Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

MİMARİ TASARIM STÜDYOLARININ FİZİKSEL DEĞİŞKENLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ*

Evaluation of Architectural Design Studios in Terms of Physical Variables

Gamze ATAY
Mimarlık Anabilim Dalı

Altay ÇOLAK
Mimarlık Anabilim Dalı

ÖZET

Mimarlık eğitiminin simgesi ve paylaşım mekanları Mimari Tasarım Stüdyolarıdır. Bu mekânlar, mimarlık okullarında tasarım alternatiflerinin denendiği, tasarım problemlerinin en çok konuşulduğu ve tartışıldığı ortamlar olması bakımından, mimarlık eğitiminde ayrı bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda etkin bir iletişim ortamı olan tasarım stüdyolarından;

Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilmesi,

Çalışmaya motive edebilmesi,

Öğrenci-eğitmen etkileşiminin sağlıklı bir şekilde gerçekleşebilmesi beklenmektedir.

Bu mekan gereksinimlerinin gerçekleşmesinde ise fiziksel değişkenler önemli rol oynamaktadır.

Bu amaçla, Çukurova Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümleri Mimari Tasarım Stüdyolarının öncelikle fiziksel özelliklerinin tespiti, daha sonra bu mekanların kullanıcılarına yönelik bir anket çalışması yapılmıştır.

Tez kapsamında erişilebilirlik, mekan büyüklüğü, gürültü, iklimlendirme, ışık, renk, yerleşim düzeni, donatı ve güvende hissetme durumu fiziksel değişkenler açısından irdelenmiştir.

Ayrıca, mimarlık öğrencilerine uygulanan anketler, fiziksel mekanlarda yapılan basit gözlemler ve öğretim üyeleriyle odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler ile stüdyoların fiziksel değişkenleri analiz edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarının, tasarım stüdyolarının fiziksel koşulları ile ilgili kaynak oluşturması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler : Mimari Tasarım Stüdyoları, Mimarlık Eğitimi, Fiziksel Değişkenler

ABSTRACT

Architectural design studios are the symbol and sharing places of the architectural education. These places have a particular importance in architectural education as they are the places where design alternatives are tested in schools of architecture and they are the environments where design problems are mostly discussed. In this context, design studios as effective communication environments are expected;

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

to fulfil the requirements of users,
to motivate people to work,
to allow a healthy student-teacher interaction.

Physical variables play an important role in fulfilling the requirements of this place.

With this aim, a field study has been conducted in order to evaluate the physical conditions of Architectural Design Studios of Department of Architecture of Cukurova University, Dokuz Eylul University, Gazi University, Karadeniz Technical University and Yildiz Technical University and these places.

Within the scope of the thesis, accessibility, size of space, noise, air conditioning, light, colour, layout, equipment and condition of feeling safe have been investigated in terms of physical variables.

In addition, physical variables of the studios have been analysed by using the data obtained from the surveys on architecture students, the simple observations made in physical spaces and the focus group discussions with lecturers.

The results of this study are expected to provide a source for design studios.

Key Words : Architectural Design Studios, Architectural Education, Physical Variables

Giriş

Tasarım stüdyoları, mimarlık öğrencilerinin tasarım ve sanat eğitimi için kullandığı özel mekânlardır. Mimarlık eğitiminin vazgeçilmez bir parçası olan tasarım stüdyoları tüm program içerisinde en ağırlıklı konuma sahiptir. Bu mekânlar tasarımcının vaktini en çok geçirdiği, tasarlama yöntemlerinin irdelendiği, öğretilerin en çok konuşulduğu, tasarım problemlerinin tartışıldığı ve alternatiflerin üretildiği ortamlardır. Dolayısıyla, bu mekânlar mimarlık eğitiminde ders materyali olmanın ötesinde, ayrı bir önem taşımaktadır.

Mimari tasarım stüdyosunu diğer sınıf ortamlarından ayıran temel fark, bu ortamlarda “yaşayan bir süreç” olmasıdır. Yapılan çalışmalar bir tasarım öğrencisinin eğitim sürecinin 1/3 ya da 1/2 sini tasarım stüdyosunda harcadığını göstermektedir (Demirbaş, 1997). Bu anlamda tasarım stüdyolarının öğrenim işlevinin yanı sıra sosyal organizasyon açısından özel olarak tasarlanması gereken mekânlardır.

Çalışmada, fiziksel değişkenlerin mimari tasarım stüdyolarındaki yeterlilik düzeyleri araştırılmıştır. Ülkemizde mimarlık eğitiminin yapıldığı Tasarım Stüdyolarının fiziksel koşulları tespit edilmiş ve bu mekânların kullanıcıları olan öğrencilerin mekânlara ait değerlendirmeleri ve genel sorunlar saptanarak, değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmanın ana materyali mimari tasarım stüdyoları, donatıları ve kullanıcılarıdır. Çukurova Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümlerine ait Mimari Tasarım Stüdyolarının kat planları, donatı ve fotoğrafları incelenerek fiziksel değişkenler bağlamında veriler elde edilmesi amaçlanmıştır.

Metot

Kullanıcı-mekan ilişkisi, mekânsal etkileşimi ve stüdyolardaki fiziksel değişkenleri tespit etmek için başta bu konuyla ilgili ulusal ve uluslararası literatür araştırması yapılmıştır. Teorik bilgiler elde edilirken, konuyla ilgili çeşitli bilimsel araştırmalar, makaleler, süreli yayınlar, kitaplar, üniversite kütüphaneleri ve ilgili web sayfalarından faydalanılmıştır.

Çalışma alanı olarak seçilen Mimarlık Okulları Mimari Tasarım Stüdyoları'nın analizinde ise mekânsal/fiziksel değişkenlerin belirlenmesi için kullanıcı ihtiyacına yönelik basit gözlem, anket ve teknik gözlem (fotoğraflama) yöntemlerine başvurulmuştur.

Araştırma Bulguları

1.Fiziksel Değişkenler

Çalışma kapsamında Çukurova Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimari Tasarım Stüdyoları ile ilgili bulgular, öğrenci anketleri, basit gözlem ve odak grup görüşmeleri yoluyla elde edilmiştir. Bu veriler ışığında fiziksel değişkenler;

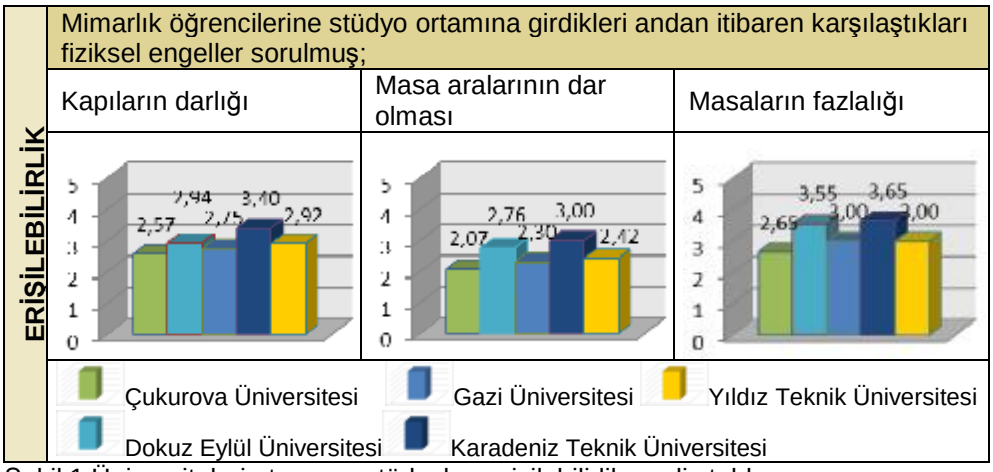
1. Erişilebilirlik,
2. Mekân büyüklüğü/Öğrenci sayısı,
3. Gürültü durumu,
4.İklimlendirme özellikleri,
5. Işık durumu,
6. Renk durumu,
7. Yerleşim düzeni,
8 Donatılar,
9.Güvende olma durumu olarak her bir üniversite için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sonuçları tablolara aktarılmıştır.

2.Anket Uygulaması

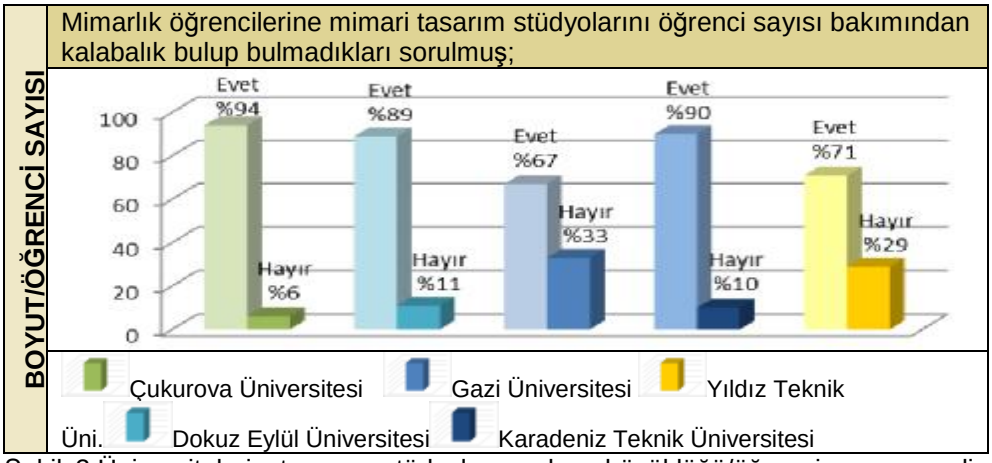
Yapılan anket çalışması, Adana Çukurova Üniversitesi, Ankara Gazi Üniversitesi, Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi, İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi ve İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi olmak üzere Türkiye'nin farklı bölgelerinden seçilen mimarlık bölümü öğrencileri ile yürütülmüştür (Çizelge 1.).

Çizelge 1. Anket çalışması yapılan üniversitelerde öğrenci örneklem sayıları

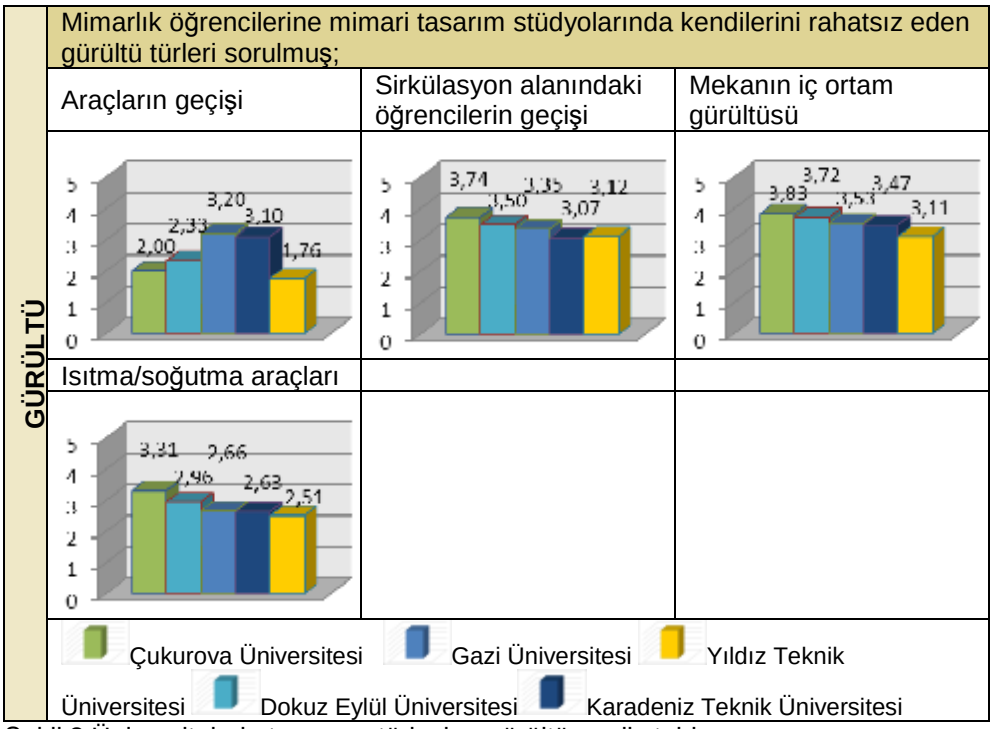
Üniversite		Kapasite	Örneklem Sayısı	Yapılan Anket Sayısı
Çukurova Üniversitesi	▶	365	51	102
Dokuz Eylül Üniversitesi	▶	410	57	83
Gazi Üniversitesi	▶	455	63	70
Karadeniz Teknik Üniversitesi	▶	485	67	185
Yıldız Teknik Üniversitesi	▶	670	93	96
Toplam=	▶	2385	331	386



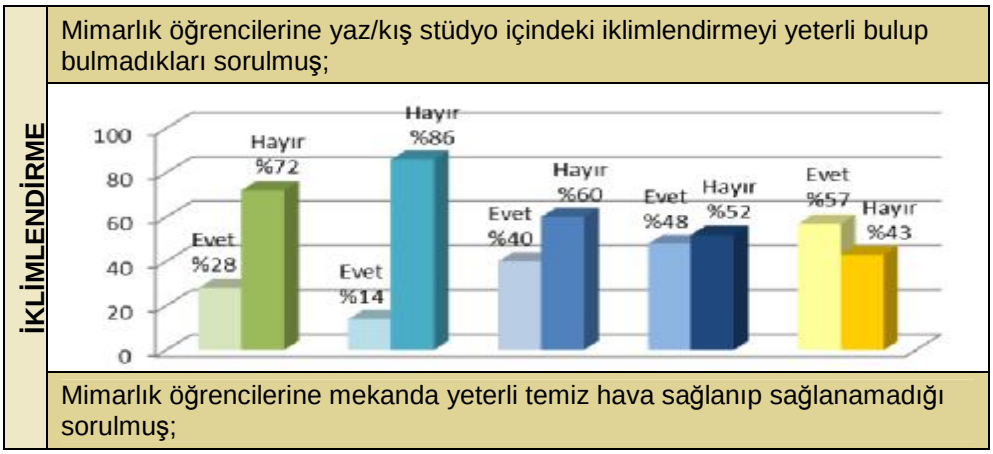
Şekil 1.Üniversitelerin tasarım stüdyoları erişilebilirlik analiz tablosu

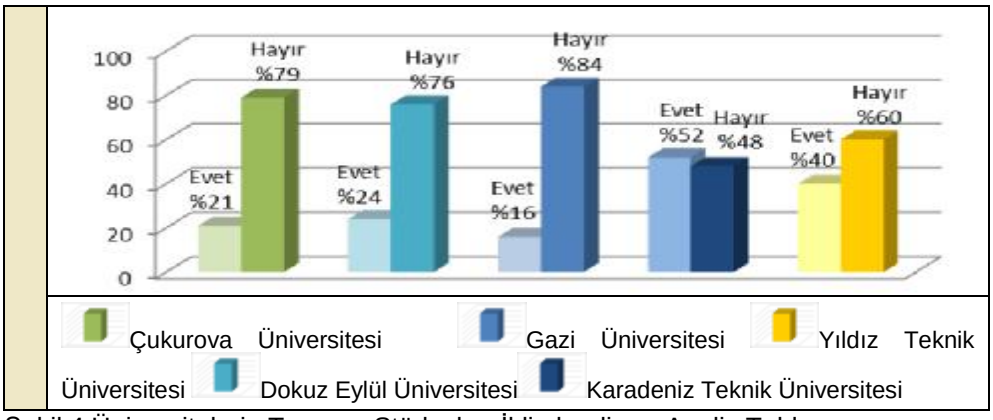


Şekil 2.Üniversitelerin tasarım stüdyoları mekan büyüklüğü/öğrenci sayısı analiz tablosu

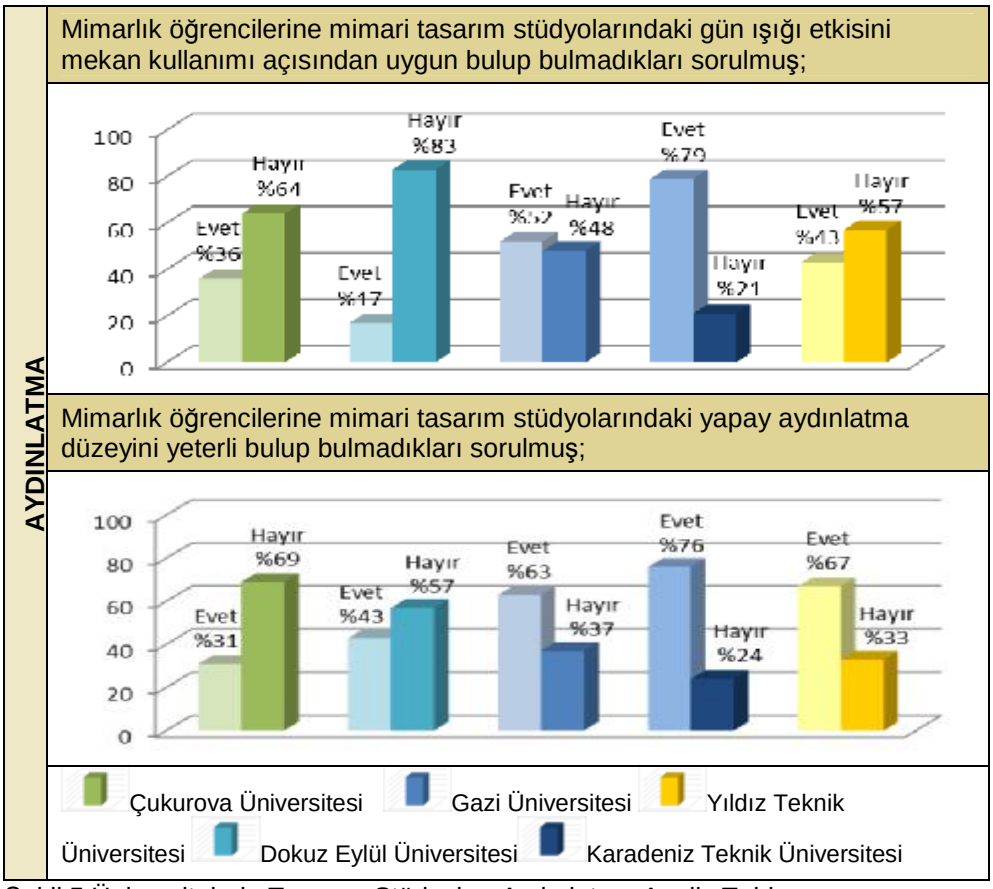


Şekil 3.Üniversitelerin tasarım stüdyoları gürültü analiz tablosu





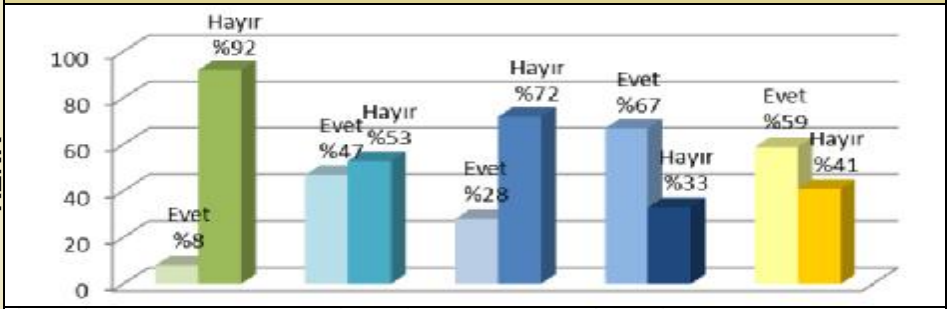
Şekil 4.Üniversitelerin Tasarım Stüdyoları İklimlendirme Analiz Tablosu



Şekil 5.Üniversitelerin Tasarım Stüdyoları Aydınlatma Analiz Tablosu

RENK

Mimarlık öğrencilerine mimari tasarım stüdyolarındaki renklerden memnun olup olmadıkları sorulmuş;



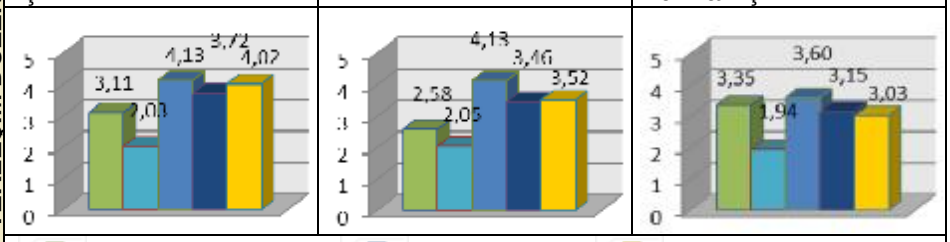
Çukurova Üniversitesi Gazi Üniversitesi Yıldız Teknik Üniversitesi Dokuz Eylül Üniversitesi Karadeniz Teknik Üniversitesi

Şekil 6.Üniversitelerin Tasarım Stüdyoları Renk Analiz Tablosu

YERLEŞİM DÜZENİ

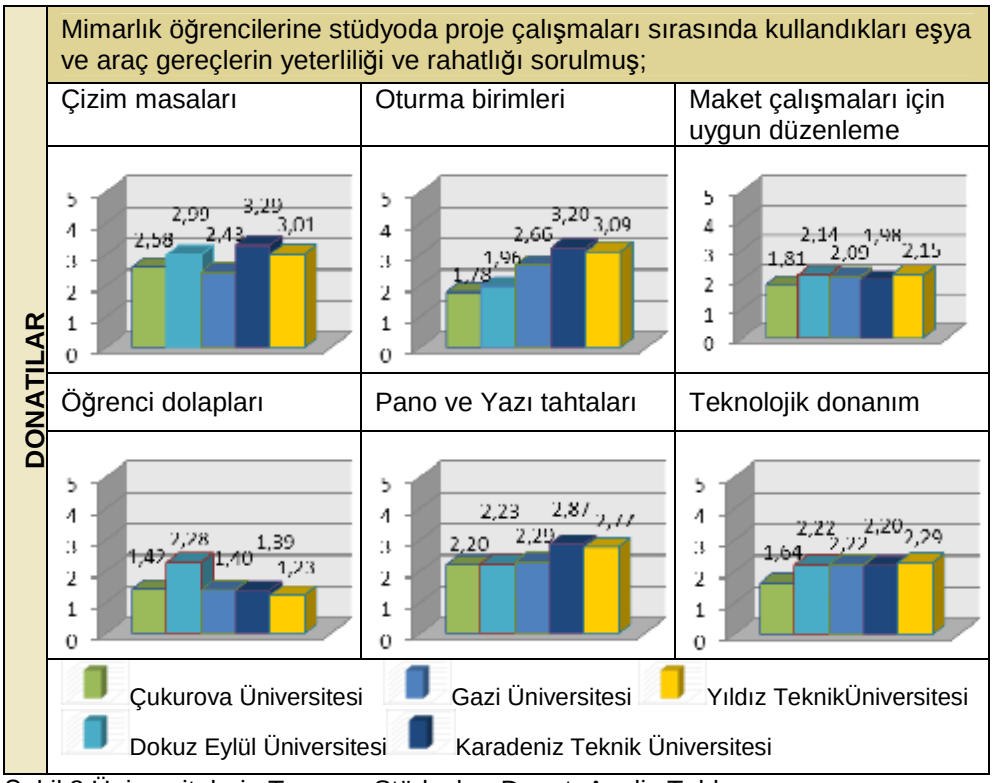
Mimarlık öğrencilerine mimari tasarım stüdyolarını ders saatleri dışında hangi amaçlarla kullandıkları sorulmuş;

Proje/ödevleri çalışmak için	Maket yapmak için	Arkadaşlarla iletişim kurmak için

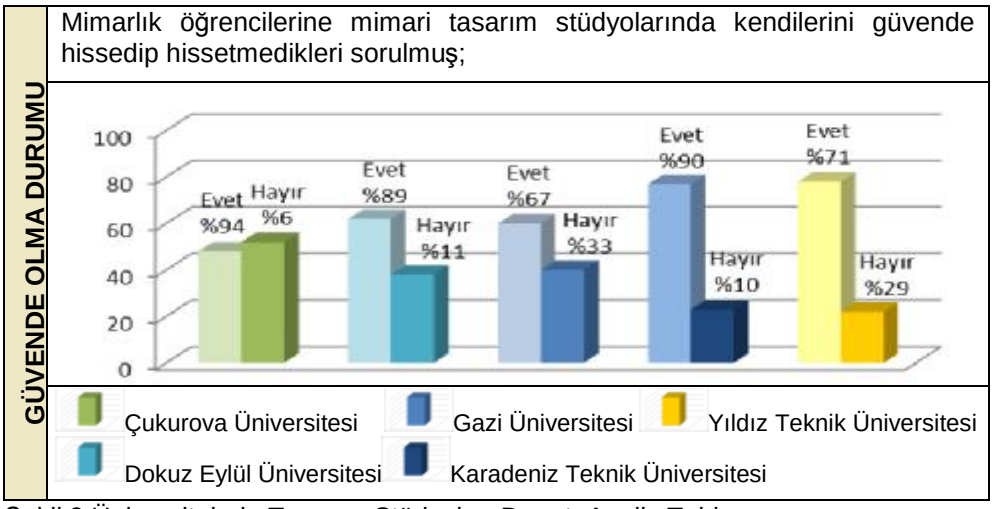


Çukurova Üniversitesi Gazi Üniversitesi Yıldız Teknik Üniversitesi Dokuz Eylül Üniversitesi Karadeniz Teknik Üniversitesi

Şekil 7.Üniversitelerin Tasarım Stüdyoları Yerleşim Düzeni Analiz Tablosu



Şekil 8.Üniversitelerin Tasarım Stüdyoları Donatı Analiz Tablosu



Şekil 9.Üniversitelerin Tasarım Stüdyoları Donatı Analiz Tablosu

Tartışma ve Sonuçlar

Bir mekânın kullanıcıları içinde bulundukları ortamlardan direkt veya dolaylı olarak etkilenmektedirler. Dolayısıyla uzun çalışma saatlerinin geçirildiği tasarım stüdyoları kullanıcıları fizyolojik, biyolojik ve psikolojik yönden etkilendiğini söyleyebiliriz. Hem eğitim ve hem de sosyal faaliyetlerin yürütüldüğü bu ortamlarda fiziksel koşulların iyileştirilmesi bireyler üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır. Mimarlık eğitiminin verildiği mimari tasarım stüdyolarında yapılan anket değerlendirilmesinden genel ortalama değerleri çerçevesinde elde edilen sonuçlara göre;

§ İncelenen üniversitelerin tasarım stüdyolarının, kullanıcıları tarafından öğrenci sayısı / mekân büyüklüğü açısından önemli derece yetersiz bulunması dikkat çekici bir bulgudur (Şekil 4.89.). Bu durum, mekân içindeki masa sayısının artmasına ve masa aralarındaki geçişin dar oluşuna sebep olmaktadır. Dolayısyla da tasarım stüdyoları içindeki erişilebilirlik sekteye uğramaktadır.

§ Gürültü bağlamında ise, kullanıcıları en çok “mekânın iç ortam gürültüsü”nün rahatsız ettiği belirlenmiş ve bu konuda stüdyolarda herhangi bir önlemin (ses yutucu elemanlar v.b.) alınmadığı gözlemlenmiştir.

§ İklimlendirme açısından tarihi fakülte binasına sahip olan Yıldız Teknik Üniversitesi en başarılı üniversite olarak belirlenmiştir. Genel olarak ise tüm üniversitelerde bu konudaki memnuniyetsizlik sebebi “ısıtma/soğutma araçlarının yetersiz oluşu” ve “ pencere ve kapılardan ısı kaybı” olarak tespit edilmiştir.

§ Bu tasarım stüdyoları gün ışığı kullanımı açısından genel anlamda yeterli bulunmamakla birlikte, en iyi sonucun bir yarışma projesi olan Karadeniz Teknik Üniversitesi’nde olduğu tespit edilmiştir. Genelde gün ışığı kullanımı için doğru yönlenmeye gereken önem verilmediği ve fazlasıyla yapay aydınlatmaya başvurulduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca incelenen mimarlık bölümleri tasarım stüdyolarının hiçbirinde bölgesel aydınlatma elemanı bulunmamaktadır.

§ Bu okullarda öğrenciler, tasarım stüdyolarının rengini “soluk” bulmakta ve daha canlı renklerdeki stüdyolarda çalışmayı istemektedirler.

§ Tasarım stüdyolarının karakteristik özelliği olan “Tasarım yaşam alanı” olma durumu incelenen üniversitelerde gözlemlenememiştir. Özellikle Dokuz Eylül Üniversitesi’nde bu konuda çok fazla memnuniyetsizlik hâkimdir. Mimarlık öğrencileri ders bitiminde kapısına kilit vurulmayan 7/24 çalışabilecekleri, mekân içi tüm faaliyetleri destekleyen, aynı zamanda sosyalleşebilecekleri kendilerine ait bir tasarım stüdyosu istemektedirler.

§ İncelenen Tasarım Stüdyoları donatı bağlamında ele alındığında, öğrenci dolapları başta olmak üzere maket çalışması için uygun düzenleme ve teknolojik donanım açısından yetersiz bulunmuştur.

§ Fakat öğrenciler, tasarım stüdyolarının fiziksel koşullarındaki olumsuzluklara rağmen kendilerini de güvende hissetmektedirler.

İrdelenen Çukurova Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümlerinin Mimari Tasarım Stüdyoları, yapılan gözlemler ve anketler sonucunda, fiziksel koşulların düzeltilmesi öğrenciler üzerinde pozitif bir etki yapacağı

düşünülmektedir. Ayrıca, tasarım stüdyolarının en büyük kullanıcıları olan öğrencilerin, fiziksel koşullar haricinde, kendi mekânlarını tasarlama talepleri de dikkate alınmalıdır. Bu durumun öğrencilerde aidiyet duygusunu geliştireceği bir gerçektir.

Kaynaklar

ANDERSON, J. 2011. Architectural Design. Basics Architecture 03. AVA Publishing SA. London, UK. 183 p.

DEMİRBAŞ, Ö. O., 1997. Design Studio as a Life Space in Architectural Education: Privacy Requirements. Bilkent Ü. Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi – Yüksek Lisans Tezi 108 sayfa.

FARRELLY, L. 2008. Representetional Techniques. Basics Architecture 01. AVA Publishing SA. London. UK. 175 p.

FARRELLY, L. 2007. The Fundamentals of Architecture. Basics Architecture 01. AVA Publishing SA. London. UK. 167 p.

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

*FARKLI TEKNİKLERLE GÜÇLENDİRİLEN BETONARME YAPILARIN GÜÇLENDİRME MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Comparison of Strengthening Cost of Reinforced Concrete Structures Strengthened With Different Techniques

Mert SANRI
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ahmed Kamil TANRIKULU
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, Türk Deprem Yönetmeliği-1975 (TDY-1975) koşullarına göre projelendirilmiş, kullanım amaçları konut olan, aynı mimariye sahip değişik yüksekliklerde üç ayrı bina ele alınmıştır. Binaların performans analizleri, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'te (DBYBHY 2007) verilen doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu binalarda belirlenen performans yetersizliklerini gidermek amacıyla mantolama ve deprem perdesi ilavesi gibi birbirinden farklı güçlendirme teknikleri uygulanmış ve bu güçlendirme çalışmalarının maliyet hesaplamaları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2015 yılı birim fiyat analizleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Güçlendirme tekniklerinin birbirleri ile olan fiyat karşılaştırmaları ve binaların yeniden yapım maliyetleri ayrı ayrı ele alınmış ve durum değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar gözden geçirildiğinde, betonarme çerçeve taşıyıcı sistemlerin, deprem perdeleri ilave edilerek güçlendirilmesinin, mantolama tekniğine göre, rijitlik ve maliyet açısından daha uygun sonuçlar verdiği görülmüştür. Diğer taraftan, doğrusal elastik hesap yönteminin deprem güvenliği bakımından doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine kıyasla daha güvenli tarafta kaldığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güçlendirme, mantolama, deprem perdesi, güçlendirme maliyeti

ABSTRACT

In this study, three different residential buildings having the same architecture but different heights, which have been designed according to the conditions of Turkish Earthquake Code-1975 (TEC-1975) were taken into account. Performance analyses of the buildings were performed using the linear and nonlinear analysis methods defined in Turkish Earthquake Code-2007 (TEC-2007). In order to overcome performance deficiencies identified in the buildings, different strengthening techniques such as jacketing or shear wall addition into the RC frames were applied and cost calculations of the works were carried out using the 2015 unit price analysis of the Ministry of Environment and Urban Planning. Cost comparisons between the different strengthening techniques and reconstruction costs of the buildings have been discussed separately. Analysis of consequences has revealed that strengthening of reinforced concrete load bearing frames with shear walls

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

gives more appropriate results in the context of rigidity and cost prices than concrete jacketing technique. Moreover, it has been observed that linear analysis methods give more conservative results for earthquake resistant design than the nonlinear analysis methods.
Key Words: Strengthening, jacketing, shear wall, cost of strengthening

Giriş

Ülkemizin önemli bir bölümü deprem kuşağında bulunmaktadır. Bu topraklarda da nüfusumuzun %95'i yaşamaktadır. Son yıllarda meydana gelen depremler, tehlikenin sadece kırsal ve nüfus yoğunluğunun az olduğu bölgelerde değil, aynı zamanda yoğun kentsel bölgelerde de söz konusu olduğunu göstermiştir. 1999 yılında oluşan depremler ülkemizdeki yapıların deprem dayanımının ne derecede önemli olduğunu göstermiştir. Yapılarda kullanılması gereken mühendislik bilgisinin ve gerekli denetim yetersizliklerinin sonucunda ülkemiz son derece büyük bir felaketi acı bir şekilde yaşamıştır.

Ülkemizdeki etkin faylara bakılarak oluşturulan deprem bölgeleri haritasına göre, topraklarımızın %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu düşünülürse, yapıların deprem etkisine karşı daha güvenli hale getirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde güçlendirilmesi gereken binanın çokluğu ve bir binanın güçlendirme maliyetinin o binanın yeniden yapım maliyetinin yaklaşık %30-%50'si olduğu dikkate alındığında ne kadar büyük bir kaynağa ihtiyaç duyulacağı görülmektedir.

Ülkemiz, Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH)'sının yaklaşık %6'sını inşaat yatırımlarına harcamaktadır. Harcanan bu kaynak, inşaat sektöründe çok geniş alanlarda kullanılmasına rağmen, binaların güçlendirilmesine ayrılan pay oldukça düşük olmaktadır. Bundan dolayı binaların güçlendirilmesi için ayrılan bu kıt kaynağın en verimli şekilde kullanılması gerekmektedir. Bunun içinde daha başlangıçta kaynak planlaması yapılırken güçlendirme maliyetinin doğru tahmin edilebilmesi önem kazanmaktadır.

Son depremlerde yaşanan can ve mal kayıpları sonucunda, ilgili kurum ve kuruluşlarca yapılan değerlendirmelerde, büyük hasar ve yıkımların çoğunluğunda bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış yapım ve ilgili yönetmeliklere uyulmamasından kaynaklanan yapısal yetersizlikler gözlemlenmiştir. Aktif bir deprem kuşağı üzerinde bulunan ülkemizde, olası yeni depremlerde benzer olumsuz sonuçların yaşanmaması için özellikle deprem riski yüksek olan bölgelerdeki yapıların deprem güvenliğinin belirlenmesi ve yeterli güvenliğe sahip olmayanların güçlendirilmesi gerekir.

Konu ile ilgili çok sayıda literatür araştırması yapılmış (Demir, 1995, Karaduman, 1999, Elibol, 2001, Celep, 2002, Saatçioğlu, 2002, Sayın, 2003, Güneyisi ve ark., 2004, Yanmaz ve ark, 2005, Gürol, 2007) ancak güçlendirme yöntemlerinin maliyet kıyaslamasına yönelik yeterli sayıda araştırmanın bulunmadığı görülmüştür. Bu çalışmada piyasada sıkça kullanılan bir paket program yardımıyla, geometrisi simetrik olan ve 1975 deprem yönetmeliğine göre inşa edilen bir binayı baz alarak üç farklı yüksekliğe göre, farklı hesap yöntemleri kullanılarak performans analizleri yapılmıştır. Betonarme binalara ayrı ayrı betonarme mantolama ve dep-

rem perdeleri eklenmesi suretiyle farklı güçlendirme teknikleri uygulanmış ve bunlara göre maliyet karşılaştırılması yapılmıştır.

Materyal ve Metod

Materyal

Bu çalışmanın amacı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) 2007'ye göre deprem performansı yetersiz değişik yüksekliklerdeki betonarme binaların, güçlendirme çalışmalarında en çok kullanılan mantolama ve deprem perdesi ilavesi yöntemleri ile güçlendirilmesi ve güçlendirme maliyetlerinin kıyaslanmasıdır. Bu amaçla, özellikleri araştırma bulgularında verilen üç farklı bina ele alınmıştır.

Metod

Çalışmada ele alınan betonarme binaların deprem performansının belirlenebilmesi için Structural Analysis For Computer Aided Design (Sta4CAD) programı kullanılmıştır. Sta4CAD programı, çok katlı betonarme yapıların statik ve betonarme analizini, deprem, rüzgâr, kar, vb. değişken ve dinamik yükler altında sonlu elemanlar metodu kullanarak hesaplayan bir paket programdır. Bu program doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan hesap esaslarına dayalı, 3 boyutlu matematiksel model oluşturarak çizimleri de ayrıca yapabilen bir programdır.

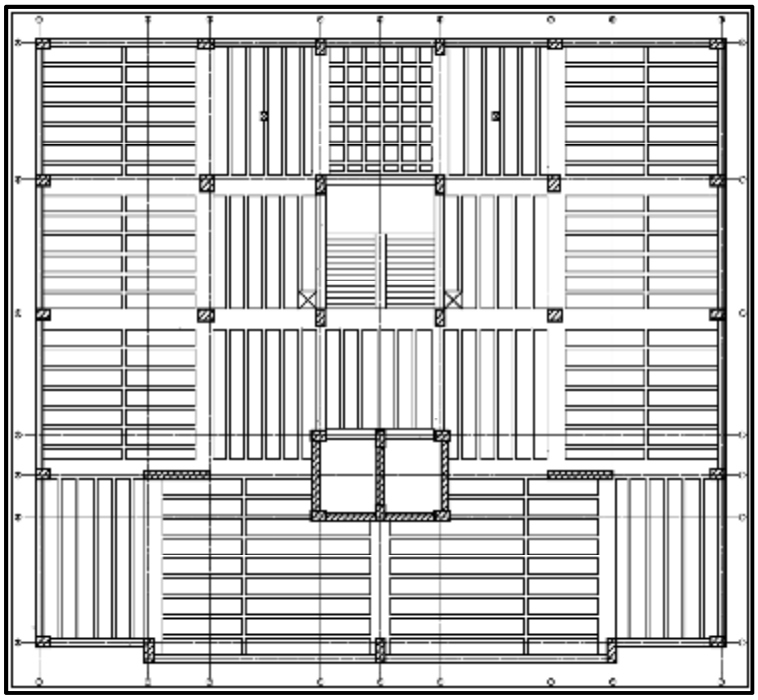
Güçlendirme çalışması yapılırken uygulanacak ilk güçlendirme metodu olan mantolama, kolonlarda taşıma gücünün artırılması için kullanılan en yaygın yöntemdir. Mantolama işlemi, mevcut kolona ek beton kesit ve donatı eklenmesinden ibarettir. Kolonlar uygulama durumuna göre bir, iki, üç veya dört taraftan mantolanabilmektedir. Ancak mevcut kesitle ek kesit arasındaki en iyi kuvvet aktarımı ve aderans, dört tarafından mantolanan kesitlerde sağlanmaktadır. Kolon mantolama işleminin katlar arasında devam ettiği uygulamada kolonun sadece kesme kuvveti ve normal kuvvet kapasitesi artarken, moment kapasitesinde herhangi bir artış görülmez. Ancak güçlendirme ek kesitin boyuna donatılarının döşeme ve kirişte açılan deliklerden geçirilerek birbirine bağlanması yöntemiyle yapılırsa kolonun normal kuvvet, kesme kuvveti ve moment taşıma kapasitelerinin hepsi birden artar. Ayrıca güçlendirilmiş kolonun rijitliği, birleşik elemanın davranışına göre belirlenmelidir (Erdem, 2008).

Çalışmada binalara uygulanacak güçlendirme metodlarından ikincisi ise betonarme deprem perdesi ilavesidir. Betonarme yapıları yatay yüklere karşı güçlendirmek için en etkili yöntem yapıyı betonarme deprem perdelerle güçlendirmedir ve deprem perdelerinin en önemli özelliği, yüksek rijitliklerinden dolayı yanal ötelenmeleri kısıtlayarak ikinci mertebe etkileri minimum düzeyde tutmalarıdır. Bu yöntem yüksek yapılarda, mevcut taşıyıcı sistemdeki kolon ve kirişlerin donatı ve beton kalitesinde belirsizlikler olduğu zaman tercih edilmektedir (Erdem, 2008). Perdelerin yapı içerisine ilave edilmesi, yapının iç kısmının fonksiyonelliğini bozabilir. Döşemede açılan deliklere yerleştirilen köşegen çubuklarla kesme kuvveti karşılanır. Ayrıca perde uç bölgesi düşey donatıları da döşeme içinde açılan deliklerden

geçirilerek birbirlerine bağlanırlar ve bu açılan deliklerden perde betonu dökülür (Yakar, 2001).

Araştırma Bulguları

Bu çalışmanın amacı, mevcut betonarme yapılarda en çok tercih edilen betonarme mantolama ve deprem perdesi ilave edilerek güçlendirme yöntemlerinin maliyetlerinin kıyaslanmasıdır. Bu amaçla, kat planları aynı, konut amaçlı kullanılan, birincisi Borum+Zemin+5 katlı, ikincisi Bodrum+Zemin+10 katlı, üçüncüsü ise Bodrum+Zemin+15 katlı üç adet betonarme bina ele alınmıştır. Binaların donatı ve beton kalitesinin sırasıyla BÇ-I ve BS10 standardında olduğu, mevcut taşıyıcı sistemlerinin 1975 yılı Türk Deprem Yönetmeliğine göre oluşturulduğu varsayılmıştır. Binalara ait normal kat kalıp planları Şekil 1'de, yük ve malzeme bilgileri Çizelge 1'de, bina genel bilgileri ise Çizelge 2'de görülmektedir. Binaların 2. Derece deprem bölgesinde yer aldığı, zemin sınıfının Z2, zemin emniyet gerilmesi ve zemin yatak katsayısının ise sırasıyla 10 ton/m^2 ve 1200 ton/m^3 değerlerinde olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 1. Mevcut binaların normal kat kalıp planı

Sta4CAD paket programında binalar TS 500 ve TS 498 yönetmeliklerine uyularak modellenmiştir. TS 498'e göre kullanım amacı konut olan betonarme binalarda hareketli döşeme yükü 0,2 t/m^2 ve merdiven yükü 0,35 t/m^2 alınmıştır.

Çizelge 1. Mevcut binalar üzerindeki yük ve malzeme bilgileri

Yük ve Malzeme Bilgileri	
Beton Yoğunluğu	2,5 t/m^3
Dış-İç Duvar Yükü	0,864 t/m - 0,540 t/m
Kaplama Yükü	0,17 t/m^2
Hareketli Yük	0,20 t/m^2
Beton (C10)	f_{cd}= 66,67 kg/cm^2
	f_{ctd}= 7,33 kg/cm^2
	E_c= 242700 kg/cm^2
Donatı (S220)	f_{yd}= 1912 kg/cm^2
	f_{ywd}= 1912 kg/cm^2
	E_s= 2000000 kg/cm^2

Farklı kat yüksekliklerine sahip ve kullanım amaçları konut olan üç ayrı binanın betonarme tasarımları, mimarileri aynı kalacak şekilde, Türk Deprem Yönetmeliği (TDY) 1975'e göre 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem etkisi altında can güvenliği performans düzeyini sağlayacak şekilde yapılmıştır. TDY 1975 yönetmeliğine göre modellenirken, taşıyıcı elemanlar için, olabilecek en küçük kesitler seçilmiştir. Her üç binanın mimarisi aynı olmasına rağmen bina yüksekliklerindeki farklılıktan dolayı taşıyıcı elemanların betonarme kesitleri farklılık göstermektedir.

Çizelge 2. Mevcut bina bilgileri

Bina Bilgileri	
Kat Adedi	Bodrum + Zemin + 5 / 10 / 15 Kat
Kat Yüksekliği	3 m
Bina Yüksekliği	21 m / 36 m / 51 m
Bina Oturum Alanı	295 m^2
Kulanım Amacı	Konut

Öncelikli olarak, eski elemanların malzeme karakteristikleri tüm elemanlara tanımlandıktan sonra, güçlendirilmiş ve mevcut yapının durumunun değerlendirilebilmesi için mevcut donatıların belirlenmesi gerekmektedir. Burada ele alınan binalar gerçek bina olmadığından, binalara ait mevcut donatı miktarları, deprem ve rüzgâr etkisi ihmal edilerek, yani sadece kendi ölü yükleri altında binaların yapıldığı yönetmelik şartlarına göre analiz edilerek elde edilmiştir. Böylece, binaya ait dona-

tılar belli olmadığı için varsayım yapılarak, mevcut eleman donatısı minimum pursantaja göre düzenlenmiştir.

Binaların mevcut donatıları belirlendikten sonra binanın gerçek performansı ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada binaların Adana'da yani 2. derece deprem bölgesinde olduğu varsayılarak performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Binaların performans analizleri belirlenirken doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre analizleri yapılmıştır. TDY 75'e göre projelendirilmiş üç binanın, mevcut betonarme binaların DBYBHY (2007) esaslarına göre incelenmesi sonucunda, hiçbir binanın can güvenliği performans düzeyi için gerekli koşulları sağlayamadığı anlaşılmıştır.

Deprem performansı yetersiz bulunan binalar için, hesap yöntemleri ve güçlendirme teknikleri değiştirilerek yapılan performans analizleri sonucunda, binalara yapılacak takviyelerin maliyetleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Güçlendirme için binaya ilave edilecek betonarme elemanların donatı ve beton kalitesinin sırasıyla BÇ-III ve BS30 kalite standardında olacağı varsayılmıştır. Kullanılacak malzeme özellikleri Çizelge 3'te verilmektedir.

Çizelge 3. Güçlendirme elemanlarına ait malzeme bilgileri

Malzeme Bilgileri	
Beton Yoğunluğu	2,5 t/m^3
Beton (BS30)	f_{cd}= 200 kg/cm^2
	f_{ctd}= 12,7 kg/cm^2
	E_c= 317882 kg/cm^2
Donatı (BÇ-III)	f_{yd}= 3650 kg/cm^2
	f_{ywd}= 3650 kg/cm^2
	E_s= 2000000 kg/cm^2

Burada amaç mevcut bir binanın güçlendirme çalışmasından ziyade, bir binanın aynı şartlarda farklı güçlendirme ve farklı hesap yöntemlerinde oluşabilecek maliyet kıyaslamasıdır. Analizler sonucunda hangi takviyenin daha ekonomik olduğunun, farklı hesap yöntemlerinin verdiği sonuçlar karılaştırılarak irdelenmesidir.

Mevcut binaların betonarme mantolama ile güçlendirilmesi

Bu bölümde binaların sadece betonarme mantolama ile güçlendirilmesine yer verilmiştir. Bu güçlendirme yöntemi uygulanırken, maliyeti en aza indirmek amacıyla, minimum elemanın mantolanması ile sonuca ulaşılması ilkesi benimsenmiş ve bu ilkeye uygun olarak, öncelikli olarak, mevcut binanın performans analizleri sonucunda gevrek olduğu anlaşılan düşey taşıyıcı elemanların mantolanması, bu mantolamanın yeterli olmaması halinde, varsa göçme bölgesinde bulunan düşey taşıyıcı elemanların mantolanması, bunun da yeterli olmaması halin-

de, mantolanmamış elemanlar içinde, en çok hasar alan düşey taşıyıcı elemanlardan başlayarak yeterli minimum sayıda elemanın mantolanması,
şeklinde aşamalı bir güçlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Mantolar ilave edilirken ayrıca, yapı ağırlık merkezi ile rijitlik merkezinin mümkün olduğu kadar birbirine yaklaşmasını sağlamaya çalışılmıştır. İlave edilecek manto kalınlıklarının 15 cm olması öngörülmüştür. Ayrıca mevcut kesitle ek kesit arasındaki en iyi kuvvet aktarımı ve aderans olacak şekilde dört taraflı mantolanacağı düşünülerek modellenmiştir.

Bu bilgiler ışığında her bir bina betonarme mantolama metodu ile doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleriyle güçlendirilmeye çalışılmıştır. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme çalışmalarında, güçlendirmenin yeterli olduğu (can güvenliği performans düzeyinin sağlandığı) fakat doğrusal elastik hesap yöntemi kullanılarak yapılan analizler sonucunda her üç binada da, bütün düşey taşıyıcı elemanlar mantolanmasına rağmen, yeterli deprem performansına ulaşılamamıştır.

Mevcut binaların deprem perdesi ile güçlendirilmesi

Taşıyıcı sistemin depreme karşı güçlendirilmesinde, sisteme yeni perdelerin ilave edilmesine oldukça yaygın olarak rastlanmaktadır. Yeni perdeler, mevcut sistemin kapasite bakımından deprem güvenliğini arttırırken diğer yandan taşıyıcı sistemdeki yanal yer değiştirmeleri de sınırlamaktadır. Eklenen yeni perdeler, tüm sistemin rijitliğini arttırdığı gibi binaya gelen toplam deprem kuvvetini de arttırır. Etkiler sistemde değişik bir dağılımla ortaya çıkar. Bu durumda perdelerin sisteme yerleştirilmesine büyük özen gösterilmelidir. Perdeler, binada çok fazla eksantrisite meydana getirmeyecek şekilde uygun yerlere yapılmalıdır. Sisteme yeni perdeler eklemedeki en önemli nokta, yapılan perdenin mevcut sistemle bir bütün halinde çalışmasını sağlamaktır. Bu yüzden mümkün olduğu kadar perde donatılarının katlar arasındaki sürekliliği sağlanmalıdır (Parlakoğlu, 2010).

Bu bölümde binaların sadece betonarme deprem perdesi ilavesi ile güçlendirilmesine yer verilmiştir. Bu güçlendirme yöntemi uygulanırken, maliyeti en aza indirmek amacıyla, minimum perde ilavesi ile sonuca ulaşılması ilkesi benimsenmiştir. Mantolama işleminde olduğu gibi takviye çalışması yine aşama aşama yapılmıştır. Gevrek elemanlar güçlendirildikten sonra binanın rijitlik merkezi ve ağırlık merkezi baz alınarak, bunları olabildiğince yaklaştıracak doğrultuda takviyeler eklenmiştir. Kuvvet dağılımın daha düzgün olması amacıyla, perdelerin daha küçük boyutlarda fakat sık olarak yapılması tercih edilmiştir. Aksi taktirde, az sayıda yapılan perdelerde aşırı derecede zorlanmalar meydana gelmektedir. Analizler, perde başlık bölgeleri olarak mevcut kolondan yararlanıldığı ve mevcut kirişlere epoksi yardımıyla filiz ekileceği düşünülerek yapılmıştır. Sta4CAD ile yapılan modellemede perde ekleme işlemi, isabet eden kirişler perdeye dönüştürülerek gerçekleştirilmiştir.

Güçlendirme çalışmalarına öncelikli olarak gevrek kiriş elemanların yerine perde eklenmesi ile başlanılmıştır. Güçlendirilen elemanların sürekliliğini sağlamak amacıyla tüm katlarda perde devam ettirilmiştir. Mimari açıdan yerleştirmesi daha

uygun olmasından dolayı öncelikli olarak bina dışına güçlendirme işlemi yapılmıştır. Analizler yapılırken yine, doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri kullanılmıştır ve her iki yöntemde de minimum perde ilavesi ile tüm binalarda can güvenliği performans düzeyi sağlanmıştır.

Güçlendirme yapılan binalarda maliyet çalışması

İncelemesi yapılan mevcut binaların güçlendirme maliyetleri, DBYBHY (2007) esaslarına göre yapılan güçlendirme çalışmaları ve yapı güvenliği kadar önemlidir. Maliyetler, 2015 yılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyatları kullanılarak çıkarılmıştır. Doğrusal elastik olmayan analiz yöntemi ile elde edilen maliyetler Çizelge 4'te, doğrusal elastik analiz yöntemi ile elde edilen maliyetler ise Çizelge 5'te özetlenmektedir. Doğrusal elastik hesap yöntemi ile yapılan betonarme mantolama metoduyla güçlendirme çalışması sonucunda hiçbir bina için can güvenliği performans düzeyine ulaşılamadığından, bu kalemle ilgili maliyet analizi yapılamamıştır.

Çizelge 4. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme maliyetleri

Proje Adı	Yeniden Yapım Maliyeti	Betonarme Mantolama ile Güçlendirme	Deprem Perdesi ile Güçlendirme
5 Katlı	1.548.750,00 TL	270.378,05 TL	86.821,16 TL
10 Katlı	2.655.000,00 TL	374.596,35 TL	227.576,83 TL
15 Katlı	3.761.250,00 TL	863.270,11 TL	691.799,34 TL

Çizelge 5. Doğrusal elastik hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme maliyetleri

Proje Adı	Yeniden Yapım Maliyeti	Betonarme Mantolama ile Güçlendirme	Deprem Perdesi ile Güçlendirme
5 Katlı	1.548.750,00 TL	-	406.715,74 TL
10 Katlı	2.655.000,00 TL	-	956.023,23 TL
15 Katlı	3.761.250,00 TL	-	1.389.748,25 TL

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada, TDY 75 yönetmeliğine göre projelendirilmiş betonarme çerçeveli bir binanın mimarisi baz alınarak yapılan 5, 10 ve 15 katlı binalar ele alınmıştır. DBYBHY (2007) esaslarına göre, konut türü yapılardan beklenen, tasarım depremi (50 yılda aşılma olasılığı %10) etkisi altında can güvenliği performans düzeyini sağlayamayan bu binaların betonarme mantolama ve betonarme deprem perdesi ekleme yöntemleri ile güçlendirme çalışmaları yapılarak maliyet karşılaştırmaları gerçekleştirilmiştir.

İncelemeye alınan mevcut projeler üzerinde yapılan hesaplama ve değerlendirmeler sonrası, ortaya çıkan sonuçlar aşağıda sunulmaktadır.

Mevcut binalara ait performans analiz sonuçları incelendiğinde, en dikkat çeken husus, performans düzeylerinin kullanılan hesap yöntemine bağlı olarak çok değişkenlik göstermesidir. Doğrusal elastik hesap yöntemi ile performansı yetersiz bulunan bir bina, doğrusal elastik olmayan hesap yöntemiyle incelendiğinde yeterli bulunabilmektedir. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre betonarme mantolama ve deprem perdesi ilavesi yapılan örnek binaların tamamının bina performans seviyesini sağladığı, ancak doğrusal elastik hesap yöntemine kullanıldığında aynı bina örneklerinin bazılarında gereken performans seviyesinin sağlanamadığı sonucuna varıldığı görülmüştür. Bu sonuçların değerlendirilmesinden, doğrusal elastik analiz yöntemlerinin, doğrusal elastik olmayan yöntemlere göre daha güvenli yönde sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

Doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerine göre güçlendirilen üç binanın maliyet analizlerinin, binaların yeniden yapım maliyetlerine oranları Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden görüleceği üzere, hesap yönteminden bağımsız olarak, betonarme deprem perdesi ilavesi ile yapılan güçlendirmenin, betonarme mantolamaya göre daha az maliyetli olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 6. Güçlendirme maliyetlerinin, binanın yeniden yapım maliyetine oranları

Hesap Yöntemi	Bina	Mantolama	Deprem Perdesi
Doğrusal Elastik	5 Katlı	-	% 26
	10 Katlı	-	% 36
	15 Katlı	-	% 37
Doğrusal Elastik Olmayan	5 Katlı	% 17	% 6
	10 Katlı	% 14	% 9
	15 Katlı	% 23	% 18

Tez çalışmasında ayrıca, güçlendirme amacı ile eklenen deprem perdelerinin ve betonarme mantolamanın binanın yapısal özelliklerine etkisi irdelenmiştir. Yapının manto veya perde ile güçlendirilmesi sonucunda periyot değerlerinin düştüğü görülmüştür (Çizelge 7. ve 8.).

Çizelge 7. Doğrusal elastik hesap yöntemine göre bina periyotları

Bina Bilgileri	Mevcut Durum		Mantolama		Deprem Perdesi	
	Periyot (sn)		Periyot (sn)		Periyot (sn)	
	T_x	T_y	T_x	T_y	T_x	T_y
5 Katlı	1,203	0,827	0,963	0,590	0,218	0,183
10 Katlı	2,015	1,612	1,807	1,152	0,381	0,316
15 Katlı	3,120	2,641	2,957	2,235	0,547	0,753

Birim şekil değiştirmeler ve plastik dönmeler, kesit hasar oranı ile doğrudan bağlantılı olduğundan, yapısal elemanlarda meydana gelen deformasyonların, elemanların ve nihayetinde tüm çerçeve sisteminin hasar durumunda önemli rolü vardır.

Çizelge 8. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre bina periyotları

Bina Bilgileri	Mevcut Durum		Mantolama		Deprem Perdesi	
	Periyot (sn)		Periyot (sn)		Periyot (sn)	
	T_x	T_y	T_x	T_y	T_x	T_y
5 Katlı	0,862	0,710	0,793	0,685	0,733	0,603
10 Katlı	2,017	1,651	1,987	1,383	1,305	1,107
15 Katlı	3,126	2,680	3,032	2,170	2,017	1,486

Analizler sonucunda, plastikleşen kesitlerin dönme değerinin güçlendirilmiş binalarda önemli miktarda azaldığı görülmüştür. Çizelge 9 ve 10'da görüldüğü gibi mevcut sisteme güçlendirme tekniklerinden deprem perdesinin ilavesinin, deplasmandaki düşüş nedeniyle bir diğer güçlendirme tekniğine kıyasla çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çizelge 9. Doğrusal elastik hesap yöntemine göre maksimum deplasman ve plastik dönme değerleri

Kat	Mevcut Durum			Mantolama			Deprem Perdesi		
	Δ_x	Δ_y	θ_{max}	Δ_x	Δ_y	θ_{max}	Δ_x	Δ_y	θ_{max}
5	0,031	0,032	0,004	0,030	0,020	0,003	0,013	0,013	0,0003
10	0,056	0,067	0,002	0,047	0,051	0,002	0,028	0,032	0,0001
15	0,203	0,175	0,005	0,123	0,145	0,003	0,099	0,030	0,0001

Çizelge 10. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre maksimum deplasman ve plastik dönme değerleri

Kat	Mevcut Durum			Mantolama			Deprem Perdesi		
	Δ_x	Δ_y	θ_{max}	Δ_x	Δ_y	θ_{max}	Δ_x	Δ_y	θ_{max}
5	0,040	0,033	0,003	0,038	0,031	0,003	0,022	0,020	0,0005
10	0,071	0,067	0,002	0,061	0,059	0,002	0,042	0,045	0,0016
15	0,226	0,179	0,004	0,181	0,151	0,004	0,100	0,065	0,0024

Kaynaklar

ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI, 2007. Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik, Ankara.

ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI, 1975. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, Ankara.

ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI, 2015. İnşaat birim fiyat analizleri.

CELEP, Z., 2002. Mevcut betonarme binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi ve güçlendirilmesi genel kurallar. Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Alanında Gelişmeler Bildiriler Kitabı, Maya Basın Yayın, İstanbul, 99-136.

DEMİR, H., 1995. Depremlerden hasar gören yapıların kolonlarının onarım ve güçlendirilmesi. 3. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 495-505.

ERDEM, M.F., 2008. Perde duvar ve betonarme mantolama yöntemleriyle güçlendirilen binalarda güçlendirme maliyetinin incelenmesi Akşehir İHL örneği. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ELİBOL, O., 2001. 17 Ağustos depreminin ekonomik boyutları ile orta hasarlı binaların onarım-güçlendirme maliyet analizleri ve uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., İstanbul, 1-30.

GÜNEYİSİ, E.M., ALTAY, G., 2004. Farklı yöntemler kullanılarak güçlendirilmiş betonarme binaların performansa dayalı tasarıma göre deprem performanslarının belirlenmesi. Türkiye İnşaat Mühendisliği 17. Teknik Kongre ve Sergisi, İstanbul, 27-31.

GÜROL, K.B., 2007. Deprem dayanımı yetersiz betonarme binaları güçlendirme yöntemleri. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

KARADUMAN, M., KALTAKÇI M.Y., UMUCALILAR A., ÇINAR B., 1999. Betonarme yapıların onarım ve güçlendirilmesinde karşılaşılan sorunlar ve bir uygulama örneği. Türkiye İnşaat Mühendisliği 15. Teknik Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı. Minpa Matbaacılık, Ankara, 95-111.

PARLAKOĞLU, H., 2010. 3-6 Katlı betonarme çerçeveli binaların karbon takviyeli elyaflar ile güçlendirilmesi ve diğer güçlendirme yöntemleri ile maliyetlerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

SAATÇİOĞLU, M., 2002. Yapıların depreme karşı güçlendirilmesinde yeni yöntemler. Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Alanında Gelişmeler Bildiriler Kitabı, Maya Basın Yayın, İstanbul, 221-244.

SAYIN, B., 2003. Mevcut betonarme yapıların yeni deprem yönetmeliğine göre projelendirilmesi ve güçlendirme teknikleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-36.

YAKAR, T., 2001. Betonarme ve çelik yapı elemanlarıyla güçlendirilen çok katlı bir betonarme yapının güçlendirme maliyetlerinin kıyaslanması. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-44.

YANMAZ, Ö., LUŞ H., 2005. Yapı güçlendirme yöntemlerinin fayda-maliyet analizi. İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, 16(2).

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

BONGO NET İLE YAPILAN STANDART İHTİYOPLANKTON ÖRNEKLEMELERİNDE BOLLUK, ÇEŞİTLİLİK VE TANIMLANABİLİRLİĞİN ONTOGENETİK GELİŞİME BAĞLI DEĞİŞİMİ*

Alterations of Abundance, Diversity and Identifiability Depending on Ontogenetic Development in Standard Ichthyoplankton Samples Taken by Bongo Net

Sinan MAVRUK
Su Ürünleri Temel Bilimler
Anabilim Dalı

Dursun AVŞAR
Su Ürünleri Temel Bilimler
Anabilim Dalı

Özet

Seçilen örnekleme metoduna göre efektif bir şekilde örneklenebilen ontogenetik gelişim evrelerinin belirlenmesi ihtiyoplankton topluluklarını inceleyen çalışmaların planlanması ve yürütülmesinde faydalı olacaktır. Bu yönde yapılan çalışmalar, ontogenetik gelişime paralel olarak larvaların örnekleme ekipmanlarından kaçınma potansiyelinin arttığını orya koymuştur. Diğer taraftan literatürde, ontogenetik gelişimin farklı evrelerindeki ihtiyoplankterlerin biyoçeşitlilik ve teşhis edilebilirliklerini ele alan herhangi bir çabayla karşılaşılmamıştır. Bu çerçevede mevcut çalışmanın amacı, ihtiyoplankton örneklemeleri için FAO tarafından standart yöntem olarak önerilen oblik Bongo Net çekimleri ile elde edilen bireylerin çok türlü ihtiyoplankton araştırmalarındaki kullanım olanaklarının incelenmesidir. Bu hedefe ulaşmak için 2009-2010 yılları arasında 28 istasyonda aylık olarak gerçekleştirilen 12 Bongo Net sörveyinden elde edilen veriler incelenmiştir. Çalışma sonucunda toplam 232 taksonomik gruba ait 25338 adet birey elde edilmiştir. Elde edilen türlerin %82'si bireylerin ise %54'ünün postlarval aşamada olduğu belirlenmiş ve bunların da %83.91'inin prefleks evrede olduğu anlaşılmıştır. Bu evredeki bireyler için tür teşhis başarısının da diğer evrelere nazaran yüksek olduğu; elde edilen bireylerin yaklaşık %97'sinin kantitatif biyoçeşitlilik çalışmalarında kullanım için uygun olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çok türlü ihtiyoplankton araştırmalarında Bongo Net ile standart prosedürler izlenerek toplanan örnekler içerisinde, prefleks postlarvaların ihtiyoplankton topluluklarını en iyi temsil eden ontogenetik aşamalar olduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: İhtiyoplankton Toplulukları, Prelarva, Postlarva, Yöntem, Yumurta

Abstract

Specifying ontogenetic stages in respect of selected sampling method effectively illustrated would be a beneficial effect on the planning the studies on ichthyoplankton assemblages. Previous studies have reported that net avoidance capacity enhances as parallel with ontogenetic development. No research has been found that surveyed the changes of biodiversity and identifiability of

* Doktora Tezi-PhD. Thesis

ichthyoplankters by the different ontogenetic stages. Therefore this study has intended to determine the utilization of ichthyoplankton samples by using oblique Bongo Net tows which are recommended by FAO as a standard method for ichthyoplankton researches. To accomplish this aim, 12 ichthyoplankton surveys have been conducted in Iskenderun Bay between the years of 2009 and 2010. As a results of this study, 25338 individuals belonging to 232 taxon were obtained. It has been determined that 82% of the species and 54% of the individuals were in postlarval stage. Notochordal flexion were not started in 84% of them. The identifiability is higher than those of other stages in postlarval phases and 97% of individuals can be utilized in quantitative biodiversity studies. As conclusion, preflex postlarvae were considered as the best stage in respect of representing ichthyoplankton assemblages in the samples which were collected by following the standard sampling procedures.
Key Words: Ichthyoplankton Assemblages, Egg, Method, Prelarvae, Postlarvae

Giriş

Denizel kemikli balıkların önemli bir kısmında erken yaşam evreleri planktonik özellik göstermekte; bu formlar balık planktonu anlamına gelen ihtiyoplankton terimiyle tanımlanmaktadır (Russell, 1976; Richards, 2006). Ontogenetik gelişimin gerçekleştiği ihtiyoplanktonik süreç pelajik yumurtlayan türlerde yumurtanın atılması, demersal yumurtlayan türlerin çoğunda ise larvaların yumurtadan çıkışı ile başlamakta; aktif hareket kabiliyetinin kazanılması ile son bulmaktadır (Blaxter, 1988). Bu süreçte ihtiyoplankterin morfolojik ve ekolojik yapısı da ontogenetik gelişime paralel olarak değişmektedir (Fuiman, 2002). Bu nedenle, ihtiyoplankton topluluklarının ekolojisine ilişkin hipotezlerin test edilmesi amacıyla incelenecek olan ontogenetik gelişim evresinin seçimi, örnekleme stratejisinden (Lo ve ark., 2009) tür teşhislerinde kullanılan morfolojik kriterlere kadar (Richards, 2006) bir araştırmanın tüm aşamalarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Balıkların erken gelişim evreleri embryonik, prelarval ve postlarval aşamalar olmak üzere üç sınıf altında değerlendirilmektedir (Blaxter, 1988). Embryonik gelişim, yumurtanın döllenmesi ile başlayarak, prelarvanın kapsülden kurtulması ile son bulmaktadır (Falk-Petersen, 2005). Hareket yeteneğinin söz konusu olmadığı bu periyot, morfolojik açıdan embryonik kuyruğun vitellüsten ayrılması baz alınarak, erken ve ileri embryonik dönemler olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Ontogenetik gelişimin ikinci evresini oluşturan prelarval süreçte hareket basit kasılmalardan ibaret olup; birey fizyolojik ve ekolojik açıdan yumurtalarla benzer özellikler sergilemektedir (Westernhagen, 1988; Werner, 2002). Besin kesesinin çekilmesi ve dışarıdan ilk besin alımı ile başlayan postlarval safhada ise birey pelajik ekosistemin interaktif bir unsuruna dönüşmektedir (Fuiman ve Higgs, 1997). Postlarvalar, hareket kabiliyeti üzerindeki etkisi dolayısıyla kuyruk gelişimi dikkate alınarak sınıflandırılmaktadır. Bu bağlamda, ürostilin dorsale kıvrılmasından önceki pasif hareketli dönem prefleks evre olarak tanımlanırken; notokordal kıvrılmayla beraber kaudal yüzgeç oluşumunun başladığı dönem fleks evre olarak adlandırılmaktadır (Blaxter, 1988). Fleks evredeki

larvaların hareket kabiliyetinde önceki dönemlere nazaran belirgin bir ilerleme söz konusu olup, sürü oluşturma gibi kompleks davranışlar da gözlenmeye başlamaktadır (Somarakis ve ark., 1998). Bu periyodun ardından, notokordal kıvrılmanın tamamlanması ve kaudal yüzgeç öncülünün belirginleşmesi ile postfleks faza geçilmektedir (Blaxter, 1988).

İhtiyoplankton topluluklarının ekolojisine yönelik çok türlü çalışmalar, balıkların üreme davranışlarının ve dolayısıyla da balık popülasyonlarının anlaşılmasında son derece önemli ipuçları sunabilmektedir (Somarakis ve ark., 2000; Miller, 2002; Govoni, 2005). Diğer taraftan bu çalışmalardan hedeflenen verimin alınabilmesi, etkin bir örnekleme stratejisinin geliştirilmesi ile doğrudan bağlantılıdır (Miller, 2002; Lo ve ark., 2009). Bu bağlamda FAO, kantitatif ihtiyoplankton örneklemelerinin standart olarak oblik Bongo Net çekimleriyle yapılmasını önermektedir (Smith ve Richardson, 1977). Bu örnekleme metodu ihtiyoplankton topluluklarına ilişkin çalışmalarda da yaygın bir biçimde kullanılmakta olup (Somarakis, 2002; Koutrakis ve ark., 2004; Giordano ve ark., 2014); yöntem ile alınan numunelerde yüksek doğrulukla temsil edilen ontogenetik aşamaların bilinmesi, araştırmaların planlanması ve yürütülmesinde önem arz etmektedir. Bu kapsamda Somarakis ve ark. (1998), hamsi larvalarının Bongo Net tarafından alıkonma olasılığının ontogenetik gelişime paralel olarak düştüğünü ortaya koymuştur. Bu çalışmada ise, FAO tarafından önerilen standart yöntemlerle alınan (Smith ve Richardson, 1977) ihtiyoplankton örneklerinde bolluk, çeşitlilik ve tanımlanabilirliğin ontogenetik gelişim evrelerine bağlı değişimi incelenmiş; bu yolla, çok türlü kantitatif ihtiyoplankton çalışmalarında referans olarak kabul edilebilecek yaşam evrelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma kapsamında Kasım-2009 ile Ekim 2010 tarihleri arasında olmak üzere, bir yıllık süreyle İskenderun Körfezi genelini temsil edecek şekilde seçilen 28 istasyonda, aylık olarak ihtiyoplankton örneklemeleri gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmalarında, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait 10.5 metrelik, 85 HP gücündeki Gözlem I adlı araştırma teknesinden yararlanılmıştır.

Plankton örnekleri, kantitatif ihtiyoplankton örneklemeleri için standart olarak önerilen Bongo Net'i (Smith ve Richardson, 1977) tabana 5m mesafeden ya da 100m'den derin istasyonlarda, bu derinlikten itibaren yüzeye doğru yaklaşık 45º'lik açı ile oblik olarak çekmek suretiyle alınmıştır. 300µm ağ gözü açıklığına sahip olan Bongo Net'in çemberlerinden biri ihtiyoplanktonun taksonomik incelenmesi amacıyla kullanılmış ve bu çemberden alınan örnekler, laboratuvarda Olympus SZX-7 ve Leica M125 marka stereo trinoküler mikroskoplar kullanılarak incelenmiş, ihtiyoplankterler ayıklanmıştır.

Elde edilen ihtiyoplankterler, mümkün olan en düşük taksonomik düzeyde tanımlanmaya çalışılmıştır. Tanımsal karakterleri bakımından ayrışan, ancak literatür yetersizliği nedeniyle tür adı tespit edilemeyen bireyler, bulunabiliyorsa cins ya da familya adları, bulunamıyor ise tanımsız (T) olarak kodlanmak suretiyle tipolojiye dayalı olarak inşa edilen morfotürler (Magurran, 2004) içerisinde

gruplanmışlardır. Bunların dışında belirgin bir familya ya da cinse ait özellikleri göstermekle birlikte; tür düzeyinde teşhisi mümkün olmayan gruplar da morfogruplar bazında teşhis edilmiştir.

Tür teşhislerinde kullanılan temel kaynaklar arasında Ehrenbaum (1909), Lo-Bianco (1956), Arım (1957), Dehknik (1973), Russell (1976), Leis ve Rennis (1983), Leis ve Trinski (1989), Okiyama (1988), Olivar ve Fortuno (1991), Leis ve Ewart (2000), Richards (2006) ve Fahay (2007) yer almaktadır. Bunların yanı sıra, çalışma alanındaki türler itibariyle Yüksek (1993), Çoker (2003), Mater ve Çoker (2004) ve Ak (2004)'ün araştırmalarından da yararlanma yoluna gidilmiştir.

İncelenen ihtiyoplankterlerin gelişim safhaları tespit edilmiştir. Bu kapsamda yumurtalar, embryonik kuyruğun vitellüsten ayrılması referans kabul edilerek; erken ve ileri embriyo olmak üzere iki sınıfta değerlendirilmişlerdir. Larvalarda ise, ekolojik ilişkilerindeki önemli etkisi dolayısıyla besin kesesinin çekilmesi ve kuyruk gelişimi (Blaxter, 1988) referans alınmıştır. Bu kapsamda, larvalar prelarva, prefleks, fleks ve postfleks olmak üzere dört gelişim kategorisi altında toplanmıştır. Yüzgeç formasyonu tamamlanan juvenil bireyler de az sayıda örneklenmelerinden dolayı, postfleks postlarvalar ile birlikte değerlendirilmiştir.

Tür sayısı, birey sayıları ve tür teşhis başarısı ile ontogenik gelişim evreleri arasındaki ilişkiler χ^2 testi ile (Sokal ve Rohlf, 1995) R 3.1 istatistiksel hesaplama ortamı ve programlama dili kullanılarak sınanmıştır (R Core Team, 2014).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çalışma periyodu boyunca tespit edilen ihtiyoplanktonik organizmalar, 16 takımdaki 70 familyada yer alan 232 farklı taksonomik grup altında toplanmıştır. Bu bağlamda, Bilecenoğlu ve ark. (2014)'ün listelediği Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında rapor edilmiş olan 378 kemikli balık türünün yarıdan fazlasının mevcut çalışma ile örneklendiği ve çalışmadan elde edilen sonuçların bölgesel eğilimleri yansıtabilecek nitelikte olduğu ileri sürülebilir.

Bir topluluğu oluşturan türlerin teşhis edilmesi, ekolojik çalışmaların ilk adımıdır ve büyük önem arz etmektedir (Mayr, 1997). Buna karşın, özellikle tür çeşitliliğinin yüksek olduğu bölgelerde balıkların erken yaşam evreleri ile ilgili literatür yetersizlikleri nedeniyle tür teşhisinin her daim mümkün olmaması (Klumpp ve Westernhagen, 1995; Somarakis ve ark., 2011) bu amaca ulaşmayı zorlaştıran bir unsurdur. Bu çerçevede mevcut çalışma ile belirlenen taksonlardan 216 adedinin teşhisi, tür ya da morfotür düzeyinde gerçekleştirilmiş olup; ancak 129 adedinde tür adı tespit edilebilmiştir. Geri kalan kısımda ise cins seviyesinde tanımlanan 17, familya seviyesinde tanımlanan 60 morfotür ile tanımlanamayan 10 morfotür kodlarla isimlendirilmiştir. Taksonomik gruplar bazında incelendiğinde morfotürlerin; Gobiidae, Carangidae, Sparidae ve Myctophidae gibi erken gelişim evrelerinde morfolojik açıdan birbirine benzer özellikler gösteren kalabalık familyalar ile (Lo-Bianco, 1956; Bilecenoğlu ve ark., 2014) Tetraodontidae ve Siganidae gibi planktonik aşamalarıyla ilgili yeterli literatüre ulaşılamayan İndo-Pasifik orijinli gruplarda yoğunlaştığı dikkat çekmektedir (Okiyama, 1988). Tür ve morfotür düzeyindeki teşhislerin yanı sıra familya seviyesinde 13 ve cins

seviyesinde üç morfogrup belirlenmiştir. Bunlar, genellikle tanımsal özellikleri tür düzeyinde bir teşhis için yeterli olmayan, kuyruk gelişimi henüz başlamamış embriyolar ile mekanik anlamda zarar görmüş pre ve postlarvalardan oluşmuştur.

Çalışma periyodu boyunca toplam dokuz takımdaki 36 familyaya ait 85 türün yumurtaları teşhis edilmiştir. Bunların yalnızca 62 adedi tür seviyesinde tanımlanabilmiş olup; dört adedinin cins ve 19 adedinin ise familya seviyesindeki morfotürler olduğu belirlenmiştir. Altı tür ise tanımlanamamış ve kodlarla isimlendirilmiş, böylece toplamda 91 türe ait yumurtalarla karşılaşılmıştır. Ayrıca familya seviyesinde altı ve cins seviyesinde de bir morfogrup tespit edilmiştir.

En düşük çeşitlilik değerleri ile prelarval aşamalarda karşılaşılmıştır (χ^2=65.70, p<0.01). Bu kapsamda 29 familyadaki 55 türe ait prelarvalar örneklenmiş; bunlardan 49'unda tür adı tespit edilebilmiş; beşi familya ve biri de cins düzeyindeki morfotürler halinde tanımlanmıştır. Ayrıca dokuzu familya ve biri cins düzeyinde olmak üzere toplam on morfogrup gözlenmiştir.

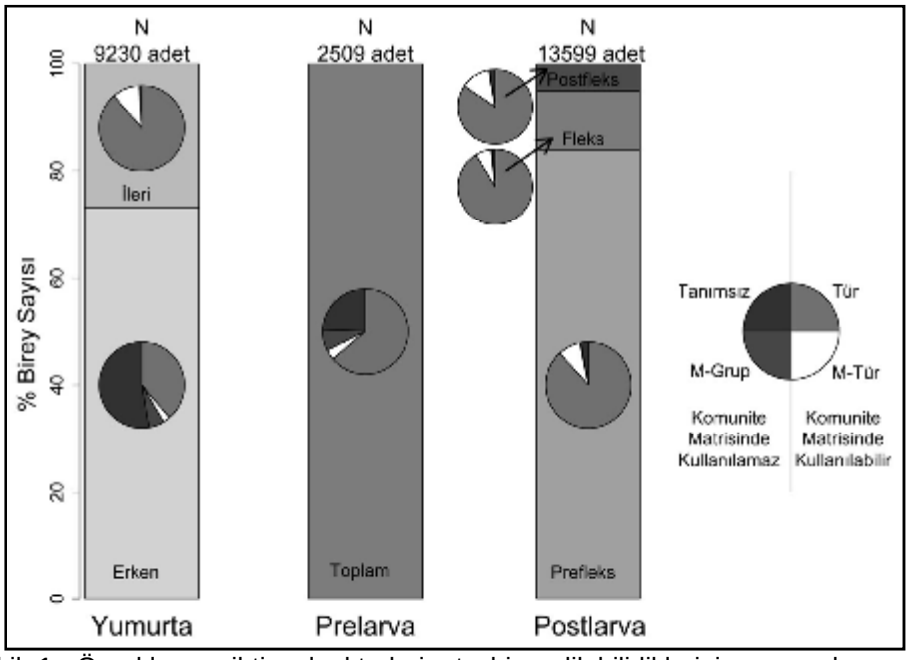
Postlarval aşamalarda ise tür sayısının yumurtalara nazaran çok daha yüksek olduğu görülmüştür (χ^2=65.70, p<0.01). Bu bağlamda, 60 familyaya ait 166 türden larvalar tespit edilmiştir. Bunların 113 adedi tür seviyesinde tanımlanmış, 12 adedi cins ve 41 adedi de familya düzeyindeki morfotürler olarak saptanmıştır. Dört tür ise tanımlanamamış ve böylece toplam 170 türe ait larvalarla karşılaşılmıştır. Ayrıca biri cins ve 12'si familya olmak üzere toplam 13 morfogrup tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında toplam 25338 adet ihtiyoplanktere rastlanmış olup, bunların aşamalara dağılımı homojen değildir (χ^2=7364.04, p<0.01). Tespit edilen bireylerin 9230 adedinin yumurta (%36.43), 2509 adedinin prelarva (%9.90), 13571 adedinin postlarva (%53.56) ve 28 adedinin (%0.11) ise juvenil aşamada olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).

Postlarval aşamalara ait tür ve birey sayılarının, diğer aşamalara nazaran yüksek bulunması ilk bakışta, üretilen çok sayıda yumurtanın yüksek mortalite ile sürekli azalacağını öngören (Peck ve ark., 2012) kohort dinamiği ile çelişiyor gibi görünmektedir. Buna karşın, planktonik yaşam göz önüne alındığında, yumurta ve prelarval aşamaların postlarval aşamalara göre çok daha kısa bir zamanı kapsadığı da bilinmektedir (Fırat ve ark., 2005; Çoban ve ark., 2012). Dolayısıyla bu aşamalar, gerçekte sayıca fazla olmalarına karşın (Peck ve ark., 2012), kısa süre içerisinde form değiştirdiklerinden, örneklerde daha az sayılarla temsil edilmektedirler (Lo ve ark., 2009). Somarakis (2002)'ye göre, bu durumun bir diğer nedeni ise demersal yumurtalara sahip türlerdir. Bu çalışmada saptanan larvalar arasında en baskın gruplardan biri olan Gobiidae gibi demersal kesime yumurtlayan familyalar, kıyısal ihtiyoplankton topluluklarının önemli bileşenleri olup (Moyano ve ark., 2009; Tsikliras ve Koutrakis, 2010); embryonik aşamaları ihtiyoplankton kapsamında temsil edilmemektedir.

Çalışma periyodu boyunca tespit edilen embriyoların önemli bir kısmı kuyruk gelişimi öncesi aşamalardan oluşmuştur (6693 adet, %72.51; χ^2=1930.44, p<0.01). Kuyruğu vitellüsten ayrılmış olan yumurtaların sayısı ise 2484 adet olup; toplamın yalnızca %26.91'ini oluşturmuştur. Mekanik hasarlar nedeniyle 53 yumurtada (%0.57) aşama tespit edilememiştir. Embryonik aşamalardaki bireylerde

en baskın grubun 3565 adet ile toplam yumurtaların %38.62'sini oluşturan tanımlanamayan yumurtalar olduğu görülmüştür. Teşhis edilemeyen morfotürler ise 49 bireyle %0.53'lük bir dilimin altında kalmıştır. Cins ve familya seviyesinde 410 bireyin (%4.44) morfogrup, 394 (%4.27) bireyin ise morfotür olarak temsil edildiği saptanmıştır. Geri kalan 4812 (%52.13) birey ise tür düzeyinde teşhis edilebilmiştir. Teşhis başarısının aşamalara göre dağılımının homojen olmadığı (χ^2=79.98, p<0.001), embryonik gelişimin erken evrelerinde tür düzeyinde teşhis edilen birey sayısının daha düşük olduğu (%41.42), buna karşın ileri evrelerinde bireylerin neredeyse tamamının (%99.03) tür düzeyinde teşhis edilebildiği görülmüştür (Şekil 1). Bu durum büyük ölçüde, embryonik gelişimin erken evrelerinde tanımlama için kullanılabilecek taksonomik detayların henüz şekillenmemiş olmasından ileri gelmektedir (Klumpp ve Westernhagen, 1995; Richards, 2006). Sonuç olarak, yumurtalarda embryonik gelişime paralel olarak tanımlanabilirliğin arttığı; buna karşın, örneklenen birey sayısının düştüğü görülmektedir.



Şekil 1. Örneklenen ihtiyoplankterlerin teşhis edilebilirliklerinin aşamalara göre dağılımı (Yığılmalı barların ortasındaki daire grafikleri ilgili ontogenik gelişim evresinde örneklenen bireylerin teşhis başarısını göstermektedir. Burada; Tür: tür düzeyinde, M-Tür: morfotür düzeyinde, M-Grup: morfogrup düzeyinde teşhis edilen ve Tanımsız: teşhis edilmeyen bireyleri göstermektedir. Barların altındaki terimler alt aşama gruplarını göstermektedir. N: toplam birey sayısını göstermektedir.)

Prelarval aşamalarda tür düzeyinde teşhis edilebilen 1600 birey, toplamın %63.77'si ile en baskın grubu teşkil etmiştir. Bunun ardından 611 bireyle (%24.35) tanımlanmayan prelarvalar gelmiştir. Cins ve familya düzeyinde olmak üzere, 98 birey (%3.91) morfotür ve 200 birey (%7.97) ise morfogrup olarak tanımlanmıştır (Şekil 1). Prelarval aşamadaki bireyler, son derece kırılgan bir yapıda olup (Holt, 2002); örnekleme esnasında önemli ölçüde hasar görebilmektedir. Dolayısıyla, tanımlayıcı karakterlerini yitiren bu bireylerde teşhis başarısı da düşük bulunmaktadır.

Postlarvalarda ise bireylerin önemli bir kısmının prefleks aşamada olduğu saptanmıştır (11411 adet, %83.91; χ^2=15823.86, $p<0.01$). Bunları 1514 bireyle (%11.13) fleks, 642 bireyle (%4.72) postfleks ve 28 bireyle (%0.21) juveniller takip etmiştir (Şekil 1). Yalnızca 4 bireyde (%0.03) mekanik zedelenmeler nedeniyle aşama hakkında herhangi bir karara varılamamıştır. Postlarvaların teşhisi büyük ölçüde tür düzeyinde yapılabilmiştir (12006 birey, %88.29). Bunu 1163 bireyle (%8.55) familya ve cins düzeyindeki morfotürler takip etmiştir. On birey (%0.07) ise tanımlanamayan morfotürler içerisinde yer almıştır. Morfogruplar altında toplanan birey sayısının yalnızca 67 adet olduğu belirlenmiş ve bunlar, toplam bireylerin %0.49'unu oluşturmuştur. Mekanik hasarlı oldukları için tür teşhisi yapılamamış larvalar ise 353 adetle toplamın %2.60'ını teşkil etmiştir. Postlarvalarda ontogenik gelişim yumurtalarda olduğu gibi, teşhis başarısı üzerinde etkili olmamıştır (χ^2=2.70, $p>0.05$). Elde edilen örneklerde mekanik bir zedelenme olmadığı sürece, tür düzeyinde teşhis yapılabilmiş; bu nedenle de tür ve morfotürlerin oranı %97'yi bulmuştur (Şekil 1).

Sonuçlar

Sonuç olarak gerek tür teşhisindeki handikaplar ve gerekse oblik Bongo Net çekimleri ile alınan örneklerde postlarvalara nazaran az sayıda bireyle temsil edilmeleri nedeniyle, embryonik ve prelarval aşamaların çok türlü ihtiyoplankton çalışmaları için iyi bir referans olmadığı görülmüştür. Bu bağlamda, gerek tür ile birey sayısı ve gerekse teşhis edilebilir olmaları bakımından postlarval aşamalardan elde edilen sonuçlar daha tatmin edicidir. Diğer taraftan, bu aşamada da tür ve birey sayısı, notokordal kıvrılmayla beraber belirgin bir biçimde azalmaktadır. Bu durum, kohort dinamiğinin doğal bir sonucu olabileceği gibi (Peck ve ark., 2012); larvaların hareket ve algı kabiliyetinin artması neticesinde, örnekleme ekipmanının alıkoyma başarısının düşmesinden de kaynaklanıyor olabilir (Somarakis ve ark., 1998). Her iki durumda da fleks ve postfleks larvaların ihtiyoplankton topluluklarındaki genel eğilimleri yansıtmadığı ileri sürülebilir. Dolayısıyla, standart örnekleme metodolojisi ile gerçekleştirilen araştırmalarda (Smith ve Richardson, 1977) ihtiyoplankton topluluklarını taksonomik açıdan en iyi temsil eden ontogenetik evrelerin prefleks postlarvalar olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

AK, Y., 2004. Mersin İli Erdemli Açıklarında Yaşayan Bazı Teleost Balıkların Pelajik yumurta ve Larvalarının Dağılımı ve Bolluğu. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi). 387s.

ARIM, N., 1957. Marmara ve Karadeniz'de bazı kemikli balıkların (Teleost'ların) yumurta ve larvalarının morfolojileri ile ekolojileri. Hidrobiyologi Mecmuası. 5(1-2): 7-56.

BİLECENOĞLU, M., KAYA, M., CİHANGİR, B., ÇİÇEK, E., 2014. An updated checklist of the marine fishes of Turkey. Turkish Journal of Zoology. 38(6): 901-929.

BLAXTER, J., 1988. Pattern and variety in development. W. S. Hoar and D. J. Randall, (Editör), Fish physiology, the physiology of developing fish. Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. San Diego, California. 1-48.

ÇOBAN, D., SÜZER, C.; YILDIRIM, S., SAKA, S., FIRAT, K., 2012. Morphological development and allometric growth of sharpsnout seabream (Diplodus puntazzo) larvae. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Doi 10.4194/1303-2712-V12_4_16. 12(4): 883-891.

ÇOKER, T., 2003. İzmir Körfezi'ndeki Teleost Balıkların Pelajik Yumurta ve Larvalarının Morfolojisi ve Ekolojisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 539s.

DEKHNIK, T. V., 1973. Ichthyoplankton of the Black Sea (In Russian). Navkova Dumka, Kiev, 235p.

EHRENBAUM, E., 1909. Eier und Larven von Fischen, Andere Eier und Cysten. Verlag von Lipsius&Tischer. Kiel und Leipzig. 413p.

FAHAY, M. P., 2007. Early stages of fishes in the Western North Atlantic Ocean. NAFO. 1170p.

FALK-PETERSEN, I. B., 2005. Comparative organ differentiation during early life stages of marine fish. Fish&shellfish immunology. 10.1016/j.fsi.2005.03.006. 19(5): 397-412.

FIRAT, K., SAKA, S., KAMACI, H. O., 2005. Embryonic and larval development of striped sea bream (Lithognathus mormyrus L 1758). Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh. 57(2): 131-140.

FUIMAN, L. A., HIGGS, D. M., 1997. Ontogeny, growth and the recruitment process. R. C. Chambers, E. A. Trippel (Editör). Early Life History and Recruitment in Fish Populations. Chapman & Hall. London, 225-249.

FUIMAN, L. A., 2002. Special considerations of fish eggs and larvae. L. A. Fuiman and R. G. Werner (Editör). Fishery Science, The Unique Contributions of Early Life Stages. Blackwell Science. 1-32.

GIORDANO, D., PROFETA, A., BUSALACCHI, B., MINUTOLI, R., GUGLIELMO, L., BERGAMASCO, A., GRANATA, A., 2014. Summer larval fish assemblages in the Southern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean Sea). Marine Ecology. 36(1): 104-117.

GOVONI, J. J., 2005. Fisheries oceanography and the ecology of early life histories of fishes: a perspective over fifty years. Scientia marina. 69: 125-137.

HOLT, G. J., 2002. Human Impacts. L. A. Fuiman and R. G. Werner (Editör). Fishery Science, The Unique Contributions of Early Life Stages. Blackwell Science, 222-242.

KLUMPP, D. W., WESTERNHAGEN, V. H., 1995. Biological effects of pollutants in Australian tropical coastal waters: Embryonic malformations and chromosomal aberrations in developing fish eggs. Marine Pollution Bulletin. 10.1016/0025-326X(94)00124-R. 30: 158-165.

KOUTRAKIS, E. T., KALLIANIOTIS, A., TSIKLIRAS, A. C., 2004. Temporal patterns of larval fish distribution and abundance in a coastal area of northern Greece. Scientia marina. 68(4): 585-595.

LEIS, J. M., EWART, C. B. M., 2000. The Larvae of Indo-Pacific Coastal Fishes. An Identification Guide to Marine Fish Larvae. Fauna Malesiana Handbooks 2. Brill, Leiden. 485p.

LEIS, J. M., RENNIS, D. S., 1983. The Larvae of Indo-Pacific Coral Reef Fishes. New South Wales Universty Press, Sydney ve Universty Press of Hawai, Honolulu. 269 p+75 plates.

LEIS, J. M., TRNSKY, T., 1989. The Larvae of Indo-Pacific Shorefishes. New South Wales Universty Press, Sydney ve Universty Press of Hawai, Honolulu. 371p+83 plates.

LO-BIANCO, S.L., 1937. Uova, Larve e Giovanili di Teleostei. In Fauna e' Fora del Golfo di Napoli, Monografia 38 (ed. S.L. Lo Bianco). Italy: Pabblicata dalla Stazione Zoologica di Napoli. 800p.

LO, N. C. H., SMITH, P. E., TAKAHASHI, M., 2009. Egg, larval and juvenile surveys. T. JAKOBSEN,M. J. FOGARTY,B. A. MEGREY, E. MOKSNESS (Editör). Fish Reproductive Biology: Implications for Assessment and Management. Willey-BlackWell. West Sussex, UK. 207-229.

MAGURRAN, A. E., 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing. 256p.

MATER, S., ÇOKER, T., 2002. Türkiye Denizleri İhtiyoplankton Atlası. Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova-İzmir. 211s.

MAYR, E., 1997. Biyoloji Budur-Canlı Dünyanın Bilimi. 2. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları. Ankara-Türkiye. 375s.

MILLER, T. J., 2002. Assemblages , Communities , and Species Interactions. L. A. Fuiman and R. G. Werner (Editör). Fishery Science, The Unique Contributions of Early Life Stages. Blackwell Science. 183-205.

MOYANO, M., HERNANDEZ-LEON, S., 2009. Temporal and along-shelf distribution of the larval fish assemblage at Gran Canaria, Canary Islands. Scientia marina. Doi 10.3989/scimar.2009.73s1085. 73(S1): 85-96.

OKIYAMA, M. (ed), 1988. An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai Universty Press, Tokyo, Japan. 1154p.

OLIVAR, M. P., FORTUNO, J. M., 1991. Guide to Ichthyoplankton of the Southeast Atlantic (Benguela Current Region). Sci. Mar. 55(1) :383p.

PECK, M. A., HUEBERT, K. B., LLOPIZ, J. K., 2012. Intrinsic and extrinsic factors driving match-mismatch dynamics during the early life history of marine fishes. Advances in Ecological Research, Global Change in Multispecies Systems. Doi 10.1016/B978-0-12-398315-2.00003-X. 47: 177-302.

R Core Team, 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. http://www.R-project.org/. Vienna, Austria.

RICHARDS, W. J., 2006. Early Stages of Atlantic Fishes: an Identification Guide for the Western Central North Atlantic. CRC Taylor & Francis Group. USA. 2640p.

RUSSELL, F. S., 1976. The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes. Academic Press, London, England. 524p.

SMITH, P. E., RICHARDSON, S. L., 1977. Standard Techniques for Pelagic Fish Egg and Larva Survey. Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome. 100p.

SOKAL, R. R., ROHLF, F. J., 1995. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. Freeman. New York. 887p.

SOMARAKIS, S., CATALANO, B., TSIMENIDES, N., 1998. Catchability and retention of larval European anchovy, Engraulis encrasicolus, with bongo nets. Fishery Bulletin. 96(4): 917-925.

SOMARAKIS, S., MARAVEYA, E., TSIMENIDES, N., 2000. Multispecies ichthyoplankton associations in epipelagic species: is there any intrinsic adaptive function? Belgian Journal of Zoology. 130(November): 129-133.

SOMARAKIS, S., 2002. Distribution and abundance of larval fish in the northern Aegean Sea -eastern Mediterranean- in relation to early summer oceanographic conditions. Journal of Plankton Research. 24(4): 339-357.

SOMARAKIS, S., RAMFOS, A., PALIALEXIS, A., VALAVANIS, V. D., 2011. Contrasting multispecies patterns in larval fish production trace inter-annual variability in oceanographic conditions over the N.E. Aegean Sea continental shelf (Eastern Mediterranean). Hydrobiologia. 10.1007/s10750-011-0677-5. 670(1): 275-287.

TSIKLIRAS, A. C., KOUTRAKIS, E. T., 2010. Summer fish larval assemblages and station groups in the northern Aegean Sea. Acta Adriatica. 51(1): 1-10.

WERNER, R. G., 2002. Habitat Requirements. L. A. Fuiman and R. G. Werner (Editör). Fishery Science, The Unique Contributions of Early Life Stages. Blackwell Science. 161-182.

WESTERNHAGEN, H. V., 1988. Sublethal Effects of Pollutants on Fish Eggs and Larvae. W. S. Hoar and D. J. Randall (Editör). Fish Physiology , The Physiology of Developing Fish. Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. San Diego, California. 253:346.

YÜKSEK, A., 1993. Marmara Denizi'nin Kuzey Bölgesinde Teleost Balıkların Pelajik Yumurta ve Larvalarının Dağılımı ve Bolluğu. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü. Doktora Tezi, 148s.

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

SÜTTEN KESİM ÖNCESİNDE FARKLI EMİŞTİRME UYGULAMASI YAPILAN OĞLAKLARDA KABA VE KESİF YEM VERİLME ŞEKLİNİN BÜYÜME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ[1]

Different Suckling Regime Application Effects of Different Roughaghe and Concentrate Feed Regime on Growth of Kids

Duygu AKGÜL
Zootekni Anabilim Dalı

Nazan KOLUMAN
Zootekni Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışma Çukurova subtropik iklim koşullarında yarı-entansif alanda sütten kesim öncesinde farklı emiştirme uygulaması yapılan oğlaklarda kaba ve kesif yem verilme şeklinin büyüme performansı üzerine etkisini ortaya koymak amacı ile yapılmıştır.

Çalışma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği Keçicilik ünitesinde yürütülmüştür.

Deneme oğlaklar ilk 1 hafta kolostrum süresi sonrasında 1 ay boyunca sürekli anaları ile tutulmuştur. Muamele gruplarından ilkinde oğlaklar sürekli analarını emmiş ve ek olarak 2. haftadan itibaren ticari kuzu-buzağı başlangıç yemi ve yonca kuru otunu ayrı ve serbest olarak almışlardır.

İkinci grup oğlaklar ise sadece ticari kuzu-buzağı büyütme yemi ile sütten kesime kadar serbest yemlenmişlerdir Oğlaklar 2 aylık yaşa ulaştıklarında sütten kesilmişlerdir.

Oğlak büyütme bölmelerinde hayvan sayısına bağlı olarak yeterli miktarda yemlik ve suluk bulundurulmuştur. Oğlaklarda canlı ağırlık verileri iki haftalık bireysel tartımlarla belirlenmiştir. Erkek oğlaklar her iki büyütme grubunda da dişi oğlaklardan daha iyi büyüme performans göstermişlerdir. Ancak kesif yemle büyütülen oğlaklar OGCAA 266.50 g/gün kaba ve kesif yemle verilerek büyütülenler ise OGCAA 243.5 gr/gün olarak belrlenmiştir.

Sonuç olarak ikinci haftadan sonar (kolostrumun tüketildiği ilk hafta hariç) rumen gelişimini teşvik edici katı yem tüketiminin yeterince sağlanması, işletme ekonomisi ve oğlakların daha hızlı büyme ve gelişme göstermesi için önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Emiştirme, Oğlak, Büyüme performansı, Yemleme

ABSTRACT

The aim of this studywas to evaluate different suckling regime on growth performances of kids that of fed by different way of roughaghe and concentrate feeds under Çukurova subtropical climate conditions at Dairy Research Farm odf Agricultural University of Cukurova.

The kids were kept with their mother upto 1 month old. The first group were kept together with their mother and the concentrate and roughaghe were given

*Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

separately from 2nd week of gestation. Second group kids were kept together with their mother as well and they were fed only concentrate feed from 2nd weeks of the gestation. Both groups were weaned at 2 months old.

Feed consumption and live weights were collected individually for every 15 days.

At the end of this study, it has been observed that performance of male kids were higher than females. Daily live weights of 1st and 2nd groups were 243.5 g/day while 266.50 g/day for second group. And it could be recommended that for rise up rantability of farms the concentrate using in growing kids is useful way .
Key Words: Suckling, Kids, Growth performance, feding

GİRİŞ

Süt keçiciliği işletmelerinde üretimin devamlılığı ve karlılık, süt ve oğlak verimine bağlıdır. Entansifleşme süreci içinde bulunan süt keçiciliğinde en önemli dönem oğlakların sütten kesildikleri dönemdir. Bu dönemin doğru yöntemler izlenerek tamamlanması hem sütten kesilen oğlak sayısı hemde sağılabilen süt miktarı açısından önem taşımaktadır.

Ekonomik bir keçicilik işletmesinde doğan oğlakların yeme alışması ve rumen gelişimi özellikle sütten kesim deprasyonu açısından önem taşımaktadır. Sütten kesim döneminde oğlakların çevre koşullarına karşı hassasiyetleri artmakta ve birçoğu yeme alışma dönemini sağlıklı bir şekilde gerçekleştiremediğinden telef olmaktadır. Oğlakların emişme döneminde sağlıklı büyümesi ve sütten kesimden sonra da bir sorun yaşamadan gelişimine devam edebilmesi için rumen gelişimini sağlayacak farklı büyütme programları uygulanmaktadır.

Genel olarak bugüne kadarki genel bilgiler, rumen gelişimi için kaba ve kesif yemlerin sürekli önünde bulundurulması ve kullanılması yönünde iken son yıllarda kaba yemin sütten kesim dönemine kadar verilmesinin gerekli olmadığı, sadece kesif yem verilmesinin yeterli olduğu yönündedir (Kaynak). Özellikle sütten kesimin 8-12 haftada gerçekleştiği oğlak büyütme sisteminde bu öneri söz konusu olmaktadır. Ancak bu uygulamaların sütten kesim sonrası performans üzerine etkileri konusunda yeterli çalışma mevcut değildir. Oğlakların başarılı bir şekilde sütten kesilerek yeme alıştırılması, anne etkisinin minimum olduğu sütten kesim sonrası büyüme ve gelişme performansını yüksek düzeyde etkilemektedir.

Konu üzerinde farklı materyalde yürütülen bir çalışmada, Görgülü ve ark. (2010), Holstein buzağılarda kaba yem ile beslemenin rumen gelişimi ve buzağı gelişme özellikleri üzerine etkileri konulu çalışmalarında 8 haftalık yaşta sütten kesilen buzağılarda, kaba yem tüketiminin büyüme performansı ve rumen gelişimi üzerine etkisinin sınırlı düzeyde olduğunu bildirmekte ve özellikle sütten kesim sonrası etkilerin üzerinde durulması gerektiğini ortaya koymuşlardır. Bu araştırmaya göre özelikle sıvı besleme dönemi sonrası rumen gelişimi ve performans ergenlik ve ergin dönem performansta etkili olmaktadır.

Keleş ve ark. (2011), sütten kesim öncesi dönemde sadece buzağı başlangıç yemi ile beslenen buzağıların sütten kesim sonrası ve toplamda daha çok yem tükettiklerini ve daha fazla canlı ağırlık artışı gösterdiklerini ve buzağıların

sütten kesim öncesi dönemde kaba yem kullanılmadan büyütülebileceğini ancak her birim canlı ağırlık artışının maliyetinin daha yüksek olabileceğini bildirmektedir.

Süt keçiciliğinde sağılabilen süt miktarı karlılığı artıran faktörlerden bir tanasidir. Dolayısı ile yetiştiricilikte amaç bir an önce sağıma geçmek ve laktasyonun devamlılığını sağlayabilecek bazı önlemleri ortaya koyabilmektir. Bu amaçla oğlaklar erken sütten kesilerek laktasyon performansı artırılmaya çalışılmaktadır. Ancak oğlakların doğumdan sonra sütten kesime kadar geçen süreç içindeki mortalitesinin yüksek olması da yine ekonomiklik ve sürdürülebilirlik açısından sorun yaratan diğer önemli faktörlerden birisidir. Dolayısı ile süt keçisi yetiştiriciliğinde ekonomik nokta sütten kesilen oğlak sayısı ile laktasyon performansı ile paralellik göstermektedir. Genellikle oğlaklar analarından doğal büyütmede 2.5 aylık olduğunda ayrılmaktadır. Bu dönem yine keçilerin laktasyonun süt veriminin en üst düzeyde gerçekleştiği dönemdir. Buna bağlı olarak sağmal keçilerin verimliliğinin oğlakların emdiği süt ile sınırlamak pratikte çok verimli bir yaklaşım gibi görülmemektedir. Bu varsayımdan yola çıkarak, doğumdan sonra laktasyonun ilk 2 ayı içinde sadece oğlağa bırakılan sütün işletmede verimli olarak kullanılması ve süt veriminin sürdürülebilirliğinin sağlanması, aynı zamanda oğlakların yeme alışması sırasında kaba yemin önemini ortaya koyma hipotezi ile kurulan bu deneme sonucunda, erken sağımın avantajlı ve dezavantajlı yönleri ile sütten kesim öncesi kaba ve kesif yem kullanım şekillerinin yetiştiricilik açısından ekonomik anlamda öneminin ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Çalışmanın yürütüldüğü Adana ili, Akdeniz Bölgesinde 37º kuzey paraleli, 35º doğu boylamında yer alan ve deniz seviyesinden yüksekliği 40 m olan bir ilimizdir. Bölgede yaz ayları sıcak ve nemli, kış ayları ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Rutubet ortalaması %66 dolaylarındadır. Hakim rüzgarlar kuzey ve güney yönlüdür. Mevsimler boyunca basınç farklılıkları nedeni ile rüzgarlar her iki yönden esebilmektedir, ancak genellikle yazın güney, güney-batı, kışın kuzey yönünden esen rüzgarlar söz konusudur.

Bu araştırma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Süt Keçiciliği Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. Çiftlikte yarı-açık sistemde düşünülmüş doğu batı doğrultusunda uzanan güney cephesi açık kuzey cephesi kapalı bir ağıl mevcuttur. Çiftlikte yarı-entansif koşullar söz konusudur. Doğu Akdeniz bölgesinde bulunan çiftlikte subtropik iklim koşulları hakimdir (Resim-1).

Resim 1. Deneme bölmeleri.

Materyal

Hayvan Materyali

Hayvan materyalini Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Keçiciliği Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yetiştirilen Balcalı tipi (Alman Asil Alaca + Kıl keçi) melez oğlaklar oluşturmuştur. Denemede 2013 yılında doğan 20 baş Balcalı tipi oğlak kullanılmıştır (Resim 2).

Resim 2. Deneme materyali hayvanlar.

Denemede kullanılan kuzu/buzağı başlangıç yemi %16-18 HP, 2600-2700 Kcal ME/kg içermektedir. Kaba yem olarak orta kaliteli yonca kuru otu sap olarak serbest verilmiştir.

Çizelge 1. 1. Denemede kullanılan kesif yemin besin madde kompozisyonu.

Besin Maddesi İçeriği		**Besin Maddesi İçeriği**	
Kuru madde (% en az)	88	Kalsiyum, (% en az-en çok)	0,6-1,2
Ham protein (% en az)	13	Sodyum (% en az-en çok)	0,3-0,6
Ham selüloz (% en çok)	14	Fosfor (% en az)	0,4
Ham kül (% en çok)	9	E Vitamini (en az, mg/kg)	30
HCl'de çözünmeyen kül (% en çok)	1	D3 Vitamini (en az, IU/kg)	800
Metabolik Enerji (en az, kcal/kg)	2400	A Vitamini (en az, IU/kg)	5000

Çizelge 2. 2. Denemede kullanılan yonca samanının besin madde kompozisyonu.

Besin Maddesi İçeriği		**Besin Maddesi İçeriği**	
Kuru madde (%)	90,2	ADF (%)	45,40
Ham protein (%)	13,0	NDF (%)	52,90
Ham kül (%)	6,4	Ham Yağ (%)	0,91

Metod

Deneme Grupları

Araştırma materyali oğlaklar doğumdan sonar bir hafta süre ile anaları ile aynı alanda tutulmuşlardır. İkinci haftadan sonra oğlaklar iki gruba bölünmüştür. Birinci gruptaki oğlaklar anne sütüne ilave olarak ticari buzağı-kuzu büyütme ile birlikte kuru yonca otu serbest olarak verilerek beslenirken ikinci gruptaki oğlaklara anne sütüne ek olarak sadece ticari buzağı-kuzu büyütme yemi verilmiştir. Bu uygulama 2 ay süre ile devam etmiş ve oğlaklar sütten kesilmiştir. Gruplar oluşturulurken, ana yaşı, laktasyon sırası doğum tipi, doğum tarihi ve doğum canlı ağırlıkları gibi faktörler dikkate alınarak deneme başında gruplar homojen olarak belirlenmiştir. Oğlaklarda canlı ağırlık tartımları 1 haftalık aralıklar ile 100 g hasas kantar ile bireysel olarak yapılmıştır. Yem tüketimleri haftalık olarak grup düzeyinde Oğlak büyütme bölmelerinde hayvan belirlenmiştir. Deneme süresince oğlakların önünde su sürekli olarak bulundurulmuştur (Resim 3).

İstatistiksel Analizler

Oğlakların canlı ağırlık ve günlük canlı ağırlık artışlarının analizinde En Küçük Kareler Yöntemi kullanılmıştır. Oğlakların büyüme performansı üzerine muamele (kesif yem ya da kesif yem + kaba yem) ve cinsiyetin etkilerinin tespitinde aşağıda verilen modelden faydalanılmıştır. Grup x Cinsiyet interaksiyonu yapılan ön analizde önemsiz olduğu için modelden çıkartılmıştır

$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$, Modelde Y herhangi bir oğlağın incelenen dönemdeki canlı ağırlığı, μ: beklenen ortalama, ai: grup etkisi (i: kesif yem ve kesif yem + kaba

yem), bj: cinsiyetin etkisi (j:Dişi ve Erkek), eijk: Şansa bağlı hata terimini ifade etmektedir. Verilerin analizinde SPSS programı kullanılmıştır (SPSS, 1999).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemede anne sütüne ilave olarak sadece kesif yemle beslenen grup ile kesif ve kaba yemi birlikte alan grupların deneme boyunca gösterdikleri canlı ağırlıklara ait ortalama ve standart hataları ile önem düzeyleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneme gruplarındaki oğlakların canlı ağırlıklarına ait ortalama ve standart hataları (kg).

Dönemler	Gruplar			Cinsiyet			
	Kesif Yem	Kesif+Kaba Yem	P	Dişi	Erkek	P	Genel
DA	2,92±0,126	2,97±0,127	0.799	2,76±0,120	3,13±0,133	0.059	2,94±0,089
15-22	7,32±0,306	7,16±0,323	0.716	6,44±0,306	8,04±0,323	0.002	7,24±0,222
23-30	8,75±0,352	8,20±0,372	0.300	7,37±0,352	9,58±0,372	0.001	8,48±0,256
31-38	10,44±0,314	9,98±0,332	0.321	8,85±0,314	11,57±0,332	0.001	10,21±0,229
39-46	11,23±0,438	10,68±0,463	0.329	9,46±0,438	12,45±0,463	0.001	10,95±0,319
47-54	12,24±0,488	11,81±0,516	0.556	10,41±0,488	13,64±0,516	0.001	12,03±0,355
55-62	14,12±0,491	12,79±0,496	0.074	11,70±0,470	15,22±0,519	0.001	13,47±0,349
BTCAK	11,20±0,518	9,91±0,547	0.105	9,01±0,518	12,10±0,547	0.001	10.55±0,377

DA: Doğum ağırlığı, DBCA: Deneme başı canlı ağırlık, BTCAK: Büyütme dönemince toplam canlı ağırlık artışı

Balcalı oğlakların canlı ağırlık artışı üzerine yemleme yönteminin etkisi önemsiz bulunmuştur. Diğer yandan cinsiyetin etkisi incelenen dönemlerden doğum ağırlığı hariç istatistiki olarak önemli (P<0.001) bulunmuştur. Bu çalışmada sadece kesif yem verilen oğlaklar (11.20 kg), kesif + kaba yem ile beslenen oğlaklardan (9.91 kg) büyütme dönemince daha fazla canlı ağırlık artışı sağladığı gözlenmiştir. Ancak gözlenen bu farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Balcalı erkek oğlaklar 15.22 kg) dişi oğlaklardan (13.47 kg) daha fazla sütten kesim canlı ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Balcalı oğlakların sütten kesime kadar (60. Gün) hatalık ortalama günlük canlı ağırlık kazançları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Oğlakların ortalama günlük canlı ağırlık artışı üzerine büyütme yönteminin etkisi son hafta önemli (P<0.05) olurken diğer haftalarda önemsiz bulunmuştur. Anne sütüne ilave olarak kesif yem ve kesif yem+ kaba yem ile büyütülen oğlakların haftalık canlı ağırlık kazançları sırsıyla 0,204 ve 0,149 kg/gün; 0,128 ve 0,154 kg/gün; 0,226 ve 0,199 kg/gün; 0,144 ve 0,162 kg/gün olarak hesaplanmıştır. Oğlakların ortalama günlük canlı ağırlık artışı ise

0,269 g/gün ve 0,155 g/gün bulunmuştur. Gözlenen bu farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1.).
Oğlakların sütten kesim süresince ortalama canlı ağırlık artışı üzerine cinsiyetin etkisi birinci dönem dışında önemsiz bulunmuştur. Erkek oğlakların (0,201 kg/gün) deneme süresince dişi oğlaklardan (0,150 kg/gün) daha fazla canlı ağırlık artışı sağlandığı bu farında istatistiki olarak önemli (P<0.01) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. Deneme gruplarındaki oğlakların günlük canlı ağırlık artışına ait ortalama ve standart hataları (kg/gün).

Dönemler	Gruplar			Cinsiyet			
	Kesif Yem	Kesif + Kaba Yem	P	Dişi	Erkek	P	Genel
15-22	0,204±0,024	0,149±0,026	0,136	0,133±0,024	0,221±0,026	0,024	0,177±0,018
23-30	0,128±0,024	0,154±0,025	0,446	0,123±0,024	0,160±0,025	0,295	0,141±0,017
31-38	0,226±0,029	0,199±0,031	0,541	0,176±0,029	0,249±0,031	0,101	0,212±0,021
39-46	0,144±0,017	0,162±0,018	0,498	0,136±0,017	0,171±0,018	0,183	0,153±0,013
47-54	0,269±0,034	0,155±0,036	0,038	0,199±0,034	0,225±0,036	0,596	0,212±0,025
OGCAA	0,187±0,009	0,165±0,009	0,102	0,150±0,009	0,201±0,009	0,001	0,176±0,006

OGCAA: Ortalama günlük canlı ağırlık artışı.

Deneme süresince oğlakların gruplara göre haftalık ve günlük yem tüketimleri Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Sadece kesif yem tüketen oğlakların deneme sonunda ortalama yem tüketimi 408 g/gün hesaplanırken Kesif + Kaba yem tüketen grupta kesif yem tüketimi 246 g/gün ve kaba yem tüketimin de 446 g/gün bulunmuştur.

Kesif yem ile beslenen oğlakların yem tüketimi deneme sonunda 950 g/gün olarak hesaplanırken diğer grupta kesif ve kaba yem tüketimi sırasıyla 467 ve 969 g/gün olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.3'den izlendiği gibi kesif + kaba yem ile verilerek büyütülen oğlakların daha fazla kaba yem daha az kesif yem tüketme eğiliminde oldukları belirlenmiştir.

Bu denemede elde edilen bulgular, özellikle kolostrumun tüketildiği ve kesin olarak süte bağımlı olunan bu dönemden sonra, rumen gelişimini teşvik edici katı yem tüketiminin yeterince sağlanması, ekonomik ve sağlıklı keçi yetiştirilebileceği bildirişleri ile uyumludur (Owen ve DePaiva 1980, Mowlem 1981, Havrevoll 1982). Rumen papilla gelişimi mikrobiyel fermentasyon ürünleri, özelikle butirik asit ve propionik asit tarafından uyarılmaktadır (Warner ve ark., 1956). Ruminantların sıvı besleme döneminde kesif yem, kaba yem veya süt alımı rumen gelişimini farklı yönlerde etkilemektedir. Rumende mikroorganizmaları karbonhidratları sindirerek, uçucu yağ asitlerine dönüştürürler ve bu yağ asitleri rumen epitelinden emilerek, hayvanların enerji ihtiyaçlarının yaklaşık %75'i sağlar (Josefsen, 1996; Mackenzie 1993). Rumendeki papillaların dağılımı, sayısı ve büyüklüğü uçucu yağ asitlerinden

özellikle butirik asit ve propiyonik asitin konsantrasyonuna, dolayısıyla rasyona bağlı olarak değişir. Uçucu yağ asitlerinin, optimum miktarın üzerinde olması emilim yüzeyini arttıran daha büyük papillaların, optimum miktarın altında olması ise, emilim yüzeyini azaltıcı daha küçük papillaların şekillenmesine neden olur (Arias ve ark., 1980). Katı yem tüketimi ile retikulo-rumen gelişimi arasında pozitif bir korrelasyon vardır (Hamada et al. 1976). Bu sebeple keçi beslemede, rumen fonksiyonlarının da gelişebilmesi için süt tüketimi dışında katı yemlere de erken dönemde yer verilmesi ve hayvanın katı yem tüketimine alıştırılması gerekir (Lu ve Potchoiba 1988; Cozzi ve ark, 2002). Bilindiği üzere sütten kesimde yaşanan oğlak kayıplarının öne geçilmesi, sütten kesim öncesinde yapılan uygulamalara bağlıdır (Savaş, 2012). Distel ve ark. (1994), düşük kaliteli ve kalitesiz kaba yem çeşidi ve bu yemlere erken alıştırmanın kuzu gelişimi ve konulu çalışmalarında, erken kaba yem tüketiminin tercihli yemleme koşullarında yem tüketimini önemli ölçüde artırdığı bildirilmektedir. Sawal ve ark. (1996), ise süt emme dönemindeki kuzuların alıştırma yemlemesindeki optimum protein düzeyinin araştırıldığı çalışmalarında gruplar arasında kuru madde (KM) tüketimleri, deneme sonu canlı ağırlıkları ve günlük ortalama ağırlık artışları bakımından gerçekleşen farklılıklar önemli bulunmadığını ve %11'lik HP seviyesinin süt emme dönemi için uygun olduğunu belirtmişlerdir. Polatsu ve ark. (1997), yoğun yem veya kaba yem ile beslenen kuzulardaki gelişme gücü, rumen gelişimi, kesim ve karkas özellikleri konulu çalışmalarında Ile de France Akkaraman, Border Leicester x Akkaraman melezi serbest olarak kuru yonca otu ile beslenirken, diğer grup, serbest olarak yoğun yem karması ve 100 g/gün/baş kuru yonca otu ile 70 gün süreyle beslenmişlerdir. Sonuçta, yem tüketimi, vücut gelişimi, kesim ve karkas özellikleri bakımından gruplar arasındaki farklar genelde önemli ($P<0.01$) olarak tespit edildiği ancak bazı kesim ve karkas özelliklerinin karkastaki oranları bakımından da gruplar arasındaki farklar önemsiz olarak saptandığını bildirmektedirler. Rumen hacmi bakımından, her iki grup mutlak rumen hacmi olarak farksız bulunurken, rumen hacmi/canlı ağırlık oranı bakımından kaba yem grubu önemli ($P<0.05$) ölçüde büyük ortalama göstermiştir. Rumen papilla gelişimi bakımından, gruplar arasındaki farkın önemli ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Besin maddeleri çevrim etkenlikleri bakımından, ortalama metabolik büyüklük başına ham protein ve metabolik enerji tüketimlerinin kas dokuya dönüşüm oranları ile tüketilen yem ham proteininin, üretilen kas doku ham proteinine çevrim etkenliği bakımından, gruplar arasında önemli fark bulunmamıştır.

Bu çalışmada, Duarte ve Ortega (2000),alıştırma (creep) yemlemesinin sütten kesim çağına kadar olan kuzuların performansı konulu çalışma sonuçlarında süte ilave olarak yoğun yem karması tüketen grupların kontrol grubuna göre daha fazla ağırlık artışı sağladığı saptanmıştır ($P<0.01$) bildirişleri ile uyumlu sonuç elde edilmiştir.

Göncü ve ark. (2010) ve Keleş ve ark. (2011), sütten kesim öncesi dönemde sadece kesif yemle büyütmenin Siyah Alaca buzağıların büyüme ve rumen gelişimi konulu çalışmalarında, sadece başlangıç yemi ile beslenen buzağıların daha düz ve daha dallanmış rumen papillalarına sahip oldukları ve sütten kesim öncesi

dönemde kaba yem kullanmadan sadece kesif yemle buzağı büyütmenin başarılı sonuç verebileceğini ancak yetiştirime maliyetlerinin dikkate alınması gerektiği bildirişleri ile benzer yönde sonuç elde edilmiştir.

Bu araştırmada elde edilen oğlakların ortalama günlük canlı artışları (187 g/gün ve 165 g/gün) Doney ve Peart (1976), 300-420 g/gün, Duarte ve Ortega (2000), 288 g/gün, Ceyhan (2004), 262-294 g/gün ve Ceyhan (1998), 222 g/günlük kuzular için bildirdiği sonuçlardan düşüktür. Ceyhan (1998), 166±0.18 g/gün bildirişi ile benzerlik ve Karim ve ark. (2001), 124 g/gün canlı ağırlık kazancı bulgusundan yüksektir. Söz konusu farklılıklar türden kaynaklanmaktadır.

KAYNAKLAR

ARIAS, J.L., VIAL, E. and CABRERA, R., 1980. Observations on the Histogenesis of Bovine Ruminal Papillae. American Journal of Veterinary Research, 41(2):174-8.

CEYHAN, A., 2004. Analı kuzu büyütme yönteminde değişik sürelerde alıştırma yemlemesine geçişin Merinos kuzularının büyüme, besi ve karkas özellikleri ile analarda süt verimi üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı Doktora Tezi. Tez No: 151794. ADANA.

COZZI, G., GOTTARDO, F., MATTIELLO, S., CANALI, E., SCANZIANI, E., VERGA, M. and ANDRİGHETTO, I., 2002. The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. J. Anim. Sci., 80(2):357-66.

DISTEL, R.A , VİLLALBA, J.J. and LABORDE, H.E., 1994. Effects of early experience on voluntary intake of low-quality roughage by sheep. J. Anim. Sci., 72:1191-1195.

DONEY, J.M. and PEART, J. N., 1976. The effect of sustained lactation on intake of solid food and growth rate of lambs. J. Agric. Sci. Camb., 87: 511-518.

DUARTE, V.F. and ORTEGA, P.A., 2000. Effect of creep feeding of Pelibuey and Pelibuey x Hampshire lambs in the tropics. Livestock Research for Rural Development. 12(3): 1-7.

GÖNCÜ, S., DORAN F., BOĞA, M., KİLİÇ, Ü. and GÖRGÜLÜ, M., 2010. The Effect of Feeding Method of Roughage on Rumen Development and Growth Performance of Holstein Friesian Calves. Journal of Agricultural Sciences.16:123-128.

GÖRGÜLÜ, M., 2002. Büyükbaş ve küçükbaş hayvan besleme. http://www.muratgorgulu.com.tr/ckfinder/userfiles/files/RUMINANAT%20BESLEME-MGORGULU-TARAMA.pdf.

HAMADA, T., MAEDA, S.and KAMEOKA, K., 1976. Factors influencing growth of rumen, liver and other organs in kids weaned from milk replacerts to solid foods. J. Dairy Sci., 59: 1110-1118.

HAVREVOLL, O., 1982. Milk and milk replacers as feed for rearing goats. Proceedings of International Conference III on Goat Production and Disease, Tucson, Arizona, p.492.

JOSEFSEN, T.D., AAGNES, T.H. and MATHIESEN, S.D., 1996. Influence of Diet on the Morphology of the Ruminal Papillae in Reindeer Calves. Rangifer. 16(3): 119-28.

KELEŞ, A.E., GÖRGÜLÜ, M. ve GÖNCÜ, S., 2011. Buzağılarda Kaba Yemsiz Büyütmenin Sütten Kesim Öncesi Ve Sonrası Dönemde Performans Üzerine Etkileri. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı 27-30 Nisan, 2011.

MACKENZİE, D., 1993. Goat Husbandry. Faber and Faber Limited. London, Newyork. Revised and Edited by Ruth Coodwin.

MOWLEM, A., 1981. Recent advances in kid rearing. British Goat Society, Monthly Journal, March, p.41-42.

OWEN, E. and DEPAIVA, P., 1980. Artificial rearing of goat kids effect of age at weaning and milk substitute restriction on performance to slaughter weight. Anim. Prod., 30:480.

POLATSU, Ş., KOR, A., CEDDEN, F., BAŞPİNAR, E., ERTUĞRUL, M. ve, IŞIK, N., 1997. Kaba Yem veya Yoğun Yem ile Beslemenin Kuzularda Vücut ve Rumen Geliş imi, Kesim ve Karkas Özellikleri ile Besin Maddeleri Çevrimi Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi.3 (2):59-34.

POTCHOİBA, M.J., LU, C.D., PİNKERTON, F. and SAHLU, T. 1990. Effects of all milk diet on weight gain, organ development, carcass characteristics and tissue composition including fatty acids and cholesterol contents of growing male goats. Small Ruminant Research. 3(6):583-592.

SAVAŞ, T., KONYALI, A., TÖLÜ, C. ve DAŞ, G., 2012. Keçi yetiştiriciliği. http://zootekni.comu.edu.tr/fayda/keci%20yetistiriciligi%20faydali.pdf

SAWAL, RK., BHATIA, D.R., BHASIN, V. and SOLANKI, V.K., 1996. Effect of dietary levels of protein on preweaning growth of lambs. Indian Journal of Animal Nutrition. 13(1):31-34.

SPSS, 1999. SPSS Base 10.0 User's Guide. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.

WARNER, R.G., FLATT, W.P. and LOOSLI, J.K., 1956. Dietary factors influencing the development of the ruminant stomach. J. Agric. Food Chem. 4:788-792.

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

RIDGE KARMA MODEL TAHMİN EDİCİ

Ridge Mixed Model Estimator

Funda CAN
İstatistik Anabilim Dalı

M. Revan ÖZKALE
İstatistik Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada ridge karma model tahmin edicisinin karma model tahmin edicisinden matris hata kareler ortalaması anlamında üstün olması için gerek ve yeter koşulları veren bir teorem geliştirilmiştir. Sağlık alanındaki bir veri kümesi incelenmiş ve elde edilen teorik bulgular Matlab, IBM SPSS Statistics 22 ve Excel programları yardımıyla analiz edilip yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal Karma Model, Sabit Etkiler, Rasgele Etkiler, Ridge Karma Model

ABSTRACT

In this study, a theorem is developed that gives necessary and sufficient conditions for the ridge mixed model estimator to be superior over the mixed estimator in the sense of matrix mean square error. A set of data in health field is examined and theorical findings are interpreted and analysed with support of IBM SPSS Statistics 22 and Excel programs.

Key Words: Linear Mixed Models, Fixed Effects, Mixed Effects, Ridge Mixed Models

Giriş

Doğrusal karma model, doğrusal regresyon modelinin genişletilmiş şekli olarak düşünülebilir. Doğrusal regresyon modelinde sadece sabit etkiler yer alırken, doğrusal karma modellerde sabit etkilerin yanı sıra rasgele etkiler de bulunur.

Genel olarak doğrusal karma bir model,

$$y = X\mathrm{b} + Z\mathrm{a} + \mathrm{e} \tag{1}$$

olarak ifade edilir. Burada y $n \times 1$ boyutlu bağımlı değişken vektörü, X $n \times p$ boyutlu sabit etkilere ilişkin tasarım matrisi, b $p \times 1$ boyutlu sabit etkilere ilişkin parametreler vektörü, Z $n \times q$ boyutlu rasgele etkilere ilişkin tasarım matrisi, a $q \times 1$ boyutlu rasgele etkilere ilişkin parametreler vektörü ve e $n \times 1$ boyutlu rasgele hataların bir vektörüdür. y gözlemlenebilir rasgele vektör, a ve e ise gözlemlenemeyen rasgele vektörlerdir. Normallik varsayımı altında $\mathrm{a} \sim N(0, G)$ ve $\mathrm{e} \sim N(0, R)$ dağılımına sahiptir.

---

* Doktora Tezi-PhD. Thesis

Henderson'ın karma model eşitlikleri fikri, uzun süreli verilerde ilişkili veri yapısını dikkate alan ridge karma modele uygulanmıştır. Ayrıca ridge karma model tahmin edicisinin karma model tahmin edicisinden matris hata kareler ortalaması anlamında üstün olması için gerek ve yeter koşulları veren bir teorem geliştirilmiştir.

Henderson (1959), a ve y rasgele değişkenlerinin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(y,\mathrm{a}) = f(y/\mathrm{a})f(\mathrm{a})$ olmak üzere,

$$f(y,\mathrm{a}) = \frac{e^{-\frac{1}{2}\left[(y-X\mathrm{b}-Z\mathrm{a})'R^{-1}(y-X\mathrm{b}-Z\mathrm{a})+\mathrm{a}'G^{-1}\mathrm{a}\right]}}{(2\mathrm{p})^{\frac{1}{2}(n+q)}|R|^{1/2}|G|^{1/2}} \tag{2}$$

eşitliğini normallik varsayımı altında olabilirlik fonksiyonu olarak tanımlamıştır. Bu fonksiyonu en büyük yapan parametre tahminlerinin bulunması için önce fonksiyonun logaritmasının alınması gerekir. Daha sonra ise b ve a vektörlerine göre türevini alınıp sıfıra eşitlenir. Böylece $\hat{\mathrm{b}}$ sabit etkilere ilişkin parametreler vektörü,

$$\hat{\mathrm{b}} = (X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}y \tag{3}$$

ve a nın en iyi ön tahmin edicisi ise,

$$\tilde{\mathrm{a}} = CV^{-1}(y - X\hat{\mathrm{b}}) \tag{4}$$

olarak tahmin edilir. Ridge karma model tahmin edicisi, (2) eşitliğine b nın normu üzerinde bir kısıt eklenmesi ile elde edilir:

$$h(y,\mathrm{a}) = \frac{e^{-\frac{1}{2}\left[(y-X\mathrm{b}-Z\mathrm{a})'R^{-1}(y-X\mathrm{b}-Z\mathrm{a})+\mathrm{a}'G^{-1}\mathrm{a}+k\mathrm{b}'\mathrm{b}\right]}}{(2\mathrm{p})^{\frac{1}{2}(n+q)}|R|^{1/2}|G|^{1/2}} \tag{5}$$

(5) eşitliğinde verilen fonksiyonu en büyük yapan parametre tahminlerinin bulunması için önce fonksiyonun logaritmasının alınır. k Lagrange çarpanı olmak üzere,

$$\begin{aligned}\ln h(y,\mathrm{a}) = &-\frac{1}{2}[(y - X\mathrm{b} - Z\mathrm{a})'R^{-1}(y - X\mathrm{b} - Z\mathrm{a}) + \mathrm{a}'G^{-1}\mathrm{a} + k\mathrm{b}'\mathrm{b}] \\ &- \frac{(n+q)}{2}\ln(2\mathrm{p}) - \frac{1}{2}\ln|R| - \frac{1}{2}\ln|G|\end{aligned} \tag{6}$$

dır. (6) fonksiyonun sırasıyla b ve a ya göre türevi alındığında,

$$(X'R^{-1}X + kI)\mathrm{b} + X'R^{-1}Z\mathrm{a} = X'R^{-1}y \tag{7}$$

ve

$$Z'R^{-1}X\mathrm{b} + (Z'R^{-1}Z + G^{-1})\mathrm{a} = Z'R^{-1}y \tag{8}$$

normal denklemleri elde edilir. β ve α yerine tahmin edicileri $\tilde{\beta}_k$ ve $\tilde{\alpha}_k$ nın yazılması ile (7) ve (8) eşitliklerinin matris gösterimi

$$\begin{bmatrix} (X'R^{-1}X+kI) & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & (Z'R^{-1}Z+G^{-1}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{\beta}_k \\ \tilde{\alpha}_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \end{bmatrix} \tag{9}$$

olarak bulunur. (9) un ikinci eşitliğinde yer alan $\tilde{\alpha}_k$ değeri,

$$\tilde{\alpha}_k = (Z'R^{-1}Z+G^{-1})^{-1}Z'R^{-1}(y - X\tilde{\beta}_k) \tag{10}$$

şeklinde elde edilir. Bu değer (7) eşitliğinde yerine yazılırsa,

$$(X'R^{-1}X+kI)\tilde{\beta}_k + X'R^{-1}Z(Z'R^{-1}Z+G^{-1})^{-1}Z'R^{-1}(y - X\tilde{\beta}_k) = X'R^{-1}y \tag{11}$$

bulunur. y bağımlı değişken vektörünün varyansı $V = ZGZ'+R$ nın Schur Tümleyeni yöntemine göre tersinin kullanılması ile elde edilen $V^{-1} = (ZGZ'+R)^{-1} = R^{-1} - R^{-1}Z(Z'R^{-1}Z+G^{-1})^{-1}Z'R^{-1}$ eşitliğin (11) de yerine yazılırsa,

$$\tilde{\beta}_k = (X'V^{-1}X+kI)^{-1}X'V^{-1}y \qquad k \geq 0 \tag{12}$$

bulunur.

Schur Tümleyeni yöntemine göre $(Z'R^{-1}Z+G^{-1})^{-1} = G - GZ'(R+ZGZ')^{-1}ZG = G - GZ'V^{-1}ZG$ ifadesinin kullanılması ile (10) eşitliği,

$$\begin{aligned} \tilde{\alpha}_k &= GZ'R^{-1}(y - X\tilde{\beta}_k) - GZ'V^{-1}ZGZ'R^{-1}(y - X\tilde{\beta}_k) \\ &= GZ'R^{-1}(y - X\tilde{\beta}_k) - GZ'V^{-1}(V - R)R^{-1}(y - X\tilde{\beta}_k) \\ &= GZ'V^{-1}(y - X\tilde{\beta}_k) \end{aligned} \tag{13}$$

şeklinde elde edilir.

Doğrusal Karma Model ve Ridge Karma Model Tahmin Edicilerinin MSEM Kriterine Göre Karşılaştırılması

Pek çok tahmin edici olması nedeniyle bunların karşılaştırması ile ilgilenilir. f^* ve $\tilde{f}_k$, f nin herhangi iki tahmin edicisi olsun. Bu bölümde, $MSEM(f^*) - MSEM(\tilde{f}_k)$ farkının negatif olmayan tanımlı bir matris olması için gerek ve yeter koşulu veren bir teorem geliştirilmiştir.

(1) modeli için $L \in R^{p' s}$ ve $M \in R^{mq' s}$ olmak üzere,

$$f(L,M) = L'\beta + M'\alpha \tag{14}$$

eşitliği ile verilen sabit ve rasgele etkilerin lineer kombinasyonu olan fonksiyonun tahmini ile ilgilenelim. Bir tahmin edici için MSE matrisi $(MSEM)$, ilgili tahmin edicinin varyansı ile yanlılığının kareleri toplamına eşittir. Bu durumda f^* tahmin edicisinin MSE matrisi,

$$\begin{aligned} MSEM(f^*, f) &= E[(f^* - f)(f^* - f)'] \\ &= Var(f^* - f) + [Bias(f^*)][Bias(f^*)]' \end{aligned} \tag{15}$$

olarak elde edilir.

Hem sabit hem de rasgele etkileri içeren ve (14) ile verilen $f(L,M)$ tahmin edilsin. Buna göre doğrusal karma model tahmin edicisi $\tilde{f}(L,M) = L'\tilde{b} + M'\tilde{a}$ ve ridge karma model tahmin edicisi i $\tilde{f}_k(L,M) = L'\tilde{b}_k + M'\tilde{a}_k$ olur. Burada $\tilde{b}$ ve $\tilde{a}$ tahmin edicileri sırasıyla (3) ve (4) eşitliklerinde, $\tilde{b}_k$ ve $\tilde{a}_k$ tahmin edicileri ise (10) ve (11) eşitliklerinde verilmiştir. $f(L,M)$, $\tilde{f}(L,M)$ ve $\tilde{f}_k(L,M)$ sembollerini kısaltmak amacıyla bu ifadelerin yerine sırasıyla f, $\tilde{f}$ ve $\tilde{f}_k$ kullanılacaktır.

G ve R nin bilindiği varsayımı altında, $\tilde{f}_k - f$ nın varyans-kovaryans matrisi,

$$Var(\tilde{f}_k - f) = Var\{[M'GZ'V^{-1} + (L' - M'GZ'V^{-1}X)T_k^{-1}X'V^{-1}]y - L'b - M'a\} \tag{16}$$

dır. Burada $T_k = X'V^{-1}X + kI_p$ dır. $L' - M'GZ'V^{-1}X = W'$ ve $Var(y) = V$ ifadeleri (16) eşitliğinde yerine yerleştirilirse,

$$\begin{aligned} Var(\tilde{f}_k - f) &= M'GZ'V^{-1}ZGM + M'GZ'V^{-1}XT_k^{-1}W \\ &+ W'T_k^{-1}X'V^{-1}ZGM + W'T_k^{-1}X'V^{-1}XT_k^{-1}W \\ &+ M'GM - 2(W'T_k^{-1}X'V^{-1} + M'GZ'V^{-1})ZGM \end{aligned} \tag{17}$$

elde edilir. $Bias(\tilde{f}_k)$ ise,

$$\begin{aligned} Bias(\tilde{f}_k) &= -L'T_k^{-1}kb + M'GZ'V^{-1}XT_k^{-1}kb \\ &= -W'T_k^{-1}kb \end{aligned} \tag{18}$$

olarak elde edilir. (17) ve (18) eşitliklerinin kullanılması ile $\tilde{f}_k$ için (15) eşitliği,

$$MSEM(\tilde{f}_k, f) = M'GM - M'GZ'V^{-1}ZGM + M'GZ'V^{-1}XT_k^{-1}W - W'T_k^{-1}X'V^{-1}ZGM + W'\tilde{F}_kW \quad (19)$$

şeklinde ifade edilir. Burada $\tilde{F}_k = T_k^{-1}X'V^{-1}XT_k^{-1} + k^2T_k^{-1}\text{bb}'T_k^{-1}$ dir.

Dikkat edilirse, $k=0$ iken $\tilde{f}(L,M)$ ifadesi en iyi doğrusal yansız ön tahmin edici (BLUP) dır.

$$\begin{aligned} MSEM(\tilde{f}, f) &= M'GM - M'GZ'V^{-1}ZGM \\ &+ M'GZ'V^{-1}X(X'V^{-1}X)^{-1}W - W'(X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}ZGM \\ &+ W'\tilde{F}W \end{aligned} \quad (20)$$

elde edilir. Burada $\tilde{F} = (X'V^{-1}X)^{-1}$ dir.

k Yanlılık Parametresinin Seçimi

Ridge regresyonda k nın seçimi için pek çok prosedür regresyon katsayılarının tahmininde önemli bir gelişme olacak şekilde önerilir. Bu prosedürlerin bazıları tahmin bazıları ise ön tahmin için önerilen metotlardır. Hoerl ve Kennard (1970), k nın seçimi için ridge trace yöntemini önerirken Mallows (1973), McDonald ve Galarneu (1975), Golub ve ark. (1979), Craven ve Wahba (1979) k nın seçimi için farklı yöntemler geliştirmiştir.

Yanlı tahmin edicilerdeki yanlılık parametreleri, ya tahminler daha durağan olacak şekilde ya da ön tahminlerde bir ilerleme olacak şekildedir. Ridge regresyonda k daha çok katsayıların tahmininde bir gelişme olacak şekilde seçilir. Fakat model ön tahmin amaçlı kullanılıyorsa k nın seçimi için ön tahmin amaçlı kriterler kullanılır. Bu kriterlerden biri Golub ve ark. (1979) tarafından önerilen genelleştirilmiş çapraz geçerlilik (GCV) istatistiğidir. Bu bölümde, doğrusal karma modeller için GCV yi minimum yapacak ridge parametresinin seçimine dayalı bir ön tahmin verilecektir.

Ridge karma modeli için gözlenen y_i değerlerine karşılık gelen $\tilde{y}_i$ uydurulmuş değerlerin vektörü,

$$\begin{aligned} \tilde{y} &= X\tilde{\text{b}}_k + Z\tilde{\text{a}}_k \\ &= \{X(X'V^{-1}X + kI)^{-1}X'V^{-1} + ZGZ'V^{-1}[I_n - X(X'V^{-1}X + kI)^{-1}X'V^{-1}]\}y \\ &= \{I_n - RV^{-1}[I_n - X(X'V^{-1}X + kI)^{-1}X'V^{-1}]\}y \\ &= Sy \end{aligned}$$

elde edilir. Burada $S = I_n - RV^{-1}[I_n - X(X'V^{-1}X + kI)^{-1}X'V^{-1}$ dır. Buna göre ridge karma model için GCV,

$$GCV(k) = n^{-1}(y - \tilde{y})'(y - \tilde{y}) / [1 - tr(S)/n]^2$$

şeklinde gösterilir. Burada $(y - \tilde{y})'(y - \tilde{y})$ karma hata kareler toplamı iken $1 - tr(S)/n$ modelin serbestlik derecesidir.

Ridge tahmin edici k yanlılık parametresine bağlıdır ve k nın seçimi tahmin edicinin performansını etkiler. k arttıkça tahminler küçülür ve belli bir k değerinden sonra durağan (stable) olurlar. Burada amaç, ridge tahminlerinin durağan olduğu en küçük uygun k değerinin seçimidir. Ancak ridge karma modeli için, $GCV(k)$ yi minimum yapan ridge parametresinin kapalı bir formu bulunmamaktadır. Bu yüzden k yanlılık parametresinin elde edilmesinde iterasyon yöntemi uygulanır.

Bu çalışmada öngörüsel olarak, $\tilde{\beta}_k$ nın matris MSE kriterine göre β dan üstün olması için bir k var ise $\tilde{\alpha}_k$ ve $\tilde{f}_k$ matris MSE kriterine göre α_k ve f_k dan üstün olacak şekilde bir k her zaman vardır sonucuna varırız. Burada Hoerl ve Kennard (1970) ın önerdiği ridge tahmin ediciye benzer olarak $\tilde{\beta}_k$ nın skaler MSE değerini minimum yapacak bir k değeri önerilebilir. Böyle bir k değerini elde etmek için rasgele etkilerin açıkça tanımlanmadığı marjinal model ele alındığında,

$$y = X\beta + u, \quad u = Z\alpha + \varepsilon \sim N(0, V) \tag{21}$$

olur. Burada V pozitif tanımlı olduğu için $V = NN'$ olacak şekilde singüler olmayan simetrik bir N matrisi vardır. (21) eşitliğinin her iki tarafı N^{-1} ile çarpılırsa, $y^* = N^{-1}y, X^* = N^{-1}X \quad u^* = N^{-1}u$ ve $Var(u^*) = I_n$ olmak üzere $y^* = X^*\beta + u^*$ elde edilir.

Modele ait varsayımları sadeleştirmek için doğrusal modellerde genellikle kanonik form kullanılır. $X^{*\prime}X^* = X'V^{-1}X$ matrisi simetrik olmak üzere ortogonal bir P matrisi vardır öyle ki $P'P = PP' = I_p$ ve $P'X^{*\prime}X^*P = \Lambda = diag(\lambda_1, ..., \lambda_p)$ dır. Burada λ_i, $X^{*\prime}X^*$ nın özdeğeridir. Böylece marjinal model, $X_* = X^*P$ ve $\gamma = P'\beta$ iken $y^* = X_*\gamma + u^*$ olarak tekrar yazılabilir. Buna göre, $K = diag(k_1, ..., k_p)$ iken $\tilde{\beta}_K = (X'V^{-1}X + K)^{-1}X'V^{-1}y$ nın skaler hata kareler ortalaması,

$$SMSE(\tilde{\beta}_K, \beta) = MSE(\tilde{\beta}_K, \beta) = tr(\tilde{F}_k)$$
$$= \sum_{i=1}^{p} \frac{\lambda_i + k_i^2 \gamma_i^2}{(\lambda_i + k)^2}$$

olarak elde edilir. γ_i kanonik formda ridge regresyon katsayılarının tahmini olmak üzere $k_i = 1/\gamma_i^2 \quad i = 1,..., p$ genelleştirilmiş ridge tahmin edicinin skaler MSE değerini minimum yapar. Doğrusal regresyon için Hoerl ve ark. (1975) nın önerisi göz önüne alındığında, k_i değerlerinin harmonik ortalaması $k = p/\beta'\beta$, optimal k değerini verir. Optimal k değeri bilinmeyen β katsayısına bağlıdır ve Hoerl ve Kennard (1970) e göre k nın tahmini β yerine $\tilde{\beta}$ nın kullanılması ile elde edilir.

Araştırma Bulguları

Bir sağlık kuruluşu tarafından böbrek yetmezliği teşhisi konan ve 12 ay $(t_1,..., t_{12} = 1,...,12)$ boyunca düzenli olarak tedaviye gelen 200 hastaya ilişkin geçmişe dönük inceleme yapılarak kandaki üre, kreatinin ve potasyum değerlerine ilişkin elde edilen tekrarlı ölçüm verileri kullanılmıştır. Bu klinik çalışmada, “hemodiyaliz” tedavisi gören hasta sayısı 100 ve “peritondiyaliz” tedavisi gören hasta sayısı 100 olmak üzere, toplam 200 hasta incelenmiş ve hastaların diyaliz öncesi ve sonrası kan örnekleri alınmıştır. 12 aya ait diyaliz sonrası üre değerlerine ilişkin ölçüm değerleri aynı deney birimi üzerinden belli zaman aralıkları ile alınan bağımlı değişkene ait gözlem değerleri olup tekrarlı ölçümleri oluşturur. Bağımlı değişken üzerinde etkili olabileceği düşünülen diyaliz öncesi üre, kreatinin ve potasyum değerleri ile tedavi türü (1: hemodiyaliz, 0: peritondiyaliz) açıklayıcı değişken olarak adlandırılmaktadır. Tekrarlı ölçümler ile yapılan bu çalışmada diyaliz öncesi ve sonrası üre, kreatinin ve potasyum değerlerinin alındığı hastalar denek olarak ifade edilir.

Çalışmaya alınan 200 denek, böbrek yetmezliği teşhisi konmuş hastalar arasından rasgele seçildiğinden, denek faktörünün bağımlı değişken üzerindeki etkisi rasgele etki olup diyaliz öncesi üre, kreatinin ve potasyum değerleri ile tedavi türü (1: hemodiyaliz, 0: peritondiyaliz) sabit etki olarak ifade edilir.

Ridge tahmin edici k yanlılık parametresine bağlıdır ve k nın seçimi tahmin edicinin performansını etkiler. Çizelge 1 ve Çizelge 2 de sırasıyla en çok olabilirlik ve kısıtlı en çok olabilirlik yöntemlerine göre elde edilen tahmin değerleri yer almaktadır. Çizelge 1 ve Çizelge 2 de BLUP, k_i değerlerinin harmonik ortalaması ve $GCV(k)$ yi minimum yapan k değerine göre elde edilen parametre tahmin değerleri ve hata kareler ortalaması verilmiştir. k_i değerlerinin harmonik

ortalaması $k = p/\mathrm{b'b}$ formülü ile $GCV(k)$ yi minimum yapan k değeri $0 \pounds k \pounds 1$ aralığı içerisinden 0.01 lik artışlarla seçilmiştir.

Çizelge 1. En Çok Olabilirlik (ML) Yöntemine Göre Elde Edilen Tahmin Değerleri

ML						
			$k_h = 0.0239$		$k_{GCV} = 0.65$	
	$\tilde{\beta}$	$\tilde{\alpha}$	$\tilde{\beta}_{\tilde{k}_h}$	$\tilde{\alpha}_{\tilde{k}_h}$	$\tilde{\beta}_{k_{GCV}}$	$\tilde{\alpha}_{k_{GCV}}$
β_0	14.0199		5.9094		0.3652	
β_1	0.1665		0.1665		0.1664	
β_2	0.0196		0.0197		0.0197	
β_3	-0.1142		-0.1127		-0.1128	
β_4	-3.5651		-3.5613		-3.4885	
α_1		-0.0186		8.0728		13.5877
α_2		0.1204		0.1209		0.1214
MSE	57.4461	75.9275	57.3197	75.7633	184.3969	185.3036

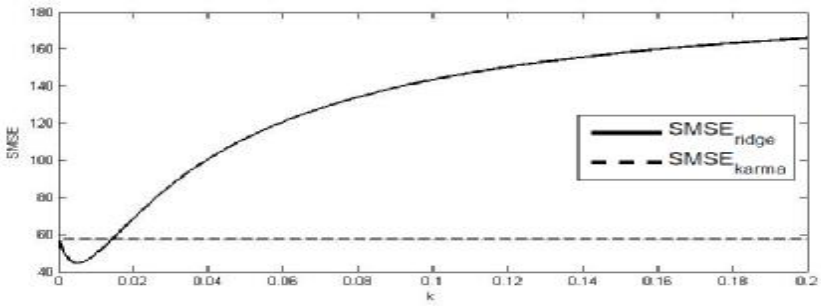
Çizelge 2. Kısıtlı En Çok Olabilirlik (REML) Yöntemine Göre Elde Edilen Tahmin Değerleri

REML						
			$k_h = 0.0239$		$k_{GCV} = 0.65$	
	$\tilde{\beta}$	$\tilde{\alpha}$	$\tilde{\beta}_{\tilde{k}_h}$	$\tilde{\alpha}_{\tilde{k}_h}$	$\tilde{\beta}_{k_{GCV}}$	$\tilde{\alpha}_{k_{GCV}}$
β_0	14.0200		5.8679		0.3609	
β_1	0.1665		0.1665		0.1664	
β_2	0.0196		0.0197		0.0197	
β_3	-0.1142		-0.1127		-0.1128	
β_4	-3.5651		-3.5613		-3.4888	
α_1		-0.0187		8.1144		13.5926
α_2		0.1204		0.1209		0.1214
MSE	58.1495	76.5841	58.0236	76.4218	184.5268	185.4384

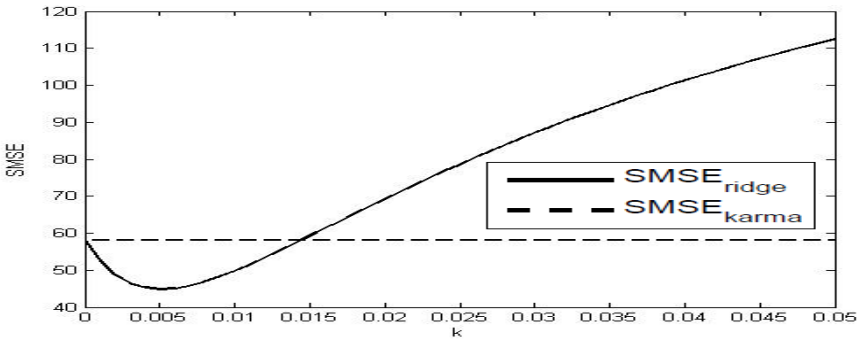
Çizelge 1 ve Çizelge 2 ye göre $GCV(k)$ yi minimum yapan k değerine göre elde edilen hata kareler ortalama değerleri $k_h = p/\mathrm{b'b} = 0.0239$ tahmin değerlerine nazaran yüksek çıkmıştır. Her iki çizelgeden elde edilen değerler birbirine çok yakın çıkmıştır. Sonuç olarak, teorik sonuçlar yansız ridge tahmin edicinin diğer tahmin edicilerden hata kareler ortalaması anlamında her zaman iyi olmadığını göstermektedir. Hangi tahmin edicinin daha iyi olduğu k nın seçimine bağlıdır.

Örneğin k_h alırsak ridge tahmin edici doğrusal karma model tahmin edicisinden hata kareler ortalaması anlamında daha iyi olduğu görülür.

Şekil 1 ve Şekil 2 sırasıyla ML ve REML yöntemleri için k ya karşı skaler hata kareler ortalaması grafiğidir. Buna göre ML ve REML her ikisi için de k nın çok küçük değerleri için ridge karma tahmin edicisinin karma tahmin edicisine göre daha iyi olduğu görülür.



Şekil 1. ML için k ya karşı skaler hata kareler ortalaması (SMSE)



Şekil 2. REML için k ya karşı skaler hata kareler ortalaması (SMSE)

Sayısal örnekte, ridge karma tahmin edicisinin karma tahmin edicisine göre belli k değerlerinde hata kareler ortalaması anlamında daha iyi olduğunu göstermektedir. Hangi tahmin edicinin iyi olduğu bilinmeyen b ve s^2 parametrelerine ve k nın seçimine bağlıdır. Bu parametrelerin uygun seçimleri ile ridge karma tahmin edicisi hata kareler ortalaması anlamında iyi tahmin edicilerden biri olarak ele alınabilir.

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada orijinal olarak Henderson ın karma model eşitlikleri fikri, uzun süreli verilerde ilişkili veri yapısını dikkate alan ridge karma modele uygulanmıştır. Ayrıca ridge karma model tahmin edicisinin karma model tahmin edicisinden matris hata kareler ortalaması anlamında üstün olması için gerek ve yeter koşulları veren bir teorem geliştirilmiştir. Uzun süreli karma modeller üzerine bir uygulama IBM SPSS Statistics 22, Matlab 2012 ve Excel programları yardımıyla analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde belli koşullar altında ridge tahmin edicinin karma tahmin ediciye göre hata kareler ortalaması kriterine göre daha iyi bir tahmin yöntemi olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

CRAVEN, P. and WAHBA, G., 1979. Smoothing noisy data with spline functions, Numerische Mathematik, 31, 377-403.

GOLUB, G. H., HEATH, M., and WAHBA, G., 1979. Generalized cross-validation as a method for choosing a good ridge parameter. Technometrics 21 215-223.

HENDERSON, C. R., O. KEMPTHORNE, S.R. SEARLE, ve VON KROSIGK, C. N., 1959. Estimation of Environmental and Genetic Trends From Records Subject to Culling. Biometrics, 15:192-218.

HOERL, A. E. and KENNARD, R. W., 1970. Ridge Regression: Biased Estimation for Nonorthogonal Problems. Technometrics, 12, 1, pp. 55-67.

HOERL, A. E., 1962. Application of Ridge Analysis to Regression Problems. Chemical Engineering Progress, 58, pp. 54-59.

JIANG, J., 2007. Linear and Generalized Linear Mixed Models and Their Applications. New York: Springer.

MCDONALD, G. C., ve GALARNEAU, D. I., 1975. A Monte Carlo Evaluation of Some Ridge- Type Estimators. J.Amer. Statist. Assoc., 70:407-416.

MALLOWS, C. L., 1973. Some comments on CP . Technometrics 15, 661-675.

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

İŞ TATMİNİNİN ÇALIŞAN MOTİVASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ: TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BİR ARAŞTIRMA*

Impact of Job Satısfactıon on Worker's Motıvatıon: a Research In Turkısh Constructıon Industry

Sarbast MOSLEM
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Gözde ÇELİK
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, Türk inşaat sektörü çalışanlarının iş tatminlerinin motivasyonları üzerine etkisinin araştırılması amacıyla mimar, inşaat mühendisi ve teknik elemanlara anket uygulanmıştır. Türk inşaat sektörü çalışanlarının motivasyonunu etkileyen faktörler "yönetim politikası", "kurum içi iletişim", "denetim" ve "yönetici" alt faktörleri olarak belirlenmiştir. Uygulanan korelasyon analizi sonucunda iş tatmini ve motivasyon alt boyutlarının kendi aralarında pozitif ilişki bulunmuş fakat iş tatmini ve motivasyon arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Motivasyon, İş Tatmini, İnşaat Mühendisi, Mimar, Türk İnşaat Sektörü

ABSTRACT

In this study, a questionnaire survey has been conducted to civil engineers, architects and technical workers, in order to investigate the impact of job satisfaction on motivation of Turkish construction industry professionals. The factors that impact workers motivation in Turkish construction industry are determined to be "management policy", "internal communication", "control" and "manager". As a result of correlation analysis, a positive relationship between the subscales of job satisfaction and motivation was found, but no meaningful relationship was found between job satisfaction and motivation.

Key Words: Motivation, Job Satisfaction, Civil Engineer, Architect, Turkish Construction Sector

Giriş

Çalışmanın Amacı

İş, çalışanın hayatını devam ettirebilmesi için gereken parayı kazanması amacıyla düzenli olarak gerçekleştirdiği faaliyetler bütünüdür ve çalışanın hayatının büyük bir bölümünü kapsamakta ve ruhsal açıdan etkilenmesine sebep olmaktadır. Firmalar için çalışanlarının performanslarını optimum seviyeye çıkarmak ve bunu sürdürülebilir kılmak, para, zaman ve kalite üçgeninde ideali yakalayabilmek için en önemli unsurlardan birini oluşturmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar çalışan psikolojisine yönelmiş, iş tatmini ve motivasyon kavramlarının performans ile beraber anılmasına sebep olmuştur

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

İş tatmini, çalışanların iş ile ilgili yaşadığı olumlu deneyimler sonucunda işini isteyerek yapmasını sağlayan olumlu ruh halini ifade ederken (Türk, 2003), motivasyon ise güdüleme, isteklendirme kavramıyla açıklanmaktadır. Bu isteklendirmeyi yaratabilmek için ise kişinin fizyolojik ya da psikolojik bir ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda iş tatmini ile motivasyon arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Büyükdemirusta, 2007). Bu doğrultuda iş tatminini sağlayan unsurların bilinmesi yöneticilere ipuçları vermekte ve isabetli motivasyon stratejileri geliştirmelerini olanak sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı Türk inşaat sektörü çalışanlarının motivasyon faktörlerini belirlemek, iş tatmini ve motivasyon arasındaki ilişkiyi sorgulayarak firmalara önerilerde bulunmaktır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmanın örneklemini Türkiye genelinde çalışan mimar, inşaat mühendisi ve teknik elemanlar oluşturmaktadır. Veri toplamak amacıyla www.google.com.form sitesinde online anket oluşturulmuş ve Nisan 2015 tarihinde YEM (Yapı Endüstri Merkezi) aracılığı ile 20.000 kişiye ulaştırılmıştır (Ek1). Çalışmanın sonucunda 332 anket değerlendirmeye uygun bulunmuştur.

Metot

Çalışmanın temelini oluşturan iş tatmini ve motivasyonu ölçmek amacıyla 3 bölümden oluşan bir anket hazırlanmıştır. Oluşturulan anket ve değerlendirmede kullanılan yöntemler aşağıda özetlenmiştir.

1-Veri Toplama Yöntem ve Aracı

Veri toplamak amacıyla oluşturan anket 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm demografik özellikler, ikinci bölüm iş tatmini ve üçüncü bölüm de motivasyon sorularından oluşmaktadır.

Anketin birinci bölümde çalışanların meslek, cinsiyet, yaş, medeni durum, eğitim, gelir ve mesleki deneyim gibi demografik özellikleri ile ilgili veri toplanması hedeflenmiştir. İkinci bölümde Weiss ve arkadaşlarının (1967) iş tatminini ölçmek amacıyla oluşturdukları, iç tatmin, dış tatmin ve genel tatmin (her iki boyutu da kapsamaktadır) alt boyutlarından oluşan Minnesota İş Tatmini Anketi'nin (Minnesota Satisfaction Questionnaire) 20 soruluk kısa hali kullanılmıştır. Minnesota İş Tatmini Anketi'ne ait soruların boyutlar altındaki dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan Minnesota İş Tatmini Anketi ve boyutları tanımlayan soru grupları

İş Tatmini Soru Grupları	
Boyut	**Soru Numarası**
İç Tatmin	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 20
Dış Tatmin	5, 6, 12, 13, 14, 17, 18, 19
Genel Tatmin	1-20 Soruların Bütünü

Araştırmanın üçüncü bölümünde çalışanların motivasyonunu ölçmek amacıyla temeli İncir'in (1990) oluşturduğu iş tatmini anketine dayanan, Öztürk ve Dündar'ın (2003) geliştirdikleri 30 soruluk motivasyon anketi kullanılmıştır.

Çalışmanın temelini oluşturan iş tatmini ve motivasyon soruları 5'li Likert tipi ölçeğe göre cevaplandırılacak şekilde oluşturulmuştur. Ankete katılanların boyut puanları hesaplanırken verdikleri cevaplara ait puanlar toplanmış ve soru sayısına bölünerek her bir boyuta ait ortalama değerler bulunmuştur. Böylece iş tatmini ve motivasyon ölçeklerinin her bir boyutunun altında bulunan soru sayısı farklı olmasına rağmen tüm boyut puanları standardize edilerek 1-5 arasında ifade edilmiştir. Anketin değerlendirilmesinde kullanılan puan aralıkları ve değerlendirme kriterleri Çizelge 2.'de verilmiştir (Çelik, 2013).

Çizelge 2. Anketlerin değerlendirilmesinde kullanılan puan aralıkları

Likert Ölçeği	**Anketler**		**Puan Aralıkları**	**Değerlendirme Kriterleri**
	Motivasyon	**İş Tatmini**		
1	Hiç katılmıyorum	Beni Hiç Tatmin Etmiyor	1.00-1.79	Çok az düzeyde
2	Katılmıyorum	Beni Pek Tatmin Etmiyor	1.80-2.59	Az düzeyde
3	Kararsızım	Kararsızım	2.60-3.39	Orta düzeyde
4	Katılıyorum	Beni Oldukça Tatmin Ediyor	3.40-4.19	Yüksek düzeyde
5	Tamamen katılıyorum	Beni Tamamıyla Tatmin Ediyor	4.20-5.00	Çok yüksek düzeyde

2-Anket Sorularının Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Yöntemler

Çalışma kapsamında ölçeklerin güvenilirliği Cronbach Alpha (α) katsayıları hesaplanarak, veri setinin normal dağılıma uygunluğu ise Kolmogrov-Smirnov testine bakılarak incelenmiştir. Motivasyon ölçeğine açımlayıcı faktör analizi uygulanmış ve motivasyon ölçeği alt boyutları isimlendirilmiştir. Örneklemin iş tatmini ve motivasyon alt boyutlarına ait ortalamaları hesaplanmış ve değerlendirme kriterlerine göre yorumlanmıştır. İş tatmini ve motivasyon arasındaki ilişkiler ise Spearman-korelasyon testi kullanılarak incelenmiştir.

Analizler için Microsoft Office Excel 2007 ve SPSS 18 (The Statistical Packet for The Social Sciences) paket programları kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları

Veri toplamak amacıyla hazırlanan anket 159 mimar, 157 inşaat mühendisi ve 16 teknik elemana uygulanmış ve toplanan veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

İş tatmini ve motivasyon anketi için hesaplanan Cronbach Alpha değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Cronbach Alpha değerlerinin 0.6'dan büyük olması, anketlerin "oldukça güvenilir" olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3. Kullanılan anketlerin güvenilirlikleri

Anket	Cronbach Alpha Katsayısı
Motivasyon	0.861
İş Tatmini	0.948

Çalışma sonucunda toplanan verilere Kolmogrov-Smirnov Testi uygulanmış ve verilerin normal dağılıma uymadığı görülmüştür.

Türk inşaat sektörü çalışanlarının motivasyonlarını ölçmek amacıyla kullanılan 30 sorudan oluşan ölçeğe Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis- PCA) yönetimi ile açımlayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucunda; 13. Soru anti-image korelasyon matrisindeki değeri 0.5'ten küçük olduğu için (Çelik, 2013); 4, 10, 11, 14, ve 15. Sorular ise ortak varyans tablosundaki değerleri 0.32'den küçük olduğu için elenmiştir. Kalan 24 soru için Varimax döndürme yöntemi kullanılmış ve motivasyon ölçeğine ait sorular 4 faktör altında toplanmıştır. Faktör yükleri birinci faktör için 0.785 -0.575 arasında; ikinci faktör için 0.713 - 0.476 arasında; üçüncü faktör için 0.803 - 0.559 arasında ve dördüncü faktör için ise 0.663 - 0.651 arasında değişmektedir. Faktörlerin toplam varyansa yaptıkları katkının, birinci faktör için % 23.278, ikinci faktör için % 14.337, üçüncü faktör için % 8.771 ve dördüncü faktör için % 7.836 olduğu görülmüştür. Belirlenen dört faktörün varyansa yaptıkları toplam katkı % 54.222'dir. Motivasyon ölçeğine yapılan açımlayıcı faktör analizi sonucunda birinci faktör adaletli terfi imkanları; adaletli ücret dağılımı, takdir edilme, ödüller gibi unsurlar içermekte olduğu için "yönetim politikası" olarak; ikinci faktör kurum içi insan ilişkilerini ve şeffaf iletişim gibi unsurları içerdiği için "kurum içi iletişim" olarak; üçüncü faktör kurum içi denetim ile ilgili unsurları içerdiği için "denetim" olarak; dördüncü faktör ise yöneticinin yönetici vasfı ve astlara olan davranışı ile ilgili olduğu için "yönetici" olarak isimlendirilmiştir (Çizelge 4.).

Çizelge 4. Motivasyon ölçeğinin faktör deseni

Anket Soruları	Motivasyon Sorularının Faktör Yükleri			
	Yönetim politikası	Kurum içi iletişim	Denetim	Yönetici
20	0,785	0,269	0,055	-0,089
19	0,764	0,199	-0,038	-0,148
17	0,712	0,116	0,044	-0,026
21	0,640	0,403	0,095	-0,091
22	0,678	0,414	0,034	-0,052
16	0,655	0,244	-0,111	-0,030
23	0,640	0,428	0,129	-0,085
12	0,625	0,187	0,002	-0,066
25	0,600	0,578	0,048	-0,091
7	0,580	0,110	-0,055	0,176
18	0,575	0,006	-0,197	0,206
26	0,326	0,713	-0,128	-0,009
24	0,111	0,691	-0,214	0,067
27	0,199	0,672	0,029	0,070
29	0,207	0,605	0,126	-0,016
28	0,504	0,547	0,109	0,019
30	0,381	0,476	-0,033	-0,220
2	-0,008	-0,074	0,803	0,150
3	0,118	0,071	0,673	0,050
5	0-,074	0,012	0,607	0,426
8	-0,237	-0,095	0,559	-0,425
9	-0,031	0,002	0,061	0,663
6	-0,070	0,022	-0,007	0,660
1	0,004	-0,085	0,376	0,651
KMO = 0,884 Bartlett Küresellik Testi sig. = 0,000				

Çizelge 5.'te inşaat sektörü çalışanlarının motivasyon sonuçları verilmiştir. Türk inşaat sektörü çalışanlarının motivasyonlarını etkileyen faktörler incelendiğinde yönetim politikaları ($\bar{x}$=4.41) ve kurum içi iletişim faktörü ($\bar{x}$=4.23) "çok yüksek" düzeyde (4.19<$\bar{x}$<5.00); denetim faktörünün ($\bar{x}$=3.09) "orta" düzeyde (2.59 < $\bar{x}$ < 3.40) ve yönetici faktörünün ($\bar{x}$=2.21) "az" düzeyde (1.79 <$\bar{x}$< 2.60) etkili olduğu görülmektedir. Çalışanlar mesleklerine göre incelendiğinde ise etkili olan faktörlerin sıralamasının değişmediği ve adaletli terfi imkanları, iş bölümü, ücret, takdir edilme gibi etkenleri kapsayan yönetim politikaları faktörü ile ast-üst ilişkileri, firma içi sosyal ortam gibi etkenleri kapsayan kurum içi iletişim faktörünün öne çıktığı görülmektedir. Türk inşaat sektörü çalışanları için denetim de önemli olmakla birlikte yönetici faktörünün çok etkili olmadığı görülmüştür (Çizelge 5.).

Çizelge 5. İnşaat sektörü çalışanlarının motivasyon sonuçları

Cevap Sayısı	Tüm Örneklem		İnşaat Mühendisi		Mimar		Diğer (teknik elaman)	
	332		157		159		16	
Motivasyon	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
Yönetim Politikaları	4.41	0.50	4.37	0.52	4.45	0.48	4.38	0.48
Kurum İçi İletişim	4.23	0.58	4.18	0.61	4.27	0.55	4.26	0.61
Denetim	3.09	0.66	3.03	0.67	3.16	0.65	3.02	0.73
Yönetici	2.21	0.87	2.17	0.86	2.22	0.88	2.34	0.95

Çizelge 6.'da inşaat sektörü çalışanlarının iş tatmini sonuçları verilmiştir. Türk inşaat sektörü çalışanlarının iç ($\bar{x}$=3.26), dış ($\bar{x}$=3.03) ve genel tatminlerinin ($\bar{x}$=3.17) "orta" düzeyde ($2.59 < \bar{x} < 3.40$) olduğu görülmektedir. Çalışanlar mesleklerine göre incelendiğinde ise teknik elemanların, mimar ve inşaat mühendislerine göre iş tatminlerinin daha yüksek olduğu, inşaat mühendislerinin ise en düşük tatmine sahip olan grup olduğu görülmektedir (Çizelge 6.).

Çizelge 6. İnşaat sektörü çalışanlarının iş tatmini sonuçları

Cevap Sayısı	Tüm Örneklem		İnşaat Mühendisi		Mimar		Diğer(teknik elaman)	
	332		157		159		16	
İş Tatmini	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
İç Tatmin	3.26	0.92	3.23	0.93	3.26	0.92	3.67	0.74
Dış Tatmin	3.03	0.92	2.95	0.98	3.06	0.87	3.48	0.82
Genel Tatmin	3.17	0.89	3.11	0.92	3.18	0.86	3.59	0.74

İnşaat sektörü çalışanlarının motivasyon ve iş tatminleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi amacıyla Spearman Korelasyon Testi uygulanmış ve sonuçlar aşağıda özetlenmiştir (Çizelge 6.).

Çizelge 7. Motivasyon ve iş tatmini alt boyutları arasındaki korelasyon değerleri

Değişkenler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1- Yönetim politikası	1						
2- Kurum içi iletişim	0.612**	1					
3-Denetim	-0.145**	-0.142**	1				
4- Yönetici	-0.191**	-0.182**	0.240**	1			
5- İç Tatmin	0.028	-0.044	0.008	0.018	1		
6- Dış Tatmin	-0.030	-0.095	-0.016	-0.015	0.839**	1	
7- Genel Tatmin	0.008	-0.069	-0.002	0.008	0.973**	0.938**	1

** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2 kuyruklu)

Çizelge 7'daki sonuçlar incelendiğinde motivasyon ve iş tatmini arasında anlamlı ilişki bulunmazken, motivasyon alt boyutları incelendiğinde "yönetim

politikası" ve "kurum içi iletişim" alt boyutları arasında orta düzeyde pozitif; "denetim" ve "yönetici" alt boyutları arasında ise çok düşük pozitif ilişki bulunmuştur. İş tatmini alt boyutları incelendiğinde "iç tatmin" ve "dış tatmin" boyutları arasında yüksek pozitif; "genel tatmin" ile "iç tatmin" ve "dış tatmin" arasında ise çok yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir.

Tartışma ve Sonuçlar

Anket çalışmasına 159 mimar, 157 inşaat mühendisi ve 16 teknik eleman oolmak üzere toplam 332 kişi katılmıştır. Türk inşaat sektörü çalışanlarının motivasyonlarını ölçmek amacıyla kullanılan ankete açımlayıcı faktör analizi uygulanmış ve motivasyon "yönetim politikası", "kurum içi iletişim", "denetim" ve "yönetici" alt boyutları olarak isimlendiren dört faktör altında toplanmıştır. Kuruoğlu ve Polat (2002) ise inşaat sektörü çalışanlarını motive eden faktörleri gayri maddi, maddi ve sosyal faktörler olmak üzere üç gruba ayırmışlardır.

Motivasyon anketine ait ortalama sonuçları incelendiğinde adaletli terfi imkanları, adaletli ücret dağılımı, takdir edilme ve ödüller gibi unsurları içeren "yönetim politikaları" ve kurum içi insan ilişkilerini içeren "kurum içi iletişim" faktörlerinin inşaat sektörü çalışanları için motivasyon faktörleri olarak ön plana çıktığı görülmüştür.

Türk inşaat sektörü çalışanlarının tüm tatmin boyutlarının "orta" düzeyde olduğu görülmüştür. Varışlı (2010) 2010'da yaptığı çalışmada inşaat sektörü çalışanlarının iş tatmini düzeylerini "yüksek" bulmuştur. Çelik (2013) de inşaat sektörü çalışanların iç tatmin boyutunu "yüksek", dış ve genel tatmin boyutunu ise "orta" düzeyde bulmuştur. Bu çalışma sonucunda son yıllarda inşaat sektörü çalışanlarının tatmin düzeylerinde azalma olduğu görülmektedir.

Yapılan korelasyon analizinde "yönetim politikası" ve "kurum içi iletişim" arasında pozitif ve "denetim" ile "yönetici" alt boyutları arasında da pozitif ilişki bulunmuştur. İş tatmini alt boyutlarının da birbiriyle aralarında "yüksek" pozitif ilişki bulunmuştur (Çelik, 2013).

Son yıllarda yapılan çalışmaların genelinde iş tatmini ve motivasyon arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Büyükemirusta, 2007; Çankaya ve ark., 2011). Bu çalışmada ise literatürün aksine Türk inşaat sektörü çalışanlarının iş tatmini ve motivasyonları arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Bu çalışmaya paralel olarak Pekel (2001) de Antalya havaalanı çalışanları arasında yaptığı çalışmada iş tatmini ve motivasyon arasında ilişki bulamamıştır.

Öneriler

Çalışma sonucunda literatür bulgularının aksine iş tatmini ve motivasyon arasında ilişki bulunmamıştır. Bu sonuç doğrultusunda iş tatmininin motivasyonu direkt etkilemek yerine çalışanın motive edilmesini kolaylaştıran bir ruhsal durum olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın sonucunun genel literatür bulgularından farklı çıkması sebebiyle benzer hedef kitlenin genişletilerek farklı iş tatmini ve motivasyon ölçekleri kullanılması ve/veya farklı değişkenler de eklenerek çalışmanın tekrar edilmesi önerilmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen genel bulgular doğrultusunda yöneticilere aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

(1) Türk inşaat sektörü çalışanları için adaletli iş bölümü, adaletli terfi politikası gibi yönetim politikalarının motivasyonu sağlamada önemli olduğu ve yöneticilerin kurum içi "adalet" algısına dikkat etmesi gerektiği görülmüştür.

(2) Kurum içi iletişim çalışanlar için önemlidir ve firma içi yapılacak sosyal aktiviteler çalışanların sosyal ihtiyaçlarını gidermelerine imkan sağlayabilir.

(3) Türk inşaat sektörü çalışanlarının iş tatminleri orta seviye çıkmıştır. Firma içinde çalışanların iyi gözlenmesi ve ihtiyaç düzeylerine göre belirlenen motivasyon araçlarının zamanında, yeterli miktarda, uygun ve adaletli bir şekilde uygulanması ile çalışanların iş tatmin düzeyleri yükseltilmeli ve bu bir seferlik bir strateji olarak değil yönetim tarzı olarak benimsenerek ve yakalan olumlu ruh hali sürdürülebilir kılınmalıdır.

Kaynaklar

BÜYÜKDEMİRUSTA, H., 2007. Kamuda Çalışanların Motivasyonunu Etkileyen Unsurlar: Saü, Sedas ve Sakarya İl Emniyet Müdürlüğü Örneği, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı,Sakarya.

ÇELİK, G., 2013. Türk İnşaat Sektörü Çalışanlarının Kişilik Özeliklerinin, Örgütsel Bağlılık ve İş Tatmini Etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Adana, 338s.

İNCİR, G., 1990. Çalışanların İş Tatmini Üzerine Bir İnceleme, Verimlilik Dergisi, No:401, Ankara.

KURUOĞLU, M., ve POLAT, G., 2002. İnşaat Sektöründe Çalışan Promosyonları Motive Eden Faktörler, TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 417 2002/1.

ÖZTÜRK, Z., ve DÜNDAR, H., 2003. Örgütsel Motivasyon ce Kamu Çalışanlarını Motive Eden Faktörler, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 4, Sayı 2.

PEKEL, H. N., 2001. İşletmelerde Motivasyon – Verimlilik İlişkisi Devlet Hava Meydanları İşletmesi Antalya Havalimanı Çalışanları Arasında Bir Örnek Olay Araştırması. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 219s.

TÜRK, M. S., 2003. Bir İletişim Sistemi Olan Örgüt Kültürünün İş Tatmini Üzerindeki Etkisi ve Önemi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.

VARIŞLI, Y., 2010. İnşaat Firmalarında Çalışanların İş Tatmini, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana,70s.

WEİSS, D.J., DAVIS, R.V., ENGLAND, G.W., and LOFGUIST, L.H., 1967. Manual for the Minnesota Satisfaction Questionnaire, Minnesota Studies Vocational Rehabilitations: xxii, Department of Health, Education and Welfare, Washington, 119s.

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

COMBUSTION CHARACTERISTICS OF DIFFERENT PULVERIZED BIOMASSES IN SMALL SCALE FLAMES*

Toz Haline Getirilmiş Farklı Biyolojik Yakıtların Küçük Ölçekli Alevlerde Yanma Karakteristikleri

Başat ÖZMERCAN
Mechanical Engineering Department

Alper YILMAZ
Mechanical Engineering Department

ÖZET

Bu tezin amacı, biyolojik yakıtların kullanımı ve yakılması alanında araştırma ve geliştirme çalışmalarının belirlenmesidir. Bu tezde, yenilenebilir enerji kaynağı olarak biyokütleye, küçük ölçekli yanmalarda ölçümler ve birçok çeşit biyokütle yakımı sırasında kül oluşumuna genel bir bakış ele alınmıştır. Toz haline getirlmiş biyolojik yakıt hava ile reaktöre gönderilir. Reaktörün maksimum ısı kapasitesi 50 Kw. Reaktörde 1100 ^{o}C sıcaklıkta üstten yanmalı düşey silindirik yanma odası vardır. İki kısımdan oluşmaktaktadır. Refraktör malzemeden ve karbon çelikten yapılmış konveksiyonla ısı transferinin gerçekleştiği kısımdır. Çıkan gazı 180 ^{o}C 'ye soğutma amacıyla direkt soğutma sistemi de mevcuttur. Reaktörde yanması gerçekleşen biyolojik yakıtlardan kül örnekleri alınarak analizleri yapılır ve yakıt yapısıyla yanmayla ilgili önemli sonuçlara ulaşılır.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, tortu oluşumu, biyokütle külü, cüruf oluşturma reaktörü, yenilenebilir enerji

ABSTRACT

The objective of this thesis is to establish a fundamental basis for further research and within the field of biomass usage and burning. In this thesis, an overview of biomass as renewable energy source and measurements in small scale flames and ash deposit formation during firing of several biomass sources have been made. The pulverized biomass is transported pneumatically to the burner in an air stream coming from an air injector. The burner maximum fuel input is 50 kw. The reactor consists of a vertical cylindrical combustion chamber which has approximately 1100 ^{o}C temperature that is fired from the top. It is divided in radiative section made of a refractory material and convection section made of a carbon steel. A direct quench system is also installed to cool down the offgas to about 180 ^{o}C by help of pressurized air. After the combustion of biomasses, examples of ash deposits are taken and several tests and analyses are done to be able to get information of combustion and fuel characteristics.

Keywords: Biomass, Deposit formation, Biomass ash, Slagging reactor, Renewable energy

* Yüksek Lisans Tezi - MSc. Thesis

Introduction

The potential of renewable energy sources is enormous as they can in principle meet many times the world's energy demand. Renewable energy sources such as biomass, wind, solar, hydropower, and geothermal can provide sustainable energy services, based on the use of routinely available, characteristic resources. A transition to renewable - based energy systems is looking increasingly likely as their costs decline while the price of oil and gas continue to fluctuate.

Currently biomass is the most important renewable energy carrier. Within the global energy system biomass contributes with roughly 10% to cover the given primary energy demand. But, there are huge variations of the actual use within different countries. In some countries, the contribution of biomass is significantly more than 50%; in developing countries, where a high share of people lives in rural areas with a lack of (expensive) fossil fuels, wood fuels are still the most widely used energy carrier. In other countries, bio energy contributes to the overall energy system with a couple of percent and even less. The use of Biomass Energy in Europe and Turkey are going to be mentioned as well but as a beginning In Germany, for instance, biomass accounts for approx.7.2% of the primary energy demand.

Also for the industries who works with biomasses, the structure of fuel and the effects on the boilers because of the chemical structure and the behaviours after burnout can be obtained. In this thesis, an overview of ash deposit formation during firing of biomass will be presented with working on small scale slagging reactor using biomass burning. When using biomass as fuel, the heat-generating oxidation reaction, where carbon, hydrogen, oxygen, combustible sulfur, and nitrogen contained in biomass react with air or oxygen, is known as combustion. Industrially, combustion surplus air is supplied in addition to the theoretical amount required for biomass combustion. If surplus air rate is too high, it causes decrease in combustion temperature and thermal efficiency. Besides these, biomass has to be prepared as a pulverized manner which has a significant role in firing.

The Slagging test rig is used in the experiments. The main parts of the rig are the fuel feeding system, the burner, the vertical reactor and the ash collecting facility. The pulverized fuel K-Tron feeder is used to provide a constant fuel flow rate to the reactor. The feeding rates can be adjusted with the range of 1-7 kg/h and are controlled within a 0.4% inaccuracy margin. The fuel is brought into an intermediate storage hopper which has a maximum weighing capacity of 11 kg. A screw feeder at the bottom of the hopper slowly moves the bulk material to the large throat and then into the discharge screws.

MATERIAL AND METHOD

In this chapter, firing of biomasses has been studied and theoretical information of the analysis types of the ash samples has been given which are ultimate analysis and proximate analysis. The ultimate analysis determines all solid

fuel component elements, solid or gaseous and the proximate analysis determines only the fixed carbon, volatile matter, moisture and ash percentages.

Proximate analysis is the most often used analysis for characterizing coals in connection with their utilization. Differences in the type of information required by coal producers and consumers have led to variations in the kind and number of tests included under the rubric proximate analysis. One major goal of proximate analysis is to determine if there are hazardous substances in a sample of material.

Determination of moisture is carried out by placing a sample of powdered fuel in an uncovered crucible and it is placed in the oven [Fig.1], the first image on the left] kept around 2 hours and then 1 hour more at 106 ^{o}C along with the lid. Then the sample is cooled to room temperature and weighed again. The loss in weight represents moisture.

Figure.1 Experiment equipments

The cover from the crucible used in the test is removed and the crucible is heated over the burner [Fig.1], the last image on the right below] until all the carbon is burned around 1 hour at 815°C. The residue is weighed, which is the incombustible ash. The difference in weight from the previous weighing is the fixed carbon [39].

Fresh sample of fuel is weighed, placed in a covered crucible, and heated in the same furnace [Fig.1] which was used for the ash content measurement, at 900 +15°C. The sample is cooled down and weighed. Loss of weight represents moisture and volatile matter. The remainder is fixed carbon and ash. Proximate analysis indicates the percentage by weight of the Fixed Carbon, Volatiles, Ash,

and Moisture Content in fuel. The amounts of fixed carbon and volatile combustible matter directly contribute to the heating value of fuel.

Fixed carbon acts as a main heat generator during burning. High volatile matter content indicates easy ignition of fuel. The ash content is important in the design of the furnace grate, combustion volume, pollution control equipment and ash handling systems of a furnace. Fixed carbon is the solid fuel left in the furnace after volatile matter is distilled off. It consists mostly of carbon but also contains some hydrogen, oxygen, sulphur and nitrogen not driven off with the gases.

Fixed carbon gives a rough estimate of heating value of fuel. Volatile matters are the methane, hydrocarbons, hydrogen and carbon monoxide, and incombustible gases like carbon dioxide and nitrogen found in fuel. Thus the volatile matter is an index of the gaseous fuels present. Typical range of volatile matter is 20 to 35%.

The ultimate analysis indicates the various elemental chemical constituents such as Carbon, Hydrogen, Oxygen, Sulphur, etc. It is useful in determining the quantity of air required for combustion and the volume and composition of the combustion gases. This information is required for the calculation of flame temperature and the flue duct design etc. In most of the experiments, carbon and hydrogen contents are basically executed. The calorific value Q of solid fuel is the heat liberated by its complete combustion with oxygen. Q is a complex function of the elemental composition of the coal. Q can be determined experimentally using calorimeters. The following approximate formula for Q when the oxygen content is less than 10% is shown [40]:

$$Q = 337C + 1442(H - O/8) + 93S$$

Partical size determination of solid fuels is performed to determine the percentage of different grain sizes contained within fuel sample which has given as an example in Fig.2. The mechanical or sieve analysis is performed to determine the distribution of the coarser, larger-sized particles. Before that application, milling operation is carried out. The size of the solid particles are smaller than 0,5 mm after the test applied.

Figure.2. Biomass samples as pulverized

The Slagging test rig, shown in Fig.3, is used in the experiments. The main parts of the rig are the fuel feeding system, the burner, the vertical reactor and the ash collecting facility. The pulverized fuel K-Tron feeder [Fig.6] is used to provide a constant fuel flow rate to the reactor. The feeding rates can be adjusted with the range of 1-7 kg/h and are controlled within a 0.4% inaccuracy margin. The fuel is brought into an intermediate storage hopper which has a maximum weighing capacity of 11 kg. A screw feeder (1) at the bottom of the hopper slowly moves the bulk material to the large throat and then into the discharge screws.

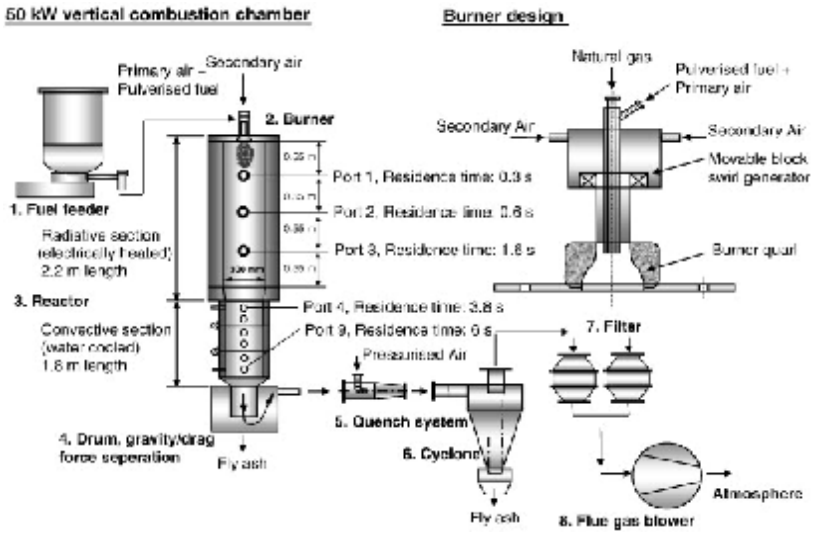


Figure 3. Test Slagging Rig (source Institute of Energy Process Engineering and Fuel Technology)

The pulverized biomass is transported pneumatically to the burner (2) in an air stream coming from an air injector. The burner maximum fuel input is 50 Kw and it can be fired with a gaseous or a solid fuel or both. If required, the secondary air can be swirled using a movable block swirl generator. The reactor (3) consists of a vertical cylindrical combustion chamber which has approximately 1100°C temperature that is fired from the top. It is divided in a high temperature, 2.2 m-long radiative section of 0.3 m diameter made of a refractory material and a low temperature, 1.8 m-long convective section of 0.25 m diameter which is made of a carbon steel. The temperatures in the convection zone, however, can be measured with simple NiCr-Ni thermocouples. To measure the gas composition, an online gas analyzer is used. Hereby, the concentration of CO, CO2, NO and SO2 in the flue gas is measured with NDIR (Non-dispersive Infra Red) sensors. Oxygen is measured with an electrochemical sensor. Similar to the method used for carbon dioxide measurements with the Company and the devices from VERATA, a sample stream is taken from the exhaust pipe, diluted directly at the sampling tip, and cooled down in a conditioning unit. This conditioned exhaust gas is then led through two optoelectronic sensors that are based on different physical principles: aerosol light scattering photometry, ASP (ITEM), and aerosol photoemission, APE (TUC). Using an appropriate algorithm the device combines the electrical signals from both sensors.

Fly ash is collected in the off-gas system in three different stages. Remaining ash is separated in a cyclone (5), which is installed in the cold off-gas stream and in a filter (6), located just downstream the cyclone, to remove fine particles. As all above units cause pressure drops in the off-gas system, a vacuum unit (7) is required to drive the flow through all reactor parts. Three openings, which are marked in Fig.4, as ports 1, 2 and 3, are used for the measurements. At each port, a radial distribution of the temperature is measured using a suction pyrometer. The O_2, CO and CO_2 concentrations are measured using a gas sampling probe and a set of gas analyzers. Another, specially designed, sampling probe allows for the measurements of carbon burnout. 22 mm diameter ceramic deposition probe is inserted at port 2. Prior to the experiments, the slagging reactor underwent an extensive commissioning period. Due to a very accurate control system of the reactor and an accurate measurement equipment an excellent repeatability in setting up the experimental conditions have been achieved.

Woodchip has been choosen as the basic fuel for the beginning with experiments. Altogether 6 fuels have been investigated such as Woodchip, sawdust, switch grass, green waste, crop residue and fermentation residue. Each biomass fuel has been fired at 15 kW thermal input with identical burner setup in Reactor [Fig.4]. After reaching steady-state conditions (stability at temperatures and the O_2, CO_2, CO, SO_2, NO values) in the reactor, the temperatures, gas composition which has been displayed in the control system and char burnout have been measured at 5 measurement ports, 7,4,3,2 and 1.

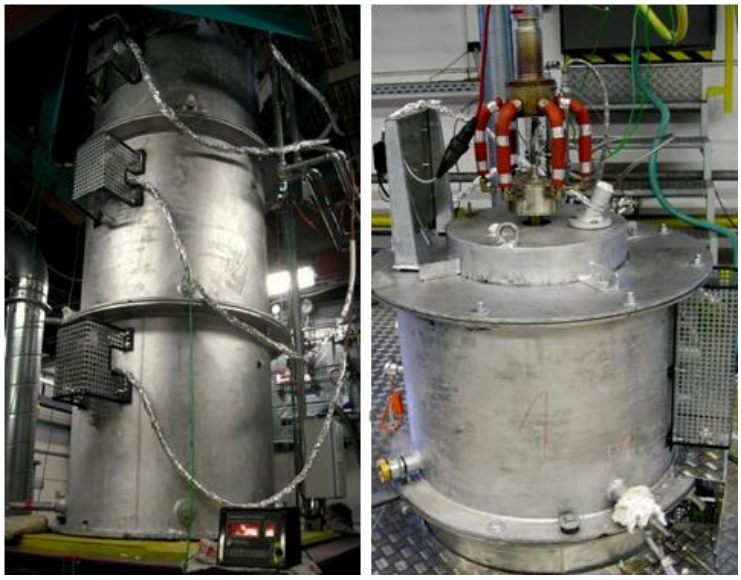


Figure.4. Reactor

Firstly temperatures and gas composition have been executed in analyzer and during this time, it has been shown graphically on the screen of controller. Simultaneously, fly ash samples have been collected in the cyclone approximately in every 10 minutes by a special stainless steel arranged pipe with cooling water aid. The collected ash weight for each port has been measured almost 2 grams. At this time, the required O_2 level has been measured as % 3.52. Then, a ceramic deposition probe has been inserted through port 2 and the mass of the deposits have been recorded after 120 min. After completion of the deposit collection at port 2, the probe has been carefully removed and cooled down. Then, it has been embedded in resin, sectioned, polished and analyzed using electron probe micro analyzer.

Results and Discussion

After all gas measurements at ports 1,2,3,4 and 7, temperature and the gas composition results have been displayed graphically below. It has been compared the ports versus O_2, CO_2, SO_2, NO, CO and T (^oC) values. As it is shown in Fig.5, volumetric O_2 content decreases through the port 1 to port7 due to combustion (from top to bottom of reactor). From port 1 to port7 (top to bottom) and as percentage of oxygen, For the green waste it is going through decreasingly 3,85 to 3,59 , for the crop residue it is decreasing from 10,43 to 3,46 , for the woodchip it is going through 9,45 to 4,83 , for the switch grass it is decreasing from 6,43 to 3,41 , for the sawdust the values changes from 10,92 to 3,19 , in digestate measurements it is decreasing from 4,19 to 3,6 . For the other graphics, it was just an example showed below.

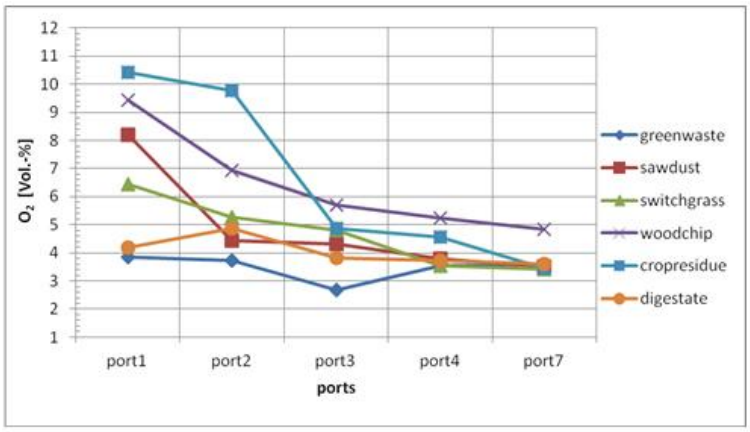


Figure 5. Oxygen contents through the ports

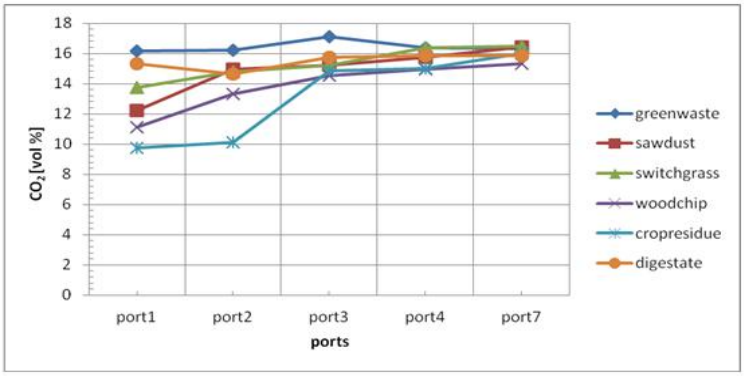


Figure 6. Oxygen contents through the ports

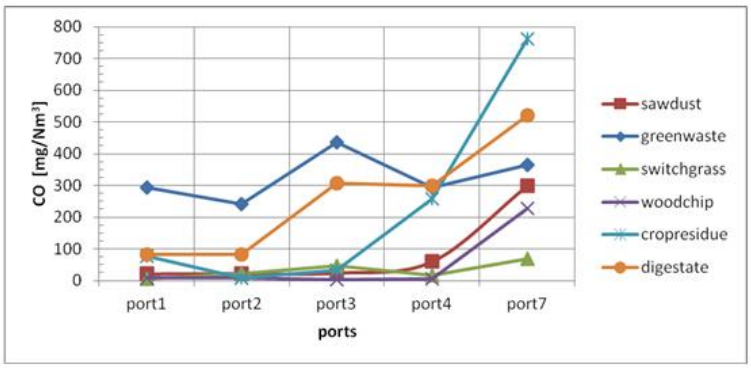


Figure 7. Oxygen contents through the ports

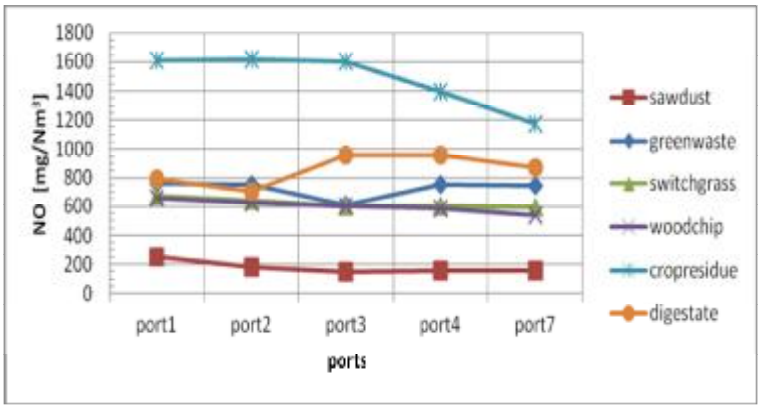


Figure 8. Oxygen contents through the ports

As it is shown in figures 5, 6, 7, 8, when we consider the comparison for combustion results, during the burning process, as the O_2 level decreases along the ports, CO_2 level in the flue gas increases due to combustion. For each type of Biomass fuels these results can be obtained. If we take a look in to last 2 graphics, as the CO level increases after burning process, NO level of flue gases of the biomasses decreases.

After all the fly ashes had been collected from the ports 1,2,3,4,7 and the bottom of the reactor, they have been analyzed by the method which is called XRF(x-ray fluorescence) and the ceramic tube has been analyzed by SEM (scanning electron microscope). In this study, six different pulverized biomasses have been fired in the slagging reactor to obtain the effect of fuels by observing the ash formations and deposit rates. For each experiment, a ceramic deposition probe has been hold in port 3 approximately two hours to collect fly ashes on and then to analyses with XRF analysis and to get a visual look of the ash deposits by SEM analysis. Different mass flow rates and the same value of lambda have been executed during the process. The acquired deposition rates and the deposit structure have been totally different. Ash behavior affects to boiler reliability and availability, fouling in the system and as a result unexpected plant shut-downs. Fouling is important for an industrial boiler. Because if in the ash formation on the ceramic probe, completely molten and sticky structure is being obtained, the heat transfer conditions might be get worse since the porosity of the deposit bulks is being occured. But also it depends on the thermal conductivity of the deposit layer as well.

References

HERZOG V.A., LIPMAN E. T., KAMMEN M. D., Renewable Energy Sources, Energy and Resources Group.

MAYCOCK, P. (2000) “The World PV Market 2000: Shifting from Subsidy to ‘Fully Economic, Renewable Energy World, 3 (4): 59-73.

VAN LOO, S. and KOPPEJAN, J. Eds., ‘’ Handbook of Biomass Combustion and Co-firing’’, Twente University Press (2002)

D. ROCKWOOD, G.PRINE, P. MISLEVY, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida 32611, USA

G.LÖNNER, A. TÖRNGVIST , Department of Forest-Industry-Market Studies, Swedish University of Agricultural Sciences, Box 7013, S-750 07 Uppsala, Sweden

THOMAS NUSSBAUMER, VERENUM, Langmauerstrasse 109, CH-8006, Zurich, Switzerland *Energy Fuels*, 2003, 17, pp 1510–1521

ROMAN WEBER, MARCO MANCINI, NATALIA SCHAFFEL-MANCINI, TOMASZ KUPKA , Institute of Energy Process Engineering and Fuel Technology, Clausthal University of Technology, Agricolastr. 4, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Germany

GÖRAN BERNDES, MONIQUE HOOGWIJK, RICHARD VAN DEN BROEK, The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies, Biomass and Bioenergy, 25 (2003) 1-28.

HUEGLIN C.GAEGAUF C, KÜNZLER S, BURTSCHER H., Characterization of Wood Combustion particles: morphology, mobility and photoelectric activity. Environ, 1997; 31:3439-3447.

OLSSON, O. (2009). European Bioenergy Markets: Integration and Price Convergence. ISSN 1654-9406

D. ROCKWOOD, G.PRINE, P. MISLEVY, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida 32611, USA

B. ARIAS, et al., Effect of biomass blending on coal ignition and burnout during oxy-fuel combustion, Fuel, 87(2008), 2753-2759

ROMAN WEBER, Combustion Fundamentals with elements of chemical Thermodynamics, Institute of Energy Process Engineering and Fuel Technology, Clausthal University of Technology, Agricolastr. 4, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Germany

J.P. SMART, P. O'NIONS, and G.S. RILEY, Radiation and convective heat transfer, and burnout in oxy-coal combustion, Fuel, 89(2010), 2468-2476

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

MARDİN İLİ ÖMERLİ İLÇESİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI KİRAZ ÇEŞİTLERİNİN VERİM, KALİTE VE SOĞUKLAMA GEREKSİNİMLERİNİN SAPTANMASI*

Determination of Yield, Quality and the Chilling Requirements of Some Local Cherry Cultivars Grown in Ömerli/Mardin

Herdem ISKENDEROĞLU
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Ayzin KÜDEN
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

ÖZET

Bu araştırmada, Mardin İli Ömerli İlçesinde üretici bahçesinde yer alan 0900-Ziraat, Starks Gold, Erkenci (yerli), Novari (yerli) kiraz çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri standart ve soğuk birimi yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca, bu kiraz çeşitlerinin büyüme derece saatleri toplamı (BDST) saptanmış ve ağaçlarda fenolojik ve morfolojik gözlemler ve meyvelerde pomolojik analizler yapılmıştır.

İncelenen kiraz çeşitlerinden Erkenci (yerli) ve Starks Gold kiraz çeşitleri 17 Ocak 2014 tarihinde dinlenmeden çıkmışlardır. Bu çeşitlerin soğuklama gereksinimleri 7.2°C'nin altında 807 saat ve soğuk birimi yöntemine göre 376 SB olarak saptanmıştır. Starks Gold, 0900 Ziraat ve Novari (yerli) çeşitleri 27 Ocak 2014 tarihinde dinlenmelerini keserek 7.2°C'nin altında 915 saat ve soğuk birimi yöntemine göre 469 SB soğuklamaya gereksinim duymuşlardır.

2013-2014 döneminde Mardin Ömerli ilçesinde soğuk birimi yöntemine göre 758 birim (SB) ve standart yönteme göre 1411 saat olarak soğuk birikimi olmuştur. Denemeye alınan çeşitler içerisinde Erkenci (yerli) kiraz çeşidi 20 Mayıs tarihinde olgunlaşan en erkenci çeşit olmuştur. Haziranın 10'unda olgun meyve safhasına erişen, 0900-Ziraat ve Starks Gold kiraz çeşitleri en verimli çeşitler olarak bulunmuş olup, ağaç başına sırasıyla 50 kg/ağaç ve 45 kg/ağaç meyve vermişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Kiraz, soğuklama gereksinimi, büyüme derece saatleri toplamı, 0900-Ziraat, pomoloji

ABSTRACT

This research was carried out at the cherry orchards of a grower in Mardin, Ömerli on 0900-Ziraat, Starks Gold, Erkenci(Local), Novari (Local) cherry cultivars. In this research the chilling requirements of the experimented cherry cultivars were determined by two different methods (standard and chill unit). Also, total GDH, and phenological and morphological observations and pomological analysis were done.

Erkenci(Local) and Starks Gold cherry cultivars broke dormancy on 17th January 2014 and their chilling requirements were determined to be 807 hours 7.2°C and 376 chill units. The chilling requirements of 0900-Ziraat and

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

Novari(Local) cherry cultivars broke dormancy on 27th January 2014 and their chilling requirements were found to be 915 hours below7.2°C and 469 chill units.

The chilling duration of Mardin-Ömerli area was found to be 1411 hours below 7.2°C and 758 chill units. Erkenci (local) was found to be the earliest ripening cherry cultivar which was ripen on 20th May 2014. 0900-Ziraat and Starks Gold cherry cultivars were the highest yielding cherry cultivars (50 kg/tree and 45 kg/tree, respectively) and ripen on 10th June 2014.

Key Words: Cherry, chilling requirements, growing degree hours (GDH) 0900-Ziraat, pomology

GİRİŞ

Kiraz (*Prunus avium* L.) yetiştiriciliği bugün dünyada 35 ve 55 kuzey ve güney enlemlerinde ve ılıman iklim kuşağında yer alan ülkelere yayılmış durumdadır. Kirazın anavatanının Güney Kafkasya, Kuzeydoğu Anadolu ve Hazar Denizi kıyıları olduğu bilinmektedir. Ülkemizde yabani olarak kiraza Kuzey Anadolu dağlarında ve Toroslarda bol miktarda rastlanmaktadır (Özbek, 1978; Özçağıran ve ark., 2003).

Dünya kiraz üretimi toplam 2.267.933 ton olup, Türkiye ilk sırada yer almaktadır. Dünya kiraz üretim oranları; Türkiye % 21.5, A.B.D % 15.1, İran % 8.8, İspanya % 5, Özbekistan % 4.2, Şili % 3.9 şeklinde yer almaktadır (FAO, 2013).

Kiraz ülkemizde başlıca Marmara, Ege, Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde yetiştirilmekte olup, önemli üretim alanları; Kocaeli, Yalova, Akşehir (Konya), Saimbeyli (Adana), Ulukışla (Niğde), Yeşilyurt (Malatya), Kemalpaşa (İzmir), Ereğli, Göller bölgesi Tokat-Amasya geçit bölgesi ve Karadeniz kıyılarıdır (Özbek, 1978; Küden ve Kaşka, 1997). Ülkemizde kirazın yoğun olarak yetiştirildiği bölgeler dışında Doğu Anadolu bölgesinde Elazığ ve Mardin illerinde kıraç, taşlık ve meyilli arazilerde doğal olarak yetişen mahlep (*Prunus mahaleb* L.) anaç olarak kullanılarak buralarda da kiraz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Her iki ilin meyve veren ağaç sayısı Türkiye'nin % 1.43'ini, üretimin ise % 0.78'sini oluşturmaktadır (TUİK 2014).

Meyve yetiştiriciliğini ekonomik anlamda sınırlayan en önemli ekolojik faktör sıcaklıktır. Bitkilerde fizyolojik dengenin sağlanmasına, verim ve kalite üzerine direkt etki eden sıcaklık, dinlenme ve meyve olgunlaştırma bakımından da büyük öneme sahiptir. Meyve yetiştiriciliği yapılacak bölgenin soğuk süresinin ve sıcaklık toplamının bilinmesi, seçilecek tür ve çeşitlerin belirlenmesine olanak sağlar. Subtropik iklim koşullarında sıcaklık rejimleri yıllara bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle bu koşullarda soğuk birimi (chill unit) yöntemi tercih edilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda çeşitlerin soğuklama gereksinimlerinin karşılanmasında sadece +7.2 °C' nin altındaki sıcaklık değerlerinin değil, 12°C gibi orta derecedeki sıcaklıkların dahi dinlenmenin kesilmesine olumlu etki yapmaktadır.

Bu araştırma, kiraz yetiştiriciliğinin yapıldığı Mardin ili Ömerli ilçesinde yetişen yerel kiraz çeşitlerinin fenolojik, morfolojik ve pomolojik özelliklerinin

belirlenmesi, soğuklama gereksinimlerinin saptanması ve bölgenin soğuklama süresinin hesaplanması amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Mardin İli Ömerli ilçesinde üretici bahçesinde bulunan, mahlep (*Prunus mahaleb*) anacı üzerine aşılanmış, dikim aralığı 5x6 m olan 15 yaşındaki 0900-Ziraat, Starks Gold, Erkenci (Yerli) ve Novari (Yerli) çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır.

Metod

Çeşitlerin fenolojik ve morfolojik özellikleri belirlenmiş, pomolojik analizleri yapılmış ve 25 cm uzunluğunda çelikler alınarak oda sıcaklığı kontrollü laboratuarda bulunan tank ünitesinde çeşitlerin dinlenmeyi kestiği tarihler belirlenmiştir. Deneme 2013–2014 kış periyodunda Mardin ili Ömerli ilçesinde yürütülmüştür. Bölgenin soğuklama süresi 2013–2014 yılının kış aylarına ait günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri ile hesaplanmıştır. Fenolojik ve morfolojik gözlemler ile pomolojik analizler **Küden ve ark. (2005)**'e göre yapılmıştır.

Fenolojik ve Morfolojik Gözlemler

Denemede çeşitlerde dinlenmeden çıkış, yeşil uç, balon aşaması, ilk çiçek, tam çiçek, çiçeklenme sonu, meyve derim tarihleri, çiçeklenmeden meyve olgunlaşmasına kadar geçen gün sayısı belirlenmiştir. Morfolojik gözlem olarak, ağaç kuvveti ve şekilleri subjektif olarak belirlenmiş ve gövde çap ölçümleri yapılmıştır.

Pomolojik Analizler

Pomolojik analizler, meyve elde edilen çeşitlerde 3 yinelemeli ve her yinelemede 20 adet meyvede gerçekleştirilmiştir. Ortalama meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm), meyve yüksekliği (mm), meyve eti sertliği (kg/cm^2), pH, SÇKM, çekirdek ağırlığı (g), sap uzunluğu (mm), ağaç başına düşen verim (kg/ağaç), gövde kesit alanına düşen verim (g/cm^2) özellikleri belirlenmiştir.

Soğuklama Süresinin ve Büyüme Derece Saatleri Toplamının Hesaplanması

Eylül 2013- Nisan 2014 tarihleri arasında Mardin'in günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri alınarak, Richardson'ın soğuk birimi yönteminin Asymcur Modeli'ne göre hesaplanmıştır. Bu modelin bilgisayar programı Miller ve Küden tarafından hazırlanmış, Efe ve ark. tarafından Windows'a uyarlanmıştır. (Küden ve Kaşka, 1992).

Denemeye alınan çeşitlerin soğuklama gereksinimini karşıladıktan sonra ilkbaharda çiçek açması için gereken "Büyüme Derece Saatleri Toplamı" (BDST) aynı bilgisayar programıyla hesaplanmıştır. BDST birikiminde en düşük sıcaklık

olarak 4.5ºC, en yüksek sıcaklık olarak 25ºC alınmıştır. Üst sıcaklıklar 25ºC'ye eşit olarak kabul edilmiştir (Küden ve ark., 2005).

Bu amaçla denemede yer alan kiraz çeşitlerinden Eylül 2013 tarihinden Nisan 2014 tarihine kadar önceleri 100 saatte bir, havaların soğuma durumuna göre aralık-ocak aylarında 50 saatte bir çelik alma işlemi yapılmıştır. Her çelik alma döneminde, her çeşitten 25 cm uzunluğunda 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 çelik olmak üzere 9'ar çelik alınmıştır. Çelikler Mardin İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'ne ait sıcaklık kontrollü odada, oda sıcaklığında (24ºC±1) bulunan akarsu tankına tesadüf blokları deneme desenine göre yerleştirilmiş, gözlem ve sayımlar iki günde bir yapılmıştır. Kontrollü koşullarda dinlenmenin kesildiği tarihe kadar biriken soğuklama süreleri bilgisayar programı ile standart yöntem ve soğuk birimi yöntemlerine göre hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fenolojik Gözlem Sonuçları

Tomurcukların yeşil uç dönemleri saptanmış ve bu tarihe kadar olan süre dinlenme dönemi olarak kabul edilmiştir. Çeşitlerde yapılan fenolojik gözlemler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Denemeye kullanılan 0900 Ziraat, Starks Gold, Erkenci ve Novari kiraz çeşitleri soğuklamalarını aldıktan sonra aynı tarihte (28.03.2014) dinlenmeden çıkmışlardır.

Kiraz çeşitleri içerisinden balon aşamasına ilk olarak Starks Gold ve Erkenci çeşitleri 30.03.2014 tarihinde erişmişlerdir. 0900 Ziraat ve Novari çeşitleri 31.03.2014 tarihinde bir gün ara ile balon aşamasına gelmişlerdir. İlk çiçeklenme, Starks Gold, 0900 Ziraat ve Novari çeşitlerinde 02.04.2014 tarihinde, Erkenci çeşidinde 05.04.2014 tarihinde olmuştur. Erkenci ve 0900-Ziraat çeşitleri 7 Nisan'da tam çiçeklenme dönemine erişirken, Starks Gold ve Novari çeşitleri 9 Nisan 2014'te tam çiçek aşamasına gelmişlerdir. Çiçeklenme sonu Erkenci çeşidinde 12 Nisan, diğer çeşitlerde 15 Nisan olarak belirlenmiştir. Erkenci çeşidinin meyveleri 20.05.2014 tarihinde olgunlaşmış, tam çiçeklenmeden derime kadar geçen gün sayısı 41–53 olarak tespit edilmiştir. 0900 Ziraat çeşidi 10.06.2014 tarihinde derim olgunluğuna erişmiş, meyve olgunlaşma gün sayısı 64–70 olarak belirlenmiştir. Starks Gold ve Novari çeşitlerinin çiçeklenme başlangıçları, tam çiçek dönemleri, çiçeklenme sonu, derim tarihleri ve olgunlaşma gün sayıları aynı bulunmuştur. Her iki çeşidin tam çiçeklenmeden derim olgunluğuna geldiği süre 62-70 gün olarak gözlenmiştir.

Çizelge 1. Fenolojik gözlem sonuçları

Çeşitler	Yeşil Uç	Balon aşaması	İlk çiçek	Tam Çiçek	Çiçek Sonu	Derim Tarihi	Olgunlaşma Gün Sayısı
0900-Ziraat	28.03	31.03	04.04	07.04	15.04	10-16.06	64-70
Starks Gold	28.03	30.03	02.04	09.04	15.04	10-18.06	62-70
Erkenci	28.03	30.03	05.04	07.04	12.04	20.05-01.06	41-53
Novari	28.03	31.03	02.04	09.04	15.04	10-17.06	62-70

Morfolojik gözlemler

Denemede bulunan çeşitlerin ağaçları UPOV kriterlerine göre incelendiğinde; 0900- Ziraat çeşidinin güçlü- yayvan, Novari çeşidinin güçlü-dik, Starks Gold ve Erkenci çeşitlerinin orta düzeyde büyüme gösterdiği belirlenmiştir.

Ağaç gövde çapı ortalaması, 0900-Ziraat çeşidinde 10.95 cm, Novari çeşidinde 10.69 cm, Starks Gold çeşidinde 9.32 cm ve Erkenci çeşidinde 9.05 cm olarak ölçülmüştür. yaklaşık 10 cm daha az gelişme göstermişlerdir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Morfolojik gözlem sonuçları

Çeşit	Ağacın Şekli ve Kuvveti	Gövde Çapı Ortalaması (cm)
0900-Ziraat	Güçlü, yayvan büyüme	10.95
Starks Gold	Orta büyüme	9.32
Erkenci	Orta büyüme	9.05
Novari	Güçlü, dik büyüme	10.69

Pomolojik Analizler

Denemede kullanılan Erkenci çeşidinden ilkbahar geç donları nedeniyle meyve alınamamış ve pomolojik analiz yapılamamıştır. Diğer çeşitlerden elde edilen pomolojik analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Genel çeşitlerin meyve ağırlıkları 5.66 g ile 9.73 g arasında değişmiştir. Meyve ağırlığı en yüksek kiraz çeşidi 9.73 g ile Novari çeşidi olmuştur. Bu çeşidi 9.49 g ile 0900 Ziraat çeşidi izlemiş, Starks Gold çeşidinin meyveleri ortalama 5.66 g gibi düşük değerler vermiştir. Novari ve 0900-Ziraat çeşitlerinde en ve boy değerleri yakın değerler vermiş, Novari çeşidinin meyvelerinin yükseklik değerleri daha fazla olmuştur. Bu iki çeşidin sertlik değerleri de birbirine yakın olurken, Starks Gold daha sert meyveler oluşturmuştur. En düşük pH (5.04) 0900-Ziraat çeşidinden alınmıştır. Starks Gold ötekilerden daha düşük (%16.7) SÇKM değeri göstermiştir. Çekirdek ağırlığı değerleri tüm çeşitlerde 0.5 g civarında olurken, sap uzunluğu Novari çeşidinde diğerlerinden daha uzun olmuştur.

En yüksek verim 50 kg/ağaç ve 42 g/cm^2 ile 0900-Ziraat çeşidinden elde edilmiştir. Ağaç başına düşen verim değeri bakımın bu çeşidi 45 kg/ağaç ile Starks Gold, 34 kg/ağaç ile Novari izlemiştir. Gövde kesit alanına düşen verim bakımından 0900-Ziraat çeşidini 30 g/cm^2 ile Novari , 29 g/cm^2 ile Starks Gold takip etmiştir.

Çizelge 3. Denemeye alınan kiraz çeşitleri meyvelerinde kalite özellikleri

Çeşitler	Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Boyutları (mm) En	Boy	Yükseklik	Sertlik (kg/cm^2)	pH	SÇKM	Çekirdek Ağırlığı (g)	Sap uzunluğu (mm)	Ağaç Başına Verim (kg/ağaç)	Gövde Kesit Alanına Düşen Verim (g/cm^2)
0900-Ziraat	9.49	22.0	26.41	24.55	0.26	5.04	18	0.5	54.84	50	42
Starks Gold	5.66	19.54	21.98	20.83	0.38	5.19	16.7	0.5	45.04	45	29
Novari	9.73	21.38	25.39	28.80	0.25	5.12	18	0.48	59.87	34	30

Soğuklama Süresinin Hesaplanması

Meteoroloji müdürlüğünden alınan maksimum ve minimum sıcaklık değerleri ile bölgenin aylık soğuklama süresi hesaplanmıştır. Kış ayları oldukça ılık geçen 2014 yılında aylık en düşük sıcaklık ortalaması 1°C'nin üzerinde olmuştur. Ancak daha sonra 30 Mart'ta görülen ilkbahar geç donları ağaçların meyve verimi üzerine çok olumsuz etki yapmıştır. Bölgenin soğuklama süresi ve kiraz çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri standart ve soğuk birimi yöntemleri ile hesaplanmış, tüm sayım ve gözlemler Küden ve ark. (2005)'na göre yapılmıştır. Mardin'de 2013-2014 kış döneminde toplam soğuklama süresi standart yönteme göre 1411 saat ve soğuk birimi yöntemine göre 758 SB olmuştur. Çizelge 4'te Mardin'in aylara göre soğuklama süreleri verilmiştir.

Bölgede soğuk birikimi kasım ayında başlamış, nisan ayında son bulmuştur. Kasım ayında Mardin'nin soğuklama süresi standart yönteme göre 12 saat olurken, soğuk birimi yöntemine göre 15 birim olarak hesaplanmıştır. Aralık ayında soğuklama süresi artış göstererek standart yönteme göre 541 saat, soğuk birimi yöntemine göre 188 birim olarak bulunmuştur. Ocak ayında, standart yönteme göre 300 saat, soğuk birimi yöntemine göre ise 434 birim olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4. Mardin ili soğuklama süresi (2013-2014 kış dönemi)

	Bölgenin Soğuklama Süresi	
Aylar	**Standart Yöntem (saat)**	**Soğuk Birimi (SB)**
Ekim 2013	___	1
Kasım 2013	12	15
Aralık 2013	541	188
Ocak 2014	434	300
Şubat 2014	288	136
Mart 2014	121	101
Nisan 2014	15	17
Toplam	**1411**	**758**

Çeşitlerin Soğuklama Gereksinimlerinin Hesaplanması

Starks Gold, 0900 Ziraat, Erkenci ve Novari kiraz çeşitlerinin kontrollü koşullarda yeşil uç oluşturdukları tarih dinlenmenin kesildiğini ve çeşidin soğuklama gereksinimini karşıladığını göstermiştir.

Çizelge 5'te görüldüğü üzere, 0900 Ziraat ve Novari çeşitlerinin tomurcukları 27 Ocak 2014 tarihinde %51.2 oranında yeşil uç göstererek dinlenmeden çıkmışlardır. 0900 Ziraat ve Novari çeşitlerinin bu tarihe kadar aldığı soğuklama süresi 469 birim ve 915 saat olarak hesaplanmıştır. Erkenci ve Starks Gold kiraz çeşitleri 17 Ocak'ta % 53.3 ve % 51.3 oranlarında yeşil uç vererek dinlenmeden çıkmış ve bunun için 376 soğuk birimi ve 807 saatlik soğuklamaya gereksinim duymuşlardır. Bu bulgular Küden ve Kaşka'nın (1990;1992; 1993), İmrak'ın (2010) ve Küden ve ark. (1997)'nın bulgularıyla uyum içerisindedir.

Çizelge 5. Çeşitlerin dinlenmeden çıkış tarihleri ve soğuklama gereksinimleri

Kiraz Çeşitleri	**Dinlenmeden Çıkış Tarihleri**	**Çeşitlerin Soğuklama Gereksinimi**	
		Standart Yöntem (saat)	**Soğuk Birimi Yöntemi (SB)**
0900-Ziraat	27.01.2014	915	469
Starks Gold	17.01.2014	807	376
Erkenci	17.01.2014	807	376
Novari	27.01.2014	915	469

Büyüme Derece Saatleri Toplamının Hesaplanması (BDST)

BDST değerleri, çiçeklenmenin başlangıcından meyve derimine kadar geçen süre olarak hesaplanmıştır. Çizelge 6'da görüldüğü gibi, 0900-Ziraat çeşidi için 27.699 BDST, Starks Gold için 25760 BDST, Erkenci çeşidi için 16024 BDST ve Novari çeşidi için 28051 BDST olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6. Kiraz çeşitlerinin Büyüme Derece Saatleri Toplamı (BDST) değerleri

Çeşit	**Çiçeklenme Başlangıcı**	**Derim Tarihi**	**Geçen Süre (gün)**	**BDST Değeri (saat)**
0900-Ziraat	04.04.2014	15.06.2014	71	27699
Starks Gold	02.04.2014	10.06.2014	68	25760
Erkenci	05.04.2014	20.05.2014	45	16024
Novari	02.04.2014	15.06.2014	73	28051

SONUÇ

Elde edilen bulgulara göre, özellikle 0900-Ziraat ile hem onun tozlayıcısı olan hem de son yıllarda ekonomik önemi oldukça yükselen Starks Gold kiraz çeşidi ve 0900-Ziraat'e yakın meyve ağırlığı ve kalite özellikleri olan ancak meyve rengi daha açık olan Novari kiraz çeşidi bölge kiraz yetiştiriciliği için önemli bulunmuşlardır.

Bunların yanı sıra, 20 Mayıs'ta derimi yapılan erkenci kiraz çeşidi de ilk turfanda kiraz çeşidi olarak önemli olduğu ve bu amaçla yetiştirilmesinde yarar olacağı görülmüştür.

Sonuç olarak, Mardin ili Ömerli ilçesi Türkiye kiraz yetiştiriciliği açısından önemli bir bölge olarak karşımıza çıkmakta ve bu bölgede ileriye dönük olarak kiraz yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

FAO (Food And Agricultural Organization), 2013. www.fao.org

İMRAK, B., 2010. Bazı Kiraz Çeşitlerinin Subtropik İklim Koşullarındaki Performansları Ve Çoklu Dişi Organ Oluşumu Sorununun Çözümüne İlişkin Araştırmalar. Doktora Tezi, 193 s.

KÜDEN, A., KAŞKA, N., 1990**.** Kışın Yaprağını Döken Meyve Ağaçlarında Dinlenme Mekanizması ve Soğuklama Gereksinimi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 5(4): 59-70.

KÜDEN, A., KAŞKA, N., 1992**.** Ilıman İklim Meyveleri Yetiştiriciliği Açısından Adana ve Pozantı'daki Soğuklama Sürelerinin Çeşitli Yöntemlerle Saptanması. Doğa- Tr. J.of Agriculture and Forestry,16: 50-62.

KÜDEN, A.B., N. KAŞKA, 1993. Investigations on Various Methods of Determining Rest Completion. Turkish J. of Agr. and Forest. Vol:17 (1): 23-27

KÜDEN, A. B., KÜDEN, A. ve KAŞKA, N., 1997. Cherry Growing in the Subtropics. Acta Horticulturae. 441:71-74.

KÜDEN, A. B., İMRAK B., TANIR M., BAYAZIT. S., ÇÖMLEKÇİOĞLU. S., KÜDEN A,.2005. Determination of the Chill Units of Cherry Cultivars Suitable to Subtropic Conditions.5th International Cherry Symposium On June 06-10.2005 Bursa TURKEY.

ÖZBEK, S., 1978. Özel Meyvecilik. Ç. Ü. Z. F. Yayınları No: 128 Adana. 485s.

ÖZÇAĞIRAN, R., ÜNAL, A., ÖZEKER, E., İSFENDİYAROĞLU, M., 2003. Ilıman İklim Meyve Türleri. Sert Çekirdekli Meyve Türleri Cilt I. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 553.

TUİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu. Dış Ticaret İstatistikleri, Ocak 2014. www.tuik.gov.tr

UPOV, 1995. Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability, TG/35/6, Cherry (*Prunus avium* (L.) L ., *Prunus cerasus* L.). UPOV, Geneva, Switzerland.

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ*

Comparative Investigation of Statistical Quality Control Method

Melis ÇELİK
Zootekni Anabilim Dalı

G.Tamer KAYAALP
Zootekni Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Tavukçuluk İşletmesinde satışa sunulan Nick Brown tavuk ırkına ait yumurtaların, istatistiksel kalite kontrol yöntemleri kullanarak kalitesini ölçmek amacıyla yapılmıştır. 20 haftalık yürütülen denemede, haftada 4 gün işletmeye gidilerek rastgele 80 yumurta alınmıştır. Alınan her bir yumurta için dış kalite özelliklerinden kırılma direnci ve yumurta ağırlığı, iç kalite özelliklerinden ak indeksi ve sarı indeksi tespit edilmiştir.

Sürecin kontrolünü sağlamak amacıyla kullanılan yedi istatistiksel kalite kontrol yöntemlerinden verilere uygun olan histogram grafiği, gövde-yaprak grafiği, çetele diyagramı, serpilme diyagramı ve kontrol grafikleri çizilmiştir. Bu yöntemlerin benzerlikleri ve farklılıklarını belirlemek amacıyla yöntemler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yumurta, yumurtada iç ve dış kalite özellikleri, kalite kontrol, istatistiksel kalite kontrol yöntemleri.

ABSTRACT

This study, Cukurova University Faculty of Agriculture Department of Animal Science Poultry Businesses Nick Brown sold the eggs of chicken breeds has been carried out to measure the quality by using statistical quality control methods. 20-week trial conducted in 80 randomly eggs were taken 4 days a week by going to the company. Taken from external quality characteristics for each egg breaking strength and egg weight, albumen index and yolk index of internal quality characteristics it has been identified.

In order to control the process used according to the data of the seven statistical quality control methods histogram graph, stem and leaf plot, tally chart, scatter diagram and control charts were drawn. Methods to determine the similarities and differences of these methods are examined comparatively.

Key Words: Egg, the internal and external quality characteristics of egg, quality control, statistical quality control methods.

Giriş

Yumurta, tarihten önceki devirlerden beri insan gıdası olarak kullanılmaktadır ve biyolojik değeri tam olan bir gıda maddesidir. Her yaşta insan

---

** Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

için ve özellikle büyümeyi teşvik edici özelliğinden dolayı, çocukların beslenmesinde en önemli unsurlardan birisidir (Dede ve ark., 2005). Yumurta tüketiminin artmasıyla, ülkemizde yumurta yetiştiricileri ve tüketiciler son zamanlarda yumurta kalitesine daha çok önem vermeye başlamıştır. Bu nedenle yumurta üretiminde istatistiksel yöntemler kullanarak yumurtaların kalitelerine göre sınıflandırılmasının önemi artmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Tavukçuluk İşletmesinden elde edilen yumurta verileri kullanılarak istatistiksel kalite kontrol yöntemlerini karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Ayrıca bu yöntemlerin avantaj ve dezavantajları ile birlikte hangi tip verilere hangi tip analizlerin uygulanacağını belirlemektedir. Çalışmada sürecin kontrolü için kullanılan istatistiksel yöntemlerden veriye uygun olan istatistik yöntemler uygulanmıştır. İstatistiksel yöntemlerinden biri olan kontrol grafikleriyle de dönem içerisinde işletmenin geçici kontrol sınırları saptanarak ürün kalitesinin belirlenmiş olan standart değerlere göre ayarlanması, ürün kaybının azaltılması ve ileriye yönelik tahminlerin yapılması amaçlanmaktadır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tavukçuluk İşletmesinden alınan yumurtalar materyal olarak kullanılmıştır. 20 hafta yürütülen denemede haftanın 4 günü işletmeden yumurtalar rastgele alınmıştır. Her hafta için toplamda 80 yumurtaya, belli kalite kontrol özellikleri kullanılarak istatistiksel kalite kontrol yöntemlerinden uygun olanları yapılmıştır. Yumurtaların dış kalite özelliklerinden kırılma direnci ve yumurta ağırlığı, yumurtaların iç kalite özelliklerinden ise ak ve sarı indeksi ele alınarak deneme yürütülmüştür.

Metot

Sürecin kontrolü için kullanılan istatistiksel yöntemler yedi tanedir. Bunlar; çetele diyagramı, histogram grafiği ve gövde-yaprak grafiği, pareto diyagramı, neden-sonuç (kılçık) diyagramı, hata yoğunluk diyagramı, serpilme diyagramı (saçılım grafiği) ve kontrol grafikleridir.

Üretimden belirli ve eşit zaman aralıklarında alınan örneklerden elde edilen ölçüm değerlerinin zaman içerisinde gösterdikleri değişimlerin gösterildiği grafiklere kontrol grafiği denir (TÜİK,2011).

İlgilenilen kalite özelliği ölçülebilir özellikte ise, bu durumda yer ölçülerinden aritmetik ortalama, dağılım ölçülerinden ise değişim genişliği ve standart sapma kullanılır. Yer ölçüleri ve dağılım ölçüleri için kontrol grafikleri “Nicel Kontrol Grafikleri” olarak adlandırılır. Nicel Kontrol Grafikleri; Shewhart Kontrol Grafikleri, Birikimli Toplam (CUSUM) Kontrol Grafikleri, Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA) Kontrol Grafikleri, Hareketli Ortalama (MA) Kontrol Grafikleridir.

Çetele diyagramı; verilerin kaydedilmesi ve düzenlenmesi için kullanılır. Yapılan gözlemler belirlenen aralıkların ve sınıfların karşısına çizgi çizilerek görüntülenir. Çizgilerin toplamı frekansı verir (Özkale, 2011).

Histogram grafiği; ölçüm değerlerinin dağılımını gösteren ve bu dağılımın standart limitlerine göre durumunu belirten bir çubuk diyagram grafiğidir. Histogramları oluşturan dikdörtgenlerin taban genişlikleri sınıf aralıklarına eşit, alanları ise frekansları ile doğru orantılıdır (Çetin,2001). Histogram grafiği çizildiğinde ölçümlerin dağılım şekli, varyasyonunu, merkezini kolayca görmemizi sağlar. Ayrıca ölçümlerin normal dağılıp dağılmadığını görsel olarak gösterir.

Gövde-yaprak grafiği; belli bir karakteristiğin aldığı tüm değerleri gösteren özel bir gösterimdir. Grafikteki satırlara gövde (stem), satırların yanındaki açıklamalara (sayısal değerlere) yaprak (leaf) denir. Bu grafikten mod, değişim genişliği ve verinin dağılış türünü görmek mümkündür.

Serpilme diyagramı (Saçılım grafiği); üretilen ürünün kalitesini etkileyen herhangi iki özellik arasında ilişki olup olmadığını belirlemek üzere kullanılan yöntemdir. X ve Y gibi iki değişkenin artış ve azalışları birbirine bağlı olarak değişiyorsa aralarında korelasyon var demektir. X ve Y rastgele değişkenleri arasındaki ilişkinin ölçüsü için Pearson korelasyon katsayısı denen parametresi kullanılır.

Kontrol grafiklerinden nicel kontrol grafikleri; ilk olarak Shewhart tarafından geliştirilen, temel yapısı normal dağılıma dayanan kontrol grafikleridir. Kontrol grafiklerini esas olarak üç çizgi ifade eder. Bunlar; “Üst Kontrol Sınırı”, “Orta Çizgi” ve “Alt Kontrol Sınırı” dır. Kontrol grafiği üzerine işaretlenen bütün noktaların kontrol sınırlarının içinde yer alması ve orta çizginin etrafında tesadüfi dağılması durumunda sürecin istatistiksel olarak “kontrolde”, “kontrol altında” veya “istatistiksel olarak dengede” olduğu söylenebilmektedir. Bir veya daha fazla noktanın kontrol sınırlarının dışında yer alması veya noktaların kontrol dışına çıkma eğilimi göstermesi durumunda sürecin istatistiksel olarak “kontrol dışında olduğu” veya “dengede olmadığı” şeklinde yorumlanmaktadır (Neave ve Wheeler, 1996; Ser, 2004).

Süreçten alınan örnek büyüklükleri 10’ dan büyük (n>10) olursa, genellikle $\overline{X}$ -S grafiği kullanılır. Süreçten alınan örnek büyüklükleri 10’ dan küçük (n<10) olduğu durumlarda $\overline{X}$ -R grafiklerinin kullanılması önerilmektedir (Steiner ve ark., 1996; İpek ve ark., 1999; Kartal, 1999).

Materyalde kullanılan yumurtalar, haftanın 4 günü toplanarak analiz edilmesi sebebiyle (n<10) bu çalışmada $\overline{X}$–R kontrol grafikleri kullanılacaktır.

$\overline{X}$ -R Kontrol Grafikleri

$\overline{X}$-R kontrol grafiği iki farklı grafikten oluşmaktadır. Bunlar alınan ölçülerin ortalamalarının grafiğini veren $\overline{X}$ grafiği ve alınan ölçümlerin en büyüğü ile en küçüğü arasındaki farkı veren R (Range) grafiğidir. Bu iki grafik birlikte analiz edilerek süreç değerlendirilir.

Populasyon ortalaması ve populasyonun standart sapması bilinmiyorsa;

$\overline{X}$ için;

ÜKS=$\overline{\overline{X}} + \frac{3\overline{R}}{d_2\sqrt{n}}$ veya $\overline{\overline{X}} + A_2\overline{R}$

MH=$\overline{\overline{X}}$

R için;

ÜKS= $\overline{R}\left(1 + 3\frac{d_3}{d_2}\right)$ veya $\overline{R}D_4$

MH=$\overline{R}$

AKS= $\overline{\overline{X}} - \frac{3\overline{R}}{d_2\sqrt{n}}$ veya $\overline{\overline{X}} - A_2\overline{R}$ AKS= $\overline{R}\left(1 - 3\frac{d_3}{d_2}\right)$ veya $\overline{R}D_3$

Eşitlikte;

$\overline{\overline{X}}$: Genel ortalamayı

$\overline{R}$: Değişim genişliği ortalamasını göstermektedir.

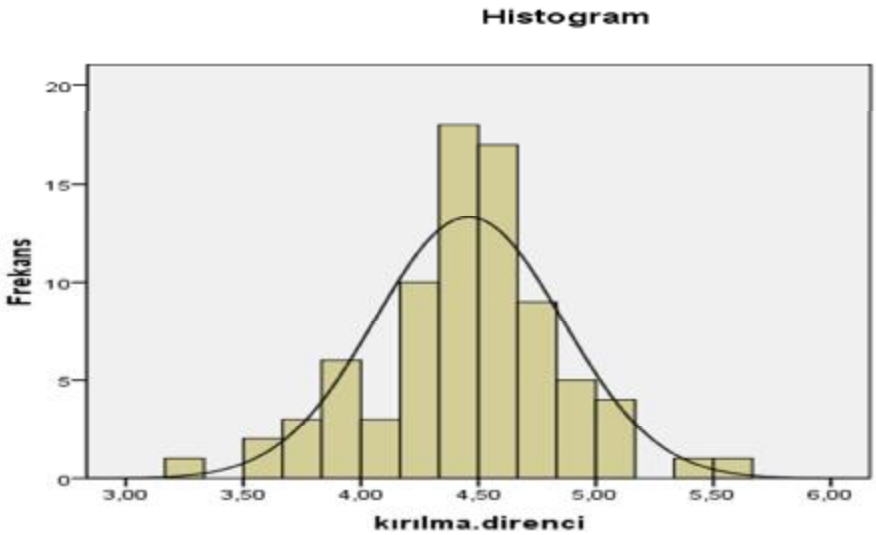
A_2, D_4, D_3: Farklı örnek büyüklüğüne (n) göre elde edilen sabitlerdir. (Ek tablosunda bulunan değerlerdir.) (Hossain,1996).

Bu çalışmada dış kalite özelliklerinden kırılma direnci ve yumurtanın ağırlığı, iç kalite özelliklerinden ak indeksi ve sarı indeksi için histogram grafiği, gövde-yaprak grafiği, çetele diyagramı, serpilme diyagramı ve Shewhart kontrol grafiklerinden $\overline{X}$-R kontrol grafiği uygulanmıştır. Analizler SPSS 17.0 V. paket programı kullanılarak yapılmıştır.

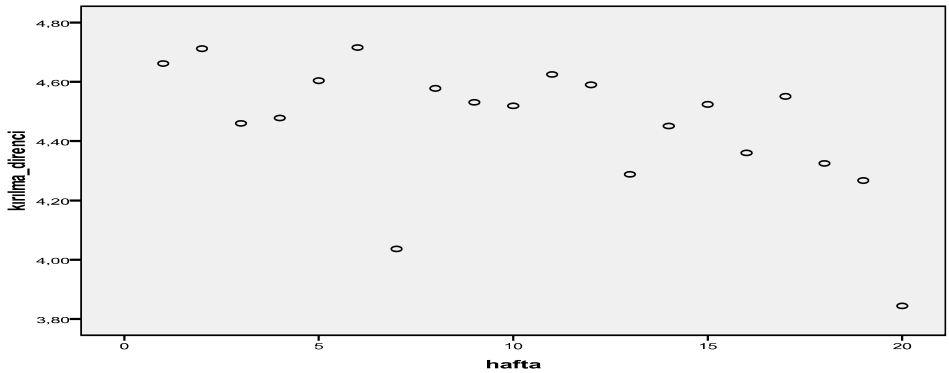
Araştırma Bulguları

Kırılma Direncine Ait Bulgular

Kırılma direncine ait veriler için öncelikle histogram grafiği çizdirilmiştir. Bu grafikten kırılma direncinin 4-5 kg aralığında yığılma gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca bu grafikten verilerin normal dağıldığı görülmektedir**.**



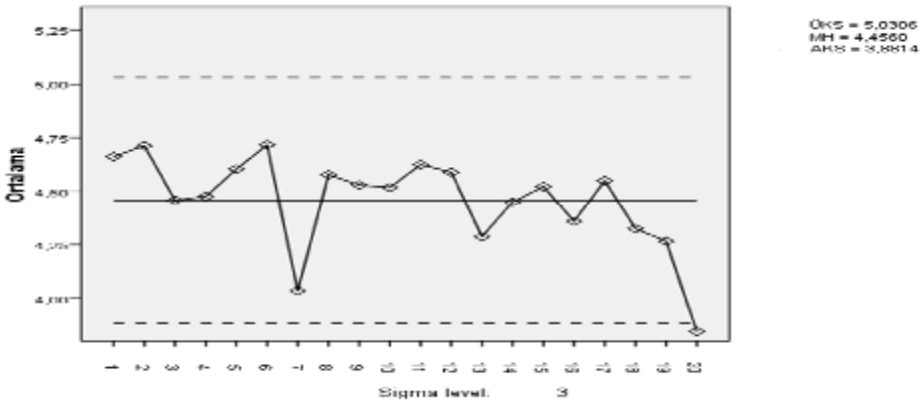
Şekil 1. Yumurta kırılma direncine ait histogram grafiği



Şekil 2. Yumurta kırılma direncine ait serpilme diyagramı

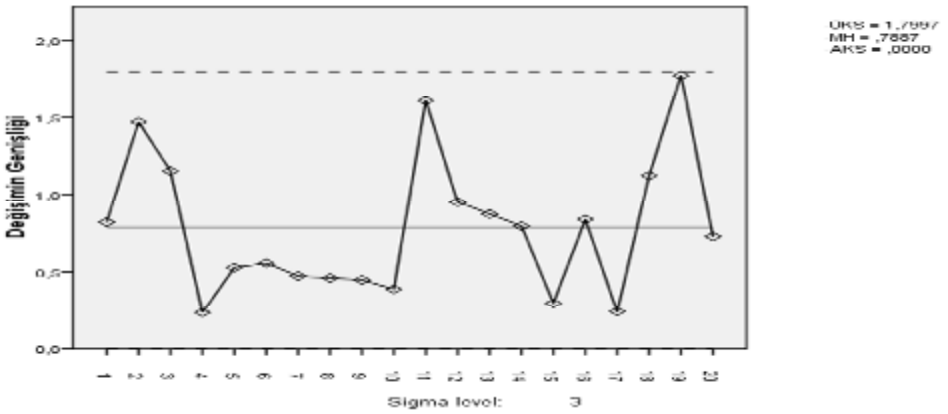
Kırılma direnci için serpilme diyagramı çizdirildiğinde haftalar arttıkça kırılma direncinde azalma görülmüştür.

$\overline{X}$-R kontrol grafiğinde kontrol sınırlarını belirlemek için yumurta kırılma direncinin normal dağılım gösteren rastgele değişkenler olduğunu göstermek gerekir. Bu histogram grafiğinde belirlenmiştir.



Şekil 3. Yumurtanın kırılma direncine ait ortalama ($\overline{X}$) kontrol grafiği

Şekil 3 incelendiğinde sürecin kontrol altında olmadığı görülmektedir. 20. haftada ölçüm değerleri alt kontrol sınırını geçmiştir. Diğer bir ifadeyle 20. haftada kırılma direnci ortalamadan sapmıştır.



Şekil 4. Yumurtanın kırılma direncine ait değişim genişliği (R) kontrol grafiği

Şekil 4'de görüldüğü gibi kırılma direncinin, değişim genişliği hesaplanan kontrol sınırları içerisinde olup süreç kontrol altındadır.

Yumurta Ağırlığına Ait Bulgular

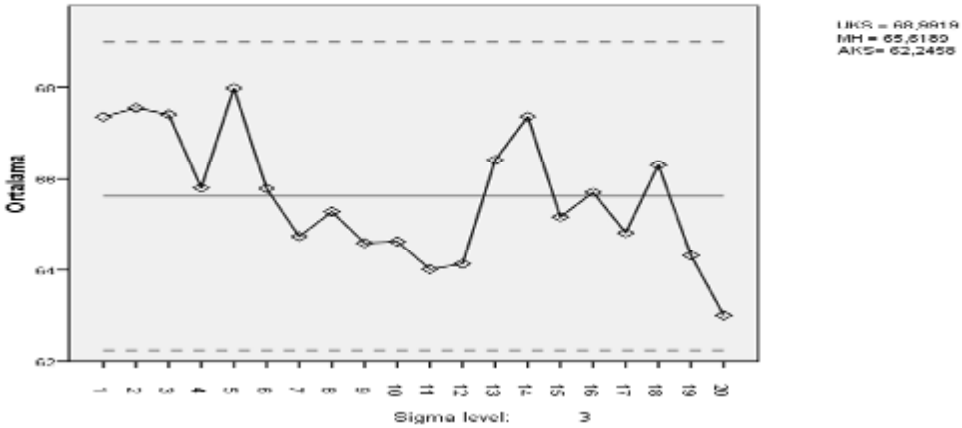
Yumurta ağırlığı için yedi kalite kontrol yönteminden biri olan gövde-yaprak grafiği çizdirilmiştir.

Yum.Ağırlık Gövde-Yaprak grafiği

Frekans	Gövde & Yaprak
1.00	61 . 2
6.00	62 . 235799
17.00	63. 00233455556677899
14.00	64 . 02233345567789
12.00	65 . 123334456999
9.00	66 . 122246799
9.00	67 . 001112455
3.00	68 . 127
4.00	69 . 1259
3.00	70 . 238
1.00	71 . 0
1.00	Uç Değer (>=73.6)

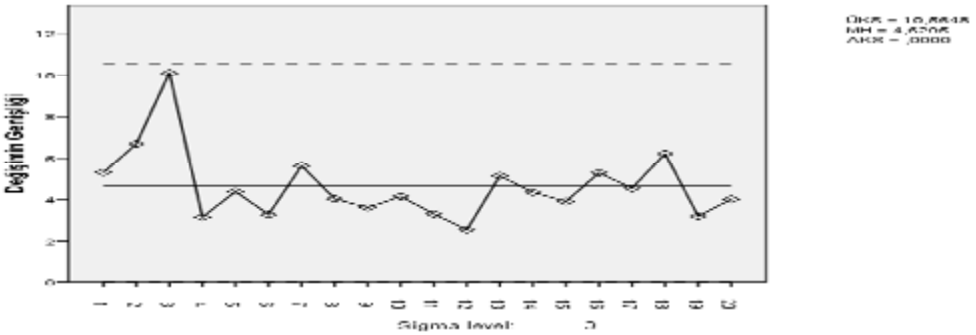
Şekil 5. Yumurta ağırlığına ait gövde-yaprak grafiği

Gövde-Yaprak grafiğinde görüldüğü gibi yumurta ağırlığı 63-64 g arasında yığılma göstermiştir. Bu grafikten verilerin normal dağıldığını görmek mümkündür.



Şekil 6. Yumurta ağırlığına ait ortalama ($\overline{X}$) kontrol grafiği

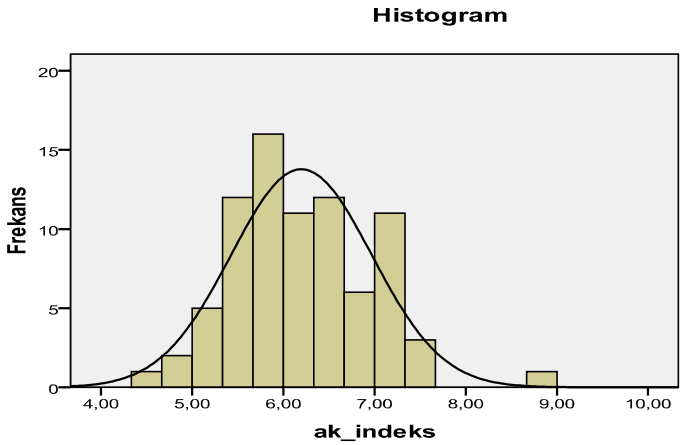
Şekil 6'da görüldüğü gibi 20 hafta boyunca tüm haftalar alt ve üst kontrol sınırları içerisinde dağılım göstermiştir. Süreç kontrol altındadır.



Şekil 7. Yumurta ağırlığına ait değişim genişliği (R) kontrol grafiği

Şekil 7'de görüldüğü gibi ölçüm değerleri alt ve üst kontrol sınırlarını içerisinde dağılım göstermiştir. Süreç kontrol altındadır.

Yumurta Ak İndeksine Ait Bulgular



Şekil 8. Yumurta ak indeksine ait histogram grafiği

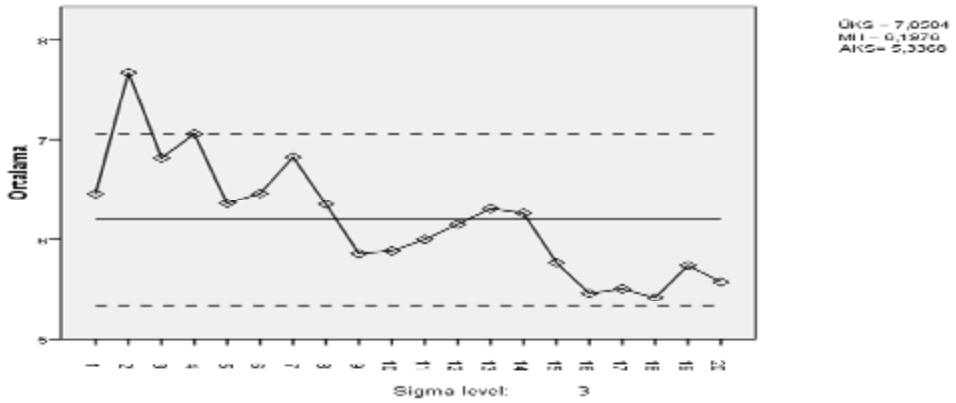
Şekil 8.'de görüldüğü gibi ak indekslerinin en çok 5.5-6.4 mm aralığında olduğu söylenebilir. Ayrıca bu grafikten yumurta ak indeksinin normal bir dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 1. Yumurta ak indeksine ait çetele diyagramı

Frekans	Boyutlar									
	4≤x<4.5	4.5≤x<5	5≤x<5.5	5.5≤x<6	6≤x<6.5	6.5≤x<7	7≤x<7.5	7.5≤x<8	8≤x<8.5	8.5≤x<9
25				+						
20				+ + + + +	+ + + + +					
15			+	+ + + + +	+ + + + +		+ +			
10			+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +			
5	+	+ +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ +		+
Toplam	1	2	11	21	20	10	12	2	0	1

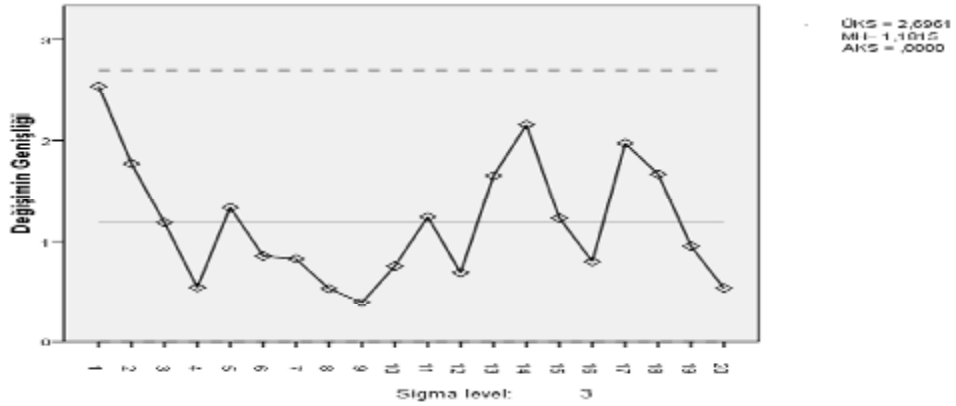
Çizelge 1'de görüldüğü gibi yumurta ak indeksi en çok 5.5 ile 6 mm arasında yığılma göstermektedir.

Yumurta ak indeksi verileri normal dağıldığı için Shewhart kontrol grafiklerinden $\overline{X}$-R kontrol grafiği çizdirilebilir.



Şekil 9. Yumurta ak indeksine ait ortalama ($\overline{X}$) kontrol grafiği

Şekil 9'da görüldüğü gibi 2. hafta üst kontrol sınırlarının dışına çıkmıştır. 4. haftada da üst kontrol sınırı üzerinde bulunarak sinyal vermiştir. Bu nedenle süreç kontrol altında değildir.



Şekil 10. Yumurta ak indeksine ait değişim genişliği (R) kontrol grafiği

Şekil 10'da değişim genişliği (R) kontrol grafiği incelendiğinde ölçüm değerleri alt ve üst kontrol sınırlarını içerisinde dağılım göstermiştir. Değişim genişliğine ait kontrol grafiğine göre süreç kontrol altındadır.

4. Yumurta Sarı İndeksine Ait Bulgular

```
Sarı İndeks    Gövde-Yaprak Grafiği
    Frekans   Gövde &  Yaprak
     1.00      36 .   0
     3.00      37 .   478
     9.00      38 .   245557789
    16.00      39 .  1223344557888999
    20.00      40 .  00011144455666667799
    7.00       41 .   0115778
    14.00      42 .  00112233567779
     4.00      43 .   1123
     1.00      44 .   4
     1.00      45 .   7
     4.00      Uç Değer    (>=46.6)
```

Şekil 11. Yumurta sarı indeksine ait gövde-yaprak grafiği

Yumurta sarı indeksine ait gövde-yaprak grafiğinden sarı indeksinin en çok 40-40.9 mm arasında yığılma gösterdiği belirlenmiştir.

Yumurta sarı indeksine ait veriler normal dağılmadığı için $\overline{X}$-R kontrol grafiği çizdirilememiştir.

Tartışma ve Sonuçlar

Üretim süreçlerinde, kalite ile ilgili problemlerin belirlenmesi ve çözülmesi amacı ile kullanılan yedi istatistiksel yöntemlerden çetele diyagramı, histogram grafiği, gövde-yaprak grafiği, serpilme diyagramı çizdirilmiştir. Verilerden normal dağılıma sahip olanlar için Shewhart kontrol grafiklerinden $\overline{X}$-R kontrol grafiği çizdirilip sürecin kontrol altında olup olmadığına bakılmıştır. Ancak hata-yoğunluk diyagramı, pareto diyagramı, neden-sonuç diyagramı çizilememiştir. Çünkü bu üç diyagram da hataya neden olan sebeplerle, bir sonuç ve olası nedenlerle, hataların nerede oluştuğuyla ilgilenmektedir.

Dış kalite özelliklerinden yumurta kırılma direnci için histogram grafiği çizildiğinde ölçümlerin normal dağıldığı, en çok 4-5 kg'lık basınçla yumurtanın kırıldığı anlaşılmaktadır. Serpilme diyagramına bakılarak haftalar kırılma dirençlerinde azalma görülmüştür. $\overline{X}$-R kontrol grafiği çizilerek sürecin kontrol altında olup olmadığı incelenmiştir. Alt ve üst kontrol sınırları çizilen grafiklerde sadece ortalamadan sapan 20.hafta olduğu, onun dışındaki bütün haftalarda süreç kontrol sınırları içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Kırılma direncinin değişim genişliği grafiğinde ise bütün haftalar alt ve üst kontrol sınırları içerisinde olup, sürecin kontrol altında olduğu gözlemlenmiştir.

Dış kalite özelliklerinden yumurta ağırlığı için çizilen gövde-yaprak grafiğinde yumurta ağırlığının en çok 63-64 g arasında yığılma gösterdiği anlaşılmaktadır. Yumurtalar, A sınıfı yumurtalar olup büyük boyda yumurtalar olduğu ispatlanmıştır. Veriler normal dağıldığı için $\overline{X}$-R kontrol grafiği çizdirilmiştir.

Yumurta ağırlıklarının hem ortalama hem de değişimin genişliği kontrol grafiklerinde alt ve üst sınırı aşan bir gözleme rastlanmamıştır. Yani süreç kontrol altındadır.

İç kalite özelliklerinden yumurta ak indeksi için çizilen histogram grafiğine bakılarak ak indeksinin 5.5-6.5 mm aralığında yığılma gösterdiği anlaşılmaktadır. Çetele diyagramı da bunu desteklemiştir. Çizilen $\overline{X}$ grafiğinden 2. haftanın üst kontrol sınırını aştığı görülmüştür. Sonraki haftalarda süreç tekrar kontrol altına girmiştir. Ak indeksinin değişim genişliği grafiğinde ise bütün haftalar alt ve üst kontrol sınırları içerisinde olup, sürecin kontrol altında olduğu gözlemlenmiştir.

İç kalite özelliklerinden yumurta sarı indeksi için çizilen gövde-yaprak grafiğine bakılarak, sarı indeksinin 39 ile 49 mm aralığında yığılma gösterdiği anlaşılmaktadır. Veriler normal dağılmadığı için kontrol grafikleri çizilememiştir.

Kaynaklar

ÇETİN, C. 2001. Toplam kalite yönetimi ve kalite güvence sistemi. Beta Yayınları, 2. Baskı, İstanbul.

DEDE, M., KAHRAMAN, N., KALELİ, D.Ö. 2005. Çukurova Üniversitesi öğrencilerinin yumurta tüketimi. 1. Ulusal Zootekni Öğrenci Kongresi 16-17 Mayıs Adana, 12-13.

HOSSAIN, A., CHOUDHURY, Z.A. and SUYUT, S. 1996. Statistical process control of an industrial process in real time. IEEE Transactions on Industry Applications, 32(12).

KARTAL, M. 1999. İstatistiksel kalite kontrolü. Şafak Yayınevi, Sivas.

.

İPEK, H., ÖZDAĞ, H. 1999. Application of statistical process control. Minerals Engineering, 12(7): 827-835, Ankara.

NEAVE, H.R., WHEELER, D.J. 1996. Shewhart's charts and the probability approach. Ninth Annual Conference of the British Deming Association, London..

ÖZKALE, R. 2011. İstatistiksel kalite kontrol ders notları, Adana. (Basılmamış).

SER, G. 2004. Kalite kontrol grafikleri ve Shewhart kontrol grafiklerinin süt işletmesinde uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Van..

TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (TÜİK) 2011. İstatistiksel kalite kontrol, Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi-11, Ankara.

Ek

Kontrol grafiklerinde kullanılan tablo değerleri

n	D_3	D_4	A_2	d_2	d_3	D_1	D_2	A	A_1	A_3
2	0	3.269	1.880	1.128	0.853	0	3.686	2.121	3.760	2.159
3	0	2.574	1.023	1.693	0.888	0	4.358	1.732	2.394	1.954
4	0	2.282	0.729	2.059	0.880	0	4.698	1.500	1.880	1.628
5	0	2.114	0.577	2.326	0.864	0	4.918	1.342	1.596	1.427
6	0	2.004	0.483	2.534	0.848	0	5.078	1.225	1.410	1.287
7	0.076	1.924	0.419	2.704	0.833	0.205	5.203	1.134	1.277	1.182
8	0.136	1.864	0.373	2.847	0.820	0.387	0.307	1.061	1.175	1.099
9	0.184	1.816	0.337	2.970	0.808	0.546	5.391	1.000	1.094	1.032
10	0.223	1.777	0.308	3.078	0.797	0.687	5.469	0.949	1.028	0.975
11	0.256	1.744	0.285	3.137	0.787	0.812	5.534	0.905	0.973	0.927
12	0.284	1.716	0.266	3.25	0.778	0.924	5.592	0.866	0.925	0.886
13	0.308	1.692	0.249	3.336	0.770	1.026	5.646	0.832	0.884	0.850
14	0.329	1.671	0.235	3.407	0.762	1.121	5.693	0.802	0.848	0.817
15	0.348	1.652	0.223	3.472	0.755	1.207	5.737	0.775	0.816	0.789
16	0.364	1.636	0.212	3.532	0.749	1.285	5.779	0.750	0.788	0.763
17	0.379	1.621	0.203	3.588	0.743	1.359	5.817	0.728	0.762	0.739
18	0.392	1.608	0.194	3.640	0.738	1.426	5.854	0.707	0.738	0.718
19	0.404	1.596	0.187	3.689	0.733	1.490	5.888	0.688	0.717	0.698
20	0.414	1.586	0.180	3.735	0.729	1.548	5.922	0.671	0.697	0.680
21	0.425	1.575	0.173	3.778	0.724	1.606	5.950	0.655	0.979	0.663
22	0.434	1.566	0.167	3.819	0.720	1.659	5.979	0.640	0.662	0.647
23	0.443	1.555	0.162	3.858	0.716	1.710	6.006	0.626	0.647	0.633
24	0.452	1.548	0.157	3.8895	0.712	1.759	6.031	0.612	0.632	0.619
25	0.459	1.541	0.153	3.931	0.709	1.804	6.058	0.600	0.619	0.606
>25	$1-3d_3/d_2$	$1..3d_3/d_2$	$3/d_2\sqrt{n}$	$\overline{R}/\sigma$	σ_R/σ	d_2-3d_3	d_2+3d_3	$3/\sqrt{n}$	$3/(c_2\sqrt{n})$	$3/(c_4\sqrt{}$

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

CMS HADRONİK KALORİMETRE LAZER SİSTEMİNİN TEST ÇALIŞMALARI*

Laser System Studies in Hadronic Calorimeter of CMS

Fatma BORAN
Fizik Ana Bilim Dalı

Aysel Kayış TOPAKSU
Fizik Ana Bilim Dalı

ÖZET

Büyük Hadron Çarpıştırıcısı üzerinde yer alan dört büyük deneyden biri olan CMS deneyi proton-proton çarpışmalarında ortaya çıkan parçacıkları incelemektedir. CMS'nin alt dedektörlerinden biri olan CMS hadron kalorimetresi (HKAL) bu çarpışmalarda meydana gelen hadronik parçacıkların enerji ve konumlarını ölçmektedir. 2012 yılında BHÇ'de gerçekleşen 7 TeV'lik çarpışmalarda HKAL'ın HB alt kalorimetresinin bazı kanallarında beklenmeyen yüksek enerjiler görülmüştür. Bu beklenmeyen yüksek enerjilerin lazer sisteminden geldiği tespit edilmiş ve lazer sistemi kapalı olduğu halde HB'nin bazı kanallarında lazer sinyalinin halen var olduğu düşünülmüştür. CMS lazer kalibrasyon sistemi, veri alma esnasında dedektörde oluşan radyasyon hasarını, QIE kartlarının lineerliğini, enerji ölçüm istikrarını ve kalorimetrelerin performansını ölçmek için kullanılmaktadır. Bu çalışmada lazer sistemi kapalı olmasına rağmen görülen bazı lazer sinyallerinin filtrelenmesi ve 2015 yılında yeni lazer sistemi ile alınan verilere tekrar bakılarak bu beklenmeyen lazer sinyallerinin olup olmadığının kontrolü üzerine çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: HKAL, Lazer, Kalibrasyon

ABSTRACT

CMS which is one of the four biggest experiments in the LHC, investigates the production yields from the proton–proton collisions. As one of the sub-detectors of CMS, Hadronic Calorimeter(HCAL) measures the energy and position of the quarks and gluons which are created in the proton-proton collisions. Some unexpected high energies were seen in some channels of the HB which is one of the subcalorimeters of HCAL, at 7 TeV collisions from the LHC in 2012. It was determined that, these unexpected high energies originated from the laser system, and it was thought that these unexpected laser signals exist at some channels of HB although the laser system was off. CMS laser calibration system were used to check radiation damage of detectors, linearity of QIE cards, stability of energy measurement and performance of the calorimeters. In this study some filtering study was done for these unexpected laser signals although the laser system was off and also all studies were repeated for 2015 data, in which the new laser system was installed.

Key Words: HCAL, Laser, Calibration

---

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

GİRİŞ

Evrenin yapısı ve etrafımızdaki maddelerin nelerden yapılmış olduğu insan aklını öteden beri meşgul etmiştir. Maddenin özelliklerinin anlaşılabilmesi için temel yapıtaşlarının nasıl bir araya geldikleri ve birbirleri ile nasıl etkileştiklerinin bilinmesi gerekmektedir. Standart Model (SM), temel yapıtaşlarının nasıl düzenlendiğini ve bu yapıtaşlarının farklı kuvvetler aracılığıyla nasıl etkileştiğini açıklayan bir teoridir. Birçok deneysel çalışmanın sonuçlarını açıklayabilmiş olmasına rağmen SM'nin yetersiz veya eksik olduğu konular da vardır. SM ötesi fizik olarak adlandırılan bu konulara ekstra boyutlar, Süper Simetri (SUSY) ve kütleli yeni vektör bozonları örnek verilebilir.

Dünyanın en büyük parçacık hızlandırıcısı olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı, (BHÇ) İsviçre ve Fransa sınırlarında yer alan Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (CERN)'de bulunmaktadır. BHÇ halkası üzerinde bulunan dedektörlerde, Ekim 2009 ve Aralık 2012 yılları arasında kütle merkezi enerjisi 8 TeV'e ulaşan proton – proton (p-p) ve ağır iyon (kurşun – kurşun) çarpışmaları gerçekleştirilmiş ve 2012 yılından 2015 yılının Mart ayına kadar uzun bir mola verilmiştir. Verilen bu uzun mola süresince BHÇ ve üzerindeki dedektörlerde iyileştirme ve yenileme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalardan sonra 2015 Mayıs ayında 13 TeV'lik kütle merkezi enerjisinde p–p çarpışmaları gerçekleştirilmiştir. Kütle merkezi enerjisinin 14 TeV'e çıkarılması için çalışmalar devam etmektedir. Bu çarpışmalarda alınacak veriler ile merak edilen pek çok sorunun cevap bulması beklenmektedir.

Bu çalışmada, BHÇ halkası üzerinde bulunan CMS deneyindeki hadronik kalorimetrenin (HKAL) alt dedektörlerinden olan hadronik fıçının (HB) iyileştirme çalışmalarının bir kısmını içermektedir. Dedektörün performansı, radyasyon hasarı, yük toplama ve şifreleme (QIE) kartlarının lineerliği ve dedektörün tüm elektronik bileşenlerinin testi için lazer kalibrasyon çalışmaları yapılmaktadır. Bu tezin analiz kısmı da lazer kalibrasyonu yapılırken lazer sisteminden kaynaklanan sorunların iyileştirme çalışmalarının bir kısmını içermektedir.

Önceki çalışmalar kısmında, SM hakkında bilgi verilmiş, BHÇ, BHÇ üzerindeki deneyler ve CMS deneyi anlatılmıştır. Materyal metod kısmında, HKAL ve alt dedektörleri ile HKAL kalibrasyon sistemi tartışılmıştır. Araştırma ve bulgular kısmında, lazer kalibrasyon çalışmaları ile ilgili yapılan analizler yer almaktadır. Sonuç ve öneriler kısmında ise HB'de kötü olarak tespit edilen kanalların filtreleme çalışması özetlenmiştir.

MATERYAL VE METOD

HKAL manyetik alan içerisinde bulunan son dedektördür. HKAL, EKAL'ın alt dedektörleri ile birlikte hadron jetlerinin, nötrinoların ve egzotik parçacıkların ölçümünde önemli rol oynamaktadır. HKAL'ın mükemmel jet çözünürlüğünün olması, jetlerin yönünü ve kayıp dik enerjiyi (MET) hassas bir şekilde ölçmeye olanak sağlar (CMS TDR, 2006). HKAL, HB (Hadronik fıçı), HE (Hadronik kapak), HF (İleri Hadron), HO (Hadronik dış) olmak üzere 4 alt dedektörden oluşmaktadır.

HB radyal olarak EKAL'ın en dış yarıçapı R=1.77 m ile mıknatıs bobinin iç yarıçapı olan R=2.95 m arasına yerleştirilmiştir. Bu kısıtlamadan dolayı HB, geç başlayan hadronik duşları durdurmakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle solenoidin dışına HB'yi tamamlayıcı HO yerleştirilmiştir (CMS Collaboration, 2008, JINST 3 S08004). HKAL'da parçacıkların yerini, enerjisini ve varış zamanlarını belirleyebilmek için, soğurucu tabakalar ve sintilatör materyaller kullanılmaktadır. Sintilatör materyaller, parçacık geçtiği esnada ani bir ışık atımı üretmektedir. Oluşan bu ışık atımı da özel optik fiberler ile foto dedektörlerdeki okuma kutuları (RBX- Readout Box) içinde toplanır ve çoğaltılır. Belirlenen bölgede toplanan ışık miktarı parçacığın enerjisidir.

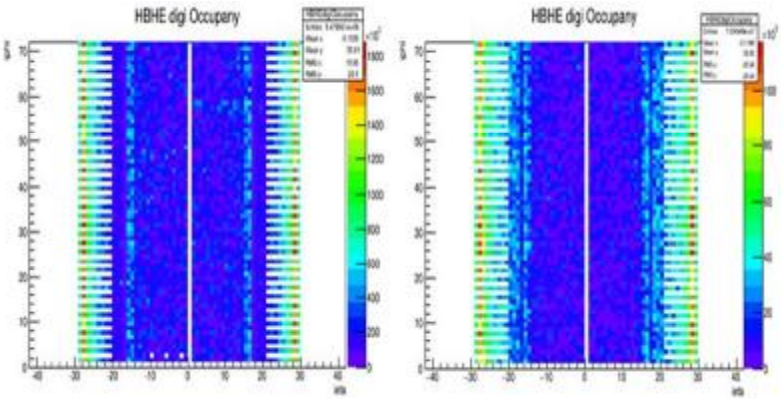
ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2008 – 2012 yılları arasında BHÇ'deki p – p çarpışmalarında kütle merkezi enerjisi 7 TeV ve 8 TeV olan enerjilerde veriler alınmıştır. 2012'deki 7 TeV'lik çarpışmalarda CMS deneyinin hadron kalorimetresinin alt dedektörleri olan HB ve HE'nin bazı kanallarında beklenmeyen yüksek enerjiler saptanmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda lazer sistemi kapalı olmasına rağmen bu beklenmeyen sinyalin lazer kalibrasyon sisteminden geldiği tespit edilmiştir.

Daha önce de bahsedildiği gibi lazer kalibrasyonu çalışmasının yapılmasının amacı QIE kartlarının doğrusallığını, kalorimetrenin performansını, CMS'de veri alma sırasında oluşan radyasyon hasarını ve kalorimetre kazancını izlemektir. Ayrıca bu çalışma ile elektronikten sintilatörlere kadar tüm optik yolun performansı denetlenmekte ve sorunlu kanalların kontrolü gerçekleştirilmektedir.

Bu tezde 2012 yılında lazer sistemi kapalı olmasına rağmen görülen istenmeyen bu lazer sinyallerinin filtrelenmesi çalışılması yapılmıştır. Ayrıca 2014 yılının sonlarına doğru lazer kalibrasyon sistemi tamamen yenilendiğinden 2015 yılında CMS'de alınan 13TeV'lik veriler tekrar analiz edilerek bu beklenmeyen lazer sinyallerinin olup olmadığı kontrol edilmiştir.

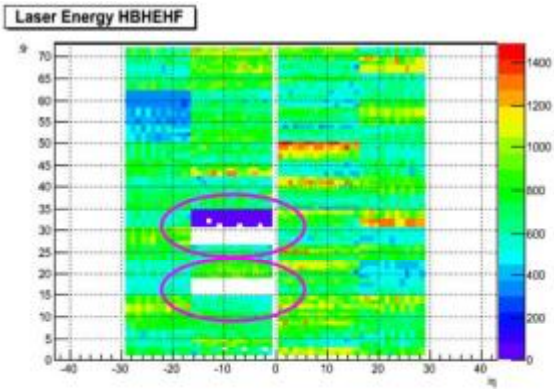
HKAL'ın alt kalorimetrelerinden HB ve HE kalorimetrelerin her birinde 2592 ve toplamda 5184 adet kanal bulunmaktadır. Şekil 1'de HB ve HE kalorimetre kanallarının doluluk histogramları gösterilmektedir.



(a) (b)

Şekil 1. (a) 2012 (b) 2015 yılında alınan veriler ile HB ve HE kalorimetrelerin doluluk histogramları.

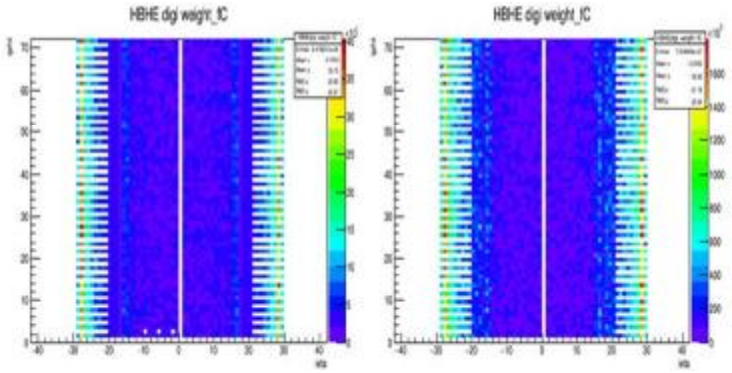
Bu grafiklerde *x*-eksenleri ieta'yı, *y*-eksenleri ise iphi değerlerini temsil etmektedir (ieta ve iphi kalorimetre kanallarının haritalanması için kullanılan değişkenlerdir). HB alt kalorimetresinin iphi değeri 0-72 aralığını, ieta değerleri ise HB+ için 0-16, HB- için 0-(-16) aralıklarını kapsamaktadır. HE alt kalorimetresinde ise iphi değerleri HB gibi 0-72 aralığını, ieta değerleri ise HE+ için 16-29, HE- için (-16)-(-29) aralıklarını kapsamaktadır. Yapılan önceki çalışmalarda beklenmeyen yüksek enerjili lazer sinyallerinin HB- bölgesindeki üç RBX'den geldiği saptanmıştır. Şekil 2'de istenmeyen bu lazer sinyallerinin bulunduğu RBX'ler gösterilmektedir.



Şekil 2. İstenmeyen lazer sinyallerin alındığı RBX'ler (https://indico.cern.ch/event/_169318/contribution/1/attachments/209212/293400/PPD_Oct24_temple.p).

Şekil 2'de *x*-ekseni ieta ve *y*-ekseni iphi değerlerini temsil etmektedir. HB alt kalorimetresinde toplamda 36 RBX ve bu RBX'lerin her birinde dört adet

HFD(Hibrid Foto Diyot) bulunmaktadır. Her HFD ise 18 farklı kanaldan gelen sinyali okumaktadır. HB'de kanallar aynı ieta, iphi (±1,…,±16) ile uyumlu olan 16 ardışık kuleye karşılık gelmektedir. iphi = ±15, ±16'da HB kuleleri iki derinliğe sahiptir ve kulelerde 18 farklı kanaldan gelen sinyaller ile birlikte bir kanaldan 10 zaman dilimi (TS, Time Slice) okunmaktadır. Beklenmeyen yüksek enerjilerin belirlendiği 3 RBX'de toplamda 216 kanal kötü, diğer RBX'lerdeki kalan 4968 kanal ise iyi olarak nitelendirilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi kötü kanalların hepsinin ieta değerleri sıfırdan küçük, iphi değerleri ise 16-19 ve 28-35 aralığında bulunmaktadır.

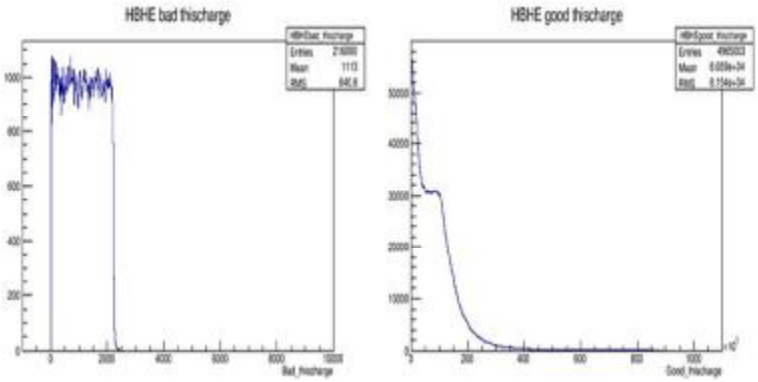


(a) (b)

Şekil 3. (a) 2012 (b) 2015 yılında alınan veriler ile HB ve HE kalorimetrelerinin enerjileri.

Şekil 3'de 2012 ve 2015 yılında alınan veriler için HB ve HE kalorimetrelerinin bütün kanallarındaki sinyallerin fC cinsinden enerjileri gösterilmektedir. Bu grafiklerde *x*-eksenleri ieta, *y*-eksenleri iphi değerlerini temsil etmektedir.

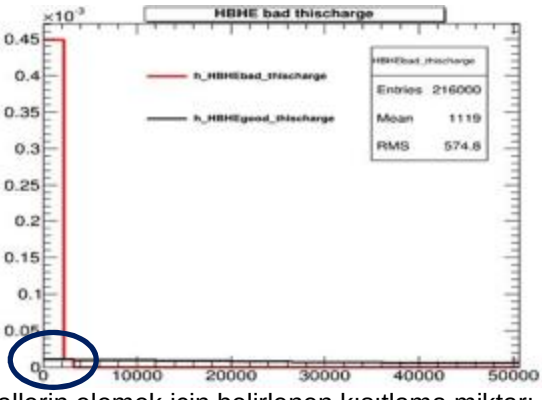
Lazer verileri kullanılarak tam olarak istenmeyen lazer sinyallerinin hangi kanallarda olduğu saptanmaya çalışılmıştır. Bu sinyalleri filtrelemek için tüm kanallara ait enerji histogramları çizdirilerek, enerji üzerine ne kadarlık bir kısıtlama yapılması gerektiği üzerine çalışıldı. Öncelikle burada minimum değer olarak 15 fC'lik bir enerji kısıtlaması uygulanmıştır. Bu işlemin yapılmasının amacı iyi kanalların sayısının kötü kanalların sayısına göre önemli bir miktarda arttırmaktır. Şekil 4'de lazer verileri kullanılarak iyi ve kötü kanalların yük dağılımları gösterilmektedir.



(a) (b)

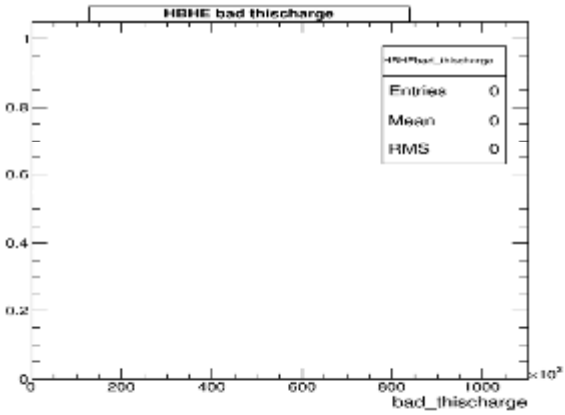
Şekil 4. 2012 yılında alınan 211118 lazer verisine ait (a) kötü kanalların (b) iyi kanalların yük dağılımları.

Şekil 4'de 4-6 zaman diliminde enerjiye 15 fC'lik kısıtlama uygulanarak iyi ve kötü kanalların toplam yük dağılımları gösterilmektedir. Şekil 5'de lazer sinyallerin oluşturduğu istenmeyen lazer sinyallerini elemek için belirlenen kısıtlama miktarı gösterilmektedir.



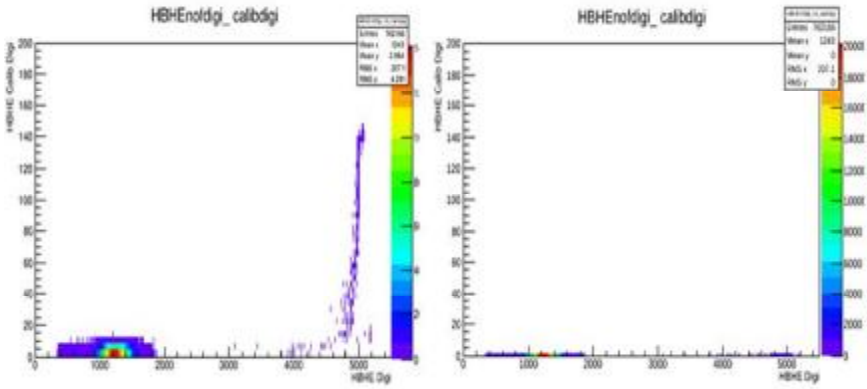
Şekil 5. Lazer sinyallerin elemek için belirlenen kısıtlama miktarı.

Şekil 5'de kötü olarak bilinen kanalların bulunduğu bölgeyi daha iyi belirleyebilmek için, iyi ve kötü kanalların yük dağılımlarını gösteren şekilleri aynı eksen üzerinde normalize ederek hangi miktarda bir kısıtlama uygulanacağı belirlendi. Şekil 5'de gösterildiği gibi yaklaşık olarak 4000 fC'lik bir kısıtlama uygulanmasına karar verildi. Bu kısıtlama ile 4000 fC'den küçük olayların hepsi temizlendi (Şekil 6).



Şekil 6. 211118 lazer verisine ait 4000 fC'lik kısıtlama uygulandıktan sonra HBHE kalorimetredeki kötü kanalların yükleri.

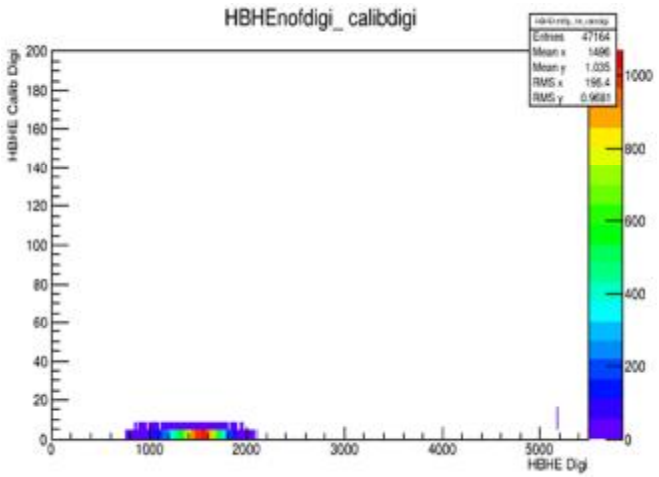
Şekil 6'da 2012 yılında alınan lazer verisinin enerjisine 4000 fC'luk kısıtlama uygulandıktan sonra kötü olarak adlandırılan kanalların hiç birinde beklendiği gibi herhangi bir lazer sinyali görülmemektedir. Bu da bütün kötü kanalların yüklerinin 4000 fC'nin altında olduğunu ve bu kısıtlama ile istenmeyen lazer sinyallerinin elendiği gösterilmektedir. Şekil 7'de (a) 15 fC ve (b) 4000 fC kısıtlama uygulanan HBHE'de kalibre edilmiş digi'lerin HBHE digi'lerine göre dağılımı gösterilmektedir (digi bir okuma kanalındaki sinyali temsil etmektedir).



(a) (b)

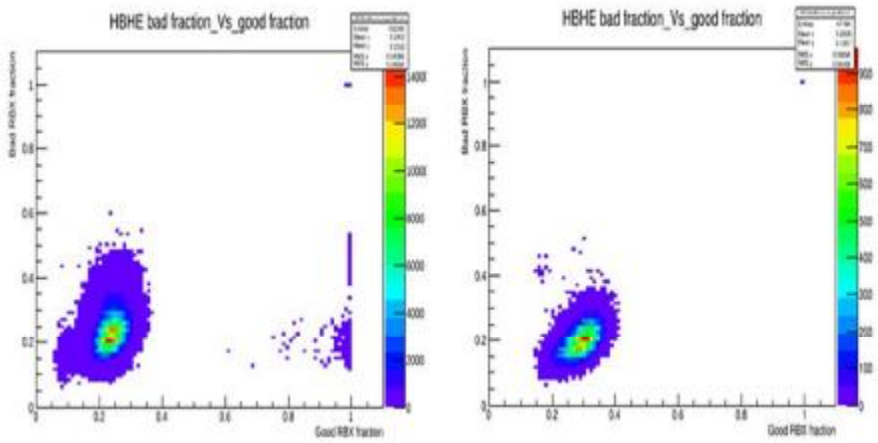
Şekil 7. 2012 yılında alınan veri ile (a) 15 fC'lik kısıtlama (b) 4000 fC'lik kısıtlama uygulanarak HBHE'de kalibre edilmiş digi'lerin HBHE digi'lerine göre dağılımı.

Şekil 7'de *x*-ekseni HBHE digi'lerini, *y*-ekseni ise HBHE'de kalibre edilmiş digi'leri göstermektedir. 2012 yılında alınan veride toplamda 26.6 milyon olay bulunmakta ve olayların içinde yaklaşık olarak 38500 istenmeyen HBHE lazer olayına rastlanmaktadır. Şekil 7'de (a) 2012 yılı verisinde istenmeyen lazer sinyallerin oluşturduğu digi'ler yaklaşık olarak 4000 fC'de görülmektedir. (b)'de 4000 fC'lik kısıtlama yapıldıktan sonra istenmeyen herhangi bir lazer olayına rastlanmamıştır. 2014 yılının sonlarına doğru lazer sistemi yenilendiğinden 2015 yılı başlarında alınan çarpışma verisi ile yapılan çalışmalar tekrar edilmiştir. Şekil 8'de bu çarpışma verileri kullanılarak HBHE'de kalibre edilmiş digi'lerine HBHE digi'lere göre dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 8. 2015 yılında alınan çarpışma verisi ile HBHE kalibre edilmiş digi'lerin HBHE digi'lere göre dağılımı.

Şekil 8'de *x*-ekseni HBHE digi, *y*-ekseni ise HBHE'de kalibre edilmiş digi'leri göstermektedir. Şekil 8'de görüldüğü gibi 2014 yılında yapılan lazer yenileme çalışmalarından sonra istenmeyen herhangi bir lazer sinyali gözlenmemiştir. Şekil 9'da istenmeyen lazer sinyallerinin görüldüğü 3 tane RBX'in, lazer sinyallerinin görülmediği RBX'lere göre oranı gösterilmektedir.



(a) (b)

Şekil 9. (a) 2012 (b) 2015 yılında alınan veri kümelerinin HBHE iyi RBX'lerin kötü RBX'lere göre oranı.

Daha önce de bahsedildiği gibi HB ve HE alt kalorimetrelerinde toplamda 36 RBX, her RBX'in içinde 72 tane kanal bulunmaktadır. Şekil 9'daki çalışmada bilinen kötü kanalların sayısı yine kötü kanal sayısına bölünerek bilinenlerin dışında istenmeyen herhangi bir lazer sinyalinin alındığı başka bir kanal olup olmadığı kontrol edildi. Aynı işlem iyi kanallar için de yapıldı. Şekil 9'da x-ekseni iyi kanalların RBX oranını, y-ekseni de kötü kanalların RBX oranını göstermektedir. 2012 veri kümesi (a) ile bilinen kötü kanallar dışında herhangi bir kötü kanal olmadığı saptandı. (b) 2015 yılı veri kümesine tekrar bakılarak herhangi bir lazer sinyaline rastlanmadı.

SONUÇ

CMS deneyi BHÇ üzerinde bulunan genel amaçlı dört büyük deneyden birisidir. BHÇ'de Ocak 2013 – Mart 2015 arasında verilen uzun moladan sonra 2015 yılında daha yüksek enerjilerde p-p çarpışmalarına tekrar başlanmıştır. CMS deneyi elektro-zayıf simetri kırınımını, kütlenin kaynağını ve Standart Model ötesindeki yeni fizik gibi birçok konuyu araştırmak için tasarlanmıştır. CMS dedektöründe bu gözlemlerin yapılabilmesi için detektörün veri alımından önce pek çok kontrolden geçmesi gerekmektedir. Bunlardan biriside lazer kalibrasyon çalışmalarıdır.

CMS deneyinin alt dedektörü olan HKAL'ın veri alınımında önemli rol oynayan uç elektronikler RBX'lerin içinde bulunmaktadır. HKAL'ın alt kalorimetreleri olan HB ve HE'de eşit olarak 2592, HO'da 2160, HF'de 1728 ve toplamda 9072 adet kanal bulunmaktadır. 2012 yılında CMS deneyinde alınan veriler incelendiğinde HKAL'ın bazı kanallarında öngörülmeyen yüksek enerjiler saptanmıştır. Bu yüksek enerjili kanalların CMS lazer kalibrasyon sisteminden

geldiği tespit edilmiştir. CMS lazer sisteminin kapalı olmasına rağmen lazer sinyali alınan bu kanalların HB'den geldiği belirlenmiştir. HB kalorimetresinde tespit edilen bu yüksek enerjili kanalların ieta değerleri sıfırdan küçük, iphi değerleri 14 – 19 ve 26 – 35 aralığını kapsamaktadır. Toplamda 216 tane yüksek enerjili kanal tespit edilmiştir.

Bu çalışmada HB alt kalorimetresinde görülen bu yüksek enerjili kanallara filtreleme çalışması yapılmıştır. Yapılan bu filtreleme çalışmasında, 2012 yılında alınan çarpışma verisi, lazer verisi ve 2014 yılının sonlarına doğru lazer kalibrasyon sistemi yenilendikten sonra 2015 yılında alınan çarpışma verisi kullanılmıştır. Öncelikle yüksek enerji görülen bu kanalları elimine etmek için minimum değer olarak 15 fC'lik bir kısıtlama uygulanıp iyi kanal sayısı önemli bir miktarda artırılmış, daha sonra da istenmeyen lazer sinyallerinin tamamen kaldırılması için 4000 fC'lik bir kısıtlama uygulanmıştır. Yapılan 4000 fC'lik kısıtlama ile yüksek enerjili bu kanallar elimine edilmiştir. Bu kısıtlama uygulandıktan sonra 2012 lazer verilerinde kötü kanallardan istenilmeyen herhangi bir lazer sinyali alınmamıştır. Bu çalışmada 2015 yılında alınan çarpışma verisi ile tekrar kontrol edildiğinde beklenildiği gibi herhangi bir lazer sinyali gözlemlenmemiştir.

KAYNAKLAR

CMS Collaboration, 2006. "Detector Performance and Software", CMS Physics, Technical Design Report, Volume 1, CERN - LHCC 2006-001, http://cds.cern.ch/record/922757/files/lhcc-2006-001.pdf, (Erişim Tarihi: 07 Mart 2015).

CMS Collaboration, 2008. "The CMS experiment at the CERN LHC", The CERN Large Hadron Collider: Accelerator and Experiments, 122 p., http://iopscience.iop.org/1748-0221/3/08/S08004/pdf/1748-0221_3_08_S08004.pdf (Erişim Tarihi: 12 Mart 2015).

https://indico.cern.ch/event/169318/contribution/1/attachments/209212/293400/PPD_Oct24_temple.pdf, (Erişim Tarihi: 20 Ağustos 2014).

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK SAÇILMASININ TEK TABAKA GRAFENİN TAŞINIM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ*

The role of interface roughness scattering on the transport properties of monolayer graphene

Meryem Derya ÖZDEMİR
Fizik Anabilim Dalı

Metin ÖZDEMİR
Fizik Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, tek tabaka grafenin elektronik taşınım özellikleri ensemble Monte Carlo yöntemi ile incelenmiştir. Saf ve kirli grafen durumları için ele alınan saçılma mekanizmaları optik, akustik, safsızlık ve yüzey pürüzlülüğü saçılmalarıdır. Safsızlık saçılmasında perdelemenin etkisi de göz önüne bulundurulmuştur. Saçılma oranları analitik ve nümerik metotların uygun bir kombinasyonu ile hesaplanmış olup saçılmadan sonraki son durumların doluluk oranları hesaba katılarak MC simülasyonlarında bir reddetme tekniği kullanılmıştır. Elektron mobilitesinin sıcaklıkla değişimi yüzey pürüzlülüğünün varlığında ve yokluğunda saf grafen için elde edilmiş ve bir AlGaN-GaN heteroyapısı ile kıyaslanmıştır. Ek olarak kararlı durum sürüklenme hızları yüksek alanlarda hesaplanmış ve saf ve kirli durumlar, deneysel çalışmalarla uyum içerisinde olması açısından akustik ve optik deformasyon potansiyel sabitlerinin farklı değerleri için kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tek katmanlı grafen, Saçılma, Monte Carlo, AlGaN/GaN, Sürüklenme hızı, Mobilite

ABSTRACT

The electronic transport properties of monolayer graphene are presented with an Ensemble Monte Carlo technique. The most relevant scattering mechanisms that are taken into account for intrinsic and dirty graphene are optic, acoustic, impurity and surface roughness scatterings. The effect of screening is considered in the impurity scattering of electrons. The scattering rates are calculated with a combination of analytical and numerical methods and a rejection technique is used in MC simulations to account for the occupancy of the final states after scattering. The variation of electron mobility with temperature is calculated in the presence and absence of surface roughness for intrinsic graphene and a comparision is made with an AlGaN-GaN heterostructure. Additionally steady state drift velocities are calculated at high fields and compared with intrinsic and dirty case for different values of acoustic and optic deformation potential constants which must be adjusted to get results compatible with experimental studies.

Key Words: Monolayer graphene, Scattering, Monte Carlo, AlGaN/GaN, Drift velocity, Mobillity.

---

* Doktora Tezi-Phd Thesis

Giriş

Tamamen iki boyutlu yapıya sahip olan grafen yasak enerji aralığı olmaksızın doğrusal bant yapısıyla ilk defa Novoselov ve ark. tarafından elde edilmiştir (NOVOSELOV ve ark., 2004). Keşfinden bu yana grafenin birçok ilginç özelliği bildirilmiştir (NOVOSELOV ve ark., 2004; Das SARMA ve ark., 2011). Oldukça esnek olduğu gibi çelikten de çok daha kuvvetlidir ve bakırdan da daha iyi bir iletkendir. Oda sıcaklığındaki mobilitesi düşük taşıyıcı yoğunluklarında kirli grafen için 10^4 $cm^2/V.s$ civarında (ZHU ve ark., 2009; CHEN ve ark., 2008) ve saf (asılı) grafen için 10^5 $cm^2/V.s$' den daha yüksek olduğu bildirilmiştir (PEREBEINOS ve AVOURIS, 2010).

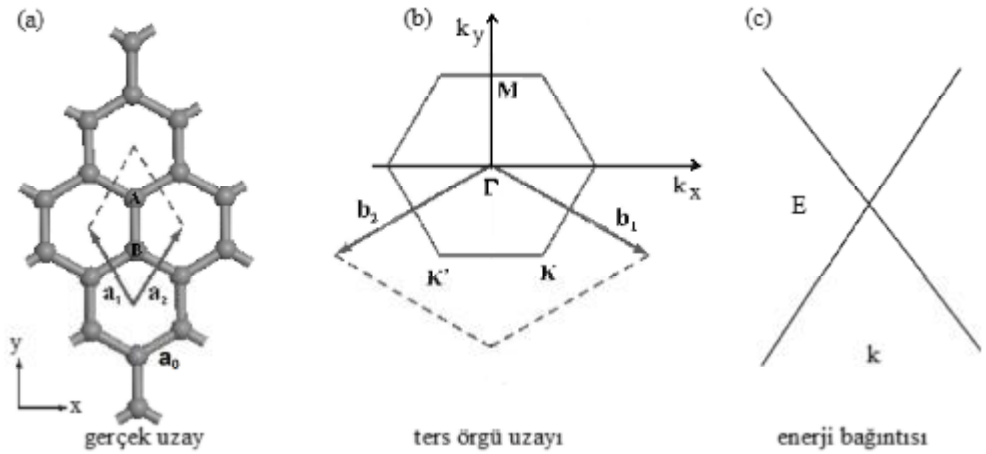
Bu çalışmada tek tabaka grafenin yük taşınımı ve mobilite karakteristikleri sıcaklığın bir fonksiyonu olarak çeşitli materyal parametreleri kullanılarak ensemble Monte Carlo yöntemi ile incelenmiştir. Grafenin taşınım karakteristikleri incelenirken göz önünde bulundurulan saçılma mekanizmaları: akustik ve optik fonon, yüklü safsızlık ve yüzey pürüzlülüğü saçılmalarıdır. Hesaplamalar analitik ve nümerik metotların uygun bir kombinasyonu ile yapılmıştır. Elektronların iyonize safsızlıklardan saçılması durumunda, perdelemenin etkisi de göz önüne alınmıştır. Ayrıca saçılma sonrası son durumların doluluk oranlarının hesaba dahil edilmesi için MC simülasyonlarında bir reddetme tekniği kullanılmıştır. Taşıyıcıların sürüklenme hızları zamanın bir fonksiyonu olarak değişik elektrik alanlar altında farklı sıcaklıklar için elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlardan kararlı durum sürüklenme hızı-elektrik alan eğrileri farklı sıcaklıklar için elde edilmiştir. Ek olarak, iletkenlik hesaplamaları da yukarıda bahsedilen saçılma mekanizmalarının varlığında çalışılmış olup, bu sonuçlardan da mobilte hesabı yapılmıştır. Bu mobilite değerleri de AlGaN/GaN heteroeklemindeki iki boyutlu elektron gazı mobilite sonuçları ile kıyaslanmıştır.

Tek Tabaka Grafen

Grafen düzlemi (a1,a2) vektörleri tarafından tanımlanan ve her birim hücresinde iki karbon atomu bulunan (A,B) altıgen örgü yapısı ve buna karşılık gelen ters örgü Şekil 1.'de gösterilmiştir. Şekildeki birim örgü vektörleri

$$\mathrm{a}_1 = \left(\frac{a}{2}, \frac{\sqrt{3}a}{2}\right) \qquad \mathrm{a}_2 = \left(\frac{a}{2}, \frac{\sqrt{3}a}{2}\right)$$

ile verilir. Burada $a = |a_1| = |a_2|$ örgü sabiti, komşu birim hücre arasındaki mesafe $a = 0.246$ nm'dir. Grafenin birim hücresinde iki karbon atomu (A ve B) bulunur. Karbon atomları arası mesafe yaklaşık olarak $a_0 \approx 0.142$ nm olup $a = \sqrt{3}a_0$ ilişkisi vardır.



Şekil 1**. (a)** Grafende gerçek uzayda örgü vektörleri **(b)** Ters örgü uzayında örgü vektörleri, K ve K' noktaları **(c)** Dalga vektörünün bir fonksiyonu olarak enerji bant yapısı

$\mathbf{b}_1$ ve $\mathbf{b}_2$ ters örgü vektörleri

$$b_1 = \left(\frac{2\pi}{a}, -\frac{2\pi}{\sqrt{3}a}\right) \qquad b_2 = \left(-\frac{2\pi}{a}, -\frac{2\pi}{\sqrt{3}a}\right)$$

olarak verilir. Şekil 1(b)'de gösterildiği gibi ters örgü altıgen bir Bravais örgüdür ve birinci Brilliouin bölgesi bir altıgendir.

Sıkı bağlanma metodu ile hesaplanan bant yapısı ise,

$$E_{\pm}(k) = \pm\gamma_1\sqrt{1 + 4\cos\left(\frac{k_x a}{2}\right)\cos\left(\frac{\sqrt{3}k_y a}{2}\right) + 4\cos^2\left(\frac{k_x a}{2}\right)}$$

denklemi ile verilir. Burada k_x ve k_y , xy düzleminde **k**' nın bileşenleridir.

Saçılma Mekanizmaları

Grafen malzemesinin elektron taşınım özelliklerinin incelenebilmesi için grafen içerisinde hareket eden elektronların saçılmasına neden olan mekanizmaların bilinmesi gereklidir. Bu çalışmada göz önüne alınan saçılma mekanizmaları, akustik ve polar olmayan optik fonon saçılmaları, yüklü safsızlık ve

yüzey pürüzlülüğü saçılmalarıdır. Saçılma oranı hesabı için ilk önce saçılma potansiyeli belirlenir ve matris elemanı hesaplanır. Bu matris elemanı Fermi' nin altın kuralı denkleminde yerine yazılarak elektronun bir durumdan diğer duruma saçılma oranı belirlenmiş olur.

$$S(k,k') = \frac{2\pi}{\hbar}\left|H_{kk'}\right|^2 \delta(E(k') - E(k) \mp \hbar\omega)$$

burada $H_{kk'}$ saçılma matris elemanıdır ve delta fonksiyonu enerjinin korunumunu temsil eder. Daha sonra bu denklem, aşağıdaki saçılma oranı denkleminde yerine yazılır.

$$W(\boldsymbol{k}) = \sum_{k'} S(k,k')$$

Tek tabaka grafen için çalışılan saçılma mekanizmaları akustik fonon, polar olmayan optik fonon, yüklü safsızlık ve yüzey pürüzlülüğü saçılmalarıdır. Tek katmanlı grafende akustik fonon saçılma oranı denklemi aşağıdaki gibidir [16,19].

$$W(\mathrm{k}) = \frac{\pi D_a^2 k_B T}{4\rho v_s^2 \hbar^3 v_F^2} E_k$$

Soğurma ve yayınım içeren optik fononlardan kaynaklanan saçılma oranı denklemi

$$W(\mathrm{k}) = \frac{D_o^2}{4\rho\omega_0 \hbar^2 v_F^2}\left\{n_0\left(E_k + \hbar\omega_0\right) + \left(n_0 + 1\right)\left(E_k - \hbar\omega_0\right)\Theta\left(E_k - \hbar\omega_0\right)\right\}$$

ile verilir (SHISHIR ve FERRY, 2009; FANG ve ark., 2011). Tek katmanlı grafende safsızlık saçılması oranı denklemi (HWANG ve ark., 2007; ADAM ve ark., 2007; STAUBER ve ark., 2007)

$$W(\mathrm{k}) = \frac{(n_i)E_k}{\pi\hbar^3 v_F^2 k}\int_0^{2k}\left|\frac{V(q)}{\varepsilon(q)}\right|^2 \left[1 - \left(\frac{q}{2k}\right)^2\right]^{1/2} dq$$

$$V(q) = \frac{2\pi e^2}{\kappa q} e^{-qd} \qquad \varepsilon(q) = 1 + \frac{2\pi e^2}{\kappa q}\Pi(q)$$

$$P(q) = \frac{g_v g_s}{2\pi\hbar v_F}\left[\int_0^{\infty} f^{+}(\varepsilon_k) - \int_0^{q/2} f^{+}(\varepsilon_k)\sqrt{1-\left(\frac{2k}{q}\right)^2}\,dk\right]$$

burada $\varepsilon(q)$ dielektrik fonksiyonu, $V(q)$ yüklü safsızlık potansiyelinin Fourier dönüşümü ve $P(q)$ polarizasyon fonksiyonudur (Das SARMA ve ark., 2011).

Alttabanın pürüzlülüğünden veya grafenin kendi dalgalanmaları sonucu ortaya çıkan yüzey pürüzlülüğü saçılma oranı ise aşağıdaki gibi verilir (SHISHIR ve ark., 2009):

$$W(k) = \frac{E_k}{2\hbar}\left(\frac{\Delta_e L_e n_s e^2}{2\varepsilon\hbar v_F}\right)^2 \int_0^{\pi}\left(1+2L_e^2k^2\sin^2\frac{\theta}{2}\right)^{-3/2}(1+\cos\theta)\,d\theta$$

Burada L_e pürüzlü yüzeyin etkileşim uzunluğu, Δ_e ara yüzeyin rms yüksekliği ve n_s indüklenen taşıyıcı yoğunluğu olup yukarıdaki denklemin elde edilmesinde exponansiyel otokorelasyon fonksiyonu ($\Delta(r) = \Delta_e^2 e^{-\sqrt{2}r/L_e}$) kullanılmıştır.

Bu saçılma mekanizmalarının varlığında Monte Carlo hesabı için kullanacağımız toplam saçılma oranı denklemi aşağıdaki denklem ile verilir.

$$\Gamma = \sum_{i=1}^{N} W_i(\boldsymbol{k})$$

Monte Carlo Taşınım Hesaplamaları

Taşınım analizlerine uygulanan tek parçacık Monte Carlo yönteminin temeli, momentum uzayında tek bir yük taşıyıcısının hareketini simüle etmektir. Bu yük taşıyıcısının serbest uçuş süresi ve rastgele saçılma olayları seçilerek yapılır. Simülasyon programı, sürüklenme ve saçılma yöntemlerini benzeştirip bir çift altprogram hazırlayarak düzenlenebilir. Simülasyon işlemi, safsızlıklar ve fononlardan kaynaklanan saçılmanın ardından sabit bir elektrik alan altında sürüklenme hareketini hesaplar. Bu iki alt program dönüşümlü olarak çalıştırılır ve serbest uçuş zamanı her tekrarda belirlenir. Serbest uçuş zamanı çeşitli saçılma oranlarının toplamı olan toplam saçılma oranına bağlıdır.

$$\tau = -\frac{1}{\Gamma}\ln(r)$$

Saçılan bir elektronun saçılma mekanizması seçilir ve saçılmadan sonra elektronun durumu tespit edilir. Saçılma mekanizması tespit edildikten sonra saçılmadan sonraki $\vec{k}'$ dalga vektörünün bileşenleri belirlenir (TOMIZAWA, 1993). Bu yöntemle taşıyıcıların hızı, momentum uzayındaki dağılımı, hız-zaman, hız-elektrik alan değerleri ve ayrıca mobilite değeri çeşitli sıcaklık ve yoğunluk değerlerinde hesaplanabilir. Tek tabaka grafen için aşağıdaki yarı-klasik denklemler kullanılmış, elektron klasik bir parçacık olarak alınmıştır. F, x_yönünde uygulanan elektrik alan olmak üzere:

$$\hbar\frac{dk}{dt} = qF_x \qquad v_x = \frac{1}{\hbar}\nabla E(k)$$

Tek katmanlı grafende sürüklenme hızı aşağıdaki denklemle verilir.

$$v_{dx} = \frac{1}{\hbar}\frac{dE}{dk_x} = v_F\frac{k_x}{|\vec{k}|}$$

Elektronların iletkenlikleri

$$\sigma = \frac{g_v g_s e^2}{h}\frac{E_F}{2\hbar}\langle\tau\rangle = \left(\frac{2e^2}{h}\right)\left(\frac{E_F}{\hbar}\right)\langle\tau\rangle$$

ile verilir. Burada $\langle\tau\rangle$ ortalama saçılma zamanı olup elektronların mobiliteleri MC simülasyonları sonucu bulunabildiği gibi yukarıdaki yarı-klasik iletkenlik denklemi kullanılarak da

$$\mu = \frac{\sigma}{en}$$

eşitliği ile hesaplanabilir. Burada n elektron yoğunluğu olup, e elektronun yüküdür.

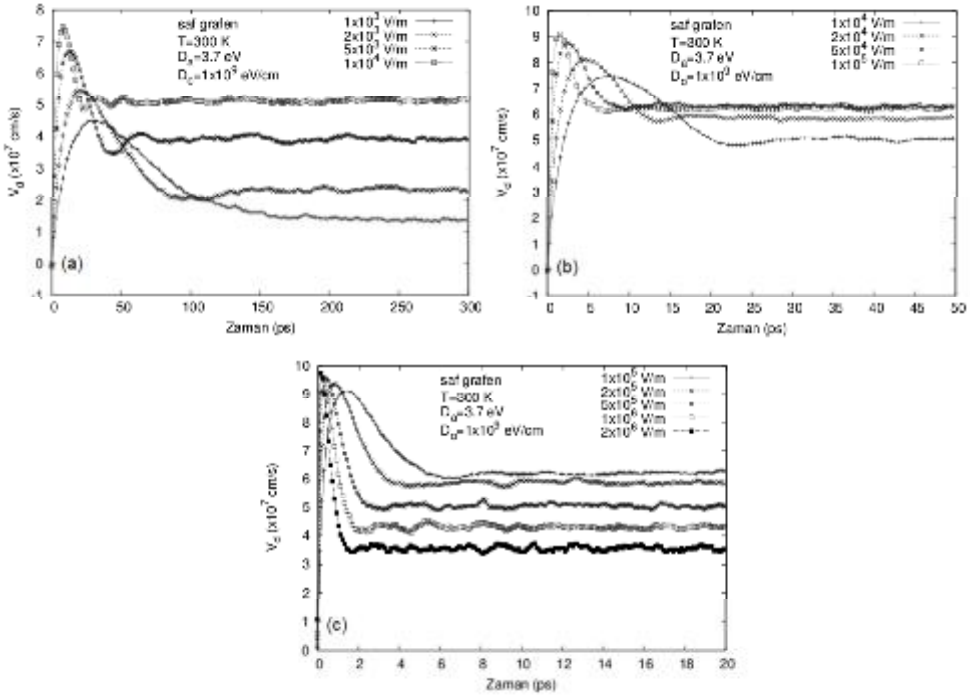
Araştırma Bulguları

Yukarıda bahsedilen saçılma mekanizmalarının varlığında, saf ve kirli grafen durumları için sürüklenme ve mobilite hesapları ensemble Monte Carlo (EMC) yöntemi ile ve yarı-klasik iletkenlik denklemi kullanılarak yapılmıştır.

Saf grafeni alttaban malzemesi olmaksızın asılı grafen durumu olarak nitelendirebiliriz. Bu durumda göz önünde bulundurulan saçılma mekanizmaları; nonpolar optik fonon (NPOP) ve akustik fonon (AC) saçılmaları olup, kullanılan malzeme parametreleri; akustik deformasyon potansiyel sabiti $D_a = 3.7$ eV, optik deformasyon potansiyel sabiti $D_0 = 1x10^9$ eV/cm ve optik fonon enerjisi 152 meV' dir. Şekil 2(a), (b) ve (c)' de saf grafenin artan elektrik alanlarında sürüklenme hızlarındaki değişim zamanın bir fonksiyonu olarak verilmiştir. Bu şekillerden yaklaşık olarak 1kV/cm' e kadar "undershoot" (ani yavaşlama) etkisinin varlığı görülebildiği gibi 1kV/cm' den sonra artan elektrik alanla kararlı durum hızlarında düzenli bir azalmanın da olduğu görülebilir. "Overshoot" (ani hızlanma) etkisi ise bütün uygulanan alan değerleri için mevcuttur. Ayrıca kullanılan malzeme parametrelerinden akustik deformasyon potansiyel sabitinin de ne derece etkili olduğu yine bu şekilden görülebilir. Bu verilerden elde edilen hız-alan eğrisi ise Şekil 3' de verilmektedir. Şekil 3' deki ilk eğride akustik deformasyon potansiyel sabiti $D_a = 3.7$ eV kullanıldığı durum için 1kV/cm' den sonra gözlenen NDR (negatif diferensiyel direnç) etkisinin, akustik deformasyon potansiyel sabiti $D_a = 20$ eV kullanıldığında gözlenmediği görülmüştür. Akustik fonon saçılması enerji ile lineer olarak artarken, optik fonon saçılmalarından yayınım sürecinin oluşması için 0.15 eV kadarlık bir enerjiye ihtiyaç vardır, bu enerjiye ulaşılana kadar elektronlar optik fonon yayınımından saçılmaya uğramazlar. Bu nedenle bu enerjiye ulaşılana kadar taşıyıcıların sürüklenme hızı artar, daha sonra ise optik fonon yayınım saçılması nedeni ile büyük oranda enerji kaybederek taşıyıcılar yavaşlar. Bu durum Şekil 3' de gözlenen NDR etkisinin kaynağı olarak gösterilebilir.

Kirli grafen durumu; yüklü safsızlık saçılması (IMP), yüzey pürüzlülüğünden (IR) kaynaklanan saçılma ve yüzey polar fonon (SPOP) saçılma mekanizmalarının eklendiği durumları içerir. Bu durum için uygun malzeme parametreleri akustik deformasyon potansiyel sabiti $D_a = 20$ eV, safsızlık konsantrasyonu $n_i = 1.5x10^{11}$ cm^{-2}, yine optik deformasyon potansiyel sabiti $D_0 = 1x10^9$ eV/cm ve optik fonon enerjisi 152 meV' dir. Ayrıca kullanılan diğer materyal parametreleri için Çizelge 1' e bakınız.

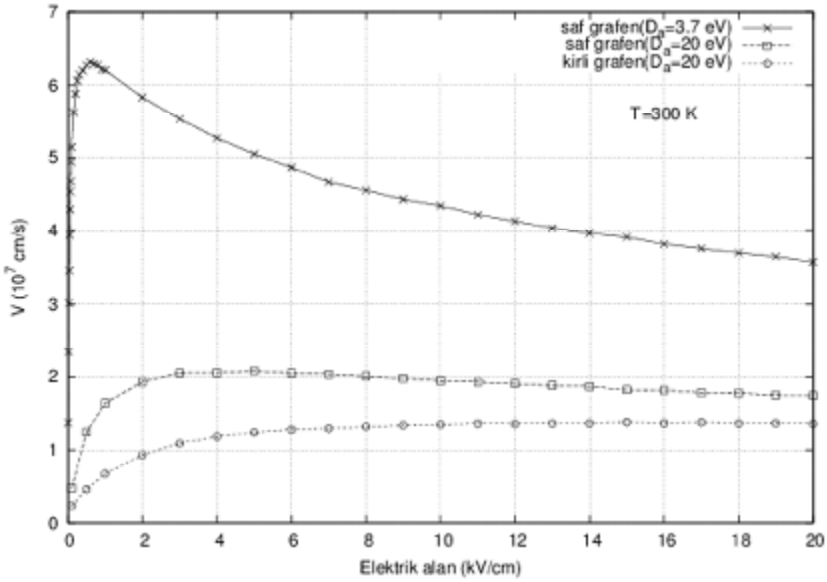
Son olarak tek tabaka grafende elektronların mobiliteleri fonon saçılmalarına ek olarak yüzey pürüzlülüğünün varlığında ve yokluğunda ele alınmış olup, elde edilen sonuçlar AlGaN/GaN heteroyapısındaki iki boyutta elektron gazının mobiliteleri ile kıyaslanmıştır (Şekil 4). Bu şekilden de görüldüğü gibi grafen için yüzey pürüzlülüğü (IR) elektronların mobilitesini kısıtlayan oldukça etkili bir faktördür.



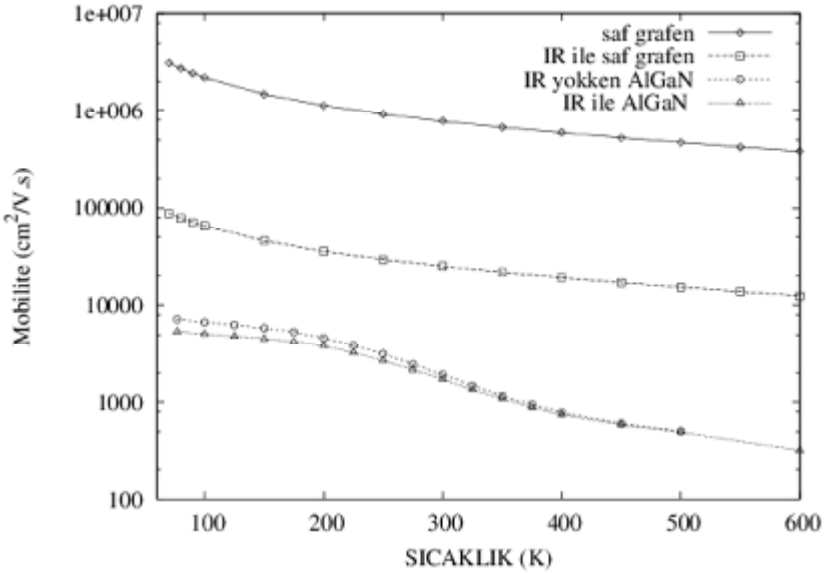
Şekil 2**.** Oda sıcaklığında saf grafende elektronların farklı elektrik alanlar altındaki hızlarının zamanla değişimi.

Çizege 1**.** Hesaplamalarda kullanılan malzeme parametreleri

Elektron konsantrasyonu (n)	$1 \times 10^{12}, 7 \times 10^{12}$ cm^{-2}
Safsızlık konsantrasyonu (n_i)	$1 \times 10^{9-11}$ cm^{-2}
Fermi hızı (v_F)	1×10^{6} m/s
Ses hızı (v_p)	1×10^{4} m/s
Polar olmayan optik fonon enerjisi	152 meV
Optik deformasyon sabiti (D_o)	1×10^{9} eV/cm
Akustik deformasyon sabiti (D)	3.7-20 eV
Ara yüzey pürüzlülüğünün kare ortalama kök (rms) büyüklüğü (Δ)	1-5 Å
Ara yüzey pürüzlülüğünün enine erimi (L)	1-5 nm
İndüklenen taşıyıcı yoğunluğu (n_s)	$(n_i + 0.8 \times n)$ cm^{-2}
Düşük frekans dielektrik sabiti (κ_{0x}^{0})	3.9
Yüksek frekans dielektrik sabiti (κ_{0x}^{∞})	2.5
Yüzey polar optik fonon enerjisi ($\hbar\omega$)	58.9 meV



Şekil 3**.** Kararlı durum sürüklenme hızlarının saf ve kirli grafen durumları için farklı malzeme parametrelerinde kıyaslanması.



Şekil 4**.** Tek tabaka grafenin mobilite değerlerinin yüzey pürüzlülüğünün varlığında ve yokluğunda AlGaN/GaN heteroeklemindeki iki boyutta elektron gazı elektron mobiliteleri ile kıyaslanması(DEMİR, 2013).

Tartışma ve Sonuçlar

Ensemble Monte Carlo tekniği ile tek tabaka grafenin taşınım özellikleri incelenmiştir. Saf ve kirli grafen durumlarının her ikisi de ele alınmış olup, saf grafen durumunda akustik ve optik fonon saçılmaları geçerli iken, bu saçılmalara ek olarak yüklü safsızlık ve yüzey pürüzlülüğü saçılmalarının da etkili olduğu durum kirli grafen olarak nitelendirilmiştir. Saf grafen için elektrik alanın belirli değerlerinde var olan undershoot etkisinin artan elektrik alanla kaybolduğu gözlenmiştir. Ayrıca akustik deformasyon potansiyel sabitinin düşük değerleri için saf grafende bir NDR etkisi söz konusu iken yüksek değerleri için kaybolmaktadır. Bir diğer önemli sonuç ise grafen için yüzey pürüzlülüğünün (IR) elektronların mobilitesini kısıtlayan oldukça etkili bir faktör olduğudur.

Kaynaklar

NOVOSELOV, K. S., MOROZOV, S. V., JIANG, D., ZHANG, Y., DUBONOS, S. V., GRIGORIEVA, I. V., and FIRSOV, A. A., 2004. Electric field effect in atomically thin carbon films, Science, 306: 666.

Das SARMA, S., ADAM, S., HWANG, E. H., ROSSI, E., and 2011. Electronic transport in two-dimensional graphene, Rev. Mod. Phys. 83: 407.

ZHU, W., PEREBEINOS, V., FREITAG, M., and AVOURIS, P., 2009. Carrier scattering, mobilities, and electrostatic potential in monolayer, bilayer, and trilayer graphene, Physical Review B 80: 235402.

CHEN, J. H., JANG, C., XIAO, S., ISHIGAMI, M. and FUHRER, M. S., 2008. Intrinsic and Extrinsic Performance Limits of Graphene Devices on SiO2, Nature Nanotech. 3, 206.

PEREBEINOS, V., and AVOURIS, P., 2010. Inelastic scattering and current saturation in graphene, Physical Review B 81 195442.

SHISHIR, R. S., and FERRY, D. K., 2009. Velocity saturation in intrinsic graphene, J. Phys.: Condens. Matter 21: 344201.

FANG, T., KONAR, A., XING, H., and JENA, D., 2011. High-field transport in two-dimensional graphene, Phys. Rev. B 84: 125450.

HWANG, E. H., ADAM, S., and Das SARMA, S., 2007. Carrier Transport in Two-Dimensional Graphene Layers, Phys. Rev. Lett. 98: 186806.

ADAM, S., HWANG, E. H., GALITSKI, V. M., and Das SARMA, S., 2007. A self-consistent theory for graphene transport, PNAS, vol. 104, no. 47: 18392–18397.

STAUBER, T., PERES, N. M. R., and GUINEA, F., 2007. Electronic transport in graphene: A semi-classical approach including midgap states, Phys. Rev. B 76: 205423.

SHISHIR, R. S., CHEN, F., XIA, J., TAO, N.J., and FERRY, D. K., 2009. Room temperature carrier transport in graphene, J Comput Electron, 8: 43–50.

TOMIZAWA, K., 1993. Numerical Simulation of Submicron Semiconductor Devices, Artech House, Boston, 356s.

DEMİR, M., Yarar, Z., and OZDEMİR, M., 2013 Solid State Commun. B 158 29-33

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

DESIGN, ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF CHASSIS FOR AN ELECTRIC VEHICLE*

Elektrikli bir araç şasisinin tasarım, analiz ve optimizasyonu

Emre KOCA — Automotive Engineering
Abdulkadir YAŞAR — Automotive Engineering
Durmuş Ali BİRCAN — Mechanical Engineering

ABSTRACT

The purpose of this study is to design rigid and lightweight chassis for an electric vehicle. Design criteria and constraints are obtained from the TÜBİTAK electromobile racing rules. Various chassis types with different geometries are considered and 18 units of chassis are designed using Computer Aided Design (CAD) software. Designs are analysed using Finite Element Analysis (FEA) software and performance characteristics are parametrically and structurally optimized. Optimum design has aluminium 5042 H-19 space frame structure type and weighs 28.163 kg. Maximum von-Mises stress of the proposed design is 15.465 MPa and the value is far below the material's yield strength of 345 MPa. Torsional stiffness value of the chassis is generated from the result of 2.495 mm maximum torsional deformation and calculated as 1828.289 Nm/deg.

Keywords : Electric Vehicle, Chassis, Computer Aided Design, Finite Element Method, Taguchi Method

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, elektrikli bir araç için sağlam ve hafif bir şasi tasarlamaktır. Tasarım ölçütleri ve sınırlamaları TÜBİTAK elektromobil yarış kurallarından edinilmiştir. Tasarım için birbirinden farklı şasi tipleri farklı geometrilerde oluşturulmuş ve 18 adet tasarım, bilgisayar destekli tasarım yazılımıyla oluşturulmuştur. Tasarımlar, sonlu elemanlar analizi yazılımıyla analiz edilmiş ve performans özellikleri parametrik ve yapısal olarak optimize edilmiştir. Elde edilen optimum final tasarımı, alüminyum 5042-H19 malzemeli uzay çatı şasi tipine sahiptir ve 28.163 kg ağırlığındadır. Tasarımın maksimum von-Mises gerilmesi 15.465 MPa'dır ve bu değer malzemenin 345 MPa olan akma dayanımının çok altındadır. Şasinin burulma direnci 2.495 mm maksimum burulma deformasyonundan elde edilmiş ve 1828.289 Nm/deg olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Elektrikli Araç, Şasi, Bilgisayar Destekli Tasarım, Sonlu Elemanlar Metodu, Taguchi Metodu

Introduction

Renewable energy integration to the transportation has been increasing rapidly due to uncertainties in petroleum reserves and increasing environmental pollution caused by carbon dioxide emission. Electricity as a renewable energy is

* MSc Thesis- Yüksek Lisans Tezi

the major alternative to petroleum in transportation. Electric vehicle's environmentally friendly characteristic due to zero carbon dioxide emission makes it a good alternative to conventional internal combustion engine vehicles.

Generally, electric vehicles consist of a chassis that resists all the loadings, an electric motor that runs the wheels and battery that supplies energy to the electric motor. Controlling and monitoring of the vehicle overall performance are handled by battery management system and motor controller system. Battery technology has a huge impact on the development of electric vehicles (Boria and Pettinari, 2014).The battery pack of an electric vehicle has a considerable amount of weight compared to the total weight of the electric vehicle.

The weight of an electric vehicle becomes the major consideration because of the heavy battery packs. Weight increase of electric vehicles results in the decrease of the range without recharging. Vehicle manufacturers are striving to balance the heavy battery pack weight using lightweight chassis (Liu et. al. (2013).

Chassis is the main structure of a vehicle that all other components like engine, power train, steering system and wheels assembled on it. The main function of the chassis is to carry all the loads on it and to resist all the forces. Forces on chassis could be an inner force in case of acceleration and braking or could be an outer force due to road condition or crash impact. Manufacturers aimed to have more rigid and more lightweight chassis for safety and energy consumption considerations.

The weight of the chassis is directly related to its design and materials (Kopp et. al., 2012). Innovative design and material use could significantly reduce the weight of the chassis and increase the range of the vehicle. The lightening process of the chassis also related with the safety of the chassis and lightweight chassis design must be structurally rigid. Innovative material use for the chassis could meet the desired safety and weight values when combined with the robust design. Different design types are used in chassis manufacturing. Type of the chassis directly affects the weight, safety and handling of the vehicle.

Mainly two major types of structures are used for the vehicle production depending on frame and body relations. Body and frame are integrated in most of the today's vehicles and this structure type called unibody or monocoque. The one-piece structure of chassis represents the structure of the entire vehicle. The other type of structure is body on frame. This structure type includes chassis and body separately. In body on frame structures, the body is mounted on the chassis and vehicle body shape is independent from the chassis shape. Pickups, trucks, racing cars and some electric vehicles use this type of structure (Smith, 2002). The body on frame structures include different chassis types such as ladder frame, backbone chassis and space frame.

The aim of the present study is to investigate chassis for an electric vehicle and motivated from the uncertainty of petroleum resources and heavy weight of the electric vehicle chassis due to heavy batteries. Design of the electric vehicle chassis is performed under the sub-titles of design, analysis and optimization.

Material and Method

Electric vehicle chassis is investigated under the subtitles of design, analysis and optimization. Flow chart of this work is illustrated in Figure 1.

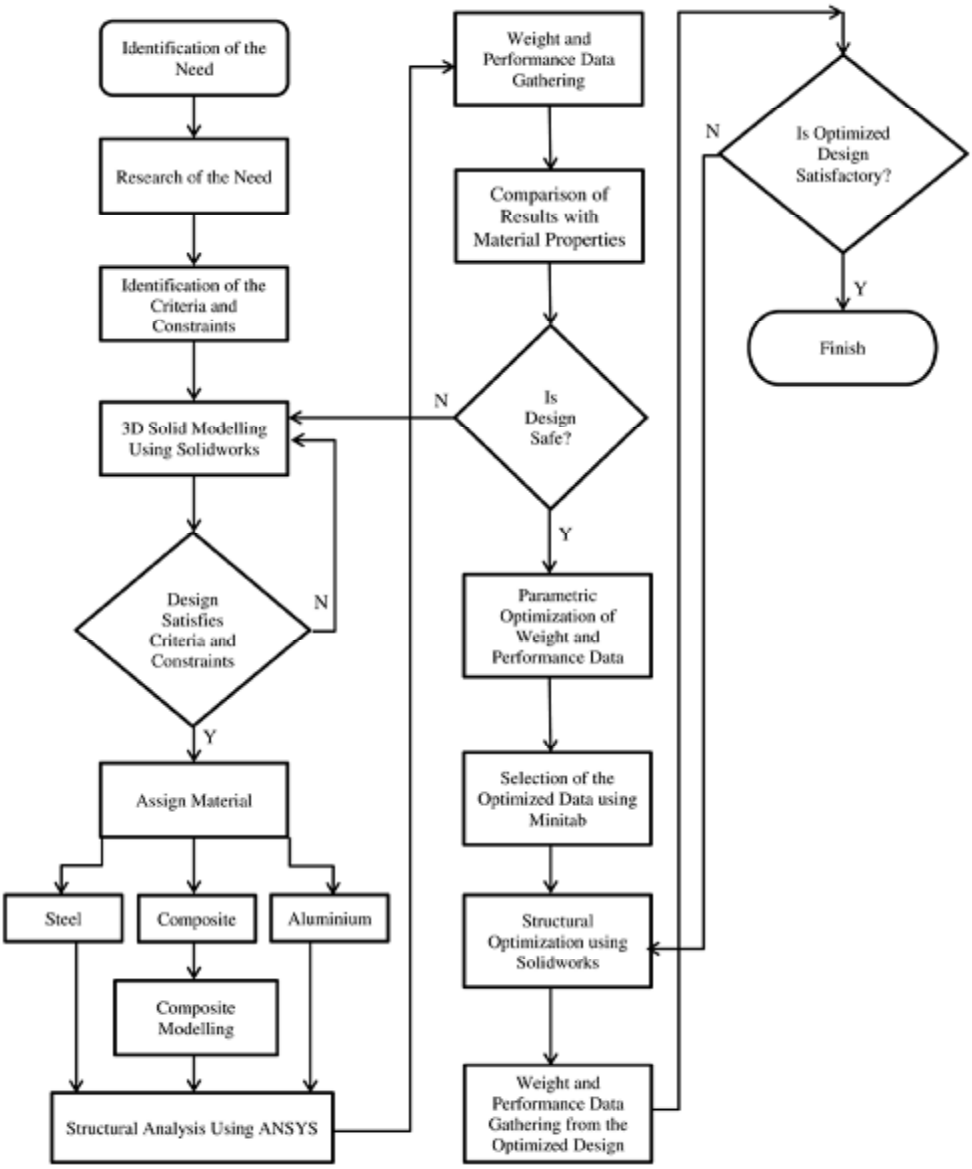


Figure 1. Flow chart of the design, analysis and optimization phases

Dimensions of the chassis are determined by adopting the rules of electric vehicle races organised by the scientific and technological research council of Turkey (TÜBİTAK). These races are called TÜBİTAK electromobile races and main concept of the race is using the electrical energy efficiently. Vehicles must have four wheels and minimum two seats. Dimensional constraints of the electromobile races that directly relevant to the chassis design are listed in Table 1.

Table 1. Dimensional constraints of the electromobile races (Tübitak)

Dimension Type	Min Dimension (cm)	Max Dimension (cm)
Height	100	NS
Width	120	180
Length	200	450
Front Track Width	100	NS
Rear Track Width	80	NS
Wheelbase	130	NS
Ground Clearance	10	NS
Height of Driver Cabin	85	NS
Height of Passenger Cabin	85	NS
Width of Driver Cabin	65	NS
Width of Passenger Cabin	65	NS
NS: Not Specified		

Chassis design is performed on the three-dimensional computer aided design software. Solidworks 2014 is used for the design (www.solidworks.com). Design process of the chassis types is started with determining the main template for all of the chassis types. Main dimensions are selected as 1320 mm for front and rear track width and 2500 mm for chassis length. All designs are generated on this main template. All other vehicle component dimensions are considered and mounted as a sketch on the template. Design is generated as wireframe sketch and weldments toolbar in the software is used for converting the wireframes to profiles. Profile section geometries are used to create two types of design. First design consists of square hollow section profiles for main frame and circular hollow section tube profiles for support beams. Circular hollow section tube profiles are preferred for support beams rather than the square section profiles due to its easy formability characteristics and ease of the welding process. Second design consists of completely circular hollow section tube profiles.

Commonly used section geometries for industrial purposes are selected considering the safety performances and weight of the chassis. Chassis comparison accuracy is improved with the use of similar profile dimensions, so square profile dimensions are selected as 40 mm for side length and 2.5 mm for thickness while circular tube profile dimensions are selected as 40 mm for diameter and 2.5 mm for thickness. Dimensions of the sections are generated as two-dimensional sketches in the software and section geometries and dimensions are given in Figure 2.

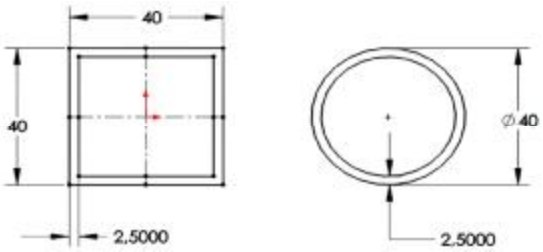


Figure 2. Section geometries and dimensions of square and circular profiles

Ladder frame, backbone and space frame chassis are modelled as solids using square and circular tube profiles. Profile joint locations are trimmed using trim/extend command due to having organised intersection points. Overlapped intersection points might be a problem in both manufacturing and analysis of the chassis. Each type has two designs and they are called square profiled main frame and circular tube profiled frame. As a result of having two different sections for each type, six different designs are generated. 3D modelled square profiled backbone chassis is illustrated in Figure 3.

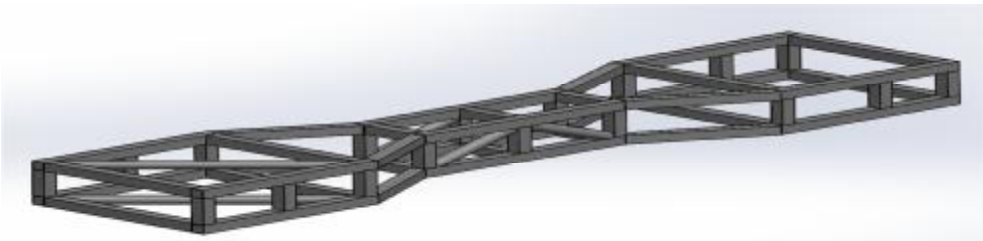


Figure 3. Backbone chassis as square profiled main frame

Structural analysis is started with importing the three-dimensional chassis model into ANSYS workbench in .STEP file extension then materials are assigned to the three-dimensional model (www.ansys.com). There is no limitation for material selection in electromobile racing rules. Three different materials, steel, aluminium and composite are selected for electric vehicle design.

Steel is the most common used material in the automotive industry due to its high strength and low-cost characteristics. There are many choices for steel grades, AISI 4130 steel is selected, which is widely used in automotive industry for many different applications.

Aluminium use in automotive applications is increasing due to its lightweight characteristic (Hirsch and Al-Samman, 2013). 5000 series alloys of aluminium have good forming and corrosion resistance properties. Aluminium called 5042-H19 is selected and it is also used for chassis applications in series production.

Composite material use in chassis applications is a new and trending option (Bambach, 2013). Composite materials are seen as a replacement by steel due its lightweight and high strength characteristics, but main obstacle to achieve this goal is price. Composite material production and application is very expensive compared to steel. Composite materials are used for chassis applications in some of the commercial electric vehicles. Composite materials are basically consisting of reinforcement and a matrix material(Kaw, 2006). For the composite material, woven carbon fiber is selected as reinforcement and epoxy polymer is selected as matrix material. Properties are adopted from website of MatWeb (www.matweb.com) and Ansys material library. Material properties of steel, aluminium and carbon fiber epoxy are listed in Tables 2, 3, 4 respectively.

Table 2. Material properties of AISI 4130 Steel (MatWeb)

Property	**Value**	**Unit**
Density	7850	kg/m^3
Young's Modulus	205000	MPa
Poisson's Ratio	0,29	
Tensile Yield Strength	360	MPa
Tensile Ultimate Strength	560	MPa

Table 3. Material properties of Aluminium 5042-H19 (MatWeb)

Property	**Value**	**Unit**
Density	2670	kg/m^3
Young's Modulus	70000	MPa
Poisson's Ratio	0,33	
Tensile Yield Strength	345	MPa
Tensile Ultimate Strength	360	MPa

Table 4. Material properties of Carbon Fiber Epoxy (Ansys Material Library)

Property	**Value**	**Unit**
Density	1480	kg/m^3
Young's Modulus X Direction	91820	MPa
Young's Modulus Y Direction	91820	MPa
Young's Modulus Z Direction	9000	MPa
Poisson's Ratio XY	0,05	
Poisson's Ratio YZ	0,3	
Poisson's Ratio XZ	0,3	
Shear Modulus XY	19500	MPa
Shear Modulus YZ	3000	MPa
Shear Modulus XZ	3000	MPa

Structural analysis is continued with meshing of the model in software. Generating mesh is a critical phase in the structural analysis procedure. Solid elements are used for the aluminium and steel mesh generation while shell elements are used for the composite material mesh generation and solid meshing method is different from the surface meshing method. In this work, mesh is generated automatically using maximum relevance to having finer mesh.

Element and node numbers of square profiled backbone chassis are 20700 and 38758 for steel and aluminium materials and for composite material, element and node numbers are 18181 and 18665, respectively. Backbone chassis mesh generation is illustrated in Figure 4.

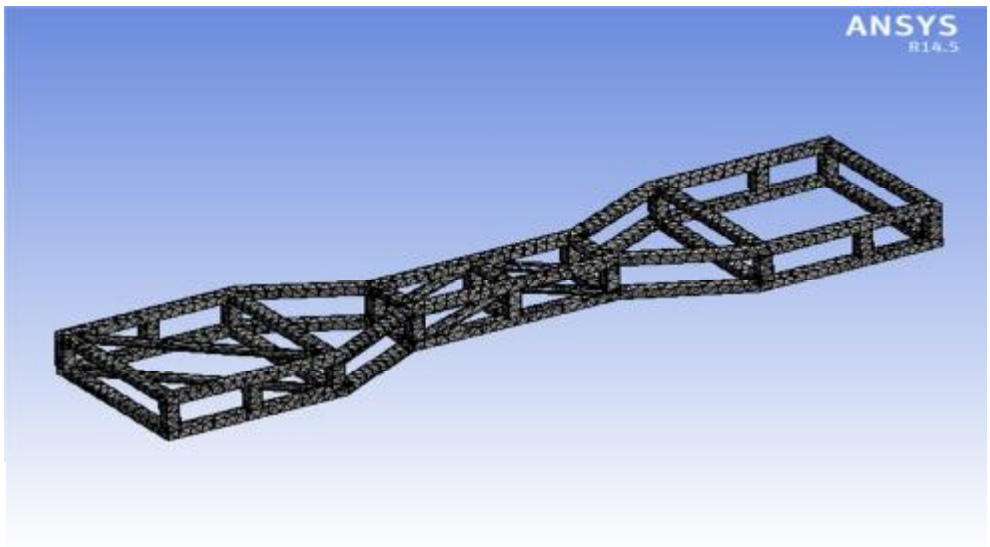


Figure 4. Mesh generated model of square profiled backbone chassis

After generating mesh, loading procedure of the chassis is performed considering two different conditions, which are distributed loading and torsional loading. As a result of the distributed loading, maximum von-Mises stress and maximum deformations are obtained. Torsional loading is performed to find the maximum torsional deformation and these torsional deformations are used to calculate the torsional stiffness of the chassis which is formulated by Riley and George (2002). For distributed loading case, weights and considering forces are illustrated in Table 5.

Table 5. Weights and forces of distributed loading

	Weight (kg)	Force (N)
Battery Box	45	450
Steering System	15	150
Seats x 2	20	200
Passengers x 2	150	1500
Electric Motor	20	200
Rear Axle	15	150
Vehicle Body	35	350
Total	**300**	**3000**

Distributed forces are applied to the mounting locations of the components. Forces are divided into two and each force applied to the one side of the chassis. Chassis is supported from the ground by its four wheels and to simulate this situation, mounting points of the wheels are fixed, using fixed supports. Distributed load locations and support conditions of the square profiled backbone frame are illustrated in Figure 5.

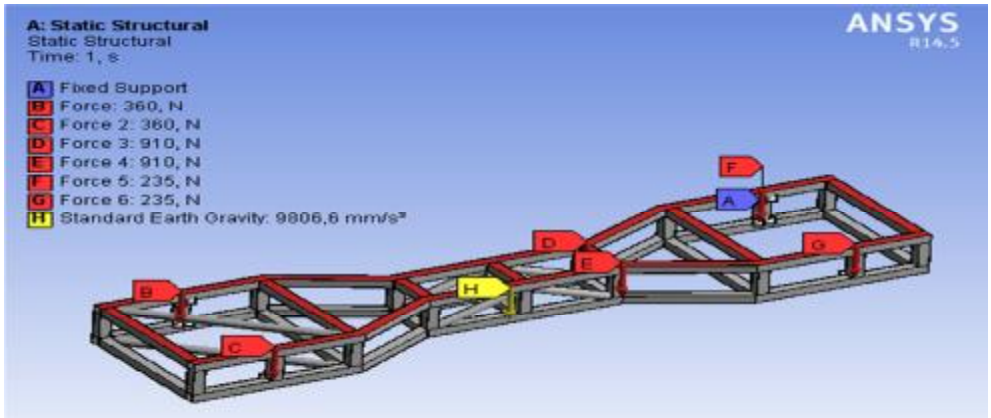


Figure 5. Distributed loads of the square profiled backbone chassis

Torsional loading on the chassis is simulated using 198 Nm torque. This value is selected to have exact 150 N of force for ease of the analysis and calculations. Torque is divided into front track width of the vehicle, which is 1320 mm, and resulting two 150 N forces are applied to the front of the chassis in opposite directions where two wheels are mounted. Torsional loading locations and support conditions of the square profiled backbone chassis is given in Figure 6.

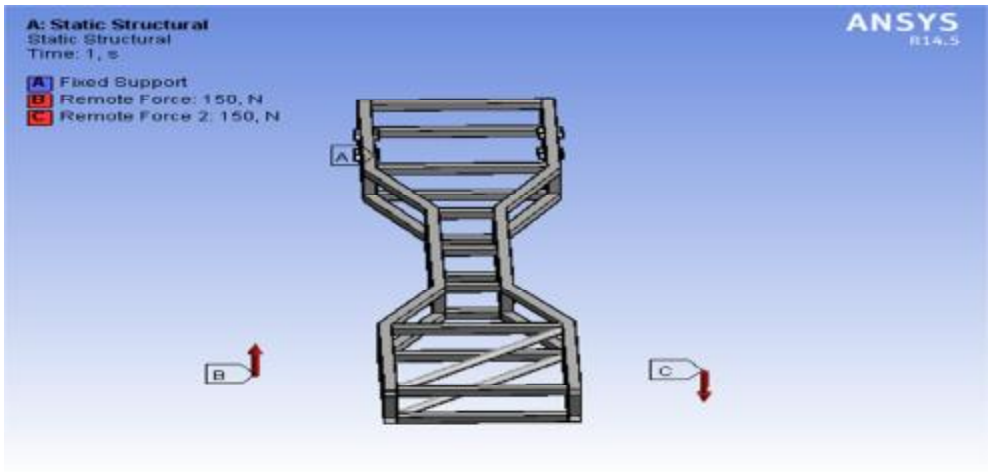


Figure 6. Torsional loading of the square profiled backbone chassis

As a result of the all designs and analysis, 72 different data of chassis types, section geometries and materials are obtained. Selection of the optimum design is performed considering two different methods. In the first method, parametric optimization is performed using Taguchi method in Minitab 17 software and five designs are selected, then five designs are compared and one design is structurally optimized (www.minitab.com).

Results and Discussion

Weight of the optimized chassis is obtained from the ANSYS and torsional stiffness of the structurally optimized chassis is calculated using the torsional deformation values of the chassis. Analysis results for the structurally optimized square profiled aluminium space frame chassis are listed in Table 6.

Table 6. Analysis results of the structurally optimized chassis

Maximum von-Mises Stress (MPa)	Maximum Deformation (mm)	Maximum Torsional Deformation (mm)	Torsional Stiffness (Nm/deg)	Weight (kg)
15.465	2.125	2.495	1828.289	28.163

Conclusion

The aim of this study was to design a chassis for an electric vehicle and main purpose of the design was to obtain a rigid and lightweight chassis. Design criteria and constraints of the chassis design are adopted from the TÜBİTAK electromobile racing rules. Various chassis designs are created using computer aided design software, considering the dimensions and locations of the other

electric vehicle components like battery, electric motor, steering system, seats and rear axle by using three chassis types with two different section geometries. Structural analysis of the designs is performed to observe performance characteristics of the different design by assigning three various materials of steel, aluminium and composite using finite element method. Performance characteristics of the chassis are determined as maximum von-Mises stress, maximum deformation, maximum torsional deformation, torsional stiffness and weight. Analysis results of the chassis designs include 72 different performance data. As a result of the parametric optimization of performed Taguchi method, five of the chassis designs, which have the highest signal to noise ratios, are selected. One of the most feasible designs among the five chassis designs is selected for the further optimization, which is structural optimization. As a consequence of the structural optimization of the chassis, 6.8% weight decrease and 28.94% torsional stiffness increase is achieved.

References

BAMBACH, M. R., 2013. Fiber composite strengthening of thin-walled steel vehicle crush tubes for frontal collision energy absorption. Thin-Walled Structures, 66: 15-22.

BORIA, S., PETTINARI, S., 2014. Mathematical design of electric vehicle impact attenuators: Metallic vs. composite material. Composite Structures, 115: 51-59.

HIRSCH, J., AL-SAMMAN, T., 2014. Superior light metals by texture engineering: Optimized aluminium and magnesium alloys for automotive applications. Acta Materialia, 61: 818-843.

http://www.ansys.com/ (Date Accessed: 10 July 2015)

http://www.matweb.com/(Date Accessed: 10 July 2015)

http://www.minitab.com/en-us/(Date Accessed: 10 July 2015)

http://www.solidworks.com/(Date Accessed: 10 July 2015)

http://www.tubitak.gov.tr/(Date Accessed: 10 July 2015)

KAW, A.K., 2006. MECHANICS of Composite Materials, 2nd edition. CRC ; Press, USA, 457p.

KOPP, G., BEEH, E., SCHOLL, R., KOBILKE, A., STRABBURGER, P., KRIESCHER, M., 2012. New Lightweight Structures for Advanced Automotive Vehicles - Safe and Modular. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 48: 350-362.

RILEY, W.B., GEORGE, A.R., 2002. Design, Analysis and Testing of a Formula SAE Car Chassis. SAE TECHNICAL PAPER SERIES, 2002-01-3300.

SMITH, J.H., 2002. An Introduction to Modern Vehicle Design. Reed Educational and Professional Publishing, Great Britain, 585p.

LIU, Q., LIN, Y., ZONG, Z., SUN, G., LI, Q., 2013. Lightweight design of carbon twill weave fabric composite body structure for electric vehicle. Composite Structures, 97: 231–238.

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

GENELLEŞTİRİLMİŞ TOPOLOJİK UZAYLAR*

Generalized Topological Spaces

Ecem KARAKUŞ
Matematik Anabilim Dalı

Fikret KUYUCU
Matematik Anabilim Dalı

ÖZET

Biz bu çalışmada genelleştirilmiş topoloji ve genelleştirilmiş topolojik uzay kavramlarını, genelleştirilmiş topoloji ile genelleştirilmiş açık kümeler arasındaki ilişkileri, genelleştirilmiş topolojik uzaylarda süreklilik ve süreklilik çeşitlerini, genelleştirilmiş hiperbağlantılılık gibi benzeri konuları inceleyip bir bütün olarak sunmaya çalışacağız.

Anahtar Kelimeler: Genelleştirilmiş Topoloji, Süreklilik, Hiperbağlantılılık

ABSTRACT

In this study, we try to present relationships between generalized topology and generalized open sets, continuity and varieties of continuity on generalized topologies, generalized hyperconnectedness and similar issues are investigated in a unified manner.

Key Words: Generalized Topologies, Continuity, Hyperconnectedness

Giriş

X boş kümeden farklı bir küme, $P(X)$, X in kuvvet kümesi ve t Í $P(X)$ olsun. Eğer t

T1) Æ, X Î t

T2) U,V Î t ise U Ç V Î t

T3) Her $\{G_i : i$ Î $I\}$ Í t için $G = \bigcup_{i \in I} G_i$ Î t

koşullarını sağlıyorsa t ya X üzerinde bir topoloji $(X,$t$)$ ya da bir topolojik uzay denir. Fakat [1] de Császár genelleştirilmiş topoloji ve genelleştirilmiş topolojik uzay kavramlarını aşağıdaki şekilde ilk kez tanımladı. Eğer t

GT1) ÆÎ t

GT1) Her $\{G_i : i$ Î $I\}$ Í t için $G = \bigcup_{i \in I} G_i$ Î t

koşullarını sağlıyorsa t ya X üzerinde bir genelleştirilmiş topoloji, $(X,$t$)$ ya da genelleştirilmiş topolojik uzay denir.

---

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

Tanım 1. X in bir A alt kümesinin genelleştirilmiş kapanışı A yı içeren genelleştirilmiş kapalı kümelerin kesişimidir, $c_m(A)$ ile gösterilir. A nın içi ise A nın içerdiği genelleştirilmiş açık kümelerin birleşimidir, $i_m(A)$ ile gösterilir.

Tanım 2. (X,t) bir GTS ve $A \subseteq X$ olsun. A için aşağıdakiler söylenebilir:

(1) $A \subseteq c_m(i_m(A))$ ise m-yarıaçık

(2) $A \subseteq i_m(c_m(A))$ ise m-preaçık

(3) $A = i_m(c_m(A))$ ise mr -açık

(4) $A \subseteq c_m(i_m(c_m(A)))$ ise mb -açık

(5) $A \subseteq i_m(c_m(i_m(A)))$ ise ma -açık denir. Ayrıca m-yarıaçığın tümleyenine m-yarıkapalı, m-preaçığın tümleyenine m-prekapalı, mr -açığın tümleyenine mr -kapalı, mb -açığın tümleyenine mb -kapalı ve ma -açığın tümleyenine ise ma -kapalı denir. X üzerindeki bütün m-yarıaçık kümeleri $s(mX)$ (kısaca s), m-preaçık kümeleri $p(mX)$ (kısaca p), ma -açık kümeleri $a(mX)$ (kısaca a) ve mb -açık kümelerini ise $b(mX)$ (kısaca b) ile gösterelim. Ayrıca tümleyenlerde tanımlanabilir. Örneğin m-yarı kapalı kümelerin kapanışı $x \in X$ için $c(X,x) = \{A \in c_m(X) : x \in A\}$ şeklindedir. Benzer şekilde $s(X,x)$, $p(mX)$, $a(mX)$ ve $b(mX)$ tanımlanabilir.

X bir küme ve $g : P(X) \to P(X)$ bir fonksiyon olsun. Kabul edelim ki g monoton, yani $A \subseteq B$ ise $gA \subseteq gB$ olsun. (Burada $g(A)$ için gA yazıyoruz)

$g : P(X) \to P(X)$ bütün monoton fonksiyonların ailesini $G(X)$ ile tanımlayalım. $g \in G(X)$ olsun.

$A \subseteq X$ ve $A \subseteq gA$ ise A kümesine g-açık denir. O zaman g-açık kümelerin herhangi birleşimide g-açıktır. Gerçekten; $A = \bigcup_{k \in K} A_k$ ve A_k lar g-açık olsun. O halde $A_k \subseteq gA_k$ ve $A_k \subseteq A$ dır. Dolayısıyla $gA_k \subseteq gA$ olur. $A = \bigcup A_k \subseteq \bigcup gA_k \subseteq gA$ olup $A \subseteq gA$ olup A g-açıktır. Ayrıca açıkça boş küme g-açıktır. Böylece g-açık kümelerin ailesi bir GT dir. $g \in G(X)$ iken g nın X üzerinde bir GT ürettiğini göstermiş olduk. Tersine m X üzerinde bir GT ise $g : P(X) \to P(X)$ dönüşümünü $A \subseteq X$ için $gA = i_m(A)$ olarak tanımlarsak $g \in G(X)$ olur.

GENELLEŞTİRİLMİŞ SÜREKLİLİK

Tanım 3. X ve X' iki küme ve $f : X \to X'$ bir fonksiyon olsun. X ve X' kümeleri üzerinde iki GT olan μ ve μ' nü düşünelim. f nin (μ,μ')-sürekli olması için gerek ve yeter koşul $G' \in \mu'$ iken $f^{-1}(G') \in \mu$ olmasıdır.

Tanım 4. (X,μ) ve (Y,μ') GTS olsunlar. Bir $f:(X,\mu) \to (Y,\mu')$ fonksiyonu için aşağıdakiler sağlanır.

(1) Y deki her μ-açık U kümesi için $f^{-1}(U)$ X de μ-a -açık ise (a,μ)-süreklidir.

(2) Y deki her μ-açık U kümesi için $f^{-1}(U)$ X de μ-yarıaçık ise (s,μ)-süreklidir.

(3) Y deki her μ-açık U kümesi için $f^{-1}(U)$ X de μ-preaçık ise (p,μ)-süreklidir.

(4) Y deki her μ-açık U kümesi için $f^{-1}(U)$ X de μ-b -açık ise (b,μ)-süreklidir.

Tanım 5. $f:(X,\mu) \to (X',\mu')$, (X,μ) ve (X',μ') genelleştirilmiş topolojik uzayları üzerinde bir fonksiyon olsun. f fonksiyonunun zayıf (μ,μ') sürekli olması için gerek ve yeter koşul $x \in X$ ve $f(x)$ i içeren U açık kümesi var iken $f(V) \subset c_\mu(U)$ olacak şekilde x i içeren V açık kümesi olmasıdır.

Tanım 6. (X,μ) ve (Y,μ') iki GTS olsunlar. $f : X \to Y$ fonksiyonu $f(x)$ i içeren her bir μ-açık V kümesi için $f(U) \subset i_\mu(c_\mu(V))$ olacak şekilde x i içeren μ-açık U kümesi varsa bu fonksiyona $x \in X$ de hemen hemen (μ,μ')-sürekli denir.

f fonksiyonu X in her noktasında hemen hemen (μ,μ')-sürekli ise f ye hemen hemen (μ,μ')-sürekli denir. Bu durumda

f (μ,μ')-sürekli $\to$ hemen hemen (μ,μ')-sürekli $\to$ zayıf (μ,μ')-sürekli

olur. Fakat bunun tersi her zaman doğru olmayabilir.

Örnek 1. $X = \{a,b,c,d\}$ ve $\mu_1 = \{\varnothing,\{a\},\{a,b\},\{b,c\},\{a,b,c\}\}$, $\mu_2 = \{\varnothing,\{a,c\},\{b,c\},\{a,b,c\}\}$ X üzerinde iki GT olsunlar. $f:(X,\mu_1) \to (Y,\mu_2)$ fonksiyonunu $f(a)=b$, $f(b)=f(d)=d$, $f(c)=c$ olarak tanımlayalım.

f fonksiyonu açıkça hemen hemen $(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-süreklidir, fakat $(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-sürekli değildir. Çünkü $\{a,c\}\in\mathfrak{m}$ iken $f^{-1}(\{a,c\})=\{c\}\notin\mathfrak{m}$ dir.

Örnek 2. $X=\{a,b,c,d\}$ ve $\mathfrak{m}=\{\varnothing,\{a,b,c\},\{d\},X\}$, $\mathfrak{m}'=\{\varnothing,\{a,c\},\{a,c,d\},\{b,c,d\},\{d\},X\}$ X üzerinde iki GT olsunlar. $f:(X,\mathfrak{m})\to(Y,\mathfrak{m}')$ fonksiyonu birim fonksiyon olsun.

Bu durumda f fonksiyonu zayıf $(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-süreklidir fakat hemen hemen $(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-sürekli değildir. Çünkü $f(a)=a\in V=\{a,b,c\}$ alalım. $i_{\mathfrak{m}'}(c_{\mathfrak{m}'}(V))=i_{\mathfrak{m}'}(c_{\mathfrak{m}'}\{a,b,c\})=\{a,c\}$ olur, fakat $\{a,b,c\}\notin\{a,c\}$ dır. Dolayısıyla hemen hemen $(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-sürekli değildir.

$\mathfrak{m}$, X üzerinde bir GT, $P(X)$ X in bir kuvvet kümesi olsun. $\mathfrak{q}(\mathfrak{m})\subseteq P(X)$ i aşağıdaki şekilde alalım. $A\in\mathfrak{q}(\mathfrak{m})$ olması için gerek ve yeter koşul her $x\in A$ için $c_{\mathfrak{m}}M\subseteq A$ olacak şekilde $M\in\mathfrak{m}$ olmasıdır. Yani $\mathfrak{q}(\mathfrak{m})=\{A\subseteq X:\text{her } x\in A \text{ için } c_{\mathfrak{m}}M\subseteq A \text{ olacak şekilde bir } M\in\mathfrak{m} \text{ vardır.}\}$ yazabiliriz.

Tanım 7. $(X,\mathfrak{m})$ ve $(X',\mathfrak{m}')$ GTS lar ve $f:(X,\mathfrak{m})\to(X',\mathfrak{m}')$ bir fonksiyon olsun. $f(x)\in V$ olacak şekilde $x\in X$ ve her $V\in\mathfrak{m}'$ için $x\in U$ ve $f(c_{\mathfrak{m}}(U))\subseteq c_{\mathfrak{m}'}(V)$ olacak şekilde $U\in\mathfrak{m}$ var ise f fonksiyonuna $\mathfrak{q}(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-sürekli denir**.**

Her $\mathfrak{q}(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-sürekli fonksiyon zayıf $(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-süreklidir. Fakat tersi her zaman doğru değildir.

Örnek 3. $X=\{a,b,c\}$ ve $\mathfrak{m}=\{\varnothing,\{a\},\{a,b\}\}$, $\mathfrak{m}'=\{\varnothing,\{a\},\{c\},\{a,c\}\}$ X üzerinde iki GT olsun. $f:(X,\mathfrak{m})\to(X,\mathfrak{m}')$ fonksiyonunu $f(a)=f(b)=a$, $f(c)=b$ olarak tanımlayalım. f nin zayıf $(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-sürekli olduğu açıktır. $f(a)$ yı içeren $V=\{a\}\in\mathfrak{m}'$ nü düşünelim. $\mathfrak{m}$ nün elemanları $\{a\}$ ve $\{a,b\}$ nin kapanışı $c_{\mathfrak{m}}(\{a\})=c_{\mathfrak{m}}(\{a,b\})=X$ dir. $c_{\mathfrak{m}'}(V)=\{a,b\}$ olduğundan f $\mathfrak{q}(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-sürekli olması imkansızdır.

Tanım 8. $(X,\mathfrak{m})$ ve $(X',\mathfrak{m}')$ GTS lar olsun. $f:(X,\mathfrak{m})\to(X',\mathfrak{m}')$ fonksiyonu $x\in X$ ve $f(x)$ i içeren her $V\in\mathfrak{q}'$ için $x\in U$ ve $f(U)\subseteq V$ olacak şekilde $U\in\mathfrak{m}$ varsa f fonksiyonuna zayıf $\mathfrak{q}(\mathfrak{m},\mathfrak{m}')$-sürekli denir.

Bu durumda $q(m,m')$-sürekli ® zayıf (m,m')-sürekli ® zayıf $q(m,m')$-sürekli diyebiliriz.

X in bütün m-açık kümelerinin ailesini $mO(X)$ ile ve X in bütün m-kapalı kümelerinin ailesini $mC(X)$ ile gösterelim. x Î X için x i içeren bütün m-açık alt kümelerinin ailesini $mO(X,x)$ ve x i içeren bütün m-kapalı alt kümelerinin ailesini $mC(X,x)$ ile gösterelim.

Tanım 9. $f:(X,m)$ ® (Y,m') fonksiyonu her V Î $mO(X)$ için $f^{-1}(V)$ Î $mC(X)$ ise f ye contra (m,m')-süreklidir denir.

Tanım 10. (X,m) ve (Y,m') GTS lar olsunlar. Bir $f:(X,m)$ ® (Y,m') fonksiyonu için aşağıdakiler sağlanır.

(1) Y de her m-açık U kümesi için $f^{-1}(U)$ X de m-kapalı ise contra (m,m')-süreklidir.

(2) Y de her m-açık U kümesi için $f^{-1}(U)$ X de m-a -kapalı ise contra (a,m')-süreklidir.

(3) Y de her m-açık U kümesi için $f^{-1}(U)$ X de m-yarıkapalı ise contra (s,m')-süreklidir.

(4) Y de her m-açık U kümesi için $f^{-1}(U)$ X de m-prekapalı ise contra (p,m')-süreklidir.

(5) Y de her m-açık U kümesi için $f^{-1}(U)$ X de m-b -kapalı ise contra (b,m')-süreklidir.

Bu durumda aşağıdaki sonuç elde edilir.

$$\begin{array}{ccccc} & & \mathbf{Z} & contra(s,m')\text{- } sürekli & \mathbf{]} \\ contra(m,m')\text{- } sürekli & ® & contra(a,m')\text{- } sürekli & ® & contra(b,m')\text{- } sürekli \\ & & \mathbf{]} & contra(p,m')\text{- } sürekli & \mathbf{Z} \end{array}$$

GENELLEŞTİRİLMİŞ HİPERBAĞLILIK

Tanım 11. (X,m) bir genelleştirilmiş topolojik uzay olsun. U È $V = X$ olacak şekilde X in boştan farklı ayrık m-açık U, V alt kümeleri yok ise (X,m) genelleştirilmiş topolojik uzayına bağlantılı ya da X kümesine m-bağlantılı denir.

Tanım 12. (X,m) bir genelleştirilmiş topolojik uzay ve G Í X olsun.

(1) $c_{\mathrm{m}}(G)=X$ ise G kümesine m-yoğun denir.

(2) X in her boştan farklı m-açık G alt kümesi m-yoğun ise (X,m) ye hiperbağlantılı ya da X kümesine m-hiperbağlantılı denir.

Önerme 1. (X,m) genelleştirilmiş topolojik uzay olsun. (X,m) hiperbağlantılı ise bağlantılıdır.

İspat: (X,m) GTS ı bağlantılı olmasın. O halde Æ¹ U, Æ¹ V, U Ç $V=$ Æve $X=U$ È V olacak şekilde U, V m-açık altkümeleri vardır. Dolayısıyla U Í X - V Ì X ve X - V m-kapalı olup cU Í X - V Ì X olur. Böylece cU ¹ X olup (X,m) GTS ı hiperbağlantılı değildir. O halde (X,m) hiperbağlantılı ise bağlantılıdır.

Tanım 13. (X,m) bir genelleştirilmiş topolojik uzay ve G Í X olsun. $i_{\mathrm{m}}\left(c_{\mathrm{m}}(G)\right)=$ Æ ise G kümesine hiçbiryerde yoğun küme denir.

Teorem 2. (X,m) bir genelleştirilmiş topolojik uzay olsun. Aşağıdakiler birbirine denktir:

(1) (X,m) GTS ı hiperbağlantılıdır.

(2) (X,m) GTS nın her G alt kümesi için G kümesi m-yoğundur ya da m -hiçbir yerde yoğundur.

(3) (X,m) GTS nın boştan farklı m-açık her G ve H alt kümeleri için G Ç H ¹ Æ dir.

İspat: (1) Þ (2): (X,m) hiperbağlantılı bir GTS ve G Í X olsun. Kabul edelim ki G hiçbir yerde yoğun olmasın. O halde $i_{\mathrm{m}}\left(c_{\mathrm{m}}(G)\right)$ ¹ Æ olup $c_{\mathrm{m}}\left(X - c_{\mathrm{m}}(G)\right)=X - i_{\mathrm{m}}\left(c_{\mathrm{m}}(G)\right)$ ¹ X elde ederiz. $i_{\mathrm{m}}\left(c_{\mathrm{m}}(G)\right)$ ¹ Æ ve hiperbağlantılı olduğundan $c_{\mathrm{m}}\left(i_{\mathrm{m}}\left(c_{\mathrm{m}}(G)\right)\right)=X$ olur. $c_{\mathrm{m}}\left(i_{\mathrm{m}}\left(c_{\mathrm{m}}(G)\right)\right)=X$ Í $c_{\mathrm{m}}(G)$ olduğundan $c_{\mathrm{m}}(G)=X$ olur. Böylece G kümesi m-yoğun bir kümedir.

(2) Þ (3): Kabul edelim ki (X,m) GTS nın boştan farklı m-açık G ve H kümeleri için G Ç $H=$ Æ olsun. $c_{\mathrm{m}}(G)$ Ç $H=$ Æ ve G kümesi m-yoğun değildir. G kümesi m-açık olduğundan Æ¹ G Í $i_{\mathrm{m}}\left(c_{\mathrm{m}}(G)\right)$ dır ve G hiçbir yerde yoğun küme değildir. Böylece G Ç H ¹ Æ olmalıdır.

(3) Þ (1): (X,m) GTS nın boştan farklı m-açık her G alt kümesi için G Ç H ¹ Æ olsun. Kabul edelim ki (X,m) GTS ı hiperbağlantılı olmasın. O halde (X,m) GTS nın boştan farklı m-açık A alt kümesi vardır öyle ki A kümesi (X,m) GTS ında m -yoğun değildir, yani $c_{\mathrm{m}}(A)$ ¹ X dir. O zaman X - $c_{\mathrm{m}}(A)$ ¹ Æ olur. Böylece X - $c_{\mathrm{m}}(A)$ ve A kümesi (X,m) GTS nın boştan farklı m-açık alt kümeleridir öyleki $\left(X - c_{\mathrm{m}}(A)\right)$ Ç $A =$ Æ olup çelişki elde edilir. Sonuç olarak (X,m) GTS ı hiperbağlantılıdır.

Tanım 14. (X,m) ve (Y,m') iki GTS olsun. $f:(X,\mathrm{m})$ ® (Y,m') fonksiyonunu alalım. Eğer (Y,m') nün boştan farklı her m'r -açık G kümesi için $f^{-1}(G)$ ¹ Æ iken $i_{\mathrm{s}}\left(f^{-1}(G)\right)$ ¹ Æ oluyor ise f fonksiyonuna hemen hemen zayıfça (m,m')-sürekli denir.

Tanım 15. (X,m) ve (Y,m') iki GTS olsun. $f:(X,\mathrm{m})$ ® (Y,m') fonksiyonunu alalım. Eğer (Y,m') nün m-açık her G kümesi için $f^{-1}(G)$, (X,m) de m-yarıaçık ise f fonksiyonuna (m,m')-yarısürekli denir.

Teorem 3. (X,m) ve (Y,m') iki GTS ve $f:(X,\mathrm{m})$ ® (Y,m') fonksiyonu olsun. Her (m,m')-yarısürekli f fonksiyonu hemen hemen zayıfça (m,m')-süreklidir.

İspat: $f:(X,\mathrm{m})$ ® (Y,m') fonksiyonunu (m,m')-yarısürekli olsun. Kabul edelim ki G, (Y,m') nün $f^{-1}(G)$ ¹ Æ olacak şekilde m'r -açık alt kümesi olsun. $f^{-1}(U)$, (X,m) de boştan farklı m-yarıaçık kümedir. Böylece $f^{-1}(G) = i_{\mathrm{s}}\left(f^{-1}(G)\right)$ olur. Dolayısıyla f fonksiyonu hemen hemen zayıfça (m,m')-sürekli olur.

Böylece

(m,m')- sürekli ® (m,m')- yarı sürekli ® hemen hemen zayıfça (m,m')- sürekli

olduğu görülür.

Kaynaklar

CSÁSZÁR, Á., 2002. Generalized Topology,Generalized Continuity, Acta Math. Hungar., 96(4), 351-357

MİN, K W., 2009, Almost Continuity on Generalized Topological Spaces, Acta Math. Hungar., 125(1-2), 121-125.

MİN, K W., 2009, A Note on $q(m,m')$-Continuity in Generalized Topological Spaces, Acta Math. Hungar., 125(4), 387-393.

Lİ, Z. and ZHU,W., 2013. Contra Continuity on Generalized Topological Spaces, Acta Math. Hungar., 138(1-2), 34-43.

JAYONTHİ, D., 2012. Contra Continuity on Generalized Topological Spaces, Acta Math. Hungar., 137(4).

EKİCİ, E., 2011. Generalized Hyporconnectedness, Acta Math. Hungar., 133(1-2) 140-147.

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

PRODUCTION, ENGINE PERFORMANCE AND EMISSION STUDIES OF MUNICIPAL AND MEDICAL WASTE PLASTIC FUELS AND THEIR BLENDS WITH DIESEL FUEL*

Belediye ve Tıbbi Atık Plastiklerinden Yakıt Eldesi ve Bu Yakıtların Motorin ile Karışımlarının Motor Performans ve Emisyon Değerlerinin Araştırılması

Çağrı ÜN
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

Kadir AYDIN
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmanın ana hedefi; plastik belediye ve tıbbi atıklarının alternatif bir dizel yakıt kaynağı olarak kullanımının incelenmesidir. Bu çalışma için belediye ve tıbbi atıklardan elde edilen atık plastik materyaller kullanılmıştır. Atık plastikler termal parçalanma yöntemi ile plastik esaslı yakıta dönüştürülmüştür. Belediye ve tıbbi atık plastik yakıtı, motorin ile hacimsel olarak %10, %20 ve %50 oranlarında karıştırılmıştır. Atık plastik yakıtlarının ve dizel karışımlarının yakıt özellikleri Amerikan Test ve Malzeme Birliği (ASTM) yöntem standartlarına göre analiz edilmiştir. Ayrıca atık plastik yakıt-dizel karışımları için yakıt özellikleri, motor performansı ve egzoz emisyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Motor performansı, Emisyonlar, Yakıt özellikleri, Termal parçalanma, Belediye ve tıbbi atık plastik yakıtı

ABSTRACT

The basic aim of this study was to examine the usage of plastic municipal and medical waste as an alternative source to diesel fuel. For this study; waste plastic materials, obtained from municipal and medical wastes, were used. Waste plastics were transformed to waste plastic fuel by thermal cracking method. Municipal and medical waste plastic fuels were blended with diesel fuel at volumetric ratios of 10%, 20% and 50%. Fuel properties of waste plastic fuels and its blends were analysed in accordance with the standards of American Society for Testing and Materials (ASTM) methods. In addition to fuel properties, engine performance and exhaust emission studies of waste plastic fuel-diesel blends were carried out.

Key Words: Engine performance, Emissions, Fuel properties, Thermal cracking, Municipal and medical waste plastic fuel

INTRODUCTION

Economic growth, changing consumption and production patterns are resulting into rapid increase in generation of waste plastics in the world. In Asia and the Pacific, as well as many other developing regions, plastic consumption has

* Yüksek Lisans Tezi - M. Sc. Thesis

increased much more than the world average due to rapid urbanization and economic development.

The world's annual consumption of plastic materials has increased from around 5 million tonnes in the 1950's to nearly 100 million tonnes; thus 20 times more plastic is produced today than 50 years ago. This implies that on the one hand, more resources are being used to meet the increased demand of plastic, and on the other hand, more plastic waste is being generated.

Due to the increase in generation, waste plastics are becoming a major stream in solid waste. After food waste and paper waste, plastic waste is the major constitute of municipal and industrial waste in cities. Even the cities with low economic growth have started producing more plastic waste due to plastic packaging, plastic shopping bags, PET bottles and other goods/appliances using plastic as the major component.

This increase has turned into a major challenge for local authorities, responsible for solid waste management and sanitation. Due to lack of integrated solid waste management, most of the plastic waste is neither collected properly nor disposed of in appropriate manner to avoid its negative impacts on environment and public health and waste plastics are causing littering and chocking of sewerage system. On the other hand, plastic waste recycling can provide an opportunity to collect and dispose of plastic waste in the most environmental friendly way and it can be converted into a resource. In most of the situations, plastic waste recycling could also be economically viable, as it generates resources, which are in high demand. Plastic waste recycling also has a great potential for resource conservation and GHG emissions reduction, such as producing diesel fuel from plastic waste. This resource conservation goal is very important for most of the national and local governments, where rapid industrialization and economic development is putting a lot of pressure on natural resources. Some of the developed countries have already established commercial level resource recovery from waste plastics. Therefore, having "latecomer's advantage" developing countries can learn from these experiences and technologies available to them (UNEP, 2009a).

Healthcare waste is all the waste generated by healthcare facilities, medical laboratories and biomedical research facilities, as well as waste from minor or scattered sources. The bulk of healthcare waste is produced by hospitals. Improper treatment and disposal of healthcare waste pose serious hazards of disease transmission due to exposures to infectious agents among waste pickers, waste workers, health workers, patients, and the community in general. Open burning and incineration without adequate pollution control expose waste workers and the community to toxic contaminants in air emissions and ash (UNEP, 2012).

The basic aim of this study was to examine the usage of plastic municipal and medical waste, as an alternative source to diesel fuel. For this study; waste plastic materials, obtained from municipal and medical wastes, were used. Waste plastics were transformed to waste plastic fuel by thermal cracking. Municipal and medical waste plastic fuels were blended with diesel fuel at volumetric ratios of

10%, 20% and 50%. Fuel properties of waste plastic fuels and its blends were analysed in accordance with the standards of American Society for Testing and Materials (ASTM) methods. In addition to fuel properties, engine performance and exhaust emission studies of waste plastic fuel-diesel blends were carried out.

MATERIAL AND METHOD

For this study, a pilot cracking reactor which has a 20 litres maximum capacity (Figure 1) was designed and used for waste plastics cracking. Reactor consists of heat exchanger, PT100 type thermocouple in order to measure the variation of temperature inside the reactor, digital temperature indicator, filler cap, drain cover and manometer. Stainless steel number 316 L is used as the main material for reactor manufacturing.

Figure 1. Thermal cracking reactor

In this study; PET bottles, PS cups and nylons are used as a municipal waste plastics (Figure 2-a). PP and PVC syringes, infusion sets, latex medical gloves, blood and diffusion bags are used as medical waste plastics (Figure 2-b). Municipal waste plastics were prepared with the suitable form. Medical waste plastics have been collected from the hospitals.

(a) (b)

Figure 2. Municipal and medical waste plastic experiment samples

Waste plastics were used as initial material in thermal cracking processes. Thermal cracking reactions of waste plastics were carried out particularly in a stainless steel batch reactor. Firstly, reactor was filled up with municipal and medical waste plastics one by one. The reactor was heated up to the starting temperature of reaction for one and half hour, subsequently the reaction was started at 450°C and finished at 475°C. The reaction was carried out at atmospheric pressure for 1.5 hours. After thermal cracking reaction, the gaseous form occurred, then the gaseous form was transformed the liquid form by using plate type heat exchangers. The product was distillated into a receiver and finally the final product was taken from the receiver for all experiments (Figure 3).

Figure 3. Distillated medical waste plastic fuel

In this study, three different municipal and medical waste plastic fuel blends were prepared by mixing diesel fuel (DF) at volumetric rates of 10%, 20% and 50% and blends.

Table 1. Municipal waste plastic fuel (MUNWP) contents of prepared diesel blends

Sam. No	**Samples**	**Municipal Waste Plastic Fuel (MUNWP) (%)**	**Diesel Fuel (DF) (%)**
1	10% MUNWP + 90% DF	10	90
2	20% MUNWP + 80% DF	20	80
3	50% MUNWP + 50% DF	50	50

Table 2. Medical waste plastic fuel (MEDWP) contents of prepared diesel blends

Sam. No	**Samples**	**Medical Waste Plastic Fuel (MEDWP) (%)**	**Diesel Fuel (DF) (%)**
1	10% MEDWP + 90% DF	10	90
2	20% MEDWP + 80% DF	20	80
3	50% MEDWP + 50% DF	50	50

The properties listed below measured for diesel-waste plastic fuel; specific gravity (density), kinematic viscosity, Cetane number, flash point, pour point and calorific heating value.

RESULTS

Municipal and medical waste plastic fuel has been blended into diesel with various blended rates (10%, 20% and 50%). The blends have been analysed by the standards of ASTM test methods. The “MUNWP” and “MEDWP” defines pure municipal and medical waste plastic fuel and the numbers next to MUNWP and MEDWP defines the percentage volume of pure municipal and medical waste plastic fuel.

The MUNWP10 or MEDWP10 means, 10% pure municipal or medical waste plastic fuel was blended with the volumetric ratio 90% diesel fuel. Fuel property results are shown in Table 3 and Table 4. It can be seen form tables that measured fuel properties of MUNWP are slightly better than MEDWP.

Table 3. Fuel properties of municipal waste plastic-diesel blended fuels

Properties	Diesel	MUNWP10	MUNWP20	MUNWP50	MUNWP100	EN Standards	
						Min.	Max.
Density (kg/lt)	0.830	0.838	0.847	0.866	0.891	0.820	0.845
Cetane Number	55.57	53.64	52.35	51.49	48.58	51.0	-
Pour Point (^oC)	-16.0	-13.5	-11.0	-6.5	2.0	-34.0	-10.0
Viscosity (cSt)	2.45	2.44	2.43	2.41	2.37	2.00	4.50
Calorific Value (kcal/kg)	11320	11020	10942	10740	10150	10220	10931
Flash Point (^oC)	70.5	70.5	70.5	70.5	70.5	Above 55	-

Table 4. Fuel properties of medical waste plastic-diesel blended fuels

Properties	Diesel	MEDWP10	MEDWP20	MEDWP50	MEDWP100	EN Standards	
						Min.	Max.
Density (kg/lt)	0.830	0.845	0.858	0.894	0.940	0.820	0.845
Cetane Number	55.57	54.52	53.20	51.48	46.58	51.0	-
Pour Point (^oC)	-16.0	-13	-10.5	-6.0	3.0	-34.0	-10.0
Viscosity (cSt)	2.45	2.42	2.41	2.39	2.30	2.00	4.50
Calorific Value (kcal/kg)	11320	11105	10980	10650	9850	10220	10931
Flash Point (^oC)	70.5	65.5	65.5	65.5	65.5	Above 55	-

Figure 4 shows the variation of brake power according to different engine speed values with different ratio of municipal waste plastic-diesel blended fuels. It can easily be seen in Figure 4 that there were similar differences in the measured engine power output of diesel fuel, MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50 at low engine speeds. The characteristics of power curve were not changed according to the type of fuel. It was observed that the maximum power values of diesel fuel was obtained at 2400 rpm, the maximum power values of MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50 were obtained at the engine speed of 2200 rpm. When the contents of MUNWP in the fuel blend increases, brake power of the engine decreased because of lower calorific value of MUNWP.

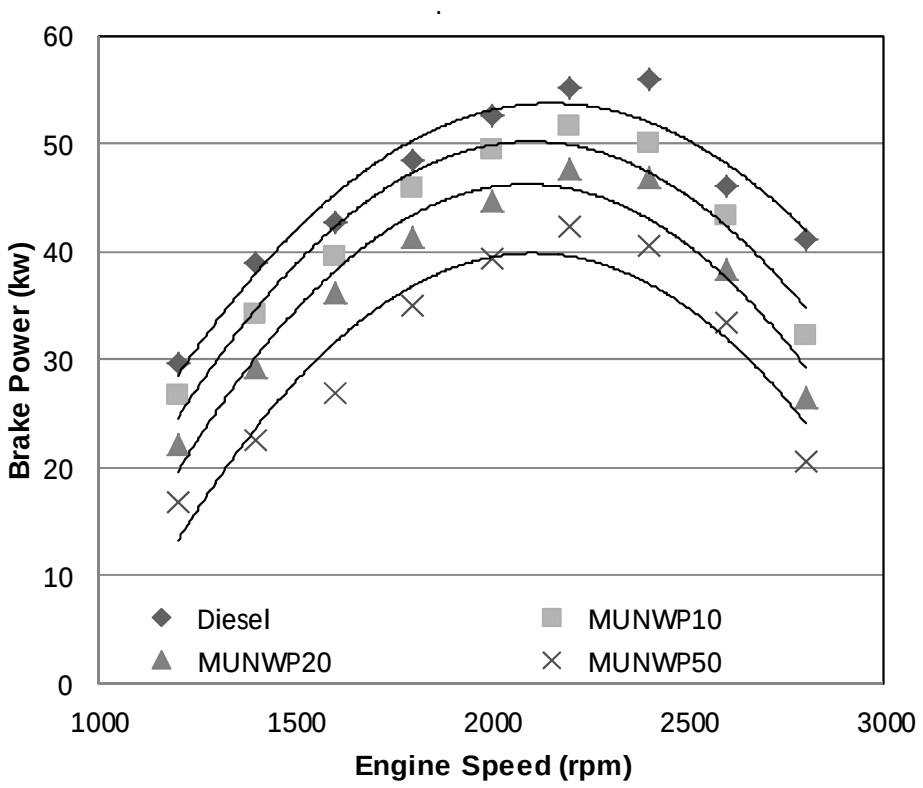


Figure 4. Brake power outputs versus engine speed of diesel fuel, MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50

The torque outputs of municipal waste plastic-diesel blended fuels are shown in Figure 5. The value of the torque outputs increase at low engine speeds, decrease at high engine speeds. The maximum torque values for diesel were obtained at the engine speed of 1400-1600 rpm, and MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50 were obtained at the engine speed of 1800-2000 rpm. When the contents of MUNWP in the fuel blend increases, torque valued of the engine decreased because of lower calorific value of MUNWP.

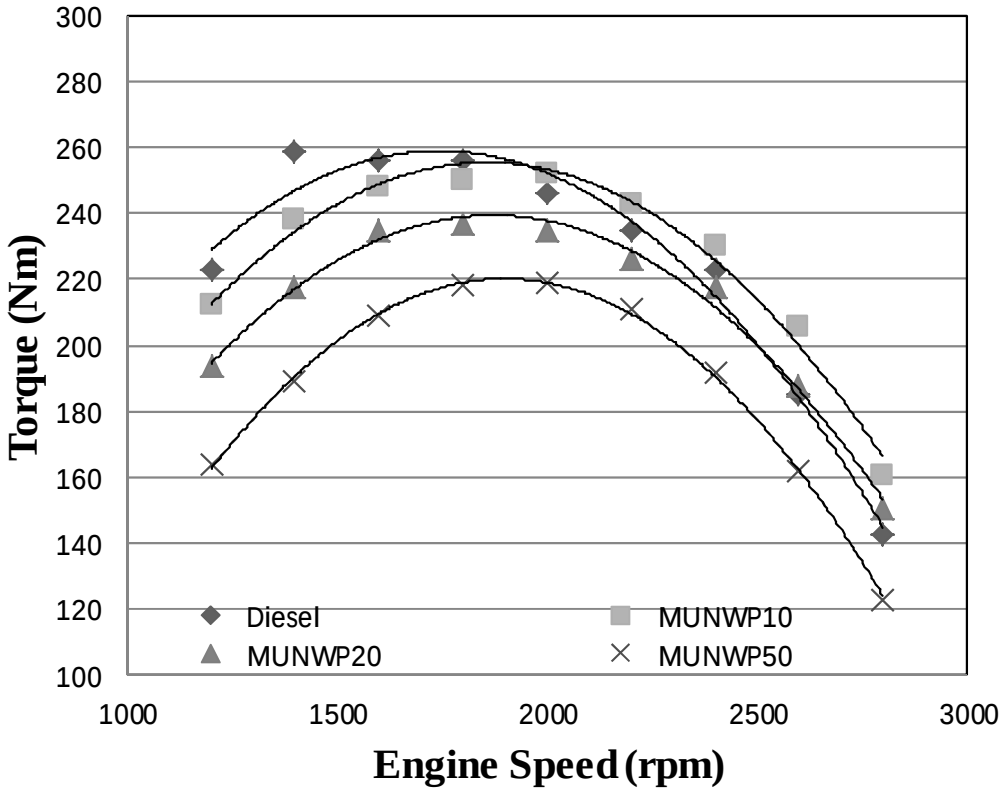


Figure 5. Torque outputs versus engine speed of diesel fuel, MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50

Similar brake power and torque curves have been observed using MEDWP10, MEDWP20 and MEDWP50 fuel blends. Only maximum brake power and torque values are obtained a little bit higher engine speeds. It can be seen from Table 3 and Table 4 that there is not considerable difference between calorific values of MUNWP and MEDWP.

Generally, CI engine operates with lean mixtures and hence the CO emission would be low. CO emission is toxic and must be controlled. It is an intermediate product in the combustion of a hydrocarbon fuel, so its emission results from incomplete combustion. Emission of CO is therefore greatly dependent on the air-fuel ratio relative to the stoichiometric proportions. Rich combustion invariably produces CO, and emissions increase nearly linearly with the deviation from the stoichiometry (Güngör, 2011). The variation of CO emission values with engine speed of MUNWP fuel blends are shown in Figure 6. It can easily be seen from the figure that there is an average of 5.5%, 11.43% and 23.65% reduction in CO emission values when MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50 were used instead of diesel fuel. Lower values of CO emissions were measured with MEDWP compared to MUNWP fuel blends. Average of 10.79%, 20.08% and 32.66% reduction in CO emission were measured with MEDWP10, MEDWP20 and MEDWP50 fuel blends. The reductions in CO emission could be due to the better combustion.

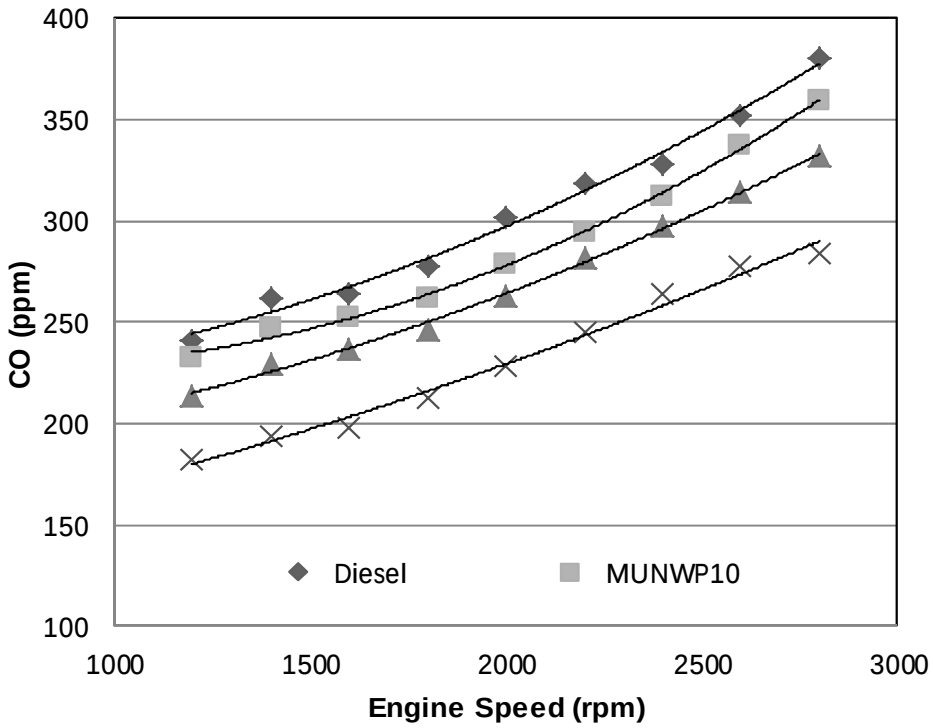


Figure 6. Measured CO emission values of diesel fuel, MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50

Figure 7 shows the variation of measured CO_2 emission values of MUNWP fuel blends for different engine speeds. There is an average of 2.22%, 6.47% and 13.3% reduction in CO_2 emission values when MUN10, MUNWP20 and MUNWP50 were used instead of diesel fuel. The maximum CO_2 values for diesel, MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50 were obtained at an engine speed in between 1800-2000 rpm. Similar CO_2 emission values reduction have been observed using MEDWP fuel blends instead of MUNWP. There is an average of 1.34%, 7.45% and 14.75% reduction in CO_2 emission values when MEDWP10, MEDWP20 and MEDWP50 were used instead of diesel fuel.

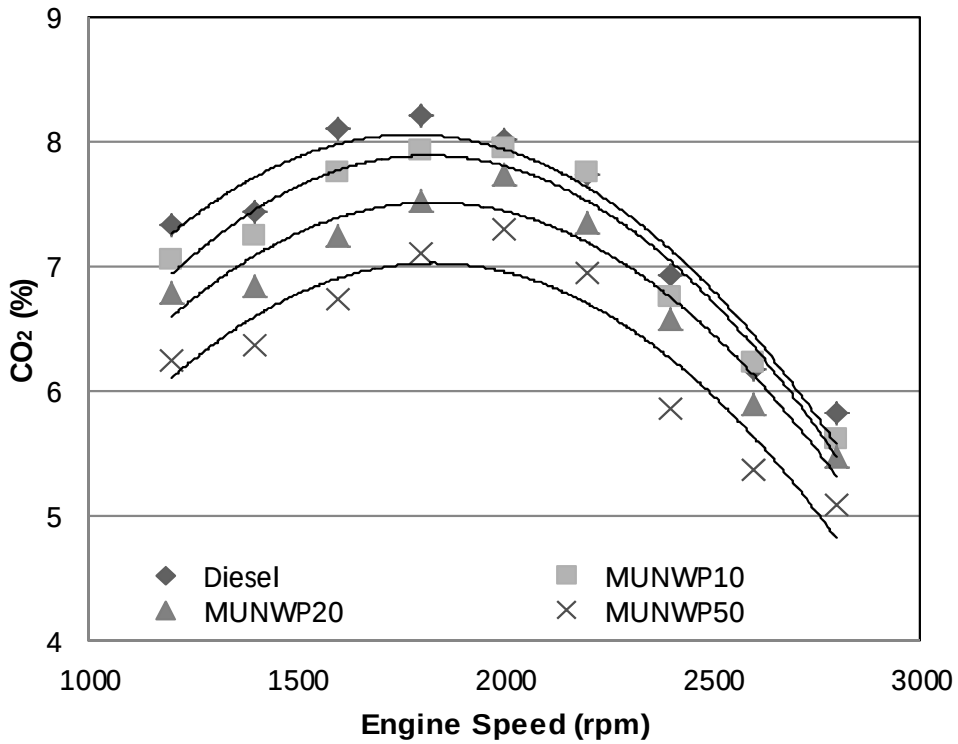


Figure 7. CO_2 emission values of diesel fuel, MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50

The oxides of nitrogen in the emissions contain nitric oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO_2). The formation of nitrogen oxides (NO_x) is highly dependent on in-cylinder temperature, oxygen concentration and residence time for the reactions to take place. The nitrogen oxides (NO_x) emissions of MUNWP fuel blends are shown in Figure 8. Average values of 4.3%, 9.7% and 20.3% increment in NO_x were obtained for MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50 as compared to diesel fuel. Similar increments on NO_x were obtained for MEDWP fuel blends with

the values of 6.6%, 11% and 20.7% increments for MEDWP10, MEDWP20 and MEDWP50 compared to diesel fuel. Any increments on NO_x values indicate that combustion temperatures of MUNWP and MEDWP fuel blends are higher than diesel fuel. There are many reliable methods (e.g. steam injection to the engine cylinder) and equipment's (e.g. SCR catalytic reduction) for decreasing the NO_x values in automotive industry.

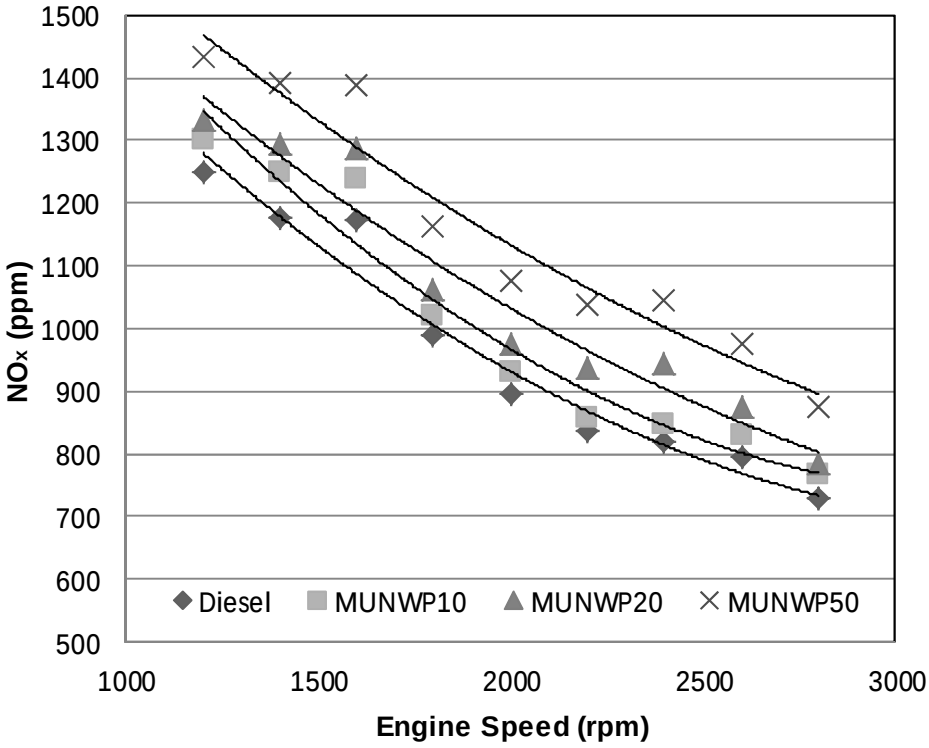


Figure 8. NO_x emission values of diesel fuel, MUNWP10, MUNWP20 and MUNWP50

REFERENCES

UNEP, 2009a. Converting Waste Plastics into a Resource, Compendium of Technologies, United Nations Environmental Programme Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre, Osaka/Shiga, Japan.

UNEP, 2012. Compendium of Technologies for Treatment/Destruction of Healthcare Waste, United Nations Environmental Programme Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre, Osaka/Shiga.

GÜNGÖR, C. 2011. Production of waste plastic fuels and investigations of influence of waste plastic fuels on performance and exhaust emissions of diesel engine, Çukurova University, Master Thesis, pp:48-50.

Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2015 Cilt: 33-2

* JEOTERMAL ARAMALARDA SİSMİK YANSIMA YÖNTEMİNDE FARKLI ENERJİ KAYNAKLARI KULLANMANIN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI [1]

Advantages and Disadvantages of Using Different Energy Sources In Seismic Reflection Method For Geothermal Exploration

Şükrü Onur KARACA
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Hatice KARAKILÇIK
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Yıllardır enerji kaynağı olarak kullanılan fosil yakıtların tükenmeye başlaması, ülkeleri yeni enerji kaynakları arayışına yönlendirmektedir. Alternatif enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji, yerin derinliklerinden gelen, yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır. Bu nedenlerden dolayı jeotermal alanların araştırılması ülkemiz açısından büyük önem taşımaktadır.

Jeotermal alanları keşfetmek için kullanılan yansıma sismiğinde, kaynak olarak vibro kullanılıyor ise, doğru sonuç alınması için, yapılacak sismik çalışmanın düzenli bir şekilde projelendirilmesi ve sweep parametrelerin en doğru şekilde belirlenmesi gerekir. Sismik yansıma çalışmasında enerji kaynağı olarak dinamit kullanılıyor ise, iki önemli parametrenin test atışları yapılarak belirlenmesi gerekir. Bu parametreler kuyu derinliği ve dinamit miktarıdır. Her sahanın kendine özgü jeolojik nitelikleri vardır ve buna bağlı olarak her saha için farklı parametrelerin seçilmesi olasıdır. Yapılan testler ile hangi sahada hangi parametrenin kullanılacağı belirlenebilir. Bu işlemin yapılması, kalite kontrol adımlarının en önemlisidir. Zira, bir saha çalışması eğer yanlış bir parametre seçilerek yapılmışsa, bu yanlış daha sonraki adım olan veri işlem aşamasında göç ve yorum kesitlerinin elde edilmesi sırasında diğer bir çok yanlışa neden olabilir. Burada en büyük yanlış, açılacak kuyunun yerinin yanlış tespit edilmesi ve olası jeotermal alanın dolu kuyu yerine boş bir kuyunun açılmasıdır. Bunun sonucunda, zaman, maliyet ve iş gücü faktörleri göz önüne alındığında yapılan çalışma bir çok açıdan boşa yapılmış olur

Bu çalışmada, ülkemiz için önemli bir enerji kaynağı olan jeotermal alanın araştırılmasında kullanılan sismik yansıma yönteminde, enerji kaynaklarından vibro ve dinamit karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajları bulunmuştur. Vibro çalışmaları için seçilen alan Aydın bölgesi, Büyük Menderes Masifi'nde yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sismik Yansıma, Vibrosismik, Dinamit, Jeotermal Enerji

ABSTRACT

Downturn of the fossil fuels which have been utilized as energy sources since many years, forced the countries to find new types of energy sources. Geothermal energy, a type of alternative energy sources, is a renewable and

*Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

environment friendly sources which is extracted from underground. Due to those features, exploration of the geothermal regions in our country become important.

In seismic reflection method, carried out via vibro seismic source, used to explore the geothermal area it is necessary to be projected of the seismic work systematically and to be determined of the vibro seismic parameters properly to obtain the correct result. In seismic reflection method, carried out via dynamite source; It must be determined by two important parameters for test shots. These parameters are well depth and dynamite weight. Then every study area has own geological character and it is likely to be chosen different parameters for each. The final parameters are defined depending of the trial results for the study area. Finalizing this process is the one of most important steps of the quality control. Then if a field work is done by choosing a parameter, this mistake will cause many other mistakes in upcoming step called data processing in which the migration and interpretation profiles are acquired. The worse mistake will be the wrong predetermining of the geothermal well and drilling an empty well instead of a full one. In such a situation, it will be a wasted practice in terms of a factors such as time, coast and workforce.

In this study, comparing the advantages and disadvantages of the vibrator and dynamite energy sources were found in seismic reflection method which is applied for searching geothermal fields in our country were explained, and the importance of the vibroseismic and dynamite test shots carried out just before the data acquisition were examined and evaluated in terms of the data quality. The study are choosen Aydın which is located in Büyük Menderes Massif for vibro tests shots.

Key Words: Seismic Reflaction, Vibroseismic Method, Dynamite, Geothermal Energy

GİRİŞ

Enerji konusu, enerji kaynağı ve enerji kaynaklarının devamlılığı geçmişten bugüne dünyanın en önemli konularından ve sorunlarından biri olmuştur. Bu enerji kaynaklarından, petrol, kömür, nükleer enerji gibi kendini yenilenme durumu olmayanların bilinçsizce tüketilmesi, bu kaynakların çevreye ve atmosfere bıraktığı kirleticiler ve bitki, hayvan ve insanlar üzerindeki olumsuz etkileri insanları yenilenebilir enerji kaynaklarını aramaya ve kullanmaya yönlendirmiştir. Bu nedenle dünyada olduğu gibi ülkemizde de yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde çok fazla önem kazanmıştır. Bunların başında jeotermal enerji ve sonrasında ise rüzgar ve güneş enerjileri gelmektedir. Ülkemiz açısından özellikle jeotermal enerji büyük öneme sahiptir. Çünkü ülkemiz aktif fayların yoğun olduğu bir jeolojiye sahiptir. Bu nedenle de jeotermal enerji, kaynak olarak başta Batı Anadolu bölgesi olmak üzere ülkemizin çeşitli bölgelerinde enerji, sağlık, tarım ve turizm gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Jeotermal enerji, yer kabuğu içinde depolanmış olan ısıl enerji (thermal energy) olarak tanımlanır. Bu ısıl enerji yeraltındaki kayaç formasyonlarının çatlaklarında ve gözeneklerinde bulunan doğal akışkanlarda mevcuttur (Satman,

2007). Dolayısıyla doğada kendiliğinden mevcut bu ısıl enerji, başka bir ifadeyle yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden olan jeotermal enerji, sıcaklık derecelerine bağlı olarak başta elektrik üretimi olmak üzere birçok alanda kullanılabilen bir enerji türüdür. Ucuz ve temiz bir enerji olan jeotermal kaynaklarının öncelikli olarak kullanılmasının, bu kaynağın bulunduğu yörelerimizin ve ülkemizin gelişiminde önemli katkıları olacaktır. Bu durumda mevcut kaynaklarımızın etkin ve verimli kullanılması ve yeni kaynaklar için araştırılmalar yapılması, üretimin ucuz ve dolayısıyla maliyetinin düşük olması ve yatırımını kısa zamanda karşılaması ile ülkemiz açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak Türkiye'de jeotermal arama faaliyetleri 1960'lı yıllarda başlamıştır. 1968 yılında yüksek sıcaklıklı jeotermal saha olan Kızıldere (Denizli) sahası keşfedilmiştir. Bu saha ülkemizde ilk jeotermal santral olarak 1984 yılında Denizli-Kızıldere'de kurulmuştur (Başel, 2010). Orta sıcaklıklı ilk sahalar olarak değerlendirilen İzmir-Balçova ve İzmir-Seferihisar sahaları ise 1960 ve 70'li yıllar arasında keşfedilmiştir. Diğer yüksek sıcaklıklı saha, Aydın-Germencik ve orta sıcaklıklı sahalar olarak kabul edilen Kütahya-Salavatlı ve Kütahya-Simav sahaları ise 1980'lerde keşfedilen en önemli sahalardan olmuştur (Yıldız, 2014).

Türkiye, Alpin Orojenik Kuşak üzerinde bulunduğundan ve genç oluşumlu bir ülke olduğundan, tektonik olarak hareketli bir bölgede bulunmaktadır. Aktif bir konumda bulunan ülkemizde orojenik hareketler sonucu oluşan faylanmalar, jeotermal enerjinin yeryüzüne çıkışına neden olmaktadır. Ülkemizde bulunan jeotermal enerji kaynakları bu fay hatları ile ilişkilidir (Yıldız, 2014). Türkiye'nin neotektonik bölgeleri incelendiğinde (bunlardan en iyi tanınanı ülkemizin batısını kapsayan) yerbilimleri ve jeotermal enerji konusunda birçok jeolojik ve jeofizik araştırmanın yapıldığı Batı Anadolu grabenler bölgesidir. Çalışma alanı da bu grabenlerin en önemlileri arasında bulanan ve Büyük Menderes Grabeni olarak adlandırılan grabenler alanında yer almaktadır.

Jeotermal aramalar için kullanılan sismik yansıma yönteminde; çok kanallı kayıt aletleriyle manyetik bantlara kayıt yapılmakta, enerji kaynağı olarak dinamit, vibratör veya hava tabancası, algılayıcı olarak ise jeofon veya hidrofon grupları kullanılmaktadır. Kayıtlar sayısal (digital) olarak manyetik bantlara yazılmaktadır. Kara sismik aramalarında genelde iki çeşit enerji kaynağı kullanılır. Bunlar dinamit ve vibrosismik kaynaktır. 1980'li yıllara kadar yaygın olarak kullanılan dinamit, 1980 sonrasında yerini vibrosismik çalışmalara bırakmaya başlamıştır. (Sefunç, 2006)

Sismik yansıma yönteminde kaynak olarak vibro ile çalışılmaya başlanması ilk olarak Conoco firması araştırmacıları tarafından 1952 yılında geliştirilmiştir. Günümüze kadar kara sismik çalışmalarında kullanılan vibro dünya çapında tercih edilen bir enerji kaynağı olmuştur (Sheriff, 1990). Çünkü vibrosimik enerji kaynağının, kontrol edilebilir frekans bandına sahip olması, ideal sıfır fazlı sinyal üretebilmesi ve yıkıcı olmayan bir kaynak olması nedeniyle sismik veri toplamada geniş çaplı bir kullanım alanı bulmuştur (Gabriela, 2008). Bunun sonucunda vibro kullanılan sismik yansıma çalışmalarında sinyal/gürültü oranını arttırmak ve veri kalitesini düzeltmek amaçlı çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Sakallıoğu, (1992) sismik veri kalitesinin zayıf olduğu sahalarda veri kalitesini artırabilmek için konvensiyonel

sweep teknikleri diye bilinen lineer ve lineer olmayan sweep veriler ile kombi sweep tekniği çalışmalardan elde edilmiş sismik kayıtlarının sonuçlarını ortaya koymuştur. Beaten, (1989) yayınladığı kitabında, vibrosismik metodunu teorik ve uygulamalı açıdan anlatmıştır. Kitabında matematiksel ve fiziksel bağıntılara yer vererek sweep sinyalini ve sinyal dalgacığını incelemiştir. Küçük, (2006) 2B ve 3B sismik veri toplama ve test atışlarının önemini ortaya koymuş ve dinamit vibrosismik enerji kaynaklarını değerlendirmiştir. Sefunç, (2006) sismik programların önerilmesi ve parametre tahmini ilgili sonuçlar ortaya koymuş, jeoloji bilgisi ile sismik kaynak seçimi arasında bilgiler vermiştir. Başar, (2007) yüksek güvenilirlikli ve ayrımlılıklı vibrosismik veri toplama (HFVS-High fidelity vibratory seismic) yöntemi ile çalışılmalar yapmıştır. Bagaini ve diğ. (2010) kara sismiğinde kaliteli veri toplamak için uygulamalar yapmışlarıdır. Caner (2010) yansımalı sismikte vibro atış düzeninin ve saha parametrelerinin sismik çözünürlüğe etkisi ile çalışmalar ortaya koymuştur. Sakallıoğlu ve diğ. (2012) yılında farklı vibro sayısı, farklı sweep uzunlukları, sweep sinyali uzunluğuna uygun genel törpüleme süresinin seçimi, farklı frekans bandları ile bunlara karşılık gelen genlik değerleri ile araştırmalar yapılmıştır. Güreli, (2013) sismik yansıma yönteminde vibrosismik ve uygulamaları ile ilgili çalışmalar yapmıştır.

Teknolojide meydana gelen gelişmelerde vibronun kullanılmasını yaygınlaştırmaktadır. Enerji kaynaklarının içinde vibrosismik yöntemi dinamitten ayıran en önemli özelliği kontrol edilebilinir olmasıdır. Belirli bir süre belli frekans aralığının üretilmesi özellikleriyle diğer enerji kaynaklarından ayrılır. Ayrıca giriş sinyalini yere ileten vibratörlerin hareketli olup saha uygulamasında etkinliği ve çabukluğu en önemli özelliğidir. Vibro sismik kaynağı kullanılan çalışmalarda test atışlarında belirli parametreler önem kazanır. Bu parametreler sırasıyla, silkeleme frekans bandı (sweep frequence band), silkeleme sayısı (sweep number), silkeme uzunluğu (sweep lenght), silkeleme tipi (type of sweep), törpüleme uzunluğu (taper lenght), titreşim aracı hareketi (move-up) olarak tanımlanır.

Sismik çalışmalarda sismik kaynak olarak dinamit kullanılıyor ise, teorik olarak istenen ‘noktasal kaynak’ yaratmaktır. Bu noktasal kaynak teoremi aslında dinamitle yapılan çalışmalarda sağlanmaktadır. Fakat dinamit kontrol edilebilir bir kaynak değildir. Başlangıç ve bitiş frekansları uygulayıcı tarafından belirlenemez. Bu durum dinamit ile yapılan çalışmanın noktasal kaynak olmasına rağmen kontrolsüz kaynak olmasından dolayı bir dezavantajıdır. Dinamitli çalışmalarda kaynak gücü birimi kilogram, vibrosismik kaynakta ise kullanılan vibratörlerin model ve özelliklerine bağlı olarak birimi psi olan basınçtır. Kaynak gücü; çevre gürültüsü ve hedef derinliğinin bir fonksiyonudur. Ayrıca dinamit patlatmasıyla oluşturulan enerjini yarattığı kuvvetli ani iğnecik, vibratörün yarattığı iğnecikten büyüktür.Bu özellik dinamiti vibrosismik kaynaktan ayıran en önemli özelliktir. Keskin dalgacık özelliğinden ve ayarlanabilen gücünden dolayı dinamit, bazı durumlarda sismik enerji kaynaklarının en çok verimlisidir

Test atışları, önceden belirlenen 2-Boyutlu (2B) bir hat üzerinde titreşim araçlarının (vibro) farklı silkeleme (sweep) parametreleri uygulanarak yada farklı derinliklerde farklı miktarlarda dinamit denenerek jeolojik hedef seviyelerine uygun,

sinyal/gürültü (signal/noise) oranının en yüksek veri setini elde edecek parametrelerin belirlemesi şeklinde olur. Böylece test atışları ile çalışma alanı için en uygun üretim parametresi belirlenebilmekte, saha çalışmalarından kaliteli veri toplanabilmekte ve maliyet en aza indirilebilmektedir (Sefunç, 2006). Bütün bu değerlendirmelere kaşın enerji kaynağı seçiminde belirleyici olan asıl özelliklerden biri de yüzey formasyonu ve hedef derinliğidir.

MATERYAL ve METOD

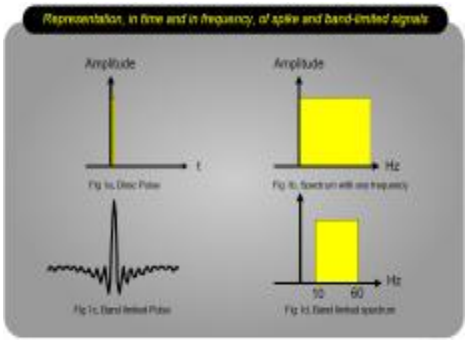
Materyal

Jeotermal ve hidrokarbon aramalarında sismik yansıma kesitin çıkarılması, yeraltındaki katmanların durumlarının saptanması, herhangi bir kuyudan elde edilmiş bulguların yanal değişimlerinin saptanması, yeraltının haritalanması ve sonuçta açılacak kuyunun yerinin saptanması ve jeolojik kesitin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılacak tektonik ve stratigrafik çalışmalarda çeşitli jeofizik yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Hiç kuşkusuz en sağlıklı ve en doğru bilgi, açılan bir kuyudan elde edilir. Fakat kuyudan elde edilen bilgi haritada tek bir nokta için düşey yöndedir. Bu bilginin tek bir noktadan haritanın tamamına taşınabilmesi için jeofizik yöntemlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır (Us, 1993).

Dünya çapındaki uygulamalı jeofizik araştırmalarında, günümüzde harcanan paranın çok büyük bir kısmı sürekli gelişmekte olan jeofizik yöntemlerden, sismik yansıma çalışmalarına gitmektedir. Bu yöntem ile binlerce metre derinlikte tanımlanması hedeflenen yapılar, yüzlerce ya da binlerce detektörler (sismik aletler) kullanılarak ortaya konur. Sismik yansıma yöntemi, elde edilen sismik kesitlerin diğer bütün jeofizik yöntemlere oranla yüksek hassasiyetinin ve yüksek ayrımlılık gücünün olması nedeniyle bütün dünyada en fazla para, zamanın kullanıldığı bir yöntem haline gelmiştir (Şahin, 2011). Kullanılan sismik yöntemde enerji kaynağını belirlemek projenin temel unsurunu oluşturur. Çünkü hedeflenen yapı ve maliyetler düşünüldüğünde vibrosismik kaynak ve dinamit kaynağı arasında birçok açıdan avantaj ve dezavantaj vardır.

Sismik kaynaklarla yaratılan enerji, dinamitte olduğu şekliyle, iğnecik fonksiyonu gibi, yüksek enerjili, anlık veya vibratörde olduğu gibi düşük enerjili fakat zamana yayılan bir şekilde olabilir. Vibrosismik, uzun zamana yayılması ve zayıf sinyal üretmesine rağmen güvenilir bir yöntemdir. Vibrosismik yöntemin ikinci en önemli karakteristiği metodun sınırlı band genişliğinde bir kaynak olmasıdır.Bu yolla, sismik veri toplama sırasında dinamit enerji kaynağı patlama sırasında bazı frekansları yaratıp bazılarını yaratamaz iken, vibrosismik tekniği gerçekten ihtiyacımız olan frekansların üretilmesine olanak vermektedir.

Şekil 1’de patlayıcı enerji kaynağının ürettiği düşünülen ideal sinyalin matematiksel ifadesi ve vibratör kaynağının ürettiği sinyal görülmektedir. Bu nedenle, dinamit patlaması kısa sürede üretilen yüksek enerjili, iğnecik fonksiyonu ile ifade edilebilir (Şekil 1.a), bunun genlik spektrumu hemen hemen her frekansı tarayacak şekildedir (Şekil 1.b). Aynı şekilde, band geçişli sinyal vibratör sinyalini temsil eder (Şekil 1.c) ve bunun da geçişli bir band da düz bir genlik spektrumu olur. (Şekil 1.d).



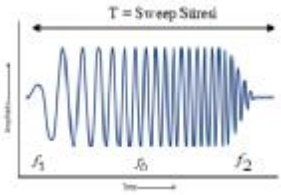
Şekil.1. İğnecik ve band geçişli sinyallerin zaman (a ve c) ve frekans (b ve d) ortamlarındaki görüntüleri (Sercel VE464 Traning course, 2013).

Metod

Hidrokarbon ve rezervuar jeofiziği araştırmalarının vazgeçilmez yöntemi olan yansımalı sismik yönteminde kaynak seçimi oldukça önemlidir. Yöntemde, patlayan enerji kaynakları yanında vibratör kaynak da çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Belirli bir süreçten geçen ve Conoco firması tarafından geliştirilen vibrosismik çalışmaları, dünya üzerinde kara sismik çalışmalarda en çok kullanılan yöntem olma özelliğini taşımakta ve yaklaşık olarak sismik ekiplerin %75'inde vibroların sismik kaynak olarak kullanıldığı bilinmektedir. (Sakallıoğlu ve diğ., 2012). Buradan da sismik çalışmalardaki vibrosismik yöntemin önemi ortaya çıkmaktadır.

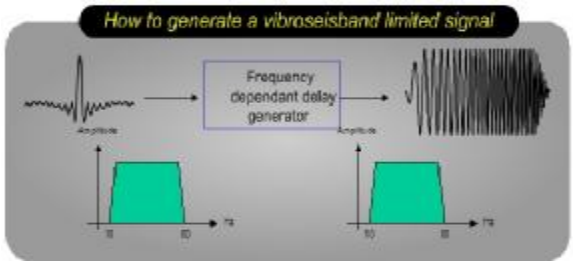
Vibrosismik, çeşitli frekanslar içeren sürekli sinüzoidal titreşimleri kontrollü olarak yaratan ve uygulayan vibratör'ün enerji kaynağı olarak kullanıldığı bir sismik yöntemdir (Sheriff 1990). Vibrosismiğin temel prensibini anlayabilmek için şunu bilmek gerekir; vibratör gücü düşük fakat uzun bir sinyal enerjisi sağlar (Sakallıoğlu, 1992). Bu uzun sinyal yansımaların tam zamanına karşılık gelmediğinden vibrosismik yöntemde ek bir işlemle uzun sinyal kısa bir puls içerisine sıkıştırılmaktadır. Burada önemli nokta şudur ki; vibrosismik yöntemin enerji kaynağı olan vibratörler kontrol edilebilir kaynaklardır. Vibrotör tarafından gönderilen sinyalin başlangıç ve bitiş frekansları bilindiğinden, ideal sıfır fazlı sinyal üretebilmesi ve yıkıcı bir kaynak olmaması kara sismik çalışmalarda diğer bir tercih edilme sebebidir.

Vibrosismik Sinyalin Üretilmesi: Vibroların "base plate" diye adlandırılan ve çelik tabladan oluşan parçası, yeryüzü ile temas ederek, yeryuvarına belirli frekanslarda sinyal gönderip, bu belirlenen frekanslara uygun olarak yeryüzünü titreştirir. Vibratör atış noktasına geldiğinde çelik tabla yere indirilerek sinyal yere gönderilir ve tabla tekrar yukarı kaldırılır, bu işlem her atış noktası için tekrarlanarak kayıtlar alınır. Burada yere gönderilen sinyale "sweep sinyali" denir. (Şekil 2)



Şekil 2. Sweep sinyalinin dalga formu ve ilgili parametreler (Bagaini, 2010)

Kısa Sweep Sinyalinden Uzun Süreli Sweep Sinyaline Geçiş: Vibrosismik yöntemde kullanılacak olan sismik sinyali tanımlayabilmek için; genlik spektrumu bileşenlerinin band genişliğini koruyarak sinyali değiştirmek gerekir. Bu nedenle, sinyal şeklinin kısa formdan uzun forma geçişi, frekans bağımlı gecikme uygulamasıyla olmalıdır. Eğer düşük frekanslara kısa gecikme, orta frekanslara orta gecikme ve yüksek frekanslara uzun gecikme uygularsak, sonuç olarak sinyal, düşük frekanstan yüksek frekansa doğru yavaş yavaş artan, frekans içeriği açıkça görülen, sabit genlikli bir hal alır. Elde edilen sinyal hemen hemen sinüs dalgası şeklindedir ve vibrosismik terminolojisinde "sweep" sinyali olarak adlandırılır. (Şekil.3)



Şekil 3. Kısa sinyalden uzun sweep biçimine geçiş (Sercel VE464 Traning course, 2013)

Enerji Kaynağı Dinamit: Eğer kaynak olarak dinamit kullanılıyorsa, iki önemli parametrenin test atışları yapılarak belirlenmesi gerekir. Bu parametreler kuyu derinliği ve dinamit miktarıdır. Kuyu derinliği artırıldıkça; frekans ve ayrımlılık artar, yüzey dalgalarının etkisi ise azalır. Dinamit miktarı artırıldıkça; frekans ve ayrımlılık azalır, yüzey dalgalarının etkisi ise artar. Ayrıca bu iki parametrenin seçimi yapılan işin maliyetini de önemli ölçüde etkilemektedir. Dolayısıyla kuyu derinliği ve dinamit miktarını belirlerken bu konuda göz önünde bulundurulmalıdır.

Sismik uygulamalarda kullanılan dinamit 30-40 cm boyunda 3-5 cm çapında plastik muhafazalar içinde dinamit çubukları şeklindedir ve özellikle çok yüksek patlama hızına (7000-8000 m/sec) sahiptir. Dinamit çubukları birbirlerine vidalanarak birleştirilebilir ve istenilen miktarda dinamitin aynı anda patlatılması sağlanır. Patlayınca yüksek miktardaki enerji ani olarak yeryüzüne yer hareketi olarak aktarılır. Dinamitin performansı ısı ile değişmediği için çölden kutuplara

kadar her bölgede rahatlıkla kullanılabilir. Hem karada hem denizde kullanılabilen bir enerji kaynağıdır. Kara sismiğinde, ortaya çıkan enerjinin azamisini yere gönderebilmek amacıyla yeryüzünde açılan kuyularda (15-30 m) patlatılır. Yüzeyde patlatıldığı zaman çok az bir miktarı yere gönderilmiş olur. Çok büyük bir kısmı ise yüzey dalgalarının ve S dalgalarının yaratılmasına harcanır.

Kuyu derinliği ve dinamit miktarı testleri sonucunda beklenilen frekans spektrumu, frekans bandının en geniş olduğu spektrumdur. Ancak, sadece frekans spektrumuna bakılarak parametre belirlemek yanlış olur. Buradaki en önemli etken hedef seviyeden gelen yansımalardır. Dolayısıyla, yapılan çalışmalar sonunda bazen beklenilenin dışında bir frekans spektrumu da parametre olarak seçilebilir. Parametre seçiminde dikkate alınması gereken bir diğer etken ise patlatma yüzeyinin jeolojisidir. Eğer seçilen parametre de, kuyu derinliği sahanın bazı bölgelerinde düşük hız zonunu geçemiyorsa, bu durumda sadece o bölgelerde daha derin kuyular açılmalıdır. Burada esas olan ayrışmış yüzeyin yani düşük hız tabakasının altına inmek ve patlatmayı burada yapmaktır. Frekans spektrumları hesaplanırken her bir spektrum için tam açılımdaki izler alınmıştır. Yani izin frekans spektrumu alınmıştır. Böylece frekans spektrumunun bütün izleri temsil etmesi sağlanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE SONUÇLAR

Sahada uygulanacak olan dinamit miktarı ve sweep (tarama) sinyali gücü ancak bir test çalışması neticesinde elde edilecek kayıtların analizi ve değerlendirilmeleri sonucunda belirlenmelidir. Vibrosismik ile dinamiti karşılaştırdığımızda, son yıllarda birçok firma dinamit ve vibrosismik kaynağı, projelerde saha koşullarının elverdiği şekilde beraber kullanılmaktadır. Bu kısımda vibrosismik yöntem ve dinamitle patlatma yönteminin genel farklılıkları incelenmiş ve bu farklılıklar aşağıda sıralanmıştır;

- Dinamit kaynağı kontrolsüz bir kaynaktır yani vibro atışları sayesinde oluşturulan enerji kontrol edilebilir enerji iken dinamit kaynağında bu mümkün değildir. Bunu daha da açıklarsak dinamitli çalışmalarda gönderilen sinyalin bir başlangıç ve bitiş frekansı yoktur. Bunun yanı sıra vibroların oluşturduğu sweep sinyali başlangıç ve bitiş frekansları ve gönderilme süresi hedef derinliğe göre belirlenir ve saha koşulları doğrultusunda uygulanır. Sinyal yere çok kısa süre içerinde gönderilir (Gabriela ve diğ., 2008).
- Vibrosismik çalışmalarda dinamitle çalışmalara göre, yere uygulanan enerjinin anlık kuvveti daha az olduğu için vibrosismik çalışmalar yerleşim yerlerine yakın sahalarda daha çok çalışma imkânı sunar.
- Dinamitin kaynak olarak kullanıldığı çalışmalarda dinamitlerin patlatılması için sondajlara ihtiyaç vardır. Düşük hız zonunun kalın olduğu bölgelerde açılacak sondajların için daha fazla zaman harcanmalıdır ve bu çalışmalar ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Sondajlara ihtiyaç olmadığından dolayı vibro kaynak ile yapılan çalışmalar daha ekonomiktir. Bunların yanı sıra saha koşullarının sondaj aracının geçmesine uygun olmadığı bölgelerde

el sondajı ile sondaj açılması gerekmektedir. Bu yöntem zaman ve maliyette açısından olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmaktadır.

- Vibroların kullanıldığı sismik çalışmalarda aynı noktada sweep sayısının arttırılması ile yüksek enerji oluşturulabilinir. Dinamitin kullanıldığı sismik çalışmalarda daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulursa, ikinci defa kuyu doldurularak patlatma işlemi yapılamaz, yani aynı noktada açılacak yeni bir kuyuya ihtiyaç vardır. Bu işlemlerde ekonomik açıdan maliyeti gerektirir ve zaman kaybına yol açar.
- Vibratör sinyali (sweep sinyali-tarama sinyali) yere birkaç defa verilebilir. Yere gönderilen sinyal genelde farklı frekanslardan oluşmuş sinüs dalgasıdır.

Sonuç

Yukarıda maddeleri yorumlayacak olursak; sismik yansıma yönteminde kullanılacak kaynak seçimi için, proje oluşturulması aşamasında, arazi şartlarının incelenmesi ve lojistik koşullara göre projede hangi sismik kaynağın kullanılacağına karar verilmesi gerekir. Birçok açıdan vibrosismik kaynak kullanılması yararlı gözükse de, çalışmaların yapıldığı bölge, projenin maliyeti ve araştırılan yapıların türüne uygun olarak dinamit gibi patlayıcı sismik kaynaklar da seçilebilinir. Bunlara ek olarak Geniş dere ve nehir yatakları, yüzeyin konglomera veya kalın alüvyon tabakası ile kaplı olması halinde enerji kaynağı olarak vibrosismik seçilmelidir. Çünkü bu tip yerlerde açılan kuyuların sondaj zorluğu nedeniyle sığ olması ve dinamitin düşük hız zonu içinde kalması yüzey dalgasına neden olacağından sinyal/gürültü oranı düşük olacaktır. Yüzeyin yüksek hızlı formasyonlarla (kireçtası, bazalt, allokton, vb.) kaplı olduğu alanlarda her iki enerji kaynağı da kullanılabilmektedir. Formasyonların kalınlığı ve jeolojik özelliği enerji kaynağını belirlemede önemli bir etkendir. Örneğin kalınlığı 300 m'den fazla olan allokton, bazalt ile kaplı alanlarda enerjinin derinlere gitmesi için derin kuyu yüksek sarj (dinamit) tercih edilir. Yüzeyin kireçtası, bazalt ile kaplı olduğu alanlarda formasyon kalınlığının 300 m'nin altında olması halinde vibrosismik alansal enerji kaynağı olma özelliği dinamite sismik kaliteyi artırıcı üstünlük sağlar. Enerji kaynağı seçiminde yapılan çalışmanın ekonomik boyutu da dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

BAGAINI, C., BUNTING, T., EL-AMAN., A., LAAKE, A., 2010. Land Seismic Techiques for High-Quality Data p 31

BAŞAR H.S., 2007. “Vibrosismik yöntem ve yüksek Güvenirlikli, Ayrımlılıklı Vibrosismik Veri Toplama” Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı. 13 Sayfa

BAŞEL E.D.K., 2010. Türkiye Jeotermal Potansiyelinin Araştırılması. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye s 26

BEATEN G.J.M., 1989, Theoretical and practical aspects of the Vibroseis method p 10-12

CANER, G., 2010 yansımalı sismikte vibro atış düzeninin ve saha parametrelerinin sismik çözünürlüğe etkisi

CANİK B., ÇELİK M., ARIGÜN Z., 2000 Jeotermal enerji, A.Ü.F.F. Döner sermaye işletmesi yayınları No: 59, sayfa 8

CORDSEN A., GALBRAITH M., PEIRCE J. 2000 Planning Land 3-D Seismic Surveys p 31

GABRIELA M. SUAREZ AND ROBERT R. STEWART., 2008. Seismic source comparison for compressional and convertedwave generation at Spring Coulee, Alberta. Part I: Heavy vibroseis-dynamite comparison p 19-20

GÜRELİ, O. 2007. Vibrosismik Notları, ARAR A.Ş.

GÜRELİ, O. 2008. Sismik Yansıma Yöntemi ile 2B-3B Veri Toplama Teknikleri, Veri İşlem ve Spektral Analiz, North African Geophysical Exploration Company, Libya Kurs Notları

GÜRELİ, O., 2013. Sismik Yansıma Yönteminde Vibrosismik ve Uygulamaları JFMO İstanbul Şubesi Kurs Notları

GÜRELİ, O., SEFUNÇ A., BAŞAR H.S., AKDENİZ A., KAYIRAN T., 2000 “Variation Of Amplitude With Sweep Parameters” TURKIOG

KÜÇÜK, Z. 2006. İki boyutlu ve üç boyutlu sismik veri toplama ve test atışlarının önemi, Trabzon, 11 p.

SAKALLIOĞLU Y., 1992 “Vibrosismik Tekniğinde Sweep Sinyali Seçimi” Ankara Üniversitesi Jeofizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Sayfa 7

SAKALLIOĞLU Y., 1995 “İki ve Üç Boyutlu Sismik Program Dizaynı ve Saha Kayıt Parametrelerinin Seçimi” TPAO Arama Grubu Sayfa 62

SAKALLIOĞLU Y., GÜRELİ O., BAŞAR H.S., 2012 Vibrosismik Sayfa 154-160

SATMAN, A., 2007. Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyeli. - Jeotermal Enerji Semineri, 157-172, Ankara

SEFUNÇ A., 2006. Sismik programların önerilmesi ve parametre tahmini Türkiye Petrol Jeologları Dernegi Bülteni Cilt 18, Sayı 1, Sayfa 39-58

SERCEL VE-464 Traning course manual, 2013 “Mechanical” 3-6 p.

SERCEL VE-464 Traning course manual, 2013 “Vibroseis Operations” 2-4 p.

SHERIFF, R.E., 1990, “Encyclopedic dictionary of exploration geophysics” Society of Exploration Geophysicists.

ŞAHİN, A., 2011, Sıraseki (Adana) sahasında sismik yansıma yöntemi ile hidrokarbon araştırılmasında sismik veri toplama ve parametre seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2-4p

ŞİMŞEK, Ş., UYGUR, N., ÖZBAYRAK G.H., ÇOŞKUN, B., DİKMENOĞLU,T., ARAS, A., 1980. Aydın (Germencik-Söke) alanının jeotermal enerji olanakları TÜBİTAK IV. Bilim Kongresi Kuşadası S 55

US, ERSİN A. 1993, Sismik Yöntemler ve Yorumlamaya Giriş, Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Yayınları No:2, Ankara.