

LAZER KAYNAĞI GÜVENLİK UYARILARI



LAZER KAYNAK MAKİNESİ GÜVENLİK UYARILARI

Lütfen cihazı kullanmadan önce tüm güvenlik bilgilerini dikkatle okuyun ve gelecekte başvurmak üzere kılavuzu saklayın. Talimatlara uyulmaması durumunda ciddi yaralanmalar, maddi hasar veya cihazın arızalanması gibi riskler oluşabilir. Güvenli bir kullanım için belirtilen tüm önlemlere uyulması büyük önem taşımaktadır.

TEHLİKE

En yüksek risk seviyesi. Kullanıcıyı ciddi sonuçlara yol açabilecek acil ve tehlikeli bir durum konusunda uyarır. Eğer verilen talimatlara tam olarak uyulmazsa, bu durum ölümle veya hayati tehlike taşıyan yaralanmalarla sonuçlanabilir.

UYARI

Yüksek seviyede risk. Ciddi yaralanma veya ekipman hasarına yol açabilecek durumları belirtir.

DİKKAT

Orta seviyede risk. Hafif veya orta derecede yaralanma, ekipman hasarı veya çevresel zarar riski olan durumları belirtir.

GENEL GÜVENLİK KURALLARI

Lazer Kaynağına Genel Bakış ve Temel Tehlikeler

Lazer kaynağı; yüksek yoğunluklu lazer ışınları ile metal veya diğer malzemelerin birleştirilmesidir.

Bu işlem sırasında aşağıdaki tehlikeler oluşur:

Göz hasarı (kalıcı retina yanıkları) – hem doğrudan hem de yansıyan lazer ışını tehlikelidir.

Cilt yanıkları – yüksek güç yoğunluğu ciltte ciddi yanık oluşturabilir.

Yangın riski – metallerin ergimesi ve kıvılcımlar nedeniyle.

Metal dumanı ve partiküller – solunması toksik olabilir.

Elektrik ve soğutma sistemi arızaları – ekipman riskleri.



Bu nedenle lazer kaynağı yalnızca iş güvenliği tedbirleri eksiksiz uygulandığında güvenlidir.

- Lazer kaynak makineleri yüksek sıcaklık, güçlü lazer ışını ve elektrik akımı gibi tehlikeleri içerdiğinden, yalnızca yetkili ve eğitilmiş personel tarafından kullanılmalıdır.
- Kullanıcılar, cihazla çalışmadan önce bu kılavuzu dikkatle okumalı ve tüm güvenlik talimatlarını eksiksiz bir şekilde uygulamalıdır.
- Eğitim almamış kişilerin cihaza müdahale etmesi kesinlikle yasaktır.



- Makinenin çalıştığı alan, yalnızca yetkili personelin girişine açık olmalı ve uyarı levhalarıyla açıkça belirtilmelidir. Yetkisiz personelin alana girişine izin verilmemelidir.





Kişisel Koruyucu Donanım (PPE) Kuralları

- Lazer kaynağı sırasında lazer koruyucu gözlük zorunludur.
- Lazerin dalga boyuna özel olmalıdır (örneğin 1064 nm fiber lazer için uygun).
- Gözlük üzerinde OD (Optical Density) değeri işaretli olmalıdır.
- Sıradan kaynak gözlükleri lazer ışınına karşı koruma sağlamaz!

- Lazer kaynak işlemi sırasında oluşabilecek radyasyon, parlama, sıcaklık ve duman risklerinden korunmak için alan yeterince havalandırılmalı ve izinsiz geçişler fiziksel bariyerlerle sınırlandırılmalıdır.

GEÇİLMEZ

GEÇİLMEZ

GEÇİLMEZ

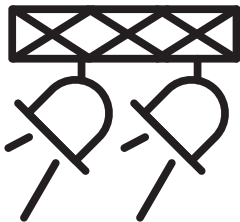
GEÇİLMEZ

GEÇİLMEZ

- Çalışma sırasında operatörlerin mutlaka uygun kişisel koruyucu ekipman (KKD) kullanması gerekir. Bu ekipmanlar arasında lazer koruyucu gözlük, ısıya dayanıklı eldivenler, koruyucu kıyafetler ve uygun ayakkabılar yer alır. Lazer ışını doğrudan göze geldiğinde kalıcı körlüğe yol açabileceğinden, çıplak gözle kaynak işlemine veya ışınına doğrudan bakmamalıdır.



- Acil durdurma butonlarının konumu tüm kullanıcılar tarafından bilinmelidir.
- Operatörlerin ve bakım personelinin güvenli bir şekilde yüksek noktalarda çalışmasını gerektiren durumlarda erişim için sabit veya mobil erişim platformu kurulmalıdır. Uygun tipte vinç, manlift veya diğer kaldırma sistemleri tercih edilmelidir Düşmeye karşı koruyucu donanımlar (emniyet kemeri, bağlantı noktaları) kullanılmalıdır. Sabit olmayan merdiven, tabure veya uygunsuz yükseltici ekipman kullanılmamalıdır.
- Taşıma sırasında kaldırma aparatları (vinç, lift vb.) kullanılmalı, operatör eğitimi verilerek kaldırma talimatlarına dikkat edilmelidir.



- Yetersiz veya dengesiz aydınlatma, operatörün görsel algısını olumsuz etkileyerek hata yapmasına, kontrol kaybına veya kazalara sebep olabilir. Bu nedenle, her çalışma alanında görev türüne uygun lux seviyesinde aydınlatma sağlanmalı, düzenli bakım ve temizlik ile aydınlatma performansı korunmalı ve ihtiyaç duyulan bölgelerde lokal (noktasal) aydınlatma ekipmanları kullanılmalıdır.



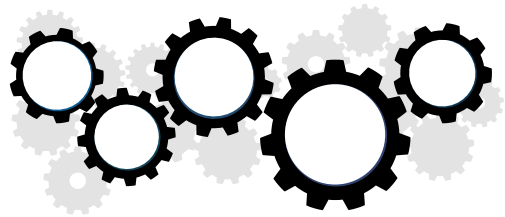
- İşlem sırasında oluşan duman, çalışanlarda solunum yolu problemlerine, görüş bozukluklarına ve uygun ortam sağlanmadığında yangın riskine neden olabilir. Bu nedenle, lokal emiş sistemi kurulmalı ve düzenli olarak filtre bakımı yapılmalıdır. Ayrıca, çalışanlara uygun tipte kişisel koruyucu donanım (maske, gözlük) sağlanmalı ve ortam temizlik prosedürlerine uyulmalıdır.
- Aşınmış veya yıpranmış parçaların kullanılması makinede arızalara, iş kazalarına yol açabilir. Bu nedenle, periyodik bakım programına uyulmalı, parçalar düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma belirtileri görülen parçalar derhal değiştirilmelidir. Bakım sırasında uygun kişisel koruyucu ekipman kullanımı zorunludur.



- Lazer kaynak makinesinde bulunan dönen parçaların dengesiz çalışması, yüksek titreşimlere, parçalanmaya veya parçaların fırlamasına yol açabilir. Bu durum operatörler için ciddi yaralanma riski oluşturur ve makinenin arızalanmasına sebep olabilir. Makinenin dönen parçaları periyodik olarak dinamik balans kontrolünden geçirilmeli ve hız limitlerine uygun çalıştırılmalıdır. Acil durdurma butonları her zaman erişilebilir olmalı ve koruyucu bariyerler kullanılmalıdır. Ayrıca, operatörler bu risk hakkında eğitilmeli ve titreşim seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmelidir. Anormal titreşim tespit edildiğinde makine derhal durdurulmalıdır.

- Lazer kaynak makinesi ile imalat süreci sırasında parça yerleştirme, konumlandırma, kaynak parametresi ayarı veya lazer uygulaması gibi işlemler sırasında oluşabilecek dikkatsizlikler; yanıklara, mekanik sıkışmalara veya hatalı kaynak uygulamasına neden olabilir. Kaynak öncesinde sistem güvenliği kontrol edilmelidir.

- Makine hareket sınırları yazılım ve donanım limitleriyle belirlenmiştir. Bu limitler asla değiştirilmemelidir. Manuel hareket sırasında düşük hız modları kullanılmalı ve operatör dikkatli olmalıdır.
- Programlama yaparken, parçanın doğru yerleştirildiğinden ve eksenlerin sınırlar içinde çalışacağından emin olunmalıdır.



- Kaynak işlemi öncesinde tüm parçaların doğru şekilde sabitlendiğinden emin olunmalıdır. Kaynak işlemi sırasında yalnızca eğitilmiş ve yetkili personel çalışmalıdır. Operatörler kişisel koruyucu donanım kullanmalı (eldiven, gözlük, kaynak önlüğü), lazer başlığı çalışmaya başlamadan önce işlem alanından uzak durmalı ve acil durdurma sistemleri erişilebilir olmalıdır. Her işlem öncesi sistemin güvenlik bileşenleri kontrol edilmelidir.



- Kılavuzun dikkate alınmaması durumunda oluşabilecek zarar, yaralanma veya kazalardan sorumluluk kabul edilmez.



Aşağıdaki tabloda bu kılavuzda ve makinenin üzerindeki etiketlerde kullanılan semboller gösterilmiştir.

	Elektrik Çarpması Tehlikesi Elektrik panoları, kablo girişleri ve bakım kapağı çevresinde yer alır. Cihazın enerjisi kesilmeden müdahale edilmemelidir.
	Lazer Işını Tehlikesi Lazer çıkışı çevresinde, makine üzerinde ve giriş/çıkış kapılarında kullanılır. Göze veya cilde doğrudan temas ciddi yaralanmalara neden olabilir.
	Yanıcı Malzeme ve Yangın Riski Yanıcı maddelerin bulunduğu ortamlarda, gaz tüpü yakını gibi alanlarda kullanılır. Lazer işlemi sırasında yangın riski oluşabilir.
	Dikkat Uyarı Tehlike Sembolü Her türlü dikkat edilmesi gereken alanlarda genel uyarı işareti olarak kullanılır. Genellikle yanında açıklayıcı metin de yer alır.
	Lazer Koruyucu Gözlük Tak Lazer işlem alanlarında, operatörlerin görebileceği konumlara yerleştirilir. Doğrudan bakış kalıcı körlüğe neden olabilir.
	Koruyucu Eldiven Kullan Sıcak parçalara temas ihtimali olan bölgelerde, parça taşıma alanlarında kullanılır. Isı kaynaklı yanıklara karşı koruma sağlar.
	Koruyucu Kıyafet Kullan Personelin lazer ve ısıya dayanıklı koruyucu giysi giymesi gerektiğini belirtir.
	Kullanım Kılavuzu Talimatlarını Okuyun Bu kılavuzda yer alan güvenlik ve işletme talimatlarını dikkatlice okunması gerektiğini belirtir.

ELEKTRİK VE LAZER GÜVENLİĞİ

- Elektrik bağlantıları yalnızca yetkili teknik personel tarafından yapılmalıdır.
- Cihaz açılmadan önce topraklama bağlantısının doğru yapıldığından emin olunmalıdır.
- Elektrik çarpması riskine karşı, bakım işlemleri sırasında cihazın mutlaka elektrikle bağlantısı kesilmelidir.
- Lazer kaynağı çalışma sırasında doğrudan veya yansıyan ışına maruz kalınmamalıdır.
- Lazer ışınına karşı özel olarak üretilmiş koruyucu gözlük takılmalıdır. Gözlük lazer dalga boyuna uygun olmalıdır.
- Lazer uyarı levhaları alanın dışına görünür şekilde yerleştirilmelidir.
- Sistemin kullanımı, sadece lazer kontrollü bölgelerde gerçekleştirilmelidir.
- Lazerler, tehlike seviyelerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

Sınıf	Açıklama
Class 1	Güvenlidir. Lazer ışını cihazın dışına çıkmaz. Doğrudan veya yansıyan ışın zararsızdır.
Class 2	Görünür dalga boyunda (400-700 nm). Göz kırpma refleksi ile korunma mümkündür. 4(maks. 0.25 sn).
Class 3R	Dikkat gerektirir. Kısa süreli göz teması potansiyel risktir.
Class 3B	Göz için tehlikeli. Cilt etkisi düşük. Yansıyan ışınlar da zararlı olabilir.
Class 4	Son derece tehlikelidir. Göz ve cilt için yüksek risk taşır. Yangına neden olabilir.

Lazer kaynak makineleri genellikle Class 4 lazer grubundadır.

Class 4 lazer özellikleri:

- En tehlikeli lazer sınıfıdır.
- Göz ve cilt için çok yüksek risk taşır.
- Yangın çıkarabilir.
- Yansıyan ışın bile ciddi hasar verebilir.
- Bu nedenle Class 4 lazerlerde:
- Kapalı kabin kullanılmalıdır (mümkünse).
- Kapı açıldığında lazeri kapatan interlock sistemi olmalıdır.

TEHLİKE


Bu ürün, kaynak veya temizlik işlemleri sırasında görünmez yüksek güçlü birincil lazer (Class 4) ve görünür kırmızı lazer (Class 2) yayar.

YANGIN VE ORTAM GÜVENLİĞİ



- Lazer kaynak işlemleri sırasında yanıcı ve patlayıcı maddelerle aynı ortamda çalışmak kesinlikle yasaktır.
- İş alanında solvent, gaz tüpü, boya gibi tehlikeli maddeler varsa kaynak işlemi öncesinde ortam tamamen güvenli hale getirilmelidir.
- Olası yangın risklerine karşı yangın söndürücü ekipmanlar erişilebilir bir konumda bulundurulmalıdır.
- Cihazın bulunduğu ortam iyi havalandırılmalı ve duman tahliyesi sağlanmalıdır.
- Kablolar sabitlenmeli ve düzenli olacak şekilde toplanmalı. Yürüyüş yollarından ve hareketli parçalardan uzak tutulmalıdır.
- Kaynak çalışmasının yapıldığı bölge kuru ve temiz tutulmalı. Zeminin kuru, temiz ve düz olması sağlanmalıdır. Kaymaz zemin kaplaması veya paspas kullanılmalıdır. Alanın düzenli temizliği sağlanmalı ve zemine dökülen maddelerin anında temizlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, kaymaz tabanlı iş ayakkabısı kullanılmalıdır (örneğin: SRC taban).

UYARI



Kabloların düzensiz kullanımı, operatörün düşmesine, kabloun zarar görmesine ve kısa devre sonucu yangın çıkmasına neden olabilir. Kablo düzeni çalışma öncesinde kontrol edilmelidir.

Duman, Gaz ve Metal Buharı Güvenliği

- Lazer kaynağı sırasında ortaya çıkan dumanlar:
- Kanserojen olabilir (özellikle Cr⁶⁺ içerikleri).
- Solunması solunum yollarında hasara neden olabilir.
- Bu nedenle: Duman tahliye sistemleri zorunludur.
- Lokal emiş (exhaust) kaynak ucuna yakın olmalıdır.
- Genel havalandırma da desteklemelidir.

Operatör koruması:

- FFP2/FFP3 maske
- Uzun süreli kapalı alan çalışmalarında duman detektörü

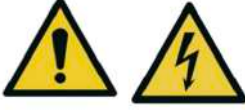
EMI/EMC UYUMLULUĞU

Lazer kaynak makineleri çalışırken elektromanyetik alanlar (EMF) ve elektromanyetik girişim (EMI) oluşturabilir. Bu durum hem çalışan sağlığı hem de çevredeki elektronik cihazlar için potansiyel riskler oluşturabilir.

Dikkat edilmesi gereken güvenlik kuralları şunlardır:

- Topraklama kontrolleri yapılmalıdır: Cihazın düzgün şekilde topraklanmış olduğundan emin olunuz. Yetersiz topraklama, elektromanyetik alanların yayılmasına sebep olabilir.
- CE belgeli cihazlar kullanılmalıdır: Elektriksel parazitlere karşı korumalı, uygun standartlara sahip (CE işaretli) ekipmanlar tercih edilmelidir.
- Tıbbi cihaz kullanan personel uyarılmalıdır: Kalp pili veya diğer hassas tıbbi cihazları taşıyan kişiler, cihazın çalıştığı ortamlarda bulunmamalı veya doktorlarına danışmalıdır.
- Elektronik cihazlara dikkat edilmelidir: Lazer kaynak makinesinin yakınında hassas elektronik cihazların (ölçüm aletleri, bilgisayarlar vb.) çalıştırılması önerilmez.
- Periyodik ölçüm yapılmalıdır: EMF maruziyet değerleri, uygun ölçüm cihazları ile belirli aralıklarla kontrol edilmelidir.
- Lazer kaynak makinesi yalnızca EMC uyumlu ortamlarda kullanılmalıdır.
- Makinenin bağlı olduğu prizlerin topraklama bağlantıları doğru yapılmalı ve periyodik olarak kontrol edilmelidir.
- Hassas cihazlarla (tıbbi cihazlar, haberleşme ekipmanları vb.) aynı ortamda çalıştırılmamalıdır.

UYARI



Elektromanyetik alanlara uzun süreli maruziyet bazı sağlık riskleri oluşturabilir. Bu nedenle cihazla uzun süreli çalışma yapan personelin korunma tedbirlerini alması zorunludur.

KİŞİSEL KORUYUCU DONANIM (KKD)

- KKD'ler, çalışma başlamadan önce giyilmeli ve kaynak işlemi boyunca çıkarılmamalıdır.
- Gözlük ve eldivenler kaynak sonrasında temizlenmeli, hasar görmüş donanımlar yenilenmelidir.
- Lazer gözlüklerinin camları çizik, çatlak veya UV hasarlı ise kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Kaynak sırasında kullanılan uygunsuz kıyafetler (naylon, sentetik, gevşek giysiler) alev alabilir ve cilt yanıklarına neden olabilir.
- KKD kullanımı, lazer ışını güvenliğini ikame etmez, yalnızca destekler. Ortam ve makine güvenliği ayrıca sağlanmalıdır.
- Gürültülü ortamlarda çalışma yapılması durumunda yüksek ses seviyesi nedeniyle, işitme koruyucu ekipman (kulaklık/tıkaç) kullanılmalıdır. Uzun süreli çalışmalarda düzenli işitme kontrolleri önerilir.

ELEKTROSTATİK BAĞIŞIKLIK (ESD)

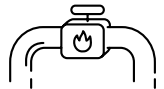
Lazer kaynak makinesinde bulunan hassas elektronik bileşenler, elektrostatik deşarj (ESD) kaynaklı gerilimlere karşı duyarlıdır. Uygunsuz zeminler, yalıtkan kıyafetler veya kullanıcıdan kaynaklı statik yükler, makine içinde ESD oluşmasına ve bu da donanım arızalarına veya nadir durumlarda yangına yol açabilir.

- Makineyi kurarken ESD uyumlu zemin kaplaması ve uygun topraklama sistemi kullanılmalıdır.
- Bakım, ayar veya elektronik bileşenlere müdahale sırasında operatörler ESD bileklikleri ve ESD önlükleri kullanmalıdır.
- Elektronik devrelere elle müdahale edilmeden önce statik yük boşaltılmalıdır.
- Ortam nemi çok düşük olduğunda (özellikle %30'un altında), ESD riski artacağından ortam nemi kontrol edilmelidir.

OPERASYON ÖNCESİ KONTROLLER

Makine açılmadan önce:

- Elektrik bağlantısı güvenli mi?
- Gaz bağlantıları doğru ve sızdırmaz mı?
- Su soğutma ünitesi aktif mi?
- Optik lens, koruyucu cam (protective lens) temiz mi?
- Nozul doğru takılı mı?
- Parametre Kontrolü



Kaynak kalitesi ve güvenlik için parametreler uygun seçilmelidir:

- Lazer gücü
- Kaynak hızı
- Nabız modu / CW modu
- Fokus mesafesi

Yanlış parametre, hem tehlike oluşturur, hem de iş kalitesini bozar.

Acil Durum Prosedürleri

Yangin durumunda:

Lazer kapatılır.

Elektrik bağlantısı kesilir.

Yangın tüpü kullanılır.

Yanıcı gaz sistemleri kapatılır.



Göz maruziyetinde:

Operasyon derhal durdurulur.

Kişi gözünü ovuşturmamalıdır.

En hızlı şekilde sağlık kuruluşuna yönlendirilmelidir.



Sistem arızalarında:

Cihaz güçten ayrılır.

Yetkili teknik servis gelene kadar cihaz kullanılmaz.



Günlük Kontrol Listesi (Özet)

Operasyon öncesi mutlaka kontrol edilmelidir:

- Lazer gözlüğü uygun mu?
- Havalandırma çalışıyor mu?
- Yangın tüpü erişilebilir mi?
- Koruyucu cam temiz mi?
- Gaz ve elektrik bağlantıları sağlam mı?
- Operatör PPE ekipmanını eksiksiz mi?
- Çalışma alanı temiz ve güvenli mi?