



Alınış tarihi (Received): 15.11.2023

Kabul tarihi (Accepted): 29.11.2023

## Temperlenmiş Camlarda Kalite Kontrolü Yapan Görme Tabanlı Prototip Tasarımı

Çetin Cem BÜKÜCÜ<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Amasya Üniversitesi, Merzifon MYO, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Amasya

\*Sorumlu yazar: cem.bukucu@amasya.edu.tr

**ÖZET:** Temperlenmiş camlar, işleminden geçirilerek güçlendirilen cam türüdür. Bu camlar, daha dayanıklı, kırılmaya karşı dirençli ve daha güvenli bir yapıya sahip olmaktadır. Bu nedenle, temperlenmiş camların kalite kontrol süreçleri oldukça önemlidir. Temperlenmiş camların kalite kontrol süreçleri, üretim aşamasının her aşamasında uygulanmalıdır. İlk olarak, kullanılan cam malzemenin kalitesi kontrol edilmelidir. Uygun cam malzemesi seçildikten sonra, camın kesilmesi ve şekillendirilmesi aşamasında kalite kontrolü yapılmalıdır. Kesme işlemi doğru ve hassas bir şekilde yapılmalı, camın doğru boyutta kesildiği ve düzgün bir yüzeye sahip olduğu kontrol edilmelidir. Şekillendirme işlemi de doğru şekilde gerçekleştirilmeli ve camların istenilen şekle sahip olduğu kontrol edilmelidir. Temperleme işlemi, camın termal olarak işlenerek dayanıklılığının artırılmasıdır. Bu aşamada, camların temperlenme özellikleri kontrol edilmeli ve işlem sırasında oluşabilecek hatalar tespit edilmelidir. İşlem sırasında oluşabilecek çatlaklar, boşluklar veya deformasyonlar gibi hatalar tespit edilmeli ve gerekli düzeltmeler yapılmalıdır. Son olarak, temperlenmiş camların boyutları, kalınlığı ve düzlüğü kontrol edilmelidir. Camların istenilen boyutlarda ve kalınlıklarda olduğu, düzgün bir yüzeye sahip olduğu ve herhangi bir hata veya kusur olmadığı kontrol edilmelidir. Böylece, kaliteli ve güvenli temperlenmiş camlar elde edilebilir. Makale, temperlenmiş cam üretiminde kalite kontrolünün önemini vurgular. Cam malzemesi seçiminden başlayarak, kesim, şekillendirme ve temperleme aşamalarında titiz kontroller gereklidir. Görme tabanlı gömülü bir sistem, temperlenmiş camları %91.1 başarı ile sayma yeteneğine sahiptir. Bu süreçlerin doğru uygulanması, yüksek kaliteli ve güvenli temperlenmiş camların elde edilmesini sağlar.

**Anahtar Kelimeler** – Temperlenmiş cam, Görüntü işleme, Prototip Tasarımı

## Vision-Based System Prototype Design For Quality Control of Tempered Glasses

**ABSTRACT:** Tempered glass is a type of glass that is strengthened by processing. These glasses are more durable, resistant to breakage and have a safer structure. Therefore, the quality control processes of tempered glass are very important. Quality control processes for tempered glass should be applied at every stage of the production process. First, the quality of the glass material used should be checked. After selecting the appropriate glass material, quality control should be carried out during the cutting and shaping of the glass. The cutting process must be done accurately and precisely, and it must be checked that the glass is cut to the correct size and has a smooth surface. The shaping process must also be carried out correctly and it must be checked that the glasses have the desired shape. The tempering process is to increase the durability of glass by thermally processing it. At this stage, the tempering properties of the glasses should be checked and any errors that may occur during the process should be detected. Errors such as cracks, gaps or deformations that may occur during the process should be detected and necessary corrections should be made. Finally, the dimensions, thickness and flatness of the tempered glasses should be checked. It should be checked that the glasses have the desired dimensions and thickness, have a smooth surface and that there are no errors or defects. Thus, quality and safe tempered glasses can be obtained. The article highlights the importance of quality control in tempered glass production. Starting from the selection of glass material, meticulous controls are required in the cutting, shaping and tempering stages. A vision-based embedded system is capable of counting tempered glass with 91.1% success. Correct implementation of these processes ensures that high-quality and safe tempered glasses are obtained.

**Keywords** – Tempered glass, Image processing, Prototype Design

## 1. Giriş

Temperlenmiş cam, özel bir ısıl işleme tabi tutularak dayanıklılığı artırılmış cam türüdür, bu yüzden temperli camlar kırıldıklarında küçük ve keskin köşeleri olamayan parçalara ayrıldıklarından dolayı oluşabilecek kazalardan yaralanmayı en aza indirmektedir. (Abdullah B.,2007) Ölçüsüne uygun kesilmiş ve işlenmiş cam panoların yumuşama noktasına yakın bir dereceye (650-700°C) kadar ısıtılıp hızla soğutulmasıyla elde edilir. (Şişecam Kitapçığı) Bu cam tipi, normal camlara göre daha dayanıklı ve çatlamaya karşı dirençlidir. Temperlenmiş camın, temper kalitesinin belirlenmesinde cama çeşitli testler uygulanarak camın dayanıklılığını, optik özelliklerini ve diğer önemli özelliklerini değerlendirmeyi amaçlar. Kalite testleri arasında yaygın olarak kullanılan bazı yöntemler : Termal şok testi, Darbe dayanımı testli, bükülme testi, yüzey inceleme testi, optik kalite testi ve kimyasal dayanıklılık testleridir (Mehmet A. ve ark.,2014).

Bu yöntemlerden biri olan kırma testinde işaretlenen yerde bulunan cam parçacığı sayılır. Cam parçacığı sayısı minimum 40 adet, maksimum 450 adet olmalıdır. Hiçbir parça 3 cm<sup>2</sup> 'den büyük olmamalıdır. İnce-uzun parçalar bıçak kenarı gibi keskin olmamalı ve yöneldiği kenar ile 45 °den büyük bir açı yapmamalıdır. İnce-uzun parçalar 7.5 cm'den uzun olmamalıdır (Ulaş K.,2008).

Temperlenmiş camların için kontrolü için oluşturulan görme tabanlı prototipte, hata oranının azaltılması için hazırlanan ortamın önemi büyüktür. Ortam kullanılan aydınlatma, kamera açısı ve yüksekliği büyük önem arz etmektedir (Şaban Ö., &Bayram A.,).

Günümüzde geleneksel metot diye adlandırılan insan gözü ile temperli camlardaki kırıkları sayma işlemi hataya ve manipülasyona açıktır. Bu tür materyaller insan sağlığı açısından hayatımızda önemli yer tutmaktadır ve sanayide ve günlük yaşantımızda kullanılan bu materyallerin kalite kontrol süreçleri çok önem arz etmektedir. Kalite sürecinin etkin, başarılı olma ve süreklilik arz etme gereği hasıl olmuştur. Uygulamada temperlenmiş camın kırma testini yapacak bir sistem mevcut değildir. Bu sebeplerden ötürü Görme tabanlı bir gömülü sistemin tasarımına ihtiyaç duyulmuştur ve prototip oluşturulmuştur. Oluşturulan sistemin doğruluğu makine öğrenmesi metotları ile test edilmiş ve % 91.1 başarı oranı ile sistemin çalıştığı belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Temperlenmiş cam türünün dayanıklılığını test etmek için birkaç yöntem kullanılabilir, Çekiç Testi: Bu test, camın dayanıklılığını belirlemek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Temas noktasında camın üzerine bir çekiçle belirli bir kuvvet uygulanır. Normal camlar çoğunlukla hemen çatlar veya kırılırken, temperlenmiş camlar daha dayanıklı olmalıdır. Ancak, bu test camın tamamen kırılmayacağını garanti etmez.

Bükme Testi: Camın bir kenarına bükme kuvveti uygulamak, temperlenmiş camın esnekliğini ve direncini ölçmek için kullanılabilir. Bu test, camın dayanıklılığını ve çatlamaya karşı direncini değerlendirmek için kullanışlı olabilir.

Top Testi: Bir top veya ağırlık, belirli bir yükseklikten temperlenmiş camın üzerine bırakılır. Bu, camın düşükten gelen ani darbelere karşı direncini test edebilir ( Şişecam Kitapçığı,

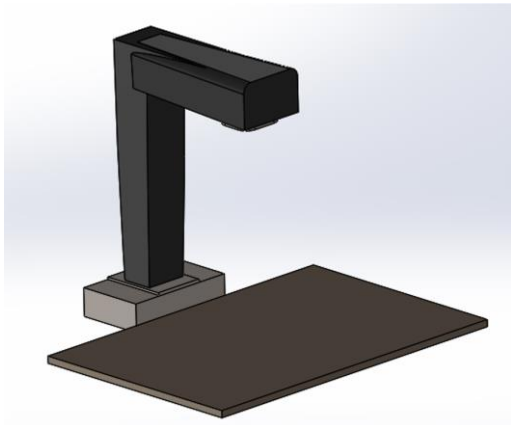
Mehmet A. ve ark, 2014). Tablo 1’de çekiç testi uygulanacak olan cam materyallerin kalınlıkları ve test sonrası minimum sayıdaki kırık oranları verilmiştir.

**Tablo 1. Çekiç Testi**  
**Table 1. Hammer Test**

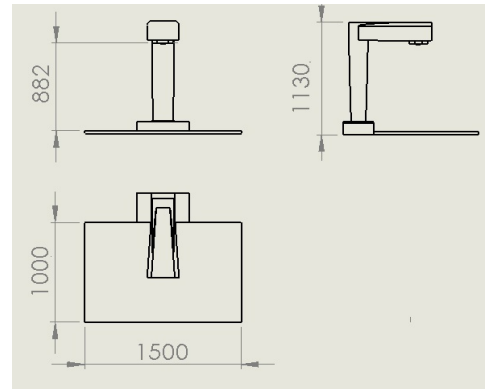
Cam Tipi	Anma Kalınlığı(d) mm	Kırık Sayısı
Float ve Çekme Düz Cam	3	15
	4 - 12	40
	15-19	30
Desenli	4-10	30

## 2.1. Prototipin Yapısı

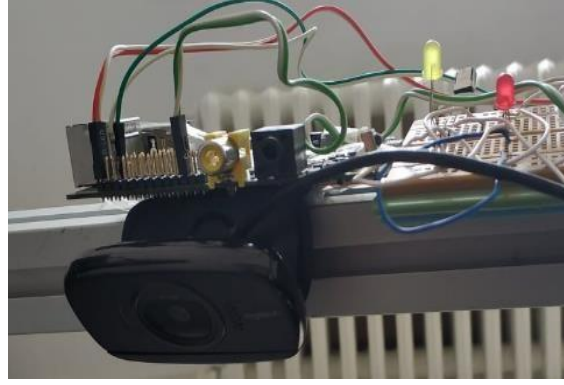
Oluşturulan prototip temperlenmiş cam ürünlerin ebatlarına göre tasarlanır. Prototip oluşturmaktaki amaç farklı kalınlıkta ve türdeki temperlenmiş cam ürünlerin doğru temperlenip tepelenmediğini ölçmektir. Çekiç testi sonrasında ortaya çıkan görüntü üzerinde parça sayımı yapmak için çevresel faktörlerin etkin olduğunu söylemek gerekir. Çevresel faktörler; ortamın aydınlatması, cam yüzeyini temizliği ve kameranın özellikleri ve pozisyonudur. Çekiç testi sonrası kırık sayma işleminde temperlenmiş camlarda temper kontrolünü yapılması için 3mm, 4mm ve 15mm camlar seçilmiştir. Seçilen ürünlerde yapılan çekiç testinde her üründe kırık sayılarının farklı olması gerekmektedir. Tablo1 ‘de kırık sayıları ve cam türleri belirtilmiştir. Bu bilgiler ışığında görme tabanlı bir prototip oluşturulmuştur.



Şekil 1. Prototip Tasarımı  
Figure 1. Prototype Design



Şekil 2. Prototip Perspektifi (3 görünüş)  
Figure 2. Prototype Perspective (3 views)



Şekil 3. Gömülü Sistem  
Figure 3. Embedded System

Şekil 1’ de tasarımlanan prototip görüntü verilmiştir. Şekil 2 Prototipin üst,ön,yan (3 görünüşünü) verilmiştir. Şekil 3 ‘de kullanılan gömülü sistemin görüntüsü verilmiştir.

Kamera ölçülecek cam ürününü tam olarak görebileceğiniz bir konuma yerleştirilmelidir (Adelson ve Wang, 1992).

Kameranın yerini belirlemek için denklem (1) kullanıldı.

$$\frac{1}{d} = \frac{h}{v} \left( \frac{1}{f} - \frac{1}{D} \right) + \frac{1}{D} \quad (1)$$

Verilen denklemde bulunan değişkenler,

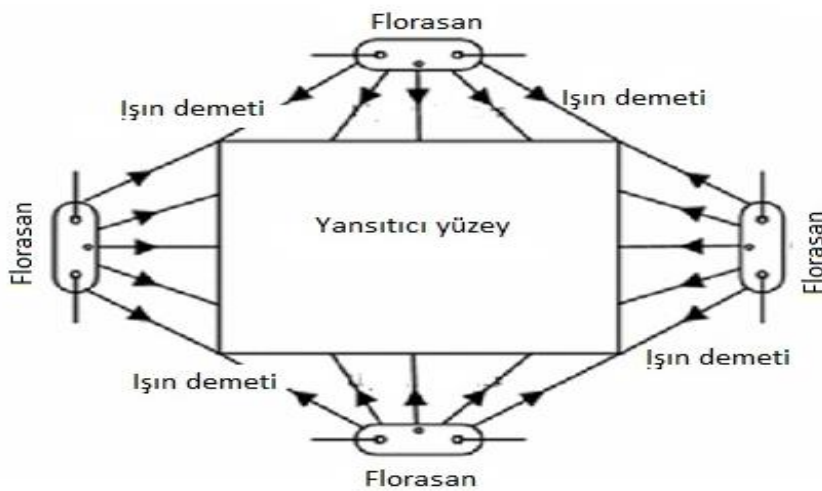
d: kamera yüksekliği,

D: nesnenin görüntüsündeki değişiklik

h: nesnenin görüntüsünün sensör düzlemindeki yer değiştirmesi

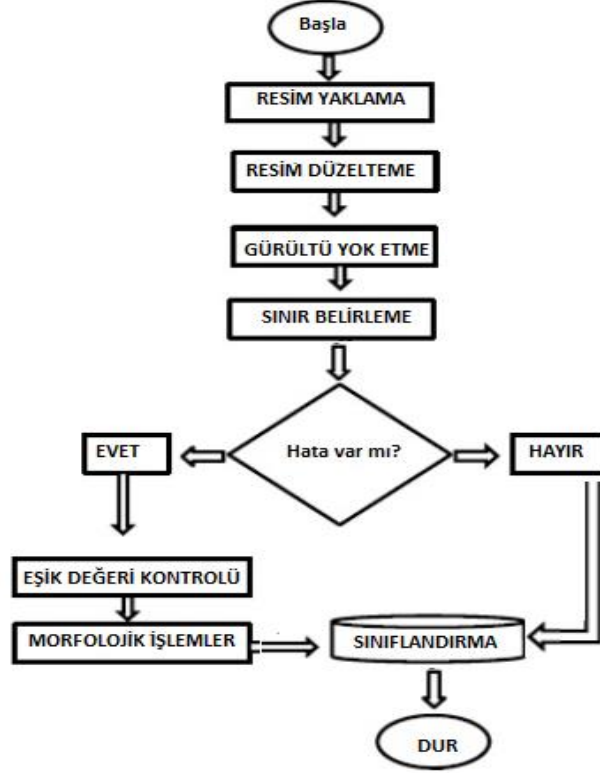
v: uzay mesafesindeki değişiklik

f: merceğin odak uzaklığı



Şekil 4. Aydınlatma Platformu  
Figure 4. Lighting Platform

Şekil 4' te dış ortamın aydınlanmasında oluşturulan prototipin sağlıklı çalışmasına önemli katkı sunmaktadır. Özellikle görüntü işlemede gürültü diye adlandırılan toz, kir gibi etmenler net olarak görüntüden ayrılması çalışma ortamının iyi aydınlatılması ile gerçekleşmektedir. (Öztürk and Akdemir, 2018).



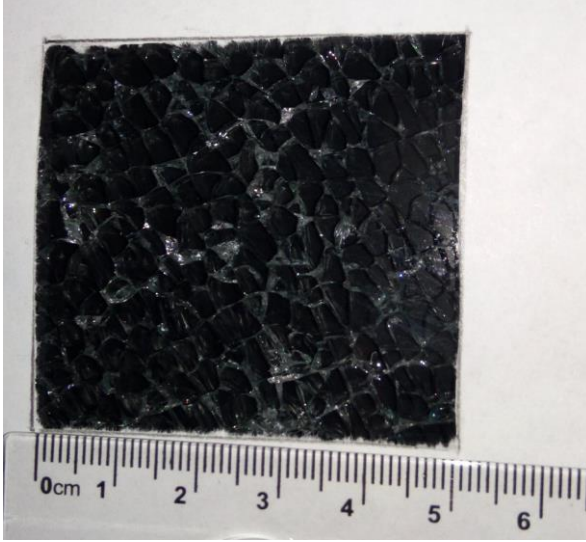
Şekil 5. Akış Diyagramı  
Figure 5. Flow Diagram

Şekil 5'de Morfolojik görüntü işleme ile temperlenmiş cam ürünler üzerinde sayma işleminin akış diyagramı verilmiştir. (Çetin Cem B.,Levent G., 2020)

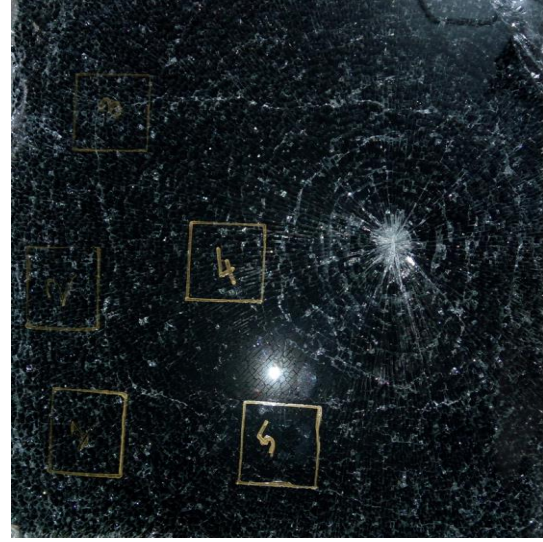
Algoritmanın işlem basamakları şunlardır;

- Resim alma / yakalama
- Resmi gri renk dönüşümü yaparak görüntü sadeleştirme
- Resimde istenmeyen pikselleri yok ederek görüntüyü daha belirgin hale getirme
- Görüntü üzerindeki nesnelerin sınırlarını belirleme
- Hata var ya da yok karşılaştırması
- Hata yok ise hata sınıflandırmasına giderek yazılımı sonlandırma
- Eğer hata tespit edilirse sınır değerine göre hata belirleme

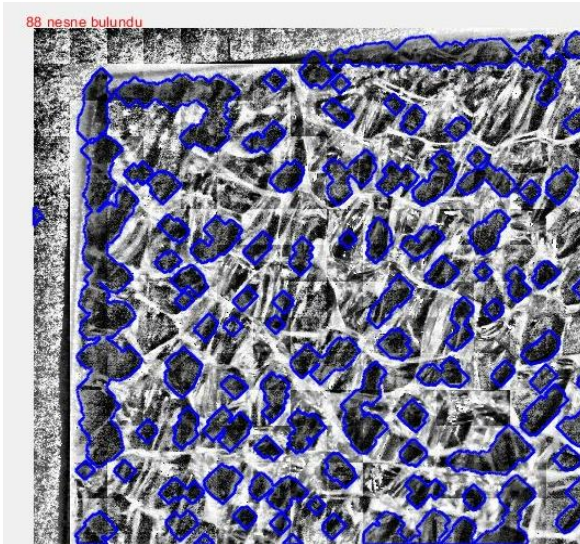
- Belirlenen hatalar morfolojik olarak hangi şekle benziyorsa hata tipini oluşturma
- Hatayı sınıflandırmak ve yazılımı sonlandırma.



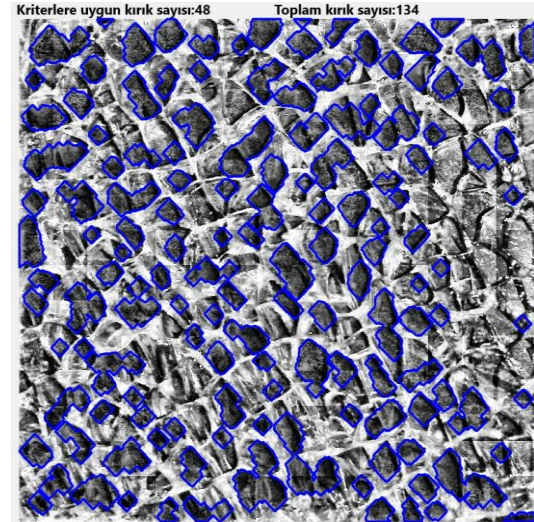
Şekil 6. Kırık cam örneği  
Figure 6. Example of broken glass



Şekil 7. Kırık cam örneği  
(5cm x 5cm 'lik bölgeleri belirlenmiş)  
Figure 7. Broken glass example  
(5cm x 5cm areas are determined)



Şekil 8. Kriter belirlenmeden yapılan sayım  
Figure 8. Counting without determining the criteria



Şekil 9. Kriterlere uygun olarak yapılan sayım  
Figure 9. Counting in accordance with the criteria

Şekil 6 da temperlenmiş bir camın çekiç testinden sonraki görüntüsü verilmiştir. Şekil 7 de kırık sayıları belirlenecek olan bölgelerin tespiti yapılmış olan cam görüntüsüdür. Şekil 8 de temperlenmiş camlarda kırıkların bazı özelliklerinin olması (parça boyutu gibi)

gerekmektedir, bu görüntüde bu kritereler uyulmadan sayım yapılmıştır ve ortaya çıkan ekran görüntüsü verilmiştir. Şekil 9 da şeklinde çekiç testi (kırama testi ) sonrasında kırık parçaların verilen norma uygun olanları sayıldıktan sonra oluşan ekran görüntüsü verilmiştir.

## 2.2. Sınıflayıcılar

### Decision tree (DT) Karar Ağaçları

Karar ağaçları, sınıflandırma problemlerini çözmek için kullanılan makine öğrenimi algoritmalarından biridir. Karar ağaçları, veri kümesini kullanarak bir dizi karar kuralı oluşturur ve bu kural setini kullanarak veri örneklerini sınıflandırır. İşte karar ağaçları sınıflandırma sürecinin temel adımları:

**Veri Toplama:** İlk adım, sınıflandırma modeli için kullanılacak olan örnek veri kümesini toplamaktır. Bu veri kümesi, özellikleri (features) ve ilgili sınıfları içermelidir.

**Özellik Seçimi:** Veri kümesinde bulunan özellikler, sınıflandırma modeli için önemlidir. İdeal olarak, veri setindeki özellikler, sınıfları en iyi şekilde ayırt etmeye yardımcı olacak şekilde seçilmelidir.

**Karar Ağacı Oluşturma:** Veri kümesi üzerinde bir karar ağacı oluşturulur. Bu ağaç, veri kümesindeki özelliklere göre sınıfları ayırt eden bir dizi karar kuralını içerir. Ağaç, veriyi sınıflandırmak için sıralı bir dizi karar düğümü ve yaprak düğümü içerir.

**Karar Ağacını Eğitme:** Karar ağacı, veri kümesindeki örneklerle eğitilir. Bu süreçte, her bir düğümdeki karar kuralı, veri kümesindeki örnekleri sınıflandırmak için ayarlanır.

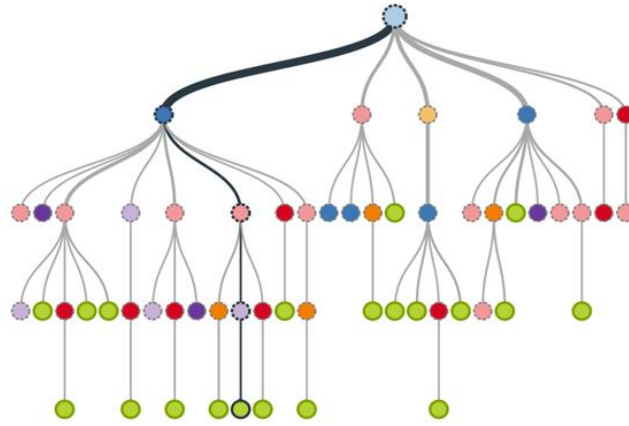
**Ağacın Değerlendirilmesi:** Oluşturulan karar ağacı, doğrulama veri kümesi veya test veri kümesi üzerinde değerlendirilir. Bu, ağacın genelleme yeteneğini kontrol etmeye yardımcı olur.

**Ağacın Düzeltilmesi (Pruning):** Ağacın aşırı uyum (overfitting) yapmasını önlemek için gerektiğinde ağaç düzeltilir. Bu, gereksiz dalların kaldırılması veya birleştirilmesi gibi düzenlemeler içerebilir.

**Sınıflandırma:** Oluşturulan karar ağacı, yeni veri örneklerini sınıflandırmak için kullanılabilir. Veri örneği, karar ağacı boyunca ilerler ve sonunda bir sınıfa atanır.

Karar ağaçları, anlaşılması kolay ve yüksek derecede yorumlanabilir modeller sağlar. Ayrıca, overfitting kontrolü gibi avantajlara sahiptirler. Bu nedenle, sınıflandırma problemlerini çözmek için yaygın olarak kullanılan bir makine öğrenimi yöntemidir.

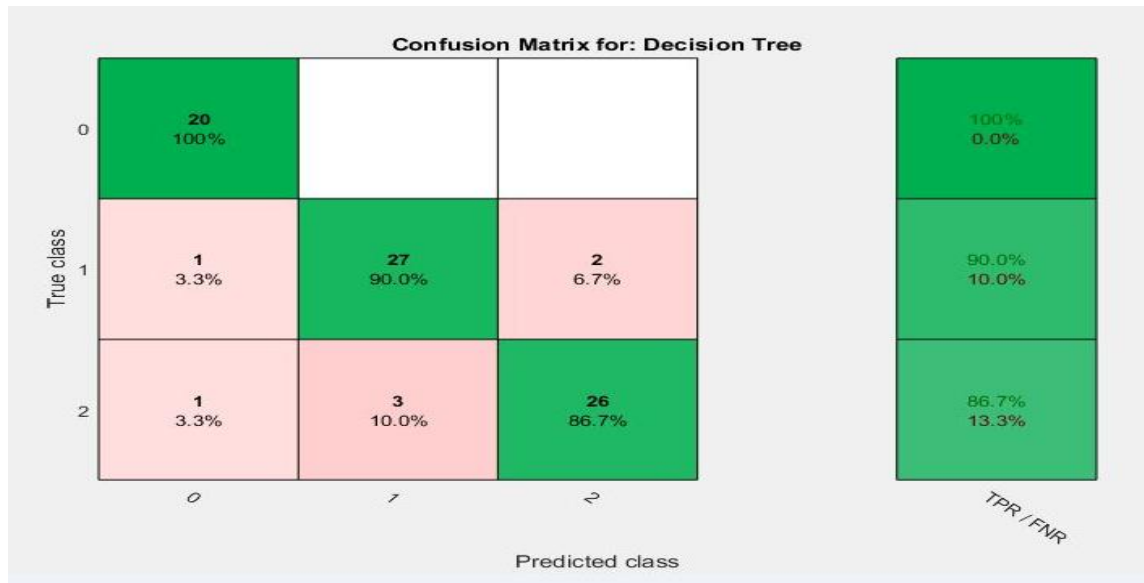
$$H(X) = \sum_{i=1}^2 p_i \log_2 p_i = -(0.5 \log_2 0.5 + 0.5 \log_2 0.5) = 1 \quad (2)$$



Şekil 10. Decsion Tree (Karar Ağacı) sınıflayıcı (Hatipoğlu, 2018)  
Figure 10. Decision Tree classifier

### Karar ağaçları 2 değişkenli modelde

Oluşturulan modelden alınan sonuçlara göre yapılan sınıflandırmada karar ağaçları sınıflayıcının başarı ortalamaları %92 nin üzerinde sonuç vermiştir.



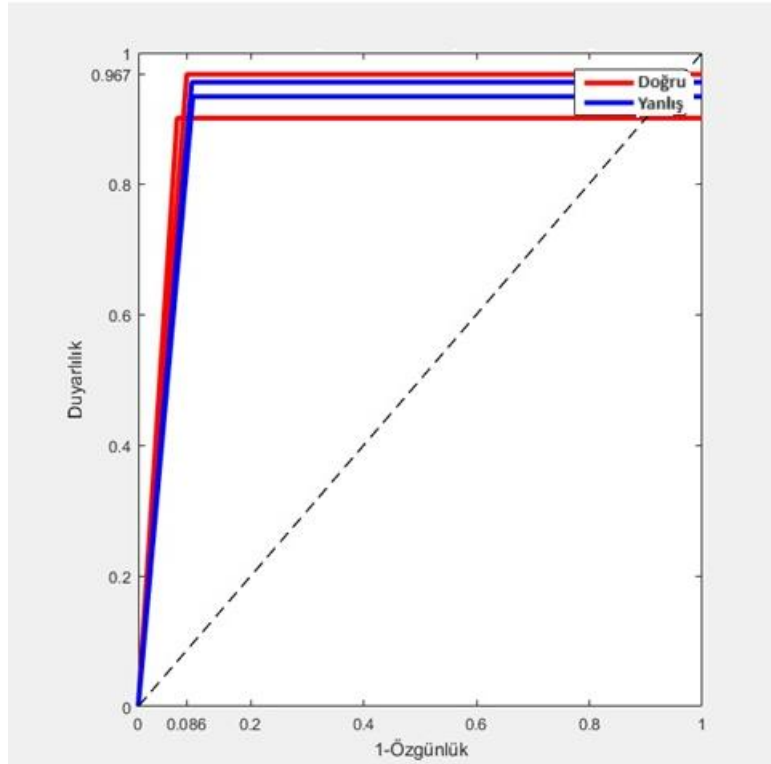
Şekil 11. Karmaşıklık Matrisi  
Figure 11. Confision Matrix

DT sınıflayıcıda başarı oranı %91.1'dir. Bu sınıflayıcıda 4mm kalınlığındaki 20 adet cam örneklerinde 3 tane, 15mm kalınlığındaki 20 adet cam örneklerinde 4 tane hata ile sayma yaparken, 3mm kalınlığındaki cam 20 adet cam örneğinde hata yapmadan sayma sayma işlemi yapılmıştır. Burada oluşan kırıkların ebatları ve sayım yapılacak olan bölge seçiminden kaynaklı olarak başarı oranı düşmüştür.



Tablo 2. Karmaşıklık matrisini metrik değerleri  
 Table 2. Confision matrix metric values

Sınıf	Doğru	Eksik
3mm	30	-
4mm	26	3
15mm	37	3



Şekil 12. ROC eğrisi

Figure 12. ROC curve

ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrisi, sınıflandırma modellerinin performansını değerlendirmek için kullanılan bir grafiksel araçtır. ROC eğrisi, sınıflandırma modelinin duyarlılığı (true positive rate) ile özgüllüğünü (true negative rate) karşılaştırarak modelin genel performansını gösterir. Bu eğri, genellikle ikili sınıflandırma problemlerinde kullanılır. ROC eğrisi, bir sınıflandırma modelinin farklı kesme noktalarında duyarlılık ve özgüllük arasındaki ticaret-off'u gösteren bir grafikdir. Eksenler genellikle şu şekildedir: Y eksenini: True Positive Rate (Duyarlılık, sensitivite veya recall)

X eksen: False Positive Rate ( Özgüllük)

ROC eğrisi, bir modelin performansını değerlendikten sonra, bu eğri altında kalan alanın (AUC - Area Under the Curve) büyüklüğü de genellikle bir ölçü olarak kullanılır. AUC'nin değeri 1'e ne kadar yakınsa, model o kadar iyi bir performans sergilemiş demektir. Şekil 7 'de gösterilen ROC eğrisinde 0,967 değeriyle verilen modelin 1 değerine çok yakın bir değer olması, ortaya konan modelin performansının göstergesidir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, temperlenmiş cam örnekleri üzerinde yapılan çekiç testi sonrası kırıkları sayan bir prototip geliştirilmiştir. Prototipin performansını değerlendirmek için farklı cam örneklerine uygulanan çekiç testlerinde kırıkların doğru bir şekilde sayıldığı gözlemlenmiştir. Prototipin makine öğrenmesi metotlarıyla (%91.1) oranında başarı ile hata sayımı yaptığı ortaya çıkmıştır. Prototip, kırıkları tespit etme konusunda yüksek bir hassasiyete sahip olup, hatalı sonuçların minimum seviyede olduğu görülmüştür. Ayrıca, prototipin hızlı ve verimli bir şekilde çalıştığı da belirlenmiştir. Kırıkların sayılması için gerekli sürenin oldukça kısa olduğu ve prototipin seri olarak çalışabilme özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları, temperlenmiş cam örneklerindeki kırıkları sayan prototipin etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Bu prototip, cam üretimi ve kalite kontrol süreçlerinde kullanılarak zaman ve iş gücü tasarrufu sağlayabilir. Ayrıca, hatalı ürünlerin tespit edilmesi ve kalite standartlarının sağlanması açısından da büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmanın sınırlamaları da bulunmaktadır. Örneğin, prototip sadece temperlenmiş cam örneklerinde kullanılabilir ve diğer cam türlerindeki kırıkları tespit etme yeteneği sınırlı olabilir. Ayrıca, prototipin kullanımının bazı durumlarda insan hatasına bağlı olabileceği unutulmamalıdır.

### 4. Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışma temperlenmiş cam örnekleri üzerinde yapılan çekiç testi sonrası kırıkları sayan bir prototipin %91.1 başarı oranı ile sayma işlemi yapmıştır. Prototipin performansı, gelişmiş görüntü işleme algoritmaları ve makine öğrenimi tekniklerinin başarılı bir şekilde entegre edilmesine dayanmaktadır. Ayrıca, prototipin gerçek dünya koşullarında test edilmesi ve saha denemelerinde başarılı sonuçlar elde etmesi, pratik uygulanabilirliğini desteklemektedir.

Çalışmanın sınırlamaları da göz önüne alındığında, prototipin gelecekteki geliştirmelere açık olduğu ve daha geniş bir ürün yelpazesini kapsayacak şekilde optimize edilebileceği vurgulanmıştır. Bu araştırmanın, temperlenmiş cam tespiti konusundaki literatüre önemli bir katkı sağladığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, geliştirilen prototip, endüstriyel uygulamalarda kullanılmak üzere temperlenmiş cam ürünlerin tespiti konusunda etkili ve güvenilir bir çözüm sunmaktadır. Gelecekte, bu prototipin daha geniş bir kullanıcı kitlesi ve endüstri tarafından benimsenmesi beklenmektedir.

## 5. Kaynaklar

- Adem, K., Orhan, U., 2013. Imaging processing-based quality control of transversal seams in Tetra Brik Aseptic cartons, 2013. 21st Signal Process. Commun. Appl. Conf., pp. 1–4, 2013.
- Akçay, M. Sekmen, Y., Gölcü, M., 2014. Oto Cam Temperleme İşleminde Isıtma ve Soğutma Sıcaklıklarının Ani Soğutma Süresine Ve Parçacık Sayısına Etkisi, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University Cilt 29, No 3, 605-615, 2014 Vol 29, No 3, 605-615, 2014
- Anonim, BM TRADA, Genel bilgi ve zorunlu ilk tip testleri.
- Anonim, Şişecam emniyet Camda ve güvenlik kitapçığı.
- Büyükyıldız, A. (2007). PLC Kullanılarak Cam Temperleme Fırınının Otomasyonu. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13 (2), 247-256.
- Bükücü, Ç.C., Gökrem, L., (2020). A New Prototype That Performs Real-Time Error Detection in Glass
- Hocenski, Z., Vasili, S., & Hocenski, V., (2006). "Improved canny edge detector in ceramic tiles defect detection," IECON Proc. (Industrial Electron. Conf.), pp. 3328–3331, 2006.
- Kaçar, U., 2008. Otomotiv Camlarının Temperlenmesi ve Şekillendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi Namık Kemal Üniversitesi, Konya, Türkiye
- Keser, T. Hocenski, Z., & Hocenski V., (2010). "Intelligent machine vision system for automated quality control in ceramic tiles industry," Strojarsstvo, vol. 52, no. 2, pp. 105–114, 2010.
- Körpe K., 2022, Dijital Baskı Prosesinin Beyaz Eşya Temperli Camlarına Uygulanmasının Araştırılması, International Joint Conference on Engineering, Science and Artificial Intelligence-IJCESAI
- Körpe, K., 2021, Pürüzlülüğü azaltılmış, kısmi matlanmış, temperli fırın camlarının üretim metodu ve karakteristik analizi, seramik-journal of the turkish ceramics society, 1(3) 1-6.
- Öztürk, Ş. , & Akdemir Ş., 2018." Fuzzy logic-based segmentation of manufacturing\_ defects \_on \_reflective \_surfaces". Products, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, Cilt/Volume:12
- Spinola, C., Canero, G. J. G., Moreno-Aranda, J. M. Bonelo, & M. Martin-Vazquez, (2011). "Real-time image processing for edge inspection and defect detection in stainless steel production lines," 2011 IEEE Int. Conf. Imaging Syst. Tech. IST 2011 - Proc., no. May, pp. 170–175, 2011.
- Zhao, J. Q. J. Kong, Zhao, X., J. Liu, & Y. Liu, (2011). "A method for detection and classification of glass defects in low resolution images," Proc. - 6th Int. Conf. Image Graph. ICIG 2011, pp. 642–647, 2011.