

Cilt:10 Sayı:2 Ocak 2015 / Vol:10 No:2 January ISSN:1306-2182



DÜZCE ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ
ORMANCILIK DERGİSİ

DÜZCE UNIVERSITY
JOURNAL OF FORESTRY

Fakülte Adına Sahibi	: Prof. Dr. Süleyman AKBULUT
Baş Editör	: Prof. Dr. Oktay YILDIZ
Konu Editörü	: Doç. Dr. Abdurrahim AYDIN
Konu Editörü	: Doç. Dr. Zeki DEMİR
Konu Editörü	: Doç. Dr. Derya SEVİM KORKUT
Konu Editörü	: Doç. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ
Konu Editörü	: Yrd. Doç. Dr. Tarık GEDİK
Konu Editörü	: Yrd. Doç. Dr. Akif KETEN
Dizgi Sorumluları	: Arş. Gör. Muhammet ÇİL
	: Arş. Gör. Sertaç KAYA

Bilim Kurulu

Düzce Üniversitesi
Orman Fakültesi

Prof. Dr. Refik KARAGÜL
Prof. Dr. Süleyman AKBULUT
Prof. Dr. Oktay YILDIZ
Prof. Dr. Derya EŞEN
Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
Prof. Dr. Emrah ÇİÇEK
Prof. Dr. Yalçın ÇÖPÜR
Doç. Dr. Cihat TAŞCIOĞLU
Doç. Dr. Süleyman KORKUT
Doç. Dr. Cengiz GÜLER
Doç. Dr. Zeki DEMİR
Doç. Dr. Derya SEVİM KORKUT
Doç. Dr. Osman UZUN
Doç. Dr. Necmi AKSOY
Yrd. Doç. Dr. Beşir YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Güzide Pınar KÖYLÜ
Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER

Yazışma Adresi
Düzce Üniversitesi
Orman Fakültesi
81620 Konuralp Yerleşkesi / Düzce-
TÜRKİYE

Corresponding Address
Duzce University
Faculty of Forestry
81620 Konuralp Campus / Düzce-TURKEY

İÇİNDEKİLER

Bakteriyel Selüloz Üretimi ve Karakterizasyonu	1
Gökhan GÜNDÜZ, Nejla AŞIK, Deniz AYDEMİR, Ayşenur KILIÇ	
Karaçam (Pinus Nigra A.) Kerestesinde Eğilme Özelliklerinin Stres Dalga Yöntemiyle Belirlenmesi	11
Ergün GÜNTEKİN, Zübeyde BÜLBÜL	
Mantar Yer Karoları	18
Nur Müge Güngör	
The Silent Heroes: Effective Microorganisms	24
Sürhay Ragimoglu ALLAHVERDIEV, Natalia Olegovna MINKOVA, Denis Viktorivich YARIGIN, Gökhan Gündüz	
Zeytin Ağacı (Olea Europaea) Odunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	29
Gonca DÜZKALE, İbrahim BEKTAŞ, Hasan Hüseyin TUNÇ, Yasin DOĞANLAR	
Anadolu Kestanesinde (Castanea Sativa L.) Tohum Büyüklüğünün Çimlenme Yüzdesi ve Fidan Morfolojisine Etkisi	36
Şemsettin KULAÇ, Ali Kemal ÖZBAYRAM, Zerrin DEĞERMENÇİ, Elif Dudu KÜÇÜK, Ali KARADAĞ	
Yeşil Alan Donatısının Konut Fiyatlarına Etkisi: Kilis Örneği	43
Saliha TAŞÇIOĞLU, Ahmet Salih GÜNAYDIN, Murat YÜCEKAYA, M. Faruk ALTUNKASA	
Teknik Önlemlerle Heyelan Kontrolü: Ordu İli Çamaş İlçesi Domuşu Heyelanı Örneği	54
Abdurrahim AYDIN, Diethard LEBER, Remzi EKER, İsmail BULUT, Ertan KESER	
Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi Yayın İlkeleri.....	71



Bakteriyel Selüloz Üretimi ve Karakterizasyonu

Gökhan GÜNDÜZ¹, Nejla AŞIK¹, Deniz AYDEMİR¹, Ayşenur KILIÇ²

Özet

Bu çalışmada bakteriyel selüloz (BC) *Gluconacetobacter hansenii* (Gossele et al.) kullanılarak, saf selüloz elde edilmiş ve bazı özellikleri incelenerek literatür ile karşılaştırılmıştır. Hestrin ve Schramm (HS) ortamında iki tekrarlı olmak üzere 100 ml'lik deney örnekleri hazırlandı. 14 günlük süre sonunda BC tabakası elde edilerek morfolojik özellikleri SEM ile incelenmiş, selüloz zinciri çaplarının 20 nm – 75 nm arasında olduğu belirlenmiştir. Su tutma kapasitesi ise tam kuru ağırlıklarının 91 – 109 katı olarak hesaplanmıştır. Selüloz verimi ise sırasıyla 0,81 g/l ve 0,84 g/l olarak bulunmuştur. Diğer taraftan, XRD, FTIR ve TGA analizleri de yapılmış ve MCC ile karşılaştırılmış ve benzer yapıda olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre, kullanılan suş'un bakteriyel selüloz üretimi için uygun olduğu söylenebilir ve bu özellikleri sayesinde; gıda, kozmetik, ilaç, kağıt ve kompozit yapımında hammadde ve dolgu maddesi olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Gluconacetobacter Hansenii, TGA, SEM, XRD, FTIR, Verim

The Production and Characterization of Bacterial Cellulose

Abstract

Some properties of bacterial cellulose (BC) *Gluconacetobacter hansenii* (Gossele et al.) after production were determined and compared with microcrystalline cellulose (MCC). The BC test specimens were prepared with standard Hestrin and Schramm (HS) medium. The obtained pellicels were evaluated after 14 days incubation. According to SEM analysis the diameter of the cellulose fibrils were measured between 20 nm and 75 nm. The water holding capacity was calculated 91 to 109 times higher than dry weight. The cellulose yield of BC was between 0,81 g/l and 0,84 g/l. XRD, FTIR and TGA analysis were done and compared with MCC. The obtained results and comparison between the strain and MCC showed similarity. According to the results the obtained BC can be used for food, cosmetic, medicine, paper and composites as raw material or filler.

Key Words: Gluconacetobacter Hansenii, TGA, SEM, XRD, FTIR, Yield

Giriş

Selüloz dünyada en fazla bulunan biyopolimerlerden birisidir. Odun, pamuk ve diğer lignoselülozik bitkisel maddelerde bulunur. Selüloz ayrıca; algler, tulumular (deniz canlıları) ve bazı bakteriler tarafından da sentezlenir (Moon et al., 2011).

Selüloz I olarak da bilinen doğal bitki selüloz nanofibrilleri bitki hücrelerinin çeperinde hemiselülozlar ve lignin ile beraber bulunmaktadır. Bu durum, selülozun elde edilmesi için ilave kimyasal işlemlerin yapılmasına ve maliyet artışına neden olmaktadır. Bakteriyel selüloz (BC) nanofibrilleri ise kristal yapıda, yüksek molekül kütleli, hidrojen bağları ile bağlanmış saf selüloz I'e sahiptir. BC'deki selüloz nanofibrillerinin Young modülü 138-150 GPa civarında olup çeliğin (200 GPa) değerine yaklaşmaktadır (Olsson et al., 2010, Wan et al., 2007).

Diğer taraftan, BC yüksek derecede hidrofilik olup, su tutma kapasitesi kuru ağırlığının 100 katına kadar ulaşabilmekte ve daha kolay biyolojik parçalanabilme özelliği göstererek doğal bitki selülozundan farklılık göstermektedir (Gama et al., 2013).

¹Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100 Bartın/Türkiye

²Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 46100 Kahramanmaraş/Türkiye

Günümüzde BC ile yapılan çalışmalarda tıp ve eczacılık gibi alanlar da önem kazanmaktadır. Özellikle, yapay damar yapımı, hidroksiapatit ile kemik dokusunun iyileştirilmesi, eklem protezleri ve yanık tedavisi, yara bantları ve kozmetik gibi uygulamaları yapılmaktadır (Wan et al., 2007; Svensson et al., 2005; Putra et al., 2009; Fu et al., 2013; Jonas ve Farah, 1998; Ioelovich, 2013).

Bakteriyel selüloz kurutulduktan sonra, ses dalgalarını iyi bir şekilde iletebilmektedir. Bu özelliğinden dolayı bakteriyel selülozun akustik membran olarak kullanılabilirdiği belirtilmiştir (Hu et al., 2014)

Bakteriyel selüloz Nata de Coco ve Kombuça Çayı olarak da değerlendirilmektedir. Nata de Coco gıda olarak şekerlenerek tüketilmekte, Kombuça çayının ise fermantasyon sonucu oluşan sıvı kısmından faydalanılmaktadır Goh et al., 2012).

Mühendislikte ise kompozit malzemeler önem kazanmış durumdadır. Bu nedenle, malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için farklı dolgu maddeleri kullanılmaktadır. Bu dolgu maddeleri inorganik veya organik olup farklı kullanım amaçlarına dönüktür. Bakteriyel selülozun içerisine ilave parçacıklar katılarak oluşturulan kompozitleri de elektronik alanda kullanım alanı bulmaktadır (Liang et al., 2012; Ateş ve Aztekin, 2011).

Bakteriyel selülozun artan öneminden dolayı üretim yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Statik ve bioreaktörlerde yapılan üretiminde; karbon kaynakları, pH, sıcaklık ve karıştırma hızı optimize edilmeye çalışılmaktadır. Bu sayede, hem üretim miktarı hem de fermantasyon koşullarının kontrol edilmesi sayesinde selülozun yoğunluğu, kristalitesi, membran geçirgenliği, çekme direnci gibi özelliklerinin ayarlanabilmesi sağlanabilmektedir. Diğer taraftan, selülozu üreten bakteri kaynağının yapısında değişiklikler yapılarak da verimin artması sağlanabilmektedir (Gama et al., 2013; Vandamme et al., 1998; Yamanaka et al., 2000; Watanabe et al., 1998; Bungay ve Serafica, 2000; Hungund ve Gupta, 2010).

Bu çalışmada, katma değeri yüksek alanlardaki kullanabilme imkanından dolayı bakteriyel selülozun hammadde olarak üretilmesi ve bazı özelliklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Üretim sonunda taramalı elektron mikroskobu ile morfolojisi incelenecektir. Ayrıca, FTIR, TGA, XRD analizleri yapılarak elde edilen sonuçlar mikrokristalin selüloz (MCC) ile kıyaslanacaktır. Diğer taraftan, bakteriyel selülozun su ilişkileri ve verimi de incelenecektir. Elde edilen ve tanımlanan bakteriyel selüloz bundan sonra çeşitli modifikasyonlara tabi tutulabilir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Deney materyali olarak ATCC'den temin edilen *Gluconacetobacter hansenii* (Gossele et al.) Yamada et al. (ATCC® 23769™) kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. ATCC'den temin edilen *Gluconacetobacter hansenii* (Gossele et al.) Yamada et al. (ATCC® 23769™) kültürü

Karşılaştırma için kullanılan MCC, Sigma-Aldrich Co'dan temin edilmiştir ve parçacık boyutları 26 – 96 µm (ortalama 50 µm) arasında değişmektedir

Yöntem

Canlandırma İşlemi ve Stok Kültürü Hazırlanması (SK)

Liyofilizasyon işlemine tabi tutulmuş örnek olarak gelen numuneden SK hazırlanması için 50 ml Hestrin ve Schramm (HS) ortamı hazırlanmıştır. HS için aşağıda verilen formül uygulamıştır (Hestrin ve Schramm, 1954).

%2	(w/v) D-Glucose
%0.5	(w/v) Peptone
%0.5	(w/v) Yeast Extract
%0.27	(w/v) di-Sodium Hydrogen Phosphate (Na ₂ HPO ₄)
%0.115	(w/v) Citric Acid

Prosedür

Liyofilizasyon işlemine tabi tutulmuş cam tüpün ucu, ateşle ısıtılarak ve üzerine soğuk steril destile su damlatılarak çatlatılmış, açılan kısımdan içerisindeki pamuk bir cımbız ile çıkarılmıştır. İçindeki bakteri örneğini HS içine aktarmak için tüpün içine 1-2 damla HS damlatılmış ve hazırlanmış olan 50 ml HS içine konulup çalkalanmış ve 27°C sıcaklık %65 bağıl nem olan ortamda sarsılmayacak şekilde 1 hafta beklemeye alınmıştır.

Bütün işlemler Laminar Hood (LH) içinde ve önce otoklav uygulanarak yapılmıştır (121°C, 20 dakika). LH ve tüm kullanılan malzemeler cımbız, eppendorf tüp, pastör pipeti vs. steril olması için deneyler öncesinde etanol ile temizlenerek 1 gece boyunca UV lambası altında bekletilmiştir.

1 hafta sonunda Şekil 2'de görülen HS karışımı üzerinde oluşan BC tabakası steril eldiven ile alınarak HS içine sıkıldı. SK için hazırlanan bakteri kültürü, %80 Gliserin ve %20 Destile Su karışımı ile beraber karıştırılarak 0.5 ml (Gliserin+Destile Su) ve 1.0 ml Bakteri kültürü şeklinde hazırlanıp 1.5 ml'lik eppendorf tüpler içine aktarıldı ve -80°C'de muhafaza edildi.



Şekil 2. Bir haftalık bekleme süresi sonrasında canlandırma işlemi sonucunda oluşan BC tabakası ve stok kültürü

Çalışmada Kullanılan Bakteriye Selülozun Üretimi

100 ml olmak üzere iki tekrarlı HS hazırlandı. Hazırlanan HS 250 ml'lik erlenmayer'lere konularak içerisine daha önce hazırlanan (SK)'den birer adet ilave edildi ve 27°C, % 65 Bağıl Nem'de beklemeye alındı. Bu karışım 14 gün bekletildi ve daha sonra içerisinden yüzeyde oluşan BC – tabakası alınarak 1 saat kaynatıldı ve %2'lik NaOH ile 80°C

derecedeki su banyosunda 2 saat bekletildi. Daha sonra, akan suyun altında 1 gece durulandı ve destile su ile tekrar durulanarak pH 7'ye sabitlendi.

BC veriminin incelenmesi

Durulanan BC – tabakası 20 dakika eğimli bir düzlemde bekletilerek fazla suyun uzaklaşması sağlandı. Daha sonra tartılan numuneler kilitli poşet içine konularak -15 de donduruldu. Dondurulan numuneler dondurularak kurutuldu ve daha sonra SEM, TGA, XRD ve FTIR analizlerine tabi tutuldu (Şekil 3).

SEM Analizi

Dondurularak kurutulmuş deney parçaları vakum ortamında altınla kaplanarak SEM analizine tabi tutulmuştur. SEM analizi için 2000 V - 4000 V arası güç ve (BSED detektör Z Cont. yüksek vakum ile) 1-2 kV arası bir ayar düzeni uygulanarak görüntü alınmıştır.



Şekil 3. Dondurularak kurutulmuş olan BC numunesi.

TGA Analizi

TGA analizi için, SII Model TG/DTA 7200 EXTRA (Made in Japan) kullanılmıştır. Dondurularak kurutulmuş bakteriyel selülozun termal özellikleri; 5,14 mg numune hazırlanarak, 10°/dak ile 25 – 650°C arasında azot ortamında yapılarak belirlenmiştir. DTG eğrisi ise MS Excel Ofis programı kullanılarak hazırlanmıştır.

XRD Analizi

XRD Analizi, PANalytical EMPYREAN (Made in Netherlands) cihazı kullanılarak yapılmıştır. X – Işını tüpünün bakır hedefi vardır ve tüp voltajı 40 kV'dır. Tarama hızı 5°/dak ve tarama aralığı 10° - 50° arasında belirlenmiştir. Kristalinite değerinin belirlenmesi için Segal tarafından kullanılan pik yüksekliği (Peak height) metodundan ve Curve Fitting metodundan yararlanılmıştır. BC için, $2\theta = 10^\circ - 25^\circ$; MCC için, $2\theta = 10^\circ - 30^\circ$ haricindeki lineer bölgeler hesaplama dışı bırakılmıştır.

Segal Metodu:

$$CI = 100 \times \frac{I_{200} - I_{non-cr}}{I_{200}} [\%]$$

Burada BC ve MCC için sırasıyla, I_{200} 2θ açısının en yüksek olduğu 14.08° ve 22.68° deki pik değerini ve I_{non-cr} ise 2θ 'nın 18.84° ve 18.61° deki taban çizgisindeki kristal olmayan bölgesinde meydana gelen kırınım yoğunluğunun değeridir (Cheng et al., 2009; Terinte et al., 2011).

Curve Fitting Metodu:

$$CI = 100 \times \frac{I_{cr\ peak\ 1} + I_{cr\ peak\ 2}}{I_{non-cr} + I_{cr\ peak\ 1} + I_{cr\ peak\ 2}} [\%]$$

Bu eşitliğin hesaplanmasında ise BC ve MCC için sırasıyla; $I_{cr\ peak\ 1}$ birinci pik değerinin altındaki kırınım alanını ($2\theta = 11.79^\circ - 16.60^\circ$) ve ($2\theta = 12.78^\circ - 18.62^\circ$), $I_{cr\ peak\ 2}$ ise ikinci pik değerinin altındaki kırınım alanının yoğunluğunu gösteriyor ($2\theta = 20.58^\circ - 24.45^\circ$) ve ($2\theta = 18.62^\circ - 25.49^\circ$). I_{non-cr} ise kristalin olmayan bölgelerdeki kırınım yoğunluğunu alanını gösteriyor (Ibbett et al., 2008).

FTIR Analizi

Dondurularak kurutulup hazırlanan Bakteriyel Selülozun FTIR analizi ($4000-800\text{ cm}^{-1}$) Shimadzu IRAffinity-1 FTIR (Made in Japan) kullanılarak 4 cm^{-1} çözünürlükte ve numune başına 32 tarama ile yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Rutubet Değerleri ve Verime Ait Sonuçlar

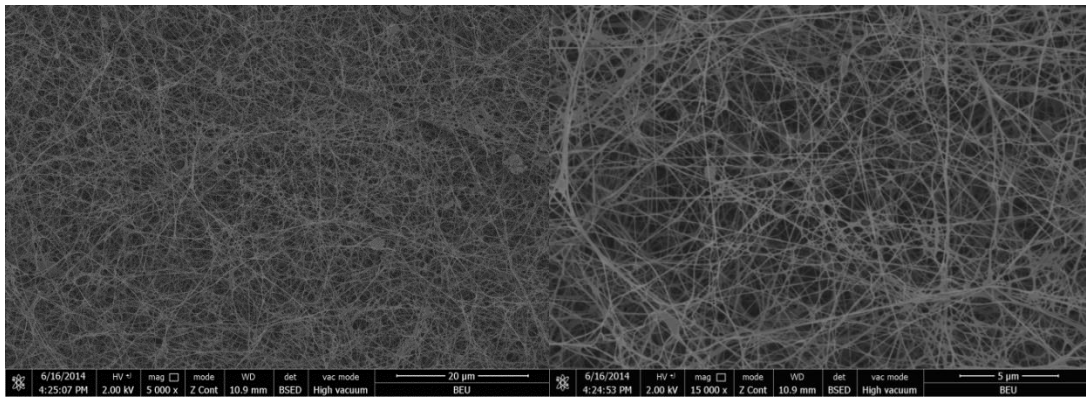
Deneyler sonucunda 2 adet numuneye ilişkin yaş ağırlık ($20\text{ dk } 45^\circ$ eğimli bir düzlemde bekletildikten sonra) sırasıyla 7,44 g ve 9,26 g olmuştur. Tam kuru (freeze dried) ağırlıkları ise sırasıyla 0,081 ve 0,084 g olarak belirlenerek BC verimi sırasıyla 0.81 ve 0.84 g/l olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Verim için aşağıdaki Tablo 1'deki değerlerle karşılaştırma yapıldığında büyük değişim olduğu gözlemlenmektedir. Bunun nedeni bakteri kültürünün türü ve canlılık durumu olarak söylenebilir.

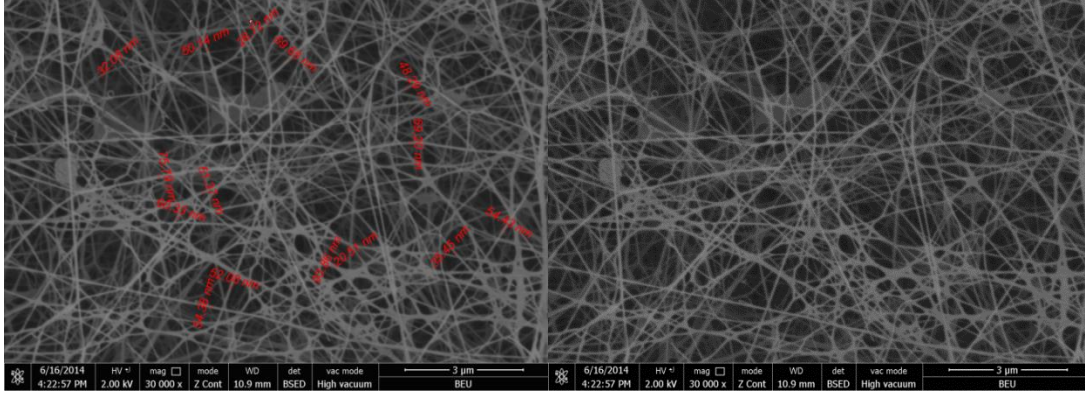
Çizelge 1. BC ve farklı karbon kaynaklarına ilişkin verim değerleri

İnkübasyon Ortamı (Medyum)	Üretim Metodu	Verim (g/l)	Süre (gün)	Kaynak
HS	Statik	2.1	13	(Castro et al., 2011)
Ananas Kabuğu	Statik	2.8	13	(Castro et al., 2011)
HS	Statik	8.3	7	(Keshk, 2014)
HS+(%0.5) Vitamin C	Statik	15.6	7	(Keshk, 2014)
HS	Statik	2.5	4	(Fabio et al., 2013)

SEM Analizine Ait Bulgular

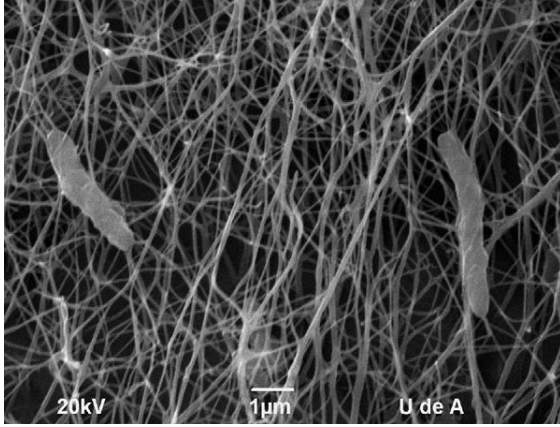
SEM sonuçları Şekil 4'da gösterilmiştir.





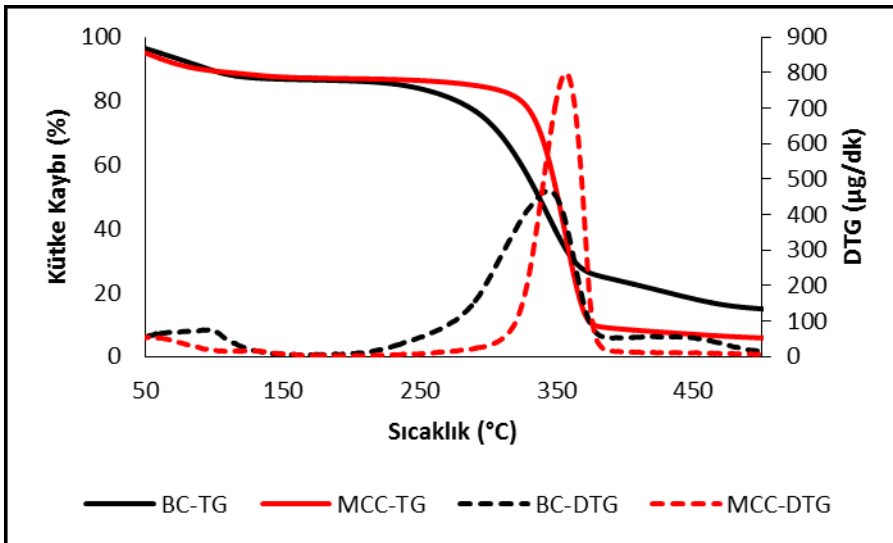
Şekil 4. a) BC'un x 5000 büyütmedeki görüntüsü, b) BC'un x 15000 büyütmedeki görüntüsü, c) BC'un x 30000 büyütmedeki görüntüsü ve selüloz zinciri çapları, d) BC'un x 30000 büyütmedeki görüntüsü

Elde edilen SEM sonuçlarına göre standart BC elde edilmiş ve selüloz zinciri çaplarının 20 nm – 75 nm arasında olduğu belirlenmiştir. Farklı literatürdeki SEM görüntüleri ile karşılaştırma yapıldığında benzer yapıda oldukları söylenebilir (Şekil 5) (Castro et al., 2011).



Şekil 5. Farklı literatürdeki bakteriyel selüloz SEM görüntüsü (Castro et al., 2011)

TGA Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 6. TGA analizi grafiği

Çizelge 2. TGA değerlerine ilişkin sıcaklık değerleri

	T _{%10} (°C)	T _{%50} (°C)	DTG _{max} (°C)	Kütle Kaybı (%)
BC	95.9	337	344,3	88,9
MCC	89.1	350	356.9	95,9

Selülozun degradasyon pik değeri 330°C – 370°C olarak bilinmektedir. Termal analiz sonuçlarına göre BC ve MCC için, DTG_{max} pik değerleri sırasıyla 344,3°C ve 356.9 °C olarak belirlenmiştir ve selülozun literatür değerleri ile uyum göstermektedir (Şekil 6) (Halib et al., 2012). T_{%10} değeri ise sırasıyla 95.9 °C ve 89.1 °C olarak belirlenen deney materyalinin T%50 değerleri de 337°C ve 350 °C olarak ölçülmüştür. Kütle kaybı ise sırasıyla, %88.9 ve %95.9 olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Bu sonuçlara göre, BC'nin termal kararlılığının saf MCC'ye göre daha erken sıcaklıklarda degrade olduğu buna karşın daha az kütle kaybına uğradığı belirlenmiştir.

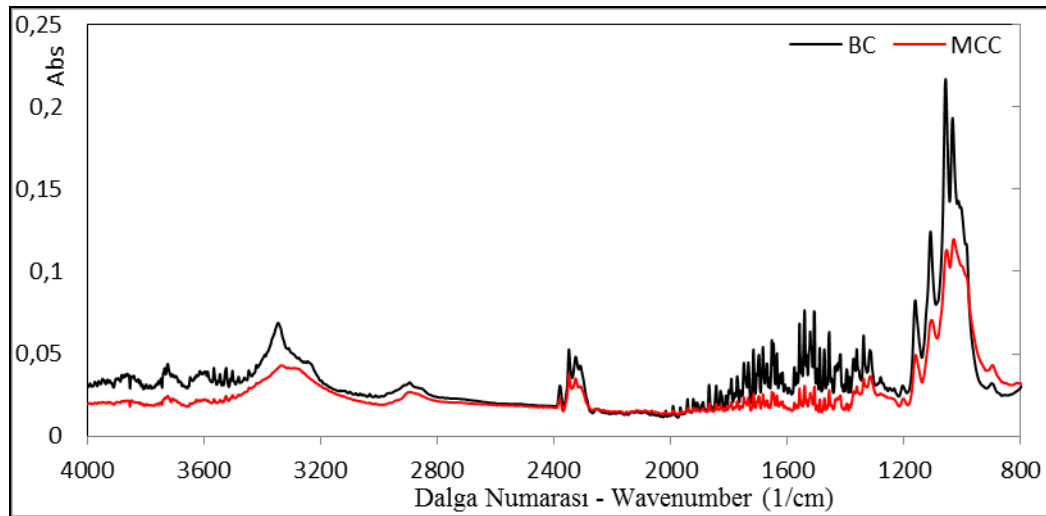
FTIR Analizine İlişkin Bulgular

FTIR analizi hidrojen bağlarının kuvvetini ve bu bağ ile bağlanmış kısımların incelenmesi için önemlidir. FTIR analizine ilişkin grafik Şekil 7'de verilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen değerler, saf selülozun pik değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu değerler; 3000 cm⁻¹, 3350 cm⁻¹ ve 3400 cm⁻¹ - 3500 cm⁻¹ arası O-H bağını, 2880 cm⁻¹, 2800 cm⁻¹ - 2900 cm⁻¹ arası C-H bağını, 1100 cm⁻¹ - 1160 cm⁻¹ C-O-C bağını, 1035 cm⁻¹ - 1060 cm⁻¹ arası C-O bağını, 1300 cm⁻¹ C-H bağını ve 1400 cm⁻¹ CH₂ bağını göstermektedir (Fabio et al., 2013; Halib et al., 2012).

Diğer bir çalışmada pik değerleri sırasıyla, 1375 cm⁻¹ (C-H bağını), 1335 cm⁻¹ (O-H bağını), 1315 cm⁻¹ (CH₂ bağını), 1277 cm⁻¹ (C-H bağını) ve 1225 cm⁻¹ (O-H bağını) yapı içerisinde bulunan kristalin bölgelere işaret etmektedir (Castro et al., 2012).

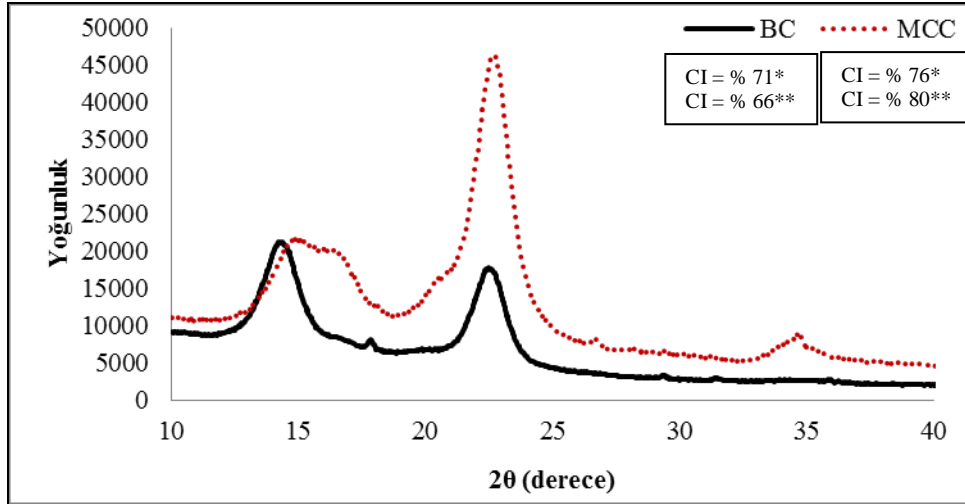
Çalışmada kullanılan bakteri kültüründen elde edilen selülozun pik değerleri sırasıyla, 3346 cm⁻¹, 2895 cm⁻¹, 1417 cm⁻¹, 1311 cm⁻¹, 1161 cm⁻¹, 1056 cm⁻¹, 1033 cm⁻¹ olarak bulunmuştur ve saf selüloza olan uygunluğu kanıtlanmıştır. Aynı çalışmada, MCC ile elde edilen pik değerleri sırasıyla, 3336 cm⁻¹, 2895 cm⁻¹, 1417 cm⁻¹, 1313 cm⁻¹, 1161 cm⁻¹, 1053 cm⁻¹ ve 1029 cm⁻¹ olarak bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre, üretilen BC saf MCC FTIR değerleri ile uyum içinde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 7. BC'ye ait FTIR analiz grafiği

XRD Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 8. BC'ye ait XRD analiz grafiği (*Segal metodu, ** Curve Fitting metodu)

Analizler sonucunda, iki ana pik değeri belirlenmiştir. Bu pik değerleri BC ve MCC için sırasıyla; 14.29°, 22.5° ve 14.93°, 22.68° olarak bulunmuştur. Kristalinitesi ise BC ve MCC için sırasıyla; Segal metodunda % 71 ve % 76, Curve fitting metodunda ise % 66 ve % 80 değerini vermiştir (Şekil 8). Bulunan değerler Çizelge 3'deki değerler ile karşılaştırıldığında birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Selüloza ait kristalinite değerleri

Test Örneği	Kristalinite (%)	Kaynak
Pamuk	78	(Terinte et al., 2011)
BC	82	(Keshk, 2014)
BC	75	(Grande et al., 2009)
MCC	77	(Keshk, 2014)

Öneriler

Deneyler sonucunda değerlendirilen numunelerin yaş ağırlıkları 7,44 g 9,26 g olarak belirlendi. Tam kuru ağırlıkları (dondurularak kurutulmuş) ise 0,081 g ve 0,084 g olarak ölçülmüştür. Verim ise sırasıyla 0,81 g/l ve 0,84 g/l olarak bulunmuştur. Su tutma kapasitesi ise % 9085 ve % 10923 olarak belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, tam kuru ağırlıklarının 91 – 109 katı kadar su tutabilmektedir. SEM analizi sonuçlarına göre fibril çapları ortalama 20 nm – 75 nm olarak ölçülmüştür. Bu değerler nanoselüloz eldesi bakımından uygun bulunmuştur. Bakteriyel selülozun; FTIR, XRD, TGA analizi sonucunda MCC ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen selüloz bu özellikleri sayesinde; gıda, kozmetik, ilaç, kağıt ve kompozit yapımında hammadde ve dolgu maddesi olarak kullanılabilir.

Semboller

BC	: Bakteriyel Selüloz
MCC	: Mikrokristalin Selüloz
HS	: Hestrin-Schramm
SK	: Stok Kültür
SEM	: Scanning Electron Microscopy
FTIR	: Fourier Transform Infrared Spectroscopy
XRD	: X-ray Diffraction
TGA	: Thermogravimetric Analysis
nm	: Nanometre
mg	: Miligram

Teşekkür

Bu çalışmada, TÜBİTAK'a 2209 no'lu destek kapsamında, deney numunesinin hazırlanmasındaki yardımları için Dr. Esra Erbaş Kızıldaş (University of Maine) ve laboratuvar imkânlarının sağlanmasındaki yardımları için Doç. Dr. Hüseyin Sivrikaya ile Doç. Dr. Ayben Kılıç Pekgözlü'ye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ateş E, Aztekin K. 2011. Parçacık ve fiber takviyeli polimer kompozitlerin yoğunluk ve basma dayanımı özellikleri, *J. Fac. Eng. Arch. Gazi University*, Vol 26, No 2, 479-486.
- Bungay HR, Serafica GC. 2000. Production of Microbial Cellulose. US Patent Number: 6,071,727.
- Castro C, Zuluaga R, Álvarez C, Putaux JL, Gloria Caro G, Rojas OJ, Mondragon I, Ganán P. 2012. Bacterial cellulose produced by a new acid-resistant strain of *Gluconacetobacter* Genus, *Carbohydrate Polymers*, 89 (4): 1033-1037.
- Castro C, Zuluaga R, Putaux JL, Caroa G, Mondragon I, Ganán P, 2011. Structural characterization of bacterial cellulose produced by *Gluconacetobacter swingsii* sp. from Colombian agroindustrial wastes, *Carbohydrate Polymers*, Volume 84, Issue 1, 11 February, Pages 96–102.
- Cheng KC, Catchmark JM, Demirci A. 2009. Enhanced production of bacterial cellulose by using a biofilm reactor and its material property analysis, *Journal of Biological Engineering*, 3 (12), doi:10.1186/1754-1611-3-12.
- Fabio P. Gomes, Nuno H.C.S. Silva, Eliane Trovatti, Luisa S. Serafim, Maria F. Duarte, Armando J.D. Silvestre, Carlos Pascoal Neto, Carmen S.R. Freire. 2013. Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter sacchari* using dry olive mill residue, *Biomass and Bioenergy*, 55, 205-211.
- Fu L, Zhang J, Yang G. 2013. Present status and applications of bacterial cellulose-based materials for skin tissue repair, *Carbohydrate Polymers*, 92: 1432– 1442.
- Gama M, Gatenholm P, Klemm D. 2013. Bacterial NanoCellulose A Sophisticated Multifunctional Material, CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742, International Standard Book Number-13: 978-1-4398-6992-5 (eBook - PDF).
- Goh WN, Rosma A, Kaur B, Fazilah A, Karim AA, Bhat R. 2012. Microstructure and physical properties of microbial cellulose produced during fermentation of black tea broth (Kombucha). II., *International Food Research Journal* 19(1): 153-158.
- Grande CJ, Torres FG, Gomez CM, Troncoso OP, Ferrer JC, Pastor JM. 2009. Development of self-assembled bacterial cellulose–starch nanocomposites, *Materials Science and Engineering C*, 29: 1098–1104.
- Halib N, Amin MCIM, Ahmad I. 2012. Physicochemical Properties and Characterization of Nata de Coco from Local Food Industries as a Source of Cellulose, *Sains Malaysiana*, 41(2): 205–211.
- Hestrin S, Schramm M. (1954). Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. 2. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose *Biochem. J.* (1954) 58 (345–352)
- Hu W, Chen S, Yang J, Li Z, Wang H, 2014. Functionalized bacterial cellulose derivatives and nanocomposites, *Carbohydrate Polymers*, 10: 1043–1060.
- Hungund BS, Gupta SG. 2010. Improved Production of Bacterial Cellulose From *Gluconacetobacter persimmonis* GH-2, *Journal of Microbial & Biochemical Technology*, Volume 2(5): 127-133.

- Ibbett R, Domvoglou D, Phillips DAS. 2008. The Hydrolysis and Recrystallisation of Lyocell and Comparative Cellulosic Fibres in Solutions of Mineral Acid, *Cellulose*, 15: 241-254.
- Ioelovich M. 2013. Nanoparticles of amorphous cellulose and their properties, *American Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 1(1): 41-45.
- Jonas R and Farah LF. (1998). Production and application of microbial cellulose. *Polymer Degrad Stabil*, 59, 101–106.
- Keshk SMAS. 2014. Vitamin C enhances bacterial cellulose production in *Gluconacetobacter xylinus*, *Carbohydrate Polymers*, 99, 98– 100.
- Liang HW, Guan QF, Zhu-Zhu, Song LT, Yao HB, Lei X, Yu SH. 2012. Highly conductive and stretchable conductors fabricated from bacterial cellulose, *NPG Asia Materials*, 4, e19; doi:10.1038/am.2012.34.
- Moon RJ, Martini A, Nairn J, Simonsen J, Youngblood J. 2011. Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites, *Chem. Soc. Rev.*, 40: 3941–3994.
- Olsson R.T, Samir A, Salazar-Alvarez G, Belova L, Ström V, Berglund L.A., Ikkala O, Nogués J, Gedde U.W. 2010, Making Flexible Magnetic Aerogels and Stiff Magnetic Nanopaper Using Cellulose Nanofibrils as Templates, *Nature Nanotechnology*, Vol 5, 584-588.
- Putra A, Kakugo A, Furukawa H, Gong J.P. 2009. Orientated Bacterial Cellulose Culture Controlled by Liquid Substrate of Silicone Oil with Different Viscosity and Thickness, *Polymer Journal*, Vol. 41, No. 9, pp. 764–770.
- Svensson A, Nicklasson E, Harrah T, Panilaitis B, Kaplan DL, Brittberg M, Gatenholm P. 2005. Bacterial cellulose as a potential scaffold for tissue engineering of cartilage, *Biomaterials*, 26: 419–431.
- Terinte N, Ibbett R, Schuster KC. 2011. Overview on native cellulose and microcrystalline cellulose I structure studied by x – ray diffraction (WAXD): comparison between measurement techniques, *Lenzinger Berichte*, 89: 118-131.
- Vandamme, E.J., Baets, D.S., Vanbaelen, Joris, K. and Wulf DP. 1998. Improved Production of Bacterial Cellulose and Its Application Potential, *Polymer Degradation and Stability*, 59: 93-99.
- Wan YZ, Huang Y, Yuan CD, Raman S, Zhu Y, Jiang HJ, He F, Gao C. 2007. Biomimetic synthesis of hydroxyapatite/bacterial cellulose nanocomposites for biomedical applications, *Materials Science and Engineering C*, 27: 855–864.
- Watanabe K, Tabuchi M, Ishikawa A, Takemura H, Tsuchida T, Morinaga Y, Yoshinaga F. 1998. *Acetobacter xylinum* mutant with high cellulose productivity and an ordered structure. *Biosci Biotech Bioch*, 62 (7): 1290– 1292.
- Yamanaka S, Ishihara M, Sugiyama J. 2000. Structural modification of bacterial cellulose, *Cellulose*, 7 (3), 213–225.



Karaçam (*Pinus nigra* A.) Kerestesinde Eğilme Özelliklerinin Stres Dalga Yöntemiyle Belirlenmesi

Ergün GÜNTEKİN¹, Zübeyde BÜLBÜL

Özet

Bu çalışmada karaçam (*Pinus nigra* A.) kerestesinde eğilme özellikleri stres dalga yöntemi kullanılarak tahmin edilmiş ve statik eğilme testleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, kerestelerin yoğunluk, rutubet ve ebatları MTG kereste sınıflandırma cihazına girilerek dinamik elastikiyet modülü (E_{dyn}) değerleri okunmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında ise kerestelere üç nokta eğilme testleri uygulanmıştır. Statik elastikiyet modülü (E_{stat}) ve eğilme direnç (E_D) değerleri eğilme testlerinden elde edilen yük – deformasyon eğrileri yardımıyla hesaplanmıştır. Regresyon modelleri kullanılarak E_{dyn} ile eğilme özellikleri arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Çalışma sonuçlarına göre E_{dyn} ile E_{stat} arasında elde edilen regresyon katsayısı 0.74 bulunurken E_{dyn} ile E_D ve E_{stat} ile E_D arasında elde edilen regresyon katsayıları sırasıyla 0.42 ve 0.53 olmuştur. Çalışma sonuçlarına göre Karaçam kerestesinde elastikiyet modülü stres dalga yöntemiyle tahmin edilebilir ancak eğilme direnci için daha fazla teste ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karaçam, Eğilme özellikleri, Stres dalga

Determination of Bending Properties for Black Pine (*Pinus nigra* A.) Lumber using Stress Wave Method

Abstract

In this study; bending properties of Black pine wood (*Pinus nigra* A.) were predicted using stress – wave method and compared with static bending tests. By using the density, moisture, and dimensions of the samples in MTG Timber Grader device, dynamic modulus of elasticity values were determined. And then, samples were subjected to 3 point bending test. Modulus of elasticity and bending strengths were calculated using load – deformation curves. Regression models were developed to interpret relationships between dynamic modulus elasticity and bending properties. Results showed that there is a high regression coefficient 0.74 between dynamic modulus of elasticity and static modulus of elasticity. Regression coefficient between dynamic modulus of elasticity and static bending strength was measured as 0.42 and regression coefficient between static modulus of elasticity and static bending strength was measured as 0.53. Results indicate that modulus of elasticity for Black pine lumber can be predicted using stress wave method, but more tests should be conducted in order to interpret bending strength.

Key Words: Black pine, Bending properties, Stress wave

Giriş

Ahşabın malzemelerin mekanik özellikleri ile elastikiyet modülü arasında doğrusal bir ilişki olduğu için direnç özellikleri elastikiyet modülü kullanılarak tahmin edilebilmektedir. Elastikiyet modülü, statik veya tahribatsız yöntemler kullanılarak tahmin edilebilmektedir.

Tahribatsız muayene (TM) bir malzeme özelliğinin kullanım yerindeki niteliğini bozmadan değerlendirilmesi olarak tanımlanabilir (Ross ve ark., 1998). Yük taşıyan elemanlar için kullanılan en eski tahribatsız muayene yöntemi gözle yapılan sınıflandırmadır (Bucur, 2006). 1960’larda ortaya çıkan ve ticari olarak kullanılan makine ile sınıflandırma günümüzde hala kullanılmaktadır (Galligan ve McDonald 2000). Son yıllarda geliştirilen teçhizatlar tahribatsız muayene alanında yapılan çalışmaları da yansıtmaya başlamıştır.

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta

Vibrasyon ve ultrasonik dalga hızı elastikiyet modülü tahmininde öne çıkan teknikler olmuştur. Ultrasonik dalga hızının diğer tekniklere göre pratik kullanımı açısından avantajları bulunmaktadır (Esteban ve ark., 2009).

Stres-dalga-esaslı tahribatsız muayene yöntemlerini kullanarak ahşap malzemelerin mekanik özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmaların sayısı son yıllarda artmıştır. Bu yöntemlerin ahşap esaslı malzemelerin mekanik özelliklerinin tahmininde iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Ultrasonik dalga yayılım yöntemi dikili ağaçlarda kusur tespitinde (Najafi ve ark., 2009) başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Tomruklarda stres-dalga-esaslı elastikiyet modülü ile bu tomruklardan kesilen kerestelerdeki statik elastikiyet modülü arasındaki ilişki stres dalda yöntemi kullanılarak araştırılmış ve korelasyon katsayısının 0.44 ile 0.89 arasında değiştiği bulunmuştur (Ross ve ark., 1997). Wang ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada stres-dalga-hızı ve dikili ağaçlardaki dinamik elastikiyet modülü ile küçük örneklerin mekanik özellikleri arasındaki korelasyon katsayısının 0.63 ile 0.91 arasında olabileceği görülmüştür. Stres-dalga esaslı yöntemler ayrıca LVL, tabakalı kereste, yongalevha gibi ahşap esaslı kompozit malzemelerin elastikiyet özelliklerinin bulunmasında kullanılmış ve yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir (Esteban ve ark., 2009).

Stres-dalga yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar Ross ve Pellerin (1994) tarafından özetlenmiştir. Bu çalışmaya göre küçük ve kusursuz örneklerde statik ve dinamik elastikiyet modülü arasındaki korelasyon katsayısı 0.87 ile 0.99 arasında değişmektedir. Statik ile dinamik elastikiyet modülü arasındaki korelasyon katsayısının küçük örneklerde yüksek olduğu Divos ve Tanaka (2005) tarafından da onaylanmıştır.

Dünya üzerinde geniş doğal yayılışını yaptığı ülkemizde karaçam, 1.396.511 ha iyi koru, 807.870 ha bozuk koru olmak üzere toplam 2.204.381 hektarlık yayılış alanı ile Kızılçam'dan sonra en geniş doğal yayılış alanına sahip ikinci türdür (Alptekin, 1986). Çok geniş bir kullanım alanı olan karaçam odunu en çok inşaat kerestesi ve doğrama yapımında değerlendirilmektedir. Türkiye'de kereste üreten işletmelerde sınıflandırma işlemleri objektif olmayan görsel sınıflandırmaya dayanmaktadır. Ancak yapısal amaçlı kullanılacak kerestelerin objektif olarak değerlendirecek bir yöntem ihtiyacı duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı karaçam kerestesinin eğilme özelliklerini stres-dalga yöntemiyle tahmin etmektir.

Materyal ve Yöntem

Piyasadan rastgele temin edilen toplam 116 adet test örneğinin genişliği 100 ± 5 mm, kalınlığı yaklaşık 40 ± 2 mm, boyu ise 300 ± 5 cm'dir. Keresteler ilk önce, TS EN 1611-1 (2002) standardına referans alınarak görünüş özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Ağırlıkları tartılan örneklerin yoğunlukları hesaplanmış daha sonra elektrik-direnç tipi bir rutubet ölçer yardımıyla rutubet miktarları belirlenmiştir. MTG kereste sınıflandırma cihazında (Şekil 1) yukarıda ölçülen değerler (yoğunluk, rutubet, ebatlar) girilerek örneklerin E_{dyn} değerleri elde edilmiştir. Kereste örnekleri son olarak ASTM D 198 (2003) standardına göre 3 nokta eğilme testine (Şekil 2) tabi tutularak eğilmede elastikiyet modülü (E_{stat}) ve eğilme dirençleri (E_D) hesaplanmıştır. Eğilme testlerinde örneğin yaklaşık 90 saniye (± 10) içerisinde kırılması sağlanmıştır. Örneklerde E_D değerleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$E_D = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Burada;

E_D = Eğilme direnci (N/mm²),

P = Kırılma anında elde edilen maksimum kuvvet (N),

L = Mesnetler arası mesafe (mm),

h = Örnek yüksekliği (mm),

b = Örnek genişliği (mm).

E_{stat} değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

$$E_{stat} = \frac{\Delta F x L^3}{\Delta d x 4 x b x h^3}$$

Burada;

E_{stat} = Eğilmede elastikiyet modülü, (N/mm²),

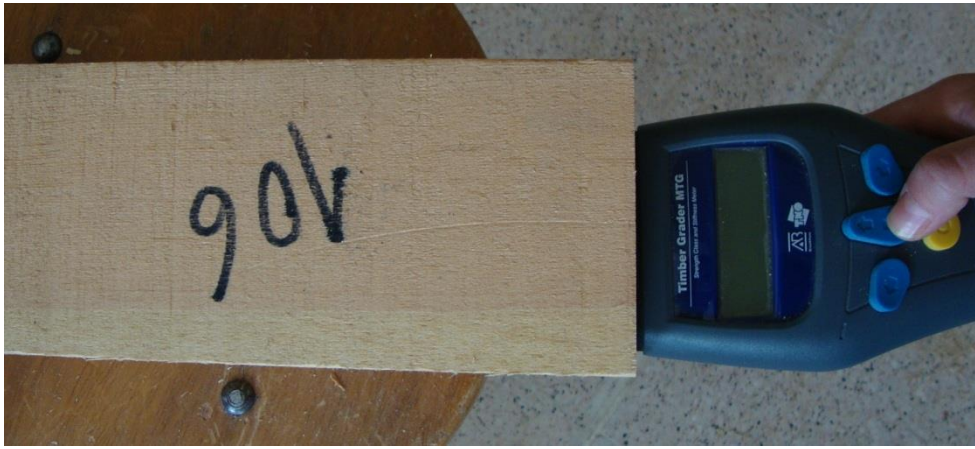
ΔF = Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N), (F2-F1),

L = Mesnetler arası mesafe (mm),

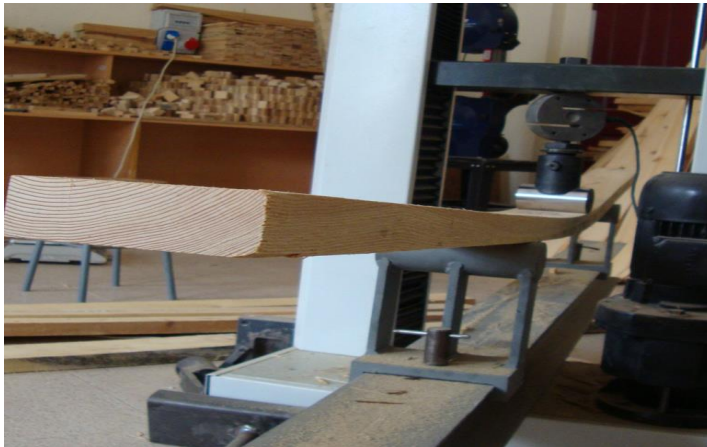
b = Örnek genişliği (mm),

h = Örnek yüksekliği (mm),

Δd = (F2-F1) Kuvvet artışı nedeni ile test örneği uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artışı (mm)' dir.



Şekil 1. MTG cihazı ile E_{dyn} ölçümü



Şekil 2. Kerestelere uygulanan üç nokta eğilme testi

Elde edilen E_{dyn} , E_{stat} , E_D değerleri bir istatistik programı yardımıyla analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan kerestelerin ortalama yoğunluk (d), rutubet (R), E_{dyn} , E_{stat} , ve E_D değerleri Çizelge 1.' de gösterilmiştir. Kerestelerin yoğunluğu 0.29 ile 0.71 g/cm³ arasında değişmektedir, ortalama yoğunluk 0.52 g/cm³ ve varyasyon katsayısı %15.70'tir. Kerestelerde rutubet miktarı ise %9.3 ile %25.8 arasında değişmektedir, ortalama rutubet miktarı % 14.43 ve varyasyon katsayısı %18.09'dur. Görsel olarak sınıflandırılan kerestelerin 34 adedi 1. Sınıf, 55 adedi 2. Sınıf ve 26 adedi ise 3. Sınıftır. Çalışmada ölçülen parametrelerin varyasyon katsayılarının yüksek olması kerestelerde öz odun ve budak vb. kusurlar ihtiva etmesinden kaynaklanıyor olabilir. Çalışma sonuçları görsel kalite sınıfı yüksek olan kerestelerde E_{dyn} ve E_{stat} değerlerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. E_{stat} üzerinde özellikle budakların yeri ve büyüklüğü önemlidir (Ross, 2010).

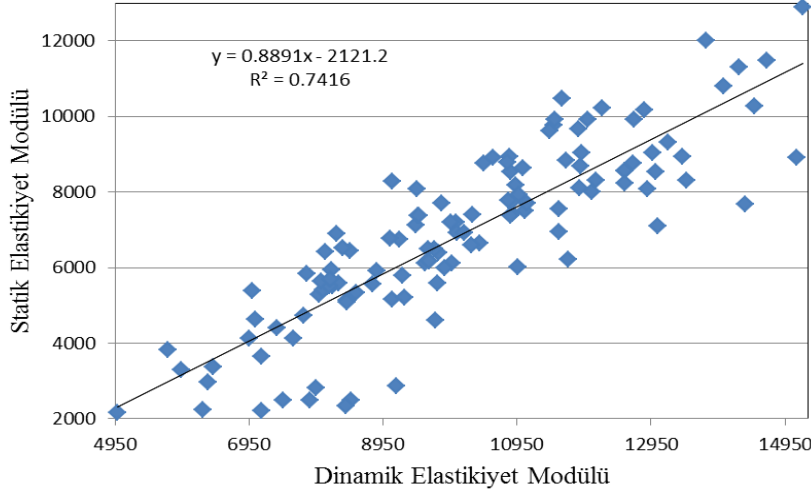
Çizelge 1. Çalışmada kullanılan kerestelerin ortalama yoğunluk (d), rutubet (R), E_{dyn} , E_{stat} , ve E_D değerleri

Özellikler	Örnek Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Varyasyon Katsayısı (%)
R (%)	116	14.43	25.8	9.3	18.09
d (g / cm ³)	116	0.52	0.71	0.29	15.70
E_{dyn} (N/mm ²)	116	10076	15221	4978	21.47
E_{stat} (N/mm ²)	116	7156	12879	3288	27.66
E_D (N/mm ²)	116	67	107	35	29.25

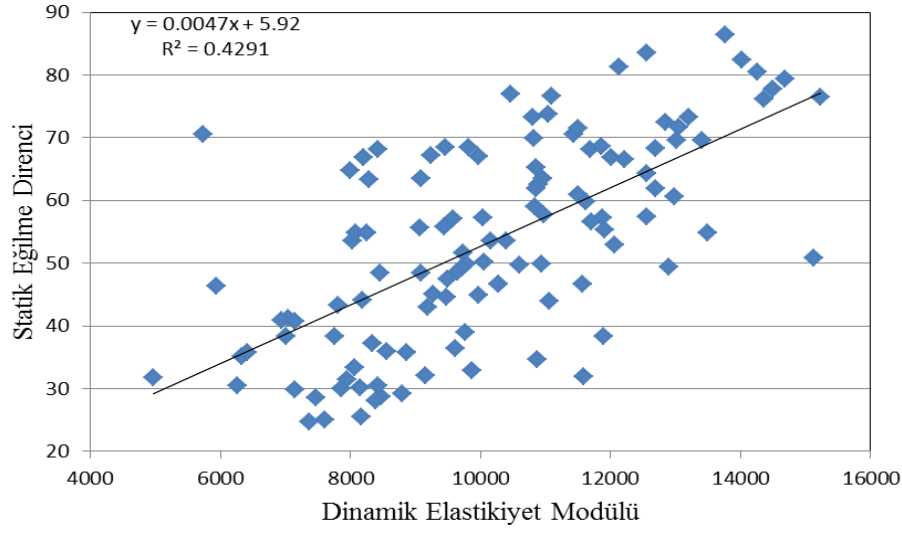
Kerestelerde MTG Timber Grader cihazı ile yapılan ölçümlerde E_{dyn} değerleri 4978-15221 N/mm² arasında değişmekte ve ortalama 10076 N/mm² olarak okunmuştur. E_{stat} değerleri ise 3288-12879 N/mm² arasında değişmekte ve ortalama değeri 7156 N/mm² olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre MTG kereste sınıflandırma cihazı ile yapılan ölçümlerde E_{dyn} değerleri statik yöntemlerle elde edilen E_{stat} değerlerinden genel olarak daha yüksektir. Bunun nedeni statik testlerde yapılan hesaplamalarda kesme gerilmelerinden dolayı oluşan deformasyon gösterilebilir (Teles ve ark., 2011; Passialis ve Adamopoulos, 2002; Barrett ve ark., 2008). Dinamik elastikiyet modülü kesmeden kaynaklanan deformasyonları içermez (Barrett ve ark., 2008).

MTG cihazı ile yapılan ölçümlerde dinamik E_{dyn} ve E_{stat} arasındaki regresyon katsayısı 0.74 olarak bulunmuştur. E_{dyn} ve E_{stat} değerleri arasındaki ilişki Şekil 3' te gösterilmiştir. Bu çalışmada E_{dyn} ile E_D arasındaki regresyon katsayısı 0.42 olarak bulunmuştur. E_{dyn} ile E_D arasındaki ilişki Şekil 4' te gösterilmektedir. E_{stat} ve E_D arasındaki regresyon katsayısı 0,53 olarak bulunmuş ve Şekil 5' te gösterilmiştir.

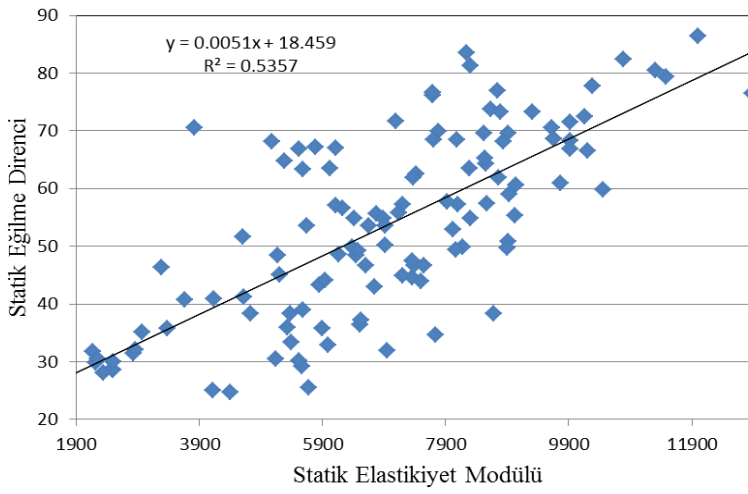
Karaçam kerestesinin E_{stat} ve E_D arasındaki regresyon katsayısı 0.5'in üzerindedir, fakat çok kuvvetli bir ilişki söz konusu değildir. Bu sonucun sebebi kullanılan Karaçam kerestelerinin kalite özelliklerinin (görsel sınıf) düşük olmasına bağlanabilir.



Şekil 3. Karaçam kerestelerinde E_{dyn} ve E_{stat} arasındaki ilişki



Şekil 4. Karaçam kerestelerinde E_{dyn} ile E_D arasındaki ilişki



Şekil 5. Karaçam kerestelerinde E_{stat} ve E_D arasındaki ilişki

Tahribatsız muayene çalışmalarında regresyon katsayıları kullanılan test metoduna, test edilen türe, rutubete, örnek tipine, ölçülerine, vb. parametrelere bağlı olarak değişebilmektedir. Ross ve Pellerin (1994) e göre regresyon katsayıları küçük ve kusursuz örneklerde 0.98, kerestede ise 0.88'e kadar çıkabilmektedir. Divos ve Tanaka'da (2005) kusursuz örneklerde E_{stat} ile E_{dyn} arasındaki regresyon katsayısının 0.9 ile 0.96 arasında olduğunu belirtmiştir. Biechele ve ark. (2010) ladin kerestesinde stres dalga ve vibrasyon yöntemleri kullanarak 0.8 ve 0.97 regresyon katsayısına ulaşmışlardır. Teles ve ark. (2011) stres dalga ve vibrasyon yöntemleri kullanarak yaptığı çalışmalarda tropik ağaç türü kerestelerinde E_{stat} ile E_{dyn} arasındaki regresyon katsayısının 0.84 ile 0.94 arasında değiştiğini bulmuştur. Ravenshorst ve van de Kuilen (2006) 30 farklı sert ağaç türünde yapılan tahribatlı ve tahribatsız testlerde E_{stat} ile E_{dyn} arasında 0.85, E_D ile E_{dyn} arasındaki 0.62 regresyon katsayılarına ulaşmıştır. Krzosek vd. (2008) Polonya'da yetişmiş çam türlerinde yapısal amaçlı kerestelerde yaptıkları çalışmalarda E_{stat} ile E_{dyn} arasındaki regresyon katsayısının 0.84 olduğunu bulmuştur. Güntekin ve ark. (2013) tarafından kızılçam kerestelerinde stres dalga yöntemiyle yapılan çalışmada E_{dyn} ile E_{stat} arasındaki regresyon katsayısı 0.84, E_{dyn} ile E_D arasındaki regresyon katsayısı ise 0.69 bulunmuştur. Aynı çalışmada kereste görsel sınıflarının E_{dyn} üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür. Güntekin ve ark. (2014) tarafından 1. Sınıf kayın kerestelerinde yapılan eğilme testlerinde E_{dyn} ile E_{stat} arasındaki regresyon katsayısı 0.86, E_{dyn} ile E_D arasındaki regresyon katsayısı ise 0.72 bulunmuştur.

Eğilme özelliklerinden E_{stat} değerleri karaçam kerestesinde MTG ile tahmin edilebilir, ancak E_D değerlerinin tahmin edilebilmesi için daha fazla örnek test edilmesine veya tahmin için yoğunluk, kusurlar vb. gibi parametrelerin modelde kullanılması gerekmektedir.

Sonuç

Toplam 116 adet karaçam kerestesinde eğilme özellikleri stres dalga yöntemi ve üç nokta eğilme testi ile incelenmiştir. Kerestelerin E_{dyn} değerleri MTG kereste sınıflandırma cihazı kullanılarak elde edilmiştir. E_{dyn} ile eğilme özellikleri arasındaki ilişkiler doğrusal regresyon modelleri kullanılarak belirlenmiştir. Karaçam kerestelerinde E_{stat} değerleri E_{dyn} ile tahmin edildiğinde regresyon katsayısı 0.74 bulunmuştur. E_{dyn} ve E_{stat} değerleri ile E_D tahmininde regresyon katsayıları sırasıyla 0.42 ve 0.53 bulunmuştur. Bu katsayıların düşük olmasının sebebi kerestelerdeki budak ve çatlak gibi kusurlar olabilir. Çalışma sonuçlarına göre karaçam kerestesinde E_{dyn} , E_{stat} için iyi bir tahmin parametresi olarak kabul edilebilir. E_{dyn} kullanarak E_D tahmini için daha fazla veriye veya daha fazla parametreye ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Alptekin C Ü, 1986. Karaçam'ın (*Pinus nigra ssp. pallasiana* Lamb. Holmboe) Coğrafik Varyasyonları, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), 170 s., İstanbul.
- ASTM D 198. 2003. Standard test methods of static tests of lumber in structural sizes. Annual Book of ASTM Standards," West Conshohocken, PA, USA.
- Barrett J D, Lam F and Chen Y. 2008. Comparison of machine grading methods for Canadian hemlock, In: Proceedings of 10th WCTE Miyazaki, Japan.
- Biechele T, Chui Y H and Gong M. 2010. Assessing stiffness on finger-jointed timber with different non-destructive testing techniques, In: The Future of Quality Control for Wood & Wood Products, 4-7th May 2010, The Final Conference of COST Action E53, Edinburgh.
- Bucur V. 2006. Acoustics of Wood, Springer-Verlag, Berlin.

- Divós F and Tanaka T. 2005. Relation between static and dynamic modulus of elasticity of wood, *Acta Silv. Lign. Hung.* 1, 105-110.
- Esteban L G, Fernandez F G and de Palacios P. 2009. MOE prediction in *Abies pinsapo* Boiss. timber: Application of an artificial neural network using non-destructive testing, *Computers and Structures* 87, 1360-1365.
- Galligan W L and McDonald K A. 2000. Machine grading of lumber. Practical concerns for lumber producers, General Technical Report FPL-GTR-7, USDA Forest Service.
- Guntekin E, Emiroglu Z G and Yılmaz T. 2013. Prediction of bending properties for Turkish Red Pine Lumber using Stress Wave Method. *BioResources* 8(1): 231-237.
- Guntekin E, Ozkan S and Yılmaz T. 2014. Prediction of Bending Properties For Beech Lumber Using Stress Wave Method. *Maderas. Ciencia y tecnología* 16(1): 93-98,
- Krzosek S, Grzeskiewicz M and Bacher M. 2008. Mechanical properties of Polish – grown *Pinus sylvestris* L. Structural sawn timber, Conference COST E53, 29 – 30 October 2008, Delft, The Netherlands, pp. 253-260.
- Najafi S K, Shalbafan A and Ebrahimi G. 2009. Internal decay assessment in standing beech trees using ultrasonic velocity measurement, *Eur. J. Forest Res.* 128, 345-350.
- Passialis C and Adamopoulos S. 2002. A comparison of three NDT methods for determining the modulus of elasticity in flexure of fir and black locust small clear wood specimens, *Holz als Roh- und Werkstoff* 60, 323-324.
- Ravenshorst G J P and van de Kuilen J W G. 2006. An innovative species independent strength grading model, In: 9th World Conference in Timber Engineering. August 6-10, 2006.
- Ross, R (Ed.) 2010: *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. General Technical Report FPL-GTR 190, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI.
- Ross R J, Bradshaw B K and Pellerin R F. 1998. Nondestructive evaluation of wood, *Forest Products Journal*. 48, 14-19.
- Ross R J, McDonald K A, Green D W and Schad K C. 1997. Relationship between log and lumber modulus of elasticity, *Forest Products Journal* 47(2), 89-92.
- Ross R J and Pellerin R F. 1994. Nondestructive testing for assessing wood members in structures: A review, Gen. Tech. Rep. FPL- GTR-70 (Rev.), Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Teles R F, Del Menezzi C S, de Souza F and de Souza M R. 2011. Nondestructive evaluation of a tropical hardwood: Interrelationship between methods and physical-acoustical variables, *Ciência da Madeira, Pelotas* 2(1), 01-14.
- TS EN 1611-1. 2002. Biçilmiş yapacak odun (kereste)- İğne yapraklı (yumuşak) odunların görünüşlerine göre sınıflandırılması, Bölüm 1: Avrupa ladinleri, göknarları, çamları ve duglas göknarları.
- Wang X, Ross R J, McClellan M, Barbour R J, Erickson J R, Forsman J W and McGinnis G D. 2000. Strength and stiffness assessment of standing trees using a nondestructive stress wave technique. Research Paper FPL-RP-585, USDA Forest Service.



Mantar Yer Karoları

Nur Müge GÜNGÖR¹

Özet

Mantar yer karosu bir mantar ürünüdür. Mantar ise, mantar meşesinin kabuğuna verilen addır. Dünya mantar üretiminin çoğu Portekiz’de gerçekleştirilmektedir. Mantar ses, ısı ve nem yalıtıcı özellikleri nedeniyle mantar yer karoları üretiminde kullanılmaktadır. Mantar yer karolarının tanımı ve özellikleri TS EN 655 ve TS 6090 EN 12104 numaralı standartlarda belirtilmiştir. Mantar karoların üretimi ve teslimi bu standartlarda belirtilen esaslara göre yapılmaktadır. Piyasada mantar parke olarak anılan mantar yer karoları tek tabakalı ve iki tabakalı olmak üzere iki farklı yapıda üretilmektedir. Tek tabakalı mantar yer karosu yüksek basınç altında preslenmiş pres granül mantar levhadan ibarettir. İki tabakalı mantar yer karosu ise aynı özelliklerdeki taban üzerine mantar (veya ahşap) kesme kaplama tabakası yapıştırılarak üretilmektedir. Kaplama levha karoya görünüş güzelliği ve estetik kazandırmaktadır. Karoların yüzeylerinde polivinil klorür ve polivinil klorür modifikasyonlarından yapılmış bir aşınma tabakası bulunabilir veya bulunamaz ise yalnız cilalanarak kullanılır. Mantar karolar iyi bir ısı, ses ve nem yalıtımı sağlarlar. Döşemeye çıplak ayakla basıldığında sıcaklık hissi vererek rahat bir ortam oluştururlar. Higroskopik olmadıkları için ahşap parkelerdeki gibi çalışma olmaz. Kolay yanmazlar. Yandıkları zaman alev almazlar ve zehirli gaz çıkarmazlar. Mantar ve böceklere karşı dayanıklıdır. Antibakteriyel ve antistatiktirler. Bu özellikleri nedeniyle çocuk odaları ve çocuk oyun alanları için ideal bir döşeme malzemesi olarak kabul edilmektedirler.

Anahtar Kelimeler: Mantar, Mantar meşesi (*Quercus suber* L.), Mantar Yer Karosu

Cork Floor Tiles

Abstract

Cork floor tile is one of cork products. Cork is the name given to cork oak (*Quercus suber* L.) bark. Big amount of world cork production is implemented in Portugal. Cork is used in cork floor tile production by reasons of its voice, heat and moisture insulating properties. Definitions and properties of cork floor tiles are stated in TS EN 655 and TS 6090 EN 12104 numbered standards. Production and delivery of cork floor tiles are made according to essentials stated in these standards. Cork floor tiles mentioning as cork parquets in market are manufactured as two different structures as one layered or two layered products. One layered cork floor tile is composed of pressed granule cork panel. Two layered cork floor tile is manufactured by gluing cork (or wood) veneer layer to ground plate stated previously as one layered cork floor tile. Veneer sheet gives appearance excellence and aesthetic to tile. Wear layer can exist on tile surfaces made of polyvinyl chloride or polyvinyl chloride modifications. Tiles can be used after varnishing in case wear layer doesn't exist on the product. Cork floor tiles obtain perfect heat, voice and moisture isolation. Comfortable ambience exists as a natural consequence of warm feeling while walking on tiles with naked foot. Swelling doesn't occur in cork floor tiles due to its non- hygroscopic material property. Cork floor tiles are not be inflamed and burned easily. Also they don't exist poisonous gas and durable to fungus and insects. They can be stated as ideal floor covering materials for child rooms and child game areas due to their antibacterial and antistatic properties.

Key Words: Cork, Cork oak (*Quercus suber* L.), Cork Floor Tile

¹İ. Ü. Orman Fakültesi Ormanlık Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı, muge@istanbul.edu.tr

Giriş

İnternet ortamında mantar parkelerle (piyasada mantar parke olarak adlandırılan ürünler parke tanımına uygun değildir. İlgili standartlarda da açıklandığı gibi bunlar yer döşeme elemanıdır ve mantar yer karosu olarak tanımlanmaktadır) ilgili olarak; “Ekolojiktir. Yumuşaktır. Esnektir. Yüksek yürüme konforu, mükemmel ayak sesi ve akustik ses yalıtımı sağlar. Kolay temizlenir. Aşınmalara karşı çok dayanıklıdır.” gibi bir döşeme malzemesi için aranan özellikleri ifade eden yazılara çok sık rastlanmaktadır. Burada yazılanlar ne kadar doğrudur? Mantar ürünlerinin özellikleri ürünün yapıldığı hammadde mantarın yapısında bulunan özelliklerden kaynaklanmaktadır. Bu durumda mantar nedir? Ne gibi özelliklere sahiptir? Bu yazıda önce mantarın tanımı yapılmış, özellikleri kısaca açıklanmıştır. Sonra, uygun özellikleri nedeniyle yer döşeme malzemeleri içerisinde gittikçe artan oranlarda kullanılan ve kullanım oranları hızlı bir şekilde yükselen mantar yer karolarının yapısı, çeşitleri ve özellikleri hakkında inceleme, gözlem ve literatür bilgileri özetlenmiştir.

Mantar Nedir?

Mantar, Batı Akdeniz Havzasının karakteristik bir ağacı olan mantar meşesi (*Quercus suber* L.)’nin dış kabuğuna verilen addır (Şekil 1). Yenilenebilen bir hammadde olup, endüstriyel olarak pek çok kullanım yeri vardır. Doğal yayılış gösterdiği ülkeler İspanya, Portekiz, İtalya, Fransa, Fas, Cezayir ve Tunus’tur. Bu ülkeler arasında en fazla bulunduğu ülke Portekiz’dir. Ülkemizde de Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerde başarılı mantar meşesi yetiştirme denemeleri yapılmıştır (Cengiz, 1987; Özsüt, 2008; Alma ve Şen, 2009).



Şekil 1. Mantar meşesi ağacından kabuk soyma ve tıpa üretiminde kullanılan kabuk parçaları (Anonim, 2015)

Mantarın Özellikleri

Mantarın özellikleri hakkında birçok kaynakta ayrıntılı açıklamalar yapılmıştır (Bozkurt ve Göker, 1981; Oliveira ve Oliveira, 2000; Remmert ve ark., 2006; Özsüt, 2008; Kantay ve Güngör, 2012; Amorim, 2015; Wicanders, 2015). Bunların tamamı aynı içerikte olup, bu özellikleri aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

Sesi ve ısıyı kötü iletir. Hafif, yumuşak ve esnektir. Nemi ve havayı geçirmez. İşlenmesi kolaydır. Yüzey işlemleri için uygundur. Kokusuzdur. Alerjik değildir. Kolay yanmaz, yandığı zaman alev almaz ve zehirli gaz çıkarmaz. Böceklerle ve mantarlara karşı dayanıklıdır. Kullanıldığı yerde kolay çürümez. Antibakteriyeldir. Sağlığa zararlı veya kanserojen hiçbir madde içermez.

Bu özellikler mantarın hücre yapısından kaynaklanmaktadır. Mantar hücreleri çok köşeli (14 köşeli) ve çok yüzlü bir yapıya sahiptir (Şekil 2). Hücrelerin uçları kapalı ve üstleri suberin maddesi ile kaplanmıştır. Hücre içi sıkıştırıldığında kaçmayan hava (veya gaz) ile

doludur. Mantarın 1 cm³'ünde yaklaşık 40 milyon hücre bulunmaktadır. Bu nedenle çok elastik ve hafiftir. Bir metreküpünün ağırlığı (yoğunluğu) 150 ile 250 kg arasında değişmektedir (Oliveira ve Oliveira, 2000; Kantay ve Güngör, 2012).



12

Şekil 2. Mantar Meşesi: 1) kabuk ve granül (Amorim, 2015), 2) hücre yapısı (Oliveira ve Oliveira, 2000)

Mantar Üretimi

Mantar meşesi ağaçlarında mantar hasadına ağacın göğüs yüksekliğindeki çapının 25cm'yi bulması ve çevresinin 70-75 cm'ye ulaşması halinde başlanabilmektedir. Hasada başlama yaşı ise ağacın gelişmesine bağlı olarak değişmektedir. Hasat yaz aylarında yapılmaktadır. Soyma işlemi ağacın yaşı, büyüklüğü, yetiştirme yeri, yükseklik, iklim şartlarına göre 8 ile 12 yıl arasında değişmekle beraber genellikle 9-10 yıllık periyotlarla yapılmaktadır. En iyi kalitede tıpalık mantar üçüncü ve daha sonraki soyma periyotlarında elde edilmektedir. Mantar üretimi 9 yıllık periyotlar ile ağacın 150 (ve hatta 200) yaşına kadar verimli bir şekilde devam etmektedir (Bozkurt ve Göker, 1981; Oliveira ve Oliveira, 2000, Alma ve Şen, 2001; Özsüt, 2008; Kantay ve Güngör, 2012).

Granül Mantar Bloklarının Üretimi

İyi kalite mantar, tıpa üretiminde ve mantar kesme kaplama levha üretiminde kullanılırken, şişe mantarı artıkları ve porozitesi yüksek kötü kalite mantar plakalar granül mantar bloklarının üretiminde kullanılır. Bunlar çeşitli büyüklüklerde öğütülerek mantar granülleri elde edilir. Granüller tane büyüklüklerine göre tasnif edilir. Mantar unundan başlayarak çapları 22,5 mm'ye kadar olan bütün parçalar izolasyon levhası ve yer döşeme malzemesi üretiminde kullanılmaktadır (Remmert ve ark., 2006).

Üretilecek yer döşeme malzemesinin görünüşü dikkate alınarak farklı tane büyüklüğündeki granüllerin dozajı ayarlanır ve bir mikser içerisine atılarak bağlayıcı ile karıştırılır. Bağlayıcı olarak doğal reçineler veya sentetik reçineler kullanılmaktadır. Uygulamada genellikle sentetik reçinelerden poliüretan, üreformaldehid veya fenolformaldehit reçinesi kullanılmaktadır (Kantay ve Güngör, 2012). Kullanım amacına bağlı olarak bağlayıcı kullanılmadan blok üretimi de yapılabilmektedir.

Bağlayıcı ile karıştırılmış olan mantar granülleri çelik kalıplar içerisinde hidrolik (veya mekanik) olarak sıkıştırılır. Pres basıncı istenilen yoğunluk esas alınarak ayarlanır. Böylece, yaklaşık olarak 80-90°C'de iki gün süre ile pişirilir. Bu şekilde elde edilen bloklar soğutulduktan sonra levha kesme makinelerinde belli kalınlıklarda levhalara kesilmektedir. Yer döşeme malzemesi olarak kullanılacak olan bu levhalar yaklaşık olarak 6-8 hafta kadar depo edilerek dinlendirilmektedir. Esas itibarıyla yer döşeme malzemelerinin ölçülerinin yeterliliği bu dinlenme fazına bağlıdır (Remmert ve ark., 2006). Mantar blokların üretilmesinde dekoratif görünüş elde etmek için mantar granüller yerine mantar plakalardan

kesilen parçalar kullanılmaktadır. Parçalar öngörülen görünüş güzelliğini sağlayacak şekilde el ile veya makine ile yerleştirilebilmektedir.

Mantar Yer Karoları

Piyasada mantar parke olarak anılan mantar yer karoları tek tabakalı ve iki tabakalı olmak üzere iki farklı yapıda üretilmektedir. Tek tabakalı mantar yer karosu yüksek basınç altında preslenmiş pres granül mantar levhaların uygun olanlarından farklı boyutlarda kesilerek elde edilmektedir. Levhanın kalitesi esas itibariyle malzemenin yoğunluğuna bağlıdır. Pres granül mantar ne kadar sıkı (yoğun) ise ondan üretilen mantar yer karosunun aşınma direnci o kadar yüksektir. İki tabakalı mantar yer karosu ise aynı özelliklerdeki pres granül mantar levha üzerine ince bir mantar kaplama levha yapıştırılarak üretilmektedir. Mantar kaplama levhaları tıpkı ahşap kesme kaplama levhaları gibi, iyi kalite mantar plakalardan 1 mm'nin altındaki kalınlıklarda kesilerek üretilmektedir. İki tabakalı mantar karolarda üst tabaka olarak yapıştırılan mantar kesme kaplama levhaları çok farklı desenleri ile parkeye görünüş güzelliği ve estetik kazandırmaktadır. Tek tabakalı mantar yer karosuna uygulamada *masif mantar yer karosu* denmektedir. Bunların yüzeylerinde görünüş güzelliği sağlamak için üretici firmalar tarafından değişik olanaklar sunulmaktadır (Kantay ve Güngör, 2012).

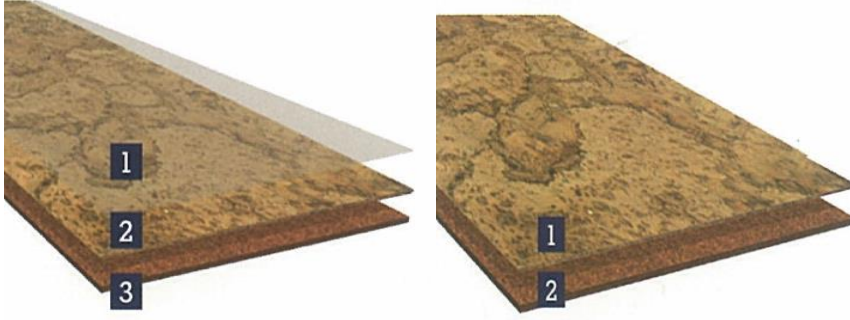
Mantar Yer Karoları İle İlgili Standartlar

Mantar yer karolarının tanımı ve özellikleri TS EN 655 (1999) ve TS 6090 EN 12104 (2002) sayılı standartlarda belirtilmiştir. Mantar karoların üretimi ve teslimi bu standartlarda belirtilen esaslara göre yapılmaktadır (Remmert ve ark., 2006; Kantay ve Güngör, 2012).

TS EN 655 (1999) numaralı standart *Elastik Yer Döşemeleri-Polivinil Klorür (PVC) Karolar-Aglomera Mantar Tabanlı-Özellikler* adı altında yayımlanmıştır. Bu standartta mantar karoya polivinil klorür aşınma tabakalı aglomeralı mantar adı verilerek “ana bileşeni agromeralı mantar, aşınma tabakası ise homojen bir polivinil klorür (PVC) olan yer döşemesidir” şeklinde tanımlanmış ve aşınma tabakasının altında dekoratif amaçlarla mantar veya ahşap kaplama levhaların kullanılabilceği belirtilmiştir.

Standartta tanımlanan mantar karonun toplam kalınlığı (PVC + aglomera mantar tabakası + taban) kullanım şekline göre farklıdır. Kalınlıkları 0,15 mm ile 0,65 mm arasında değişen PVC aşınma tabakası ile birlikte 2 mm ile 3 mm arasında değişmektedir. PVC kalınlıkları kullanım yoğunluğu sınıflarına göre değişmekte, kullanım yoğunluğu arttıkça kalınlıklar artmaktadır. Standartta mantar karonun tabanı ile ilgili tanımlama yapılmamıştır.

TS 6090 EN 12104 (2002) numaralı standart *Elastik Yer Döşemeleri-Mantar Yer Karoları-Özellikler* adı altında yayımlanmıştır. Bu standart aglomera bileşimli mantardan imal edilmiş, son işlemlerinin fabrikada veya döşendiği yerde yapıldığı karo halinde temin edilen mantar yer döşemelerinin özelliklerini kapsamaktadır. Standartta mantar yer döşemesi “*ana bileşeni aglomera mantarlı karışım olan ve cilalandıktan sonra kullanılan bir yer döşemesi*” şeklinde tanımlanmıştır (Şekil 3). Ayrıca standartta mantar yer döşemelerinin, renkli veya renksiz dekoratif mantar veya ahşap kaplama levhaları gibi başka tamamlayıcı dekoratif malzemelerle de kaplanabileceği belirtilmiştir. Karonun tabanı ile ilgili herhangi bir tanımlama yapılmamış olmakla beraber doğrudan zemine yapıştırıldığı gibi vinil kullanıldığı da görülmektedir.



Şekil 3. TS 6090 EN 12104 (2002)'de tanımlanan poliüretan cilalı (solda; 1 poliüretan cila, 2 doğal mantar kaplama, 3 aglomera mantar taban) ve cilasız (sağda; 1 doğal mantar kaplama, 2 aglomera mantar taban) aglomera mantar tabanlı yer döşeme elemanı (Wicanders, 2015)

TS 6090 EN 12104 (2002)'de tanımlanan mantar yer karolarının kalınlıkları ve yoğunlukları masif mantar yer karolarında olduğu gibi kullanım yerine göre değişmektedir. Bu standartlarda tanımlanan mantar yer döşeme elemanları kare veya dikdörtgen şeklinde olup, genellikle 15x90, 30x30, 30x60, 60x60 cm boyutlarında üretilmektedir. Bunlar tüm yüzeyi ile yere yapıştırılarak döşenmektedir. Başarılı bir yapıştırma için zeminin iyi hazırlanması ve yapıştırmaya uygun hale getirilmesi gerekmektedir (Kantay ve Güngör, 2012).

Mantar Karoların Özellikleri

Mantar yer karoları mantarın yukarıda 3 numaralı yan başlık altında sayılan tüm özelliklerini taşırlar. Mantar döşemeler düşük ısı iletkenliği nedeniyle iyi bir ısı yalıtımı sağlar. Isı yalıtımı ısıtma giderlerinden tasarruf demektir. Yumuşak ve esnek oluşu yürüme konforu sağlar. Bacak, ayak ve mafsallarda yorgunluk görülmez. Döşemeye çıplak ayakla basıldığında sıcaklık hissi vererek rahatlatır. Higroskopik değildir. Bu nedenle ahşap döşemelerin en önemli kusuru olan çalşıma olmaz. Uygun yüzey işleme ve bakım yapıldığında uzun ömürlüdür. Sistre yapılabilir. Kokusuzdur. Alerjik değildir. Kolay yanmaz, yandığı zaman alev almaz, zehirli gaz çıkarmaz. Mantar ve böceklere karşı dayanıklıdır. Kullanıldığı yerde kolay çürümez. Antibakteriyel ve antistatiktir. Sağlığa zararlı ya da kanserojen hiç bir madde içermez.

Mantar iyi bir ses yalıtım malzemesi olduğu için; mantar karolar, çok katlı binalarda önemli bir sorun olan yürüme(ayak sesi, titreşim), eşya çekme, düşürme gibi nedenlerle oluşan seslerin alt kata gitmesini engeller. Aynı şekilde müzik, konuşma sesi, TV sesi gibi ortam seslerinin de yalıtımını sağlar. Bu da kullanıldığı mekanlarda yaşam konforunun yükselmesini sağlar. Bu nedenlerle gürültü ve ayak sesi istenmeyen yerlerde döşeme malzemesi olarak mantar karolar öne çıkmaktadır.

Yoğunluk mantar yer döşemelerinde kalite özelliğidir. Döşendiği yerin kullanım yoğunluğuna göre 450 ile 550 kg/m³tür.

Mantar kokusuzdur. Fakat mantar ürünlerinde üretimde kullanılan maddeler nedeniyle koku oluşabilir.

Mantar döşeme elemanları çok rutubetli yerler hariç her yerde kullanılabilir.

Mantar yenilenebilen ve uzun ömürlü bir hammaddedir. Mantar üretimi ile ağaca zarar verilmesi söz konusu değildir. Bu nedenle bir mantar ürünü olan mantar yer karoları ekolojik ve çevre dostudur.

Mantar kolay yanmaz, yandığı zaman alev almaz, zehirli gaz çıkarmaz. İçerisinde uygun yapıştırıcılar kullanılan ve standartlara uygun olarak üretilen mantar karolar da mantarın özelliklerini gösterir.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak kısaca belirtmek gerekirse; Mantar, Batı Akdeniz Havzasının karakteristik bir ağacı olan mantar meşesi (*Quercus suber* L.)'nin dış kabuğuna verilen addır. Hafif, yumuşak ve esnektir. Nemi ve havayı geçirmez. İşlenmesi kolaydır. Kokusuzdur. Alerjik değildir. Kolay yanmaz. Böceklerle ve mantarlara karşı dayanıklıdır. Kullanıldığı yerde kolay çürümez. Antibakteriyeldir. Sağlığa zararlı veya kanserojen hiçbir madde içermez.

TS EN 655 (1999)'da tanımlanan mantar yer karosu(veya piyasadaki adı ile mantar parke), yüzeyinde polivinilklorür ve polivinilklorür modifikasyonlarından yapılmış aşınma tabakası bulunan yer döşeme elemanıdır. TS 6090 EN 12104 (2002)'de tanımlanan mantar yer karosu(veya piyasadaki adı ile mantar parke) ise esas olarak yüzeyinde polivinilklorür ve polivinilklorür modifikasyonlarından yapılmış bir aşınma tabakası bulunmayan yer döşeme elemanıdır. Her iki standartta da taşıyıcı tabaka olarak ana tabaka pres granül mantardan üretilmektedir. Bu tabaka üzerine dekoratif, görünüm güzelliği sağlamak için mantar veya ahşap kaplama levhası yapıştırılabileceği belirtilmiştir. Ancak, parkenin tabanı ile ilgili bir açıklama yapılmamıştır. Tabanda zemine tutunmayı sağlayacak, ısı ve ses yalıtımını güçlendirecek malzeme kullanılabilir. Uygulamada daha çok vinil kullanılmaktadır.

Mantar iyi bir yalıtım malzemesi olduğu için ısı ve ses yalıtımının önemli olduğu mekânlarda benzer özellikleri gösteren mantar yer karoları diğer döşeme malzemelerine tercih edilebilir.

Mantar esnektir. Esneklik arzu edilen zeminlerde amacı sağlayacak en iyi döşeme malzemesi mantar yer karolarıdır. Mantar yer karolarının diğer döşeme malzemelerine göre esnek oluşu, antialerjik ve antibakteriyel olması gibi özellikleri nedeniyle çocuk odaları ve çocuk oyun alanlarında yer döşeme malzemesi olarak kullanılması uygun bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Alma, H ve Şen S 2001.Mantar Meşesi Kabuklarından Mantar Üretimi ve Artıkların Değerlendirilmesi, Ekoloji Çevre Dergisi, Cilt 11,Sayı 41.
- Amorim, 2015.<http://www.amorimcork.com/en/>[Ziyaret tarihi 10/03/2015].
- Bozkurt, A Y ve Göker Y 1981.Orman Ürünlerinden Faydalanma Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 379, İstanbul.
- Cengiz, Y 1987. Mantar Meşesi (*Quercus suber* L.) Ve Ülkemizde Yetiştirme Çalışmaları, Kavak Ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi, İzmir, Sayı: 2, sf. 61-79.
- Kantay, R ve Güngör, N M 2012. Ahşap Parke Endüstrisi 1: Parke çeşitleri, Standartlar, Üretim Teknolojileri. ISBN 978-605-87278-0-9, Ekin Yayın Grubu Yayını, www.ekinyayin grubu.com.
- Oliveira, M and Oliveira, L 2000.The Cork, Corticeira Amorim S.G.P.S., Portuguesa, ISBN 972-95525-1-7.
- Özsüt, M 2008. Türkiye'deki Mantar Meşesi (*Quercus suber* L.)'nin Ekonomik Öneminin Araştırılması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Remmert K, Heller J, Spang H, Bauer K, Brehm T 2006. Fachbuch für Parkettleger und Bodenleger(3.Auflage), SN-Verlag Michael Steinert, An der Alster 21, 20099, Hamburg.
- TS EN 655, 1999. Elastik Yer Döşemeleri-Polivinil Klorür (PVC) Karolar-Aglomera Mantar Tabanlı-Özellikler, TSE, 112 Bakanlıklar, Ankara.
- TS 6090 EN 12104, 2002. Elastik Yer Döşemeleri- Mantar Yer Karoları-Özellikler, TSE,112 Bakanlıklar, Ankara.
- Wicanders, 2015.<http://www.wicanders.com> [Ziyaret tarihi 12/03/2015].



The Silent Heroes: Effective Microorganisms

Surhay Ragimoglu ALLAHVERDIEV¹, Natalia Olegovna MINKOVA¹, Denis Viktorivich YARIGIN¹, Gökhan GÜNDÜZ²

Abstract

The importance of non-toxic food and non-polluted natural resources depends on a clean environment. Effective microorganisms (EM) are a consortium of beneficial microorganisms. These microorganisms change the balance from degeneration to regeneration. EM technology is widely used in agriculture, waste treatment and health. The application of EM technology can be integrated with standard agricultural fertilizers and reduces the usage of these chemicals. EM technology is non-toxic and cheap. Many studies are conducted about the effectiveness of EM technology and some of its results are criticized. The critics are mostly related to wrong usage and application procedures. Education, training and good knowledge about microorganisms and its applications will provide more effective results in future.

Key Words: Effective microorganisms, Biotechnology, Agriculture, Health

Sessiz Kahramanlar: Etkin Mikroorganizmalar

Özet

Toksik olmayan gıda ve kirlenmemiş doğal kaynaklar temiz bir ekolojiye bağlıdır. Etketif (etkin) mikroorganizmalar (EM) faydalı mikroorganizmaların bir araya gelmesi olarak tanımlanabilir. Bu mikroorganizmalar dengeyi yıkımlamadan (degeneration) tekrar oluşuma (regeneration) çevirirler. EM teknolojisi tarım, atık endüstrisinde ve sağlık alanlarında geniş bir şekilde kullanılmaktadır. EM uygulaması standart gübreler ile beraber yapılabilir ve bu tarz kimyasalların kullanımını azaltabilir. EM teknolojisi zehirsiz ve ucuzdur. EM teknolojisinin etkinliği ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır ve bazı bulgular olumsuz sonuçlar vermiştir. Bu olumsuz sonuçlar çoğu kez yanlış kullanım ve uygulama ile ilişkilidir. Bu konuda yapılacak eğitim çalışmaları ve bu tür mikroorganizmalar hakkında bilginin artırılması gelecekte daha etkili sonuçlar alınmasına yol açacaktır.

Anahtar Kelimeler: Etketif mikroorganizmalar, Biyoteknoloji, Tarım, Sağlık

Introduction

The increase on the human population effects our future in many ways. One of them is enviromental stresses and their effects on human and plants. Plants, due to their roles in the carbon cycle, are also nutrient sources for humans and animals (Zhou et al., 2009).

Environmental pollution is a major stress factor for human and plants. Thats why many researches focus on this subject and try to create more resistance against these factors. One of them is to increase the immune system of human and plants and provide better photosynthesis and all related physiologic activities (Higa and Parr, 1994; Okorski et al., 2008; Ke et al., 2009; Datla et al., 2004)

Plants can't be imagined without soil. Therefore, plant-soil interactions are an important key factor for these physiologic activities. Studies conducted indicate that EM (Effective Microorganisms) may influence development conditions for microorganisms living in a given soil, thus affecting plant growth and development. Moreover, Effective Microorganisms may have an effect on the availability of nutrients (Kleiber et al., 2014).

¹Sholokhov Moscow State University for Humanities, Russia

²Bartın University, Faculty of Forestry, Bartın, Turkey

The flow chart in Figure 1 shows the organic matter transformations by soil microorganisms and the development of soils that can be disease-inducing, disease-suppressive, zymogenic, or synthetic.

Effective microorganism known as EM can be described as a consortium of beneficial microorganisms (primarily photosynthetic and lactic acid bacteria, yeast, actinomycetes, and fermenting fungi) that can be applied as inoculants to increase the microbial diversity of soil (Kleiber et al., 2014; Sigstad et al., 2013; Abd, 2014; Namsivayam et al., 2011).

The functions of beneficial microorganisms can be summarized as:

- Fixation of atmospheric nitrogen
- Decomposition of organic wastes and residues
- Suppression of soil-borne pathogens
- Recycling and increased availability of plant nutrients
- Degradation of toxicants including pesticides
- Production of antibiotics and other bioactive compounds
- Production of simple organic molecules for plant uptake
- Complexation of heavy metals to limit plant uptake
- Solubilization of insoluble nutrient sources
- Production of polysaccharides to improve soil aggregation (Higa and Parr, 1994; Szymanski and Patterson, 2003).

Many different EM forms are widely used in health, agriculture and waste treatment. EM has a great ability of enhancing maturity and furthermore it can help reaching the same level of compost maturity much faster. And there was no odor from the compost in which EM was used in the stable phase. It was one-week faster to reach the same degree of SOUR and R/N ratio for the 3-week process. Incorporation of efficient microorganisms (EM) potentialized the biological soil activity, contributing to a quick humification of fresh organic matter (Heo et al., 2008; Valarini et al., 2003).

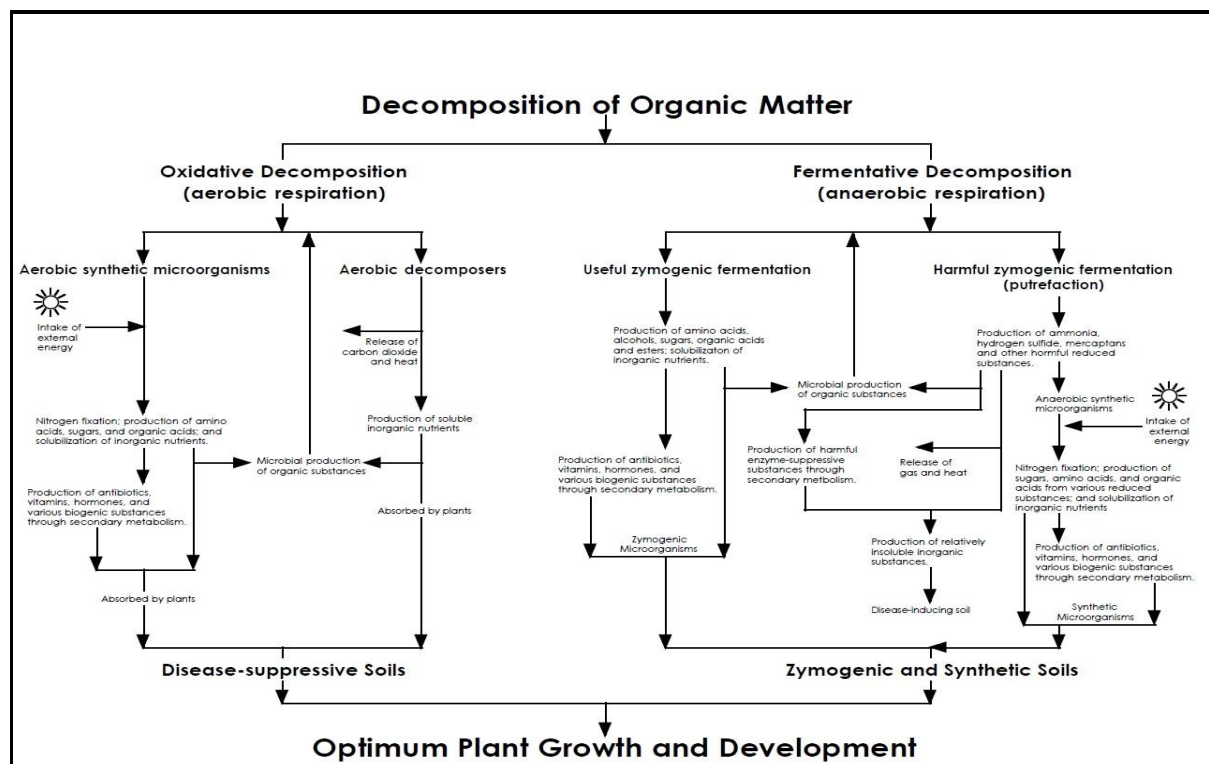


Figure 1. Flow chart of the organic matter transformations by soil microorganisms (Higa and Parr, 1994).

The usage of EM application in combination with compost enhanced wheat straw biomass, grain yields, and straw and grain nutrition. The highest NPK content in plant tissues with EM compost treatment demonstrated higher efficiency of the release of nutrients through organic and microbial application (Hu and Qi, 2013).

Other studies were carried out on different plants such as maize, tomato, pea, cucumber, cotton and mushrooms. The usage of effective microorganisms increased the yield in all applications (Szymanski and Patterson, 2003; Khaliq et al., 2006; Shah et al., 2001; Javaid, 2006; Ncube et al., 2011; Melloni et al., 1995; Muthaura et al., 2010; Vetayasuporn, 2004)

The use of EM technology has desirable effect by significant increase in organic matter, nitrogen, phosphate and potassium content of waste and can convert the waste into a byproduct which can be utilized as an ecofriendly soil fertilizer. It is also possible to use EM for municipal waste treatment (Namsivayam et al., 2011; Kale and Anthappan, 2012).

Another study shows the effect of EM that it can degrade the petroleum concentration of the petroleum contaminated soil by using co-culturing with *Sphingobacterium* sp. WY (Yoon, 2008).

EM technology in plants can be describes as a group of microrganisms that provide better Nitrogen fixation, and other benefits for the plants (Gest et al., 1950; Hodge et al., 2000).

Many studies were carried out to determine the effects of EM technology. Em application reduces the usage of inorganic fertilizers and protects the soil from additional inorganic contamination (Khaliq et al., 2006).

Another study decrides that EM application could protect the plant cell against the oxidative damage and could improve the survival of plants under saline conditions. EM application is believed to be the key to sustained environmental improvement and offers a real opportunity for eco innovation (Talaat, 2014).

Procedure

Baikal-EM1 which is especially used a lot in Russian Federation is also an important mixture of microorganisms. It contains *Lactobacillus casei* 9×10^7 (cfu), *Lactococcus lactis* 5×10^7 (cfu), *Saccharomices cerevisiae* 2×10^6 (cfu), *Rhodopseudomonas palustris* 4×10^6 (cfu). A research about its application procedure and in order to fasten the ripening of these fertilizer composts, grain, industrial plants, vegetables-fruits and flowers - grown up in open and protected spaces are used for decorative cultures is as follows:

In agricultural production

- Cultivating the soil before planting in spring as 2 l/hec and as 5 l/hec in autumn after the residues are collected. After the fertilizer is composted to the soil, it is suggested that it is mixed into the soil.
- Processing of grains, industrial plants and vegetable culture seeds before planting is carried out as 1 l/ton seed ratio and the spraying solution is prepared with 1 liter EM/10 liters of water.
- During vegetation period, dropping fertilizers on plants should be 200-400 liter water/hec (depending on the injection tool).
- It is not advised to do the treatment under direct sunlight.

Grain cultures, 4 times (3 leafing phase, on tillering, stalk formation and earing phases) 5 l/hec.

Corn, 2 times (2-3 leafing phase and 6-7 leafing phase) 2 l/hec.

Sugar beet, 4 times (2 l/hec during 3-4 leafing phase, 2 l/hec during 7-8 leafing phase; 1 l/hec in the first ten days of July and 4 l/hec in the second ten days of August).

Sunflower, 2 times (1 and 1–5 in leafing phase) 5 l/hect. Potatoes, 2 times (during shooting, in flowering phase, budding phase) 2 l/hect.

Watering the plants below for $m^2/3$ l is done using 10 ml EM/10 l water.

- 2-4 times for vegetables and ornamental plants (after the shoots appear and afterwards every 15-20 days).
- 2-4 times for fruits-strawberry species (at the beginning of growth season and before flowering, afterwards every 15-20 days).

In Compost Making

Compost material is moisturized at a rate of 60-70 % with Baikal EM1 solution solved at a rate of 1/100; mixed well and covered with polyethylene nylon. The ripening of compost takes 2-3 months. However, under 25-30 °C temperature, compost could be injected to the soil in 2-3 weeks. The rate of compost injection could change according to the products and agricultural technology used in greenhouses and open soil (RFMoHEB, 2004).

Conclusion

The success of EM Technology belongs on exact knowledge on its application procedure. The usage of more or less of these micro-biological fertilizers in quantity effects the result on the expected yield. It is suggested that training and advertising-educational teaching can be useful. The future of humans is a balance and harmony with the nature.

References

- Abd S.K., 2014. Effect of effective microorganisms on some biochemical parameters in broiler chicks, *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, Vol. 28, No. 1: 1-4.
- Datla K.P., R.D. Bennett, V. Zbarsky, B. Ke, Y.F. Liang, T. Higa, T. Bahorun, O.I. Aruoma, D.T. Dexter, 2004. The antioxidant drink “effective microorganism-X (EM-X)” pre-treatment attenuates the loss of nigrostriatal dopaminergic neurons in 6-hydroxydopamine-lesion rat model of Parkinson’s disease, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 56 (5): 649-654.
- Gest H., M.D. Kamen, H.M. Bregoff, 1950. Studies on the metabolism of photosynthetic bacteria, *J. Biol. Chem.*, 182:153-170.
- Heo S.U., S.Y. Moon, K.S. Yoon, Y.J. Kim, Y.M. Koo, 2008. Enhanced compost maturity by effective microorganisms, *Abstracts/Journal of Biotechnology*, 136S: S22 – S71.
- Higa, T., J.F. Parr, 1994. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment, International Nature Farming Research Center, Atami, Japan.
- Hodge A., D. Robinson, A. Fitter, 2000. Are microorganisms more effective than plants at competing for nitrogen, *Trends in Plant Science*, 5 (7): 304-308.
- Hu C., Y. Qi, 2013. Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China, *Europ. J. Agronomy*, 46: 63 – 67.
- Javaid A., 2006. Foliar application of effective microorganisms on pea as an alternative fertilizer, *Agron. Sustain. Dev.* 26: 257–262.
- Kale D.K., P.D. Anthappan, 2012. Solid waste management by use of Effective Microorganisms Technology, *Asian J. Exp. Sci.*, Vol. 26, No. 1, p: 5-10.
- Ke B, Z. Xu, Y. Ling, W. Qiu, Y. Xu, T. Higa, O.I. Aruoma, 2009. Modulation of experimental osteoporosis in rats by the antioxidant beverage effective microorganism-X (EM-X) *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 63: 114-119.
- Khaliq A., M.K. Abbasi, T. Hussain, 2006. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan, *Bioresource Technology*, 97: 967 – 972.

- Kleiber T, J. Starzyk, R. Górski, K. Sobieralski, M. Siwulski, A. Rempulska, A. Sobiak, 2014. The studies on applying of effective microorganisms (EM) and CRF on nutrient contents in leaves and yielding of tomato, *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 13(1): 79-90.
- Melloni R., K.M.R. Duarte, E.J.B.N. Cardoso, 1995. Influence of compost and/or effective microorganisms on the growth of cucumber and on the incidence of Fusarium wilt., *Summa Phytopathologica*, 21 (1): 21-24.
- Muthaura C., D.M. Musyimi, J.A. Ogur, S.V. Okello, 2010. Effective microorganisms and their influence on growth and yield of pigweed (*Amaranthus dubians*), *Journal of Agricultural and Biological Science*, 5 (1): 17-22.
- Namsivayam S.K.R., G. Narendrakumar, J.A. Kumar, 2011. Evaluation of Effective Microorganism (EM) for treatment of domestic sewage, *Journal of Experimental Sciences* Vol. 2, Issue 7, Pages 30-32.
- Ncube L., P.N.S. Mnkeni, M.O. Brutsch, 2011. Agronomic suitability of effective microorganisms for tomato production, *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 6 (3), pp. 650-654.
- Okorski A, J. Olszewski, A. Pszczółkowska, T. Kulik, 2008. Effect of fungal infection and the application of the biological agent EM 1TM on the rate of photosynthesis and transpiration in pea (*Pisum sativum* L.) leaves, *Polish Journal of Natural Sciences*, 23(1): 35-47.
- Russian Federation Ministry of Health Hygienic Epidemiologic Bureau (RFMoHEB), 2004. Epidemiologic Report, Number: 77.99.18.929.A. 000061.03.04.
- Shah S.H., M.F. Saleem, M. Shahid, 2001. Effect of Different Fertilizers and Effective Microorganisms on Growth, Yield and Quality of Maize, *International Journal of Agriculture & Biology*, (03) 4: 378–379.
- Sigstad E.E., F.I. Schabes, F. Tejerina, 2013. A calorimetric analysis of soil treated with effective microorganisms, *Thermochimica Acta*, 569: 139 – 143.
- Szymanski N., R.A. Patterson, 2003. Effective Microorganisms (EM) and Wastewater Systems in Future Directions for On-site Systems: Best Management Practice, Proceedings of On-site '03 Conference by Patterson, R.A. and Jones, M.J. (Eds). Held at University of New England, Armidale 30th September to 2nd October 2003. Published by Lanfax Laboratories Armidale. ISBN 0-9579438-1-4 pp 347-354.
- Talaat N.B., 2014. Effective microorganisms enhance the scavenging capacity of the ascorbate-glutathione cycle in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown in salty soils, *Plant Physiology and Biochemistry*, 80: 136 – 143.
- Valarini P.J., M.C.D. Alvarez, J.M. Gasco, F. Guerrero, H. Tokeshi, 2003. Assessment of soil properties by organic matter and EM-microorganism incorporation, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 519-525.
- Vetayasuporn S., 2004. Effective microorganisms for enhancing *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer production, *Journal of Biological Sciences*, 4 (6): 706-710.
- Yoon K.S., S.Y. Moon, S.U. Heo, H.S. Yun, Y.J. Kim, Y.M. Koo, 2008. Synergy effect on bioremediation by using co-culturing effective microorganisms with *Sphingobacterium* sp., *WYAbstracts / Journal of Biotechnology*, 136S: S678 – S707.
- Zhou, Q., K. Li, X. Jun, L. Bo, 2009. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture, *Bioresource Technology*, 100: 3780 – 3786.



Zeytin Ağacı (*Olea Europaea*) Odunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Gonca DÜZKALE¹, İbrahim BEKTAŞ¹, Hasan Hüseyin TUNÇ², Yasin DOĞANLAR²

Özet

Bu çalışmada, Kahramanmaraş'ta yetişen Zeytin ağacı odununun hava kuru yoğunluk, tam kuru yoğunluk, daralma ve genişleme miktarları, basınç direnci, dinamik eğilme direnci, statik eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri belirlenmiştir.

Test sonuçlarına göre, hava kuru yoğunluk 0.86 g/cm^3 , tam kuru yoğunluk 0.76 g/cm^3 , hacimsel daralma % 9,7 ve genişleme miktarı % 10,2, basınç direnci 53.17 N/mm^2 , dinamik eğilme direnci 0.30 kgm/cm^2 , statik eğilme direnci 64.39 N/mm^2 ve elastikiyet modülü değerleri 4444 N/mm^2 bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Zeytin odunu, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler

The Determination of Some Physical and Mechanical Characteristics of Olive Wood (*Olea Europaea*)

Abstract

In this study, some mechanical and physical properties of *Olea europaea* grown in Kahramanmaraş, Turkey were determined. Physical properties, such as air-dried density, oven-dried density, volumetric shrinkage, swelling and mechanical properties, such as compression strength, impact bending strength, modulus of rupture, modulus of elasticity were determined.

According to the test results, the air-dried density of 0.86 g/cm^3 , oven-dried density of 0.76 g/cm^3 , volumetric shrinkage of 9.7 %, volumetric swelling of 10.2 %, compression strength of 53.17 N/mm^2 , impact bending strength 0.30 kgm/cm^2 , modulus of rupture of 64.39 N/mm^2 and modulus of elasticity of 4444 N/mm^2 were found.

Key Words: Olive wood, Physical properties, Mechanical properties

Giriş

Farklı alanlarda kullanılan odun hammaddesi, geri dönüştürülebilir tek doğal hammaddedir. Anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimi, ağaç malzemenin çeşitli alanlarda kullanılmasına imkan sağlamaktadır (Bozkurt ve Göker, 1987). Ağaç malzeme kullanımında, değişken ortam şartları altında boyutlarında meydana gelen farklılıkların yanısıra, çürüklük ve diğer zarar verici etkenlere karşı korunmanın sağlanması için ağaç malzemenin yeterli oranda tanınması gerekmektedir (Hafızoğlu ve ark., 1994).

Zeytin ağacı (*Olea europaea*), Oleaceae familyasından olup olea cinsinden olarak sınıflandırılmaktadır. Güney Avrupa, Doğu ve Kuzey Afrika'da yayılış göstermektedir. Ayrıca, Kaliforniya, Arizona ve Florida'da geniş yayılış göstermektedir (Arno,1988). Türkiye de yaygın olarak Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yayılış göstermektedir. Türkiye ağaç varlığı bakımında dünyada 4.sırada, alan bakımından 6.sırada yer almaktadır (Anonim a, 2014). Zeytin ağacı yaklaşık 1500 yıl yaşamaktadır. En fazla 8 metre yükseklik ve 30 cm genişliğe kadar varmakta ve odunu oldukça geç kurumaktadır. Orta dayanıklı sınıfa girmektedir ve mantar ataklarına karşı oldukça dirençlidir.

¹KSU, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği goncaduzkale@gmail.com

²Orman Endüstri Mühendisi

Ağaç malzemenin kullanım yerinde maruz kaldığı faktörler düşünüldüğünde odunun fiziksel özellikleri yüksek önem taşımaktadır. Ağaç malzemenin yoğunluğu, odunun termik, akustik, tutkallama, direnç, kurutma, emprenye ve işlenebilme özellikleri ile doğrudan ilişkilidir (Türkyılmaz ve Vurdu, 2005).

Zeytin odunu özellikle dekoratif görünümü nedeniyle, süs eşyaları, mutfak eşyaları, kaplama ve mobilya sektöründe geniş kullanım alanı bulmaktadır (Anonim b, 2014).

Zeytin odununun lignin yapısının araştırılması (Erdocia ve ark., 2014), kağıt hamuru üretiminde kullanılması (Jimenez ve ark., 2008), aktif karbon üretimi olanakları (Ould-Idriss ve ark., 2011) ve katı atıklarından pelet yapımı (Garcia-Maraver ve ark., 2015) üzerine araştırmalar yapılmıştır. Ancak, bu odunun mekanik özellikleri üzerine ulusal ve uluslararası bazda yapılmış bir araştırmaya rastlanamaması dolayısı ile konu ile ilgili mevcut literatür boşluğunun doldurulmasına yapılacak katkı dikkate alındığında çalışma önem kazanmaktadır. Planlanan bu çalışma ile Zeytin (*Olea europaea*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenerek kullanıcılar tarafından daha iyi tanınması ve amacına uygun kullanım alanlarında değerlendirilmesinin sağlanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılan zeytin ağacı (*Olea europaea*) odunu örnekleri Kahramanmaraş-Pınarbaşı bölgesinden elde edilmiştir. Bu amaçla, 60 yıllık zeytin ağacının yerden 50 cm yüksekliğinden kesilerek tomruklar elde edilmiştir. Tomruklardan, keresteler 8 cm genişliğinde kesilerek hava kurusu rutubet derecesine gelmeleri sağlanmıştır. Sonra test örnekleri hazırlanarak 20 ± 2 C° sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nemde bekletilmiştir. Test örnekleri içerisinde budak, çatlak vb. kusurlara sahip örnekler kullanılmamıştır.

Yöntem

Zeytin ağacı (*Olea europaea*) odunu test örneklerinin rutubeti (M), tam kuru yoğunluk (D_0), hava kuru yoğunluk (D_{12}), hacim-ağırlık değeri (R), daralma miktarı (β), genişleme miktarı (α) sırasıyla TS 2470, TS 2472, TS 2472, TS 2472, TS 4083, TS 4084 standartlarında belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Fiziksel özellikler 100 adet test örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir test örneği için elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması hesaplanmış ve ortalama değeri olarak belirlenmiştir. Örneklerin rutubeti, aşağıdaki formülle (1) hesaplanmıştır.

$$M = \frac{Wr - Wo}{Wo} * 100 \quad (1)$$

Burada; Wr: test örneğinin rutubetli ağırlığı (g), Wo: test örneğinin tam kuru ağırlığıdır (g). Örneklerin tam kuru yoğunlukları (D_0), aşağıdaki formülle (2) hesaplanmıştır.

$$D_0 = \frac{W_0}{V_0} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (2)$$

Burada; D_0 : tam kuru yoğunluk (g/cm^3), W_0 : tam kuru ağırlık (g), V_0 : tam kuru hacimdir (cm^3). Örneklerin hava kuru yoğunlukları (D_{12}), aşağıdaki formülle (3) hesaplanmıştır.

$$D_{12} = \frac{W_{12}}{V_{12}} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (3)$$

Burada; D_{12} : tam kuru yoğunluk (g/cm^3), W_{12} : tam kuru ağırlık (g), V_{12} : tam kuru hacimdir (cm^3). Örneklerin hacim-ağırlık değeri (R), aşağıdaki formülle (4) hesaplanmıştır.

$$R = \frac{W_0}{V_{\max}} (\text{g/cm}^3) \quad (4)$$

Burada; R: hacim-ağırlık değeri (g/cm^3), W_0 : tam kuru ağırlık (g), V_{\max} : tam yaş haldeki hacimdir (cm^3). Örneklerin daralma miktarları (β), aşağıdaki formülle (5) hesaplanmıştır.

$$\beta = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max}} * 100 \quad (5)$$

Formül 5'te teğet, radyal ve boyuna yöndeki ölçüler kullanılarak, teğet yöndeki daralma yüzdesi (β_t), radyal yöndeki daralma yüzdesi (β_r) ve boyuna yöndeki daralma yüzdesi (β_l) belirlenmiştir. Hacmen daralma yüzdesi β_v ise aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\beta_v = \beta_t + \beta_r + \beta_l (\%)$$

Burada; L_{\max} : lif doygunluk noktası üzerinde rutubet derecesine sahip test parçasının radyal, teğet ve boyuna yöndeki mm olarak boyutları, L_{\min} : test parçasının kurutulduktan sonra radyal, teğet ve boyuna yöndeki mm olarak boyutlarıdır. Örneklerin genişleme miktarları (α), aşağıdaki formülle (6) hesaplanmıştır.

$$\alpha = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\min}} * 100 \quad (6)$$

Formül 6'dan faydalanarak teğet, radyal ve boyuna yöndeki ölçüler kullanılarak, teğet yöndeki genişleme yüzdesi (α_t), radyal yöndeki genişleme yüzdesi (α_r) ve boyuna yöndeki genişleme yüzdesi (α_l) belirlenmiştir. Hacmen genişleme yüzdesi α_v ise aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\alpha_v = \alpha_t + \alpha_r + \alpha_l (\%)$$

Mekanik özelliklerden liflere paralel basınç direnci, dinamik eğilme direnci, statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü sırasıyla TS 2595, TS 2477, TS 2474 ve TS 2478 standardından faydalanarak yapılmıştır. Liflere paralel basınç direnci ($\sigma_{B//}$) aşağıdaki formülden (7) yararlanarak hesaplanmıştır.

$$\sigma_{B//} = \frac{P_{\max}}{axb} (\text{N/mm}^2) \quad (7)$$

Burada; P_{\max} : kırılma anında uygulanan maksimum yük (N), a ve b: test numunesinin genişlik ve kalınlığıdır (mm). Örneklerin dinamik eğilme direnci (σ_{DE}), aşağıdaki formülle (8) hesaplanmıştır.

$$\sigma_{DE} = \frac{Q}{bxh} (\text{kgm/cm}^2) \quad (8)$$

Burada; Q: test parçasının kırılması için gerekli enerji 0.1 (kgm), b ve h: test parçasının radyal ve teğet yönlerdeki boyutlarıdır. Örneklerin statik eğilme direnci (σ_{SE}) ve eğilmede elastikiyet modülü, aşağıdaki formüllerle (9 ve 10) hesaplanmıştır.

$$\sigma_{SE} = \frac{3.P_{\max}.L}{2bh^2} (\text{N/mm}^2) \quad (9)$$

Burada; Pmax: kırılma anında uygulanan maksimum yük (N), b ve h: test örneğinin eni (mm) ve kalınlığıdır (mm).

$$\sigma_{EM} = \frac{\Delta F \cdot L^3}{\Delta f \cdot 4b \cdot h^3} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (10)$$

Burada; ΔF : elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı, Δf : örnekteki eğilme miktarı farkıdır.

Bulgular ve Tartışma

Zeytin odunu deney örnekleri üzerinde yapılan testlerde ölçülen hava kurusu yoğunluk (D_{12}), tam kuru yoğunluk (D_0) ve hacim-ağırlık değeri (R)'lerine ait verilerin basit istatistik hesaplamaları ile elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk, hacim-ağırlık değeri ve rutubete ait bulgular

	D_{12} g/cm ³	D_0 g/cm ³	R g/cm ³	M %
\bar{x} ort	0.92	0.76	0.69	12.07
x_{min}	0.72	0.66	0.60	11.05
x_{max}	0.99	0.89	0.82	13.08
s	0.06	0.05	0.05	1.9
V	6.98	6.58	7.25	15.74
n	132	100	100	100

D_{12} : hava kurusu yoğunluk, D_0 : tam kuru yoğunluk, R: hacim-ağırlık değeri, M: yüzde rutubet miktarı, \bar{x} : aritmetik ortalama, s: standart sapma, V: varyasyon katsayısı, n: örnek sayısı

Zeytin ağacı odunu üzerinde yapılan çalışmada ortalama hava kurusu yoğunluk miktarı 0.92 g/cm³, tam kuru yoğunluk miktarı 0.76 g/cm³, hacim-ağırlık değerinin 0.69 g/cm³ olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin kondisyonlama işleminden sonra %12 rutubet miktarına çok yakın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Zeytin odunu test örnekleri üzerinde yapılan daralma denemelerinde elde edilen istatistik bulgulara ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Daralma miktarına (%) ait bulgular

	β_t	β_r	β_l	β_v	β_t/β_r
\bar{x}	4.79	3.99	0.91	9.7	1.20
s	1.81	1.26	0.44	2.29	1.44
n	100	100	100	100	100

β_t : teğet yöndeki % daralma, β_r : radyal yöndeki % daralma, β_l : boyuna yöndeki % daralma, β_v : toplam % daralma, \bar{x} : aritmetik ortalama, s: standart sapma, n: örnek sayısı

Yapılan çalışmada, örnekler üzerindeki teğet yönde daralma miktarı ortalama % 4.79, radyal yönde daralma miktarı %3.99, boyuna yönde daralma miktarı %0.91 ve toplamda %9.70 daralma olduğu belirlenmiştir. Çalışmada β_t/β_r değerinin 1.20 olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Yapılan çalışmalarda, ağaç malzemenin yapısal stabilitesini saptamada kullanılan kriterlerden birinin de β_t/β_r ve α_t/α_r oranının olduğu, bu sonucun 1'e ne kadar yakın olursa odun yapısının o kadar sabit olduğu bildirilmiştir (Bektaş, 1997). Bu oranının birçok ağaçta

ortalama 1,65 olduğu ve yoğunluk miktarının artmasıyla 1'e yaklaştığını bildirmişlerdir (Bozkurt ve Göker,1996)

Govorçin ve ark., (2010) yaptığı çalışmada, zeytin ağacı odununda teğet yöndeki daralma miktarını %5.6, radyal yöndeki daralma miktarını %4.5 ve toplam daralma miktarını %10.9 olarak belirlemişlerdir. Toplam daralma miktarı, yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında sonucun oldukça yakın olduğu görülmektedir. Zeytin odununa benzer özellik gösteren tam kuru yoğunluğu 0.61 g/cm^3 ve hava kuru yoğunluğu 0.83 g/cm^3 olan tik odununda teğet yöndeki daralma miktarı %5.4, radyal yöndeki daralma miktarı %2.2 ve toplam daralma miktarı %7.9 olarak tespit edilmiştir (Govorçin ve ark., 2010).

Zeytin odunu deney örnekleri üzerinde yapılan testlerde ölçülen genişleme denemelerinde elde edilen bulgulara ait sonuçlar Çizelge 3'de görülmektedir.

Çizelge 3. % Genişleme miktarına ait bulgular

	at	ar	al	av	at/ar
x	5.05	4.15	0.82	10.02	1.22
s	2.15	1.38	0.47	2.89	1.56
n	100	100	100	100	100

at: teğet yöndeki % genişleme, ar: radyal yöndeki % genişleme, al: boyuna yöndeki % genişleme, av: toplam % genişleme, x: aritmetik ortalama, s: standart sapma, n:örnek sayısı

Çizelge 3 incelendiğinde, örnekler üzerindeki teğet yönde genişleme miktarı ortalama % 5.05, radyal yönde genişleme miktarı %4.15, boyuna yönde genişleme miktarı %0.82 ve toplamda %10.02 olduğu belirlenmiştir. Çalışmada at/ar değerinin 1.22 olduğu saptanmıştır. 0.578 g/cm^3 yoğunluğa sahip karaağaç odununda teğet genişleme miktarı %10.49, radyal genişleme miktarı % 5.83 ve toplam genişleme miktarı % 16.87 olarak tespit edilmiştir (Güler ve ark., 2010). Bu oran yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Genişleme miktarının düşük olmasının büyük bir avantaj olduğu belirtilmektedir (Ugrenovic,1950).

Deney örnekleri üzerinde yapılan testlerde ölçülen liflere paralel basınç direnci, dinamik eğilme direnci, statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne ait bulgular Çizelge 4'de verilmektedir.

Çizelge 4. Paralel basınç direnci, dinamik eğilme direnci, statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne ait bulgular

	$\sigma_{B/12}$ N/mm²	σ_{DE12} kgm/cm²	σ_{SE12} N/mm²	σ_{EM12} N/mm²
x	53.17	0.30	64.39	4444.00
s	4.15	0.18	10.71	1483.00
V	7.8	-	16.63	33.37
n	50	16	16	16
D₁₂	0.92	0.92	0.92	0.92

$\sigma_{B/12}$: %12 rutubette liflere paralel basınç direnci, σ_{DE12} : %12 rutubette dinamik eğilme direnci, σ_{SE12} : % 12 rutubette statik eğilme direnci, σ_{EM12} : % 12 rutubette eğilmede elastikiyet modülü, x: aritmetik ortalama, s: standart sapma, V: varyasyon katsayısı, n:örnek sayısı

Yapılan çalışmada zeytin ağacı (*Olea europaea*) odunu örneklerinde en düşük liflere paralel basınç direnci değeri en düşük 45.34 N/mm^2 , en yüksek 65.01 N/mm^2 ve ortalama 53.17 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir. Ortalama dinamik eğilme (şok) direnci 0.30 kgm/cm^2 olarak belirlenmiştir. Test örneklerinden elde edilen minimum statik eğilme direnci değeri

49.00 N/mm², maksimum statik eğilme direnci değeri 94.84 N/mm² ve ortalama 64.39 N/mm² olarak saptanmıştır. Eğilmede elastikiyet modülü ise ortalama 4444.00 N/mm² olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Zeytin odununun bu çalışmada belirlenen özellikleri Çizelge 5’ te bir değerlendirme yapılabilmesi için diğer bazı ağaç türleri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 5. Zeytin odununa ait ölçülen fiziksel ve mekanik özelliklerin diğer bazı ağaç türleri ile karşılaştırılması

	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm³)	Hava Kuru Yoğunluk (g/cm³)	Basınç Direnci (N/mm²)	Eğilme Direnci (N/mm²)	Elastikiyet Modülü (N/mm²)
Zeytin	0.76	0.92	53.17	64.39	4444.00
Ceviz^(*)	0.61	0.62	55.69	121.00	10259.70
Meşe^(*)	0.74	0.76	58.20	118.50	12161.30
Kayın^(*)	0.69	0.71	61.74	122.90	12462.60
Kestane^(*)	0.46	0.48	56.96	70.10	6768.60
Sarıçam^(*)	0.46	0.47	43.96	91.20	10475.30

(*) (Efe ve Çağatay, 2011)

Çizelge 5 incelendiğinde, karşılaştırılan ağaç türleri içerisinde en yüksek hava kuru ve tam kuru yoğunluğa sahip ağaç türünün zeytin odununun olduğu, bunun yanısıra meşe ve kayın ağacının yoğunluk miktarının zeytin odununa yakın olduğu anlaşılmaktadır. Zeytin odunu basınç direncinin, sarıçam odunundan yüksek olduğu, diğer ağaç türlerinden ise düşük olduğu görülmektedir. Eğilme ve elastikiyet modülü değerinin ise ceviz, meşe, kayın, kestane ve sarıçamdan düşük olduğu anlaşılmaktadır (Efe ve Çağatay, 2011).

Yapılan bir çalışmada, Silba adası kökenli olan ve Hırvatistan’da yetiştirilen zeytin ağacı odununun hava kuru yoğunluğu 1.097 g/cm³ ve tam kuru yoğunluğu 0.8047 g/cm³ olarak belirlemişlerdir (Govorčin ve ark, 2010). Bulunan değerler, çalışmanın sonucuyla karşılaştırıldığında tam kuru yoğunluk miktarlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Farklı ağaç türleriyle karşılaştırıldığında, yapılan bir çalışmada, kavak odununun hava kuru yoğunluğu 0.395 g/cm³, kayın odununun hava kuru yoğunluğu ise 0.679 g/cm³ olarak belirlenmiştir (Keskin ve Togay, 2003). Güler ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, karaağaç odununun tam kuru, hava kuru yoğunlukları ve hacim ağırlık değeri sırasıyla 0.578 g/cm³, 0.613 g/cm³ ve 0.497 g/cm³ olarak belirlemişlerdir. Farklı ağaç türleri ile karşılaştırıldığında zeytin ağacı odununun hava kuru yoğunluk, tam kuru yoğunluk ve hacim ağırlık değerinin diğer türlerden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Yüksek yoğunluğa sahip ağaç türlerinin biyolojik dayanımının da yüksek olduğu belirtilmektedir (Sivrikaya, 2008).

Sonuçlar

Zeytin ağacı (*Olea europaea*) odununun hava kuru yoğunluk 0.86 g/cm³, tam kuru yoğunluk 0.76 g/cm³, kalınlığına daralma % 9,7 ve genişleme miktarı % 10,2, basınç direnci 53.17 N/mm², dinamik eğilme direnci 0.30 kgm/cm², statik eğilme direnci 64.39 N/mm² ve elastikiyet modülü değerleri 4444 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Farklı ağaç türleri ile karşılaştırıldığında zeytin ağacı odununun hava kuru yoğunluk, tam kuru yoğunluk ve hacim ağırlık değerinin diğer türlerden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Diğer yandan Kestane ve Meşe gibi sert odun mekanik özelliklerine sahiptir.

Mobilya üretiminde estetik görünümün yanında yeterli sağlamlığın elde edilmesi için elde edilen verilerin değerlendirilmesi, olumlu yönde katkı sağlayacaktır. Özellikle masif

malzeme olarak kullanılacak olan yerler için materyalin özelliklerinin bilinmesi malzemenin değerini ve ekonomik ömrünü arttıracaktır.

Kaynaklar

- Anonim a, 2014, <http://www.wikipedia.org/wiki/zeytin>, erişim:25.06.2013.
- Anonim b, 2014, <http://www.wood-database.com/lumber-identification/hardwoods/olive>, erişim:13.02.2014.
- Arno, J 1988. *Olea europea* – Olive. In *A Guide to Useful Woods of the World*, Flynn Jr., J.H., Editor. King Philip Publishing Co., Portland, Maine.
- Bektaş, İ 1997. Kızılçam (*Pinus Brutia* ten.) Odununun Teknolojik Özellikleri ve Yörelere Göre Değişimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 388.
- Bozkurt, Y., Göker, Y 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:3944, İstanbul.
- Efe, H., Çağatay, K 2011. Çeşitli Masif Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, *Politeknik Dergisi*, Cilt :14, sayı:1, s:55-61.
- Erdocia, X., Prado, R. Corcuera, M. A., Labidi, J 2014. Effect of Different Organosolv Treatments on The Structure Andproperties of Olive Tree Pruning Lignin, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20: 1103–1108.
- Garcia-Maravera, A., Rodriguezb, M.L., Serrano-Bernardo, F., Diazc, Zamorano, L.F 2015. Factors Affecting The Quality of Pellets Made from Residual Biomass of Olive Trees, *Fuel Processing Technology*, 129:1–7.
- Govorčin, S., Sinković, T., Sedlar, T 2010. Dimensional Stability of Olive (*Olea europaea* L.) and Teak (*Tectona grandis* L.), *Drvna Industrija*, 61 (3) 169-173.
- Güler, C., Şahin, H. İ., Çiçek, E 2010. Hercai Karaağacı (*Ulmus leavis* Pall.) Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, *Düzce Üniversitesi, Ormancılık Dergisi*, (6)1,3-11.
- Hafızoğlu, H., Yalınkılıç, M.K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Demirci, Z., Peker, H 1994. “Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde İmkanları”, TÜB Değerlendirilme TAK-Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Projesi, Kod No: TOAG- 875.
- Jiménez, L., Rodríguez, A., Serrano, L., Moral, A 2008. Organosolv Ethanolamine Pulping of Olive Wood Influence of The Process Variables on The Strength Properties, *Biochemical Engineering Journal*, 39: 230–235.
- Keskin, H., Togay, A 2003. Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* L.) ve Kara Kavak (*Populus Nigra* L.) Kombinasyonu İle Üretilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, Issn: 1302-7085, Sayfa: 101-114.
- Ould-Idrissa, A., Stitoub, M., Cuerda-Correa, E.M., Fernández-González, C., Macías-García, A., Alexandre-Franco, M.F., Gómez-Serrano, V 2011. Preparation of Activated Carbons from Olive-Tree Wood Revisited. I.Chemical Activation with H₃PO₄, *Fuel Processing Technology*, 92:261–265.
- Sivrikaya, H 2008. Odunda Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt:10, Sayı:13.
- Türkyılmaz, E., Vurdu, H. 2005. Anadolu Şimşir Odununun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, *Gazi Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Kastamonu (5) 2:227-238.
- Ugrenović, A. 1950. *Tehnologija drveta*, Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb.



Anadolu Kestanesinde (*Castanea Sativa L.*) Tohum Büyüklüğünün Çimlenme Yüzdesi ve Fidan Morfolojisine Etkisi

Şemsettin KULAÇ¹, Ali Kemal ÖZBAYRAM¹, Zerrin DEĞERMENCİ¹, Elif Dudu KÜÇÜK¹, Ali KARADAĞ¹

Özet

Bu çalışmada Anadolu kestanesinde (*Castanea sativa* Mill.) tohum büyüklüğünün çimlenme yüzdesi ve fidan morfolojisi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma, Akçakoca ilçesi Kestane Bayırı mevkiindeki farklı tohum büyüklüğüne sahip kestane ağaçlarından toplanan tohumlarda gerçekleştirilmiştir. Ortalama tohum ağırlığı 5 gr'dan küçük tohumlu olan ağaçlar bir grupta, 5-8 gr arasında olan ağaçlar bir grupta, 8 gr'dan büyük olan ağaçlar da bir grupta toplanmıştır.

Tohumlar çimlendirmeden önce 48 saat saf su içerisinde şişmeye bırakılmıştır. Daha sonra 8°C'de hava almayan kaplar içerisinde çıplak şekilde çimlendirilmiştir. Çimlenen tohumlar 25x10 cm boyutlarındaki polietilen tüplere aktarılmıştır. Vejetasyon sonunda morfolojik karakterleri ölçülmüştür.

Çalışma sonucunda büyük boyutlu tohumların çimlenme yüzdeleri ve fidan gelişimleri istatistiki açıdan en yüksek bulunmuştur. Küçük tohumlu ağaçlardan elde edilen tohumların çimlenme yüzdeleri ve fidan gelişimleri ise istatistiki açıdan düşük çıkmıştır. Tohum büyüklüğüne bağlı olarak çimlenme yüzdesi ve fidan gelişiminin değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Castanea sativa* mill, Kestane, Çimlendirme yüzdesi, Fidan morfolojisi

Effect of Chesnut Seed Size on Germination Percentage and Morphology of Seedlings

Abstract

In this study, the effect of seed size of the Anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) on germination and seedling morphology were investigated. The study was carried out with seeds that were collected from the chestnut trees with different seed sizes, which located on Kestane Bayırı in Akcakoca, Düzce. Trees were divided into three groups according to seed weight. The trees that have average seed weight of 5 g formed a group, the other groups' average seed weight were between 5-8 gr, the last groups' were average seed weight were greater than 8 gr.

The seeds were allowed to swell in distilled water for 48 hours before germination. Then they were germinated in containers at 8 °C. Germinated seeds were planted in the polyethylene tubes that were of 25x10 size. Morphological characters were measured at the end of the vegetation period.

In conclusions, germination percentage and seedling growth of large seeds was found to be the highest. Germination percentage and seedling growth of the seeds obtained from small seed trees came to be the lowest. It was determined that germination percentage and growth of seedlings varied depending on the seed size.

Key Words: Chesnut, *Castanea sativa* mill., Germination percentage, Seedling morphology

Giriş

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) kışın yaprağını döken geniş yapraklı ağaç türlerimizden biridir. Yeryüzünde farklı coğrafyalarda 10-12 değişik türü bilinmektedir. Türkiye, kestane gen merkezlerinden biri olup kestane kültürüne alındığı en eski alanlardan biri olarak bilinmektedir. Kestane doğal yayılış alanı Türkiye, Kafkaslar, Yunanistan, Arnavutluk, Doğu ve Güneydoğu Yugoslavya, Kuzey İtalya, İspanya'dır (Anonim, 2013).

¹Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce

Bu doğal yayılış alanları dışında kestane; Almanya, Fransa, İsviçre, Hollanda, İrlanda ve İngiltere’de kültür bitkisi olarak yer almıştır. Ülkemizde Doğu Karadeniz’den başlayarak Kuzey sahillerinde olmak üzere Belgrat ormanlarına kadar yayılış gösterir. Ayrıca Marmara Bölgesi ve Batı Anadolu’dan Antalya’ya kadar uzanmaktadır. Batı Anadolu’da yüksek rakımlarda bulunur. Her ne kadar ülkemizin Güneyinde rastlanmaz dense de Manavgat’ta ulu ağaçlardan oluşan küçük bir kestanelik olduğu bilinmektedir. Kestaneler deniz seviyesinden itibaren genel olarak 700-800 m. yüksekliklere kadar yetişebilirse de bu durum çeşitli ekolojik koşullara göre değişiklik göstermektedir (Davis, 1982; Soylu, 1984; Soylu, 2004; Anşin ve Özkan, 2006; Anonim, 2013).

Ülkemizde Antalya Köprülü Kanyon civarındaki Altınkaya (Selge) bölgesinde Kızılçam ile karışık anıt kestane meşceresi tarafımızdan yeni tespit edilmiştir. Literatürde kaydı olmayan bu anıt meşcere yaklaşık 600-750 m’ler arasında doğal olarak yayılış yapmaktadır.

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) değerli odunu ve meyvesi bakımından önemli yapraklı ağaç türlerimizden biridir. Ülkemizde geniş yayılış alanına sahip olmasına rağmen kestane hakkında sınırlı bilgiye sahip olduğumuz söylenebilir. Özellikle tohum özellikleri ve fidan morfolojisi açısından çok az araştırma mevcuttur.

Tohum büyüklüğü çevresel etkilerin yanında genetik potansiyel ile alakalı bir durum olduğu aynı zamanda tohum büyüklüğünün çimlenme yüzdesi ve fidan gelişimi üzerinde etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır (Willari, 1985; Toon ve ark., 1990; Bellari ve Tani, 1993; Farmer, 1980; Jayasanker et al., 1999; Çiçek ve Tilki, 2007)

Genellikle yapılan çalışmalarda tohum büyüklüğü ile çimlenme yüzdesi ve fidan gelişimi arasında pozitif bir ilişki olduğu belirtilmektedir (Singh ve ark., 1993; Ke ve Werger, 1999; Navorro ve ark., 2006; Çiçek ve Tilki, 2007). Fakat bazı çalışmalarda tohum büyüklüğünün çimlenme yüzdesi ve fidan gelişimi üzerinde etkili olmadığı da ifade edilmektedir (Shepard ve ark., 1989; Indira ve ark., 2000; Alptekin ve Tilki, 2002; Kulaç ve ark., 2004).

Kestane türünde benzer bir çalışma Çiçek ve Tilki (2007) tarafından yapılmıştır. Yaptıkları çalışmada tohumlar, Düzce yöresindeki doğal kestane meşcerelerinden karma şekilde toplanmış ve boyutlarına göre sınıflandırılmıştır. Karma kestane tohumlarının sınıflandırılması ile yapılan benzer çalışmalarda tohum büyüklüğüne bağlı çimlenme ve fidan gelişimindeki farklar meydana gelmiştir. Bu farklar yetiştirme ortamından mı yoksa genetik yapıdan mı kaynaklandığı net olarak anlaşılamamaktadır.

Bu çalışmamızda ise tohumlar Akçakoca ilçesi Kestane Bayırı mevkiindeki tohum büyüklükleri farklı ağaçlardan ayrı ayrı toplanmıştır. Tohum büyüklüğüne göre gruplandırılan ağaçlar arasındaki farka bakılmıştır. Böylelikle tohum büyüklüğüne bağlı çimlenme ve fidan gelişimindeki farklar yetiştirme ortamından mı yoksa genetik yapıdan mı kaynaklandığı sorusuna cevap aranmıştır. Bu çalışmanın amacı; farklı meyve büyüklüğüne (küçük, orta ve büyük) sahip kestane ağaçlarına ait tohumların çimlenme yüzdelerini ve fidan morfolojilerine etkisini araştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmaya konu kestane tohumları, Düzce ili Akçakoca ilçesi Kestane Bayırı mevkiindeki doğal kestane ormanlarından 2013 yılı ekim ayında toplanmıştır. Ağaçların çapları 30-80 cm arasında değişmektedir. Ağaçların birbirlerine olan uzaklıkları 15-50 m arasında değişmekte olup aynı yetiştirme ortamına sahiptirler. Tohum toplanan sahalara ilişkin genel bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Tohum toplanan sahalara ilişkin bilgiler

Örnek alan no	Tohum boyutu	Koordinat	Ort. Yükselti (m)	Baki
1	Küçük (< 5 gr)	0347197 K– 4541943 D	300	Kuzey
2	Orta (5-8 gr)	0347228 K– 4541960 D	300	Kuzey
3	Büyük (> 8 gr)	0347234 K - 4542030 D	300	Kuzey

Toplanan tohumlar suda yüzdürme yöntemiyle boş sağlıklı ve kurtlu tohumlardan temizlenmiştir. 12 saat oda sıcaklığında bırakıldıktan sonra saklama kapları içerisinde +2°C sıcaklıkta buzdolabında işlem yapıncaya (4 hafta) kadar bekletilmiştir.

Kestane tohumları dokuz farklı ağaçtan toplanmış ve bu ağaçlar tohum büyüklüklerine göre 3'e ayrılmıştır. Ortalama tohum ağırlığı 5 gr'dan küçük tohumlu olan ağaçlar bir grupta, 5-8 gr arasında olan ağaçlar bir grupta, 8 gr'dan büyük olan ağaçlar da bir grupta toplanmıştır. Aynı grupta olan ve belirtilen skalaya uymayan tohumlar işleme alınmamıştır.

Tohumların nem içerikleri nem tayin cihazı (OHAUS MB45, İsviçre) yardımı ile belirlenmiştir. Nem içerikleri her gruptaki tohumlarda üç tekrarlı yapılmış ve ortalamaları alınmıştır. Kestanelerin 1000 dane ağırlıkları ISTA (1985)'ya göre belirlenmiştir.

Tohumlar çimlendirilmeden önce, boyları, kalınlıkları ve enleri ölçülmüştür (Çizelge 2). Daha sonra tohumlar 48 saat saf suda bekletilmiş ve hava almayan plastik saklama kaplarında +8 °C de çimlendirmeye alınmıştır. Çimlendirmede herhangi bir ortam kullanılmamıştır. Her üç günde bir tohumlar havalandırılıp saf suyla yıkandıktan sonra tekrar +8 °C'de çimlendirmeye devam edilmiştir. Çimlendirme işlemi 35 gün sürmüştür. İlk çimlenmeler 20. günde başlamış ve 35. günde sona ermiştir. Kökçük boyu ≥10 mm olan tohumlar çimlenmiş sayılmıştır. Çimlendirme işlemlerinde 3 tohum grubu x 5 tekrarlı x 30 tohum olmak üzere toplam 450 adet tohum kullanılmıştır.

Çizelge 2. Tohum gruplarının bazı özellikleri

Tohum Büyüklüğü	Tohum boyu (mm)	Tohum kalınlığı (mm)	Tohum eni (mm)
Büyük (>8gr)	27.7 (2.1) a	20.1 (2.5) a	31.4 (1.9) a
Orta (5-8 gr)	24.6 (1.3) b	16.8 (3.3) b	27.4 (1.9) b
Küçük (<5gr)	20.8 (2.7) c	11.7 (1.7) c	19.5 (3.0) c

Sütunda farklı harfle gösterilen değerler *Duncan* testine göre istatistiki olarak farklıdır (P<0.05) Parantez içleri standart sapmayı gösterir.

Fidan gelişimi için çimlenmeye yeni başlamış tohumlar kullanılmıştır. Her tohum büyüklüğünü temsilen 30x3=90 ar adet tohum, 25x10 boyutlarındaki polietilen tüplere ekilmiştir. Yetiştirme materyali olarak 1:1:1 oranlarında dere kumu, torf ve orman toprağı kullanılmıştır. Ekimler 2014 yılı Nisan ayında Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi serasında yapılmıştır. Fidanlar yanlardan açık naylon seralar içerisinde yetiştirilmiştir. Damla sulama sistemi ile haftada iki gün sulanmışlardır. Vejetasyon süresince düzenli ot bakımları yapılmıştır. Vejetasyon süresi sonunda 3 tohum boyutu x 3 tekrar x 25 fidan olmak üzere toplamda 225 fidan aralık ayında tüplerden sökülmüş ve topraklardan temizlenmiştir. Daha sonra temizlenen taze fidanlarda kök boğazı çapı, gövde boyu, kök boyu, gövde ağırlığı, kök ağırlığı ve tomurcuk sayısı gibi morfolojik fidan karakterleri ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca fidanların kuru gövde ağırlığı, kuru kök ağırlığını belirlemek için örnekler 65 °C 48 saat süreyle etüvde kurutulmuş ve ağırlıkları tartılmıştır. Boy ölçümleri cetvel yardımı ile 0,1 cm hassasiyetinde, kök boğazı çapı dijital çap ölçer yardımı ile 0,1 mm hassasiyetinde, ağırlıklar hassas terazi yardımı ile 0,1gr hassasiyetinde ölçülmüştür. Tomurcuk miktarı ise fidan üzerinde tüm tomurcukların sayılmasıyla elde edilmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Tohum büyüklüğünün, kök boğazı çapı, gövde boyu, kök boyu, taze gövde ve kök ağırlığı, kuru gövde ve kök ağırlığı, toplam biyokütle gibi morfolojik fidan karakterleri üzerine etkisini ve ayrıca 1000 dane ağırlıkları, çimlenme yüzdelere olan etkisini belirlemek için verilere varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır. Fidanların tomurcuk sayılarının karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Ölçülen değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği analizlerden önce kontrol edilmiş ve gerektiğinde uygun dönüşümler yapılmıştır. Tüm analizler SPSS 21 istatistik paket programında gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Tohum Büyüklüğü ve Çimlenme Yüzdesi

Tohum büyüklüğünün çimlenme yüzdelere etkisine istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Tohum boyutu arttıkça çimlenme yüzdesi değeri artmıştır. En yüksek çimlenme yüzdesi (% 96.18) büyük tohumlu kestane grubunda, en düşük (%86.62) ise küçük tohumlu ağaçların oluşturduğu grupta görülmüştür. Aynı şekilde 1000 tane ağırlıkları da tohum boyutlarıyla orantılı çıkmıştır ($P<0.05$). Tohum nem içerikleri kıyaslandığında, nem içeriği tohum büyüklüğüne paralel şekilde arttığı söylenebilir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tohum büyüklüğüne göre ağırlık, çimlenme yüzdesi ve nem içeriği değerleri

Tohum büyüklüğü	Tohum Ağırlığı (gr)	1000 Tane Ağırlığı (gr)	Çimlenme Yüzdesi	Nem İçerikleri %
Büyük	>8	9245.50 a	96.18 a	46.82
Orta	5-8	6549.20 b	92.48 b	45.02
Küçük	<5	3642.50 c	86.62 c	41.33

Sütunda farklı harfle gösterilen değerler istatistiki olarak farklıdır ($P<0.05$)

Fidan Gelişimi

Tohum büyüklüğüne bağlı olarak fidan morfolojik özelliklerindeki değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Tohum büyüklüğü arttıkça bir yaşındaki kestane fidanlarının kök boğaz çapı, gövde boyu orantılı olarak artış göstermiştir. En yüksek kök boğazı çapı ve gövde boyu, büyük boyutlu tohumlardan, en düşük ise küçük boyutlu tohumlardan elde edilmiştir. Küçük tohumlara nazaran büyük tohumlardan elde edilen fidanların kök boğazı çapı, gövde boyu sırasıyla % 22 ve % 32 daha yüksek çıkmıştır ($P<0.001$; Çizelge 4).

Çizelge 4. Tohum büyüklük göre fidanların kök boğazı çapı, gövde boyu, kök boyu ve tomurcuk sayısı

Tohum Büyüklüğü	Kök Boğazı Çapı (mm)	Gövde Boyu (cm)	Kök Boyu (cm)	Tomurcuk Sayısı adet
Büyük (>8gr)	10.8 a	51.9 a	37.3 a	27 a
Orta (5-8 gr)	9.85 b	44.8 b	32.1 b	26 a
Küçük (<5gr)	8.80 c	39.4 c	32.1 b	24 a

Sütunda farklı harfle gösterilen değerler istatistiki olarak farklıdır ($P<0.05$)

Fidan Biyokütlesi

Kestane tohum büyüklüğü fidanların taze gövde ağırlığı ve kök ağırlığı ile kuru gövde ve kök ağırlığını önemli derecede etkilenmiştir ($P<0.01$). Büyük tohumlardan küçük ve orta tohumlara göre daha büyük fidanlar üretmiştir (Çizelge 3). Büyük boyutlu tohumlar diğer tohum gruplarına göre; taze gövde ağırlığı, taze kök ağırlığı, kuru gövde ve kök ağırlığı bakımından sırasıyla %40, %34, %49 ve %45 oranında daha fazla biyokütle üretmiştir ($P<0.01$; Çizelge 4).

Çizelge 5. Tohum büyüklüğüne bağlı biyokütle değerleri (TGA: Taze tohum ağırlığı, TKA: Taze kök ağırlığı, KGA: Kuru gövde ağırlığı, KKA: Kuru kök ağırlığı, TB: Toplam biyokütle)

Tohum Büyüklüğü	TGA (gr)	TKA (gr)	KGA (gr)	KKA (gr)	TB	KGA/KKA
Büyük (>8gr)	17.0a	41.6a	8.9 a	21.2 a	30.1	0.50 a
Orta (5-8 gr)	13.5b	31.7b	6.9 b	14.6 b	21.6	0.44 a
Küçük (<5 gr)	12.1c	31.0b	6.0 b	14.6 b	20.6	0.43 a

Sütunda aynı harfle gösterilen değerler istatistiki olarak farksızdır ($P>0.05$)

Ancak orta ve küçük tohumlarda meydana gelen bir yaşındaki fidanların biyokütlesi benzer bulunmuştur. Fidanların KGA/KKA oranı tohum büyüklüğünden etkilenmemiştir ($P>0.05$;Çizelge 5).

Bu çalışmada büyük tohumlu (tohum ağırlığı>8gr) ağaçların çimlenme yüzdeleri ve fidan gelişimleri en yüksek, küçük boyutlu kestanelerin çimlenme yüzdeleri ve fidan gelişimleri de en düşük elde edilmiştir. Tohum büyüklüğü birçok bitkide fidan kalitesini ve çimlenme yüzdesini olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir. Bunun sebebi çevresel etkilerin yanında genetik yapı olabileceği vurgulanmaktadır (Toon ve ark., 1990; Dirik, 1993; Long ve Jones, 1996; Davidson ve ark., 1996; Singh, 1998; Karrfalt, 2004; Çiçek ve Tilki, 2007).

Çiçek ve Tilki (2007) yapmış oldukları çalışmalarda büyük tohumlu kestanelerden, bu çalışmada olduğu gibi en yüksek çimlenme değerlerini ve fidan morfolojik değerlerini elde etmişlerdir. Bunun sebebi büyük tohumların daha büyük olması ve besin maddesince daha zengin olması olabilir (Abideen ve ark., 1993; Khan ve Shankar, 2001). Farklı türlerde yapılan benzer çalışmalarda tohum büyüklüğünün çimlenme yüzdesini ve fidan gelişimini olumlu yönde etkilediği vurgulanmaktadır (Dunlap ve Barnett, 1983; Blade' ve Vallejo, 2008; Ahirwar, 2012). Bunun yanında bazı türlerde yapılan çalışmalarda tohum büyüklüğünün çimlenme yüzdesi ve fidan gelişimi üzerinde etkili olmadığı belirtilmektedir (Shepard ve ark., 1989; Indira ve ark., 2000; Alptekin ve Tilki, 2002). Bazı çalışmalarda ise küçük tohumlular büyük tohumlara göre daha yüksek çimlenme yüzdesi sahipken, büyük tohumların fidan gelişimine etkisi daha yüksek bulunmuştur (Souza ve Fagundes, 2014).

Büyük tohuma (>8 gr) sahip kestane ağaçları büyük fidanlar üretmiştir. Tohum büyüklüğünün artışına bağlı olarak fidan biyokütlesi de artmıştır. Khan (2004), *A. heterophyllus* türünde, Long ve Jones (1996) 14 meşe türünde, Du ve Huang (2008) *Castanopsis chinensis* türünde tohum büyüklüğü ile fidan biyokütlesi arasında pozitif korelasyon bulmuşlardır.

Sonuç

Aynı mınıtkada yetişen ve farklı tohum büyüklüğüne sahip kestanelerin tohum boylarının farklı olması yetiştirme ortamı koşullarından ziyade genetik yapı ile alakalı olabilir. Bu çalışmaya göre genetik olarak büyük tohumlu ağaçlardan elde edilen kestane tohumlarının çimlenme yüzdeleri ve fidan gelişimlerinin daha iyi sonuçlar verebileceği söylenebilir.

Kaliteli ve morfolojik olarak gelişme potansiyeli yüksek fidan elde etmek için büyük boyutlu ağaçların tohumlarının kullanılması önerilebilir ancak monokültür oluşumuna

sebebiyet vermemek için bu seçimin olabildiğince farklı ağaçlardan yapılmasına dikkat edilmesi gerekebilir.

Karma kestane tohumlarının sınıflandırılması ile yapılan benzer çalışmalarda tohum büyüklüğüne bağlı çimlenme ve fidan gelişimindeki farklar yetiştirme ortamından mı yoksa genetik yapıdan mı kaynaklandığı net olarak anlaşılamamaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda aynı ağaçtan toplanan tohumlarda benzer çalışma yapılması ile bu konu hakkında daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir.

Kaynaklar

- Abideen, MZ, Gopikumar, K and Jamaludheen, V 1993. Effect of seed character and its nutrient content on vigour of seedlings in *Pongamia pinnata* and *Tamarindas indica*, My Forest, 29: 225-230.
- Ahirwar, J R 2012. Effect of seed size and weight on seed germination of *Alangium lamarckii*, Akola, India, Research Journal of Recent Sciences, ISSN: 2277 - 2502.
- Alptekin, C and Tilki, F 2002. Effects of stratification and pericarp removal on germination of *Quercus libani* acorns, Silva Balc., 2:21-28.
- Anonim, 2013. Kestane Eylem Planı (2013-2017), Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anşın, R ve Özkan, Z C 2006. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunu Taksonlar Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No: 19, Trabzon.
- Bellari, C and Tani, A 1993. Influence of time of collection on the viability of seeds of *Alnus cordata* Ann. Acad, Ital. Sci. For., 42: 259-285.
- Blade, C and Vallejo, V R 2008. Seed mass effects on performance of *Pinus halepensis* Mill. seedlings sown after fire, Forest Ecology and Management, 255, 2362–2372.
- Cicek, E and Tilki, F 2007. Seed Size Effects on Germination, Survival and Seedling Growth of *Castanea sativa* Mill, Journal of Biological Sciences, 7(2): 438-441.
- Davidson, R H, Edwards, D GW, Sziklai, O and El-Kassaby, YA 1996. Variation in germination parameters among Pasific silver fir populations. Silvae Genet. 45: 165-171.
- Davis, P H 1982. Flora of Turkey-VII, Edinburg Universty Press.
- Dirik, H 1993. The relationship between some important seedling properties and seedling performance in *Pinus brutia* Ten. İ.Ü. Orm. Fak. Derg. Seri A, 2: 51-75.
- Doğanay, H 2007. Ekonomik Coğrafya 3: Ziraat Coğrafyası, İstanbul, Aktif Yayınevi, (2007).
- Du, Y and Huang, Z 2008. Effects of seed mass and emergence time on seedling performance in *Castanopsis chinensis*, Forest Ecology and Management, 255(7): 2495-2501.
- Dunlap, J R and Barnett, J P 1983. Influence of seed size on germination and early development of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) germinants, Canadian Journal of Forest Research, 13(1): 40-44.
- Farmer, R E J 1980. Comparative analysis of first year growth on 6 deciduous tree species. Can. J. For Res., 10:35-41.
- International Rules For Seed Testing 1985. Determination of moisture content, Seed Science Technol., 13: 338-341.
- Indira, EP, Basha SC and Chacko, K C 2000. Effect of seed size grading on the germination and growth of teak (*Tectona grandis*) seedlings, J. Trop. For. Sci., 12: 21-27.
- Jayasankar, S Babu, LC Sudhakara, K and Unnithan, VKG 1999. Provenance variation in seed and germination characteristics of teak (*T. grandis* L.F.), Seed sci. Technolog., 27: 131-139.
- Karrfalt, R P 2004. How a corn size influences seedling size and possible seed management choices. USDA For. Serv. RMRS-P-33, Fort Collins, CO, pp: 117-118.

- Ke, G and Werger, MJA 1999. Different responses to shade of evergreen and deciduous oak seedlings and the effect of acorn size. *Acta Oecol.*, 20: 579-586.
- Khan, ML 2004. Effects of seed mass on seedling success in *Artocarpus heterophyllus* L. a tropical tree species of north-east India, *Acta Oecol*, 25: 103-110.
- Kulaç, Ş, Kırıt, S ve Develi, C 2004. İstiranca meşesinde (*Q. hartwissiana*) palamut şekil ve boyutlarının çimlenme yüzdesi ve enerjisi üzerine etkisi, V. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi Bildiriler Kitabı, 29 Nisan-01 Mayıs, Cilt-1, S. 49-53, KTÜ.
- Long, TJ Jones, RH 1996. Seedling growth strategies and seed size effects in fourteen oak species native to different soil moisture habitats, *Trees-Struct. Funct.*, 11: 1-8.
- Navarro, FB, Jimenes, MM, Ripol, MA, Ondono, E, Gallego, E and Simon, E 2006. Direct sowing of holm oak acorns: Effects of acorn size and soil treatment, *Ann. For. Sci.*, 63: 961-967.
- Shepard, E, Miller, DD, Miller, G and Miller, D 1989. Effect of seed weight on germination, survival and initial growth of horse chesnut (*Aesculus indica* Colebr.) in the nursery, *Indian for.*, 119: 627-629.
- Singh, O 1998. Effect of seed weight on germination, survival and initial growth of *Quercus dilatata* in the nursery. *Indian For.*, 124: 959-961.
- Singh, S, Singh, O and Singh, V 1993. Effect of seed weight on germination, survival and initial growth of horse chestnut (*Aesculus indica* Colebr.) in the nursery. *Indian For.*, 119: 627-629.
- Souza, ML and Fagundes, M 2014. Seed Size as Key Factor in Germination and Seedling Development of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae), *Scientific Research, Brasil*.
- Soylu, A 1984. Kestane yetiştiriciliği ve özellikleri, Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yay. No: 59, Yalova.
- Soylu, A 2004. Kestane yetiştiriciliği ve özellikleri, Hasad Yayıncılık, İstanbul
- Toon, PG, Haines, RJ and Dieters MJ 1990. Relationship between seed weight, germination and seedling-height growth in *Pinus caribae* Morele. var. *hondurensis* barre and Golfri. *Seed Sci. Techno.*, 19: 389-402.
- Willari, R L 1985. A guide to forest seed handling, Fao Forestry Paper 20/2, Rome.



Yeşil Alan Donatısının Konut Fiyatlarına Etkisi: Kilis Örneği

Saliha TAŞÇIOĞLU¹, Ahmet Salih GÜNAYDIN¹, Murat YÜCEKAYA¹, M. Faruk ALTUNKASA²

Özet

Kentlerin hızlı büyümesi, artan göç ve sanayileşmeyle birlikte toprak değeri artmakta, bunun sonucu olarak kent planları rant odaklı yapılmakta, çevresel sürdürülebilirliğin temel yapıtaşı olan konut bahçeleri de bu sistem içerisinde en aza indirgenmekte hatta tamamen ortadan kaldırılmaktadır.

Bu çalışmada konutların farklı özellikte ve büyüklükte yeşil alan donatılarına sahip olmasına bağlı olarak, konut piyasasındaki fiyatların değişimi belirlenmeye çalışılmıştır. Kilis ili Beşevler Semtinde yapılan çalışma 3 aşamada yürütülmüştür. Çalışmanın ilk aşamasında, alanda yer alan mevcut konut özellikleri saptanarak, çalışma alanının tümünü genel olarak temsil edebilecek uygun bir konut seçilmiştir. İkinci aşamada konutların farklı kullanım özellikleri ve yeşil alan donatısına sahip olması durumunda bireylerin fazladan ödemeye istekli oldukları fiyatlar anket yöntemi ile belirlenmiştir. Son aşamada ise elde edilen veriler, yeşil alan donatısı ile konut fiyatı arasındaki ilişkiyi ve fiyat artışını belirleyebilmek için istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda yeşil alan donatısı ile konut fiyatı arasında doğrudan bir ilişki olduğu ve konut alıcılarının yeşil alan büyüklüğüne ve donatı miktarına paralel olarak fiyat artırımına yapmaya istekli oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel sürdürülebilirlik, Yeşil alan donatısı, Konut fiyatı

The Effect of Landscape Equipment Elements on Housing Prices: Kilis Case

Abstract

Land value increases associated with increased migration and industrialization, as a result, the city plans are made as income based and the residential gardens which are the basic building blocks of environmental sustainability are minimized or completely eliminated in this system.

In this study, the variation of prices in the housing market has been attempted to be determined depending on houses which have landscape equipment elements in different sizes and qualities. The study has been conducted in 3 phases in Kilis Beşevler District. In the first phase of the study, by determining the existing housing features, a suitable housing which can represent all of the study has been chosen. In the second phase, the prices that individuals are willing to pay extra, in the case that the houses have different utilization characteristics and landscape equipment elements, are determined by the survey. In the last phase, the data obtained are evaluated through statistical analysis in order to determine the relationship between landscape equipment elements and housing pricing, and the price increase in the event that the houses have green spaces in different sizes and functions. According to the results of analysis, it is determined that there is a direct correlation between green space elements with housing, and the housing recipients are willing to increase in price parallel to green space size and the amount of equipment elements.

Key Words: Environmental sustainability, Landscape equipment elements, Housing prices

¹Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Bölümü, slhtascioglu@gmail.com

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana

Giriş

İnsan refahı ve mutluluğunda doğal alanların rolü iki tür pasif katılım içermektedir. Bunlardan birisi doğal alanları fark etme ve seyretme imkânı, diğeri de direkt olarak kullanılmamasına rağmen bu tür alanların var olduğunun ve istenildiğinde görülebileceğinin bilinmesi olarak ortaya konulmuştur (Özgüner, 2004).

Yeşil alanlarla insanların yakınlığı coğrafi ve kültürel ayrımları aşma eğilimindedir. Yaşanabilir ve sürdürülebilir bir kent, genellikle sakinleri ve ziyaretçilerin memnuniyetine yönelik, kentsel yeşil alanların stratejik konumlarda, yüksek kalitede ve büyük miktarlarda oluşturulması ile karakterize edilebilir. Kentsel yeşil alanların sağladığı dinlenme fırsatları ve olanakları, önemli insan kullanım hizmetleri olarak gösterilebilir (Jim ve Chen, 2006).

Ülkemizde hızlı nüfus artışı ve kırdan kente aşırı göç sonucunda oluşan plansız kentleşme gecekondular olarak adlandırılan sağlıklı yaşam mekânlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. 1960'lı yılların sonuna doğru toplu konutlar, artan konut sorununa çözüm olarak görülmeye başlanmıştır (Kuru, 2008).

Günlük yaşam koşullarının insanlar üzerinde yoğun baskı ve stres oluşturduğu düşünüldüğünde, yeşil alan gerekliliği daha fazla önem taşır hale gelmektedir. Hiç şüphesiz kentsel yeşil alanların yanı sıra konutların sahip olduğu açık alanlar da bu ihtiyacı karşılamaya en uygun alanlardan biridir. Doğa ile iç içe olmanın psikolojik yönden rahatlamaya yardımcı olduğu ve şehir hayatının stresini azalttığı fikri, şehirleşmenin başladığı dönemle birlikte ortaya çıkmıştır (Özgüner, 2004).

Kentsel kamusal mekânlarda 'bilinmeyen' olgusunun her geçen gün artması ve bilinmeyenden kaynaklanan kentsel korkuların yarattığı baskıyla kişiler kamusal yaşamdan çekilmekte ve özel yaşamlarına, dolayısıyla evlerine daha çok değer vermektedirler (Karakurt, 2008). Bu süreçte orta ve üst gelir grupları, kentin karmaşasından kaçabilmek için kentsel mekân dışında inşa edilen bölgelerde konut edinmeye gerek duymuşlardır (Ertürk ve Tosun, 2009).

Kentsel yeşil alanların ekonomik bir değer olarak ölçülebilir olmaması nedeniyle ekonomi literatüründe 'serbest mal' olarak nitelendirilmektedir. Farklı çalışmalarda yeşil alanların ekonomik ölçülebilirliğine yönelik yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Faydacı Fiyat (Hedonic price) olarak adlandırılan bu metot, ev fiyatlarında çevresel konforun etkisini tahmin etmek için kullanılmıştır (Donovan ve Butry, 2010). Kişilerin (hane halkının) konut ihtiyaçlarını gidermek amacıyla, belli bir konutun fiyatını ya da kirasını ödemeye istekli ve ödeme gücünde olmaları konut talebi olarak adlandırılmaktadır. Bu yönüyle konut talebi ekonomik nitelikli bir kavram olarak tanımlanabilir (Tosun ve Fırat, 2012).

Ev fiyatlarında prim aracılığıyla satış faktörlerinin sosyoekonomik değerine işaret edilirse, bu politika karar sürecinde yeşil alanların pozisyonunu güçlendirir (Joke Luttik, 2000). Yerel parklar, doğal bölgeler ve golf alanları gibi açık yerler bu kaynaklara yakın ilişki içinde olan evlerin fiyatlarını etkileyebilir (Bolitzer ve Netusil, 2000). Bunun yanı sıra kentsel bölgelerde ağaçlar tarafından oluşturulan çevresel ve kültürel yararların bazıları, ticari ve yerleşim yerlerinin değerlerini arttırabilir. (Sander ve ark., 2010).

Nitelikli çevrenin insanda yarattığı ilk düşünce hiç şüphesiz ki kirilenmemiş hava, su ve toprak, korunmuş bitki örtüsü ve yaban hayatı, temiz, düzenli ve gürültüsüz yerleşim alanlarının varlığıdır. İnsan doğal olarak nitelikli bir çevreyi tercih etmekle birlikte kendisini böyle bir çevreden uzaklaştıran temel faktörün kendi tercihleri doğrultusunda oluşan ekonomik etkinlikleri olduğunu çabuk unuttur. Ekonominin temel konusu bireylerin sosyoekonomik yapıları doğrultusunda tüketeceği ya da vazgeçeceği şeyler arasında bir seçim yapması gerekliliğidir (Altunkasa, 2008).

Bu çalışma, çevresel niteliğin farklı durumlarında, belirlenen semtteki konut fiyatlarının bundan ne düzeyde etkilendiğini saptamaya yöneliktir. Bu nedenle son yıllarda hızlı nüfus

Konuta özel farklı alternatifteki yeşil alanların, konut fiyatları üzerindeki etkisi faydacı fiyat yöntemi ile belirlenmiş ve koşullu değerlendirme yöntemi ile kontrol edilmiştir.

Faydacı Fiyat Yöntemi, çevresel nitelik ile piyasa mal ve niteliklerinin fiyatları arasındaki ilişkiyi amaca uygun istatistiksel tekniklerle deneyerek iki temel soruya yanıt aramaktadır (Altunkasa, 2003).

- Çevresel nitelik açısından farklı koşullarda bulunan, piyasada alınıp satılabilir unsurların (örneğin konut, işyeri ve arsa) değerlerini çevresel koşullardaki farklılıkların hangi düzeyde değiştiği ya da etkilediği,
- Çevresel koşulların istenilen nitelikte bulunması için hangi miktarda insanın ne düzeyde para ödemeye isteklilik gösterdiği yani çevresel iyileşmenin toplumsal değerinin ne olduğu.

Koşullu Değerlendirme Yönteminde, piyasaya doğrudan girmeyen yani bir fiyatı olmayan çevresel unsurlar için kullanıcı talebi ve buna ilişkin ödeme istekliliği (göze alınan bedel) doğrudan kullanıcıdan alınmaktadır. Bunun için kullanıcının çeşitli anket teknikleri ile sorgulanması gerekmektedir (Altunkasa, 2003).

Çalışmada izlenen yöntem Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada İzlenen Yöntem Şeması



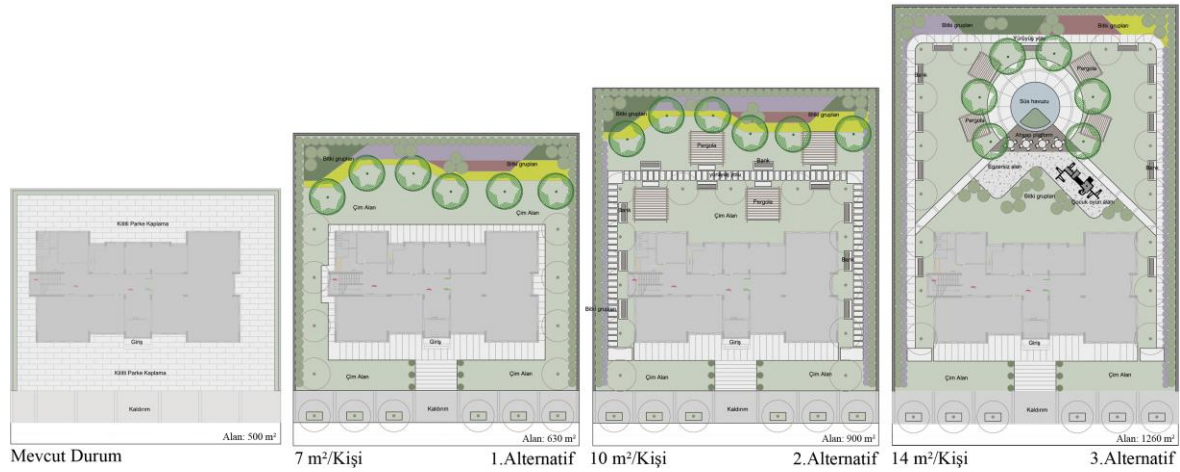
Çalışmanın ilk aşamasında örneklem dairenin satış fiyatı belirlenmiştir. Bu belirleme semtte bulunan farklı 5 emlak bürosundan alınan fiyatların ortalaması alınarak yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasını örneklem daireyi almak için emlakçıya gelmiş müşterilerle birebir yapılan anketler oluşturmaktadır. Anket; demografik sorular ve konutun farklı alternatiflerde yeşil alan donatılı fiyatlarını belirlemek için hazırlanan sorulardan oluşmaktadır. Anket sayısı belirlenirken, evren büyüklüğü olarak, örneklem dairenin bulunduğu Beşevler Semti Rifat Kazancıoğlu Mahallesi sınırları temel alınmıştır. Tuik 2014 nüfus verilerine göre, söz konusu mahallenin nüfusu 2917 kişi olarak verilmiştir (Tuik, 2014). Ankete katılan bireylerin ortalama 5 kişilik bir aileyi temsil ettiği düşünülerek, hesaplama 583 kişi üzerinden yapılmış olup, mahalle nüfusunun %20'sine yani yaklaşık 120 kişiye uygulanmıştır. Çalışmada çevresel durum ve farklı kullanım koşulları, bireylere yöneltilen anket sorularına verilen cevaplar doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Çevresel mal ve hizmetlerin faydacı fiyat yöntemi ile değerlendirilmesinde, yöntemin güvenilirliğini doğrudan belirleyebilecek bir teknik ya da ölçü bulunmamaktadır. Ancak yöntemin uygulanmasından alınacak sonuçların tutarlılığı farklı yaklaşımlarla kontrol etmek olasıdır (Altunkasa, 2003). Bu çalışmada faydacı fiyat yöntemiyle güvenilirlik analizi, koşullu değerlendirme yöntemi ile yapılmıştır.

Ankette alıcılara yapının mevcut durumu gösterilmiş ve hazırlanan görsel sunumlarla 3 farklı alternatifte kişi başına düşen yeşil alan miktarının 7 m², 10 m², 14 m² olması ve farklı aktivitelere olanak sağlaması durumunda fazladan ödemeye istekli oldukları fiyatlar sorulmuştur. Bu alternatifler hazırlanırken, farklı büyüklüklerdeki alanın peyzaj tasarım projelerinin, insanların ihtiyaçlarına cevap verecek estetik ve işlevsel özellikte olması ve burada kullanılan donatı elemanlarının konutun satış fiyatına etkisinin olup olmadığının tespit edilmesi hedeflenmiştir.

Örneklem yapı 6 katlı olup, her katta 3 daireden toplam 18 daire bulunmaktadır. Yapıdaki ortalama hane halkı sayısı 5 kişi olarak alınıp kişi başına düşen yeşil alanlar bu doğrultuda hesaplanmıştır. Mevcut durum ve hazırlanan 3 farklı peyzaj tasarım proje örneği aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Seçilen Konutun Mevcut Durumu ile Yeşil Alan Büyüklüğüne ve Donatılarına Ait Projeler (Orijinal, 2015)

1. Alternatif: Sadece bitkisel düzenlemenin yapıldığı 630 m²'lik yeşil alan (7 m²/kişi)
2. Alternatif: Sınırlı miktarda donatı elemanına sahip olan: İçinde oturma birimleri, pergola ve yürüyüş yolları gibi donatıların olduğu 900 m²'lik yeşil alan. (10 m²/kişi)
3. Alternatif: Farklı aktivitelere imkan sağlayan: İçerisinde oturma birimleri, pergola, yürüyüş yolları, süs havuzu, çocuk oyun alanı ve egzersiz alanı bulunan 1260 m²'lik yeşil alan. (14 m²/kişi)

Çalışmanın son aşamasında, anketlerden elde edilen veriler değerlendirilmiş ve birbirleri ile ilişki düzeyini saptamak için çapraz karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu aşamada SPSS17 programından yararlanılmıştır.

Bu analizler sonucunda, her farklı alternatifte alıcılar tarafından konut için takdir edilen fiyat artırımları ortalamaları hesaplanmış ve bu değerler korelasyon ve regresyon analizlerine tabi tutularak konut fiyatları ile yeşil alan miktarları arasındaki önem düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu analiz yapılırken bağımlı değişken olarak konut alış fiyatı (Y), bağımsız değişken olarak da yeşil alan donatısı (X) alınmıştır.

Bağımsız değişken olan yeşil alan koşulları belirli değerler aldığı anda, bağımlı değişken olan konut satış fiyatının alacağı değerler, $Y = a + bX$ basit doğrusal regresyon denklemi ile hesaplanmıştır.

Denkleimde;

Y = Konuta özel yeşil alan koşulları (bahçe ya da aktif yeşil alan) nedeniyle artan fiyatlar,

X = Yeşil alanın kapsamı (katsayı 7, 10 ya da 14),

a = Yeşil alan donatısız konut satış fiyatı katsayısı,

b = Yeşil alan donatısının oluşturduğu ek fiyat katsayısını belirtmektedir.

İstatistiksel olarak belirli bir X değeri (yeşil alan donatısı) ile Y değeri (konut alış fiyatı) arasında bir ilişkinin olup olmadığı korelasyon katsayısı ile anlaşılabilir. Korelasyon katsayısı mutlak değer olarak "0"dan 1'e yaklaştıkça ilişkinin fazla olduğunu, "0" ise hiçbir ilişkinin bulunmadığını göstermektedir (Altunkasa, 1999).

Diğer yandan konuta ait yeşil alan donatısı (X) ile konutun alış fiyatı (Y) arasındaki ilişkinin gerçek bir ilişki olup olmadığı istatistiksel açıdan önem düzeyleri ile belirlenebilecektir. Çalışmada bu ilişki %1 ve %5 düzeyinde önem testine tabi tutulmuştur. Alınan sonuçlara göre konuta ait yeşil alan donatısı ile konut alış fiyatları arasındaki ilişkinin düzeyi ölçülmüştür.

Araştırma Bulguları

Yeşil alan donatılarının konut fiyatlarına etkisini belirlemek amacıyla Beşevler semtinde genel olarak tercih edilen ve bu doğrultuda semtteki konutları temsil edebileceği düşünülen konutu almak isteyen bireylerle yüz yüze toplam 120 anket uygulanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda bireylerin sosyoekonomik yapıları şu şekilde ortaya çıkmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bireylerin Sosyoekonomik Özellikleri

Cinsiyet (%)	Kadın		Erkek			
		30	70			
Yaş (%)	18-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45+
	20,8	24,2	19,2	15	15	5,8
Medeni Durum (%)	Evli		Bekar			
	61,7	38,3				
Çocuk Sayısı(%)	Yok	1-2	3-4	5+		
	41,7	39,2	15,8	3,3		
Eğitim (%)	Okur- Yaz.	İlkokul	Ortaokul	Lise ve D.	Üniversite	
	1,7	9,2	11,7	26,7	50,9	
H. Halkı Kişi Sayısı (%)	1-3	3-5	5-7	7 ve üstü		
	32,5	39,2	22,5	5,8		
H. Halkı Çalışan S. (%)	1	2	3	3 ve üstü		
	44,2	45	9,2	1,7		
H. Halkı Aylık Geliri (%)	0-2000	2000-5000		5000 üz.		
	36,7	42,5	20,8			

Ankete katılan bireylerin çoğunluğu erkektir. 18 ile 34 yaş arası yüksek yoğunlukta, genelde evli bireyler ve en fazla 2 çocuk sahibidirler. Hane halkı kişi sayısına bakıldığında da büyük oranda 1 ile 5 kişilik ailelerden oluştuğu ve çoğunlukla ailede 1 veya 2 kişinin çalıştığı ve katılımcıların genelde üniversite mezunlarından oluştuğu görülmektedir.

Hane halkının aylık net gelirleri incelendiğinde ise 2000 TL ile 5000TL arası net geliri olanlar çoğunluktadır. Çalışma alanında ortalama bir konut sahibi olmak isteyen bu ailelerin gelir düzeyleri orta ve ortanın üzerindedir. Söz konusu daireyi almaya istekli olarak emlak bürolarını ziyaret ettikleri de göz önünde bulundurulursa hane halkı aylık net gelirleri ve almak istedikleri dairenin fiyatı arasındaki ilişki anlamlı görülmektedir.

Çizelge 3. Bireylerin Beşevler Semtini Tercih Sebebi

Tercih Sebebi (%)	Düzenli Yerleşim	Yeni Daireler	Ulaşılabilirlik	Sosyal Çevre	Çevresel Faktörler	Sosyoekonomik Yapı	Hızlı Prim Yapması
	35	32,5	15,8	45	6,7	19,2	3,4

Anket çalışmasında açık uçlu olarak sorulan Beşevler Semtini tercih sebebi sorusuna ise katılımcılar çoğunlukla sosyal çevre, düzenli yerleşim ve yeni daireler cevabını vermişlerdir (Çizelge 3). Bu sonuçlar değerlendirildiğinde ise gelir düzeyi orta ve ortanın üzerinde olan bireylerin özellikle sosyal çevre olmak üzere bunun yanında düzenli yerleşime de önem verdikleri söylenebilir.

Her iki veriden anlamlı sonuçlar alabilmek için, değerler sınırlandırılıp hane halkı net geliri toplam 3 farklı grupta (0-2000, 2000-5000, 5000 ve üzeri), fazladan ödemeye istekli olunan para ise toplam 4 farklı grupta (0-3000, 3000-7000, 7000-15000, 15000 ve üzeri) toplanmıştır. Her bir gelir grubunun 7 – 10 – 14 m²'lik yeşil alan donatıları için artırım oranları çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Farklı Büyüklükteki Yeşil Alan Donatısı İçin Ödemeye İstekli Olunan Fiyat

Net Gelir	Farklı büyüklükte yeşil alan olması durumunda ödemeye istekli olunan fazladan para											
	0-3000 TL			3000 – 7000 TL			7000 – 15000 TL			15000 ve Üzeri		
	7 m ²	10m ²	14m ²	7m ²	10m ²	14m ²	7m ²	10m ²	14m ²	7m ²	10m ²	14m ²
0-2000	25,0	18,2	12,1	6,1	7,6	9,8	1,5	6,8	4,5	0,8	0,8	6,8
2000-5000	20,3	11,8	5,9	7,8	10,5	9,2	4,6	7,8	8,5	0,7	3,3	9,8
5000 üzeri	21,3	14,7	9,3	9,3	13,3	6,7	1,3	2,7	12,0	1,3	2,7	5,3

Anket verileri sonucunda hane halkı aylık net geliri ile bireylerin farklı yeşil alan alternatiflerinin olması durumunda ödemeye istekli oldukları fazladan para arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığı korelasyon analizleri yapılarak tespit edilmiştir. Korelasyon analizleri sonucunda net gelirle 7 m² / kişi ilişkisi 0,18 değeri ile çok düşük 10 m² / kişi ilişkisi 0,713 ile yüksek ve 14 m² / kişi ilişkisi ise 0,568 değeri ile orta derecede birbirine bağımlı değişkenler olduğu ortaya çıkmıştır.

Ankete katılanlar açısından net gelirin arttıkça 7m²/kişi yeşil alan için fazladan ödemeye istekli oldukları paranın artmamasının sebebinin (korelasyon katsayısının çok düşük çıkması) 1.alternatifteki yeşil alanın yeterli büyüklüğe ve herhangi bir aktivite imkanına sahip olmamasından dolayı olduğu düşünülebilir. Aynı durum 10m²/kişi yeşil alan için irdelendiğinde net gelir ile artırım oranının yüksek derecede birbirine bağımlı değişkenler olması (korelasyon katsayısının yüksek çıkması), 2. alternatifteki yeşil alanın yeterli büyüklükte ve bir takım aktivitelere olanak vermesi olarak yorumlanabilir. 3. alternatifte ise değişkenlerin orta derecede birbirine bağımlı olması (korelasyon katsayısının orta çıkması) konuta ait 14m²/kişi yeşil alan donatısının belirli bir büyüklük ve aktivite imkanından sonra kısmen gerekli görülmediği sonucuna varmak olasıdır.

Elde edilen tüm anket verileri çapraz karşılaştırma yöntemi ile değerlendirildiğinde de özellikle 10m² ve 14m²'lik yeşil alanlar için aylık net gelir ile ödemeye istekli olunan paranın doğru orantılı olarak bir artış gösterdiği görülmektedir.

Anket sonuçlarına verilen cevaplar doğrultusunda a değeri 176 799, b değeri 866.057 olarak hesaplanmıştır. Regresyon denkleminde (Y= ax+b) bu değerler yerine yerleştirildiğinde bulunan ortalama fiyatlar çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Regresyon Denklemiyle Elde Edilen Sonuçlar

7 m ² /kişi yeşil alan donatısı için, $Y = 176\,799 + (866.057 \times 7) = 182\,861$ TL
10 m ² /kişi yeşil alan donatısı için, $Y = 176\,799 + (866.057 \times 10) = 185\,459$ TL
14 m ² / kişi yeşil alan donatısı için, $Y = 176\,799 + (866.057 \times 14) = 188\,924$ TL

Regresyon denklemi ile hesaplanan ortalama fiyatlar ve artırım oranları Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Satın Alınacak Konutun Sahip Olduğu Yeşil Alan Büyüklüğü ve Donatılar Doğrultusunda Katılımcı Tarafından Konuta Takdir Edilen Fiyat Durumu

Konutun Kent Dokusu İçerisindeki Yeri	Konutun Ortalama Fiyatı* (TL)	Konutun Farklı Büyüklükte Yeşil Alan Donatısına Sahip Olması Durumunda Satın Alanlar Tarafından Takdir Edilen Ortalama Fiyat**					
		7m ² /kişi		10m ² /kişi		14m ² /kişi	
		TL	Artırım Oranı %	TL	Artırım Oranı %	TL	Artırım Oranı %
Beşevler Senti	176.799	182.861	3.42	185.459	4.90	188.924	6.85

*Konutun ortalama fiyatı, 5 emlak kuruluşundan alınan bilgiler doğrultusunda, yeşil alan donatısına sahip olmayan apartman dairesinin satış fiyatı ortalamasını belirtmektedir.

** Satınalacaklar tarafından takdir edilen fiyatlar, konutun bulunduğu binaya ait olacak çocuk oyun alanı, dinlenme alanı ve egzersiz alanı işlevine sahip yeşil alan kullanımları için geçerlidir. Otopark ve servis yolları bu alana dahil edilmemiştir. Fiyatlar, alıcıların farklı büyüklükteki yeşil alanlar için öngördükleri fiyat artırım oranları ortalaması temel alınarak hesaplanmıştır.

Ankete katılanlar, herhangi bir yeşil alan donatısına sahip olmayan bir konutun fiyatını, bu konutun 7 m²/kişi yeşil alana sahip olması durumunda ortalama % 3.42, 10 m²/kişi yeşil alana sahip olması durumunda ortalama % 4.90, 14m²/kişi yeşil alana sahip olması durumunda da ortalama % 6.85 oranında fiyatı artırmışlardır. Çizelge 5 incelendiğinde, 7 ve 10 m²/kişi yeşil alan büyüklükleri arasındaki 3 m² /kişi ilave büyüklük için ortalama % 1.48 düzeyinde, 10 ve 14 m²/kişi yeşil alan büyüklükleri arasında 4 m²/kişi ilave büyüklük için ise fiyat artırım % 1.95 düzeyinde yapılmıştır. Buradan, konuta ait yeşil alan büyüklüğü ile artırım oranı arasında doğru orantı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anket verilerinin değerlendirilmesi sonucu hazırlanan Çizelge 6’ da hesaplanan değerlere göre, çalışma alanında konutlara ait yeşil alan donatılarının konut fiyatı oluşumunu etkileyebileceği ortaya çıkmaktadır. Yani yeşil alan donatısı ile konut fiyatı arasında bir ilişki gözlenmektedir. Ancak bu ilişkinin düzeyi, yönü ve istatistiksel açıdan önemli olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir.

İstatistiksel veri setleri korelasyon ve regresyon analizine tabi tutulmuş, analizler sonucunda elde edilen bulgular da bir bütün halinde Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Kilis Beşevler Senti Yeşil Alan Donatısı ile Konut Fiyatları Arasındaki İlişkiyi Belirlemeye Yönelik Korelasyon ve Regresyon Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ort.	Hesaplanan F Değeri	Önem Derecesi	Reg. Denk. (Y=a+bx)
Regresyon	1	2201661830	2201661830			Y=176799+
Regr. Sapma	35	10968587468	30897429	71,257	P<0.01	(866.057X)
Toplam	356	13170249299	36995082			

Çizelge 7’ye bakılacak olursa çalışma alanında konutlara özel yeşil alan koşulları ile konut satış fiyatları arasında istatistiksel ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki, İstatistiksel olarak belirli bir X değeri (yeşil alan donatısı) ile Y değeri (konut alış fiyatı) arasında bir ilişkinin olup olmadığı korelasyon katsayısı ile anlaşılabilir.

Çalışmada gerçekleştirilen hesaplamalarda korelasyon katsayısının 1'e çok yakın (ortalama 0,85) bulunmuştur. Diğer bir deyişle, korelasyon katsayıları 1 değerine yakın ve bu durum, konuta ait yeşil alan donatısı ile konutun alış fiyatları arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. Yeşil alan miktarı ve donatısı arttıkça konut satış fiyatı da arttığından bu ilişki pozitifdir.

X ve Y değişkenleri arasındaki ilişkinin gerçek bir ilişki olup olmadığı istatistiksel açıdan önem düzeyleri ile ortaya konulabilecektir. Çalışmada bu ilişki %1 ve %5 düzeyinde önem testine tabi tutulmuştur. Alınan sonuçlara göre konuta ait yeşil alan donatısı ile konut alış fiyatları arasındaki ilişki %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu durumda, konuta ait yeşil alan donatısı ile konutun alış fiyatı arasındaki ilişkinin gerçek bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Kentsel açık alanlar farklı kullanıcılara sahip olması açısından farklı tasarım ve ihtiyaçlara yönelik donatıları da bulduran bölgelerdir. Konut yapılaşmasının son yıllarda hızla artması ile bu alanların miktarının düştüğü açıkça görülmektedir. Kullanıcı istek ve ihtiyaçlarını göz önüne almayan ve yeşil alan donatılarına yer verilmeyen düzenlemelere günümüzde sıklıkla rastlanmaktadır. Oysaki insanların yeşil alan donatısına sahip konutları daha çok tercih ettikleri bilinmektedir. Bu konutlar yalnızca kullanıcı için değil, çevresel değerler için de olumlu bir etkiye sahiptir.

Türksoy (1993), Türkiye' de kentlerin günümüzdeki yapılanmasında etkili olan planlama-uygulama anlayışının içeriğinden bazı özellikleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- Kent planlama adına yaptırılan imar planları, kent toprağında oluşan rantın bölüşümünü düzenleyen bir belge olmaktan kurtarılamamış, kent planının disiplinler arası ortak çalışma sonucunda elde edilecek bir ürün olduğu düşüncesi etkin kılınamamıştır.
- Kent toprağındaki özel mülkiyet hakları birincil öncelik kabul edilmiş, parsel düzeni yeni kentsel gelişme alanlarında da egemen olmuştur.
- Kent, yapı ve yollardan oluşan bir bütün olarak algılanmış 'insan ölçeği' göz ardı edilerek taşıt trafiğini temel alan bir sistem geliştirilmiştir.
- Kentsel arazide spekülasyonu engelleyecek önlemler alınamamış, aksine bunu destekleyecek kararlarla spekülasyon yap-sat mantığı ile organizasyoncunun çıkarlarına uygun büyük kent parçalarının oluşturulmasına göz yumulmuştur.
- Kentsel sosyal altyapı ile yeşil alan standartları, spekülasyon baskısının yönlendirdiği yoğunluk artışı kararları ile sürekli düşüş göstermiştir.

Çevre kalitesinin en önemli göstergesi, konut çevrelerinin kullanıcıların yaşam biçimleri, sosyal ve psikolojik beklentileri ve gereksinmelerine yanıt vermesi olarak belirlenmiştir (Özdam, 2010).

Ulusoy ve Vural (2001)'a göre çevre kirliliğini genel olarak insanların her türlü faaliyetleri sonucu suda, toprakta ve havada meydana gelen olumsuz gelişmelerle ekolojik dengenin bozulması ve böylece ortaya çıkan kötü koku, zehirlilik, radyasyon, gürültü, hava kirliliği ve arzu edilmeyen diğer sonuçlar olarak tanımlanmaktadır. Çevresel problemlerin nedenleri hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde benzer bir eğilimle plansız kentleşme ve sanayileşmeyle ilgilidir.

Türksoy'un (1993), Altunkasa (1999), Ulusoy ve Vural'ın (2001) saptamaları ile çalışmanın sonuçları örtüşmekte olup, aşağıdaki bulgulara da ulaşılmıştır.

Kentsel yaşam kalitesini, aktif yeşil alanların yanı sıra konutların sahip olduğu yeşil donatı da yüksek oranda etkilemektedir. Bu açıdan bakıldığında; Beşevler Senti yeni

yapılanmakta olduğundan ve insanlar tarafından daha çok tercih edildiğinden, toprak değerleri kentin diğer bölgelerine kıyasla daha yüksektir. Bu durum yüksek rant elde edebilme kaygısıyla planlama veya uygulama aşamalarında, yeşil alan donatılarının en az düzeye indirgenmesine neden olmaktadır. Bu yaklaşım, kullanıcıların yaşam kalitesini azaltmakta, yeşil alan eksikliğinden kaynaklı iklimsel ve çevresel sorunlara neden olmaktadır.

Gelişme konut alanlarında imar planı kararları ile daha yoğun bir yeşil kullanımı öngörülmüşse de niceliksel açıdan yeşil alanlara bakıldığında, Kilis kentinde kişi başına düşen yeşil alan miktarının 3,71 m² olduğu, bu değer imar mevzuatında belirtilen kişi başına 10 m² yeşil alan standardının çok altında kaldığı görülmektedir (Yücekaya, 2013). Bu oran kent planlarında aktif yeşil alanlara verilen değer düzeyini ortaya koymaktadır.

Korelasyon ve regresyon analiz bulguları sonucunda, yeşil alan donatısı ile konut fiyatları arasında gerçek bir ilişkinin bulunduğu ve bu ilişkinin pozitif olduğu belirlenmiştir. Bu durumda konut satın almaya istekli bireyler konuta ait yeşil donatının da bulunması durumunda oluşacak fazladan bedeli karşılamaya istekli olduklarını belirtmişlerdir.

Bu çalışma ile konut bahçesi düzeyinde yeşil alan donatısının toplumsal değerinin ne düzeyde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulardan yeşil alan donatısı için fazladan ödenmesi düşünülen fiyatların çok yüksek olmadığı sonucu çıkarılabilir. Bu durumun sebebi olarak da bölge halkının sosyoekonomik ve kültürel özelliklerinin yanında çalışma alanının coğrafi konumu, toprak değerleri ve gelişmişlik düzeyi gibi faktörler gösterilebilir.

Çalışmanın yapıldığı alanda ve ilin tamamında gelişim devam etmekte olup, elde edilen sonuçların ilin genelini temsil edebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle nazım imar planlarında TAKS, KAKS oranları ve emsal değerler bu çerçevede belirlenerek yapılarda yeşil alanlara daha fazla yer verilmesi doğru bir yaklaşım olacaktır. Çalışmanın yerel yönetimlere, bu konuda yol gösterici bir niteliğe sahip olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, kentsel mekanların ekolojik, sosyoekonomik ve kültürel özellikleri de göz önünde bulundurularak çevresel sürdürülebilirliği sağlanacak ve bu doğrultuda kentin gereksinimlerine cevap verecek bir planlama anlayışı geliştirilebilecektir.

Kaynaklar

- Altunkasa, M.F. 1999. Adana Kuzeybatı Üst Kentsel Gelişme Alanında Yeşil Alan Donatılarının Konut Fiyatlarına Etkisinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Araştırma Projesi, Adana.
- Altunkasa, M.F. 2003. Çevresel Sürdürülebilirlik. Çukurova Üniversitesi Genel Yayın No:255,Adana.
- Altunkasa, M.F. 2008. Çevrenin Ekonomik Değeri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Lisansüstü Ders Notu, Adana.
- Bolitzer, B., Netusil, N.R. 2000. The Impact of Open Spaces on Property Values in Portland, Oregon. *Journal of Environmental Management* 59: 185–193.
- Donovan, G.H., Butry, D.T. 2010. Trees in the City: Valuing Street Trees in Portland, Oregon. *Landscape and Urban Planning* 94: 77–83.
- Ertürk, H., Tosun, E. K. 2009. Küreselleşme Sürecinde Kentlerde Mekansal, Sosyal ve Kültürel Değişim: Bursa Örneği. *Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi* 16: 37-53.
- Jim, C.Y., Chen, W.Y. 2006. Recreation–Amenity Use and Contingent Valuation of Urban Greenspaces in Guangzhou, China. *Landscape and Urban Planning* 75: 81–96.
- Karakurt, E. 2008. Sürdürülebilir Bir Kentsel Yaşam Açısından Sosyal Sermayenin Önemi. *İş, Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi* 10(2): 76-100.
- Kuru, R. 2008. Toplu Konutların Tasarımında Sosyal Donatıların Maliyete Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Afyon.

- Luttik, J. 2000. The Value of Trees, Water and Open Space as Reflected by House Prices in The Netherlands. *Landscape and Urban Planning* 48: 161-167.
- Özgüner, H. 2004. Doğal Peyzajın İnsanların Psikolojik ve Fiziksel Sağlığı Üzerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A(2): 97-107.
- Özdam, B.A. 2010. İstanbul'da Kamu Kontrolünde Yapıtılan Toplu Konut Alanlarının Yeşil Alan Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, İstanbul.
- Sander, H., Polasky, S., Haight, G.R. 2010. The Value of Urban Tree Cover: A Hedonic Property Price Model in Ramsey and Dakota Counties, Minnesota, USA. *Ecological Economics* 69: 1646–1656.
- Tuik, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul>. Erişim Tarihi: 20.01.2015
- Türksoy, C. 1993. Kent Planlama ve Yerel Yönetimler. 2000'li Yıllara Doğru Türkiye'de Kent Planlama-Uygulama Sürecinin Değerlendirilmesi ve Yeni Yaklaşımlar Semineri (14-15 Ekim 1993), İller Bankası Yayını, Ankara, 64-77.
- Tosun, E. K. ve Fırat, Z. 2012. Kentsel Mekandaki Değişimler ve Kişilerin Konut Tercihleri: Bursa Örneği. *Business and Economics Research Journal*. (3) 1: 173-195.
- Ulusoy, A., Vural, T. 2001. Kentleşmenin Sosyo Ekonomik Etkileri. *Belediye Dergisi* 7(12): 8-14.
- Yücekaya, M. 2013. Kilis'te Açık Yeşil Alanlar ve Park Nitelikleri. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.



Teknik Önlemlerle Heyelan Kontrolü: Ordu İli Çamaş İlçesi Domuşu Heyelanı Örneği

Abdurrahim AYDIN¹, Diethard LEBER², Remzi EKER¹, İsmail BULUT³, Ertan KESER⁴

Özet

Ordu ili Çamaş ilçesi Domuşu mahallesinde 2013 yılında şiddetli yağışların ardından meydana gelen heyelan olayı bir evde hasar oluşturarak yerleşim alanını ve yoldaki trafik güvenliğini tehdit etmiştir. Yapılan incelemeler sonucu heyelanın halen aktif olduğu, alanda heyelanlı birlite yamaç malzemesinin içerdiği kaya bloklarının düşmesi probleminin de söz konusu olduğu belirlenmiştir. Yaşanan heyelan olayında her ne kadar can kaybı yaşanmamış olsa da koruyucu teknik önlemlerin alınmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada heyelan alanında bu kapsamda yapılan arazi incelemeleri ve jeolojik jeoteknik ölçümlere dayanarak alınabilecek koruyucu teknik ve kültürel önlemler önerilerek tartışılmıştır. Çalışma alanında heyelan ayağının stabilizasyonu için iki sıra şeklinde ağır kaya tahkimatı ile yamaç stabilizasyonu için ağaçlandırma/bitkilendirme kombinasyonlu sistematik ankraj ve yük taşıyıcı ağlar önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Heyelan, Rehabilitasyon, Jeoteknik, Stabilizasyon

Landslide Control with Technical Countermeasures: Domuşu (Çamaş-Ordu) Landslide Case Study

Abstract

A landslide event triggered by heavy rainfalls in Camas location (Ordu-Turkey) in 2013 impeded the settlements and traffic safety on the roads. It was observed from fieldworks that both landslide has been still active, and also not only existence of landslide and also rock fall hazard. Although life losses were not resulted in the event, designing of protective technical measurements is indispensable. In the study, it was suggested construction of technical counter-measures combined with biotechnical measures depending on field surveys and geotechnical analysis. In the study area, two sequence of heavy boulder fortification for stabilization of landslide foot as well as systematic anchor and load bearing networks combined with afforestation/plantation for stabilization of slopes are proposed.

Key Words: Landslide, Rehabilitation, Geotechnics, Stabilization

Giriş

Heyelanlar dünyanın neredeyse her bölgesinde meydana gelebilen ve toplumlar üzerinde yıkıcı etkilere sahip önemli doğal afetlerdendir. Yüzeyi oluşturan her tür kaya, toprak veya molozlar ile bunların karışımlarının yer çekimi etkisiyle duraylılıklarını kaybederek oluşturdukları kütleli hareketler olan heyelanlar literatürde çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır (Cruden, 1991; Sharpe, 1938). Heyelanların meydana gelmelerinde tek bir nedenden söz edilmesi genellikle mümkün olmamakta, jeolojik devirlere dayanan anakaya fiziksel özellikleri ile yer kabuğu hareketleri, erozyon ve iklim koşulları gibi pek çok faktör etkili olabilmektedir (Atalay ve Bekaroğlu, 1973).

¹Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Konuralp Yerleşkesi, e-mail: aaydin@duzce.edu.tr , remzieker@duzce.edu.tr

²Geoexpert Research and Planning GmbH, Brunhildengasse 1, 1-2 Stock, A-1150 Wien-Austria email: leber@geoexpert.at

³Orman ve Su İşleri Bakanlığı, ÇEM Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye, e-mail: bulutsmail@gmail.com

⁴ARE jeoteknik Ltd. Ankara-Türkiye, e-mail: are@arejeoteknik.com.tr

Oluş nedenleri ve şekilleri bakımından farklı özelliklere sahip heyelan olgusu zeminin cinsi, hareketin tipi ve nedenleri gibi unsurlara göre sınıflandırılmaktadır (Varnes, 1978). Esasında heyelanların oluşumu yüzey materyalini yamaç aşağı harekete zorlayan kaydırıcı kuvvetlerin bu materyallerin hareketini önleyen tutucu kuvvetlere eşit veya büyük olması durumunda gerçekleşmektedir. Dağlık ve tepelik alanlarda artan şekilde ulaşım tesislerinin, sulama tesislerinin ve diğer sivil ve tarımsal yapıların inşası ile bu kuvvetler dengesi olumsuz şekilde bozulmaktadır. Bu tür tesislerin inşası eğimli topoğrafik yapılarından dolayı dağlık ve tepelik alanlarda kazı şevlerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Buna paralel olarak da çok sayıda heyelan olayı meydana gelmekte (Song ve ark., 2011) ve insanların yaşamları ve yaşam alanları (yerleşim, tarım, yol, köprü, elektrik ve telefon vb. altyapı gibi) üzerinde yıkıcı etkiler ortaya çıkmaktadır.

Heyelanların bahsedilen zararlarının ortadan kaldırılması ya da en aza indirilmesi amacıyla ilgili toplumun artan talepleri de dikkate alınarak kurum ve kuruluşların projeler yapmakta olduğu ve gelecekte de önlem amaçlı projeler geliştirebileceği öngörülebilir. Bu kapsamda, heyelan zararlarının önlenmesine ilişkin geliştirilen stratejilerde hem insan hayatının hem de çevrenin korunması amaçlanmaktadır. Heyelanların sebep oldukları zararların iyileştirilmesinde ve heyelan stabilizasyonunda ekonomik ve rasyonel teknik çözümlerin bulunması bu açıdan oldukça önemlidir (Mevlida ve ark., 2014). Ancak heyelanların ve duraysız yamaçların restorasyonu, çözüm gerektiren önemli sorunlar ortaya çıkarabilmektedir. Çünkü meydana geldikleri sahalarda dik eğimlerde olması, düşük verimlilikte duraysız topraklara sahip olmaları, kimi yerlerde sıkışmış, akan silt ve/veya toprakların mevcudiyeti gibi pek çok olumsuz koşullar heyelan alanlarında tipik olarak görülmektedir (Polster, 1997). Yamaç iyileştirme çalışmalarının tasarım ve inşası bundan dolayı iyileştirme çalışmaları sırasında doğabilecek pek çok risk içermektedir. Afet risk azaltma çalışmaları geleneksel mantık olarak “sebeup ve çözüm” konseptine dayanmaktadır. Bu anlayıştan hareketle duraysız olan yamacın temeli, esas sebeup olarak kabul edilmekte ve meydana gelebilecek duraysızlıkların önlenmesi için tek çözüm “yamacın temelinin güçlendirilmesi ve malzemeyi tutan duvarların inşası” olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu yaklaşımın ortaya çıkan sendromu geçici olarak iyileştirdiği ifade edilmektedir (Lu, 2014). Burada önemli olan, olay sonrası rehabilitasyon çalışmalarında uzun ömürlü bir çözüm geliştirebilmek ve çözümün sürekliliği bakımından fizibilitesi yüksek projeler ortaya koyabilmektir. Bu amaca yönelik çözümlerin ortaya konulabilmesi için heyelanların sebepleri, dağılımları, ölçeği ve doğası hakkında detaylı bilgiye sahip olunması gerekmektedir.

Heyelan önleme ve zarar azaltma ile rehabilitasyon çalışmalarında yamaç drenajı, yamaç şev yüksekliği ve eğiminin düşürülmesi, kütle hareketini önlemeye yönelik mühendislik metotlarının uygulanması, hasar azaltmak için mühendislik yapılarının inşası, vejetasyon ile yamaç stabilizasyonu, toprağın güçlendirilmesi, kayma yüzeyinin patlatılması (blasting) gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır. Yamaç içerisindeki su miktarının ve oluşan hücre basıncının düşürülmesi için çeşitli mühendislik teknikleri bulunmaktadır (Msilimba, 2007). Bu teknikler yüzey sularını yamaç aşağı akıtılması için açılan periferik kanalları, suyu toplamak için açılan drenaj sondajlarını ve drenaj galerilerini içermektedir. Yine yamaç şevi yüksekliğindeki artış yamaç malzemesinin potansiyel gerilme düzleminin ağırlığında artışa sebep olmaktadır. Bundan dolayı şev yüksekliğinin azaltılması ve eğiminin düşürülmesi çalışmaları yapılmaktadır (Crozier, 1984). Eğer böylesi geniş kazı işlemi için yeterli alan bulunmazsa yamaçlarda teras ve banklar oluşturulabilmektedir. Bununla birlikte kütle hareketine karşı koymak için kullanılabilen bazı mühendislik teknikleri, ayrılmış ve parçalanmış tabakaların sıkıştırılması, istinat duvarları ile tahkim edilmesi şeklindedir. Ancak bu tür tekniklerin kullanımı uzmanlık ve tecrübe gerektirdiği gibi maliyetlidir. Diğer bir teknik ise eğimli kayalık tabakalara metal tüplerin çakılmasıdır (Msilimba, 2007). Ancak

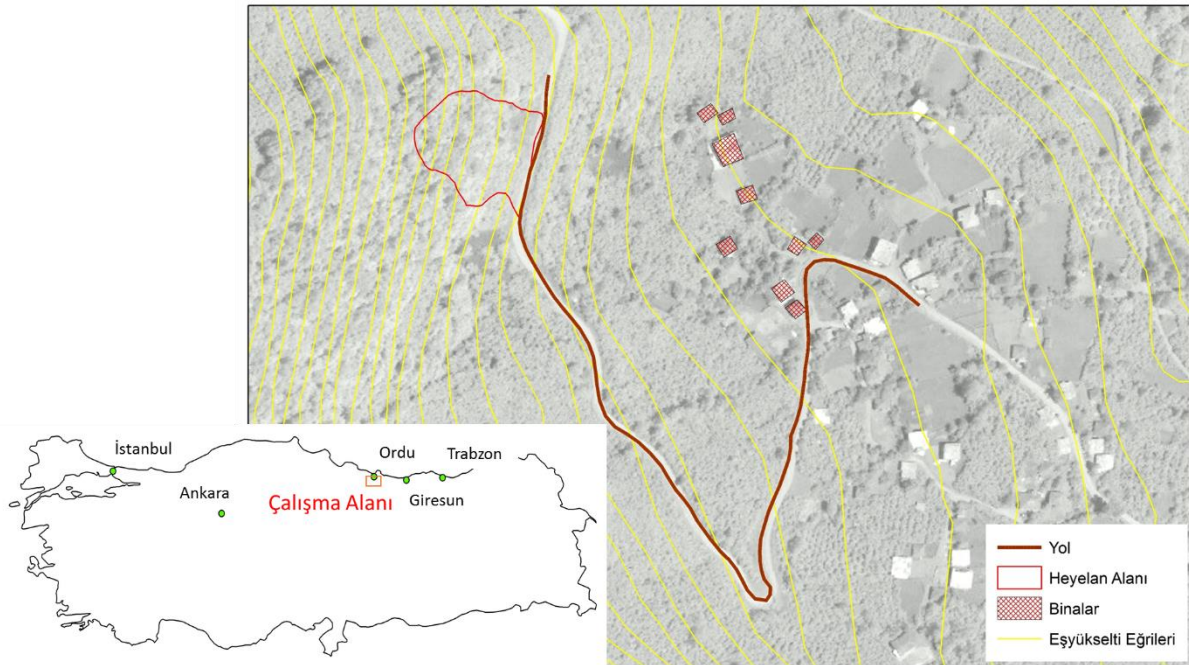
heyelan meydana gelen alanlarda her zaman kütlenin hareketini durdurmak mümkün olamamaktadır. Bundan dolayı hasarı azaltmaya yönelik mühendislik yapılarının tasarımı gerekebilmektedir. Bunun için yamaçtaki gevşek kaya bloklarının hareketini önlemeye yönelik yamaç stabilizasyonu amacıyla kablo ağlar ve çelik tel çitler de kullanılmaktadır (Coch, 1995). Ayrıca hareket eden malzemenin üzerinden yıkıma sebep olmadan geçişi için kaya sundurma (sheds) ve tünel gibi yapılar ile toprak setler tasarlanmaktadır. Sığ kütle hareketlerinin stabilizasyonu için bitkilendirme/ağaçlandırma uygulamaları da yapılmaktadır (Lu, 2014). Biyo-mühendislik (bio-engineering) olarak adlandırılan bu yöntemler genel bir ifadeyle çim, çalı ve ağaçların yamaç stabilizasyonu için kullanılmasını ifade eder (Clark ve Howell, 1992).

Bu çalışma ile Çölleşme ve Erozyonla Mücadele (ÇEM) Genel Müdürlüğü tarafından 2014 yılında projelendirme çalışmaları yapılan Ordu ili Çamaş ilçesi Domuşu mahallesinde 2013 yılında meydana gelen heyelan olayı hakkında yapılan arazi çalışmaları ile detaylı bilgi toplanmış ve rehabilitasyonu amacıyla alınabilecek teknik önlemler değerlendirilmiştir. Heyelanın tehdit ettiği yerleşim alanının ve alandaki yolun trafik güvenliğinin sağlanması temel amaç olarak benimsenmiştir. Bunun yanı sıra heyelanın sebep olduğu erozyon, toprak kaybı gibi dolaylı etkilerin de ortadan kaldırılması amaçlanmıştır.

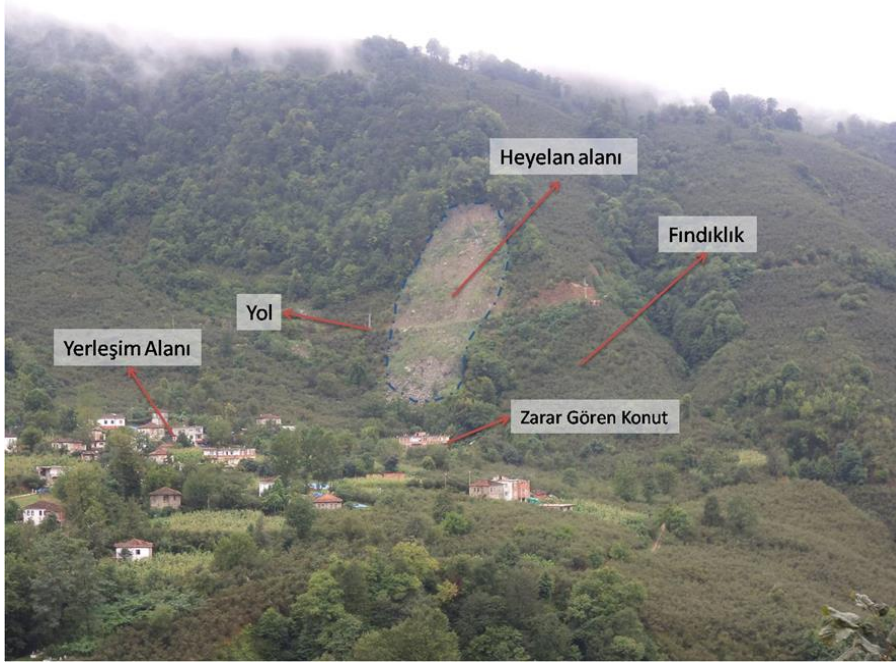
Materyal ve Yöntem

Ordu İli, Çamaş İlçesi Domuşu Mahallesi Heyelanı

Ordu ili Çamaş ilçesi Domuşu mahallesinde 2013 yılında şiddetli yağışların ardından meydana gelen heyelanın konum haritası Şekil 1’de verilmektedir. Heyelan alanı ED50 Zone 37 Koordinat sisteminde 376397,10 - 4527519,92 K ve 377428,33 - 4526894,67 D koordinatları arasında yer almaktadır. Heyelan alanının karşıdan görüntüsü Şekil 2’de gösterilmiştir.



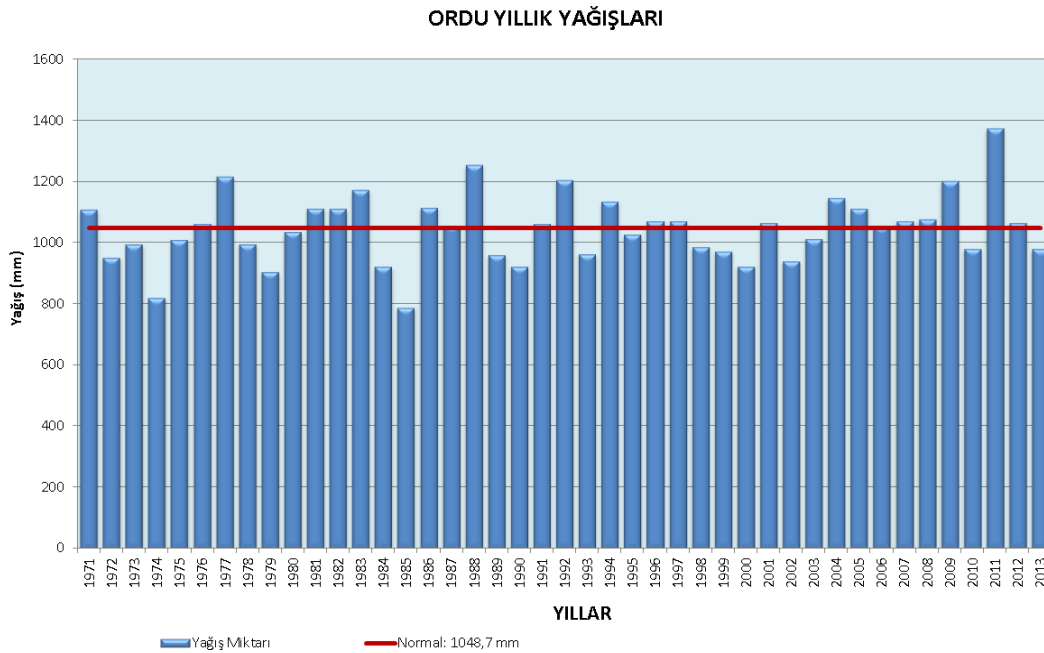
Şekil 1. Proje alanının konumu



Şekil 2. Heyelan alanının karşı yamaçtan görünümü

İklim Durumu

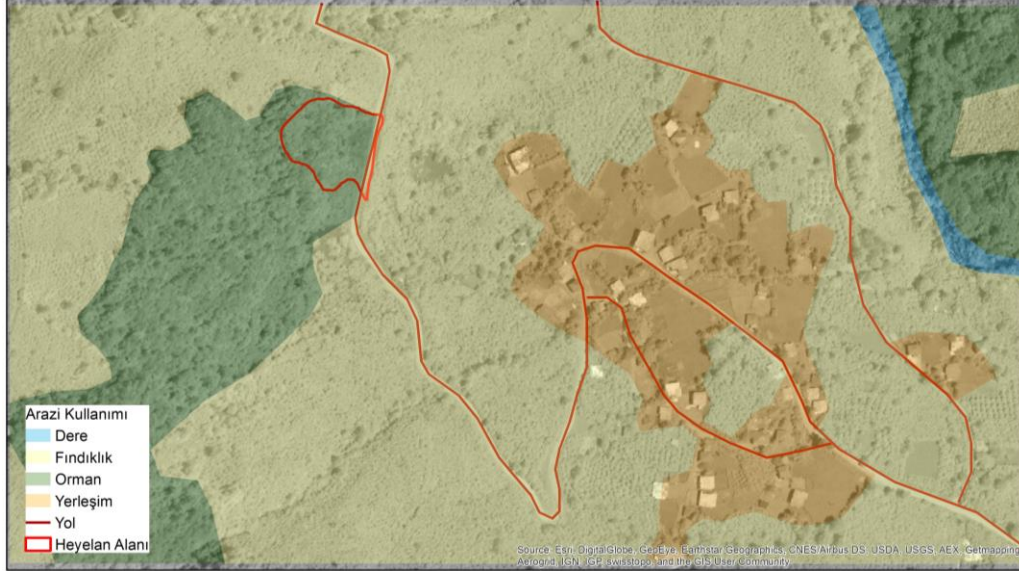
Çalışma alanının sınırları içerisinde kaldığı Ordu ilinde dağların kıyıya paralel uzanması nedeniyle iki farklı iklim tipi görülmektedir. Kıyı ile iç kesimler arasında ise bir geçiş iklimi söz konusu değildir. Kıyı kesimde ılık ve yağışlı bir iklim tipi yaygınken, iç kesimlerde karasal iklim özellikleri hâkim durumdadır. Kıyı kesimlerinin yağmurlu ve ılık iklimi, iç kesimlerde daha sert, soğuk, kar yağışlı bir iklime dönüşmektedir. Yılın hemen hemen bütün aylarında yağışlı olan bölgenin kıyı kesimlerinde yazlar ılık, kışlar ise serin geçmektedir. Yıllık ortalama yağış 1048,7 mm olup (Şekil 3), en fazla yağış 139,7 mm ile ekim ayında düşmektedir.



Şekil 3. Ordu ili yıllık toplam yağış verileri (1971-2013)(<http://www.dmi.gov.tr>(2015))

Arazi Kullanım Durumu

Çalışma alanının mülkiyet durumu incelendiğinde heyelan alanının ormanlık alanda kaldığı belirlenmiştir. Ancak hemen civarında özel mülkiyete konu alanlarda bulunmaktadır. Heyelan sahasının içinde yer aldığı ve etkilediği Çamaş İlçesi Domuşu Mahallesi'nde yerleşim alanları 1 ha iken devlet arazisi olan alanlar 5 ha'dır. Tarım alanları ise 6 har yer kaplamaktadır. Tarım alanlarında genel olarak fındık bahçeleri bulunurken az oranda meyve ağaçlarının (elma, armut, ceviz gibi) varlığı gözlenmiştir. Çalışma alanının arazi kullanımını Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Çalışma alanının arazi kullanım durumu

Toprak Özellikleri

Çalışma alanının toprak yapısı incelendiğinde kumlu balçık (orta tekstürlü) bünyeye sahip, mutla ve fizyolojik derinliği 61-120 cm olan granüler strüktürlü kahverengi orman toprakları gözlenmektedir. Çalışma alanındaki açılan profillerde %25'ten daha az taşlılık içeren, ancak yüzeysel taşlılık içermeyen ve organik bakımdan zengin bir yapı bulunmaktadır. Yağışın fazla olduğu eğimli olanlarda toprak asitli reaksiyon göstermektedir.

Jeolojik Yapı

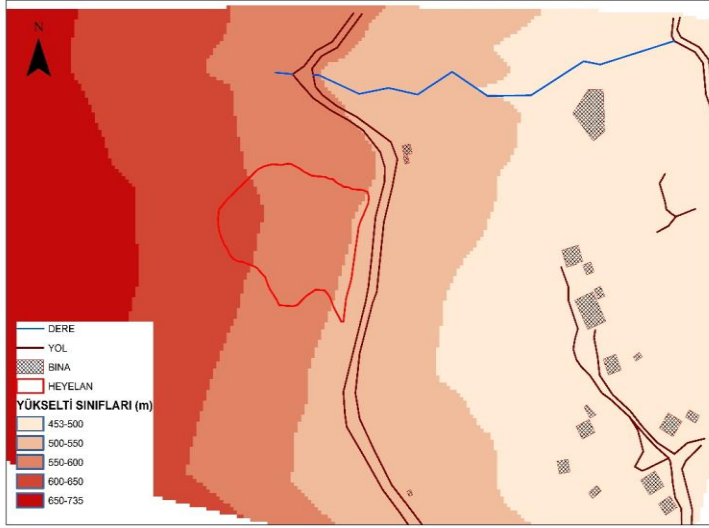
Çalışma alanının temel jeolojisini başlıca bazalt, andezit ve piroklastikleri ile kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve tuf ara düzeyli volkano-tortul istiften oluşan Çağlayan Formasyonu oluşturmaktadır. Birimin egemen kaya türünü oluşturan bazalt, andezit, lav ve piroklastiklerin arasında kumtaşı, marn ve kırmızı-bordo renkli killi kireçtaşı ara seviyeleri bulunmaktadır. Genellikle koyu renkli olan lavlar yer yer sert, kırıklı ve çatlaklıdır. Boşluklar ikincil kalsit veya klorit dolguludur. Çalışma alanında kaya birimlerin üst seviyelerinde yaklaşık 2.0-4.0 m kalınlığında tamamen bozmuş olan ve ince bloklu iri çakıllı kumlu siltli kilden oluşan rezidüelzon bulunmaktadır. Alt seviyelerde ise bol ve düzensiz kırık ve çatlak sistemi içeren andezit türü volkanikler geçilmiştir (Çınar ve ark., 1987; Güven, 1993; Yılmaz ve ark., 1997).

Hidroloji Durumu

Çalışma alanındaki sondaj çalışmalarında yer altı suyuna rastlanmamıştır. Alanın güney sınırındaki bir mevsimlik dere bulunmaktadır. Dere doğu-batı yönünde olup uzunluğu 254 m, oyuntu genişliği 5 m ve eğimi ortalama %47'dir. Ayrıca dere üzerinde vejetasyon varlığı gözlenmiştir.

Çalışma Alanının Topoğrafik Durumu

Çalışma alanının yükselti haritası Şekil 5'te verilmektedir. Buna göre bölgenin yükseltisi 453 m ile 735 m arasında değişmektedir. Heyelan sahasının yükseltisi ise 550 m ile 650 m arasındadır.



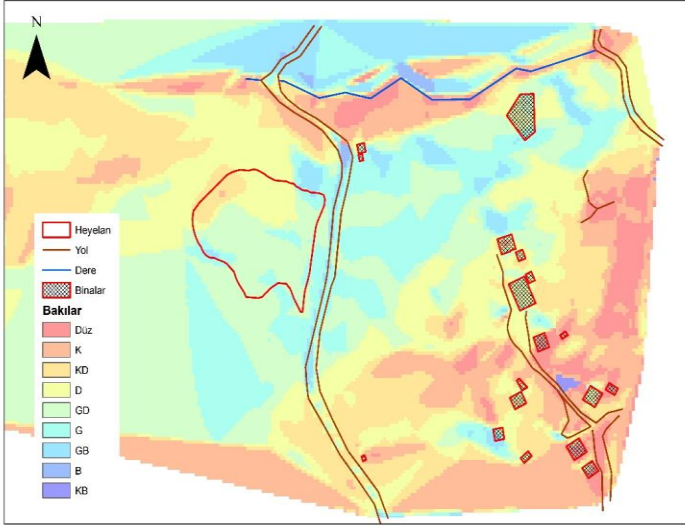
Şekil 5. Çalışma alanına ait yükselti haritası

Çalışma alanının eğim durumuna bakıldığında bölgenin büyük bölümünün 15° ve üzerinde olduğu gözlenmektedir (Şekil 6). Heyelanın meydana geldiği yamacın eğiminin de 30° 'den daha büyük olduğu görülmektedir. Alanda sadece yerleşimin bulunduğu kısımlarda eğim düşüktür.



Şekil 6. Çalışma alanına ait eğim haritası

Çalışma alanı genel olarak D-GD bakılıdır. Güney bakılar, kuzey bakılara kıyasla daha kuru, daha sıcak ve daha çok aşınma potansiyeli taşıdıklarından heyelan meydana gelme olasılığı da daha yüksek olabilmektedir. Bu yargıdan hareketle bölgenin bakı özellikleri itibarıyla de heyelan oluşumu açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanına ait bakı haritası Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Çalışma alanına ait bakı haritası

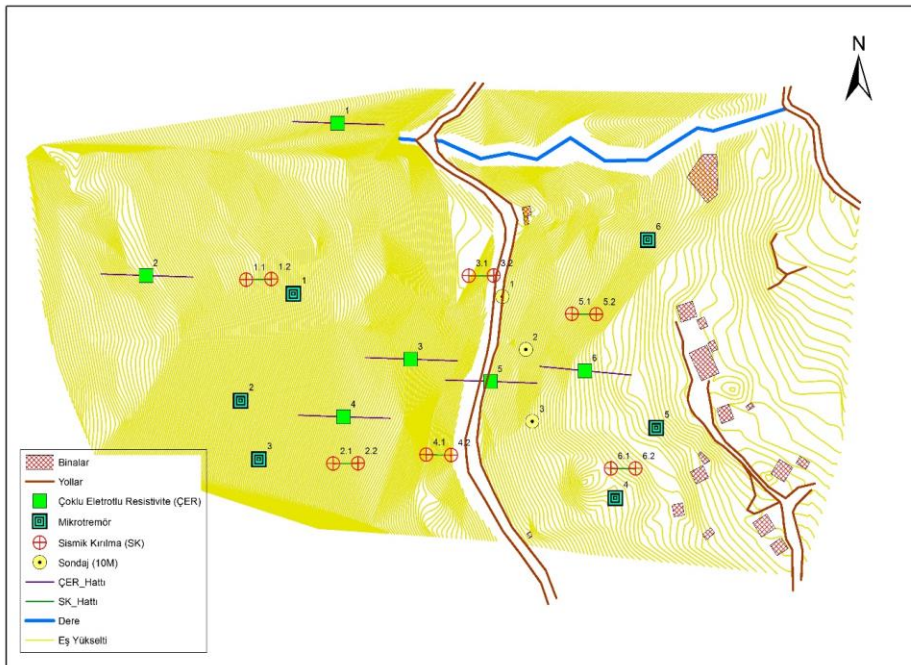
Arazi Çalışmaları ve Problem Tespiti

Çalışma alanında problem tespiti için yapılan arazi çalışmalarında yerel bilgi kaynakları ile görüşmeler yapılarak olay hakkında detaylı bilgi toplanmış, ayrıca yapılan topografik ölçümler ile heyelan sınırları, büyüklüğü, tipi, meydana getirdiği hasar tespit edilerek alınabilecek teknik önlemlere ilişkin ön araştırma yapılmıştır. Yapılan arazi gözlemleri ile yolun üst tarafından koparak meydana gelen heyelan olayının, alt kısmında bulunan yerleşim alanındaki bir eve hasar verdiği ve heyelandan kopan malzemelerin ise diğer iki eve oldukça yakın şekilde durarak tehdit ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Heyelandan kopan malzemelerin (ki genel itibarıyla iri kayalardan oluşmaktadır) hasar verdiği evin duvarında yıkılmaya sebep olduğu ancak herhangi bir can kaybı veya yaralanma meydana gelmediği yerel bilgi kaynaklarından öğrenilmiştir. Meydana gelen kayma olayının (heyelan ana kütlesi) 85 m uzunluğunda ve 60 m genişliğinde olduğu, derin bir heyelan olmayıp malzemeyi oluşturan iri kayaları içeren 1-2 m derinliğindeki yamaç hareketi olduğu gözlenmiştir. Yapılan arazi çalışmalarında heyelanın halen aktif olduğu gözlenmiş ve yerel bilgi kaynaklarından zaman zaman kayaların yuvarlanmaya devam ettiği öğrenilmiştir. Yuvarlanan kayaların bir kısmının evin önündeki bahçede bulunan yapraklı ağaçlar tarafından tutulduğu görülmektedir (Şekil 8). Heyelanın meydana geldiği yol Domuşu Mahallesi ile Sarıyakup Mahallesi birbirine bağlayan yolun 600. metresinde meydana gelmiş olup trafik akışının da tehdit altında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 8. Heyelan alanından kopup evin önündeki bahçede duran kayalar

Ayrıca alanda jeolojik birimlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyebilmek için 10 m derinliğinde 3 adet sondaj, 72-95 m açılımlı 6 adet sismik kırılma, 6 adet mikrotremör ve 235 m açılımlı 5 adet çoklu elektrotlu rezistivite çalışması yapılmıştır (Şekil 9). Sondaj çalışmaları kamyona monte D500 modeli makine kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca karotiyer ve wireline sistemlerde kullanılmıştır. Sondaj kuyularından örselenmiş, örselenmemiş ve karot numuneler alınarak zemin ve kaya laboratuvarında test edilmiştir. Yapılan test Standart Penetrasyon Testi (SPT) olarak isimlendirilmektedir. Ayrıca arazide sondaj çalışmalarından karot örnekler alınarak SCR (Solid CoreRecovery) ve RQD (RockQualityDesignation) değerleri SK1 için SCR değeri % 5-40, RQD değeri % 0-35 aralığında, SK2 için SCR değeri % 10-75, RQD değeri % 10-65 aralığında ve SK3 için SCR değeri % 10-75, RQD değeri % 10-65 aralığında belirlenmiştir. Çalışma alanında ayrıca jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etütler kapsamında hali hazır harita üzerinde belirlenen noktalarda zeminlerin dinamik-elastik mühendislik parametreleri, tabaka kalınlıkları, deprem yönetmeliklerine uygun zemin sınıflarını belirlemek amacıyla sismik kırılma, çok elektrotlu elektrik özdirenç ve mikrotremör ölçümleri yapılmıştır. Çok elektrotlu elektrik özdirenç yönteminde eşit aralıklı (5 m) ve bir hat boyunca çakılmış elektrotlar ile bunların bağlantısını sağlayan çoklu (birçok tel içeren) kablodan oluşan sistem kullanılmıştır. Elektrot sayısı çalışmanın amacına ve kapsamına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Çalışmada 48 elektrotlu METZ model alet kullanılarak bu işlem gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca yeraltı hız yapısı, zeminin dinamik elastik mühendislik özellikleri, deprem yönetmeliklerine esas sınıfları, hâkim titreşim periyotları, zemin büyütme ve zemin içerisindeki yanal ve düşey süreksizlikler P ve S dalga hız ölçümleri ile saptanmıştır. Ölçümler karşılıklı olarak iki atış yapılarak 4 m jeofon aralıklarında ve 95 m serim boylarında yapılmıştır. Offset uzaklığı ise 3 m olarak alınmıştır. Bütün bu işlemler Geometrics GEOD model sismograf kullanılmıştır. Alanda gerçekleştirilen mikrotremör ölçümleri ise üç bileşenli GURALP CMG-6TD model mikrotremör kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 9. Arazide yapılan jeolojik jeoteknik ölçüm çalışmalarının konumları

Mikrotremör kayıtlarının çözümlemesinde, ağırlıklı olarak spektral çözümleme yöntemleri kullanılmıştır. Spektral çözümleme ile yer içinde ilerleyen bir dalganın

çözümlemesi yapılarak bileşenleri üzerinde bilgi almak mümkün olabilmektedir. Buna bağlı olarak, gelen dalganın yer içinde geçtiği ortamların etkisi belirlenebilmekte ve zemin koşulları hakkında bilgi edinilebilmektedir.

Mikrotremor verilerinin analizinde yaygın olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; 1) Fourier genliklerinin ya da güç spektrumlarının yorumlanması, 2) referans noktasına göre spektral oran hesaplanması 3) Yatay bileşenin düşey bileşene spektral oranı yöntemleridir (Nakamura 1989) (Şekil 10). Bu üç yöntemin geçerliliğinde ise üç varsayım bulunmaktadır. Bunlar: i) “yer etkisi yarı sonsuz ortam üzerindeki tek tabakalı bir gevşek zemin tabakasından kaynaklanır” ii) “zeminin rezonans frekansı ve büyütme seviyesi gevşek zemin tabakası ve yarı sonsuz ortam arasındaki direşim farkından (impedancecontrast) kaynaklanır” ve iii) “tüm 2 ve 3 boyutlu yer etkileri ihmal edilir” varsayımlarıdır. Bahsedilen spektral analiz yöntemleri dışında ayrıca mikrotremorların çözümlemesini ve zemin sınıflamasını yapmak için Sıfır Kesme Yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde mikrotremorların içerdiği periyotlara ait periyot dağılım eğrileri oluşturularak belirlenen frekanslara göre zemin sınıflaması yapılmaktadır. Frekanstan yola çıkarak zemin hakim titreşim (baskın) periyot aşağıdaki formül ile belirlenmektedir.

$$T_o = 1 / F$$

Formülde F frekans ve T_o zemin hakim titreşim (baskın) periyot değeridir. Zemin hakim titreşim periyodundan da alt ve üst titreşim periyotlarını elde etmek için ise aşağıdaki formüllerden yararlanılmaktadır (Aytun, 2001).

$$T_a = 0,67 \times T_o$$

$$T_b = 1,50 \times T_o$$

Formülde T_a alt zemin hakim titreşim (baskın) periyot değeri ve T_b üst zemin hakim titreşim (baskın) periyot değeridir.

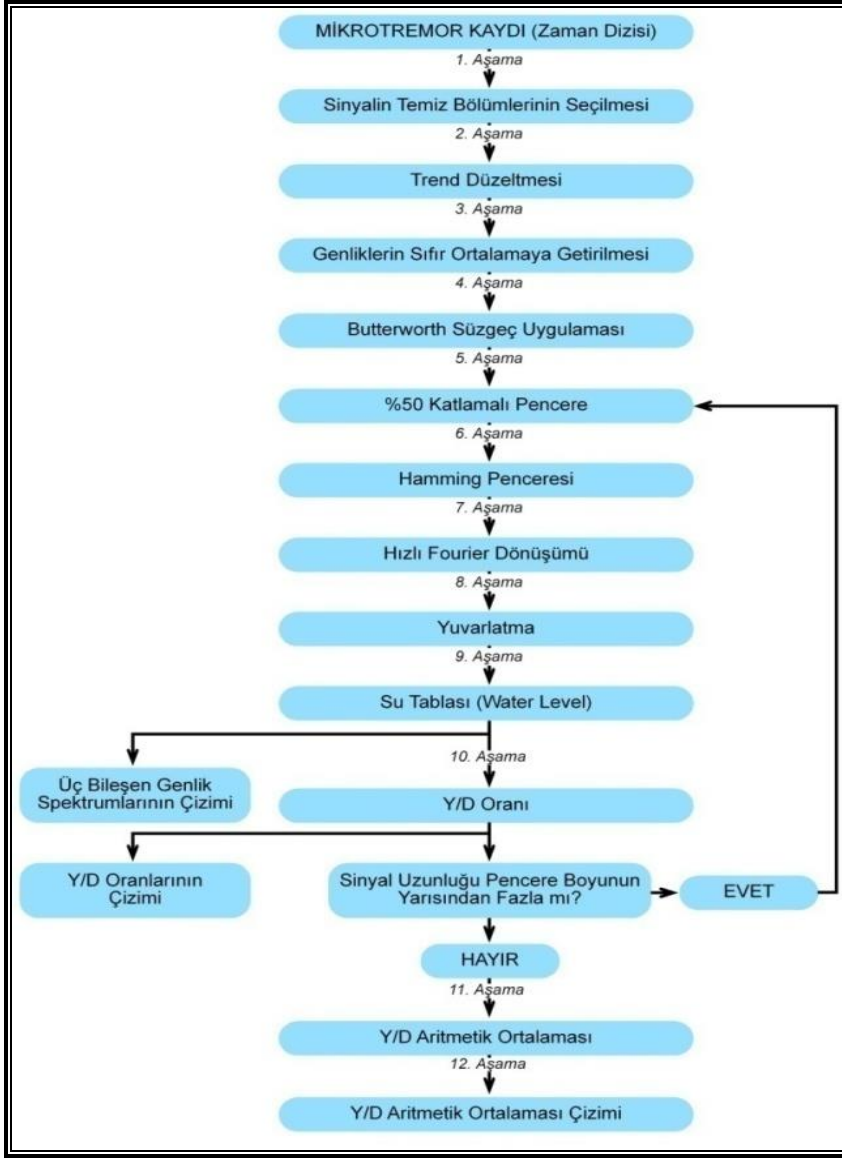
Zeminin dinamik ve elastik parametreleri (ki kayaçların ve zeminlerin deformasyonlarda birincil etkilidirler), Özçep (2007) tarafından hazırlanan Zemin Jeofizik Analiz © yazılımı ile belirlenmiştir. Bu parametreler yoğunluk (ρ), maksimum kayma modülü (G_{max}), poisson oranı (ν), dinamik elastisite modülü (Ed), bulk modülü (K)’dür. Ayrıca sismik hızlardan elde edilen sismik hız oranı (V_p/V_s) ve V_{s30} (m/sn) değerleri de hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında açılan sondaj kuyularındaki kaya seviyelerden alınan karot örneklerden kaya birimlerin SCR ve RQD değeri Çizelge 1’deki gibi belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre inceleme alanın jeolojisini oluşturan andezitlerin derine inildikçe kaya kalitesinin arttığını ve düzensiz çatlak ve kırık sisteminin azaldığını göstermektedir.

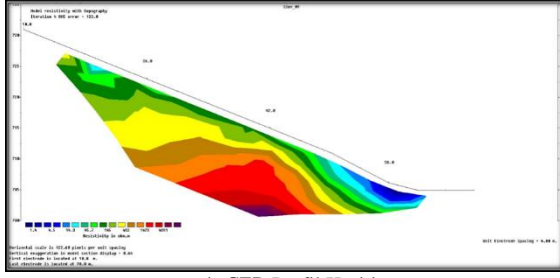
Çizelge 1. Karot numunelerin RQD ve SCR değerleri

SK NO	DERİNLİK (m)	SCR (%)	RQD (%)	LİTOLOJİ	FORMASYON
SK-1	4.00-10.00	5-30	0-15	Kırık ve çatlaklı yer yer ayrışmış ve kil dolgusu içeren andezit	Kça
SK-2	2.50-10.00	10-65	10-55	Kırık ve çatlaklı yer yer ayrışmış ve kil dolgusu içeren andezit	Kça
SK-3	2.50-10.00	10-60	10-55	Kırık ve çatlaklı yer yer ayrışmış ve kil dolgusu içeren andezit	Kça

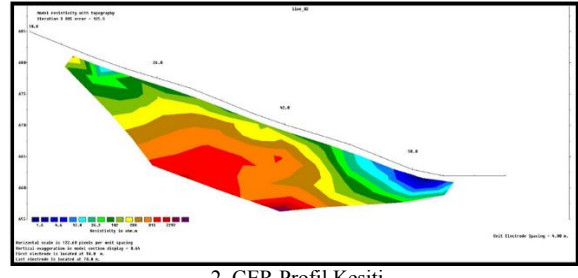


Şekil 10. Nakamura yöntemi ile değerlendirme ait veri çözümü akış şeması

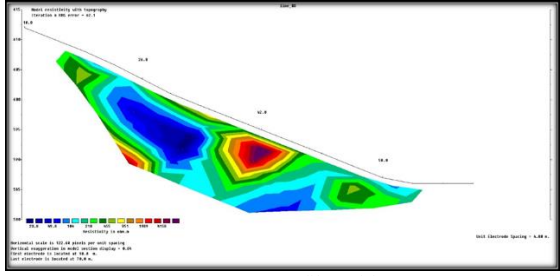
Çalışma alanında zemin sınıflarını belirlemek amacıyla yapılan çok elektrotlu elektrik özdirenç ölçümlerinin sonuçları kesit profil olarak verilmektedir (Şekil 11). Yapılan çoklu elektrotlu özdirenç ölçümü çalışmaları diğer jeoteknik çalışmalarla birlikte değerlendirilmiştir. Buna göre heyelanlı bölgenin 2 boyutlu bir modeli elde edilmiştir. Alanın topoğrafyası oldukça diktir. İlk seviyeler genel olarak bloklu çakıllı kumlu siltli killi (rezidüelzon) birimden oluşmaktadır. Bu tabakanın kalınlığı 5-6 m. arasında değişmektedir. İkinci tabakada andezitin etkileri söz konusudur. Üçüncü tabaka ise masif andezit olarak değerlendirilmiştir. Çalışılan alanda yapılan ÇER ölçümlerinde ilk 3-5 kalınlığında birimin özdirenç değerleri genel olarak <100 ohm.m olarak belirlenmiş olup birimin bu seviyelerde ayrıştığı ve yine andezitlerin daha derinlere doğru daha yüksek öz dirençli yani daha sağlam özellikte olduğu belirlenmiştir.



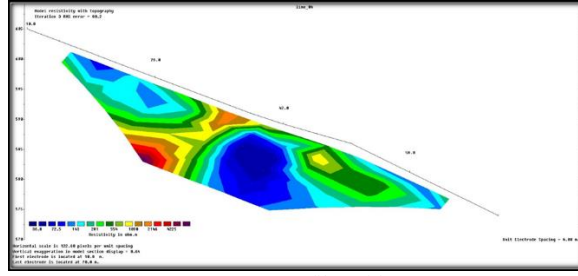
1. ÇER Profil Kesiti



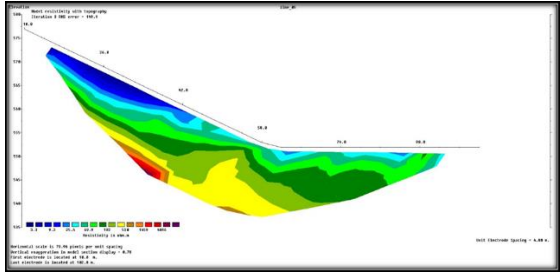
2. ÇER Profil Kesiti



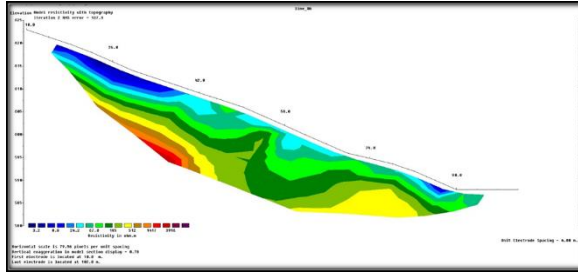
3. ÇER Profil Kesiti



4. ÇER Profil Kesiti



5. ÇER Profil Kesiti



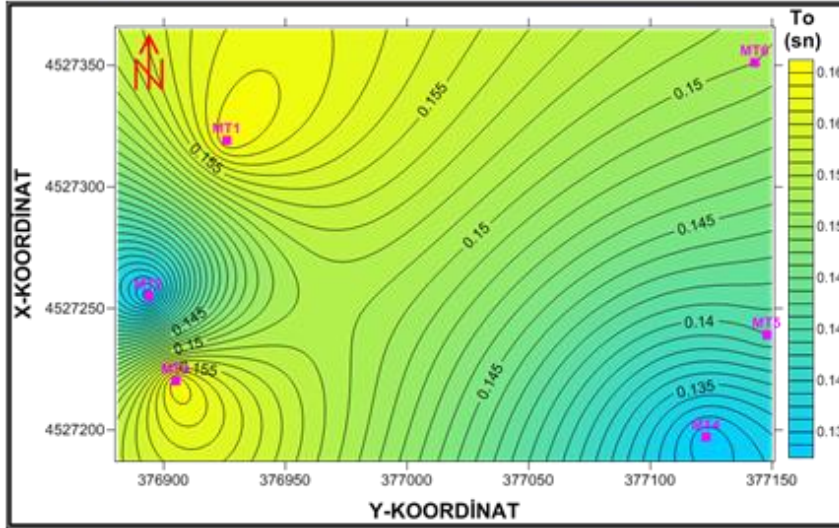
6. ÇER Profil Kesiti

Şekil 11. Uygulanan çok elektrotlu öz direnç ölçümleri sonuçları

Alanda yapılan mikrotremor ölçümlerinin sonuçları Çizelge 2’de verilmektedir. Yapılan ölçümlerde frekans değerleri 6.15-7.61 Hz, Periyot değerleri 0.13-0.16 sn, T_a değerleri 0.09-0.11, T_b değerleri ise 0.20-0.24 sn bulunmuştur. Ayrıca alanda yapılan bu ölçümlerden elde edilen zemin hakim titreşim periyot değerleri dağılım haritası Şekil 12’de gösterilmektedir.

Çizelge 2. Mikrotremor ölçümlerinden elde edilen parametreler

Ölçü No	Frekans (Hz)	Periyot (sn) T_0	T_a (sn)	T_b (sn)	BİRİM
MT1	6.15	0.16	0.11	0.24	Kça
MT2	7.61	0.13	0.09	0.20	Kça
MT3	6.32	0.16	0.11	0.24	Kça
MT4	7.49	0.13	0.09	0.20	Kça
MT5	7.18	0.14	0.09	0.21	Kça
MT6	6.47	0.15	0.10	0.23	Kça



Şekil 12. Zemin hakim titreşim periyot (T_0) değerleri dağılım haritası

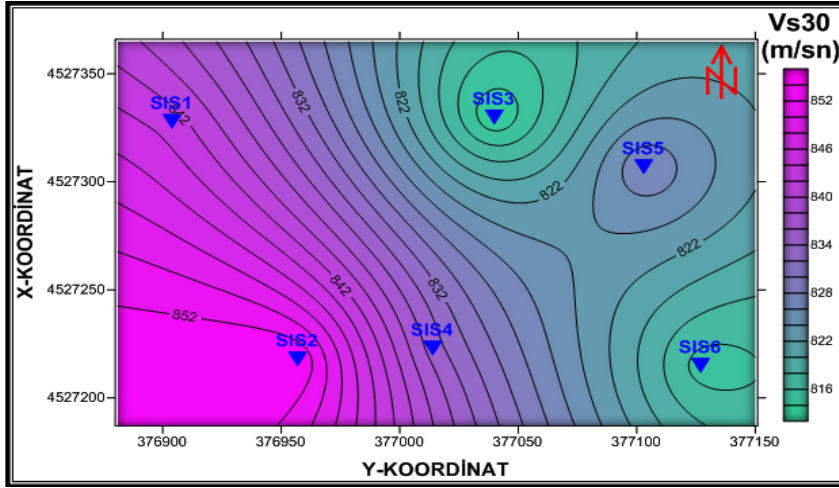
Çalışmaya ait Özçep (2007) tarafından hazırlanan Zemin Jeofizik Analiz © yazılımı ile hesaplanan sismik kırılma ölçümlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3'te verilmektedir.

Çizelge 3.Çalışma alanının dinamik-elastik mühendislik parametreleri

SERİ M NO	Tabak a No	V_p (m/s)	V_s (m/s)	h (m)	ρ (gr/cm^3)	V_p/V_s	ν	G_{\max} (kg/cm^2)	E_d (kg/cm^2)	K (kg/cm^2)	T_0 (sn)	$V_{s(30)}$ (m/s)	Z_B
SIS1	1	403	300	5	1.39	1.34	0.12	1248	2193	588	0.20	843	1.2
	2	1896	1322	-	2.04	1.43	0.03	35696	73314	25828			
SIS2	1	402	296	5	1.39	1.36	0.09	1214	2205	621	0.20	854	1.2
	2	2006	1372	-	2.07	1.46	0.06	38993	82707	31366			
SIS3	1	427	326	6	1.41	1.31	0.20	1495	2396	572	0.21	812	1.2
	2	2051	1294	-	2.08	1.59	0.17	34878	81571	41119			
SIS4	1	475	365	6.5	1.45	1.30	0.22	1925	3000	693	0.21	835	1.2
	2	2183	1298	-	2.12	1.68	0.23	35646	87443	53297			
SIS5	1	455	354	6	1.43	1.29	0.27	1791	2627	571	0.21	828	1.2
	2	2119	1246	-	2.10	1.70	0.24	32604	80580	50824			
SIS6	1	528	380	6.5	1.48	1.39	0.04	2143	4125	1280	0.21	815	1.2
	2	1982	1193	-	2.07	1.66	0.22	29394	71481	41938			

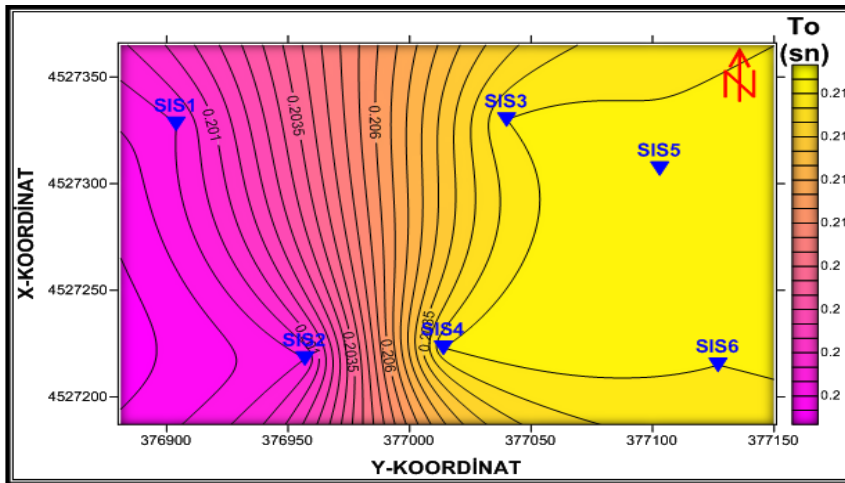
Alanda yapılan sismik kırılma çalışmalarına göre yoğunluk değerleri 1. Tabaka için $1.39-1.48 \text{ gr}/\text{cm}^3$ (Düşük/Orta) aralığında, 2. tabaka için $2.04-2.12 \text{ gr}/\text{cm}^3$ (Yüksek) aralığında değişmektedir. Bu değerler incelendiğinde, çalışma alanında yoğunluk değerleri derinlere doğru artmaktadır. Dolayısıyla 2. tabaka andezit olarak yorumlanırsa 1. tabaka da andezitin bozuşma zonu olarak değerlendirilebilir. V_p/V_s oranı ise Ercan (2001) tarafından yapılan sınıflama dikkate alındığında 1. tabaka için 1.29-1.40 aralığında olup zemin "Sağlam", 2. tabaka için 1.43-1.70 aralığında olup zemin "Sağlam- Katı" olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde Ercan (2001)'e göre de yapılan sismik çalışmalarında poisson oranı değerleri (ν); 1. tabaka için 0.02-0.27 aralığında olup zemin "Sağlam/katı/sıkı katı", 2. tabaka için 0.03-0.24 aralığında olup zemin "Sağlam/katı/sıkı katı" olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada hesaplanan maksimum kayma modülü (G_{\max}) değerleri ise 1.tabaka için $1142 \text{ kg}/\text{cm}^2-2143 \text{ kg}/\text{cm}^2$ aralığında olup yer mukavemet sınıfı "Orta sağlam zeminler", 2.tabaka için $29394 \text{ kg}/\text{cm}^2-35696 \text{ kg}/\text{cm}^2$ aralığında olup yer mukavemet sınıfı "Çok sağlam zeminler" olarak Bowles (1988)'e göre değerlendirilmektedir. Çalışma alanında gerçekleştirilen sismik kırılma uygulaması ile hesaplanan dinamik elastisite modülü (E_d) değerleri; 1.tabaka için $2193 \text{ kg}/\text{cm}^2 - 4125 \text{ kg}/\text{cm}^2$ aralığında olup yer mukavemet sınıfı "Orta sağlam zeminler", 2.tabaka

için 71481 kg/cm^2 - 87443 kg/cm^2 aralığında olup yer mukavemet sınıfı “Çok sağlam zeminler” olarak Bowless (1988) göre değerlendirilmektedir. Yine çalışmada yoğunluk ve sismik hızlar yardımıyla hesaplanan bulk modülü (K) değerleri; 1.tabaka için 571 kg/cm^2 - 1280 kg/cm^2 aralığında olup sıkışma direnci “Az”, 2.tabaka için 25828 kg/cm^2 - 53297 kg/cm^2 aralığında olup sıkışma direnci “Orta/Yüksek” olarak ASTM (1978)’e göre değerlendirilmektedir. Ayrıca yapılan sismik çalışmalar sonucunda elde edilen Vs30 değerleri Çatak formasyonunda (Kç) 655 - 1169 m/sn aralığındadır. Çalışma alanında Midorikawa (1987)’ye göre zemin büyütme değerleri 1.2 çıkmış olup tehlike düzeyi “A (Düşük)” sınıfta yer almaktadır. Vs30 değerlerinin dağılımları Şekil 13’de gösterilmektedir.



Şekil 13. Vs30 hız değerleri dağılım haritası

Çalışmada zemin hakim titreşim periyodu (T_0) değerleri 0.20 - 0.22 aralığında elde edilmiştir. Belirlenen T_0 değerlerinin dağılımları ayrıca Şekil 13’de gösterilmektedir.



Şekil 13. T_0 değerleri dağılım haritası

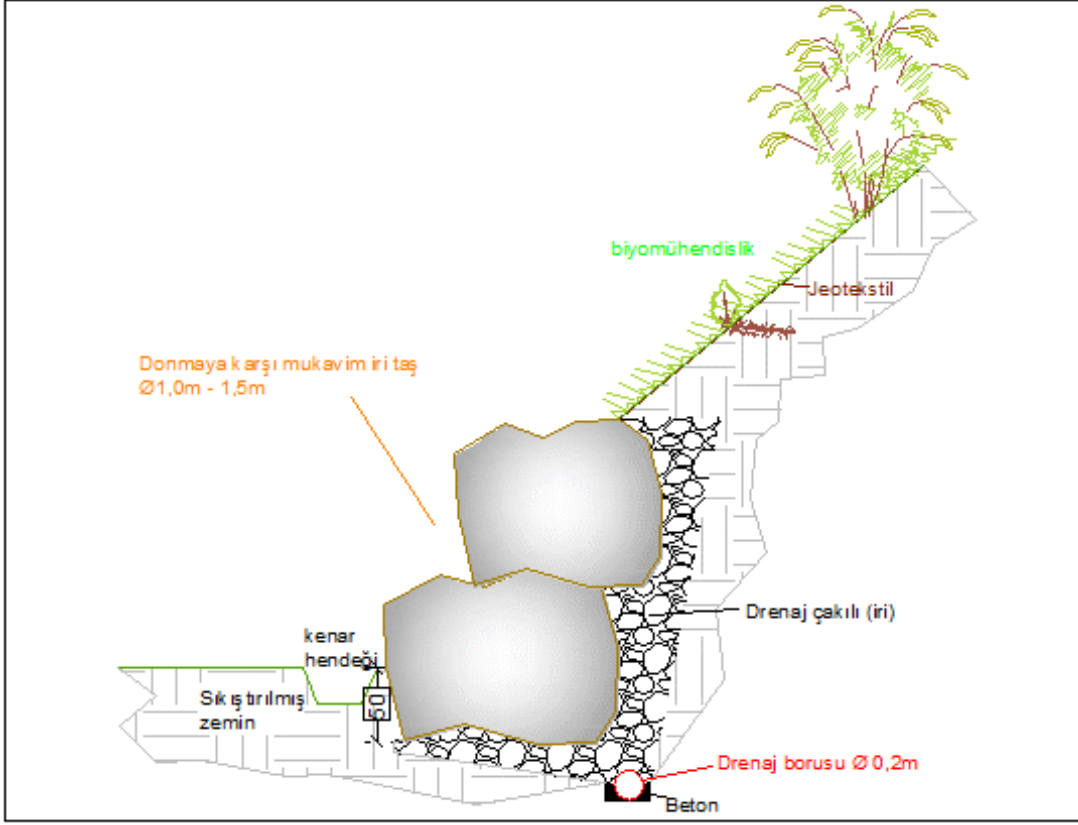
Alınabilecek Teknik Önlemler ve Öneriler

Heyelan alanı yüksek eğimlere sahiptir ve ayrıca yol üzerinde de önlem yapılarının inşası için çok sınırlı bir alan söz konusudur. Bundan dolayı örneğin açılı bir istinat duvarının inşası düşünüldüğünde bunun için gerekli temelin kazılması ve drenajın sağlanması için yolun genişletilmesi gerekecektir. Bu da yolun tam olarak yeniden inşasını gerektirmektedir. Aksi takdirde teknik önlemlerin inşası mümkün olmayacaktır. Ancak bu konu heyelan rehabilitasyon kapsamında değildir. Alanda sadece heyelan problemi olmadığı, bunun yanı sıra kaya düşmesi problemi varlığı da gözlenmektedir. Akışkan haldeki sudan kaynaklı yüzey

matrisindeki parçalanmalar heyelanın ana kütledeki büyük kaya ve blokların düşmesine sebep olmaktadır. Ancak büyük kayaların hacimleri, konumları ve adetleri hakkında herhangi bir jeoteknik ölçüm yapılmamıştır. Sadece heyelan hareketi sırasında parçalandığı, genellikle yolun alt kısmında biriktiği ve bazılarının heyelanın altındaki evin duvarına çarparak 1.5-2 m büyüklüğünde delik oluşturduğu bilinmektedir. Yine heyelanın hareketine ilişkin herhangi bir teknik ölçüm yapılmamıştır. Eğer bir hareket söz konusu ise önerilen önlemin hasar görmesi veya yıkılması söz konusu olabilecektir. Ayrıca alanın bulunduğu bölgenin iklim koşulları gereği yağış miktarının yüksek olması ve yılın genelinde yağışın görülmesi rehabilitasyon çalışmalarını doğrudan etkilemektedir. Bütün bu bahsedilen durumlar dikkate alınarak alanda alınabilecek uygun önlemler Şekil 14’te genel olarak gösterilmiştir. Çalışma alanında heyelan ayağının stabilizasyonu için iki sıra şeklinde ağır kaya tahkimatı önerilmektedir (Şekil 15). Çünkü alanın topografik yapısından dolayı sınırlı çalışma alanı kalmakta ve istinat duvarı inşası uygun bir çözüm olamamaktadır. Kaya tahkimatında dolgu temelinde bir drenaj sistemi sabit şekilde yerleştirilmesi gerektiği sonucuna varılmış ve projelendirilmiştir. Ayrıca alanda yol platformunun düzgün bir drenaj sistemine sahip olmamasından dolayı ise düzenli su akışı sağlayan drenaj hendekleri inşası gerekmektedir. Yamaç stabilizasyonu için ise ağaçlandırma/bitkilendirme kombinasyonlu sistematik ankraj ve yük taşıyıcı ağlar önerilmektedir. Bu koruma önlemi yüksek performanslı çelik örgülü ağ ve tekil bar ankraj ve çivili tabaka kombinasyonundan oluşmaktadır. Artık kayaları içeren (ki maksimum blok hacmi $2m^3$) yamaç yüzeyini stabilize etmek için yüksek performanslı çelik örgü ağı önerilmektedir. Uzun süreli yüzey erozyonunun önlenmesi ve vejetasyonun hızlı şekilde tesis edilmesi için jeotekstil çelik ağ altına yerleştirilmelidir. Çelik ağın tamamlanmasından sonra ince bir tabaka organik gübre uygulanabilir. Daha sonra alana özgü tohumlar homojen olarak ekilmelidir. Ağaçlandırma amaçları içinse alanda ilave kazılar yapılabilir.



Şekil 14. Heyelan rehabilitasyonu için önerilen önlemlerin harita gösterimi



Şekil 15. Heyelan ayağının stabilizasyonu için önerilen iki sıra kaya tahkimatı

Sonuç ve Değerlendirme

Heyelanların zararlarının minimize edilmesi ya da ortadan kaldırılması, heyelan alanlarının rehabilitasyonu, yamaç ıslahı çalışmaları ülkemizde ilgili kurum ve kuruluşlarca önem kazanmakta ve projeler yapılmaktadır. Bu çalışmada Ordu ili Çamaş ilçesi Domuşu mahallesinde 2013 yılında meydana gelen heyelan olayı, yapılan arazi çalışmalarıyla incelenmiş ve alınabilecek önlemler tartışılmıştır. Domuşu mahallesinde meydana gelen heyelan yolun üst tarafından kopmuş ve alt kısmında bulunan yerleşim alanı üzerinde tehdit oluşturmuştur. Hatta heyelan, meydana geldiği yamacın altında bulunan bir evde hasara sebebiyet vermiştir. Yapılan incelemeler ile heyelanın halen aktif olması, heyelan materyalinin büyük parçalı kayalardan oluşması, bu kayaların yuvarlanarak ayrıca tehdit ortaya çıkarması ve alandaki yol üzerindeki trafik güvenliğini tehlikeye sokması yüzünden acilen önlem alınması gerektiği belirlenmiştir. Heyelan alanında bu kapsamda yapılan arazi incelemeleri ve jeolojik-jeoteknik ölçümlere dayanarak alınabilecek koruyucu teknik ve kültürel önlemler değerlendirilmiştir. Heyelan alanının zor topografik yapısı ve buna bağlı olarak teknik önlemlerin inşası için sınırlı alanın olması önerilecek önlemlerin tasarım ve inşasını önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca alandaki en önemli kısıt olarak değerlendirilmektedir. Çalışma alanının mevcut fiziki koşulları ile yapılan inceleme ve analizler doğrultusunda öncelikli olarak heyelan ayağının stabilizasyonu için iki sıra şeklinde ağır kaya tahkimatı önerilmiştir. Yamaç stabilizasyonu için de ağaçlandırma/bitkilendirme kombinasyonlu sistematik ankraj ve yük taşıyıcı ağlar önerilmiştir. Koruyucu teknik önlemlerin yanı sıra kültürel önlemlerde değerlendirilmiştir. Böylece alınacak önlemlerin tek bir fonksiyona sahip olmasından ziyade erozyon önleme, drenajı düzenleme gibi farklı fonksiyonlara da sahip olmasına özen gösterilmeye çalışılmıştır.

Kaynaklar

- Atalay F İ, Bekaroğlu N 1973. Heyelanlar ve Mühendislik Uygulaması. Karayolları Genel Müdürlüğü yayını, Ankara.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) 1978. Annual Book of ASTM Standards, p. 380.
- Aytun A 2001. Olası deprem hasarını en aza indirmek amacıyla yapıların “doğal” salınım periyodlarının yerin “baskın” periyodundan uzak kılınması, Uşak İli ve Dolay (Frigya) Depremleri Jeofizik Toplantısı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.
- Bowles J E 1988. Foundation Analysis and Design, Civil Engineering Series, 4th Edition, Singapore.
- Clark J E, Howell JH. Development of bioengineering strategies in rural mountain areas. Erosion, Debris Flows and Environment iti Mountain Regions (Proceedings of the Chengdu Symposium, July 1992) Pp. 387-396.
- Coch K C 1995. Geohazards: Natural and Human, New Jersery, Prentice Hall Inc.
- Crozier M J 1984. Field Assessment of Slope Instability in D Brunsten and D Prior (eds), Slope Instability, New York, John Wiley and Sons.
- Cruden D M 1991. A simple definition of a landslide, *Bulletin of the international association of engineering geology*, 43.
- Çınar S, Yazıcı EN 1987.DoksanbirT.,BoğuşluM., Gençİ., YağcıA., Yıldırım K. Ordu-Ulubey-Perşembe-Fatsa yörelerinin jeolojisi ile maden zuhurlarına ilişkin rapor. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No:8452, Ankara (yayımlanmamış).
- Ercan A 2001. Yer Araştırma Yöntemleri; Bilgiler Kurallar TMMOB Jeofizik Müh. Odası Yayını, 339 sayfa.
- Güven İ H 1993. Perşembe-F39, Giresun-G39 paftalarının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Arşiv No: 42896/5, Ankara.
- Lu P 2014. Using multiplevegetationlayerstoreducethe risk of rainfall-inducedlandslidesandfacilitate post-landslidesloperehabilitation. *International Journal of Agricultural Sciences*, 2(2), 13-17.
- NakamuraY 1989. A MethodforDynamicCharacteristicsestimation of subsurfaceusingmicrotremor on thegorundsurface, QR of RTRI, (30), 25-33.
- Msilimba GGAC 2007. A comparative study of landslides and geohazard mitigation in northern and central Malawi. Doctor of Philosophy, Faculty of Agricultural and Natural Sciences, Department of Geography, University of the Free State.
- Mevlida O, Jelena G, Amra C 2014. Examples of landslides in the federation of Bosnia and Herzegovina with the analysis of the causes of their activation. *Archives for Technical Sciences*, 11(1),25-32.
- MidorikawaS 1987. “Prediction of IseismicMap in Kanto PlainduetoHypotheticalEarthquake” *Journal of Structural Dynamics*, (33B) pp:43-48.
- Polster D F 1997. Restoration of landslides and unstable slopes: Considerations for bioengineering in interior locations. Proceedings of the 21st Annual British Columbia Mine Reclamation Symposium in Cranbrook, BC, Pp 153-166.
- Özçep F 2005. Statik ve Dinamik (Deprem) Etkiler Altında Zemin Davranışı ve Mühendislik Uygulamaları, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Meslek içi Eğitim ve Belgelendirme Kurs Notları, No: 3, 237 Sayfa, ISBN No: 975-395-974-5, Ankara.
- Sharpe CFS 1938. Landslides and related phenomena. New York.
- Song Y, Hong W, Woo K 2012.Behaviour and analysis of stabilizing piles installed in a cut slope during heavy rainfall. *Engineering Geology* 129–130, 56–67.
- Varnes DJ 1978. Slope movements: type and processes, In landslides and engineering practice (Ed R.L. Schuster and R.J. Krizek) *Transportation research board, national academy of sciences, special report* pp12-33.

- Yılmaz A, Tandođan E, Adamia S, Lazarashvili T 1997. Geoscientific studies of the area along Turkish-Georgian border. Maden Tetkik ve Arama Genel M¼d¼rl¼đ¼ Jeoloji Et¼t¼leri Dairesi Rapor No:521, Ankara.
- Zoruba Q, Mencl V 1969. Landslides and their Control, Developments in Geotechnical Engineering, Czechoslovakia Academy of Sciences, Prague 2.



Kapsam ve Yazım Kuralları

Ormanlık Dergisi'nde, orman, orman endüstri, peyzaj ve ilgili alanlardaki özgün araştırmalar ve nitelikli derlemeler yayınlanır. Dergide yayınlanacak eserler Türkçe, İngilizce olarak yazılabilir. Dergiye gelen eserin basımı öncesinde hakem görüşü alınır. Gönderilen makalenin dergide yayınlanmasına hakem raporları doğrultusunda editörler kurulu karar verir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazarına/yazarlarına geri gönderilmez. Dergide yayınlanacak eserin daha önce hiçbir yayın organında yayınlanmamış veya yayın hakkının verilmemiş olması gerekir Buna ilişkin yazılı belge, makale ile gönderilmelidir. Türkçe kullanmaya özen göstermeli gereksiz yabancı veya eski dil kullanımından kaçınılmalıdır.

Eser metni Microsoft Word programında, Times New Roman yazı karakterinde 12 punto ile paragrafların ilk satır girintisi 1 cm olacak şekilde yazılarak, dofdergi@duzce.edu.tr adresine gönderilmelidir. Eser; Özet, Abstract, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma, Sonuç, Teşekkür (gerekirse) ve Kaynaklar şeklinde düzenlenmelidir. Eser, A4 formatında, soldan 3 cm, sağdan 2.5 cm, üstten ve alttan 2.5 cm boşluk bırakılarak yazılmalıdır. Eser başlığı ortalı diğer ana başlıklar sola yaslanmış ve koyu, özet ve abstract 10 punto ile, şekil ve çizelgeler 10 punto ile yazılmalıdır. Başlıklardaki kelimelerin sadece ilk harfleri büyük diğer harfleri küçük olmalıdır (2. Materyal ve Yöntem gibi). Kaynaklar 12 punto ile yazılarak paragraf asılı girinti 1 cm kullanılarak yazılmalıdır. Şekil ve çizelge başlıklarının çizelge no kısmı koyu olmalıdır (Çizelge 1. Kayın sahalarında gibi). Şekiller hazırlanırken, eğer şeklin renkli basılması zorunlu değilse, kullanılan programın renkli seçeneği değil, "gri ton" seçeneği tercih edilmeli ve çerçeve seçeneği kaldırılmalıdır.

Türkçe ve İngilizce özetler sorunu, kullanılan yöntemi, bulguları ve sonuçları içermeli, 300 kelimeyi geçmemeli ve en fazla dört adet anahtar kelime kullanılmalıdır.

Yazar adı/adları açık olarak yazılmalı, ünvan kullanılmamalı ve soyadların son harfi üzerine rakam koyularak iletişim bilgileri ilk sayfanın altına dipnot olarak verilmelidir.

Eserde yararlanılan kaynaklara ilişkin atıf, metin içerisinde "yazar, yıl" (Eşen, 2004) veya (Yıldız ve ark., 1999; Eşen ve Yıldız, 2003; Tosun, 2005) şeklinde verilmelidir. Üç ya da daha fazla yazarın kaynağı ifade edilmek istenirse "ve ark.," veya "et al.," kısaltması kullanılmalı, Türkçe makalenin metni içerisinde yabancı kaynak gösterirken de et al., değil ve ark., kullanılmalıdır (Waring ve ark., 1998).

Kaynaklar listesi yazarın soyadına göre alfabetik olarak düzenlenmelidir. Yararlanılan kaynak;

Dergiden alınmışsa: Yıldız O, Sarginci M, Eşen D and Cromack K Jr. 2007. Effects of Vegetation Control on Nutrient Removal and *Fagus orientalis*, Lipsky Regeneration in The Western Black Sea Region of Turkey. *Forest Ecology and Management* 240(1-3): 186-194.

Akalp, T 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.K. Carr.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları I.Ü.Orman Fakültesi. Yayını No: 2483: 261-265

Kitabın bir bölümünden alınmışsa: Sparks D L, Page A L, Helmke P A, Loeppert R H, Soltanpour P N, Tabatabai M A, Johnson C T, Sumner M E, Bartels J M, and Bigham J M (Eds). 1996. *Methods of Soil Analysis – Part 3 – Chemical Methods*. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.

Fıratlı, Ç 1993. Arı Yetiştirme. 239-270. Hayvan Yetiştirme ("Edt. M. Ertuğrul), Remzi Kitabevi, Ankara

Anonim ise: Anonim, 1993. Orman İstatistikleri Özeti 1991. TC. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 1234, Ankara. (Kaynak yabancı ise "Anonymous" olarak verilmelidir)

Internet ortamından alınmışsa;<http://www.esf.edu/facstaff/> (2000) şeklinde verilmelidir.

Eserde uluslararası ölçü birimleri kullanılmalıdır.

Yayın kurallarına uymadan gönderilen makaleler değerlendirilmeye alınmaz.

Yayın süreci tamamlanan eserler geliş tarihi esas alınarak yayınlanır. Yayınlanan eserin tüm sorumluluğu yazarına/yazarlarına aittir.

