

TASARIM VE İMALAT İÇİN MALZEME SEÇİMİNE YÖNELİK İNTERNET TABANLI BİR YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ

Erdem Çiltepe¹, Hüseyin Gürbüz^{2*}, Ulvi Şeker³

¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Eğitimi Bölümü, Ankara

²Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara

³Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Ankara

*huseyin.gurbuz@hacettepe.edu.tr

Özet: Malzeme seçimi, tasarımda en önemli ve vazgeçilmez unsurlardan biridir. Malzemelerin çok çeşitli yapı ve özelliklere sahip olması, tasarımcıyı malzeme seçiminde daha dikkatli ve bilinçli olmaya itmektedir. Dolayısıyla bunun sağlanması için malzemeler hakkında ve malzeme seçimi konusunda belli bir bilgi düzeyine sahip olunması gerekir. Kullanım yerleri dikkate alındığında, hangi malzemenin en uygun olduğu ve malzeme seçiminde hangi yöntemin tercih edileceğinin oldukça önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bilgisayar ortamında uygun programlama dili yardımıyla yazılmış programlar kullanılarak, isteklere uygun, ideal ve alternatif çözümler ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışmada tasarımda ihtiyaç duyulan malzemenin internet ortamında "PHP" programlama dili ve "MYSQL" veritabanı yardımıyla, girilen verilere göre en uygun şekilde seçilmesi hedeflenmiştir. Her alanda malzeme üreticisi ve tüketicisi arasında sorunları en aza indirmeyi hedefleyen bu çalışma yeni veri girişlerinin yapılmasına da imkân sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Malzeme seçimi, Proses seçimi, Mekanik Tasarım, Talaşlı İmalat

Developing An Internet Based Software Intended For The Material Selection For Design And Manufacture

Abstract: Material selection is the most important and indispensable element in design. To have a very different structure and properties of material, it is forcing the designer in selecting the material to be more careful and conscious. Therefore, to ensure that, we should have a certain level of knowledge about material and materials selection. Given the locations of using areas which material is best and which method is the preferred choice of materials is arising a very important factor. By using computer programs written with the help of the appropriate programming language, comply with the request, ideal and alternative solutions may occur. Therefore, in this study, the needed materials in design, entering data with the help of "PHP" programming language and "MYSQL" database over internet media, for selecting the most appropriate way is aimed. Appropriate material selection is also a financially gain and as well as a solution to prevent loss time and labor earnings. This study aims to minimize issues between the material producer and consumer in all areas, and as well as provides the opportunity provides the opportunity to make new data entries.

Key words: Materials Selection, Process Selection, Mechanical Design, Machining

1. GİRİŞ

Malzeme bilgisi, tasarım yapan her mühendis ve teknik elemanın bilgi dağarcığında bulundurması gereken en önemli bilgiler arasında yer alır. Tasarım sonucunda ortaya çıkarılan ürünün kaliteli ve düşük maliyetli olabilmesi, malzeme türlerini ve kabiliyetlerini iyi tanımaktan geçer. Tasarım esnasında tasarımcının karşılaşılabileceği birçok problemin çözümünün özünde malzeme bilgisinin önemli bir yer tuttuğu unutulmamalıdır. Tasarımcının geniş bir malzeme bilgisi alt yapısı ile ortaya koyduğu tasarımı, ihtiyaca en uygun şekilde cevap verir. Günümüzde teknolojinin göstermiş olduğu bu hızlı değişim ve gelişim beraberinde çok çeşitli malzemelerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Yeni nesil bu geniş malzeme yelpazesi içinde, dayanımı yüksek, kaliteli, hafif ve daha birçok farklı özelliklerine sahip malzeme çeşitliliği ortaya çıkmaktadır. Bu durum tasarımcı için malzeme bilgisinin önemini bir kat daha artırmaktadır. 2000'den fazla çelik türü olması teknolojik gelişmelerin bir göstergesidir. Plastik malzemelerin sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Diğer malzemeler için de benzer gelişmeler söz konusudur. Tasarlanan bir makine elemanından beklenen görev ile üretim yöntemi gibi etkenler malzeme seçimini etkilemektedir. Genel olarak en doğru malzeme; beklenen işlevi yerine getiren, istenen şartları tam sağlayan, en ekonomik malzemedir şeklinde değerlendirme yapılabilir [1]. Mekanik özelliklerinin hangisinin daha önemli olduğu, uygulamanın gerilim türleri, çalışma şekli, uygulanan yükler ve çalışma şartları incelenerek tespit edilir. Uygulamada gerekli olan fiziksel, kimyasal ve boyut özellikleri gözden geçirilerek en önemlileri tespit edilir. Çalışma şartlarına bağlı olarak gerektiğinde mekanik, ısı veya genleşme özellikleri daha önemli olabilir [2]. Bu çalışmada tasarımın önemli ve vazgeçilmez bir unsuru olan malzeme seçimine kolay ve hızlı çözüm getirecek bir malzeme seçim yazılımı hazırlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, tasarımda ihtiyaç duyulan malzemenin, internet ortamında "PHP" programlama dili ve "MySQL" veritabanı yardımıyla girilen verilere göre en uygun malzemenin seçilmesidir. Uygun malzeme seçimi hem maddi açıdan kazanç hem de zaman ve iş gücü kaybını önleyebilecek bir çözümdür. Bilgisayar ortamında gerekli programlama dili yardımıyla girilen verilere göre, isteklere uygun alternatif çözümler ortaya çıkabilmektedir. Her alanda malzeme üreticisi ve tüketicisi arasında sorunları en aza indirmeyi hedefleyen bu çalışma, yeni veri girişlerinin yapılmasına da imkân sağlanmaktadır.

2. TASARIMDA KARAR KRİTERLERİ

Belirli bir uygulama için hangi malzemenin daha uygun olduğuna karar verirken göz önünde bulundurulması gereken çeşitli kriterler vardır. Bunlar; elde edilebilirlik, işlenebilirlik ve maliyet'tir.

Eldede edilebilirlik: Malzemelerin nitelikleri göz önüne alınmadan önce, eğer malzeme kolay elde edilebilir değilse bir tasarım yapmak mantıksızdır. Burada sözü edilen elde edilebilirlik malzemenin maliyeti ve istenilen şekilde bulanabilmesidir. Malzemenin tedarik edilmesindeki aksama, üretimin durmasına veya üretimin düşük kapasite de devam etmesine neden olur [3].

İşlenebilirlik: İşlenebilirlik, tasarımcı tarafından dikkate alınması gereken en önemli malzeme seçim karar kriterlerinden birisidir. Malzeme seçimi, imalat maliyetinin önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Tasarım da hangi malzemenin en uygun olduğuna karar verirken, malzemenin çalışma koşullarına uygunluğunun yanında, malzemenin üretim yöntemlerine uygunluğu da dikkate alınmalıdır. Yüksek performanslı alaşımların işlenebilirlikleri düşük olduğundan bunların işleme maliyeti karbonlu çeliklerinkine göre nispeten daha yüksektir. Bu yüzden işlenebilirlik malzeme seçiminde önemli bir kriterdir [4].

Maliyet: Malzeme seçiminde çalışma koşullarına uygun olan, en ucuz malzemeyi seçmek önemlidir. Tasarım için bir malzeme seçerken maliyet, kullanılabilme zamanı ile birlikte düşünülmelidir. Tasarımı yapılan bir makine parçasının belirli bir ömre de sahip olması istenir. Seçilen malzeme belirlenen ömrünü tamamlamadan kullanılamaz hale gelmişse ekonomik değildir. Bunun yanında başlangıçta pahalı olsa bile uzun süre kullanılabilen malzeme daha ekonomik olabilir [4].

3. MÜHENDİSLİK MALZEMELERİNİN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Teknik anlamda yararlı özellikleri nedeni ile mühendislik uygulamalarında kullanılan katı maddelere veya cisimlere malzeme adı verilir. Mühendis malzeme seçimi yaparken mukavemet, elektrik iletkenliği, ısı iletkenliği, yoğunluk vb. özellikleri dikkate almak zorundadır. Mühendislik malzemeleri geleneksel olarak beş ana gruba ayrılır. Bunlar; metalik malzemeler, seramik malzemeler, organik malzemeler, kompozit malzemeler ve metal dışı yardımcı malzemelerdir. Bir sınıfın üyesi genelde; benzer özellikler, benzer işlem yolları ve sık sık benzer uygulamalara sahiptir [1]. Metaller, bir yada daha fazla metalik elementten meydana gelen veya bazı metalik olmayan

elementleri de içeren organik olmayan maddelerdir. Metaller genel olarak iki sınıfa ayrılırlar; çelik ve dökme demir gibi büyük oranda demir içeren demir esaslı metaller ile demir içermeyen veya nispeten çok az miktarda demir içeren demir dışı metallerdir. Seramik malzemeler kimyasal olarak birbirine bağlı metalik ve metalik olmayan elementlerden oluşan, organik olmayan malzemelerdir. Seramik malzemeler kristalli veya kristalsiz ya da bu ikisinin karışımı olabilirler. Seramik malzemelerin çoğu yüksek sertliğe ve yüksek sıcaklık dayanımına sahip olmakla birlikte, mekanik olarak kırılırlar [5]. Organik malzemeler, karbonun başta hidrojen olmak üzere O, N, S, Si ve hidrojenlerle çeşitli oranlarda oluşturduğu bileşiklerdir. Moleküler yapıya sahiptirler. Mukavemetleri daha fazla olduğu için, mühendislik açısından özellikle büyük molekülü organik malzemeler önem taşır [6]. Kompozitler; iki malzemenin, orijinal malzemelerle elde edilemeyen bir özellik kombinasyonunu elde etmek için birleştirilmesinden oluşurlar. Kompozit malzemeler alışılmışın dışındaki mukavemet, ağırlık, yüksek sıcaklık performansı, korozyon direnci, sertlik ve iletkenlikten oluşan kombinasyonları elde etmek için seçilebilmektedir. Kompozitler, metal-metal, metal-seramik, metal-polimer, seramik-polimer, seramik-seramik veya polimer-polimer olabilmektedir [7]. Malzemeler çok çeşitli yapı ve özelliklere sahiptirler. Tasarımcı, tasarımı esnasında kullanabileceği çeşitli malzemeler arasından doğru tercihin hangisi olduğuna karar verebilmesi için malzeme özelliklerini iyi bilmesi gerekir. Tasarımcının bilmesi gereken malzeme özellikleri en genel anlamda;

- Kimyasal özellikler,
- Fiziksel özellikler,
- İşlenebilirlik özellikler

şeklinde sıralanabilir.

4. MALZEME SEÇİM YAZILIMININ YAPISI

Tüm kullanıcıların zaman ve mekândan bağımsız bir şekilde ulaşabilecekleri bir platform düşünüldüğünde, ilk akla gelen web yazılımcılığıdır. Bu sebeple herkesin kolayca ulaşabilmesi için malzeme seçim yazılımı web ortamında hazırlanmıştır.

4.1. PHP (Personal Home Page (Kişisel ana sayfa))

Personel Home Page'in kısaltmasından oluşan PHP bir web işaretleme dilidir. PHP aslında ASP'nin (Active Server Pages (Etkin Sunucu Sayfaları)) alternatifi olarak görünse de, ilerleyen zamanlarda PHP kendine rakip kabul etmez hale gelmiştir [8]. PHP bir kod parçası dilidir ve PHP ile yazılan kodlar bir editörde yazılıp PHP veya (kullanılan sürüme göre) PHP, PHP3 gibi uzantılı dosya olarak kaydedilir. PHP ile yazılan dosyalar derlenmezler. Sadece Web Server'da bu dilde yazılmış kod parçası yorumlayabilecek bir PHP yorumlayıcı yazılım mevcuttur. Bu yorumlayıcı yazılmış PHP kod parçalarını Web Server'ın anlayabileceği bir biçime dönüştürür ve yollar [9]. PHP'nin kolay kullanımı ve esnek bir yapıya sahip olması bu yazılımda tercih sebebi olmuştur. PHP'nin kullanıcıya sağladığı birçok faydaları vardır [10].

4.2. MySQL Veritabanı Yönetim Sistemi

MySQL, altı milyondan fazla sistemde yüklü bulunan çoklu iş parçacıklı, çok kullanıcı, hızlı ve sağlam bir veritabanı yönetim sistemidir. Veritabanı içinde bilgiler tablo adı verilen gruplar halinde bulunur. MySQL, tuttuğu tablolarla çok kullanıcı sistemlerde söz konusu olan erişim hakları sorununu başarılı bir şekilde çözmektedir. Kaynak kodu açık olan MySQL pek çok platform için çalıştırılabilir ikilik kod halindeki indirilebilir sürümleri de mevcuttur. Ayrıca veri tutarlılığını sağlama işinin yazılımcıya bırakılması tercih edilmiştir, ancak bu bir dezavantaj olarak görülmeyebilir. Çünkü pek çok veritabanı yazılımcısı VTYS'lerdeki veri tutarlılığının esnek olmayan, zorlayıcı bir özellik olduğu düşünülmektedir [11].

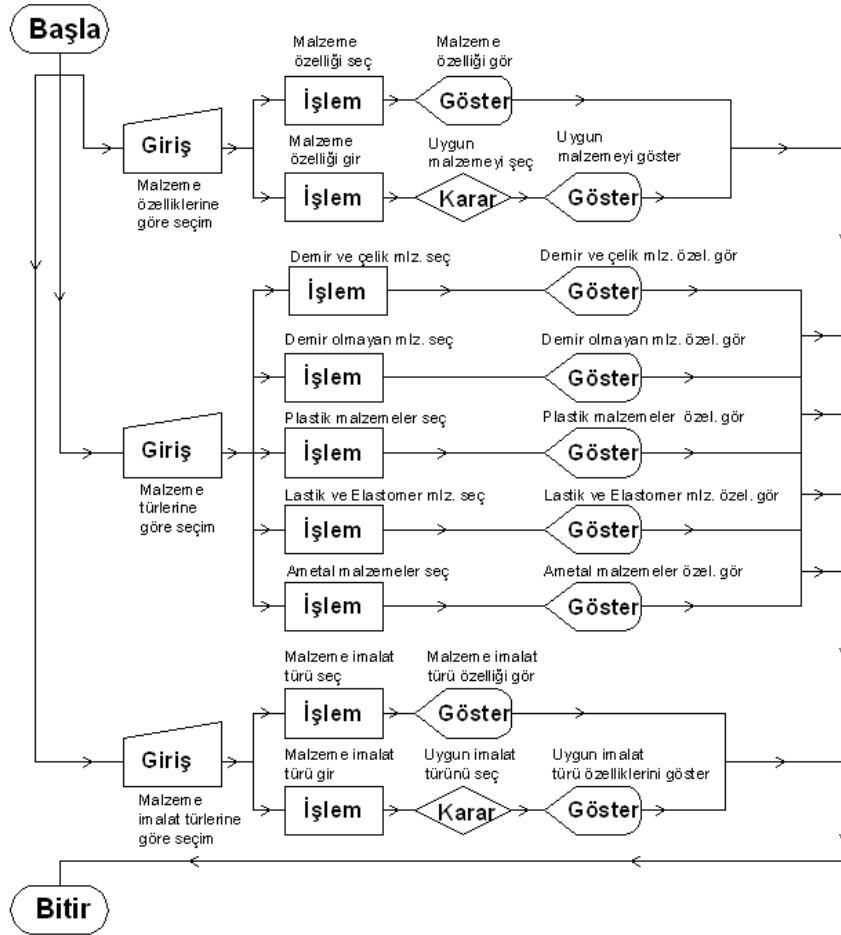
4.3. Yazılım Akış Şeması

Yazılımın yapısına genel olarak bakıldığında hazırlanacak yazılımın amacı doğrultusunda tüm ihtiyaçları karşılayacak en iyi web yazılımlama dili PHP, en iyi veritabanı yönetim sisteminin de MySQL olduğu görülmektedir. Kullanıcının malzeme özellikleri, malzeme türleri ve malzeme imalat yöntemlerine göre yaptığı bir seçimde PHP yazılımı, veritabanından seçilen özellikteki malzemeyi kullanıcı ekranına döndürmektedir. Bu veri tabanındaki malzemelere ait özellikler geniş kapsamlı bilgileri içeren kaynaklardan alınarak hazırlanmıştır [12].

Yazılımın akışına bakıldığında;

- i. Kullanıcı gereksinim duyduğu malzemeye ait verileri yazılıma girer.
- ii. PHP girilen verileri MySQL veritabanına gönderir.
- iii. MySQL veritabanı da girilen değerlere göre en uygun malzemeleri özellikleriyle birlikte PHP yazılımına geri gönderir.
- iv. PHP yazılımı kullanıcının girdiği verilere göre en uygun malzemeleri ekrana yansıtır.

Hazırlanan malzeme seçim yazılımının sahip olduğu bu akış şeması Şekil 2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Yazılım akış şeması.

5. MALZEME SEÇİM YAZILIMININ YAPISI VE PROGRAMIN ÇALIŞMASI

Yazılımın ana penceresi Şekil 3.'de görüldüğü gibi üç ayrı seçim menüsünden oluşmaktadır. Bu menüler tasarımcıya malzeme seçimi yaparken doğru malzemeye en hızlı şekilde ulaşması için farklı yollar sunmaktadır. Birinci menüde "Malzeme Özelliklerine Göre Seçim" kısmı bulunmaktadır. Burada kullanıcı tarafından seçilen bir özelliğin (örneğin: özgül ağırlık, çekme dayanıklılığı vb.) hangi malzemelerde ne gibi değerlere sahip olduğu maksimum ve minimum değerlerine göre kullanıcıya sunulduğu gibi bir veya birkaç özelliğe girilen verilere göre de seçim yapabilmektedir. İkinci menüde "Malzeme Türlerine Göre Seçim" kısmı vardır. Burada türüne göre seçilen malzemenin tüm özellikleri (kimyasal kompozisyonu, mekanik özellikleri, işlenebilirlik özellikleri vb.) kullanıcıya sunulmaktadır.



Şekil 3. Yazılım ana menüsü.

Üçüncü menüde ise "Malzeme İmalat Yöntemlerine Göre Seçim" kısmı bulunmaktadır. Burada ise kullanıcıya piyasada yaygın olarak kullanılan imalat yöntemleri hakkında, işlem, avantaj ve kısıtlamalar şeklinde genel bir bilgi verildiği gibi istenilen bir imalat yöntemine göre en uygun malzemeler kullanıcıya sunulur.

5.1. Malzeme Özelliklerine Göre Seçim

Kullanıcı "Malzeme Özelliklerine Göre Seçim" butonuna tıkladığında Şekil 4'de gösterilen pencere açılmaktadır. Bu pencerede "Malzeme Özellikleri" ve "Malzeme Özelliklerine Göre Seçim" butonu bulunmaktadır. Burada "Malzeme Özellikleri" butonuna tıkladığında kullanıcıdan ihtiyaç duyduğu bir

malzeme özelliği (örneğin: özgül ağırlık, çekme dayanıklılığı vb.) seçmesi istenir. Kullanıcı tarafından seçilen özelliğe sahip malzemelerin ne gibi değerlere sahip olduğu maksimum ve minimum değerlerine göre kullanıcıya sunulmaktadır. Kullanıcı bu sayede kullanmayı düşündüğü malzeme özelliği hakkında genel bir fikir edinmektedir. “Malzeme Özelliğine Göre Seçim” butonuna tıklandığında ise kullanıcıya aradığı malzemeye dair tasarımda hesaplanan verileri girmesi istenir.

TASARIM ve İMALATTA MALZEME SEÇİMİ



Şekil 4. Malzeme özelliklerine göre seçim penceresi.

Kullanıcının bir veya birkaç malzeme özelliğine ait maksimum, minimum veya her ikisine göre girmiş olduğu verilere en uygun malzemeyi seçerek ekran da gösterdiği gibi aynı zamanda alternatif malzemelerde sunmaktadır. Yazılım kullanıcının girmiş olduğu birkaç farklı özelliği aynı anda sağlayan en uygun malzemelerden beş tanesini gösterir ve her özelliğe göre de ayrı ayrı sonuç gösterebilmektedir.

5.2. Malzeme Türlerine Göre Seçim

Yazılımın ikinci bölümünü oluşturan malzeme türlerine göre seçim menüsü içerisinde en fazla malzeme özelliği bulunduran kısımdır. Bu bölümde malzemeler beş ayrı kategoride toplanmaya çalışılmıştır. Bunlar demir ve çelik malzemeler, demir olmayan malzemeler, plastik malzemeler, lastik ve elastomer malzemeler ve ametal malzemeler olmak üzere kullanıcının ihtiyacı duyabileceği birçok malzemeyi içerisinde barındırmaktadır. Şekil 5.'de malzeme türlerine göre seçim penceresi görülmektedir.

TASARIM ve İMALATTA MALZEME SEÇİMİ



Şekil 5. Malzeme türlerine göre seçim penceresi.

Kullanıcı istediği malzemeler içerisinde herhangi bir malzemenin özelliklerini görmek için sadece o malzeme üzerine tıklaması yeterli olacaktır. Kullanıcı seçtiği malzemeye ait görmek istediği tüm özellikleri burada bulabilecektir.

5.3. Malzeme İmalat Yöntemlerine Göre Seçim

Yazılımın son bölümünü oluşturan seçim yöntemi ise Şekil 6.'da gösterilen "malzeme imalat yöntemlerine göre seçim" menüsüdür. Bu seçim menüsünün oluşturulmak istenmesindeki amaç malzemelerin özelliklerinin ve türlerinin yanında bu malzemenin nasıl imal edildiği de malzeme seçimini etkileyen önemli etkenlerden biri olmasındandır. Bu nedenle bu bölümde malzeme üretim yöntemlerine dair işlem, avantajlar ve kısıtlamalarla ilgili geniş bir bilgi sunulmuştur. Kullanıcı bu bilgileri aldıktan sonra, tasarıma en uygun malzemeyi seçmek için bir yada birkaç malzeme imalat yöntemi seçer. Yazılımda yapılan bu seçim sonrası kullanıcıya en uygun malzemeleri gösterir.

TASARIM ve İMALATTA MALZEME SEÇİMİ



Şekil 6. Malzeme imalat yöntemlerine göre seçim penceresi

Kullanıcı “malzeme imalat yöntemlerine göre seçim” butonuna bastığında karşısına “malzeme imalat özellikleri” ve “malzeme imalat türüne göre seçim” butonu gelmektedir. Kullanıcının buradan “malzeme imalat özellikleri” butonuna tıkladığında ekrana “Malzeme imalat özellikleri” penceresi açılacaktır. Buradan hangi imalat yönteminin nasıl bir işleme tabi tutulduğu, bu yöntemin avantajlarını ve kısıtlamalarını detaylı olarak görebilmektedir. “Malzeme imalat türüne göre seçim” butonuna tıkladığında ise ekrana bir başka pencere gelmektedir. Bir önceki kısımda malzeme imalat özelliklerini gören kullanıcı buradan da tasarımına uygun yöntemlerden bir veya birkaç tanesini seçmek suretiyle kendisine en uygun malzeme gösterilmektedir. Bu malzeme üzerine tıkladığında malzemeye ait tüm bilgiler kullanıcıya sunulmaktadır. Genel olarak bakıldığında hazırlanan bu yazılım kullanıcıya malzeme seçim konusunda çok büyük kolaylıklar sağlamakla beraber belki de tasarımın en önemli yönünü oluşturan malzeme seçme işine sadece birkaç tuşa basmak suretiyle, kolayca destek verebilmektedir. Böylece malzeme seçimine harcanan zaman minimuma indirilmeye çalışılmıştır. Yazılımın “malzeme özelliklerine göre seçim”, “malzeme türlerine göre seçim” ve “malzeme imalat yöntemlerine göre seçim” olarak üç ayrı seçenek sunması seçimi daha da kolaylaştırmakla birlikte hedefe ulaşmakta farklı yollar sunmaktadır. Böylece tasarımcının doğru malzemeye en kısa zaman da ulaşmasının sağlamaktadır. Ayrıca malzeme seçim yazılımına kullanıcı her nerede olursa olsun internet ortamından yazılıma kolayca ulaşım ihtiyacı duyduğu malzemeyi seçebilmektedir. Söz konusu programa <http://malzeme.htmucin.com/> adresinden açık materyal olarak her kullanıcı rahatlıkla ulaşabilir.

6. SONUÇ

Kullanım yerleri dikkate alındığında hangi malzemenin en uygun olduğu ve hangi malzemenin kullanılması için uygun seçimin yapılmasının oldukça önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada mekanik tasarımda ihtiyaç duyulan malzemenin internet ortamında “PHP” yazılım lama dili ve “MySQL” veritabanı yardımıyla en uygun malzemeyi seçen bir yazılım tasarlanmıştır. Hazırlanan bu yazılımın içerisinde birçok malzemeye ait çok detaylı özellikleri bulundurması sebebiyle tasarımcının malzeme seçimindeki kararını büyük ölçüde kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Yapılan çalışma değerlendirildiğinde, elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- Ülkemizde bu konuda bu güne kadar yapılan çalışmalarda genellikle tek tür malzeme seçim yazılımları (örneğin: çelik seçim yazılımı, plastik seçim yazılımı, alüminyum alaşımları seçim yazılımı vb.) hazırlanmıştır.

Bu çalışmada ise bütün mühendislik malzemelerini içine alan (demirler, çelikler, plastikler, lastikler, seramikler, ametalle vb.) geniş bir malzeme yelpazesine sahip ve tasarımcının istediği tüm malzemeleri bulabileceği bir malzeme seçim yazılımı oluşturulmuştur.

- Tasarlanan malzeme seçim yazılımının veritabanında birçok malzemeye ait kimyasal kompozisyon, fiziksel özellik, mekanik özellik, işlenebilirlik özellikleri ve korozyon özelliklerinin bulunmasından dolayı tasarımcıyı geniş bir katalog tarama sorunundan kurtardığı gibi büyük bir zaman kazancı da sağlamaktadır.
- Malzeme seçimine ihtiyaç duyan tüm tasarımcıların malzeme seçim yazılımına kolay bir şekilde ulaşabilmeleri için <http://malzeme.hitemucin.com/> web ortamı tercih edilmiştir.

7. KAYNAKLAR

- [1] Koç, E., 2003. Makine Elemanları, Cilt 1, *Nobel Yayınevi*, Adana, s. 50-51.
- [2] Çetinkaya, C., 1988. Malzeme Seçimi ile İlgili Bilgisayar Programı Yazılımı, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 1-5, Ankara.
- [3] Fındık, F., 2009. Malzeme Seçimine Genel bir Bakış, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 50 (591): s. 25-31.
- [4] Topbaş, M.A., 1993. Endüstri Malzemeleri, Cilt I, *Prestij Yayınevi*, İstanbul, s. 80-95.
- [5] Kınıkoğlu, N.G., 2001. Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, *Literatür Yayınları*, İstanbul, s. 547-548.
- [6] Güleç, Ş., 2000. Malzeme Ders Notları, *İTÜ Makine Mühendisliği*, İstanbul, s. 25-28.
- [7] Erdoğan, M., 2000. Malzeme Bilimi ve Mühendislik Malzemeleri, *Nobel Yayınevi*, Ankara, s. 457-458.
- [8] Şamlı, M., 2008. PHP 5, *Pusula Yayıncılık ve İletişim*, İstanbul, s. 1-15.
- [9] Welling, L., Thomson, L., 2009. PHP ve MySQL, *Alfa Yayınları*, İstanbul, s. 22-35.
- [10] Çelik, R., 2008. A'dan Z'ye PHP, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, s. 10-22.
- [11] Çaycı, Ö., 2003. PHP ve MySQL ile Web Yazılımcılığı, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara s. 8-25.
- [12] Keskin, İ., 1991. Malzeme El Kitabı, *Onarsan Yayın ve Dağıtım*, Ankara, s. 1-50.