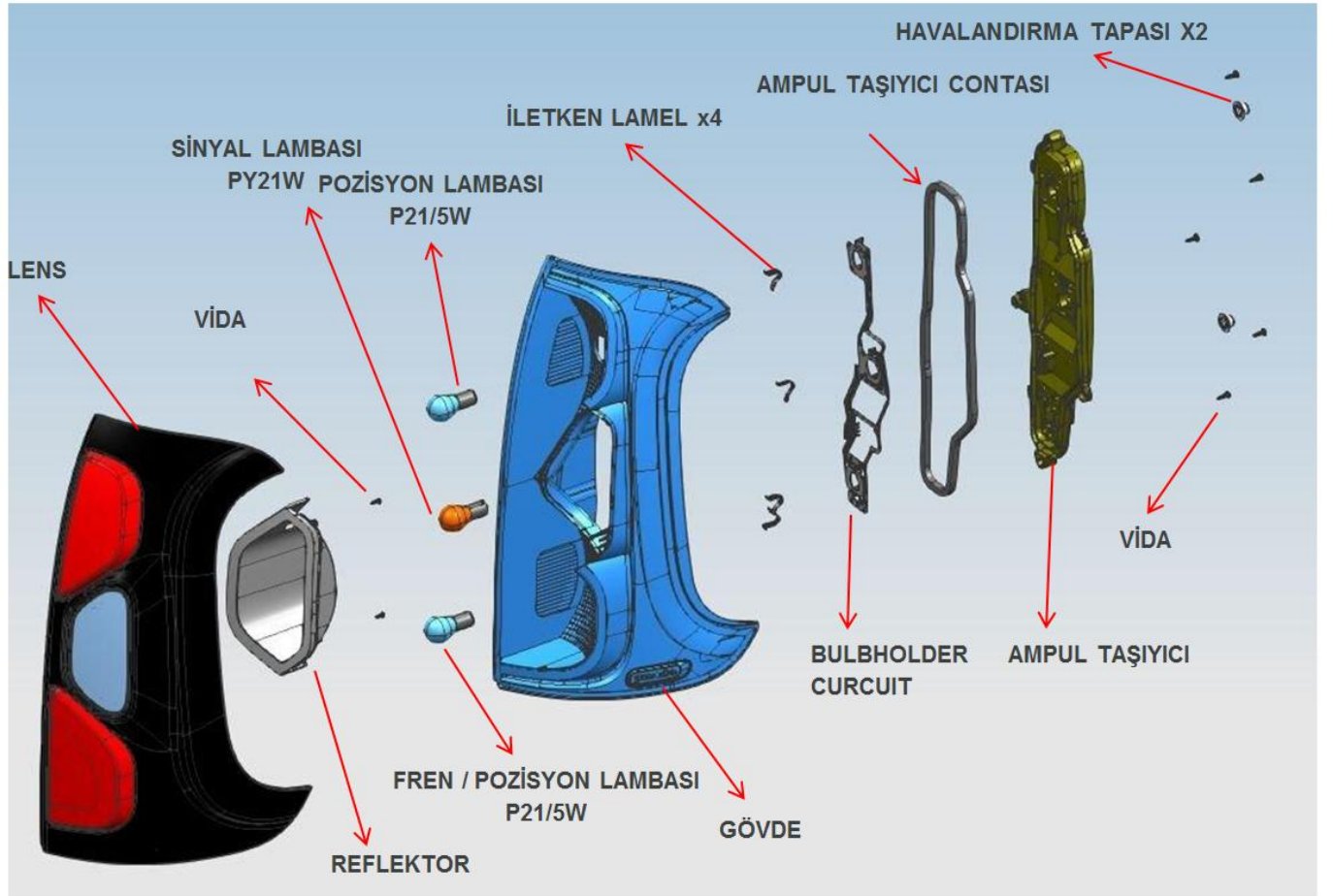
Pozisyon Fonksiyonu : Araçların daimi olarak varlığını diğer araçlar tarafından tespit edilebilmesi için oluşturulan aydınlatma fonksiyonudur. Geceleri aracın boyutlarını, plakasını, büyük araçlarda tepe ve kenar mesafelerini şoför mahallindeki gösterge panelini aydınlatan sistemlerdir. (Anonim 2006) Araç herhangi bir eylem içerisinde bulunmasa dahi konumunun tespit edilebilmesi için oldukça büyük önem arz etmektedir.



Şekil 2.9. Ducato X250 arka aydınlatma lambası 1. Fren lambası 2. Pozisyon lambası 3.Sinyal lambası 4. Geri vites lambası

2.4.2 Arka aydınlatma ürününü oluşturan komponentler

Arka aydınlatma cihazların oluşturan temel komponentler, metal reflektörler, ampul veya LED kaynakları, parlak bir görünüm kazandıran kabartmalı ve şeffaf Polikarbonat lensler ve gövdedir. Bunların yanı sıra montaj için kullanılan vidalar, bazı estetik gereksinimleri karşılaması adına kullanılan estetik bezeller de arka aydınlatma ürünü için kullanılan komponentler arasında sayılabilir. (Şekil 2.10)



Şekil 2.10. Panda arka aydınlatma lambası iç komponentleri

2.4.3 Arka Aydınlatma Ürününün Tasarım Evreleri

Arka aydınlatma ürün geometrisini oluştururken dikkat edilmesi gereken bazı kritik noktalar bulunmaktadır ;

- Referans noktalarının (ürünün yada parçaların sabitleneceği noktaların) doğru bir şekilde tanımlanması.
- Müşteri tolerans taleplerinin çok küçük olması.
- Ölçümün tekrarlanabilir olmaması.
- Komponentlerin dayanımının zayıf olması.
- Proses etkileri.

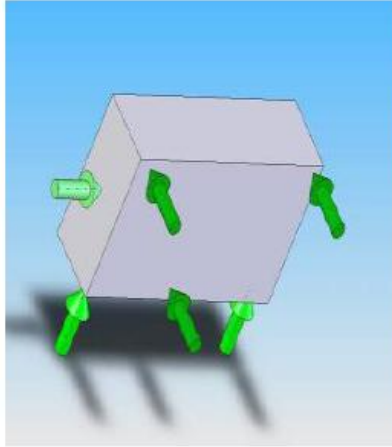
2.4.3.1 Estetik gereksinimler

Arka aydınlatma ürünlerinin estetik olarak katkıları gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle ürünün aracın üzerine takıldığında oturduğu bölgede ürünün çevresinde oluşturduğu boşluklar (gap / flush) müşteri tarafından oldukça kritik bir şekilde kontrol edilmektedir.

2.4.3.2 Referans noktaları ve sabitleme sistemi için tasarım kuralları

Temel referans noktası :

- Yüzey tanımlayan üç nokta.
- Çizgi tanımlayan iki nokta.
- Sistemi sabitlemek için bir nokta.



Şekil 2.11. Referans noktası tanımlama

Referans noktası tanımlama (Şekil 2.12) :

- Denge, referans noktalarından birinde hata olduğunda ürünün konumundan sapması ile ilgilidir.
- Birkaç sabitleme noktası için kararlılık endeksi, etrafında dönme nedeniyle lambanın maksimum kaydırılması ve referans noktaları için hata arasındaki oran olarak tanımlanabilir.
- Kararlılık endeksi RPS hatasının yükseltilmesidir, son kaydırma, bu RPS için tolerans hatası ile çarpılan kararlılık indeksine eşittir.

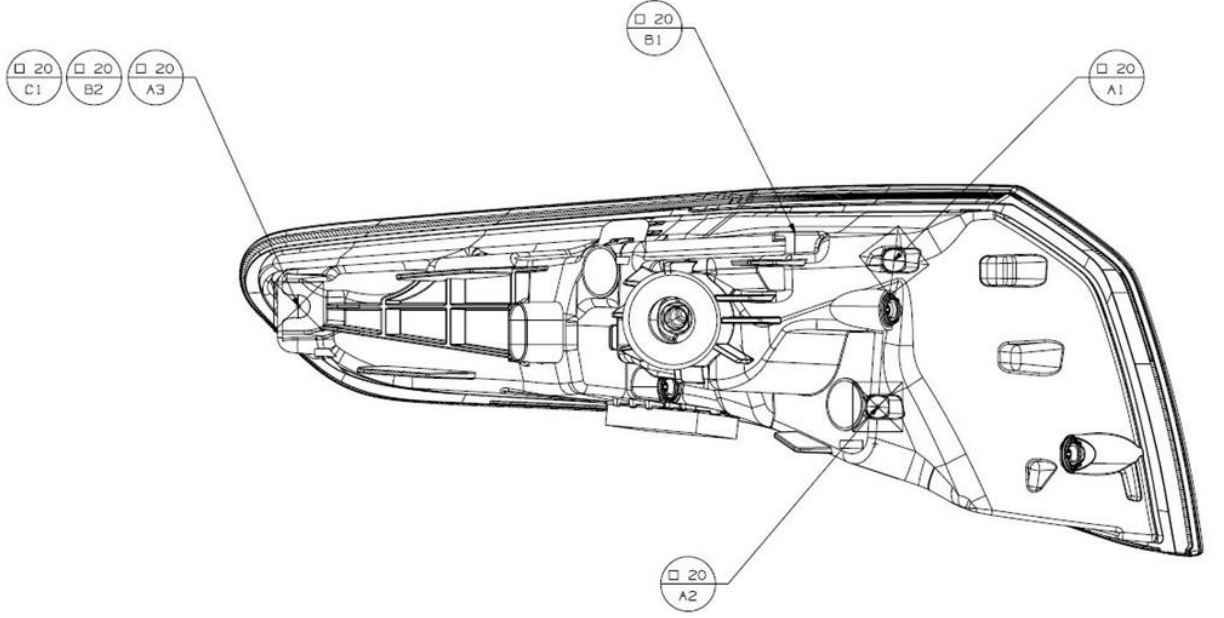
Ölçü ve araç konfigürasyonu :

Genellikle ölçü konfigürasyonu, küçük hatalar hesaba katar, bunun yerine araç konfigürasyonu, yani fikstür üzerinde araç simulasyonu ile ürünün boşluk değerlerinin ölçümü gerçek hatalarını göz önüne getirir, örneğin master konfigürasyonundaki bir mafsal + kıvrılma yerine pin + burç veya pim + mekanik kelepçe sistemi kullanılabilir. Ölçümün nasıl yapılacağını anlamak için Kalite birimi ve proses birimi ile ortak bir çalışma yürütülmelidir.

Sabitleme Sisteminin Tanımlanması

- RPS düzlem yönü vidalama yönüne dik olmalıdır.
- Vidalama yönü referans noktalarının oluşturduğu yüzeyin normali arasındaki maksimum sapma derecesi belirli bir değerin üzerine çıkmamalıdır.
- Üçgeni oluşturan referans noktalarının sabitleme yönleri birbiri ile aynı olmalıdır.

Eğer bu şartlar oluşturulamıyor ise referans noktalarının belirlenmesinde yeniden bir düzenleme yapılması gerekecektir.



Şekil 2.12. Bir arka aydınlatma ürünü üzerinde referans ve sabitleme noktalarının tanımlanması

2.4.4 Stop lambasının üretim prosesleri

Tasarım çalışmalarının tamamlanması ve müşteri ile ilgili yeterliliklerin anlaşması sağlandıktan sonra ki aşamada parçaların kalıp çalışmalarının tamamlanması ardından ilk parçaların basılarak bu basılan parçaların kontrolleri yapılmaktadır.

Aslında üretim prosesi için yapılan çalışmalar tasarım çalışmalarının başından itibaren eş olarak yürütülmektedir ve tasarım aşamasında meydana gelen her gelişme ile proseste güncellemeler yapılmaktadır.

Örneğin üretim hatlarının düzeninin belirlenmesi, sayısının ve kurulacak hattın kaplayacağı alanın tespiti ayrıca kullanılacak teknolojinin seçilebilmesi adına üründe bulunan parça sayısı, üründe kullanılan teknoloji (led, kaynak tipi, malzeme vs.) gibi özelliklere gereksinim duyulmaktadır.

Genel olarak sıralayacak olursak eğer bir stop ürününün son halini alana kadar geçtiği üretim proses basamakları şu şekilde sıralanabilir : (EK 1 – EK 2 – EK 3)

1. Led ürünlerin (var ise) monte edileceği reflektör üzerine montajı.

2. Var ise bezel ve reflektörün birbirine montajı.
3. Bu birleştirilmiş olan yarı komple bezel ve reflektörün gövde üzerine montajı.
4. Lens ve gövdenin belirlenmiş olan kaynak prosesi ile birleştirilmesi.
5. Var ise ampul montajı.
6. Gerekli sızdırmazlık elemanlarının (nitto cap, ventilasyon tüpü, goratex vb.) montajı
7. Sızdırmazlık ve elektrik kontrol testi.
8. Son kontrol ve paketleme.

2.4.5 Stop lambasını oluşturan gövde ve lens birleştirme prosesi

Kaynak yöntemi aynı veya benzer malzemelere sahip parçaları, erime sıcaklıkları birbirine yakın malzemelere sahip parçaları birleştirmeye yarayan bir yöntemdir. Kaynak sırasında parçalar ergitilir veya basınç altına alınır. Kaynak prosesi sadece metal ürünler için değil aynı zamanda plastikler içinde uygulanan bir birleştirme yöntemidir.

Plastik malzeme kaynağı: Aynı veya farklı cinsten termoplastik (sertleşmeyen plastik) malzemeyi ısı ve basınç kullanarak ve aynı cinsten bir plastik ilave malzeme katarak veya katmadan birleştirmeye, "plastik malzeme kaynağı" adı verilir. (Anık 1991)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölüm kapsamında kaynak proses çeşitleri tek tek incelenecek, kaynak yöntemlerine göre gerekli tasarım prensipleri , kaynak yöntemine özel belirlenmiş proses sıralaması ve üretim öncesi ve sonrasında arka adınlatma ürün geliştirme sırasında gerekli olan testler ve kontroller, firmada bulunan ve ayrı ayrı titreşim, sıcak lama ve lazer birleştirme yöntemleri uygulanan A-B-C projeleri üzerinden ele alınacaktır.

A : Titreşim kaynak yöntemi kullanılarak birleştirme işlemi yapılan proje.

B : Sıcak lama kaynak yöntemi kullanılarak birleştirme işlemi yapılan proje.

C : Lazer kaynak yöntemi kullanılarak birleştirme işlemi yapılan proje.

3.1 Plastik Malzeme Birleştirme (Kaynak) Proses Çeşitleri

Plastik parçaların kaynatılması için kullanılan yöntemler şu şekilde sıralanabilir.

- Ultrason kaynağı
- Vibrasyon Kaynağı
- Sıcak lama kaynağı

Plastik malzemelerin kaynak prosesine etki eden temel parametreler şu şekilde sıralanabilir ;

- Kaynak süresi
- Baskı gücü
- Malzemenin kalınlığı
- Kullanılan sıcaklık
- Kaynak hataları

Plastik malzemelerin kaynağında kaynak dikişinin çevresinde ısıdan etkilenmiş bölge oluşur. Kaynak sırasında kullanılan basınç ve polimerin akışı sonucunda normal olarak kaynak bölgesinde kristal mikro yapıların çeşitli türleri oluşur. Bu durum örneğin polipropilen gibi yarı kristalin plastiklerde sıkıştırılmış akış ve hızlı soğuma da belirli bir miktarda kristal yapıların oluşmasına yol açar. Metallerde olduğu gibi, ısıdan etkilenmiş bölge ana malzemedan daha zayıf olur. Isıdan etkilenmiş bölgedeki artık kaynak gerilmelerinden dolayı, agresif sıvılar ve çözücülerin etkisiyle korozyon oluşumu bu

bölgede daha hızlı olacaktır. Ergitilmiş metaller kaynak banyosuna rahat akarak kaynak ağzını doldururken, viskoz akışkan olan plastiklerde malzeme kaynak yapılan yere bastırılarak ya da itilerek dolgu yapılır. Bu şekilde uygulanan basınçlarla akış yönündeki zincirlerin yer değiştirmesi ile karşılaşılır. Bu da birleşme hattı boyunca anizotropiye neden olur. Örneğin, bunun sonucunda birleşme hattı düzleminde enlemesine olan düzleme nazaran daha düşük çentik darbe veya çekme mukavemeti elde edilir.

Kaynak süresi, ortaya çıkan kaynağın kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Kaynak süresinin uzun tutulması sıcaklığın artması ile kaynatılan malzemelerin daha fazla ergiyerek daha çok kaynaması ve kaynağın daha etkili olmasına sebep olur.

Baskı gücünün de arttırılması malzeme temasını arttıracığından yine kaynak prosesini daha başarılı şekilde sonuçlandırabilir. Ancak önemli olan nokta baskı kuvvetinin aynı zamanda gereğinden fazla olmamasına dikkat etmektir. Fazla olması malzemenin yanması ile sonuçlanabilir.

Malzeme kalınlığından bahsedilecek olursa, malzeme kalınlığına göre baskı kuvveti ve süre doğru ayarlanmaz ise örneğin kalınlık fazla ve yeterli kuvvet uygulanmayarak yeterli süre verilmez ise kaynak tam olarak başarılı sonuçlanmayabilir.

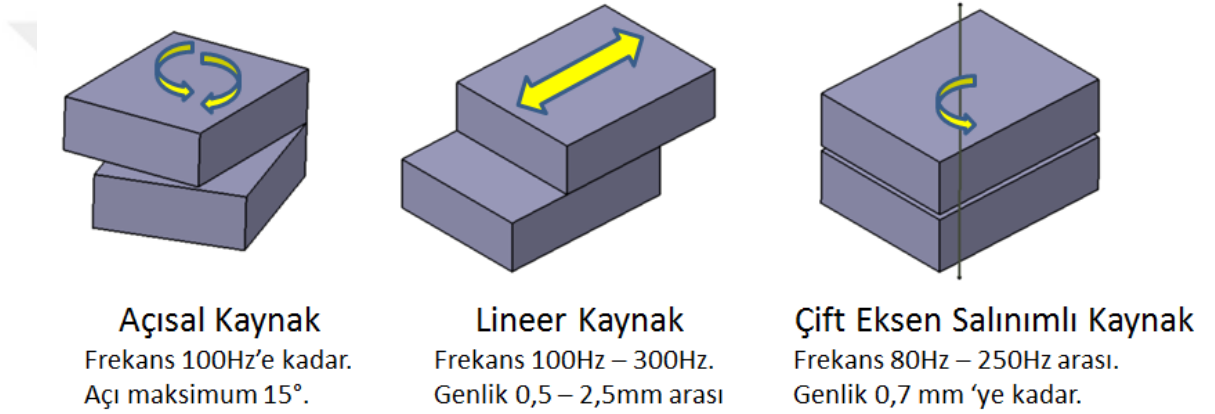
Sıcaklık için doğrulanmış ve tespit edilen malzemelere uygun sıcaklıklarının dışına çıkılmaması büyük önem arz etmektedir.

Kaynak hataları genel olarak, kötü dış görünüm, çatlaklar, ergimenin homojen olmaması ve en önemlisi de sızdırmazlık sorunu yaşanması şeklinde sıralanabilir.

Aydınlatma ürünleri için kaynak prosesinde plastik parça birleştirme yöntemlerinden biri tercih edilerek ardından kaynak gibi ön imalat işlemleriyle meydana gelen iç kalıcı gerilimleri gidermek amacıyla gerilim giderme fırınlarına koyulmaktadır. Bunlar uygulanmaz ise daha sonraki işlemler kabuledilemeyecek çarpılmalara neden olabilir veya malzeme kullanımda gerilim korozyon çatlakları gibi problemlerle karşılaşabilir.

3.2 Titreşim (vibrasyon) Kaynak Yöntemi

Ay (2005) plastik malzemeler ders notlarında bu yöntem “bu yöntemde plastik iki parça açısal şekilde, lineer şekilde veya biaxial şekilde yatay hareket ettirilerek titreştirilir. (Şekil 3.1) Bu yöntem ultrasonik kaynak yöntemine benzer, fakat farkı ; çok daha düşük frekanslarda, çok daha yüksek amplitüd (şiddeti)lerde ve çok daha büyük sıkıştırma kuvvetlerinde çalışır.” şeklinde açıklanmıştır.



Şekil 3.1. Plastik parçanın titreşim hareket çeşitleri

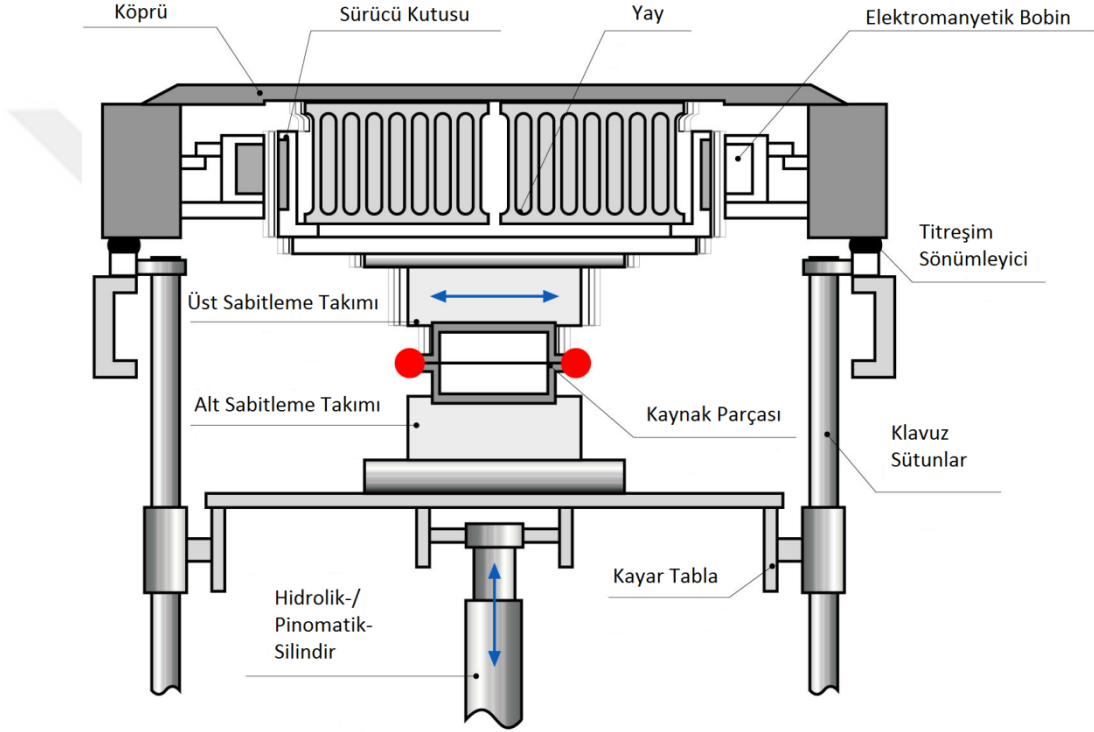
3.2.1 Titreşim kaynak yönteminin genel yapısı

Titreşim kaynak aşamaları ;

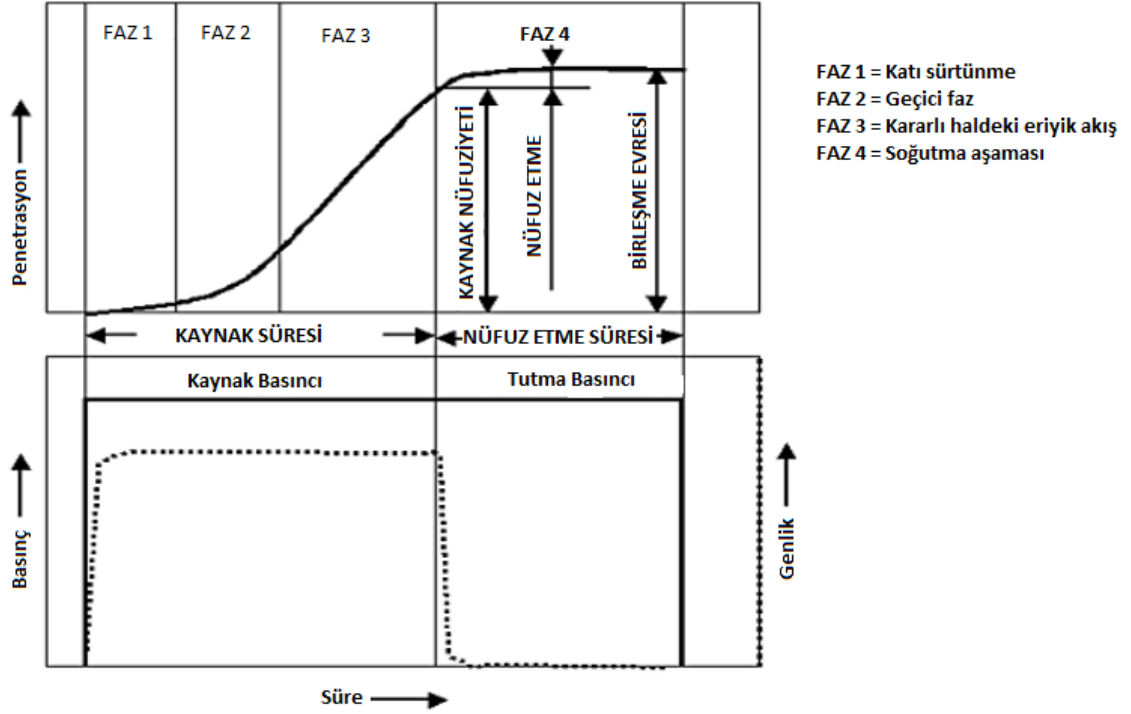
- Sürtünme : Bu aşamada yüzeylerden birisi diğerine karşı yatay olarak katı şekilde sürtünür. Bu sayede parçaların kaynak bölgeleri kaynak yapılabilmesi için gereken ısı miktarına ulaşır.
- Değişim : Kaynak yerindeki parçalar erimeye başlar. Yüksek kayma sürtünmesinden doğan yüksek ısı sebebiyle, erimiş katmanlar kalınlaşır. Viskozite artar, kayma sürtünmesi azalır, ısınmada kayıp olur. Eriyen parçalar üzerindeki basınç artar ve kaynak için akma yükselir.

c. Optimum kaynak mukavemeti: Birleşme optimum mukavemete erişince kaynak işlemi durur. Bu işlemin durması demek ; eriyen parçaların hızı ile dışa doğru yayılan parçaların hızları eşit olmuş demektir.

d. Soğutma ; Kaynak yerinde basınç varken, malzeme tekrar katılaşır.Moleküler bağlanma yaparak kaynak olur.



Şekil 3.2. Titreşim kaynak makinası genel görünüşü (Anonim, 2016)

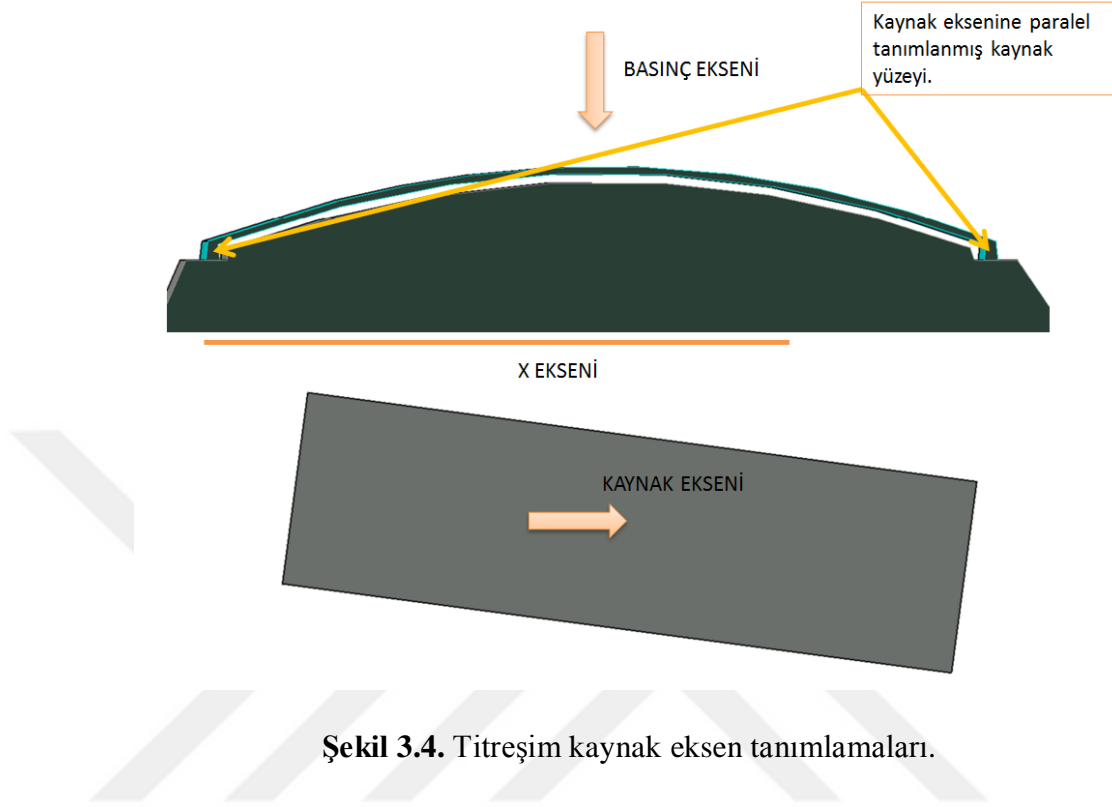


Şekil 3.3. Titreşim kaynak sırasındaki fazların grafiksel gösterimi (Ay, 2005)

3.2.1 Titreşim kaynak yöntemi için stop ürün tasarım prensipleri

Titreşim kaynak yöntemine uygun ürün tasarımı yapmak için en temel adım, kaynak makinesi için tanımlanması gereken ve iki parçanın birbirine kaynatılırken uygulanacak olan baskı kuvveti için basınç eksenini ayrıca titreşim verilecek parçanın yönünü tayin etmek adına titreşim eksenini tanımlamaktır.

Titreşim kaynağın uygulanabilir olması için en önemli kurallardan biri kaynak yapılacak gövde ve lens yüzeylerin titreşim eksenine paralel olmasıdır. (Şekil 3.4).

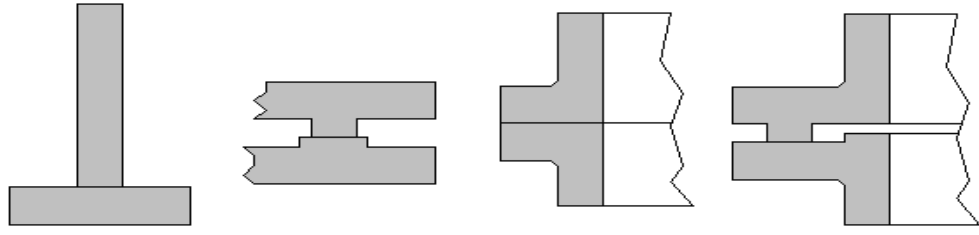


Şekil 3.4. Titreşim kaynak eksen tanımlamaları.

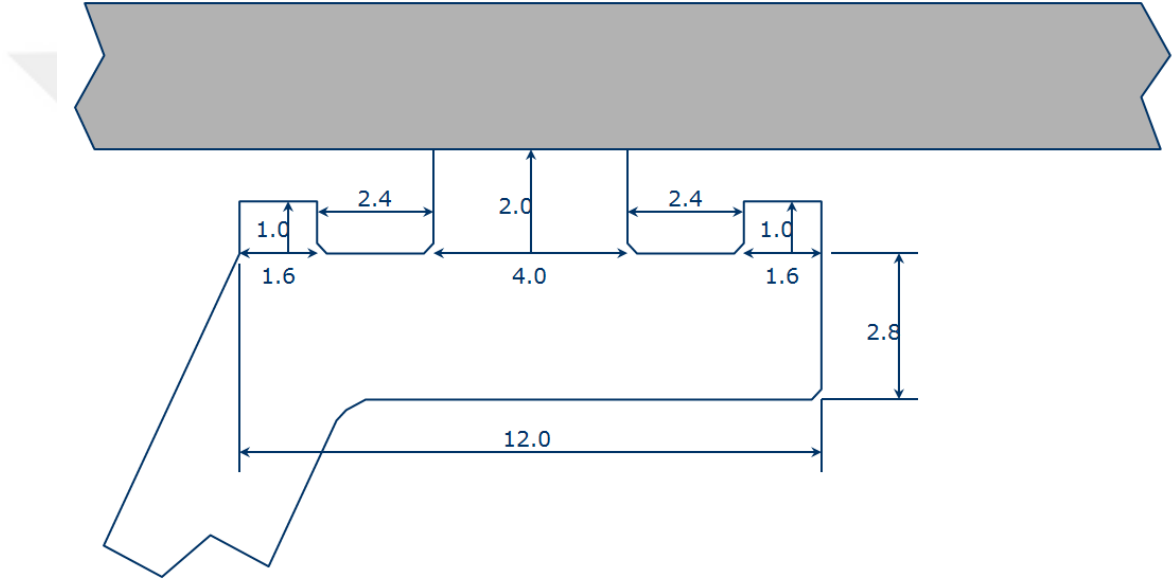
Kaynak konseptinin belirlenebilmesi için ;

Kaynak konseptinin tanımlanma sürecine başlayabilmek için öncelikle lensin dış yüzeyinin belirlenmiş olması gerekiyor ki bu genelde müşteri stil tarafından paylaşımaktadır.

1. Kaynak eksenin tanımlanması (Şekil 3.4)
2. Basınç ekseninin belirlenmesi
3. Kaynak ribinin geometrisi (Şekil 3.5 , Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Titreşim kaynak için kaynak ribi tasarım şekilleri (Noordegraaf 2010)



Şekil 3.6. Titreşim kaynak için kaynak ribi tasarım ölçüleri (Noordegraaf 2010)

4. Basınç ekseninin lens ve gövde yüzeyleri ile doğrulanması
5. Ağırlık ve et kalınlığı oranlarının kurallar doğrultusunda kontrol edilmesi.
6. Gövde üzerinde ilave sabitleme duvarının tanımlanması.
7. Lens ve gövde malzeme uyumunun kontrol edilmesi.
8. Yabancı malzeme oluşumunu önleyecek önerilerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

3.2.2 Titreşim kaynak yönteminin proses sıralaması

Titreşim kaynak yöntemi kullanılarak üretilecek bir üründe kaynak prosesinin sıralaması şu şekilde tanımlanmaktadır :

1. Operatör arka aydınlatma ürününe ait lensi besleme kutusundan temin edip önce görsel olarak kontrolünü gerçekleştirir ardından lens temizleme cihazına yerleştirerek lensin temizlenmesi sağlanır. (Şekil 3.7)



Şekil 3.7. Titreşim kaynak yönteminde lens temizleme fazı

2. Operatör, besleme kutularından gövde ürünü temin eder ve kaynak cihazında gövde parçasına ait fikstüre parçanın yerleştirilmesini sağlar. (Şekil 3.8)



Şekil 3.8. Titreşim kaynak yönteminde gövdenin fikstüre yerleştirilmesi

3. Operatör, temizlemiş lensi temin eder ve kaynak cihazında lense ait fikstüre parçanın yerleştirilmesini sağlar.
4. Operatör kaynak makinasında ilgili butona basarak kaynak işlemini başlatır. Kaynak makinası süresi yaklaşık 20-25sn aralığındadır. Makinanın titreşim etkisi oldukça gürültülü bir ortam oluşmasına sebep olmaktadır. (Şekil 3.9)



Şekil 3.9. Titreşim kaynak yönteminde lensin fikstüre yerleştirilmesi ve kaynak prosesi

5. Kaynak olmuş parçaların yeniden görsel kontrolleri yapılarak üzerlerine yapıştırılmış olan izlenebilirlik etiketleri okutulur. (Şekil 3.10)



Şekil 3.10. Titreşim kaynak yönteminde görsel kontrol ve izlenebilirlik etiketini okutma

6. Parçalar gerilim giderme fırınına yerleştirilir. (Şekil 3.11)



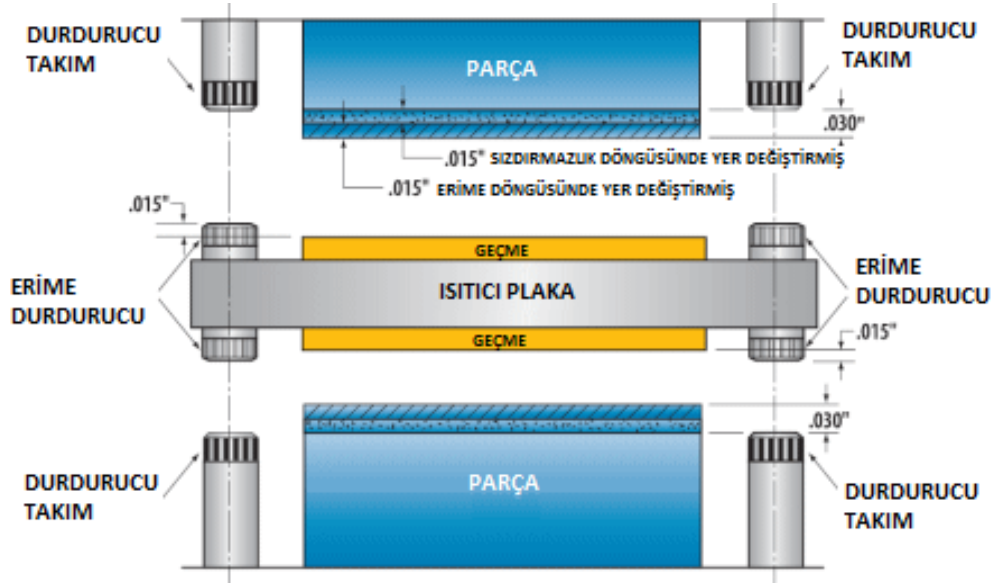
Şekil 3.11 Parçaların Gerilim Giderme Fırınına Yerleştirilmesi

3.3 Sıcak Lama Kaynak Yöntemi

Sıcak lama kaynak yöntemi en temel plastik malzeme kaynak yöntemlerinden biridir. En önemli avantajlarından biri büyük parçalar üzerinde de çalışılabilmesidir.

3.3.1 Sıcak lama kaynak yönteminin genel yapısı

Bu yöntemde birleştirilecek olan lens ve gövde malzemeleri, arasına konumlandırılan sıcak lama ile temas ettirilerek eritildikten sonra sıcak lama aradan çekilir ve iyice yumuşayan parçalar üzerine belirli bir kuvvet ile baskı oluşturularak birleştirme işlemi gerçekleştirilir. (Şekil 3.12, Bkz. Şekil 3.20)

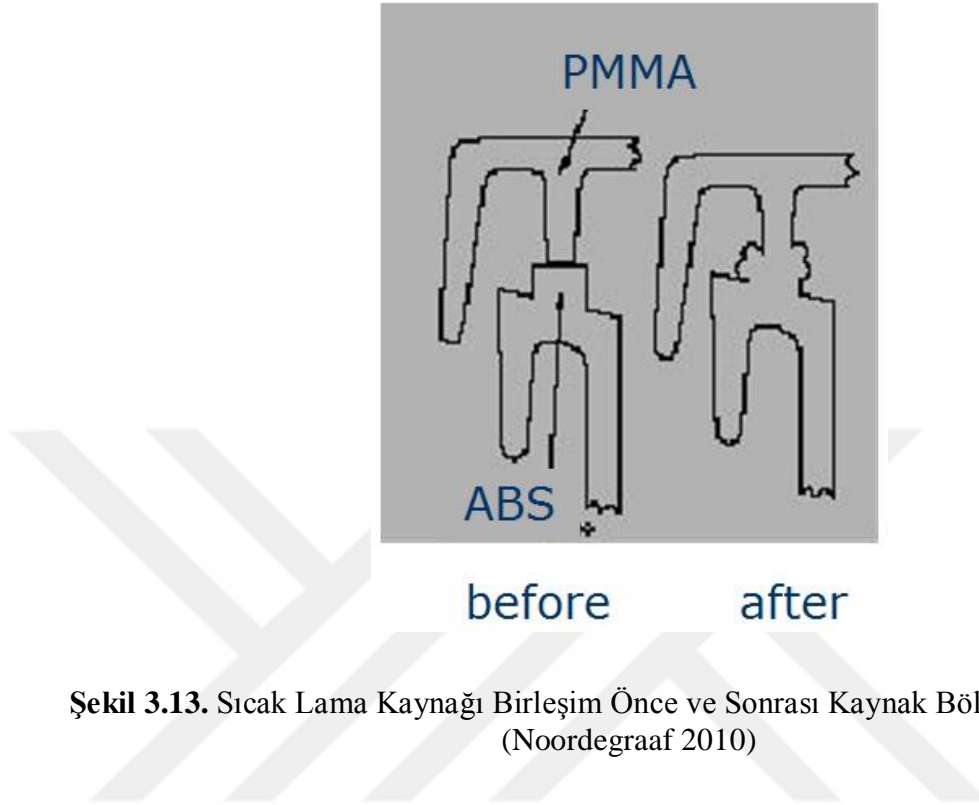


Şekil 3.12. Sıcak lama kaynak makinası genel görünüşü. (Anonim 2005)

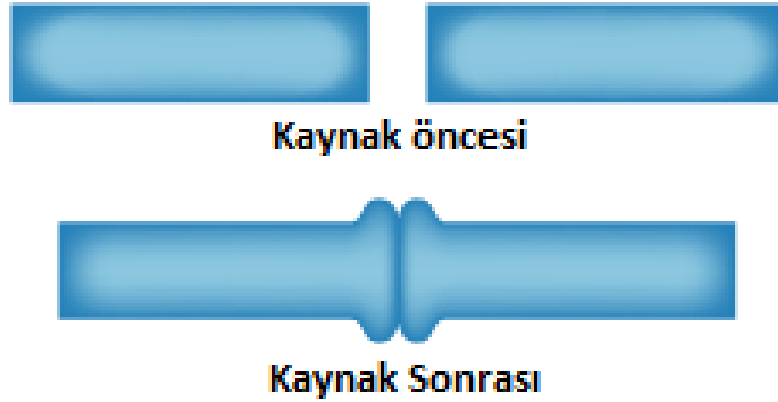
3.3.2 Sıcak lama kaynak yöntemine uygun stop ürün tasarım prensipleri

Sıcak lama kaynağının konseptini belirlemek için aşağıdaki adımların takip edilmesi gerekmektedir ;

- 1 Kaynak basınç eksenini ve lens ile gövdenin fikstür içerisindeki konumu tanımlanmış olmalıdır. Bunu belirlemek için öncelikle lensin keskin köşeleri belirlenmelidir. Ve lens farklı pozisyonlara getirilerek uygun olabilecek basınç eksenini belirlenebilir. Basınç eksenini ve kalıp eksenini arasındaki farkın belirli bir dereceyi aşmamasına dikkat edilmelidir ki en ideali iki eksenini paralel yapabilmektir.
- 2 Sıcak lama aynası için tanımlanan geometri kontrol edilmelidir. Kalıbın yüksekliği olabildiğince arttırılmalıdır, en önemli kriter ürünün içerisinde bulunan ve kaynak sırasında lama ile yaklaşma ihtimali olan parçaların kaynak ekseninde ki hareketi göz önünde bulundurularak tasarımın yapılmasıdır.
- 3 Lens ve gövde üzerinde bulunacak sıcak lama kaynak bölgesi tanımlanmalıdır. Öncelikle kaynak basınç eksenine paralel olarak tanımlanması gereken yüzey belirlenmeli ve bu yüzey aynı zamanda lens ve gövdenin birleşme çizgisini de tanımlamaktadır. İki ürünün riblerinin birleştiği rta noktaya "R" noktası adı verilir. Bunların yanında sıcak lama kaynak bölgesinin dışarıdan görünürlüğü engellemenek adına lens kenarlarından yana doğru bir duvar tasarımı yapılmaktadır ve gövde bu duvarın iç kısmında kalacak şekilde tasarım yapılmalıdır. (Şekil 3.13)



Şekil 3.13. Sıcak Lama Kaynağı Birleşim Önce ve Sonrası Kaynak Bölgesi Görünümü.
(Noordegraaf 2010)



Şekil 3.14. Sıcak Lama Kaynağı Birleşim Önce ve Sonrası Kaynak Bölgesi Görünümü 2.
(Anonim 2008)

4. Gövde için kaynak ribinin geometrisi tanımlanmalıdır. Lens ve gövde birleşmesinin ardından rib üzerinde eriyecek olan malzeme et kalınlığının tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu rib tasarlanırken dikkat edilecek en önemli kriterler şu şekilde

sıralanabilir; olabildiğince basınç eksenine dik olması, r noktasının doğru olarak tanımlanmış olması, ribin en üst yüzeyini oluşturan noktanın belirli inceliğın altına inmemesi gerektiğı.

5. Lens için kaynak ribinin geometrisi tanımlanmalıdır. Lens ribi tasarımı sırasında gövde için dikkat edilmesi gereken noktalar birebir olarak önem teşkil etmektedir ancak bunların yanı sıra ribin dayanımını arttırmak adına dip bölgelerine radius atılması, rib boyunun belirli ölçünün altına inmemesi, rib üst yüzeyinin gövdeninkinden biraz daha geniş olması da ayrıca dikkat edilmesi gereken noktalardır.
6. Kaynak çapak ölçüleri tanımlanmalıdır. Kaynak çapak ölçüleri, lama ölçüleri referans alınarak öngörülebilir ve lens yada gövdenin yan duvarlarının kaynak bölgesine olan mesafesi güvenli olacak şekilde belirlenebilir. Örneğın bir kaynak ribi genişlik ölçüsü 1,5 mm ise ve basınç eksenine tamamen dik bir yüzey ise, kaynağın birleştiğı noktanın yanlarına ilave olarak 0,75 mm lik çapak oluşumunun gözlenebileceğı teorik olarak belirlenebilir. Aralarında ki mesafe minimum lama ölçüsü kadar olacak şekilde belirlenmelidir.
7. Tüm stop ürünü göz önünde bulundurulmalıdır. Lens ve gövde üzerinde bulunan kaynak ribleri tasarlanırken bu riblerin kaynak sırasında ergiyeceğı bölgeyi göz önünde bulundurmak kaynak kalitesi için oldukça önemli bir kriterdir. Aynı zamanda ribin tasarımı basınç eksenine olabildiğince dik doğrultuda olmalıdır böylece basınç yüzeyi arttırılarak kaynak birleşme kalitesi arttırılmış olur. Bunların yanısıra kaynak cihazına ürünün doğru konumlandırılabilmesi için, parçaların takılırken eşleşmesi adına bazı oturma yüzeylerinin de kaynak makinasına ve parçalara olmak üzere karşılıklı olarak tasarlanması da dikkate alınmalıdır.
8. Metalizasyon prosesi var ise, oluşabilecek riskler göz önünde bulundurulmalıdır. Üründe eğer reflektör bulunuyorsa ve bu reflektör kaplamalı bir ürün ise kaplamanın ısıdan etkilenmemesi adına reflektör ve lamanın arasındaki mesafenin güvenli bir şekilde tasarlanması büyük önem arz etmektedir.
9. Proses sırasında oluşabilecek parça hareketi göz önünde bulundurulmalıdır.
10. Lens ve gövde malzeme uyumuna dikkat edilmelidir. (Çizelge 3.1)

Çizelge 3.1. Malzemelere göre kaynak kalite tablosu (Anonim 2005)

MATERIAL	ABS	ASA	CA	PA 6	PA 66	PBT	PC	PC-ABS	PC-PBT	PC-PET	PE	PET	PMMA	POM	PP	PPO	PS	SAN	TPE	TPU	LSR	
ABS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ASA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PA 6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PA 66	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PBT	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PC	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PC-ABS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PC-PBT	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PC-PET	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PET	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PMMA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
POM	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PPO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SAN	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TPE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TPU	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
LSR	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

ADHESION PROPERTIES

Mükemmel
 İyi
 Orta
 Zayıf
 Bilinmeyen

11. Çapak oluşumunun görünür olmasını engelleyecek tedbirler alınmalıdır. Çapak bölgesinin görünürlüğünü engellemek adına lens üzerinde kenar bölgelerde kaynak bölgesini gizleyecek şekilde çıkıntılar tasarlanabilir.

3.3.3 Sıcak lama kaynak yönteminin proses sıralaması

Sıcak Lama kaynak yöntemi kullanılarak üretilecek bir üründe kaynak prosesinin sıralaması şu şekilde tanımlanmaktadır :

1. Operatör arka aydınlatma ürününe ait lensi besleme kutusundan temin edip önce görsel olarak kontrolünü gerçekleştirir ardından lens temizleme cihazına yerleştirerek lensin temizlenmesi sağlanır. (Şekil 3.15)



Şekil 3.15. Sıcak lama kaynak yönteminde lens temizleme fazı

2. Operatör, besleme kutularından gövde ürünü temin eder ve kaynak cihazında gövde parçasına ait fikstüre parçanın yerleştirilmesini sağlar. (Şekil 3.16)



Şekil 3.16. Sıcak lama kaynak yönteminde gövdenin fikstüre yerleştirilmesi

3. Operatör, temizlemiş lensi temin eder ve kaynak cihazında lense ait fikstüre parçanın yerleştirilmesini sağlar. Hava tutar ve butona basarak lama kaynak çevrimini başlatır. (Şekil 3.17)



Şekil 3.17. Sıcak lama kaynak yönteminde lensin fikstüre yerleştirilmesi ve kaynak prosesi

4. Kaynak olan parça alınır ve kontrolleri yapılır. (Şekil 3.18)

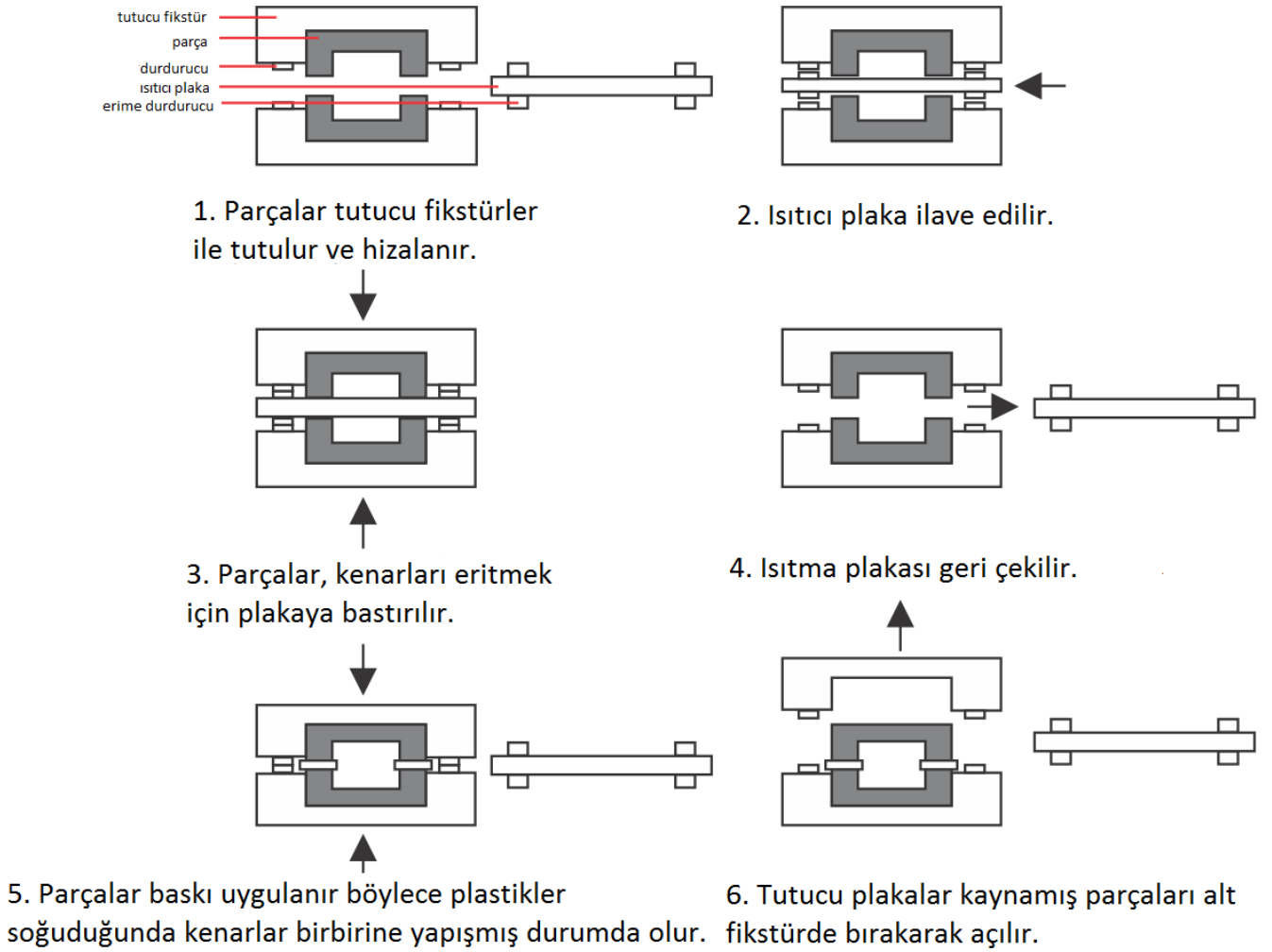


Şekil 3.18. Sıcak lama kaynak yönteminde kaynak prosesi sonrası ürünlerin fikstürden alınması

5. Parçalar gerilim giderme fırınına yerleştirilir. (Şekil 3.19)



Şekil 3.19. Sıcak lama kaynak yönteminde parçaların gerilim giderme fırınına yerleştirilmesi



Şekil 3.20. Sıcak Lama Kaynağı İşlem Sıralaması. (Anonim 2016)

3.4 Lazer Kaynak Yöntemi

Lazer kelimesi ingilizce "Light Amplification By Stimulated Emission Of Radiation (uyarılmış ışın yöntemiyle ışık kuvvetlendirilmesi)." cümlesindeki kelimelerin baş harflerinin alınmasından türetilmiştir "laser" kelimesinin türkçe karşılığıdır.

Lazerler, ışını kızıl ötesi dalga boylardan (IR) başlayıp mor ötesi dalga boylara(UV) kadar uzanan, ışık şiddeti artırılmış tek frekansta ve eş fazlı ışınımlardan oluşan ışın demetleridir. İlk plastik multi-kilowatt karbondioksit lazer 1970 li yıllarda geliştirilmiştir. İnce polyolefin filmler karbondioksit lazer kaynak ile 500m/min hızlarında Jones ve Taylor tarafından 1994 yılında kaynatılmıştır. (Jones 2002). Lazer enerjisini absorbe eden bir malzeme

kullanıldıktan sonra malzeme kalınlık farkı ayırt etmeksizin tüm malzemelerin birleştirilebileceği ilk olarak 1985 yıllarında otomotiv sektörü için Toyota Jidosha tarafından keşfedilmiştir. Ve bu proses kapsamında üretilen ilk parça ise anahtarsız giriş cihazı için 1997 yılında Mercedes markası için üretilmiştir. Ardından ilerleyen yıllarda siyah karbon kullanımı geliştirilerek şeffaf kaynak yöntemi geliştirilerek bugünkü şeffaf ve renkli plastiklerin kaynatılması mümkün hale getirilmiştir ki bu konuda da en yoğun geliştirme çalışmalarını Jones ve Taylor 1998-99 yıllarında yapmıştır.

Plastik malzemeler için uygulanan lazer kaynak ile birleştirme yöntemi genel olarak 6 çeşide ayrılmaktadır :

1. Kontür Kaynak :

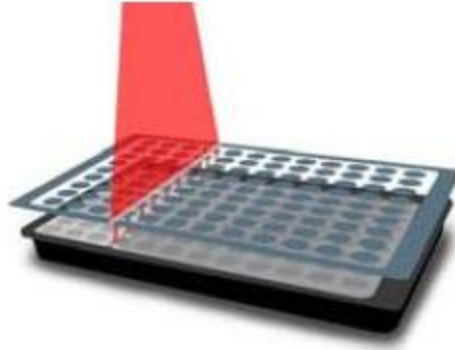
Bu kaynak metodunda, kaynak bir desen boyunca yönlendirilmektedir. Kaynak hacmi, geometrik durumlar (küçük kesitler) ve eriyik ekstrüzyonundan kaçınmak için nispeten küçük kalır. Lazer ışını belli bir odak noktasından başlayarak belli bir kontür boyunca bu kaynak tamamlanır. (Şekil 3.21)



Şekil 3.21. Kontür lazer kaynak kullanım örneği (Anonim 2015)

2. Maske Kaynak :

Maske lazer kaynak tekniği, Liester firması tarafından geliştirilmiş ve patentlenmiş bir kaynak tekniğidir. Bu yöntemde bir maske lazer kaynak yapılacak parçaların arasına yerleştirilir. Bir perde ya da paralelleştirilmiş bir lazer ışını parçanın birleştirme bölgesi boyunca hareket ettirilir. Bu teknik mikrometre mertebesindeki güçlü yapıların sağlanmasını mümkün kılar. (Şekil 3.22)



Şekil 3.22. Maske lazer kaynak kullanım örneği (Anonim 2015)

3. Eşzamanlı Kaynak :

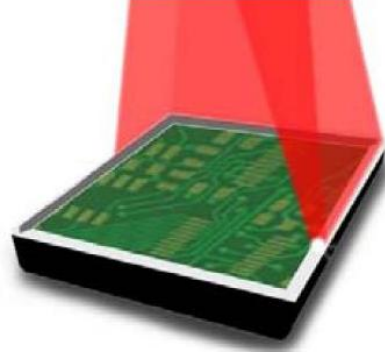
Bu teknikte, bir ya da daha fazla lazer kafası eşzamanlı olarak kullanılır. Karmaşık tasarımın bir sonucu olarak, yüksek güce sahip diyot lazerler genellikle bu teknikte kullanılır. Lineer kaynak dikişleri elde etmek çok kolaydır. Otomotiv sektöründe genel olarak tercih edilen lazer kaynak yöntemi eşzamanlı (simültanüs) kaynaktır. (Şekil 3.23)



Şekil 3.23. Eşzamanlı Lazer Kaynak Kullanım Örneği (Anonim 2015)

4. Yarı eş zamanlı Kaynak :

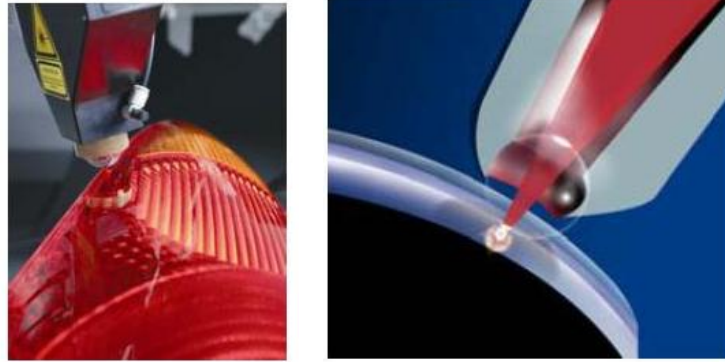
Lazer kafası çok yüksek bir hızda kontur boyunca ve iki tarayıcı ayna yardımıyla kaynak işlemini yapar. Birleşme yüzeyi etkin bir şekilde ve dikiş boyunca plastikleştirme işlemini tamamlar. (Şekil 3.24)



Şekil 3.24. Yarı eşzamanlı lazer kaynak kullanım örneği (Anonim 2015)

5. Globo Kaynak :

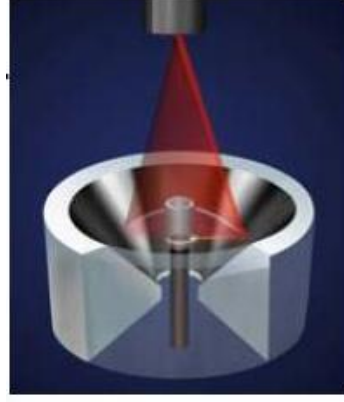
Globo kaynağı (Leister tarafından patentlenmiştir), kontur kaynağı ile benzer bir şekilde çalışır. Lazer ışını hava taşıyıcı tarafından cam küre şeklinde ve sürtünmesiz bir noktaya odaklanır. Cam küre serbest bir şekilde durur. Cam küre sadece sıkıştırma işleminde görev görür. (Şekil 2.36)



Şekil 3.25. Globo lazer kaynak kullanım örneği (Anonim 2015)

6. Radyal Kaynak :

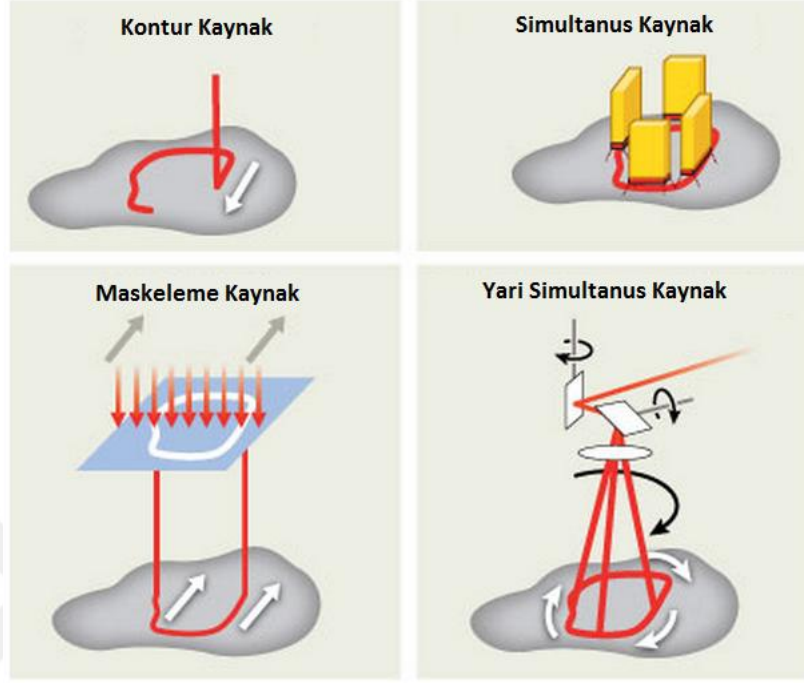
Silindirik parçaların kaynağında kullanılan bir yöntemdir. Bir ayna yardımıyla Lazer ışını radyal olarak saptırılarak kaynak işlemi mükemmel bir şekilde yapılır. Bu kaynağında patenti Leister firmasına aittir. (Şekil 3.26)



Şekil 3.26. Radyal lazer kaynak kullanım örneği (Anonim 2015)

Çizelge 3.2. Lazer iletim kaynak metotlarının karşılaştırılması

	Kontur Lazer Kaynağı	Eşzamanlı Lazer Kaynağı	Yarı Eşzamanlı Lazer Kaynağı	Maske Lazer Kaynağı
Uygulama Esnekliği	Çok yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük
İşlem Süresi	Uzun	Kısa	Orta	Orta-uzun
Kaynak Profilinin Kompleksliği	Çok yüksek	Orta	Yüksek	Orta
Tolerans	Mümkün Değil	Mümkün	Mümkün	Mümkün değil
Yatırım Maliyeti	Orta	Çok yüksek	Yüksek	Orta-yüksek
Kullanılabilir Lazer Türleri	Nd:YAG, diyot	Diyot	Nd:YAG	Diyot



Şekil 3.27. Lazer iletim kaynağının uygulama türlerinin şematik görüntüsü (Nielsen ve ark. 2013)

3.4.1 Lazer kaynak yönteminin genel yapısı

Termoplastik malzemelerin lazer kaynağı ile birleştirilmesi temel olarak absorpsiyon kuralına bağlıdır. Bu süreçte, kaynak yapılacak iki malzemenin üstteki katmanının lazer ışığını absorbe ederek alt katmandaki malzemeye ulaştırması gereklidir. Bu sayede ısınan alt katman ile üst katmanın yüzeyleri eriyerek birleşir katılma gerçekleştiğinde de sağlam bir bağlantı elde edilmiş olur. Termoplastiklerin çoğu transparan olduğundan lazer ışınının alt katmana geçmesine izin verirler. Alt tabakada kullanılan malzemenin ışığı emme özelliğini sağlamak için özel katkı ilaveleri (karbon) kullanılır. (Şekil 3.29)

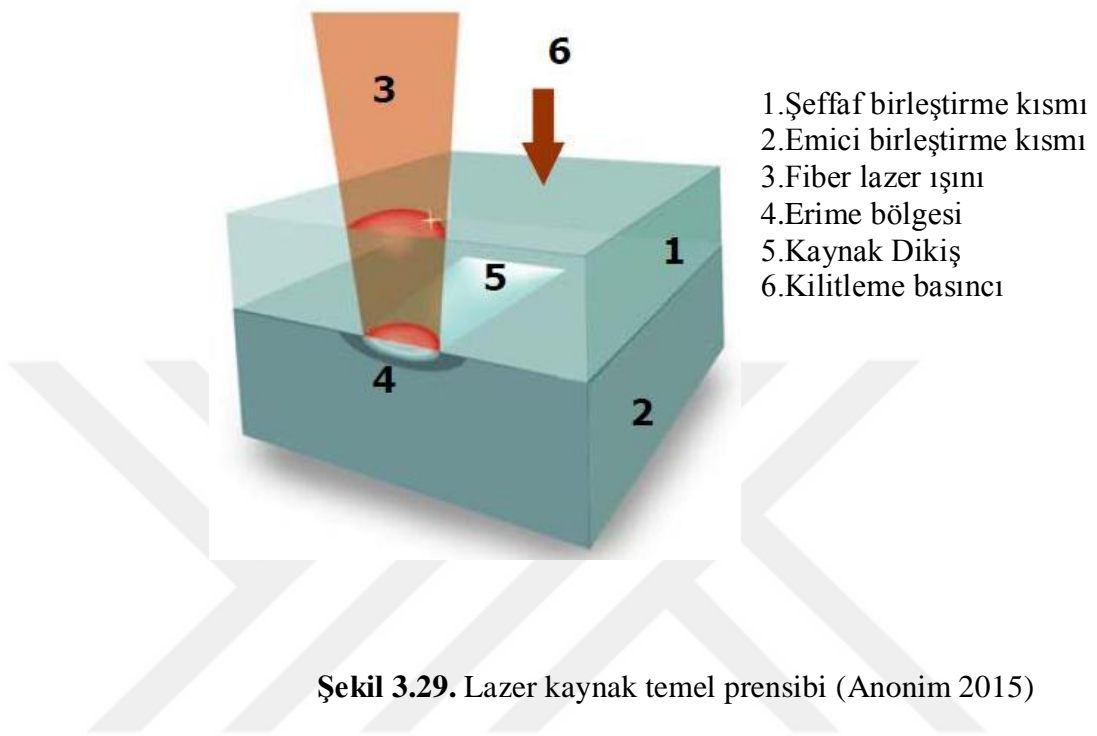
Termoplastik malzemelerin lazer iletim kaynağının gerçekleşmesi için dört önemli gereklilik bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi üst katmanda bulunan malzemenin lazer ışınına geçirebilir nitelikte (transparan) olmasıdır. Transparan ifadesi optik anlamda değil lazer ışınlarının geçebilmesi için yapılan bir nitelendirme değildir. Çoğunlukla termoplastik malzemeler ilave katkı maddeleri kullanılmadığında bu özelliği sağlamaktadır. Malzeme türü, renklendirici gibi katkı malzemeleri, takviye malzemeleri ve malzeme kalınlığı gibi

birçok faktör lazer ışınlarının iletimini etkilemektedir. Parçaların üzerine gönderilen lazer ışınlarından sadece bir kısmı alt tabakadaki malzeme ulaşabilmektedir. Yansıma, saçılma, emilme gibi birçok durumda lazer ışınlarının oranı azalmaktadır. Uygun bir kaynak için en az %30 oranında lazer ışının iletilmesi istenmektedir . (Brown 2011)

Lazer iletim kaynağında önemli bir diğer hususta alt katmandaki malzemenin ışınları absorbe edici özelliğe sahip olmasıdır. Bu sayede transparan malzemenin iletilen ışınlar alt tabakadaki absorber malzeme ısı enerjisine dönüşür ve ergimeyi sağlar. Termoplastik malzemelerde bu özellik renklendirici ve pigment katkısı ile sağlanmaktadır. Genelde malzemelere bu özellik hacimsel olarak %0,2-0,4 oranında karbon ilavesi ile gerçekleştirilmektedir. Koyu renkler ışınları daha verimli bir şekilde absorbe edebilmektedir. Şekil 2.30'da malzemelerin transparanlık ve emici özelliklerine bağlı olarak kaynağın kompleksliğinin değişimi görülmektedir. En basit tür bağlantıların üst malzemenin transparan alt malzemenin de siyah olduğu durumda sağlandığı, en karmaşık olanın ise ikisinin de absorbe özelliğinin çok az olduğu durumlarda olduğu görülmektedir.



Şekil 3.28. Lazer kaynak cihazının uniteleri (Branson Radiance 3g)



Şekil 3.29. Lazer kaynak temel prensibi (Anonim 2015)

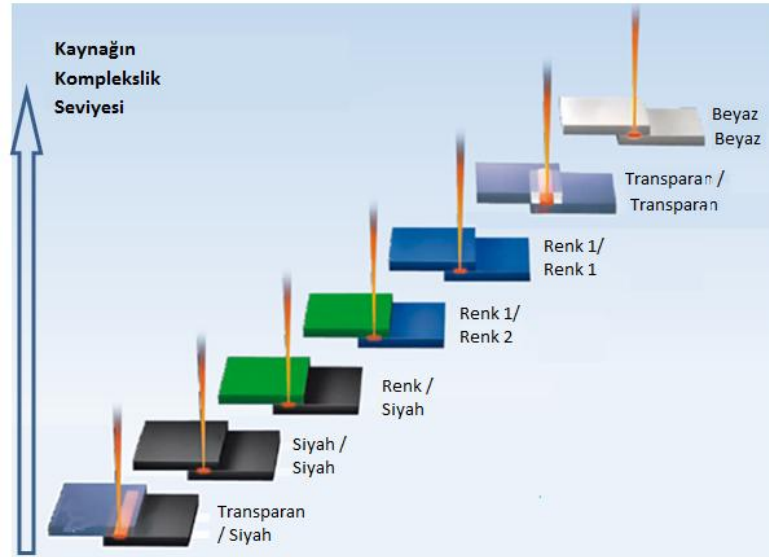
3.4.2 Lazer kaynak yöntemine uygun stop ürün tasarım prensipleri

Lazer kaynak tasarım aşamalarına başlarken öncelikli olarak göz önünde bulundurulması gereken konu malzeme seçimidir. Malzeme seçimleri daha önceki tecrübeler ve testlere dayanarak hazırlanmış olan malzeme tablosundan belirlenebilir. (Çizelge 3.3)

Çizelge 3.3. Termoplastik malzeme türleri ve kaynak edilebilirlik özellikleri (Nielsen ve ark. 2013)

	PP	PC	PMMA	PBT	PC/ABS	ABS	MABS	PS	PA 6	PA 6.6	PES	PSU
PP	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez
PC	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez
PMMA	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez
PBT	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Zayıf Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Zayıf Bağlantı	Kaynak Edilebilir Zayıf Bağlantı
PC/ABS	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Zayıf Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez
ABS	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez
MABS	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez
PS	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez
PA 6	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez
PA 6.6	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez
PES	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Zayıf Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Zayıf Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı
PSU	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Zayıf Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Zayıf Bağlantı	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilemez	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı	Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı

■ Kaynak Edilebilir Çok İyi Bağlantı
 ■ Kaynak Edilebilir Zayıf Bağlantı
 ■ Kaynak Edilemez



Şekil 3.30. Lazer iletim kaynağında karmaşıklık seviyesinin renklendirici özelliklerine göre değişimi (Nielsen ve ark. 2013)

Ardından yapılması gereken ürünün geometrisine bağlı olarak kaynak yapılacak bölgede, kaynak sırasında birleşme sağlayacak olan rib tasarımını yapmaktır. Lens malzemesi lazer kaynağından gelecek olan ışınları geçirmesi gerektiğinden oldukça geçirgen yapıda seçilebilirse bu kaynak süresi açısından ve kaynak kalitesi açısından oldukça fayda sağlayacaktır. Diğer bir önemli unsur basınç eksenini tanımlayabilmektir. Basınç eksenini, lens ve gövde parçalarının lazer kaynak süresince basınç uygulanacağı eksenidir. Bu eksen ürünlerin geometrisine uygun olarak dengeyi bozmadan basınç uygulanabilir şekilde tanımlanmalıdır. (Şekil 3.31) Eğer uygun olmayan yönde bir basınç eksenini tanımlanırsa, düzensiz bir çapak oluşumu gözlenecektir ve müşteri tarafından talep edilen toleranslara uygun olmayan kaynaklı bir ürün elde edilebilir.

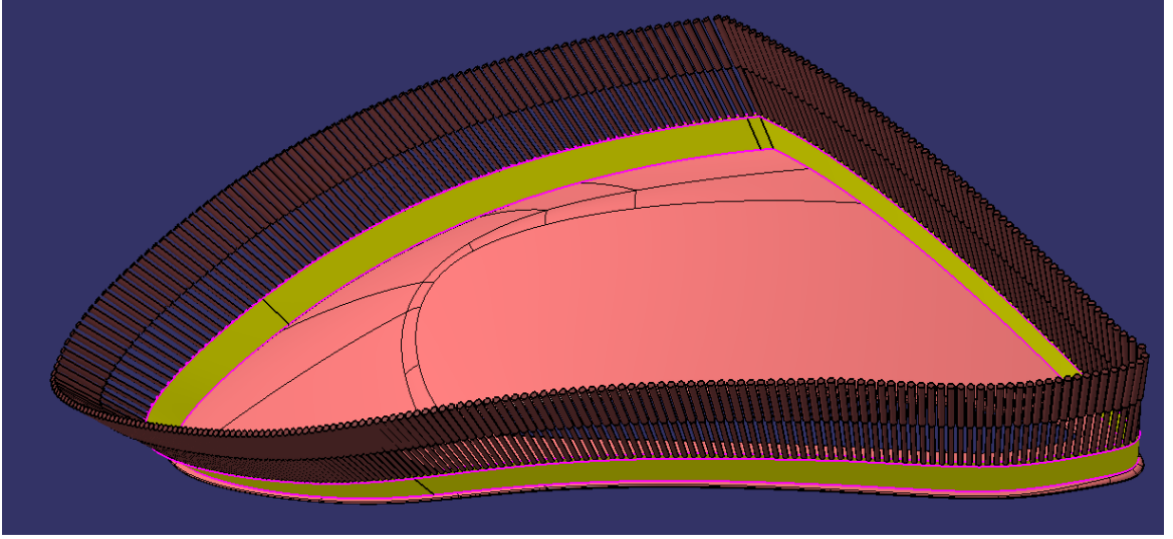


Şekil 3.31. Uygun olan (sağ) ve uygun olmayan (sol) eksen

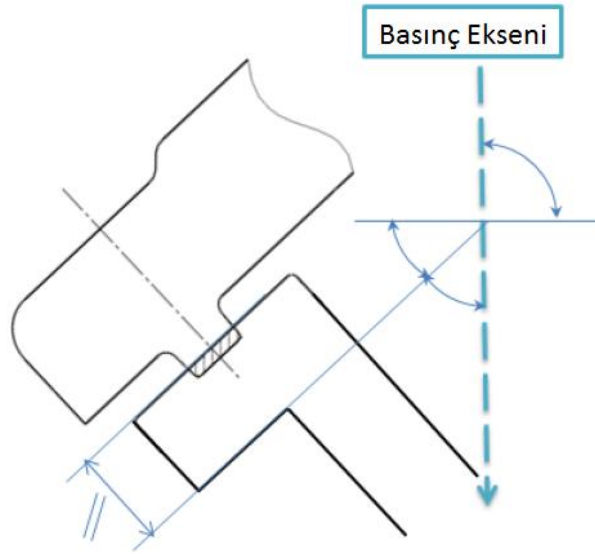
Diğer önemli bir ayrıntı da bu basınç eksenini ile gövde lensin kaynak bölgesinde tasarlanmış olan ribin dik ekseninin birbirleri ile olan uyumudur. Basınç eksenini rib eksenine ne kadar dikey pozisyon alabilirse ribler üzerine uygulanan basınç miktarı artacağı için kaynak kalitesi o denli artacaktır. (Şekil 3.33)

Tüm bu eksen tanımlamalarının tamamlanmasının ardından yapılacak FEA analizi ile bu eksenlerin ve tasarlanan ribin uygunluğu kontrol edilmelidir. FEA analiz sonuçlarında rib üzerine gelen stress ve oluşacak deformasyon miktarları ve bu deformasyonun hangi eksen olabileceği tespit edilecek ve bu doğrultuda eğer gerekiyor ise eksen tanımlamalarında güncellemeye gidilecektir.

En ideal kaynak yüzeyi müşteri tarafından temin edilen lens stil yüzeyine olabildiğince paralel hatta mümkünse lens yüzeyinin ötelenmesi ile oluşturulacak yüzeydir. (Şekil 3.32)



Şekil 3.32. Lazer kaynak unitesindeki fiberlerin konumlandırılması ile ilgili örnek bir çalışma



Şekil 3.33. Lazer kaynak tasarımında uygun eksen tanımlamayı örnekleyen bir çalışma

3.4.3 Lazer kaynak yönteminin proses sıralaması

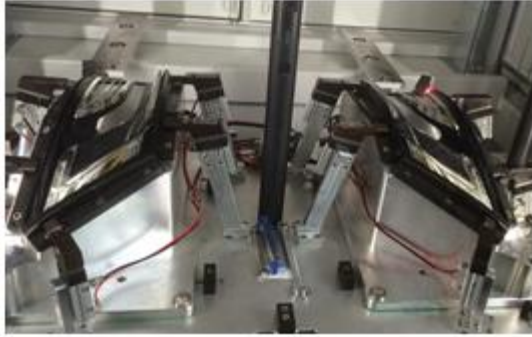
Lazer kaynak yöntemi kullanılarak üretilecek bir üründe kaynak prosesinin sıralaması şu şekilde tanımlanmaktadır :

1. Operatör arka aydınlatma ürününe ait lensi besleme kutusundan temin edip önce görsel olarak kontrolünü gerçekleştirir ardından lens temizleme cihazına yerleştirerek lensin temizlenmesi sağlanır. (Şekil 3.34)



Şekil 3.34. Lazer kaynak yönteminde lens temizleme fazı

2. Operatör, besleme kutularından gövde ürünü temin eder ve kaynak cihazında gövde parçasına ait fikstüre parçanın yerleştirilmesini sağlar. Ve hava tutarak temizlenmesini sağlar. (Şekil 3.35)



Şekil 3.35. Lazer kaynak yönteminde gövdenin fikstüre yerleştirilmesi

3. Operatör, temizlemiş lensi temin eder ve gövde üzerine parçanın yerleştirilmesini sağlar. Butona basarak lama kaynak çevrimini başlatır. (Şekil 3.36)



Şekil 3.36. Lazer kaynak yönteminde lensin fikstüre yerleştirilmesi ve kaynak prosesi

4. Kaynak olan parça alınır ve kontrolleri yapılır. (Şekil 3.37)



Şekil 3.37. Lazer kaynak yönteminde kaynak prosesi sonrası ürünlerin fikstürden alınması ve kontrolü

5. Parçalar gerilim giderme fırınına yerleştirilir. (Şekil 3.38)



Şekil 3.38. Lazer kaynak yönteminde parçaların gerilim giderme fırınına yerleştirilmesi

3.5 Kaynak Yöntemleri İçin Testler ve Kontroller

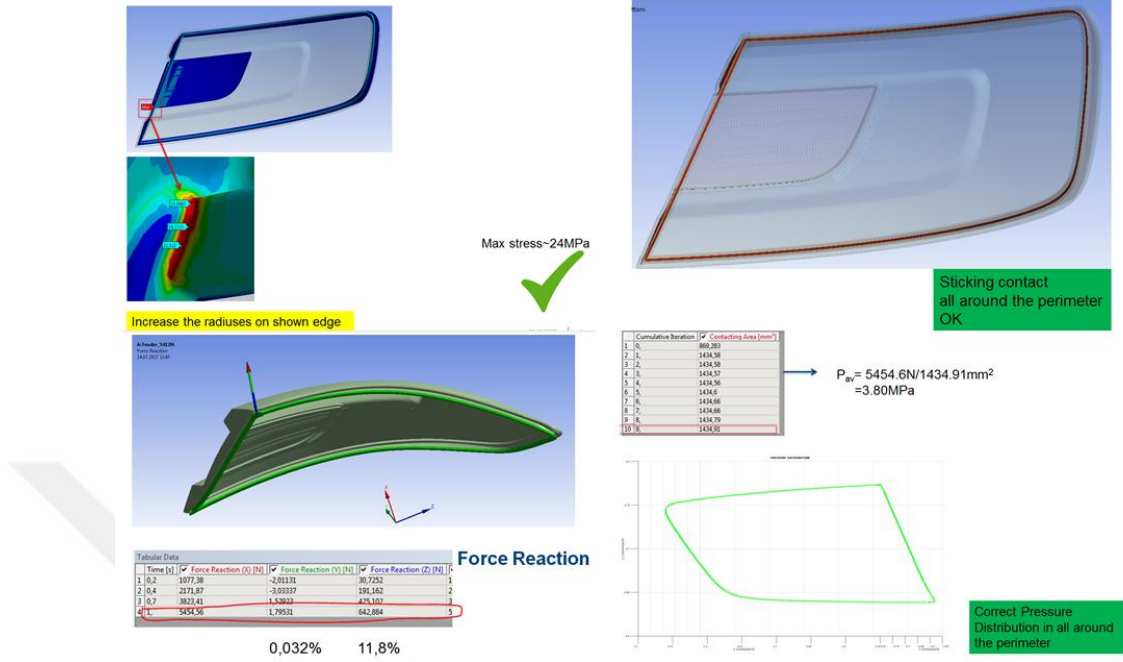
Kaynak işlemi öncesinde ve sonrasında üründe herhangi bir problem gözlemlemek adına tasarım aşamasından başlayarak proje süresince bazı testler ve kontroller yapılmaktadır. Üretim öncesi kontrollerde amaçlanan olası riskleri henüz yaşamadan tespit edebilmek ve bu doğrultuda önlemler alabilmektir. Üretim tamamlandıktan sonra yapılan kontrollerdeki amaç ise, elde edilen ürünün müşteri beklentilerini tam olarak karşılayacak seviyede olup olmadığını gözlemlemek ve gerekli kalite şartlarını yerine getirmeyi garanti altına almaktır.

3.5.1 Titreşim ve sıcak lama kaynak yöntemi için yapılan testler ve kontroller

Üretim öncesi tasarım aşaması analizleri ;

1. Titreşim Kaynak analizi

Titreşim kaynak analizinin temel amacı, titreşim kaynak için tasarlanmış olan parçaların kaynak işlemine uygunluğunu bazı temel prensiplere dayanarak analiz etmektir. Örneğin kaynak sırasında parçanın göreceği stres miktarı, gövde ve lens için tasarlanan kaynak riblerinin birbirlerine uyumu, parçaya üzerine uygulanacak olan kuvvet miktarı ve bunun etkisi ayrıca riblerin teması sırasında uygulanacak olan basınç miktarı gibi önemli bilgiler tasarım sonlanmadan kontrol edilmiş olmakta böylece olası aksi bir durumda yeniden düzenleme için fırsat elde edilmiş olmaktadır. (Şekil 3.39 – Şeki 3.40)



Şekil 3.39. A projesinin kuvvet & stres analiz temsili raporu

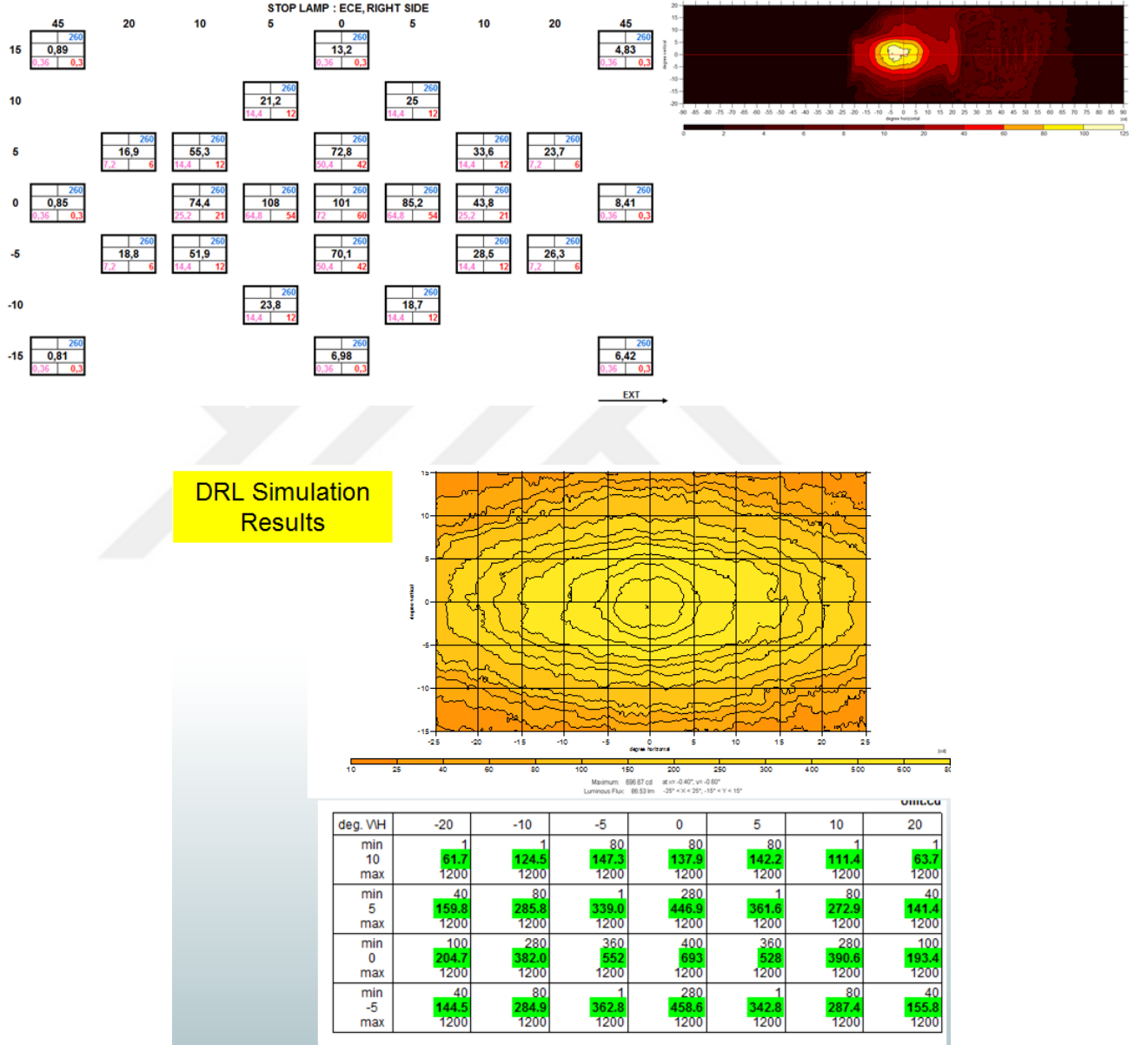
- **Lens Ribî Stres Değeri:**
 - Max: 24 MPa PMMA malzemesinin akma gerilme değerinden düşüktür, OK.
- **Temas Durumu:**
 - Tüm kenarlar düzgün bir şekilde temas etmektedir, OK
- **Kuvvet Reaksiyonu**
 - Y ekseninde 0.032% PA, Z ekseninde 11.8% PA
- **Basınç Dağılımı**
 - Tüm periyotta doğru basınç dağılımı.
- **Çabak durumu**
 - Çapak Riski bulunmamaktadır.

Şekil 3.40. Titreşim kaynak analizi sonucunda elde edilen verilere örnek

2. Fotometri Simülasyonu

Stop ve far ürünlerinin en önemli fonksiyonu ülkeler için belirlenen kurallar dahilinde fotometrik aydınlatma gereklilikleri karşılayabilmesidir. Bu aydınlatma fonksiyonu bir çok etmeden etkilenmektedir. Örneğin optik yüzeyin konumu, optik bölgenin boyutsal tasarımı, ampulün konumu, ampulün tipi vb. Tüm bu etmenleri bir arada değerlendirmek uygunluğunu tespit etmek ve gerekiyor ise revizyonlar yaparak tasarım süresinde problemi

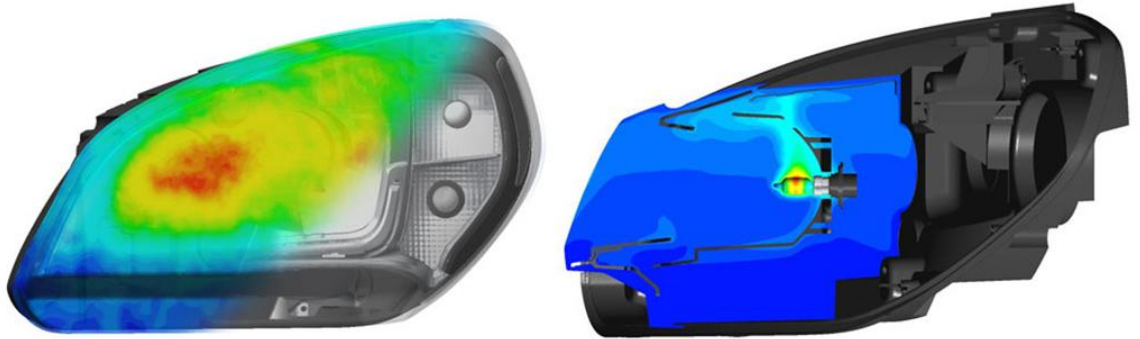
çözmek adına optik analizin yapılması gerekmektedir. Bu analiz bilgisayar destekli sistemler ile yapılmaktadır. (Şekil 3.41)



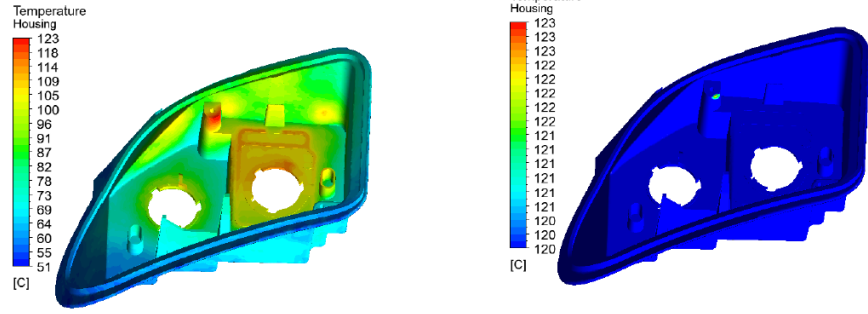
Şekil 3.41. A projesinin fotometrik simülasyon örnekleri

3. Termal analiz

Araç aydınlatma ürünlerinde kullanılan plastik komponentlerin hepsi kendi yapısına bağlı olarak belirli sıcaklık dayanımına sahiptirler. Işık kaynaklarının çalışmasına bağlı olarak oluşan ısı ile bu plastik malzemeler deformasyona uğrama riskine maruz kalırlar. Bu durumda oluşabilecek en kritik konu, deformasyonların estetik yüzeylerde oluşması veya aydınlatma performansını etkileyecek şekilde optik yüzeylerde bir deformasyon oluşmasıdır. Ürün tasarımı sırasında sıcaklık etkilerinin göz önüne alınarak gerekli aksiyonların gerçekleştirilebilmesi ve bu tip problemlerin önceden engellenebilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle aydınlatma ürünlerindeki komponentlerde çalışma sırasında oluşacak sıcaklıkların öngörülebilmesi için CFD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) yöntemi kullanılarak ısıl analizler gerçekleştirilmektedir. (Şekil 3.42 – Şekil 3.43)



Şekil 3.42. Far ürün için termal simülasyon örneği



$T_{SIMULATED}$	123°C
T_{VICAT}	132°C
T_{TARGET}	122°C
MATERIAL	PC ABS T85

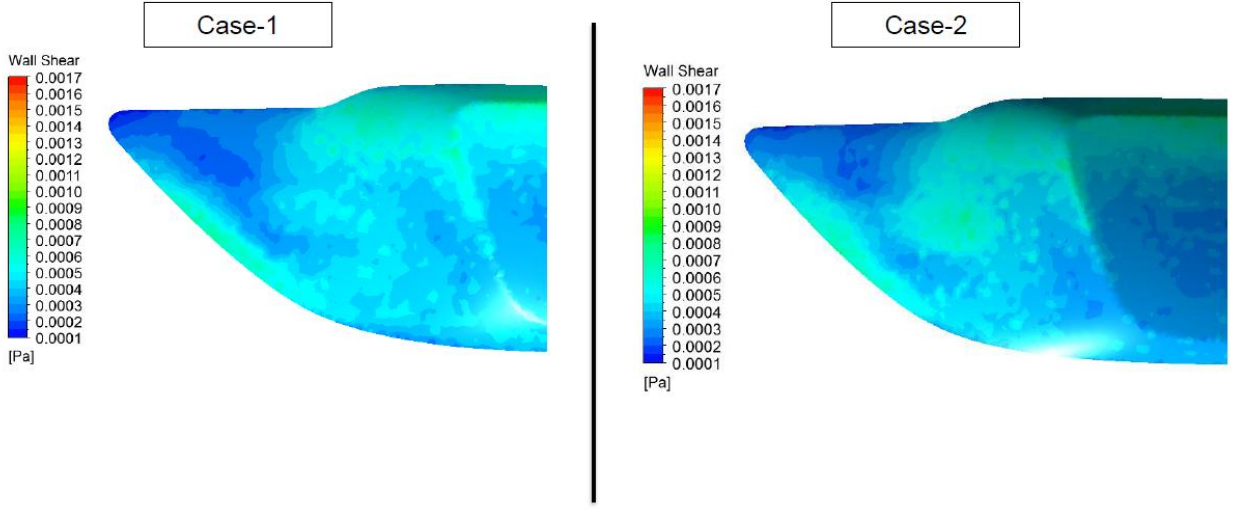


Şekil 3.43. B Projesi parça üzerinde termal simülasyon örneği

4. Yoğuşma Analizi

Araç aydınlatma sistemlerinde, aydınlatma fonksiyonunu gerçekleştirmek için kullanılan ürünler (ampul, led vb) oldukça fazla ısı oluşumuna sebebiyet verir, bunun dışında yağışlı çevre koşulları gibi etmenler sıcaklığın azalmasına neden olur. Bu gibi etmenler yüzünden aydınlatma ürünlerinde ısı alışverişi oldukça yüksek ancak hava giriş çıkışı hacim kısıtlılığı nedeniyle oldukça azdır. Ön ve arka aydınlatma ürünlerinin iç yüzey sıcaklığının sistemin içindeki havanın doyma sıcaklığına kadar düşmesi sonucu içerideki nem lens olarak isimlendirilen hava ile temasta olan parça üzerinde yoğunlaşarak iç yüzeyinde buğu oluşmasına sebep olabilir. Bu oluşan yoğuşma aydınlatma fonksiyonunu olumsuz bir şekilde etkilemektedir ki bu problem müşteri açısından da bir kalite problemi olarak değerlendirilmektedir. Bu tarz problemlerin oluşmamasına adına önlemleri almak için tasarım aşamasında ısıl analiz yapılmaktadır. (Şekil 3.44)

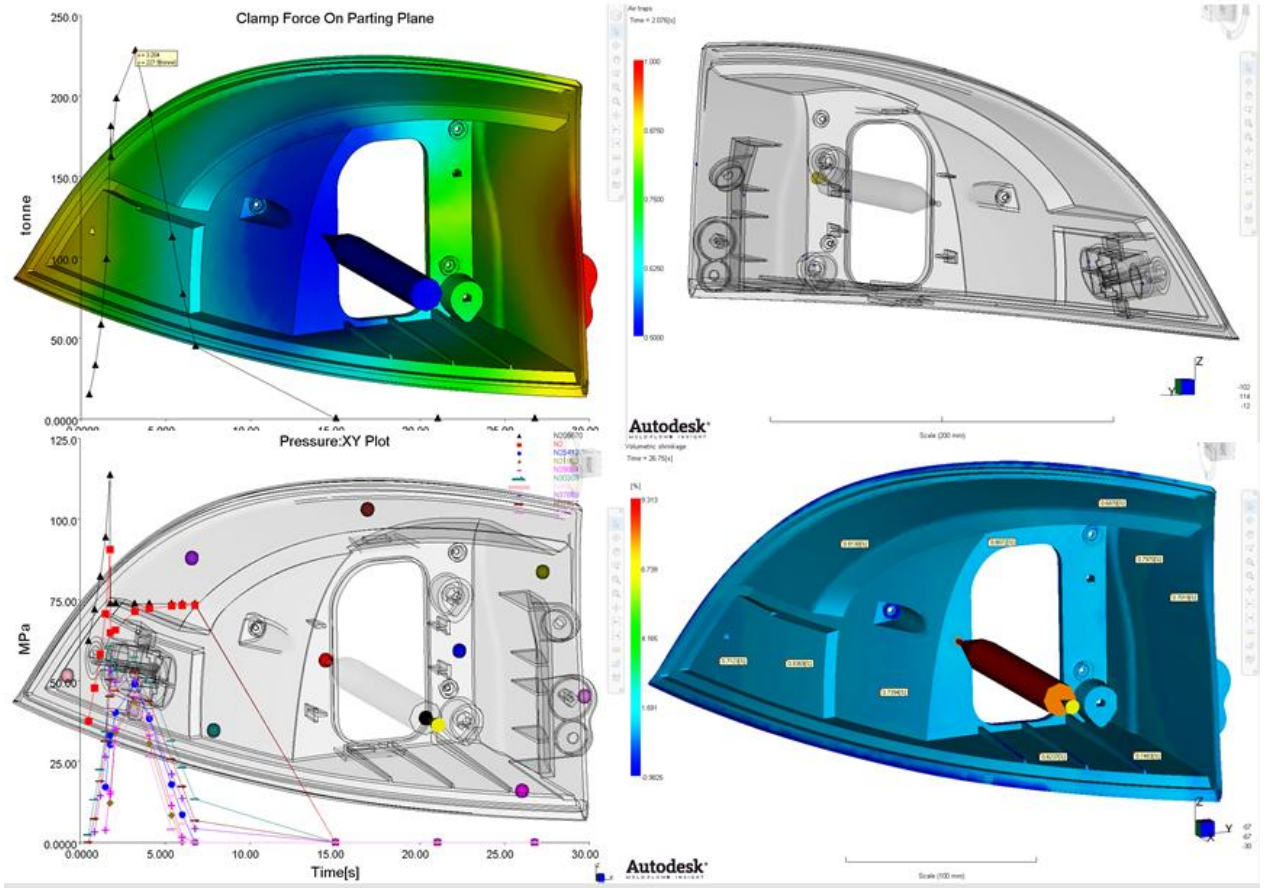
AIR FLOW



Şekil 3.44. B Projesi parça üzerinde yoğuşma analiz rapor örneği

5. Kalıp akış analizi

Kalıp akış analizi aydınlatma ürünlerinde kullanılan plastik parçaların tasarımını ayrıca kalıpların tasarımlarının oluşturmasında doğrulama yapılmasını sağlamaktadır. Bu analiz sonucunda malzemenin ne kadar sürede kalıba dolabileceği, parça üzerine kalıp içerisinde oluşan sıcaklık dağılımı, malzeme seçimi doğrultusunda oluşabilecek basınç değeri eğer var ise eksik enjeksiyon, çökme, hava kabarcığı oluşma riskleri tespit edilebilmektedir. Ve bu analiz ile yapılabilecek en önemli tespitlerden bir diğeri ise kalıptan çıkartılan parçanın hangi eksen ne kadar ne şekilde çarpılma oluşma riskidir. Bu sonuç parça tasarımı sırasında gerekirse güncelleme yaparak bu risklerin elimine edilmesini sağlamaktadır. (Şekil 3.45)



Şekil 3.45. A projesi parça üzerinde akış analiz rapor örneği

6. Render çalışması

Render çalışmalarını ile cihazların genel görünüşleri ile birlikte ışık dağılımları, fonksiyonun homojenitesi, ışık kaçakları gibi optik detaylar gözlemlenebilmektedir. Son teknolojiler ile genişletilmiş programlar kullanılarak elde edilen görseller nihai ürün toplandıktan sonra gerçekleştirilen ışık testlerinden alınan fotoğraflarla neredeyse birebir seviyesinde örtüşebilecek durumda olur. (Şekil 3.46)



Şekil 3.46. Firma bünyesinde çalışılmış bir render örneği

7. Prototipleme

Prototipleme özellikle tasarım evresinde tasarlanan bir ürünün fonksiyonelliğini kontrol edebilmek adına oldukça önem teşkil etmektedir. Çalışırlığı ile ilgili emin olunması gereken fonksiyonel bir bölge için yapılan protop sonrası uygulama kontrol, bölgede işlevsel sıkıntı çekme oranını fazlasıyla düşürerek risklerin önceden tespit edilip elimine edilmesini sağlar.

8. Termal Test

Müşteri şartnamesine uygun şartlara göre termal test performe edilir. Şartnamede parçayı en çok zorlayacak olan sıcaklık değerine ve süresine göre analiz yapılır. En zor durum parçada simule edilmiş olur. Isı ve sıcaklık testleri, lambaların aşırı sıcaklık koşullarında hasar görmeden çalışma kabiliyetini değerlendirir. Analizde bulunan sıcaklık değerlerinin parçanın malzemesinin vicat (Malzeme deformasyon sınır sıcaklığı.) sıcaklık değerinin belirli seviyede altında olması kontrol edilir. Kalıp akış analizinde tespit edilen yüksek sıcaklık noktalarının parça üzerinde hangi bölgelere geldiğinin kontrolü yapılır. Riskin var olup olmadığı değerlendirilir. Kaplı parçalarda malzeme özelliklerinden HDT(High Deflection Temperature) nin aşağısında kalmalı. Eğer yukarısında ise gaz atımı oluşma riski vardır. Analizde bu durumda kontrol edilir.

9. Yoğuşma Testi

Yoğuşma testi de yine aynı şekilde müşterinin belirttiği şartları yerine getirecek şekilde uygulanır. Belirli sürelerin altında yoğuşma oluşma durumu kalite problemi olarak değerlendirilir.



Şekil 3.47. Yoğuşma analiz test düzeneği örneği

Üretim sonrası kalite kontroller ;

1. Sızdırmazlık testi

Sızdırmazlık testi üretimi bitmiş bir ürünün müşteri tarafından belirtilmiş seviyede suya batırılması ve yine aynı şekilde müşteri şartnamesinde belirtilen bir sürede bekletilmesi ile içerisine herhangi bir su girişi olup olmadığı gözlemlenerek yapılan bir testtir. Ürün sıvıya daldırıldığında lambadan herhangi bir baloncuk yükselmesi gözlenir ise sızdırmazlık problemi tespit edilmiş olur. (Şekil 3.48)



Şekil 3.48. Sızdırmazlık test düzeneği örneği

2. Patlatma testi

Patlatma testi kaynak sonrası kontroller arasında en önemlisi olarak adlandırılabilir. Bu test olası sızıntılara karşı sağlamlığı tespit etmek adına yapılan bir testtir. Test parça içine müşterinin şartnamesinde belirlenen basınç ve sürede hava basılması ile gerçekleşir. Yine sızdırmazlık testinde olduğu gibi görünür bir kabarcık akışı testin başarısız sonuçlandığı anlamına gelmektedir. Bu test ile kaynak sonrası birleşen lens ve gövde parçalarının kaynak bölgesinin ne kadar basınca direnç gösterebileceği kolaylıkla tespit edilebilir.



Şekil 3.49. Patlatma test düzeneği örneği

3. Kimyasal dayanım testi

Kimyasal dayanım testi nihai ürün üzerine uygulanan kimyasallar ile ürünün bu tarz kimyasallara dayanımının tespit edilmesi için yapılmaktadır. Ürünlerin üzerine sürülen kimyasallar özelliklerine göre belirlemiş sürelerde bekletilirler ve süre sonunda lens üzerinde herhangi bir kırılma, delinme ve benzeri arızaların oluşup oluşmadığı gözlenir.

3.5.2 Lazer kaynak yöntemi için yapılan testler ve kontroller

Lazer kaynak yöntemi ile parça birleştirme prosesinin ardından yapılması planlanan kontroller ve testler şu şekilde sıralanabilir ;

1. Klimatik testler:

Bu testler ürünlerin çevresel koşullara dayanımlarını kontrol edilmek amacıyla yapılmaktadır. Bu testler farklı farklı sıcaklıklar belirlenerek bu sıcaklıklarda ürünlerin yine belirlenmiş sürelerde tutulması sonucu, ürünün bu şartlar altında yaşayacağı değişiklikleri gözlemleme şansı verir.

- Sevkiyat / depolama : 24h -40°C ve 48h 90° fonksiyon kapalı (kimyasal testler için değil)
- Düşük sıcaklıkta fonksiyon testi : 24h -40°C
- Yüksek sıcaklıkta fonksiyon testi : 48h +50 °C
- Çevresel dayanıklılık testi : (+80/-40) °C (20 çevrim tekrar)
- Termal şok testi : 100 çevrim, $T_{\min} = -40^{\circ}\text{C}$, $T_{\max} = +70^{\circ}\text{C}$.



Şekil 3.50. Lazer kaynak sonrası iklimik testleri yapıldığı cihaz örnekleri

2. Stres giderme: 1h 80°

Bu test üretim hattında, kaynak işlemi tamamlandıktan sonra yapılmaktadır. Yapılan işlem kaynak sonrası gerilim giderme fırınına sokulduktan sonra alınan parça alkole batırılır ve firmada bulunan bir kalite mühendisinin de eşliğinde stres dayanımı gözlemlenir.

3. Sızdırmazlık testleri

Sızdırmazlık testleri iki farklı tip olarak yapılmaktadır. İlki ürünün suya sızdırmazlığı, ikinci testte ise ürüne hava basılarak ne kadar dayanım göstereceği ve müşteri kalite gereksinimlerini karşılayacak şartlara dayanım gösterip gösteremeyeceğini belirlemek amacıyla yapılmaktadır.

- Su sızdırmazlık testi : 30 mbar/15 sn. (sızıntı kabul edilmez.)
- Patlatma Testi: Müşteri şartnamelerindeki basınç değerlerine göre ürün test edilecektir.



Şekil 3.51. Lazer kaynak sonrası sızdırmazlık testlerinin yapıldığı cihaz örnekleri

4. Mekanik dayanım testleri :

Mekanik dayanım testleri ürünün darbe ve harekete olan direncini ölçmek için yapılmaktadır. Bu testler dahilinde ürünlere belirli sürelerde ve belirli değerlerde titreşim uygulanarak dayanımı tespit edilir ve kalite şartlarını yerine getirip getiremediği tespit edilir. Aşağıda farklı şekillerde uygulanması gereken test şartları belirtilmiştir. (Şekil 3.53)

- Titreşim testi : VW80000 (M04) Hz 5 den 2.000 Rms 19,7 m/s² 3 eksen 8 saat.
- Titreşim testi : 10 Hz dan 28 Hz e 1mm 28 Hz ile 200 Hz arasında 30 m/s² sabit hızlanma ile . 3 eksen 8 saat.
- Dayanıklılık şok testi : 30.000 çevrim 30g/6ms X-Z eksenleri.
- Dayanıklılık testi : Hz 1 den 1000 Hz 1.8grms 3 eksen 156 saat.



Şekil 3.52. Lazer kaynak sonrası mekanik dayanım testlerinin yapıldığı cihaz örnekleri

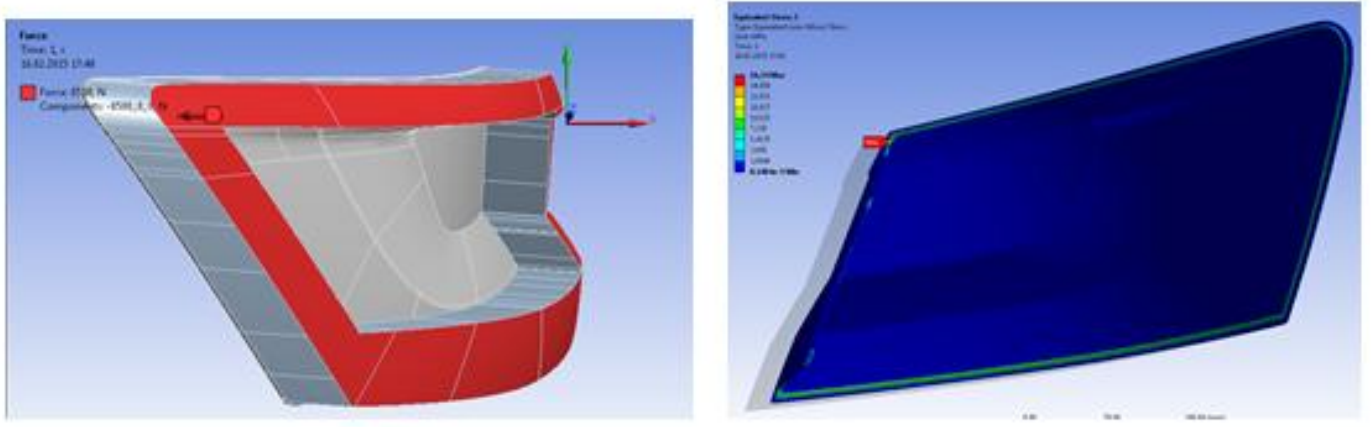
5. Kimyasal test :

Bu testler ile numunenin kimyasal etkenlere gösterdiği direnç doğrulanacaktır. Kimyasal dayanım aşağıda belirtildiği şekilde farklı farklı şartlar altında ürünlere uygulanmakta ve sonucunda kimyasal etkenlere dayanımları tespit edilmektedir.

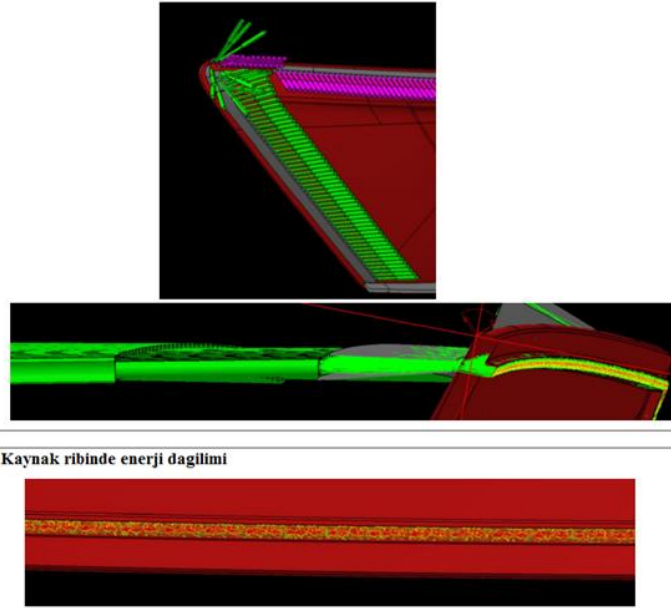
- Kimyasal test : (% 10 su ve % 90 etanol içinde 15 dakikalık daldırma) ortam sıcaklığında 30 dakika.
- Kimyasal test : (100 ml % 60 su ve % 40 etanol) ortam sıcaklığında ve araç pozisyonunda üzerine karışım dökülerek 60 dk. Sonra kontrol edilecektir.

6. Yaşlandırma testi :

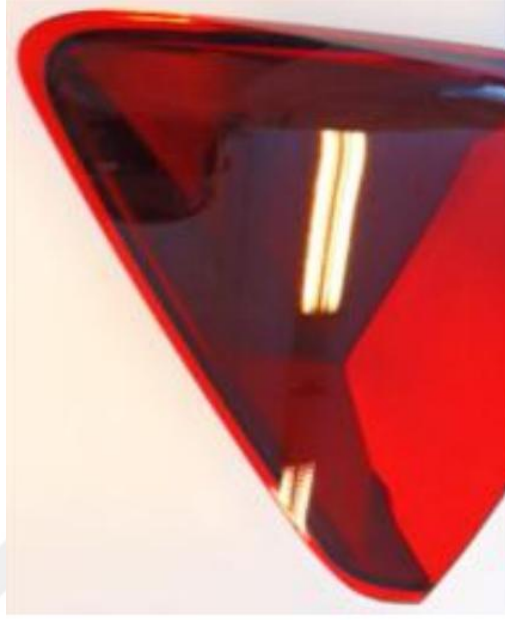
Bu test weatherometer ile yapılmaktadır. Test kapsamında ürüne yapay güneş ışığı, sıcaklık, nem gibi ortamlar oluşturularak ürünün bu etkenlere dayanımı lens üzerinde oluşan renk değişimi gözlemlenerek ölçülmektedir.



Şekil 3.53. C projesinin kuvvet & stres analiz temsili raporu



Şekil 3.54. C projesi temsili optik rapordan alınan kaynak ribinde bulunan enerji dağılımı



Şekil 3.55. C projesi lazer kaynak ile birleştirilen ürünlerin kaynak bölgesinden temsili görüntüsü

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölüm kapsamında firma bünyesinde bulunan ve farklı farklı birleştirme yöntemleri kullanılan üretimi yapılan projeler incelenerek elde edilen tüm veriler göz önünde bulundurularak kaynak yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları belirtilerek bu üç yöntem arasında karşılaştırma yapılacak böylece plastik malzeme birleştirme yöntemleri ile üretim yapacak olan firmalar kendileri ve müşterileri için en verimli yöntemi bu karşılaştırmaları göz önünde bulundurarak tespit edebilecektir.

4.1 Titreşim Kaynak Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

Öncelikli olarak titreşim kaynak yönteminin avantajlarını belirtmek gerekirse, titreşim kaynak yönteminde kullanılan kaynak makinasının çalışma süresi diğer yöntemlere göre daha kısadır. Proses tamamlandığında ekstra işçilik gerektirecek bir yapı yoktur. Kurulum süresi diğer yöntemlere göre en düşük seviyelerdedir. İş güvenliği riski oluşturan bir yöntem değildir. Bunların yanı sıra operatör ergonomisi için sıkıntı yaratan bir yöntem değildir. En önemli avantajlarından biri de farklı büyüklüklerde parçalar için kullanılabilir. Enerji kullanımı diğer yöntemlerle kıyaslandığında orta seviyelerdedir. Kaynak dayanımı açısından oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir.

Diğer yandan dezavantajlarına değinilecek olursa, makina ve işleme yatırımı oldukça yüksektir. Kaynatılan parçalara belirli bir kuvvet uygulanmak suretiyle işlem gerçekleştirilir ki bu da parça üzerinde belirli seviyelerde stres oluşumuna sebebiyet vermektedir. Kaynak sonucunu en başarılı şekilde elde etmek için bir titreşim yönü tahsil etmek ve bu titreşim yönüne dik bir basınç ekseninde ürünlere basınç uygulamak gerekmektedir. Aynı zamanda kaynak oluşumunun başarılı olması bu basıncın belirlenen kaynak eksenine olabildiğince eşit dağılmasına da bağlıdır ki bu kısıtlayıcı durum kaynak yapılacak parçaların geometrisinde de bazı kısıtlamalara sebebiyet verir.

Bunların yanı sıra makinanın titreşim etkisinden dolayı ortamda oluşan gürültü çalışma ortamının kalitesine olumsuz anlamda etki etmektedir.

4.2 Sıcak Lama Kaynak Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

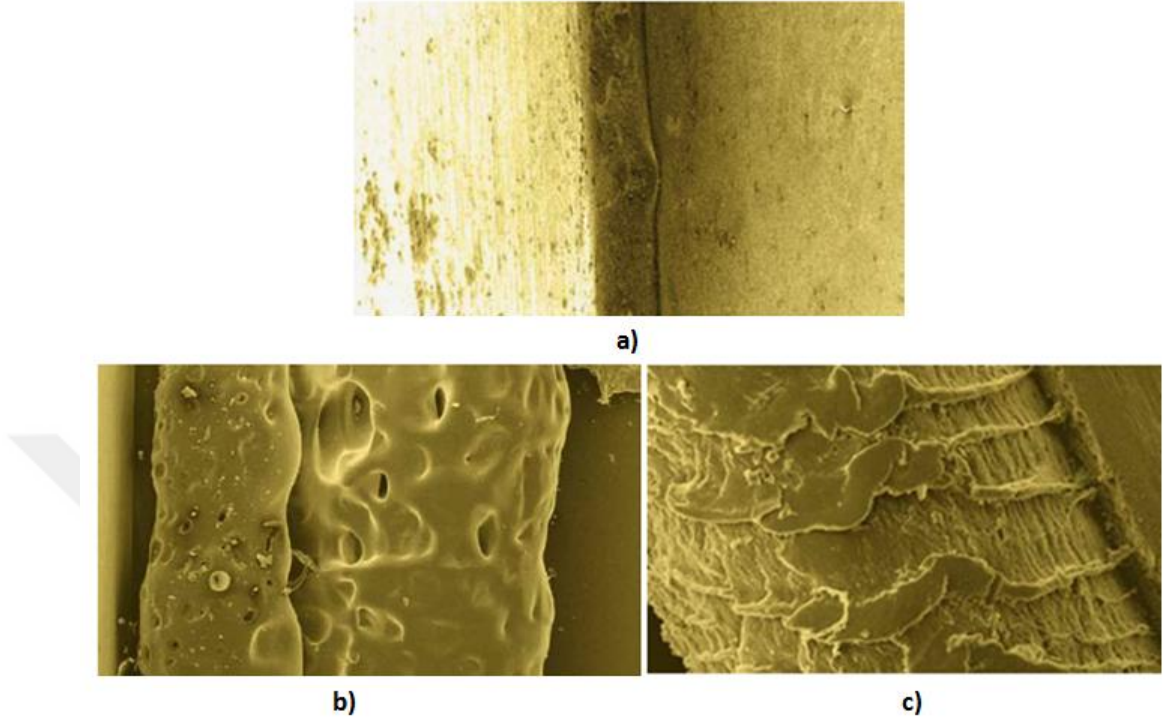
Sıcak lama kaynağında kullanılan makinenin kaynak işlemini tamamlama süresi titreşim kaynağa kıyaslandığında kısmen biraz daha uzundur. Proses gereği oluşan curüftan dolayı frekansiyel işlemler mevcuttur. Bu işlem nedeniyle operasyon çevrim zamanı artmaktadır. Kurulum süresi diğer tüm yöntemlere kıyasla daha uzundur aynı zamanda kaynak tezgahı ekipmanları kapladığı yer dolayısıyla ilave alan ihtiyacı doğmaktadır.

Makinada bulunan sıcak gruptan dolayı iş güvenliği riski doğmaktadır ayrıca makinada bulunan fikstürün yapısı dolayısıyla üst grupta bulunan fikstüre parça yerleştirme işlemi ergonomik anlamında zorluk oluşturmaktadır. Bunların yanı sıra makinadaki yüksek sıcaklıktan dolayı ortamda bir ısınma meydana gelmektedir ve bu çalışma ortamını negatif etkileyen diğer etkenlerdendir.

4.3 Lazer Kaynak Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

Lazer kaynağın var olan en önemli iki dezavantajı bulunmaktadır. Bunlarda biri makina süresinin diğer yöntemlere kıyasla biraz daha uzun olması ve yatırım maliyetinin fazla olması olarak sıralanabilir. Prosesin yönteminin lazer ışınlarının iletimi olmasından dolayı kullanılacak malzeme seçimi diğer yöntemlere kıyasla ekstra önem teşkil etmektedir. Var olan bu iki dezavantajının yanı sıra oldukça fazla avantajları bulunmaktadır.

En önemli avantajlarından biri firmalara özgür bir geometri tasarım imkanı vermektedir. Lazer kaynak cihazında bulunan lazer kafasının hareket alanının, yapılan tasarım geometrisine göre uyarlanabilir olması stil açısından özgürlük sağlamaktadır. Bunun sonucunda tasarımcılar çok daha yenilikçi çalışmalara imza atabilmektedir. Lazer kaynak yönteminde, diğer kaynak yöntemleri gibi dışarıdan ısı kaynaklı malzemenin iç yapısını deforme eden süreçleri kullanmak yerine iki parçayı birleştirmek için gereken ısıyı malzemenin kendi iç yapısından oluşturarak parçaları daha az deforme edip daha az derinlikte, daha temiz ve düzgün görümlü bir birleştirme sağlamaktadır. (Şekil 4.1)



Şekil 4.1. Lazer iletim kaynağı ile hot plate ve titreşim kaynaklarının iç yapılarının karşılaştırılması a) Lazer İletim Kaynağı b) Hot Plate c) Titreşim Kaynağı (Anonim 2011)

Kalite kriter karşılaştırmalarına bakıldığında oldukça dayanıklı kaynak işlem sonuçları tespit edilmiştir. Aynı zamanda yeniden işlenebilir olma oranı da oldukça yüksektir.

Bir diğer önemli avantajı da estetik açıdandır. Lazer kaynak yöntemi sonucunda görünür yüzeylerde optik açıdan ve mekanik olarak çok daha homojen ve başarılı kaynak dikişleri oluşur aynı zamanda oluşabilecek çökme riski de en az seviyededir. Uygulanacak lazer kaynak yöntemi sayesinde gövde ve lens parçalarında inceltmeye gidilecek ve bu sayede hammadde kullanım miktarı azaltılacaktır. Örneğin, sıcak lama kaynak yönteminde kaynak bölgesi için istenen kullanılacak kaynak ribi et kalınlığı yaklaşık 1,2mm, titreşim kaynak yönteminde 0,8 mm ancak lazer kaynak yönteminde gereken ise yalnızca 0,2mm civarlarındadır. Sonuç olarak malzemedeki yaklaşık %75-%85 oranında kar edilmesi mümkün olmaktadır.

Proses kullanım alanı diğer yöntemler ile kıyaslandığında oldukça azdır. Bunların yanında belkide en cazip avantajı kaynak prosesi sırasında harcadığı enerji miktarının fazlasıyla

düşük miktarlarda olmasıdır. Lazer kaynak yönteminin diğer yöntemlere kıyasla %80 oranlarında enerji tasarrufu sağlayacağı öngörülmektedir.

4.4 Kaynak Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

Tez kapsamında titreşim kaynak yöntemi ile gövde ve lens ürünlerinin birleştirildiği A projesinde, sıcak lama kaynak yöntemi kullanılan B projesinde ve son olarak lazer kaynak yöntemi kullanılarak birleştirme işlemi yapılmış C projesinde bulunan ürünlerin kendi kaynak yöntemleri göz önünde bulundurularak yapılan tüm tasarım aşamaları, ardından yine kendi kaynak yöntemlerine uygun olarak planlanmış üretim yöntemleri ve proses hatlarında geçtikleri tüm işlemlerin sıralamaları ardından bu üç farklı kaynak yönteminin ihtiyacı olan kalite kontrol yöntemleri ve ürünlere uygulanan testlere değinilmiş son olarak bu toplanan tüm verilerden yola çıkarak bu kaynak yöntemlerinin sahip olduğu avantajlar ve dezavantajlardan bahsedilmiştir.

Bu bölümde bu karşılaştırmaların tamamı tek bir tablo ile bir araya getirilmektedir. Tablo içeriğinde bulunan parametrelerin tanımlamaları şu şekildedir ;

Makina süresi : Makinanın kaynak işlemini tamamlamak için ilk butona basıldığı ve kaynak makinesinin işlemi tamamlayıp, açılmaya başladığı ana kadar geçen süre. Bu süreler;

Sıcak lama kaynak makinesinde 30-35 sn

Titreşim kaynak makinesinde 20-25 sn,

Lazer kaynak makinesinde 40 - 45 sn

Operasyon ergonomisi : Kaynak yapılacak parçalar fikstüre tek tek yerleştirilmektedir. Bu yerleştirme işlemi önce kaynak yöntemine göre farklılık gösterir. Örneğin titreşim ve lazer kaynakta gövde ve lens sadece alt fikstüre yerleştirileceği için işlem sıralaması kolaylık içermekte ancak sıcak lama kaynak yönteminde lens ve gövde alt ve üst fikstürlere ayrı ayrı yerleştirileceği için zorluk içermektedir.

Operasyon NVAA değeri : NVAA katma değeri olmayan hareket anlamına gelmektedir. Operatürün ekstra yürüme, dönme ve geçişi yerleştirme hareketlerini analiz etmede kullanılan bir yöntemdir. Bu değer kaynak çeşitlerine göre farklılık gösterir. Örneğin, titreşim kaynakta gövde ve lens birlikte alt fikstüre yerleştirildiği için hazırlanmış ürünler

yeniden fikstüre yerleştirilmeden önce kaynak yapılmış ürünün makineden alınması gerekmektedir bu işlem lazer kaynak için de aynen geçerlidir ancak sıcak lama kaynaktaki gövde ve lens ayrı ayrı alt ve üst fikstürlere yerleştirildiği için kaynak tamamlandığında hazırlanmış gövdeler kaynak işlemi tamamlanmış ürünler makineden alınmadan önce fikstüre yerleştirilebilir. Bunun anlamı operatöre gelebilecek ilave işçiliğin önlenmesi ve çevrim zamanının azaltılabilmesidir.

Frekansiyel işlem gereksinimi : Frekansiyel işlem kaynak sırasında , öncesinde veya sonrasında gerekebilecek düzenli aralıklarla yapılması gereken bir işlem anlamına gelmektedir. Örneğin kaynak sonrasında oluşan çapak problemi düzenli olarak bu çapakların temizlenmesi için frekansiyel bir işlem adımı ilave etmek anlamına gelmektedir.

Ekstra işçilik gereksinimi : Lazer ve titreşim kaynak cihazlarında lens ürünü kaynak işleminden önce film çekilmiş halleri ile olduğu gibi kaynak işlemine sokulabilir ancak sıcak lama kaynak cihazı film çekilmiş lenslerin kaynatılmasına müsaade etmemektedir. Bunun anlamı parça üretimden biriminden kaynatılmak üzere poşetli veya filmlili gelen ürünlerin filmini açma veya poşetini çıkarma işlemini gerçekleştirilmeden sıcak lama kaynak yapılamayacak olmasıdır ki bu ilave film, poşet çıkarma ve kaynak sonrası yeniden film çekme işlemi yapılması gibi ekstra işçilik getirmektedir.

Yerleşim düzeni alan ihtiyacı : Ürünlerde oluşan versiyon farklılıklarından dolayı ortak kullanımda olan kaynak makinalarının fikstürleri de farklı olacaktır. Bu nedenle ürün farklılığına göre kaynak makinalarında fikstür değişimi yapılması gerekir. Bu fikstür değişimlerinin konuları kaynak tipine göre değişiklik göstermektedir. Fikstür değişim konumu lazer ve titreşim kaynak yöntemlerinde arka bölgede ancak sıcak lama kaynak yönteminde öndedir. Bu fikstür değişiminin yapılması için belirli kurallar dahilinde mesafeler belirlenmiştir ve bu mesafelere uygun olarak kaynak makinasının konumlandırılması önem teşkil etmektedir. Önden yapılan fikstür değişimlerinde montaj hattının yerleşim düzenlerinde daha fazla alana ihtiyaç duyulacaktır.

Fikstür değişim süresi : Yukarıda bahsi geçen fikstür değişimi için kaynak tiplerinin ihtiyacı olan süreler tanımlanmıştır.

Lazer kaynak yöntemi fikstür değişim süresi : 20dk

Titreşim kaynak yöntemi fikstür değişim süresi : 20dk

Sıcak lama kaynak yöntemi fikstür değişim süresi : 90dk

İş güvenliği riski : İşçilerin iş kazalarına uğramalarını önlemek amacıyla onlar için en güvenli çalışma ortamını oluşturmak ve gerekli olan tüm önlemleri almak iş güvenliği olarak tanımlanabilir. Üretim hatlarında her bir operasyon kendi içerisinde ayrı ayrı iş güvenliği riskleri içerir ki bu kaynak yöntemlerine göre de farklılık gösterir. Kaynak yöntemlerinden en fazla risk teşkil edeni, sıcak grup ile çalışılma gerekliliği olduğu için sıcak lama kaynak yöntemidir.

Çalışma ortam kalitesi değeri: Çalışma yaşamı kalitesi (ÇYK) kişinin işinden, işyerinden ve mesleğinden beklentilerinin karşılanmasında ve beklenen psikolojik tatminin sağlanarak yaşamdan aldığı hazzın ortaya çıkmasında önemli bir belirleyicidir. [33]

Ortam kalitesi de kaynak türlerine göre farklılık göstermektedir , örneğin lazer kaynak yönteminde özel olarak ortam kalitesini etkileyen bir etken mevcut değil iken titreşim kaynak yöntemi sahip olduğu titreşim etkisinden dolayı orta derecede gürültü oluşturmaktadır, sıcak lama kaynak yönteminde ise yüksek sıcaklıktan dolayı ortam olması gerekenden yüksek derecelere çıkabilmektedir.

Çevre atık etkisi : yukarıda da bahsi geçen sıcak lama kaynak makinesinde ürünlerin poşetli yada film çekilmiş halde kaynatılmıyor olmasından dolayı, bu seviyede poşet ve filmler çıkarılarak üretim sonunda yeniden film çekilmekte ve poşetlenmektedir ki bu durum ilave poşet ve film atıklığına sebebiyet vermektedir.

Tasarım özgürlük seviyesi : daha önce de bahsedildiği üzere otomotiv aydınlatma ürünleri araç üzerinde oldukça estetik bir öneme sahiptir. Aracın çizgilerinin belirlenmesinde de oldukça önemli bir rol teşkil etmektedir. Bu safhada aracın stilini oluştururken bu aydınlatma ürünlerinin geometrisini oluşturma konusunda ne kadar özgür hareket edilebilirse, ortaya çıkan ürünün estetik değeri bir o kadar artmaktadır ki bu durum aynı zamanda tasarımı oluşturan stilist ve mühendislerin çalışmalarının oldukça özgün olabildiğini sağlamaktadır.

Son ürün stres seviyesi : Lazer kaynak yönteminde, diğer kaynak yöntemleri gibi dışarıdan ısı kaynaklı malzemenin iç yapısını deforme eden süreçleri kullanmak yerine iki parçayı birleştirmek için gereken ısıyı malzemenin kendi iç yapısından oluşturduğu için ürün iç yapısında oluşan stres seviyesi oldukça düşük seviyelerdedir.

Kaynak dayanımı seviyesi : kaynak işlemi sonrasında yapılan test ve kontrollerden elde edilen veriler ile kaynak işlemi görmüş A – B –C ürünlerinin mekanik dayanım seviyeleri farklılık göstermektedir.

Lazer kaynak yöntemi kaynak dayanım seviyesi : >90%

Titreşim kaynak yöntemi kaynak dayanım seviyesi: 50-90%

Sıcak lama kaynak yöntemi kaynak dayanım seviyesi: 50-90%

Enerji kullanım değerleri : elde edilen veriler sonucunda, kaynak işlemi sırasında kullanılan en az enerji miktarı lazer kaynak yönteminde görülmüştür.

Makina yatırım değeri : makina yatırım maliyeti, tercih edilen kaynak yöntemine göre sipariş edilen makinanın maliyeti, bu makinanın kurulumu gibi değerleri içermektedir.

Çizelge 4.1. Kaynak yöntemlerinin karşılaştırılması

	KAYNAK YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI		
	LAZER KAYNAK	VİBRASYON KAYNAK	LAMA KAYNAK
MAKİNE SÜRESİ (SN/ARAÇ)	Yüksek	Düşük	Orta
OPERASYON ERGONOMİ DEĞERİ	Yüksek	Yüksek	Orta
OPERASYON NVA A DEĞERİ	Orta	Orta	Yüksek
FREKANSİYEL İŞLEM GEREKSİMİ	Düşük	Düşük	Yüksek
EKSTRA İŞÇİLİK GEREKSİNİMİ	Düşük	Düşük	Yüksek
YERLEŞİM DÜZENİ ALAN İHTİYACI	Düşük	Düşük	Yüksek
FİKSTÜR DEĞİŞİM SÜRESİ (dk)	Düşük	Düşük	Yüksek
İŞ GÜVENLİĞİ RİSKİ	Düşük	Düşük	Yüksek
ÇALIŞMA ORTAM KALİTESİ DEĞERİ	Yüksek	Orta	Orta
ÇEVRE ATIK OLUŞTURMA SEVİYESİ	Düşük	Düşük	Yüksek
TASARIM ÖZGÜRLÜĞÜ SEVİYESİ	Yüksek	Orta	Düşük
SON ÜRÜN STRES SEVİYESİ	Düşük	Orta	Orta
KAYNAK DAYANIMI SEVİYESİ	Yüksek	Orta	Orta
ENERJİ KULLANIMI DEĞERLERİ	Düşük	Orta	Orta
MAKİNA YATIRIM DEĞERİ	Yüksek	Orta	Düşük

Çizelge 4.2. Otomotiv endüstrisinde kullanılan birleştirme yöntemlerinin lazer kaynak ile karşılaştırılması. (Klein ve Kraus 2004)

OTOMOTIV YAN SANAYI FIRMASI								
Değerlendirme Kriterleri ve Özellikleri		Karşılaştırmalar					Açıklamalar	
Değerlendirme Kriterleri	Değerlendirme Özellikleri	Birleşmesine göre karşılaştırıldığında						
		Cok Kötü	Kötü	Hafif Kötü	Aynı	Hafif İyi	İyi	Cok İyi
Girdi	Katki maddelerinin miktarı ve niteliği							Yapıştırıcıların aksine, L katkı maddesi gerektirmez.
	Parçanın geometrisi ile ilgili talepler							Esit olmayan parça dağılımı B de daha kolay telafi edilir.
	Govde malzemesinin niteliği							L malzeme uyumu gerektirir. Bu biraz pahalı olmasına sebep olur.
	Malzemenin temizliği							L için birleştirme öncesinde gerekli değildir.
	Birleşme için gereken enerji miktarı							L için daha düşüktür. Kurlama gerekli değildir.
Çıktı	Birleşmenin kalitesi							Mekanik mukavemet açısından L daha iyidir.
	İskarta miktarı							Proses izlenmesinden dolayı L de iskarta oranı daha düşüktür.
	Kalite kontrol kapsamı							B nin aksine, L de çevrimci kalite kontrol mümkündür.
Teknoloji	Birleştirme Yönteminin geliştirilme potansiyeli							B nin aksine L yenilikçi bir teknolojidir.
	Esneklik							Goze carpan bir fark bulunmamıştır.
	Otomasyon seviyesi							L durumunda birleşme malzemesini beslemeve gerek yok.
Organizasyon	Çıktı süresi							L de çok daha iyi, diğerlerinin yanısıra kurlamaya gerek yok.
	Aktivite sayısı							L de çok daha iyi, bitirme prosesine gerek yok.
	Bos alan gereksinimi							L de çok daha iyi. Temizleme yada kurlama elemanına gerek yok.
Personel	Gerekli personel sayısı							Personel gereksinimi esittir.
	Yeterlilik gereksinimi							L, lazer koruma gpersoneli gerektirir. Baska bir fark yoktur.
	Eğitim süresi							L yi öğrenme süresi B den daha fazla değildir.
Maliyet	Birim fiyatı							Prosesin niteliğine göre L çok daha az maliyetlidir.
Kazanc	Parça başına elde edilen kazanc							L avantajlarına bakıldığında bir çok kazanc içerir.

5. SONUÇ

Projenin en temel gerekçesi aydınlatma sistemlerinin ana komponentlerinden olan stop lambasının gövdesi ile lensinin birleştirilmesinde geleneksel birleştirme yöntemlerinin karmaşık tasarımlarda düşük maliyet ve yüksek kalite beklentilerini karşılayamıyor olmasıdır. Bu nedenle projenin hedefi içeriğinde plastik malzemeler barındıran çalışmalarda, kişilerin bu plastik malzeme birleştirme yöntemi olarak mevcut birleştirme yöntemlerinin özelliklerini net bir şekilde bir arada görebilmesini, yöntemlerin farklarını tespit edebilmesini ve yöntemlerin tüm özelliklerini bir arada bularak kendi üretim hatlarında kullanması gereken en uygun yöntemi kısa sürede tespit edebilmesini sağlamaktır.

Enerji tüketiminin sanayileşme sürecindeki hızlı artışı doğal kaynaklar üzerinde geri dönülemez olumsuz etkilere yol açmıştır. Bunun yanı sıra son yıllardaki küresel ekonomik ve çevresel krizler daha sürdürülebilir endüstriyel sistemlere geçme konusunda uluslararası çabaların artmasını sağlamıştır. Devletler ve karar alma organları enerji verimliliği ile ilgili yasal düzenlemelere ağırlık vermeye ve çevre ile ilgili uluslararası sözleşmeleri yürürlüğe sokmaya başlamışlardır. Bu süreçte üretim aşamalarında kullanılan su, enerji ve malzeme gibi kaynakların etkin kullanımını teşvik eden ve atık oluşumunu en aza indirmeyi amaçlayan “temiz üretim” uygulamaları endüstride giderek artmaktadır.

Temiz üretim (clean manufacturing veya green manufacturing); üretim proseslerinde hammadde ve enerjiyi daha az kullanmayı, hammaddenin yeniden kullanım ve geri dönüşümünü artırmayı, daha az atık oluşturmayı ve tehlikeli atık miktarını azaltmayı amaçlayan çevreye duyarlı bir yönetim yaklaşımıdır. Temiz üretim, UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) tarafından; önleyici çevre stratejilerinin proseslere, ürünlere ve hizmetlere sürekli olarak uygulanması ile verimliliğin artırılması, çevre ile insana yönelik risklerin azaltılması olarak tanımlanmaktadır (Anonim 1998)

İmalat sanayisi içerisindeki otomotiv sektörü ayrı bir öneme sahiptir. Üretim büyüklüğü, istihdam yaratma kapasitesi ve küresel ticaret içindeki yüksek payı ile dünyanın önde gelen sektörlerinden biri olup, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için anahtar sektör konumundadır. Otomotiv sektörü, dünyanın en büyük yatırımlarının gerçekleştiği sektörlerden birisidir. Sektör ileri teknolojinin ülkelere transferinde öncü bir rol oynamakta,

teknolojinin kullanımı için yetiştirdiği elemanlar ülkenin stratejik öneme sahip diğer sektörleri için de çok önemli bir yetişmiş insan gücü potansiyeli oluşturmaktadır. Otomotiv sanayi temel sanayi dallarında başlıca konumda olmakta ve bu sektörlerdeki teknolojinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Dünya genelinde 2014 yılında yaklaşık 90 milyon taşıt üretimini gerçekleştiren otomotiv sektörünün 2028 yılına kadar yıllık %3,5 artış ile büyüyeceği öngörülmektedir. (Anonim 2014)

Otomotiv ana ve yan sanayilerinde üretim aşamalarında kullanılan enerji miktarının oldukça fazla olması bu alanda yapılacak olan iyileştirmelerden önemli sonuçlar alınabileceğini ve yapılacak yatırımların geri dönüş süresinin oldukça kısa olacağını göstermektedir. Uluslararası otomotiv üreticileri ve yan sanayileri bu alanda çeşitli uygulamaları hayata geçirerek daha az enerji ve hammadde kullanımı ile üretimlerini gerçekleştirmeye yönelik teknolojilere yatırım yapmaktadırlar. (Mayyas ve ark. 2012) Bu sayede sadece enerji verimliliği yüksek, çevre bilincine sahip üretim gerçekleştirmekle kalmayıp ürünlerin hammadde ve proses maliyetlerinin azaldığı belirtilmektedir.

Günümüzde hızla artan rekabet ve teknolojik gelişmelerin neticesinde otomotiv sektöründeki firmaların daha kaliteli, daha hızlı, daha esnek ve daha düşük maliyetler ile üretim yapma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Sektördeki kuruluşların ayakta kalabilmesi ve rekabet edebilmesi için; üretim olanakları üzerinde, farklılaşan müşteri isteklerini karşılayabilecek değişiklikleri hızlı, doğru ve düşük maliyetle gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Bu gerekliliklerin yanı sıra, artan çevre bilinci neticesinde üretilecek ürünlerde hammadde temin aşamasından son ürün eldesine kadar tüm süreçlerde enerji ve hammaddenin verimli kullanılması hedeflenmekte ve bu yönde araştırmalar yapılmaktadır. Dış aydınlatma sistemleri (far, stop, sinyal, sis farı vb.) tüm taşıtlarda bulunan ve taşıtın estetik görünümünün, sürüş konfor ve güvenliğinin en önemli temsilcisi olan parçalardır. Sektördeki müşteri talepleri doğrultusunda farklılaşan araç tasarımlarına uygun olarak bu parçalarında tasarımları gün geçtikçe daha karmaşık bir hal almıştır. Bu nedenle rekabet açısından üretim süreçlerinde uygun maliyetler çerçevesinde yeni nesil üretim yöntemlerinin ve malzeme türlerinin kullanılması zorunlu hale gelmiştir.

Proje sonucunda tespit edilen günümüz koşullarında en fazla maliyet gerektiren konulardan enerji ve hammadde kullanımını minimuma indirmek adına tercih edilmesi ve yönlendirilip

geliştirilmesi, yaygınlaştırılması gereken yöntem lazer kaynak yöntemidir. Araştırmalar sonusunda lazer ile birleştirme yöntemleri geleneksel yöntemlere göre ortalama %20 daha az enerji kullanımı gerçekleştirerek bu alanda da avantaj sağlamakta olduğu tespit edilmiştir. Bunların yanında stil açısından serbestlik sağlaması da lazer kaynak yönteminin ileriye yönelik yatırımlarda ön plana çıkmasının gerekliliğinin bir diğer önemli kanıtıdır. Lazer teknolojileri aynı zamanda çevre duyarlılığı açısından da geleneksel birleştirme yöntemlerine göre daha olumlu sonuçlar vermektedir. Zhao ve ark. (2010) lazer teknolojileri ile geleneksel üretim yöntemlerini ürünlerin ömür döngüsü (LCA) açısından incelemiş ve sonucunda lazer teknolojisi kullanımı ile çevresel etkilerin oldukça azaldığı daha düşük maliyetler ile üretimin gerçekleştiğini belirtmişlerdir. (Winter 2015).

KAYNAKLAR

Aloisi de Lardere, Jacqueline.,1998. United Nations Environment Programme (UNEP), World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Cleaner Production and Eco-efficiency.

AYÇIÇEK, K., M., 2014. Kaynak Nedir ?, Türk Toraks Derneği.

<file:///D:/users/f55909a/Downloads/kutayaycicek.pdf> (Erişim tarihi : 11.10.2016)

Anık, S.,1991. Kaynak Tekniği El Kitabı. Gedik Eğitim Vakfı Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü. İstanbul.

AY, İrfan., 2005. Plastik Malzemelerin İşlenme Teknikleri. Balıkesir Üniversitesi. Balıkesir, S.120

Anonim, 2001. Parça Sektörü (Otomotiv Yan Sanayii) 2023 Vizyonu, Draft Rapor, TÜBİTAK

Anonim, 2003a. Alfa Romeo Mito arka aydınlatma örneği.

https://www.magnetimarelli.com/press_room/galleries/automotive-lighting (Erişim tarihi : 08.09.2017)

Anonim, 2003b. Audi R8 Arka Aydınlatma Örneği.

https://www.magnetimarelli.com/press_room/galleries/automotive-lighting (Erişim tarihi : 08.09.2017)

Anonim, 2004. OSD, Otomotiv Sanayi Genel ve İstatistik Bülteni. 2004 – I, Automotive Manufacturers Association, İstanbul.

Anonim 2005, Sıcak Lama Kaynak Makinası Genel Görünüşü. (Erişim tarihi : 20.06.2017)

<http://www.forwardtech.com>

Anonim, 2006. Termal Smülasyon Örnek Fotoğraf. (Erişim tarihi : 12.05.2016)

http://www.mako.com.tr/tr/m-61/Simulasyon_-amp;_Validasyon

Anonim, 2006. Motorlu Araçlar Teknolojisi / Aydınlatma Ve Uyarı Sistemleri. MEGEP Meslekî Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara.

Anonim, 2007. Titreşim Kaynak Makinası Genel Görünüşü. (Erişim tarihi : 10.05.2017)

www.branson.eu

- Anonim, 2011.** Akü, Aydınlatma Ve Uyarı Sistemleri. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim 2011.** Laser Plastic Welding: Light Production with a Dazzling Future. LPKF TwinWeld 3D
- Anonim, 2013.** Ford Model T Touring Car, 1909 - Henry Ford'un koleksiyonundan. http://www.carstyling.ru/en/car/1907_ford_model_t/images/28329/ (Erişim tarihi : 08.09.2017)
- Anonim, 2014.** Otomotiv Sektörü Raporu (2014/1). T.C. Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı.
- Anonim, 2015a.** Sıcak Lama Kaynağı Birleşim Önce ve Sonrası Kaynak Bölgesi Görünümü 2., Malzemelere Göre Kaynak Kalite Tablosu. www.twi-global.com (Erişim tarihi : 20.09.2017)
- Anonim, 2015b.** Lazer Kaynak Kullanım Örnekleri için Fotoğraflar, Lazer Kaynak Temel Prensipleri görseli. <http://www.spilasers.com> (Erişim tarihi : 20.11.2015)
- Anonim, 2016.** Sıcak Lama Kaynağı İşlem Sıralaması. <http://www.vimalgroup.co.in> (Erişim tarihi : 24.12.2017)
- Anonim, 2017a.** Eski bir far örneği. (Erişim tarihi : 08.09.2017)
<https://www.steelehistorymuseum.org/single-post/2017/06/27/Steele-County-Historical-Society-Hosts-the-3rd-Annual-Gus%E2%80%99-Station-Breakfast-and-Car-Show>
- Anonim, 2017.** 1998 – 2017 Yılları Arasında Türkiye'deki Otomobil Satışları <http://otomotivkarnesi.com/> (Erişim tarihi : 17.01.2017)
- Bedir, A., 2002.** Türkiye De Otomotiv Sanayi Ve Gelişme Perspektifi. DPT Yayınları, Yayın No: 2660, Ankara. 4. AKAD. G. Z., T
- Brown, J. 2011.** Lazer Plastic Welding, Design Guidelines Manual. LPKF Laser & Electronics AG.
- Brown, J. 2011.** Design Guidelines: Hybrid Laser Welding Of Automotive Lighting With The LPKF TwinWeld3d. LPKF Laser & Electronics.
- D.Grewell, A. Benatar, 2007.** Welding of Plastics : Fundamentals and New Developments. Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University, Ames,IA,USA.

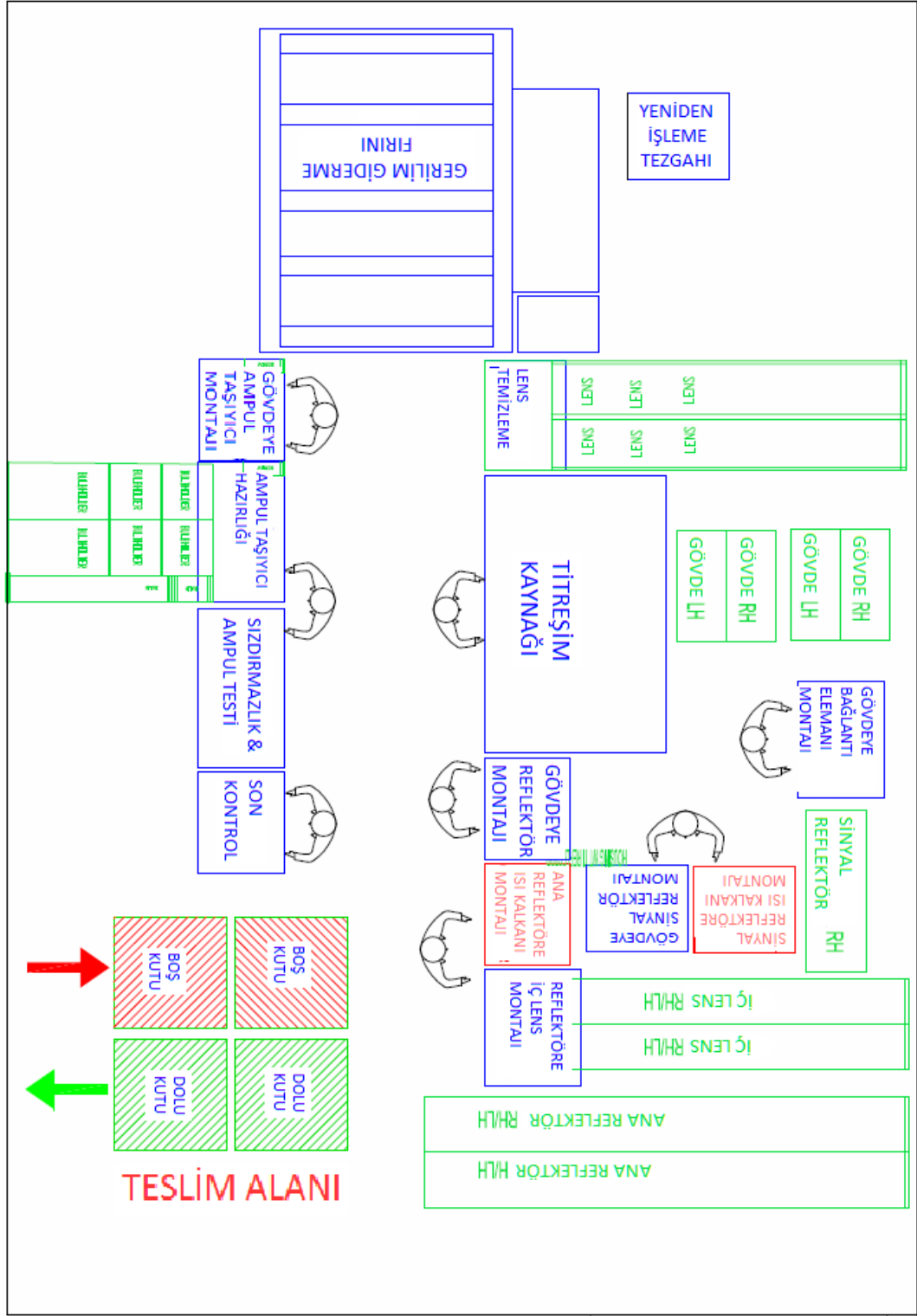
- Görener, A., Görener, Ö. 2008.** The Contributions Of Automotive Industry İn Turkish Economy And Sectoral-Expectances About The Future. Journal of Yasar University, 3(10),1213-1232.
- Jones, I. 2002.** Laser Welding for plastic components.
- Karbuz, F., Silahçı, A., Çalışkan, E. 2006.** Otomotiv Sektör Raporu. İstanbul Ticaret Odası.
- Klein, J., Kraus, A. 2004.** Is Plastic Laser Welding Economical ?. Joining Technology.
- Mayyas, A., Qattawi, A., Omar, M., Shan, D. 2012.** Design for sustainability in automotive industry: A comprehensive revie, Renewable and Sustainable Energy Reviews
- Noordegraaf, D. 2010.** Welding of Plastics SABIC IP eSeminar.
- Nielsen, S.,E., Kristensen, J.,K., Strange, M. 2013.** Laser Welding Of Plastics – Weld Compatibility Investigations. Force Technology, Denmark.
- Özen, A., Erkan, A., İdacı, A. 2005.** Otomotiv Aydınlatma Sistemlerinde Teknolojik Gelişmeler. Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Otomotiv Programı. TMMOB Makina Mühendisleri Odası IX. Otomotiv ve Yan Sanayi Sempozyumu.
- Pişkin, S. 2017.** Türkiye Otomotiv Sanayii Rekabet Gücü ve Talep Dinamikleri Perspektifinde 2020 İç Pazar Beklentileri. TSKB Ekonomik Araştırmalar, Ocak.
- Winter, M. 2015.** Eco-efficiency of Grinding Processes and Systems.

EKLER

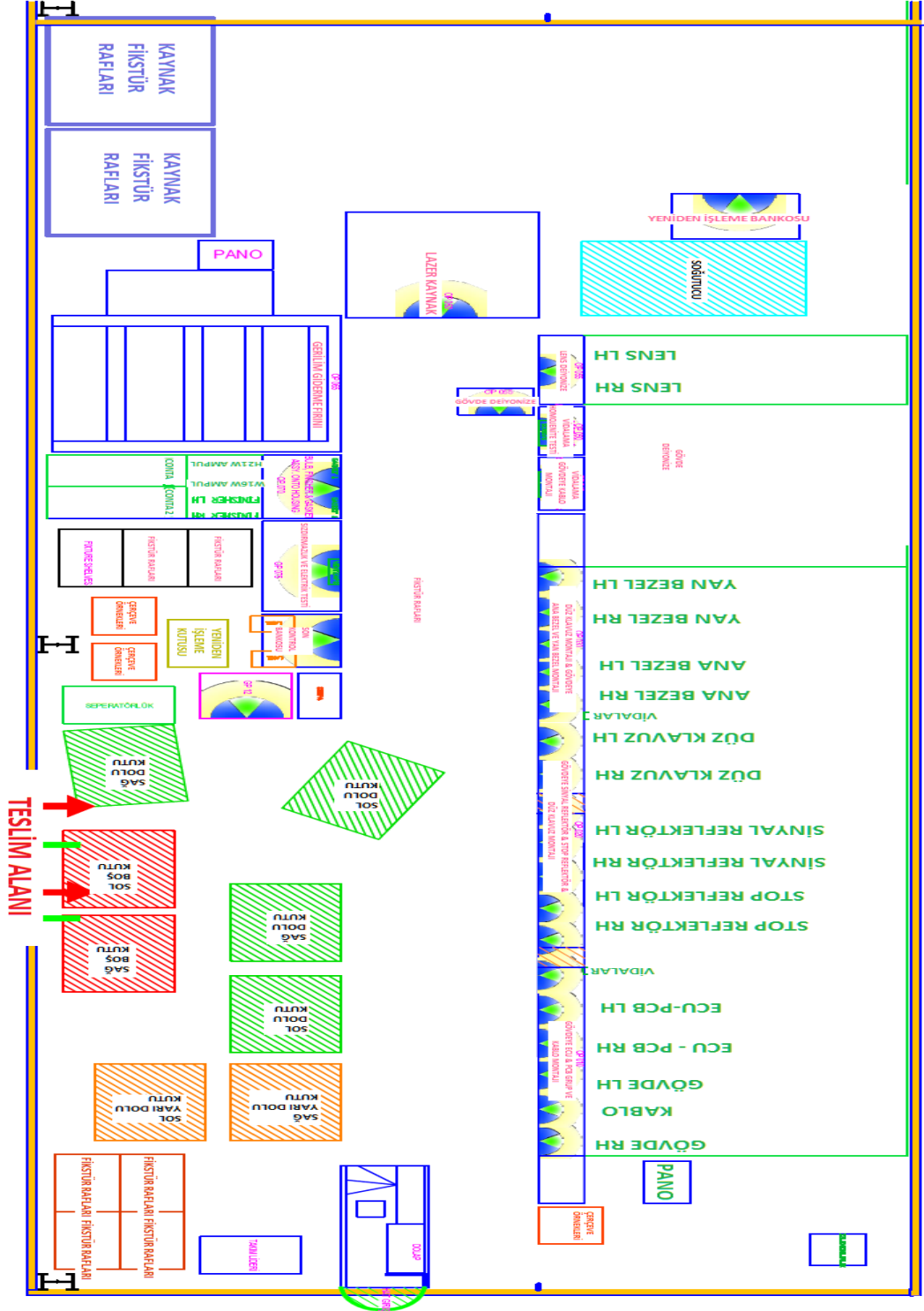
- EK 1 Titreşim Kaynak Yöntemi Kullanılan Örnek Bir Stop Ürünü Üretim Hattı.
- EK 2 Sıcak Lama Kaynak Yöntemi Kullanılan Örnek Bir Stop Ürünü Üretim Hattı.
- EK 3 Lazer Kaynak Yöntemi Kullanılan Örnek Bir Stop Ürünü Üretim Hattı.



EK 1 Titreşim Kaynak Yöntemi Kullanılan Örnek Bir Stop Ürünü Üretim Hattı



EK 3 Lazer Kaynak Yöntemi Kullanılan Örnek Bir Stop Ürünü Üretim Hattı.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Burcu TURHAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa / 28.02.1989

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Turhan Tayan Anadolu Lisesi (2003 – 2007)

Lisans : Pamukkale Üniversitesi (2008 – 2012)

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi (2013 -)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Magneti Marelli MAKO (2012 -)

İletişim (e-posta) : burcu.turhan@magnetimarelli.com