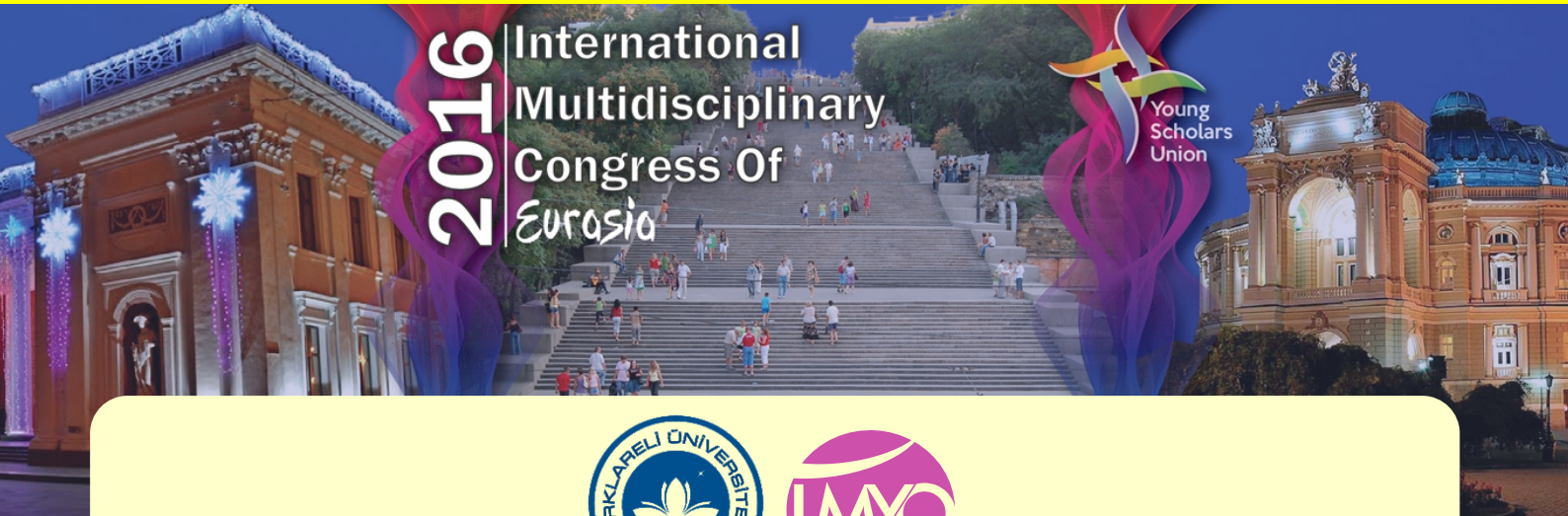


ELECTRONIC JOURNAL OF VOCATIONAL COLLEGES



Aralık 2016
December 2016

Sayı/Number:4
Cilt /Volume: 6
Yıl / Year: 2016

ISSN: 2146-7684

Yayın Sahibi

Publisher

Bora Aslan

Editörler

Editors

Bora Aslan

Füsun Yavuzer Aslan

Tuğrul Aktaş

Konuk Editör

Guest Editor

Tuğrul Aktaş

Yayın İdare Merkezi

Headquater

Kırklareli Üniversitesi

Lüleburgaz Meslek

Yüksekokulu

Lüleburgaz/Kırklareli

Tel: +90 288 4174996

Faks: +90 288 4174996

<http://www.ejovoc.org>

info@ejovoc.org

Yayın Türü

Type of Publication

6 Aylık Süreli Yayın

Semiannual

Kapak

Coverpage

Füsun Yavuzer Aslan

ejovoc

**Electronic Journal Of
Vocational Colleges**

İÇİNDEKİLER	Sayfa Aralıkları
Kızılçam Ve Karaçam Kabuk Miktarı Ve Kullanım Olanakları	1 - 10
Kızılçam Ağaç Kabuklarından Elde Edilen Tanenin Tutkal Olarak Değerlendirilebilmesi	11 - 20
Gürgentepe (Ordu, Türkiye) İlçesinde Yetiştirilen Yerel Armut Çeşitlerinin Meyve Ve Ağaç Özellikleri	21 - 32
Kestane (Castanea Sativa Mill.) Odununun Adsorpsiyon Özellikleri	33 - 42
Çeşitli Ağaç Türlerine Ait Doğal Renk Ve Parlaklık Değerlerinin Karşılaştırılması	43 - 51
Three Dimensional Modeling Of Rock Quality Designation (Rqd) İn A Limestone Quarry (Trabzon, Turkey)	52 - 58
Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik Değişiklikler	59 - 69
Comparison Of Yield, Fruit Quality And Leaf Nutrient Content Of Some Pear Cultivars	70 - 81
Bazı Rhamnus Türlerinin Kök Ekstraktlarının Diabetli Mus Musculus Kan Şeker Değerlerine Etkisi	82 - 86
Taguchi Ve Klasik Deneysel Tasarım Yöntemlerinin Karşılaştırılması: İnce Film Kaplamaların Aşınma Davranışı	87 - 96
Zorlaştırılmış Şartlarda Damar Tanıma Sistemlerinde Örüntü Alma Sıklıklarının Gözlem Yoluyla Tespiti	97 - 108
Farklı Salınım Barası Seçimlerinin Optimal Güç Akışı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi	109 - 117
Farklı Kimyasal Katkılar İle Üretilen Betonlar Üzerinde Magnezyum Sülfat Ve Sodyum Klorür Etkisinin Araştırılması	118 - 126
Sepiyolitli Harçların Mekanik Ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi	127 - 133
Ti-6Al-4V' Nin Frezelenmesinde Kesme Parametrelerinin, Titreşim, Akustik Emisyon Ve Kuvvet Sinyallerine Etkisi	134 - 147
Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları Yenilenebilir Enerjide Yeniden Yapılanma	148 - 158
Kurumsal Vatandaşlık Davranışında Halkla İlişkiler Fonksiyonu	159 - 168
Türkiye'de Teknik Tekstil Ürünlerinin Geliştirilmesinde Üniversite-Sanayi İşbirliğine Yönelik Örnek Uygulamalar	169 - 178

KIZILÇAM VE KARAÇAM KABUK MİKTARI VE KULLANIM OLANAKLARI

İsmail DUTKUNER¹

İbrahim KOPARAN²

ÖZET

Bu çalışma; Isparta-Sütçüler İlçesinde yer alan Kızılçam ve Karaçam ormanlarında planlanmış ve yapılmıştır. Çalışmada; 10 adet örnek belirlenmiş, kesilmiş ve göğüs çapı, boy, kabuk kalınlığı ve kabuk miktarları ölçümü yapılmıştır. Buna göre; ölçülen Kızılçamın boy ortalaması 21,58 m. göğüs çapı ortalaması 52,7 cm, yaş ortalaması 81,2, kabuk kalınlığının ortalaması ise 3,37 cm ve toplanılan toplam kabuk miktarı 922,9 kg; Anadolu Karaçamının boy ortalaması 18,2 m, göğüs çapı ortalaması 62,2 cm, yaş ortalaması 173,8, kabuk kalınlığının ortalaması ise 3,14 cm ve toplanılan kabuk miktarı ise 997,40 kg olarak bulunmuştur. Bu değerler ölçüsünde kabukların serildikleri yerler ile ilgili Kızılçam kabuklarının serilmiş olduğu alan 105 m², Karacamin serilmiş olduğu alan ise 115 m²lik alanı örtmüştür.

Anahtar Kelimeler: Karaçam, Kızılçam, Malçlama, Ağaç kabuğu

THE AMOUNT OF BARK AND USAGE POTENTIAL FOR RED PINE KIZILÇAM (PINUS BRUTIA TEN.) VE BLACK PINE (PINUS NIGRA ARN. SUBSP. PALLASIANA)

ABSTRACT

This study was carried out in Turkish red pine and Anatolian black pine forests in Isparta-Sutculer district. Diameter at breast height, tree height, age, and width and quantity of bark were measured at ten trees sampled randomly in the district. Averages of tree height, diameter at breast height and age were 21,58 m and 18,2 m, 52,7 cm and 62,2 cm, and 81,2 and 173,8 in Turkish red pine and Anatolian black pine, respectively, while width and quantity of bark were 3,37 cm and 3,14 cm, 922,9 kg and 997,4 kg in the species. The barks covered 105 m² in Turkish red pine and 115 m² in Anatolian black pine for application planning

Keywords: Anatolian black pine, Turkish red pine, Mulching, Bark

Giriş

İnsanoğlu var olduğu günden bu güne, sürekli olarak çevresini etkilemiştir. İlk tarımın başladığı, ilk avlandığı andan itibaren, zaman içerisinde bu etkilemenin boyutu artarak devam etmiştir.

Gelişmiş ülkelerde çok farklı işlemlerden geçerek etkin bir peyzaj elemanı olarak çok sık kullanılan kabuk ülkemizde henüz bu amaçla yaygın olarak kullanılmamaktadır. Organik bir madde olarak toprağı zenginleştirdiği için hem de topraktaki zararlı mikroorganizmaların yaşamasına olanak sağladığı için önemli olan kabuk hammaddesi aynı zamanda son derece dekoratif bir malçlama malzemesidir. Doğal halde genellikle kırmızı ya da kırmızıya yakın renklindedir. Öte yandan boyalarla çeşitli renkler elde edilmektedir. Yazın sulamanın sorun olduğu alanlarda homojen bir görüntü elde edilmektedir.

Bu amaçla Türkiye’de yeteri kadar değerlendirilmeyen orman ağaçlarına ait kabuklar araştırma konumuzu oluşturmaktadır. Halen orman ağacı kabukları kesimlerden sonra böcek ve diğer zararlılara karşı hızla soyulmakta ve soyulmuş kabuklar doğada kalmaktadır. Ekolojik olarak mutlaka doğada kalmasının da önemi vardır ve büyüktür. Ancak modern ülkelerde bu kabuk ve diğer orman atıkları çevre düzenlemelerinde de etkin olarak kullanılmaktadır.

Bunun en başlıca nedeni kabukların biyolojik bir madde olarak önemli ve değerli bir madde olmasından ileri gelmektedir. Her şeyden önce doğal bir madde olan kabuk ya da kabuktan elde edilen maddeler antiseptik bir özellik taşımaktadır. Bünyesinde bulunan tanen, terpen ve terpenoidler ve diğer maddeler doğal olarak ağacı koruma görevi görmektedir ve fonksiyonlarını kullandıkları alanlarda da göstermektedir. Bunu dışında organik bir madde olarak su ve yağmurlarla çözünerek toprağı beslemekte, besin olarak zenginleştirmekte ve restorasyonunda önemli bir maddedir.

Malç, ‘Toprağı erozyondan, bitkileri de sıcak, soğuk ve kuraklıktan koruma amacıyla toprak üzerine ya da toprak yüzeyi yakınına yerleştirilen, ya da toprakta bırakılan herhangi bir cansız materyal olarak tanımlanmıştır (Anonim, 3). Malçlama, verimi artırmak, erkencilik sağlamak, topraktan su kaybını önlemek, toprağın yapısını iyileştirmek, topraktaki mikroorganizma faaliyetini artırmak, yabancı ot kontrolü sağlamak,

¹ Doç.Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi, ismaildutkaner@sdu.edu.tr

² Orman End.Yük.Müh., ORMA Fabrikası, ibrahim.koparan@orma.com.tr

erozyonu önlemek gibi amaçlara yönelik olarak toprak üzerinin organik maddelerle kaplanmasıdır (Sevgican, 1989).

Malçlama, yetiştirme ortamı koşullarının yeterince elverişli olmadığı yerde ve durumlarda uygun bir bitki örtüsü oluşturmasını kolaylaştırmak amacıyla, erozyona açık yüzeylerin geçici bir süre için korunmasında yaygın olarak kullanılan bir örtüleme yöntemidir. Bitkilerde toksit etki yapmayan hemen her türlü organik ve amorganik materyalden yumuşak, gevşek ve koruyucu bir şekilde malçlama yapılabilir. Günümüzde çeşitli malçlar ve malçlama teknikleri peyzaj onarımında, ormancılıkta ve tarımda geniş bir kullanıma ve uygulama alanı bulunmaktadır (Görcelioğlu, 1973).

Bütün bunların yanında malç uygulaması çevre dostu bir uygulama olup, toprak sıcaklığının daha düzenli olmasında, toprağın organik madde içeriğinin artmasında, yabancı ot çıkışının engellenmesinde, ürün kalitesinin artmasında, yıkama yoluyla besin kaybının önlenmesinde, zaman ve paradan tasarruf sağlanmasında da katkı sağlar. Malç uygulaması ile yabancı ot kontrolü sadece organik tarımda kullanılan bir yöntem değil, konvansiyonel tarımda da kullanılabilen önemli bir uygulamadır. Toprakların organik madde içeriğinin zenginleştirilmesi ve erozyona karşı korunması ve yabancı ot gelişiminin önlenmesi amacıyla malç kullanılması özellikle gelişmiş ülkelerde hızla yaygınlaşmaktadır (Görcelioğlu, 1998).

Kızılçam'a (*Pinus brutia* Ten.) Ait Genel Bilgiler

Kızılçam yayılış alanı, artım ve büyüme özellikleri, yarattığı ekonomik değer dolayısıyla Türkiye'nin en önemli asli orman ağacı türlerinden biridir. Bu önem, ülkemizde yayılış alanı bakımından ilk sırada, hacim olarak da Anadolu karaçamından sonra ikinci sırada yer alması, odunun çeşitli kullanım yerlerine sahip olmasından ileri gelmektedir. Bu yüzden kızılçam ağaç türünün çok yönlü ele alınıp tanımlanması gerekmektedir.

Kızılçam bitkiler âleminin tohumlu bitkiler (Spermatophyta) bölümü, açık tohumlular (Gymnospermae) alt bölümü Coniferae sınıfı Pinaceae familyasının Pinus cinsi içerisinde yer almaktadır (Anşin, 1994). Türkiye'de doğal yayılış gösteren beş çam türünden bir tanesidir (Anşin, 1994). Kızılçam günümüze gelinceye kadar beş adet varyetesi bulunmuştur. Bunlar: *agrophiotii* (Papajoannou), *pyramidalis* (Selik), *densifolia* (Yaltırık ve Boydak), *pendulifolia* (Frankis) ve *brutia*'dır (Papajoannou, 1936; Selik, 1962; Frankis, 1993; Yaltırık ve Boydak, 2000).

Kızılçamın tepe yapısı genç yaşlarda piramit, ileri yaşlarda yayvan görünümündedir. Dalları gövdeye dik açıyla birleşmiş ve uçlarında çok kez kısa sürgünler bulunur. Şekil 2'de Kızılçam genel görünümü verilmiştir. Kabuğu düzgün, boz renkte, ileri yaşlarda kalın, derince yarıklı ve esmer kırmızımsıdır (Anşin, 1994). Genç sürgünleri tüysüz, önceleri kırmızımsı, gelişimiyle birlikte yeşilimsi kahverengi renktedir. Adını genç sürgünlerinin renginden dolayı almıştır (Selik, 1963; Davis, 1965). İğne yapraklar 10-18 cm uzunlukta, yumuşak, açık yeşil renkte kenarları ince dişli, kısa sürgünleri dallarının ucunda toplanmış ve fırça biçiminde görülür (Anşin, 1994).

Kızılçam, kapladığı 3.096.064 ha'lık alanla ülkemizin en geniş alana yayılmış ağaç türüdür. Bu alanın 1.784.068 ha'ı iyi (normal) koru ve 1 311.996 ha'ı bozuk korudur. Şekil 1'de Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Türkiye'de yayılış alanı gösterilmiştir (OGM 1, 2014). Orman Genel Müdürlüğü 1980 yılı envanter sonuçlarına göre bu alan içindeki dikili ağaç serveti 161.654.231 m³, artımı 5.011.582 m³ ve yıllık eta ise 3.883.583 m³'tür.



Şekil 1. Kızılçam Ülkemizdeki Tabii Yayılış Alanı (OGM 1, 2014)

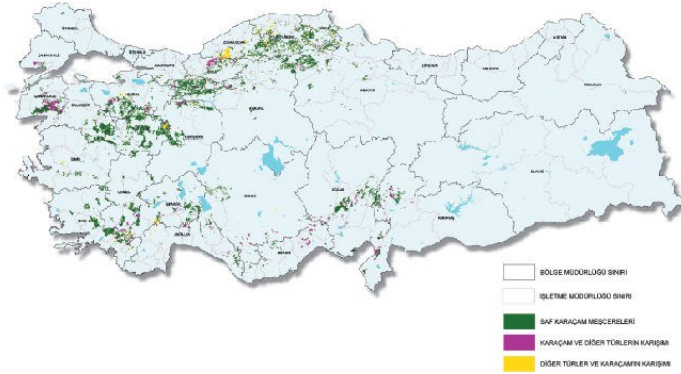


Şekil 2. Kızılçam (Pinus brutia Ten.) (Dutkuner, 2014)

Karaçam'a (Pinus nigra subsp. pallasiana) Ait Genel Bilgiler

Boylu, birinci sınıf orman ağaçlarındandır. Yaşlı gövdelerin derin çatlaklı, kalın kabukları vardır. Sarıçam'a nazaran daha kalın dallıdır. Bol reçineli büyük tomurcuklar silindirik, uçları sivridir. 8-15 cm uzunluğundaki iğne yapraklar koyu yeşil ve serttir. Sürgün uçlarında bulunanlar tomurcuğa doğru yönelmiş olduklarından, adeta çanak gibi bir boşluk meydana getirir ve bu özelliği ile daha ilk bakışta sarıçamdan kolayca ayrılır. Ülkemizde 2.200.000 ha'lık geniş bir alan üzerinde ormanlar kurar; karasal iklime ve iç Anadolu'da ki step bölgelerine uyum sağlayabilmektedir. Anadolu Karaçam'ı (Pinus nigra subsp. pallasiana) öteki alt türlere çok benzer, ancak bu alttürde tepe daha geniştir. 30-35 m boylarında, dalları uzun ve kalındır. İğne yapraklar koyu yeşil, cilalı görünümlü, 12-18 cm uzunluğunda ve serttir. Kozalak 5-12 cm boyutlarında ve kahverengidir. Apofizlerin pervazı çok çıkıntılı değildir. İklim ekstremitelere en fazla dayanan bir alttürdür. Stepe değin sokabilmektedir (Saribaş, 2008).

Karaçam'ı (Pinus nigra subsp. pallasiana)'ın ülkemizdeki yayılış alanı (Şekil 3), (OGM 2, 2014) ve Karaçam'ın genel görünüşü (Pinus nigra subsp. pallasiana) verilmiştir (Şekil 4). (Anonim 1, 2013).



Şekil 3. Anadolu Karaçam'ının Ülkemizdeki Tabii Yayılış Alanı (OGM 2, 2014)



Şekil 4. Karaçam (Pinus nigra subsp. pallasiana) (Anonim 1, 2013)

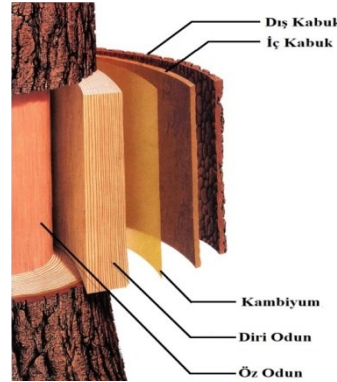
Çam Kabuğu (Periderm)

Ağaçlarda gövdeyi ve dalları çepeçevre saran kabuk, kambiyom dokusunun en dış kısmındaki tabaka olup, odundan farklı olarak kendisine has karakteristik bazı özellikler taşımaktadır. Kabuklar, değişik hücre tiplerine ve oduna göre daha karmaşık morfolojik yapıya sahiptirler. Ağaç türü, ağaç yaşı ve büyüme koşullarına bağlı olarak farklılıklar daha da artabilmektedir.

Kabuk temel olarak ölü hücreleri içeren dış kabuk ile bazı canlı hücrelerden oluşmuş iç kabuk olmak üzere iki farklı kısımdan oluştuğu söylenebilir. Morfolojik ve kimyasal bileşimleri oldukça farklı olmalarına rağmen, birçok durumda iç ve dış kabuk tabakaları, tek bir tabaka (kabuk) olarak göz önünde bulundurulmaktadır (Sjöström, 1993). Şekil 5'te Kızılcık (Pinus brutia Ten.) Kabuğunun anatomik görünümü gösterilmiştir.

İç kabuğun temel dokuları, elek elemanları, paransim ve sklerenşimatik hücrelerdir (Dönmez, 2013). Elek elemanlarının görevi, ağaç özsuğunu ve yapraklardaki besin maddelerini aşağı doğru, bunun yanı sıra odundaki suyu yukarı doğru taşımaktır. Özelliklerine ve görünüşlerine göre, elek elemanları, elek hücreleri ve elek tüpleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Elek hücreleri iğne yapraklı ağaçlarda bunun yanı sıra elek tüpleri ise yapraklı ağaçlarda görülmektedir. Paransim hücreleri, besin depolama görevi üstlenmekte ve iç kabukta elek elemanları arasında bulunmaktadır. Sklerenşimatik hücreler, ağaçların çoğunda görülmekte ve destek dokusu olarak rol oynamaktadır.

Dış kabuk çoğunlukla periderm veya mantar tabakasından oluşmaktadır ve ana görevi ağaçta su kaybını önlemek, ağacı sıcaklık ve mekanik etkilere karşı korumaktır (Dönmez, 2013). Odunsu bitkilerin çoğunda gelişimin ilk yılında periderm, epidermisin yerini almaktadır. Gövdedeki bu ilk periderm genellikle kabuğun dış kısmındaki mantar kambiyumundan oluşmaktadır. Daha sonraki peridermler ise art arda kabuğun daha derin tabakalarında oluşmaktadır. Mantar dokusu çoğunlukla kabuğun dışına doğru baskın bir şekilde oluşmaktadır. Fakat bazı durumlarda iç tarafa doğru oluştuğu da görülmektedir. Şekil 5'te bir ağaç gövdesinde en dıştan içeriye doğru tabakalar şematik olarak gösterilmiştir (Kantay ve Köse, 2006).



Şekil 5. Bir Ağaç Gövdesinde Kesiti (Kantay ve Köse, 2006).

Kabuk heterojen bir yapıdadır ve yapısı büyük bir çeşitlilik sergilemektedir. Kabuk kimyasal yapısının aydınlatılması oldukça güçtür ve elde edilen verilerden anlamsız sonuçlar çıkması mümkündür. Kabuğun ağaçtan örnek olarak temin edildiği yer, ağacın yetiştirme muhiti ve yaşı doğada kabukta geniş ölçüde farklılıklar olması ve çeşitli kimyasal madde sınıflarını bünyesinde barındırması, kabuğun analizinin yapılmasını güçlendiren nedenlerdendir (Sjöström, 1981; Hafizoğlu, 1982; Fengel ve Wegener, 1984).

Kabuğun yapısında bulunan selüloz ve hemiselüloz ise odundaki yapıya benzer özellikler göstermektedir. Ancak lignin için aynı şeyi ifade etmek mümkün değildir (Dönmez, 2013). Ekstraktif maddelerden arındırılmış kabukta standart lignin analizi yanlış sonuçlar verebilmektedir. Bunun nedeni "lignin" olarak adlandırılan kısmın gerçek lignin ve suberize olmuş flobafen, diğer bir deyişle mantar tabakası olmasından kaynaklanmaktadır. Kabuğun kimyasal yapısı, küçültülerek belirli boyutlara getirilmiş kabuk örneklerinin farklı çözücülerle ekstrakte edilmesiyle belirlenebilir. (Fengel ve Wegener, 1984; Harkin ve Rowe, 1971; Sjöström, 1993).

Odunda bulunan kimyasal madde gruplarının çoğu kabukta da bulunmaktadır. Fakat miktarları farklılık göstermektedir. Kabukta pektin, fenolik bileşenler ve suberin gibi ekstraktiflerin miktarları oldukça yüksek orandadır. Genel olarak kabukta bulunan ekstraktif madde ve içeriği aynı ağacın odunundan daha fazladır. Kabuk ekstraktifleri de tıpkı odundaki gibi lipofilik ve hidrofilik ekstraktifler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Lipofilik ve hidrofilik ekstraktiflerin toplam miktarı kabuğun kuru ağırlığının % 20-40'ını oluşturmaktadır. Lipofilik fraksiyon non-polar çözücülerde elde edilen ve genellikle terpenler ve türevleri, yağlar, vakslar, yağ asitleri, alkoller, steroller ve reçineleri kapsamaktadır (Dönmez, 2013).

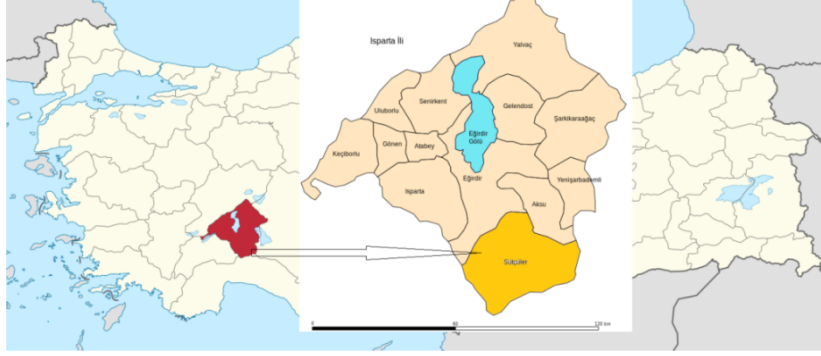
Kabuğun Kullanım Alanı

Ormancılıkta; İstihalden sonra orman toprağı özelliklerinin ıslahında, Kayalık yerlerdeki ağaçlandırmalarda fidanların çevresini örtmekte, Orman yollarında donmayı geciktirici bir tabaka olarak, Yol şevlerinde erozyonun kontrolünde, Havzalarda su kalitesini iyileştirilmesinde, **Tarımda** Malçlama Toprak özelliklerinin ıslahında, Drenajın kolaylaştırılmasında, Kompost yapımında, Ahır ve kümeslerde altlık (yatak) malzemesi olarak, Ahır ve fidanlıklarda çamur problemi gidermek için ve Ticari gübre ve tarım ilaçlarında katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. **Endüstride,** Yonga ve lif levha yapımı, Sepileme maddesi olarak, ve Endüstriyel yakıt olarak bunların dışında da; Süzücü taban materyali, Fosseptik drenlerde dolgu maddesi olarak ve pis suların temizleme işleminde etkin olarak kullanılmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Kızılçam

Deneme objeleri olan 10 ağaç Isparta Sütçüler, Çandır Şefliği içerisinde yer almaktadır ve koordinatları 37° 26' 59"-30° 53' 38" dır (Şekil 6). Ortalama rakımı 300-370 m yükselteleri arasındadır.



Şekil 6. Çalışmanın Yapıldığı Bölgenin Haritası

Tablo1. Araştırmada Kullanılan Kızılçam Ağaçların Özellikleri

Örnek	Yaşı	Boyu (m)	Çapı (cm)
1	81	22,3	56
2	102	19,1	62
3	81	22,6	50
4	62	24,3	38
5	102	22,2	64
6	116	22,3	64
7	75	21,5	60
8	59	20,8	50
9	62	19,3	38
10	72	22,80	48
χ^{ort}	81,2	21,72	53

Karaçam

Deneme amaçlı olarak kesilen 10 adet Karaçam, Isparta/Sütçüler Çandır yöresinden, koordinatları 37° 30' 08" -31° 06' 07" olan alandan elde edilmişlerdir. Çalışma alanının ortalama rakımı 1650-1720 m yükselteleri arasında bulunmaktadır.

Tablo2. Araştırmada Kullanılan Karaçam Ağaçların Özellikleri

Örnek	Yaşı	Boyu (m)	Çapı (cm)
1	192	18,1	62
2	223	21,5	86
3	129	14,5	60
4	156	17,5	62
5	142	19,5	46
6	167	14,5	50
7	262	15,5	70
8	121	19,0	62
9	162	23,5	52
10	184	19,3	72
χ^{ort}	173,8	18,29	62,2

Yöntem

Kesim çağına gelmiş olan meşcerelerden her ağaç türü için 10 adet ağaç tespit edilmiş ve her ağaç kesim sırasına göre numaralandırılmıştır. Ağaçlarının kesilmeden önce göğüs çapı (1,30 cm), ağaçların boyları ise Silva Clinomaster Boy Ölçer, kabuk kalınlığı ölçümleri ise Haglöf marka 50 mm'lik kabuk ölçer (Şekil 7) ile ve ağaç kesildikten sonra ise ağaçların yaşları sayılarak tespit edilmiştir (Tablo 1) ve (Tablo 2).



Şekil 7. Silva Clinomaster Boy Ölçer

Her ağaçtan çıkan kabuklar minimum zayıtta ve ayrı toplanarak ölçülmüştür (Şekil 8). Ağaçlar kesildikten sonra dip kısımlarından yıllık halkaları sayılarak yaşları belirlenmiştir. Ağaçların kabukları balta, tahra ve nacak yardımıyla elle soyulmuştur (Şekil 9). Soyulmadan önce gövdelerin altına polietilen dayanıklı bir malzeme serilmiş ve soyulan kabukların toprağa karışması ve düşmesi engellenmiş, aynı zamanda başka ağaçların kabuklarının karışması da engellenmiştir. Her bir ağaçtan elde edilen kabuklar hava geçirmeyen polietilen çuvalara doldurulmuş ve baskül (0,2 kg hassasiyetli) yardımıyla tartılmıştır. Her bir çuval menşei ve orijini itibarıyla işaretlenmiş ve üzerine yazılmıştır. Bütün bu prosesler ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.



Şekil 8. Kabukların Kesilirken Minimum Zayıtta Toplanmakta (Koparan, 2014)



Şekil 9. Kabukları Ağaçtan Soyuma Aşaması (Koparan, 2014)

Bulgular

Kızılcım; Kesilen ve araştırma konusu yapılan 10 adet kızılçam ile ilgili olarak sonuçlar Tablo 3 te verilmiştir. Her bir ağacın kesim ve kabuk elde edilmesine kadar geçen süre ve maliyetler Tabloda de gösterilmiştir. Kızılcımda ortalama olarak bir ağaçtan 92,29 kg kabuk elde edilmiştir. Toplam olarak 10 ağaçtan elde edilen miktar 929,29 kg ve bu kabuklar laboratuvarında insan gücü kullanılarak işlemde geçirilmiştir. Bu amaç için her proses ölçülmüş ve asgari ücret indeksine göre maliyet belirlenmiştir (Tablo 5). Buradaki ürün kaybı minimum zayıata göre % 8-9 olarak ileri geldiği düşünölmektedir. Daha sonra kabuklar 4-6 cm ebatlarında olacak şekilde kabukları kırılıp 5 cm kalınlığında getirilecek şekilde toprağa örtücü madde olarak 105 m² alana serilmiştir. Bu sürecinde maliyeti hesaplanmış ve ortalama olarak 1 m² alanın doğal şartlarda ormandan toplanarak son ürün olarak kullanım maliyeti çalışma ve sosyal güvenlik bakanlığının 01.01.2014-30.06.2014 resmi verilerine göre işverene masrafı hesaplanmış olup ortalama olarak 26,34 \$ belirlenmiştir.

Tablo 3. Kızılcım Ağaçlarından Toplanan Veriler

Örnek No	Kabuk Kalınlığı (cm)	Miktar(kg)
1	3,4	134,3
2	3,7	72,3
3	3,1	73,4
4	2,8	70,3
5	3,5	163,0
6	3,8	177,3
7	3,7	75,5
8	3,9	62,8
9	2,7	33,7
10	3,1	60,3
χ^{ort}	3,37	92,29

Karaçam; Araştırmaya konu kesilen 10 karaçam ağacı ile ilgili olarak kabuk kalınlığı, çapı, (Tablo 4) tespit edilip her bir ağacın kesim ve kabuk elde edilmesine kadar geçen süre ve maliyetleri ise gösterilmiştir. Karaçam'da ortalama olarak bir ağaçtan 99,74 kg kabuk elde edilmiştir. Kesimi yapılan Karaçam ağaçlarından elde edilen kabuk miktarı 997,4 kg ve bu kabuklar fakülte laboratuvarında imkânlar doğrultusunda getirilip işlemde geçirilmiştir. Bu amaç için her proses ölçülmüş ve asgari ücret indeksine göre maliyet belirlenmiştir. Buradaki ürün kaybı minimum zayıata göre % 8-9 olarak ileri geldiği düşünölmektedir. Daha sonra kabuklar 5 cm kalınlığında olacak şekilde belirlenen alanlara serilmiş ve bu serilen kabukların alanı 115 m² olarak tespit edilmiştir. Bu sürecinde maliyeti hesaplanmış ve ortalama olarak 1 m² alanın doğal şartlarda ormandan toplanarak son ürün olarak kullanım maliyeti çalışma ve sosyal güvenlik bakanlığının 01.01.2014-30.06.2014 resmi verilerine göre işverene maliyet ortalaması 26,50 \$ olarak belirlenmiş ve maliyeti tablosu gösterilmiştir (Tablo 6).

Tablo 4. Karaçam Ağaçlarından Toplanan Veriler

Örnek No	Kabuk Kalınlığı (cm)	Miktar(kg)
1	3,4	110,9
2	2,6	185,7
3	4,0	119,7
4	3,4	114,6
5	3,1	83,3
6	2,7	60,2
7	3,4	77,6
8	3,2	80,5
9	2,4	70,9
10	3,2	94,0
χ^{ort}	3,14	99,74

Tablo 5. Kızılçamlarda Kabuk Elde Değerleri

Örnek No	Kabuk Miktarı (KG)	Kesim ve Soyma		Taşıma		Kırma ve Preparasyon		Serme		Toplam Maliyet (₺/kg)
		Zaman (dk.)	Endeks* (₺)	Zaman (dk.)	Endeks* (₺)	Zaman (dk.)	Endeks* (₺)	Zaman (dk.)	Endeks* (₺)	
1	134,3	182	18	17,5	24,0	139,7	28,78	69,8	6,98	77,76
2	72,3	98	10	9,4	12,9	75,2	15,49	37,6	3,76	42,15
3	73,4	100	10	9,5	13,1	76,4	15,73	38,2	3,82	42,65
4	70,3	96	10	9,1	12,6	73,1	15,06	36,6	3,66	41,32
5	163,0	221	22	21,2	29,1	169,6	34,93	84,8	8,48	94,51
6	177,3	241	24	23,1	31,7	184,4	37,99	92,2	9,22	102,91
7	75,5	103	10	9,8	13,5	78,5	16,18	39,3	3,93	43,61
8	62,8	85	9	8,2	11,2	65,3	13,46	32,7	3,27	36,93
9	33,7	46	5	4,4	6,0	35,1	7,22	17,5	1,75	19,97
10	60,3	82	8	7,8	10,8	62,7	12,92	31,4	3,14	34,86
χ^{ort}	92,2	125,3	12,5	120	16,5	96	19,7	48	4,8	53,66

* Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının 01.01.2014-30.06.2014 tarihli asgari ücret fiyatı göz önüne alınarak dakika fiyatı hesaplanmıştır (Anonim 2, 2014).

Tablo 6. Karaçamlarda Kabuk Elde Değerleri

Örnek No	Kabuk Miktarı (kg)	Kesim ve Soyma		Taşıma		Kırma ve Preparasyon		Serme		Toplam Maliyet (₺/kg)
		Zaman (dk.)	Endeks* (₺)	Zaman (dk.)	Endeks* (₺)	Zaman (dk.)	Endeks* (₺)	Zaman (dk.)	Endeks* (₺)	
1	110,9	106,7	10,7	133,4	19,8	115,4	23,7	57,7	5,7	60,0
2	185,7	178,7	17,9	223,4	33,2	193,2	39,7	96,6	9,6	100,5
3	119,7	115,2	11,5	144,0	21,4	124,5	25,6	62,3	6,2	64,7
4	114,6	110,3	11,0	137,9	20,5	119,2	24,5	59,6	5,9	62,0
5	83,3	80,2	8,0	100,2	14,9	86,6	17,8	43,3	4,3	45,0
6	60,2	57,9	5,8	72,4	10,8	62,6	12,9	31,3	3,1	32,6
7	77,6	74,7	7,5	93,4	13,9	80,7	16,6	40,4	4,0	42,0
8	80,5	77,5	7,7	96,9	14,4	83,7	17,2	41,9	4,1	43,5
9	70,9	68,2	6,8	85,3	12,7	73,8	15,1	36,9	3,6	38,3
10	94,0	90,5	9,0	113,1	16,8	97,8	20,1	48,9	4,8	50,8
χ^{ort}	99,7	96	9,6	120	17,8	103,7	21,3	51,9	5,2	54,0

* Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının 01.01.2014-30.06.2014 tarihli asgari ücret fiyatı göz önüne alınarak dakika fiyatı hesaplanmıştır (Anonim 2, 2014).

Sonuç ve Öneriler

Ağaç kabuğu önemli, organik ve yenilenebilir bir hammadde ve enerji kaynağıdır. Genellikle Ormancılık faaliyetlerinin sonucunda doğal olarak ortaya çıkmakta ve ülkemiz şartlarında ağaçtan soyulduğu yerlerde kalarak toprağa organik madde olarak karışmaktadır. Bu çerçevede bu çalışmada Karaçam ve Kızılçam türlerinden kabuk elde edilmesi, elde edilme süreçleri, kabuğun primitif yöntemlerle işlenmesi ve peyzaj alanlarında kullanımı konu edilmiştir.

Buna göre; Kızılçam da; bir ağaçtan 92,2 kg kabuk elde edilirken bu oran ile 5,3 m² kadar alan kabukla kapatılabilir. Karaçam'da ise bir ağaçtan ortalama olarak 99,5 (kg) elde edilirken de bu oran ile 5,7 m² alan kabuk ile kapatılabilir. Her iki türün elde edilme maliyeti de araştırılmış olup; Kızılçam ağaçlarından elde edilen kabuk miktarlarının fiyatı 53,66 (₺/kg), Karaçam ağaçlarından elde edilen kabuk miktarları fiyatı ise 54,00 (₺/kg) olarak hesaplanmıştır (Dolar; 2,037 ₺, Euro;2,741 ₺).

Yapılan çalışmadan elde edilen verilere göre Sütçüler yöresinde ortalama olarak 81 yaşında idare müddetini doldurmuş Kızılçamlarda bir ağaçtan ortalama olarak 92,92 kg, 174 yaş ortalamasındaki Karaçamlardan da 99,74 kg kabuk elde edilmiştir. Bu bölge için ortalama göğüs çapı 62 cm olan karaçamlarda dikili ağaç zabıtnamesine göre 2,879 m³ emval o da yine ortalama bir değer olarak 0.7 katsayısıyla çarparak 2,0153 kg olarak denk gelmektedir. Bu miktar Kızılçam içinde 1,4616 değerlerindedir. Bu miktar; bu zamana kadar ormanlarda kesim artığı olarak kalmakta ve kalmaya devam etmektedir. Yapılan bu çizelge gerçekleştirilen her aşamanın kilograma düşen maliyet hesabı ve her bir kilogram kabuk için harcanan zaman hesabı gösterilmiş ve bu hesapların ortalaması alınmıştır (Tablo5,6) Gösterilen bu ortalamalar kabuğun ağaç kesildikten sonra toplanıp serme aşamasına kadar olan süre çerçevesinde içerisinde seyretmektedir. Her ağaçtan çıkan kabuk miktarı hesaplanmış olup bu hesabın ortalaması alınmıştır.

Kaynaklar

- Anonim 1. Ekodoğa. Erişim tarihi 24.05.2015. http://www.ekodoga.com/Products/KARACAM-TOHUMU-500-GR-22000-ADET-462.html#.VWHH00_tmBZ
- Anonim 2. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Resmi Web Sitesi. Erişim Tarihi: 06.06.2014. <http://www.csgb.gov.tr/csgbPortal/cgm.portal?page=asgari>
- Anonim, 3. User Guide to Vegetation / Mining and Reclamation in the West. USDA Forest Service, GTR / INT-64, Ogden, Utah.
- Anşin, R., Gymnospermae, T. B. , 1994. İkinci Baskı, Genel Yayın No: 122, Fakülte Yayın No: 15, KT Ü. Basımevi, Trabzon.
- Dönmez İ.E., 2013. Ağaç Kabuğunun Yapısı ve Yararlanma İmkanları, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 156-162s, Isparta.
- Dutkuner İ., Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Gymnospermae Ders Notları, Isparta.
- Fengel, D., Wegener G., 1984. Wood, Chemistry, Ultrastructure and Reactions, de Gruyter Public, 268-295pp, Berlin.
- Frankis, M. P. 1993, October). Morphology and affinities of Pinus brutia. In Papers: International Symposium on Pinus brutia Ten., Marmaris, Turkey (pp. 18-23).
- Görcelioğlu E., 1973. Ağaç Kabuklarının Çeşitli Ormancılık ve Tarım Uygulamalarında, Endüstride ve Diğer Alanlarda Değerlendirilmesi Olanakları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 108-130s, İstanbul.
- Görcelioğlu E., 1998. Peyzaj Onarımında, Ormancılıkta ve Tarımda Malç Uygulaması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul.
- Hafizoğlu H., 1982. Orman Ürünleri Kimyası, Cilt 1, Odun Kimyası, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, 245s. Trabzon.
- Harkin J. M., Rowe J. W., 1971. Bark and Its Possible Uses, USDA-FPL, 091:56.
- Kantay R., Köse Ç., 2006. Türkiye'de Kabuk Konusunda Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar ve Değerlendirme, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul.
- OGM 1, 2014. Orman Genel Müdürlüğü Resmi Web Sitesi. Erişim Tarihi: 02.03.2014. <http://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarımız/Ilkere-Gore-Orman-Varligi.aspx>
- OGM 2, 2014. Orman Genel Müdürlüğü Resmi Web Sitesi. Erişim Tarihi: 02.03.2014. <http://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarımız/Ilkere-Gore-Orman-Varligi.aspx>
- Papajoannou, J. 1936. Über Urtbastarde zwischen Pinus brutia Cen. und Pinus halepensis Mill. in Nordostchalkidiki (Griechenland). Forstwissenschaftliches Centralblatt, 58(6), 194-205.
- Selik, M., 1962. Güneybatı Anadolu Odun Tahrip Eden Bazı Mantarlar Ve Bilhassa Schizophyllum Commune Fr. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU).

- Sevgican, A. 1989. Örtüaltı sebzeciliği. TAV yayın, (19).
- Sarıbaş M., 2008. Dendroloji Gymnospermae I, ISBN: 978-975-387-101-3, 51s, Bartın. Sjöström E., 1981. Wood Chemistry, Fundamentals and Applications, Academic Press Inc, San Diego, 223pp, California, USA.
- Sjöström E., 1993. Wood chemistry, Fundamentals and Applications. 2. Ed., Academic Press, New York.
- Yaltirik, F., Boydak, M. , 2000. A new variety of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) from Anatolia. Karaca Arbor. Mag, 5(4), 173-180.

KIZILÇAM AĞAÇ KABUKLARINDAN ELDE EDİLEN TANENİN TUTKAL OLARAK DEĞERLENDİRİLEBİLMESİ

Hasan ÖZDEMİR¹

Mualla BALABAN UÇAR²

ÖZET

Türkiye toplam orman alanının %25'ini oluşturan Kızılçam ağacının kabukları ya ormanda soyularak bırakılmakta ya da odun işleyen endüstrilerde yakacak olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma da önemli bir potansiyele sahip olan ve atık olarak görülen kızılçam kabuğundan tanen üretilerek, odun işleyen endüstrilerde tutkal olarak kullanılması amaçlanmıştır.

Yapılan ön denemeler sonucu kızılçam kabuğundaki kondanse tanen miktarının diğer iğne yapraklı türlerle kıyaslandığında daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kondanse tanenler, dünya da ticari tanen üretiminin %90'ından fazlasını oluşturmakta, tutkal ve reçine üretiminde ekonomik olarak değerlendirilmektedir. Birçok ülkede Acacia mearnsii kabuklarından mimoza taneni, Schnopsis spp. kabuklarından kebraho taneni, Pinus radiata kabuklarından da çam taneni ticari boyutta üretilmekte ve hazırlanan tutkallar yonga levha, lif levha ve kontrplak yapımında endüstriyel olarak kullanılmaktadır.

Üretilen kızılçam taneninin, kebraho ve mimoza tanenleri ile karşılaştırılması için her üç tanen türü fenol formaldehit tutkalına belirli oranlarda katılmış ve bu tutkallar ile lif levhalar basılmıştır. Elde edilen levhalarda kimyasal, fiziksel ve mekanik testler yapılmıştır.

Test sonuçlarına bakıldığında kızılçam taneni ile üretilen levhalardaki değerlerin diğer ticari tanenlerle yakın sonuçlar verdiği ve hatta bazı değerlerin daha iyi olduğu görülmüştür. Bunun aksine tüm tanenli levhalarda kalınlık artışı ve su alma oranlarının standartlarda belirtilen değerlerden daha yüksek (kötü) olduğu belirlenmiştir. Bu olumsuzluğun ise su itici ilave kimyasal maddelerin katılması ile giderilebileceği düşünülmektedir.

Yapılan testler sonucu kızılçam taneni ile üretilen tutkallarda HMA (Hegzametilentetramin), kebraho ve mimoza taneni ile üretilenlerde paraformaldehit'in sertleştirici olarak kullanılmasının iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kızılçam, Tanen, Fenol formaldehit tutkalı, Lif levha

TANNIN WHICH OBTAINED FROM RED PINE TREE BARK EVALUATED AS ADHESIVE

ABSTRACT

In this study a new approach was established to industrial using bark of calabrian pine which is consist of % 25 of total turkish forest area. Tree barks remain on forest after tree peeling or they are used as fuel in wood industry. This present study aim to investigate utilities of the calabrian pine bark which has remarkable potential and is generally concering as waste using as adhesive on wood process industries by evaluating it on tannin production.

Determined calabrian pine bark as a results of preminally experiments has significantly higher condansed tannin content comparing to other species. Condansed tannins consitute more than %90 of industrial tannin production in the world, and they are economical evaluated on adhesive and resin production. Mimoza tannin isolated from the bark of Acacia mearnsii, Quebracho tannin isolated from Schnopsis spp. barks and pine tannin extracted from Pinus radiata barks are commercially produced in many countries, and produced adhesives have industrial evaluation on particleboard, fiberboard and plywood manufacturing.

According to test results, the values of boards prepared with calabrian pine tannin have generally similar results and some test results show better than those of other commercial tannins. On the contrary, thickness swelling and water absorbtion rates of all fiberboards produced with tannins have higher (not better) than stated standart values. It was thought that this negative results can be solve by adding chemical water repellents.

The conclusions of present study demonstrated that HMA (Hegzametilentetraamin), among adhesives produced with calabrian pine tannins and paraformaldehyde produced with quebracho and mimosa tannin can be used as hardener.

Keywords: Red Pine, Tannin, Phenol Formaldehyde, Fiberboard

¹ Yrd. Doç. Dr. Düzce Üniversitesi, hozdemir@duzce.edu.tr

² Prof. Dr. İstanbul Üniversitesi, muallab@istanbul.edu.tr

Giriş

Ekonomik, sosyal, kültürel ve teknolojik gelişmelerin hızlı olduğu günümüzde orman, ağaç topluluklarının bulunduğu mekan olma yanında, başta odun hammaddesi olmak üzere çok değişik ürünler ve hizmetler üreterek topluma fayda sağlayan, kendi içinde birtakım dengeleri olan, canlı, dinamik ve karmaşık yapıda, karasal ekosistemler içinde en büyük paya sahip çok boyutlu bir sistem ve yenilenebilir özellikte bir doğal kaynaktır. Devamlılık ve istikrarlılık bu sistemin temel özelliğidir.

Ülkemizin orman varlığı 21,2 milyon hektar olup toplam ülke yüzölçümünün %27,2'sini teşkil etmektedir. Biyolojik çeşitlilik açısından oldukça zengin olan ormanlarımızın yaklaşık yarısı iğne yapraklı, diğer yarısı ise geniş yapraklı türlerden oluşmaktadır. Toplam ağaç serveti 1,3 milyar m³ olan orman kaynaklarımızın birim alandaki ortalama serveti oldukça düşüktür. Ormanlarımızın yıllık cari artımı 36,3 milyon m³, amenajman planlarında verilen yıllık eta miktarı ise ortalama 16,3 milyon m³ tür (DPT, 2007).

Yukarıda belirtilen orman varlığı içerisinde kızılçam 5,42 milyon hektar ile iğne yapraklı türler içerisinde en geniş yayılışa sahip türdür. Bu alan toplam ibreli orman alanımızın yaklaşık % 50'sine, tüm orman alanının ise %25'ine yakındır.

Bu kadar geniş yayılışa sahip olan kızılçam, orman endüstrisinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Odunları liflevha, yongalevha ve kağıt fabrikalarında karışım içerisinde tüketilmekte fakat kabukları için bir kullanım alanı bulunmamaktadır. Atık konumunda bulunan materyalin değerlendirilebileceği çeşitli alanların yaratılması ülke ekonomisine sağlayacağı katma değer açısından da önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı; ülkemiz ormanlarının % 25'ine sahip olan kızılçam türüne ait kabukları, tanen tutkalı yapımında değerlendirerek, endüstriyel amaçla kullanılabilirliğini ortaya koymak ve bir atık konumundaki bu materyali ülke ekonomisine kazandırabilmektir.

Kabuğun Kimyasal Bileşimi

Kabuğun kimyasal yapısı oldukça karmaşıktır. Kimyasal bileşim açısından, değişik ağaç türleri arasındaki morfolojik elemanlara bağlı olarak farklılık gösterir. Odunda bulunan bileşenlerin bir çoğu aynı zamanda kabukta da bulunur fakat oranları farklıdır (Sjöström, 1992). Kabuğun kimyasal yapısı odundan polifenollerin ve süberinin bulunması, daha düşük polisakkarit miktarı ve daha yüksek ekstraktif maddelerin bulunması ile ayrılmaktadır. Genel olarak iç kabuktan dış kabuğa doğru ekstraktif ve polisakkarit miktarı azalmakta, lignin ve polifenolik maddelerin miktarı artmaktadır (Fengel ve Wegener,1984). Ayrıca kabuktaki mineral madde miktarı odunkinden çok daha yüksektir.

Kabuk bileşenleri 3 kısımda incelenebilir;

1. Çözünür Bileşikler (Ekstraktifler)
2. Çözünmeyen Bileşikler (Polisakkaritler, lignin ve süberin)
3. Anorganik Maddeler

Tanenler

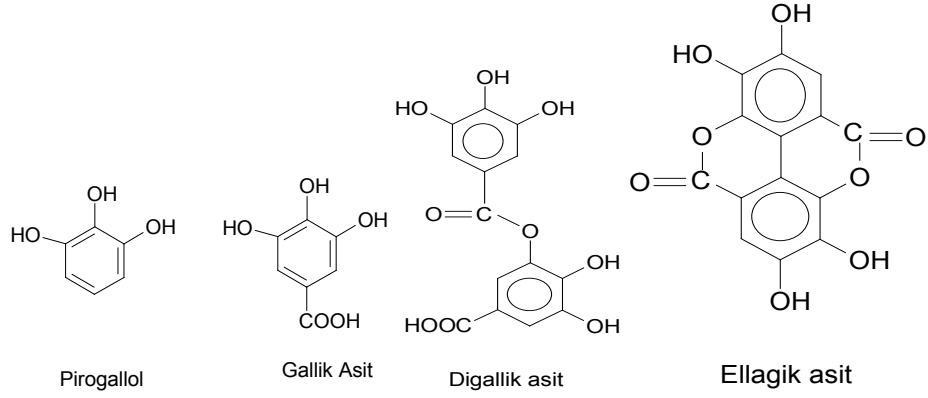
Tanen sözcüğü ile ifade edilen bileşikler, ham hayvan derisinin tanenlenmesi (sepilenmesi) ve normal deriye dönüştürülmesi üzerine etki etmeleri nedeniyle bu isimle adlandırılmıştır. Derinin işlenmesi sırasında hayvan derisinde bulunan protein, tanen ile etkileşerek çöker (Hagerman,2002).

Hemen hemen bütün bitkiler veya ağaçlar değişik tanen formlarını içerirler. Tanenler erimiş olarak hücre içerisinde, amorf yapıda tanecikler ya da farklı büyüklükte kümeler halinde stoplazmaya yayılmış durumda bulunurlar. Bazı hallerde hücre çeperine de nüfuz edebilir. Tanenlere bitkilerin değişik dokularında rastlamak mümkündür. Özellikle koruyucu dokulardan mantarlarda fazla miktarda tanen bulunmaktadır (Bisanda, 2003).

Tanenler özel fenolik bileşiklerdir ve kimyasal yapılarından ziyade proteinler ve polisakkaritler gibi diğer polimerlerle birleşme yeteneklerinden dolayı bu ismi almışlardır. Alkoloid, jelatin ve diğer proteinlerle çökebilme yeteneğine sahiptirler ve molekül ağırlıkları 500 ile 20.000 arasında olan, suda çözünebilir polifenolik bileşiklerdir (Martin, 1982; Hagerman, 1998).

Tanenler 2 grupta incelenir;

1. Hidrolize Tanenler: Hidroliz olabilen tanenler, gallik asidin glikoz ile esterleşmesi ile oluşan gallotanenler ve ellagik asitle glikozun esterleşmesi sonucu oluşan ellagiktanenlerdir. Gallotanenlerde molekül genellikle düzdür ve fenolik gruplar kenarlara doğru dağılmış bir disk gibidir. Buna karşılık ellagiktanenlerde molekül daha çok küresel bir şekildedir ve fenolik gruplar küre yüzeyinde düzenlenmiştir. Hidrolize tanenler suda kolayca çözünürler. Hidrolize tanenlerden elde edilen basit fenollerin kimyasal yapıları Şekil 1'de verilmektedir (Harvey, 2001).

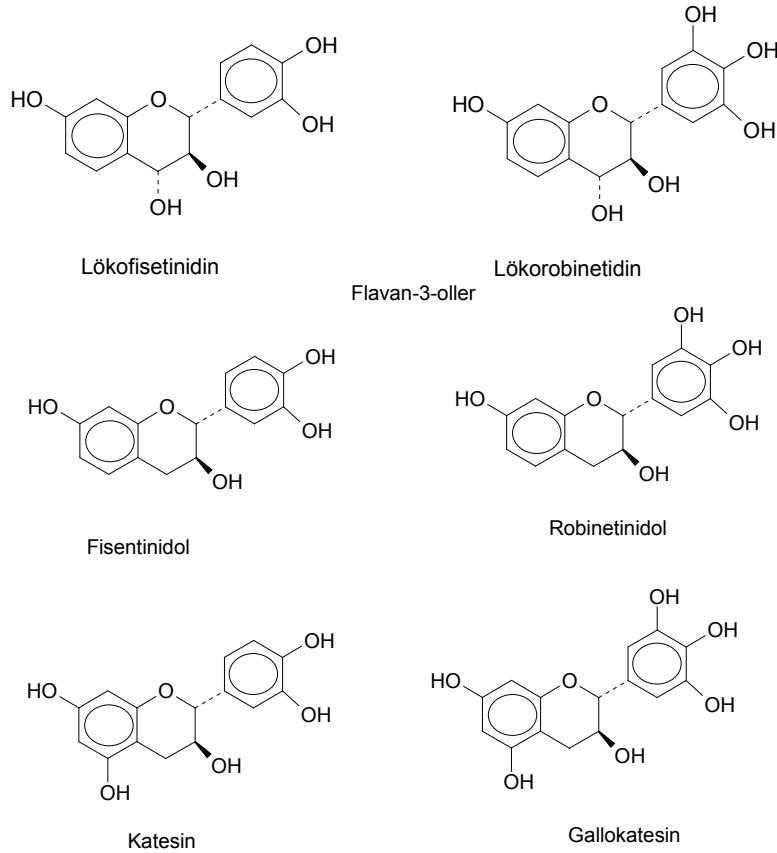


Şekil 1: Hidrolize Tanen Yapıtaşları

2. Kondanse Tanenler: Dünya'daki ticari tanen üretiminin % 90'dan fazlasını (± 350.000 ton/yıl) kondanse tanenler oluşturmaktadır. Bunlar hem kimyasal hem de ekonomik olarak tutkal üretiminde daha fazla öneme sahiptir. Kondanse tanenler ve bunların flavonoid yapı taşlarının doğada geniş dağılımı bilinmektedir. Özellikle odun ve çeşitli ağaç kabuklarındaki önemli miktarı bilinmektedir. Bu türler arasında akasya, quebracho, tsuga ve sumak türleri sayılabilir. Bunlardan ticari tanen ekstraktları üretilmektedir. Çeşitli çam türlerinin kabuk ekstraktları henüz yeterli düzeyde kullanıma sahip değildir. Özellikle kabuk ve odunlardaki zengin kondanse tanen, ağaçlandırma veya endüstriyel ekstraksiyon yoluyla özellikle deri endüstrisinde geniş ölçekli kullanımını sağlamıştır (Pizzi, 1983).

Kondanse tanenler flavanoid birimlerinden oluşan yapılardır. Ana bileşenleri kateşinler (flavan-3-ol'ler) ve lökoantosiyanidinler (flavan-3,4-diol'ler) dir. Flavonoid grubuna dahil olan bu bileşikler bitki dünyasında oldukça geniş bir yayılış gösterir. Flavonoidler yapılarına bağlı olarak flavon, flavan, flavanon ve izoflavon olarak gruplandırılırlar. Ayrıca açık piron halkası olanlar çalkonlar olarak adlandırılır. Bu flavon türevlerinin çoğu bir çok odun türünde bulunur. Özellikle Acacia ve Quebracho öz odununda bulunan kondanse tanenler bir çok araştırmaya konu olmuştur (Balaban, 2003). Bazı Kondanse tanen yapı taşları Şekil 2'de gösterilmiştir.

Flavan-3,4-dioller



Şekil 2: Bazı Yapraklı Ağaçlarda Karşılaşılan Monoflavonoidler

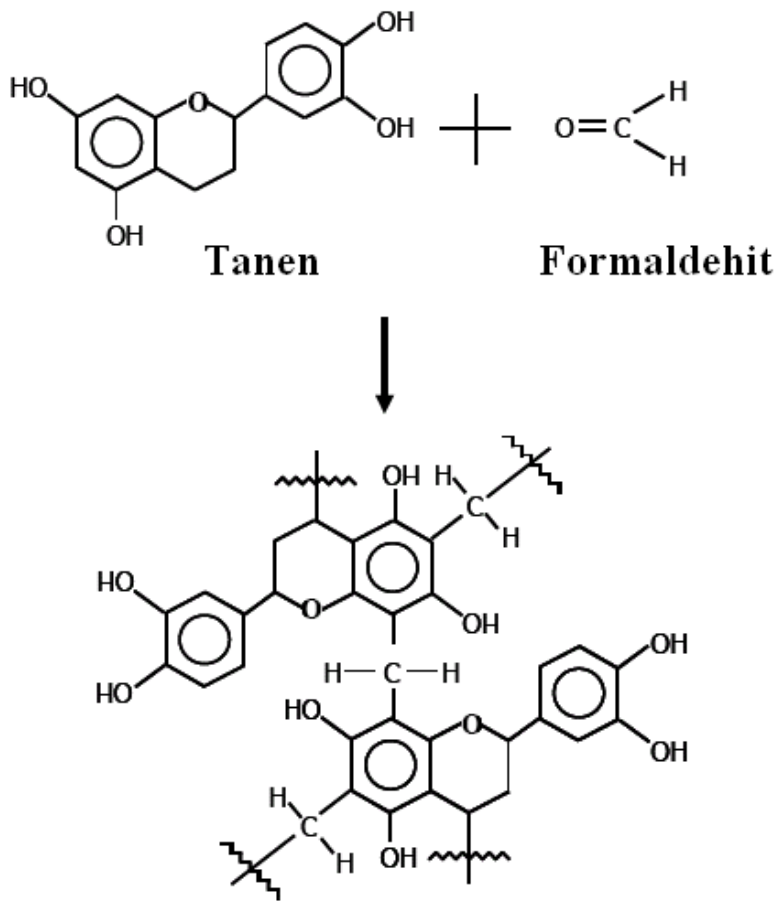
Tanenlerin Kullanım Alanları

- 1) Sepi Maddesi Olarak Kullanımı
- 2) Boya Yapımında Kullanımı
- 3) Tutkal Üretiminde Kullanılması
- 4) Tıp ve Eczacılıkta Kullanımı

Tanen-Formaldehit Tutkalları

Petrol bazlı tutkalların (Fenol-formaldehit, üre-formaldehit) fiyatlarının devamlı artış göstermesi ve kısıtlı olması insanları doğal ürünlere yöneltmiştir. Bu bağlamda tanen de bazı ağaç türlerinde az bulunmasına rağmen mimoza, kebraho ve Pinus radiata gibi bazı türlerin kabuklarında veya odunlarında çok bulunan bir bileşik olduğundan tutkal yapımında tercih edilmektedir.

Doğal tanenlerin formaldehit esaslı tutkal üretiminde kullanılma olasılıkları yaklaşık 30 yıl önce anlaşılmasına rağmen üretilen güçlendirilmemiş bu reçineler düşük yapışma direnci ve rutubete karşı düşük dirence sahip olmuştur. Bunun nedenleri muhtemelen yapıdaki çok sınırlı çapraz bağlanmalar, reçinenin yüksek iç viskozitesinden dolayı düşük yapışma özellikleri ve tanenin yüksek reaktivitesinden dolayı kısa jelleşme süresidir. Tanen ve formaldehit arasında gerçekleşen reaksiyon Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3: Tanen ile Formaldehit Arasındaki Reaksiyon

Son 10 yılda bu alanda başarılı sonuçlar alınmış, bu problemlerde önemli ölçüde azalma ve bazı durumlarda problemin ortadan kalkması sağlanmıştır. Direnç ve rutubet dayanımındaki artış daha yüksek derecede çapraz bağlanmayı sağlayan rezorsinol, fenol veya üre-formaldehitin düşük miktarlarda eklenmesiyle sağlanabilir. Jelleşme süresi pH'nın düşürülmesi yoluyla ilk viskozitenin azaltılmasıyla uzatılabilir ya da aynı zamanda sertleşme süresini hızlandıran heksametilen tetramin gibi sertleştiriciler ilave edilebilir. Son yapılan araştırmalar göstermiştir ki daha fazla çapraz bağlanma fenolik ve aminoplastik formaldehit yerine metalik iyon katalizörler kullanarak sağlanabilir ve böylece rezorsinol tanen iskelet yapısı içerisinde oluşturulabilir. Yapılan bir çalışmada yongalevha üretiminde, 30:70 oranında diizosiyanat ile çam taneninin kullanımının güçlendirici etkisinden bahsedilmiştir.

Materyal ve Metod

Yapılan ön denemeler sonucunda 3 ağaç türünün araştırılmaya değer olduğu tespit edilmiştir. Bu türler Kızılağaç (Pinus brutia), Toros sediri (Cedrus libani), Doğu Ladini (Picea orientalis)'dir.

Levha üretiminde kullanılmak üzere ÇAMSAN A.Ş.'den temin edilen % 50 Kayın, % 30 Meşe,% 15 Kızılağaç ve % 5 Kavak odunundan elde edilen liflerin karışımı kullanılmıştır. Alınan lifler 0,3 mm elekten elenerek toz ve ince parçalardan ayrılmıştır. Elenen lifler hava almayacak şekilde plastik poşetlerde saklanmıştır.

Yapılan denemeler sonucu tespit edilen (% 2'lik Na₂SO₃ ile 1/8 oranında) koşullarda kızılçam ağaç kabuklarından elde edilen ekstraktın suyu buharlaştırıldıktan sonra toz halde kızılçam taneni elde edilmiştir. Ayrıca Kebraho, Mimoza, Tara, Kestane tanenleri HERKİM A.Ş.'den temin edilmiştir.

Üretim sırasında Paraformaldehit ve Hegzametilentetraamin olmak üzere iki çeşit sertleştirici kullanılmıştır.

Levha üretim işlemleri K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Laboratuvarlarında yapılmıştır. Levha üretimi CEMİL USTA markalı 5 kademeli ve tek katlı hidrolik pres ile gerçekleştirilmiştir.

Kabuk ve Tanen Örneklerinin Kimyasal Analizleri;

1. Kül Tayini (TAPPI T 211 om- 85)
2. Ekstraktif Madde Miktarı
 - Sıcak Su Çözünürlüğü (TAPPI T 207 om-88)
 - Alkol-Siklohegzan Çözünürlüğü (TAPPI T 204 om-88)
 - Alkol Çözünürlüğü (TAPPI T 204 om-88)
3. % 1'lik NaOH Çözünürlüğü (TAPPI T-212 om-88)
4. Lignin tayini (RUNKEL Metodu)
5. Metanol:Su (4:1) Çözünürlüğü (Scalbert ve Haslam, 1987)
6. Toplam Fenol ve Kondanse Tanen Analizi (Govinarajan ve Mathew, 1965)
7. Stiasny Sayısı (Browning, 1967)
8. FTIR (Fourier Transform Infrared) Analizi

Levha Testleri

1. Rutubet Tayini (TS EN 322)
2. Yoğunluk Tayini (TS EN 323)
3. Eğilme Direnci Tayini (TS EN 310)
4. Eğilmede Elastikiyet Modülü (TS EN 310)
5. Yüzeye Dik Çekme Direnci (TS EN 319)
6. Yüzey Dayanıklılığı (TSE EN 311)
7. 24 saat Kalınlık Artışı Miktarının Tespiti (TSE EN 317)
8. 24 saat Su Alma Miktarının Tespiti (TSE EN 317)
9. Serbest Formaldehit Miktarının Belirlenmesi (TS 4894-EN 120)

Tartışma Ve Sonuç

İncelen kabuk türleri arasında en yüksek kül oranı %3,16 ile sedirde görülürken en düşük değer % 1,08 ile kızılçamda görülmektedir. Sonuçlara bakıldığında anorganik madde miktarının iğne yapraklı ağaç kabuklarında görülen sınırlar içerisinde olduğu söylenebilir.

İncelenen kabuk türleri arasında en yüksek sıcak su çözünürlüğü % 39,35 ile kızılçamda görülürken, en düşük sıcak su çözünürlük değeri % 20,37 ile sedirde görülmektedir.

Kabuk örneklerine uygulanan % 1'lik NaOH çözünürlüğünde en yüksek verim % 64,06 ile kızılçamda bulunurken, ladinde % 51,81 ve sedirde % 48,51 olarak belirlenmiştir.

Ekstrakte edilmiş kabuk örneklerinde ilk önce kalıntı lignin prosedürü uygulanmış ve % 57,79 ile en yüksek oran kızılçamda, en düşük oran ise % 40,63 ile sedirde belirlenmiştir.

Kabuk örnekleri metanol:su (4:1) ile ekstraksiyona tabi tutulmuş ve en yüksek oran % 25,72 ile kızılçamda belirlenirken, en düşük oran % 13,83 ile sedirde bulunmuştur.

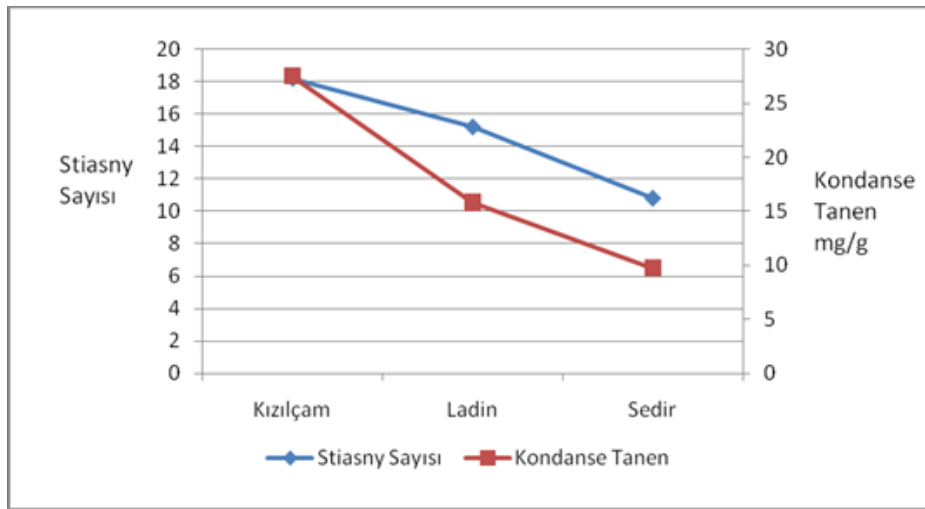
Kabuk ve tanen örneklerinde fenolik madde bileşimi birkaç değişik yöntemle belirlenmiştir. Fenolik ekstraktif maddelerin belirlendiği bir yöntem olan metanol-su çözünürlüğü sulu faz ve eter fazı olmak üzere iki fraksiyona ayrılmış ve bu fazlarda toplam fenol tayini yapılmıştır. Toplam fenol oranlarına bakıldığında kızılçam kabuğunda sulu faz 47,52 mg/g iken, sedir kabuğunda bu oran 25,72 mg/g'dir. Tanen örneklerinde ise toplam

fenol miktarına bakıldığında en yüksek oran tara ve kızılçam taneninde bulunurken, en düşük miktar kestane taneninde tespit edilmiştir.

Kabuk ve tanen örneklerinde kondanse tanen miktarı butanol-HCl yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntemde kondanse tanen miktarı, spektroskopik olarak ölçülen absorbans değerinden gidilerek kateşin ekivalenti olarak hesaplanmıştır. Kondanse tanen değerlerine bakıldığında kabuklarda en yüksek değer 27,54 mg/g ile kızılçam kabuğunda olduğu, diğer tanenlerde ise en yüksek değerden en düşüğe doğru kebraho, mimoza ve kızılçam taneni şeklinde sıralandığı görülmektedir.

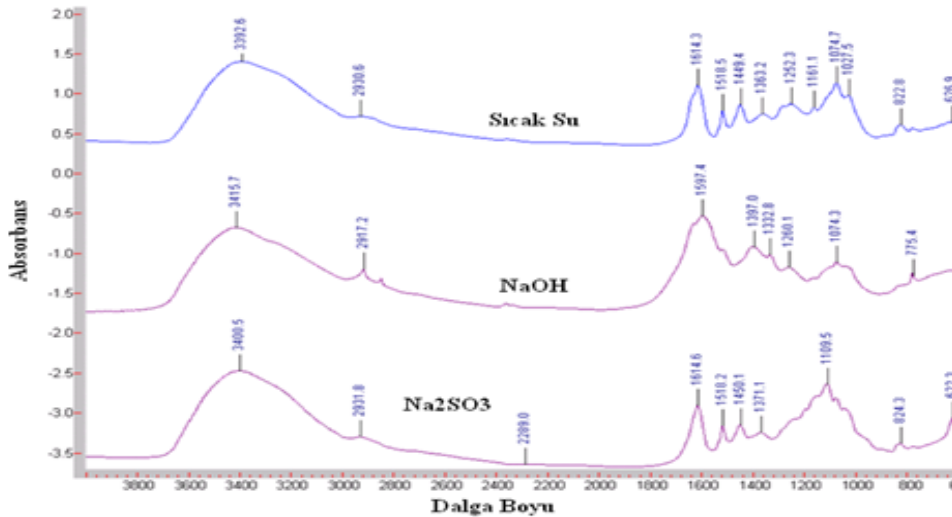
Kondanse tanen miktarının tespitinde kullanılan diğer bir yöntem olan Stiasny Sayısı'nda ise sıcak su çözünürlüğünden elde edilen ekstraktın, asidik ortamda formaldehit ile reaksiyonu sonucu elde edilen çökelti miktarı hesaplanarak tespit edilmiştir. İncelenen kabuk ve tanen örneklerinde stiasny sayısı miktarı incelendiğinde; kabuklarda en yüksek değer kızılçam kabuğunda, tanenlerde ise kebraho, mimoza ve kızılçam taneninin en yüksek stiasny sayılarına sahip olduğu görülmüştür. İncelenen kabuk türleri arasında en yüksek değer kızılçam kabuğunda olduğu çok açık olarak görülmektedir.

Şekil 4'de görüldüğü üzere stiasny sayısı değerleri, spektroskopik olarak belirlenen kondanse tanen miktarları ile paralellik göstermektedir.



Şekil 4: Kabuklarda Stiasny Sayısı ve Kondanse Tanen Miktarı Arasındaki İlişki

Çeşitli şartlarda üretilen kızılçam tanenlerine ait FTIR spektrumları alınmıştır.



Şekil 5: Sıcak Su ile Üretilen Kızılçam Tanenine ait Spektrum

- 3000-3700 cm⁻¹'de bütün tanenlerde görülen pik metilol grubu ve benzen çekirdeğine bağlı -OH gruplarının karakteristik pikidir.

- 2880-2940 cm⁻¹'de bütün tanenlerde görülen küçük pikin benzen çekirdeğinde görülen –CH gerilme piki olduğu düşünülmektedir.
- 1621-1463 cm⁻¹'de bütün tanenlerde görülen pikler aromatik halkadaki (-C=C-) etilen bağlarına aittir.
- 1315-1037 cm⁻¹'de belirlenen küçük piklerin tanenlerde bulunan fenol gruplarına ait olduğu düşünülmektedir.
- 910-740 cm⁻¹'de incelenen bütün tanenlerde görülen küçük piklerin benzen halkasındaki C-H bağlarına ait absorpsiyon bantları olduğu düşünülmektedir.

En verimli tanen oranını tespit etmek için kabuk örnekleri çeşitli çözeltilerle ve değişik oranlarda ekstraksiyona tabi tutulmuşlardır. Ayrıca uygulanan şartlarda stiasny sayısı analizleri yapılarak kondanse tanen miktarları da belirlenmiştir. Bu denemelerde en verimli şartlar **kızılçam** kabuğunun **1/8 çözelti oranında Sodyum Sülfid** ile olan reaksiyonunda sağlandığı tespit edilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda tanen üretiminde ve levha üretiminde kızılçam kabuğunun kullanılmasına karar verilmiştir.

Levha üretiminde Fenol formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Ayrıca üretilen kızılçam taneni ile satın alınan kebraho ve mimoza taneni denenerek aradaki farklılıklar ortaya konmaya çalışılmıştır. Tutkal-Tanen miktarları Tablo 1'da verildiği üzere çeşitli oranlarda levhalara ilave edilmiştir.

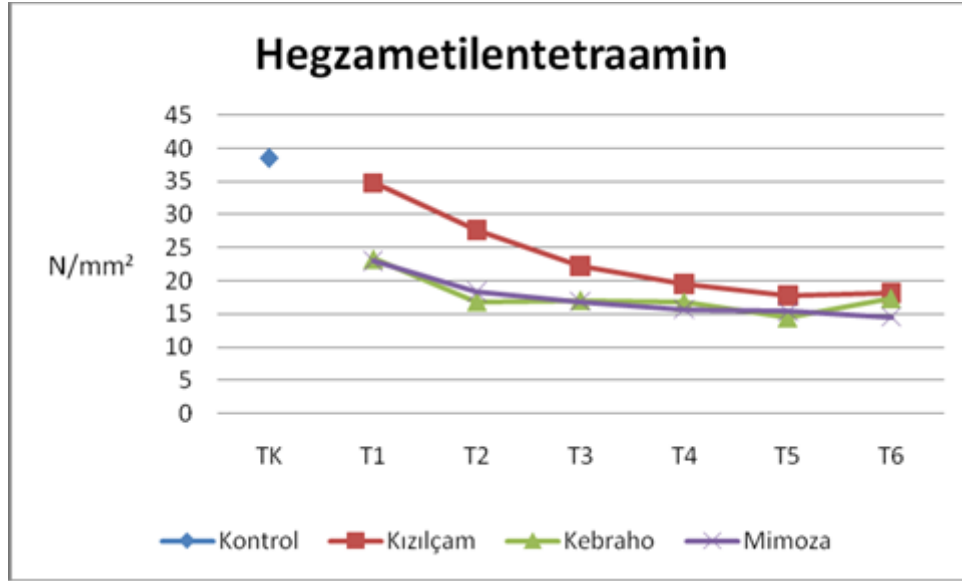
Tablo 1: Üretilen Levhalara ait Şartlar

Levha No	Tutkal	Tanen	Sertleştirici
1	%100 FF	-	paraformaldehit
2	%100 FF	-	HMA
3	%80 FF	%20 Kızılçam	paraformaldehit
4	%80 FF	%20 Kızılçam	HMA
5	% 80 FF	% 20 Kebraho	paraformaldehit
6	% 80 FF	% 20 Kebraho	HMA
7	% 80 FF	% 20 Mimoza	paraformaldehit
8	% 80 FF	% 20 Mimoza	HMA
9	% 60 FF	%40 Kızılçam	paraformaldehit
10	% 60 FF	%40 Kızılçam	HMA
11	% 60 FF	% 40 Kebraho	paraformaldehit
12	% 60 FF	% 40 Kebraho	HMA
13	% 60 FF	% 40 Mimoza	paraformaldehit
14	% 60 FF	% 40 Mimoza	HMA
15	% 50 FF	%50 Kızılçam	paraformaldehit
16	% 50 FF	%50 Kızılçam	HMA
17	% 50 FF	% 50 Kebraho	paraformaldehit
18	% 50 FF	% 50 Kebraho	HMA
19	% 50 FF	% 50 Mimoza	paraformaldehit
20	% 50 FF	% 50 Mimoza	HMA
21	% 40 FF	%60 Kızılçam	paraformaldehit
22	% 40 FF	%60 Kızılçam	HMA
23	% 40 FF	% 60 Kebraho	paraformaldehit
24	% 40 FF	% 60 Kebraho	HMA
25	% 40 FF	% 60 Mimoza	paraformaldehit
26	% 40 FF	% 60 Mimoza	HMA
27	% 20 FF	%80 Kızılçam	paraformaldehit
28	% 20 FF	%80 Kızılçam	HMA
29	% 20 FF	% 80 Kebraho	paraformaldehit
30	% 20 FF	% 80 Kebraho	HMA
31	% 20 FF	% 80 Mimoza	paraformaldehit
32	% 20 FF	% 80 Mimoza	HMA
33	-	%100 Kızılçam	paraformaldehit
34	-	%100 Kızılçam	HMA
35	-	%100 Kebraho	paraformaldehit
36	-	%100 Kebraho	HMA
37	-	%100 Mimoza	paraformaldehit
38	-	%100 Mimoza	HMA

Üretilen levhalarda rutubet miktarı tutkala katılan tanen miktarı arttıkça artış göstermektedir. Bunun sebebinin taneni çözmek için kullanılan metanol:su çözeltisindeki su miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca hegzametilentetramin sertleştiricisi ile üretilen levhaların rutubetinin paraformaldehit ile üretilenlerden fazla olduğu gözlenmiştir. Bunun da sebebinin paraformaldehitin tutkala katı halde katılırken hegzametilentetraaminin %35'lik çözelti halinde katılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kızılçam taneni ile üretilen levhalarda eğilme direnci tutkaldaki kullanılan tanen miktarı arttıkça doğrusal bir biçimde azalmaktadır. Ayrıca aynı tutkal ve tanen oranlarında hegzametilentetramin (HMA) ile üretilen levhaların eğilme direnci dikkat çekici bir biçimde paraformaldehit ile üretilenlerden fazladır.

Sertleştirici olarak HMA kullanılan levhalarda görülen değerlerin TS EN 310'da belirtilen standart değer (9mm levhada 23 N/mm²) üzerinde olduğu görülmüştür. Şekil 6'de sertleştirici olarak HMA kullanılan her üç tanen türüne ait eğilme direnci değerleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 6: Hegzametilentetramin ile Üretilen Levhalarda Eğilme Direnci

Kızılçam taneni ile üretilen levhalarda elastikiyet modülü tutkaldaki kullanılan tanen miktarı arttıkça doğrusal bir biçimde azalmaktadır. Ayrıca aynı tutkal ve tanen oranlarında hegzametilentetramin ile üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri dikkat çekici bir biçimde paraformaldehit ile üretilenlerden fazladır.

Sertleştirici olarak HMA kullanılan levhalarda görülen değerlerin TS EN 310'da belirtilen standart değer (9mm levhada 2700 N/mm²) üzerinde olduğu görülmüştür.

Kızılçam taneni ile üretilen levhalarda yüzeye dik çekme direnci, tutkaldaki kullanılan tanen miktarı arttıkça doğrusal bir biçimde azalmaktadır. Ayrıca aynı tutkal ve tanen oranlarında hegzametilentetraamin ile üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri dikkat çekici bir biçimde paraformaldehit ile üretilenlerden fazladır.

Sertleştirici olarak HMA kullanılan levhalarda görülen değerlerin TS EN 319'da belirtilen standart değer (9mm levhada 0,65 N/mm²) üzerinde olduğu görülmüştür.

Kızılçam taneni ile üretilen levhalarda yüzey dayanıklılığı değerleri, tutkaldaki kullanılan tanen miktarı arttıkça doğrusal bir biçimde azalmaktadır. Ayrıca aynı tutkal ve tanen oranlarında hegzametilentetramin ile üretilen levhaların yüzey dayanıklılığı değerleri paraformaldehit ile üretilenlerden fazladır.

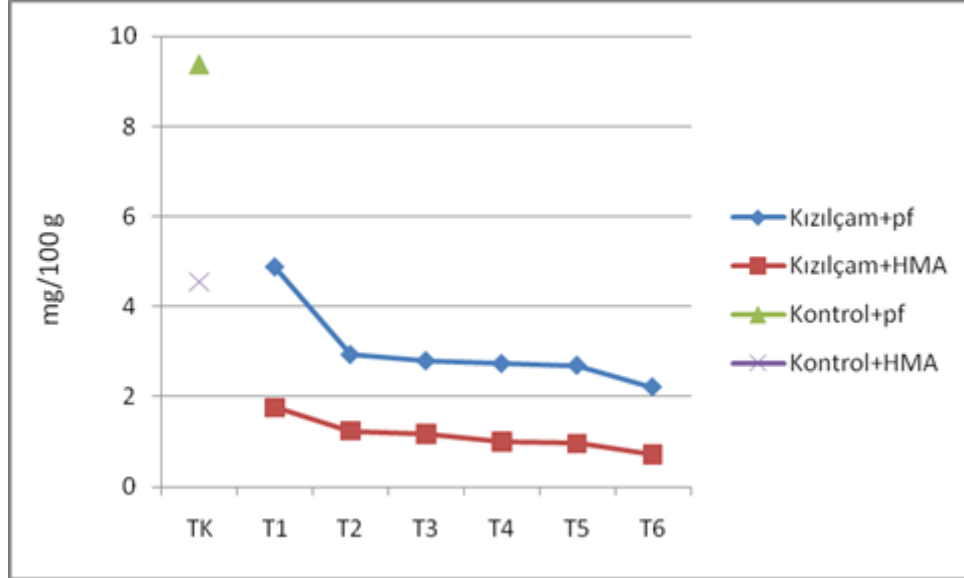
Sertleştirici olarak HMA kullanılan levhalarda görülen değerlerin TS EN 311'de belirtilen standart değer (9mm levhada 1,00 N/mm²) üzerinde olduğu görülmüştür.

Kızılçam taneni ile üretilen levhalarda 24 saatte kalınlık artışı ve 24 saatte su alma miktarı değerleri, tutkaldaki kullanılan tanen miktarı arttıkça doğrusal bir biçimde artmaktadır. Ayrıca aynı tutkal ve tanen oranlarında hegzametilentetraamin ile üretilen levhaların 24 saatte kalınlık artışı değerleri dikkat çekici bir biçimde paraformaldehit ile üretilenlerden fazladır.

Tespit edilen değerlerin TS EN 317'de belirtilen standart değer üzerinde olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin levha üretimi sırasında parafin veya benzeri şişmeyi önleyici maddelerin ilave edilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu tür maddelerin kullanılması ile daha standarda yakın değerler elde edileceği tahmin edilmektedir.

Kızılçam taneni ile üretilen levhalarda serbest formaldehit miktarı, tutkaldaki kullanılan tanen miktarı arttıkça doğrusal bir biçimde azalmaktadır. Ayrıca aynı tutkal ve tanen oranlarında hegzametilentetramin ile üretilen levhaların serbest formaldehit değerleri paraformaldehit ile üretilenlerden dikkat çekici biçimde daha düşüktür.

Tespit edilen değerlerin TS 4894-EN 120'de belirtilen standart değer (A sınıfı ≤ 8 mg / 100 g) altında olduğu görülmektedir. Bütün tanen:tutkal oranlarında üretilen levhalar standart değer altında bulunmuştur.



Şekil 7: Kızılçam ile Üretilen Levhalarda Serbest Formaldehit Miktarı

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bilgiler ışığında, aşağıdaki öneriler bundan sonraki yapılacak çalışmalara yol gösterici olabilir.

- Bir atık konumunda bulunan kızılçam ağaçlarının kabukları tanen üretiminde değerlendirilmek üzere kapsamlı bir organizasyon ile toplanabilir. Bu amaç kapsamında Orman Genel Müdürlüğü ve Üniversite işbirliği ile ortak bir çalışma grubu kurulabilir.
- Bu çalışmada tanen miktarı arttıkça fiziksel ve mekanik test sonuçlarının daha kötü olduğu belirlenmiştir. Daha iyi sonuçlar elde etmek için pres şartlarının (sıcaklık, basınç vb.) değiştirilmesi yanı sıra ilave kimyasal maddeler kullanılabilir.
- Kızılçam taneni ile basılan levhalarda paraformaldehite kıyasla hegzametilentetramin sertleştiricisinin daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bunların dışında başka sertleştirici tipleri de denenebilir.
- Fenol formaldehit dışında başka tutkallar ve bu tutkallara uygun farklı sertleştirici maddeler kullanılarak bu araştırmalar geliştirilebilir.
- Serbest formaldehit miktarı sonuçları genel olarak standartlara uygun olmasına rağmen direnç değerlerini iyileştirmek için ilave kimyasal maddelerin katılacağı başka çalışmalarda yapılabilir.
- Üretilen levhalarda su alma ve kalınlık artışı değerleri standart değerlerin çok üstündedir. Bu özellikleri iyileştirmek için parafin gibi su itici özelliklere sahip kimyasal maddeler mutlaka denenmelidir.
- Yakacak olarak kullanma dışında başka hiçbir kullanım alanı olmayan ağaç kabuklarının değerlendirilebileceği alanlar araştırılmalıdır. Yurt dışında bazı ülkeler kendi yerli türleri ile bu çalışmayı yapmışlar ve endüstriyel kullanıma kazandırmışlardır. Ülkemiz ormanlarının yaklaşık % 25'ine sahip kızılçam türü de bu amaç için kullanılmalıdır ve atıl durumdaki bu materyal ülke ekonomisine kazandırılmalıdır. Diğer türlerimize yönelik benzeri çalışmalar da mutlaka yapılmalıdır.
- Günümüzde tanenli maddeler ham derinin sepileneceği amacıyla kullanılmaktadır. Kızılçam tanenin deri endüstrisinde kullanılabilme araştırmaları da yapılabilir.
- Son yıllarda antioksidan özelliklerin incelendiği çalışmalar artış göstermektedir. Bu amaç doğrultusunda kızılçam tanenin antioksidan özellikleri araştırılabilir.
- Tanenli çözeltiler mobilya sanayiinde üst yüzey işlemleri için kullanılmaktadır. Kızılçamdan elde edilen taneninde bu amaçla kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmalıdır.

Kaynaklar

- DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI, 2007, Dokuzuncu 5 yıllık Kalkınma Planı Ormanlık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, ISBN 978-975-19-4031-5
- SJÖSTRÖM, E., 1992, Wood Chemistry. Academic Press Inc.
- FENGEL, D. ve WEGENER, G., 1984, Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter, Berlin, NewYork, ISBN 3-11-008481-3
- HAGERMAN, A.E., 2002, Tannin Handbook, Department of Chemistry and Biochemistry, Miami University.
- HAGERMAN, A.E., RICE, M.E. ve RITCHARD, N.T., 1998, Mechanisms of Protein Precipitation for Two Tannins, Pentagalloyl Glucose and Epicatechin₁₆ (4→8) Catechin (Procyanidin), Journal Agric. Food Chem., 46, 2590-2595.
- BISANDA, E.T.N., OGOLA, W.O. ve TESHA, J.V., 2003, Characterisation of Tannin Resin Blends for Particle Board Applications, Cement & Concrete Composites 25, 593-598
- MARTIN, J.S. ve MARTIN, M.M., 1982, Tannin Assays in Ecological Studies: Lack of Correlation Between Phenolics, Proanthocyanidins and Protein-precipitating Constituents in Mature Foliage of Six Oak Species, Oecologia (Berl), 54, 205-211
- HARVEY, I., 2001, Analysis of Hydrolysable Tannins, Animal Feed Science and Tech., 91,3-20.
- PIZZI, A., 1983, Wood Adhesives, Chemistry and Technology, Marcel Dekker Inc, ISBN: 0-8247-1579-9, New York.
- BALABAN, M., 2003, Orman Ürünleri Kimyası Ders Notları. (Basılmamış).
- ANONİM, 1992, Tappi T-211 om-85: Ash in Wood and Pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol I.
- ANONİM, 1992, Tappi T-207 om-88: Water Solubility of Wood and Pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol I.
- ANONİM, 1992, Tappi T-204 om-88: Solvent Extractives of Wood and Pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol I.
- ANONİM, 1992, Tappi T-212 om-88: One percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol I.
- SCALBERT, A., HASLAM, E., 1987, Polyphenols and Chemical Defence of the Leaves of Quercus robur, Phytochemistry, 26, 3191-3195
- GOVINDARAJAN, V.S., MATHEW, A.G., 1965, Anthocyanidins from Leucoanthocyanidins, Phytochemistry, 4, 985-988
- BROWNING, B.L., 1967, Methods of Wood Chemistry-I, Interscience Publishers, A Division of John Wiley and Sons, Newyork, London, Sydney.

GÜRGENTEPE (ORDU, TÜRKİYE) İLÇESİNDE YETİŞTİRİLEN YEREL ARMUT ÇEŞİTLERİNİN MEYVE VE AĞAÇ ÖZELLİKLERİ*

Derya KILIÇ¹

S. Zeki BOSTAN²

ÖZET

Bu çalışma 2013 ve 2014 yıllarında Ordu ilinin Gürgentepe ilçesinde yetiştirilen yerel armut çeşitlerinin meyve ve ağaç özelliklerinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada ilçede yetiştirilen yerel armut çeşitleri fenolojik, morfolojik ve pomolojik özellikleri yönünden karakterize edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre 23 yerel çeşitte ortalama meyve ağırlığı 36.23 g (Çörtük) ile 146.65 g (Hamderme); meyve eni 41.43 mm (Çörtük) ile 65.25 mm (Hamderme); meyve boyu 41.37 mm (Çörtük) ile 74.75 mm (Hamderme); meyve eti sertliği 4.29 kg (Küpdüzen) ile 9.36 kg (Limon); meyve suyunda pH değeri 3.76 (Limon) ile 4.78 (Serende); suda çözünür kuru madde içeriği % 6.59 (Küpdüzen) ile % 15.38 (Çatal), titre edilebilir asit miktarı % 1.73 (Kürtün) ile % 15.53 (Limon) ve tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre 132 gün (Gavum) ile 190 gün (Atan ve Daş) arasında değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Armut, Yerel Çeşit, Fenoloji, Morfoloji, Pomoloji, Türkiye

FRUIT AND TREE CHARACTERISTICS OF LOCAL PEAR CULTIVARS GROWN IN GÜRGENTEPE COUNTY (ORDU PROVINCE, TURKEY)

ABSTRACT

This study was carried out to determine the fruit and tree characteristics of local pear cultivars in Gürgentepe County of Ordu Province (Northern Turkey) in 2013 and 2014 years. The phenological, morphological and pomological traits for 23 local pear varieties were characterize. According to the study of conclusion in 23 local pear varieties; it was determined that the mean fruit weight changed from 36.23 g (Çörtük) to 146.65 g (Hamderme), the fruit width changed from 41.43 mm (Çörtük) to 65.25 mm (Hamderme); the fruit length changed from 41.37 mm (Çörtük) to 74.75 mm (Hamderme); flesh firmness ranged from 4.29 kg (Küpdüzen) to 9.36 kg (Limon); pH ranged from 3.76 (Limon) to 4.78 (Serende), total soluble solids ranged from 6.59 % (Küpdüzen) to 15.38 % (Çatal), titratable acidity ranged from 1.73 % (Kürtün) to 15.53 % (Limon), and the number of days from full blossom to harvest was between 132 days (Gavum) and 190 days (Atan and Daş).

Keywords: Pear, Local Variety, Phenology, Morphology, Pomology, Turkey

Giriş

Armut sistematikte Roseaceae familyasının Pomoideae alt familyasına dâhildir. Cins adı *Pyrus*'dur. Bu cins içinde birçok tür bulunmasına rağmen 13 tür önem kazanmıştır (Özbek, 1978). *Pyrus* cinsi içerisinde türler doğu ve batı armutları (Layne ve Quamme, 1975) olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan bu sınıflandırmada batı armutlarında 20 den fazla tür bulunurken, doğu armutları 5 gruba ayrılmıştır. Batı armutları Avrupa, Kuzey Afrika, Yakın Doğu, İran ve Orta Asya bölgelerini kapsamaktadır. Doğu armutları Ussurian armudu, Çin beyaz armut, Çin kumlu armut, Xinjiang armut (*P. sinkiangensis* Yu) ve Japon armudu olarak belirtilmektedir. Doğu armudu olarak adlandırılan türlerin yetiştiricilikte anaç olarak kullanımı oldukça önemli bir yere sahiptir (Ünal vd., 1997). Orijinleri ve ticari üretimine göre yapılan bir diğer sınıflandırmada Avrupa armudu (*Pyrus communis* L.), Japon armudu (*P. pyrifolia* Burm.) ve Çin armudu (*P. bretschneideri* Rehd. ve *P. ussuriensis* Maxim) olarak belirtilmektedir (Chalice ve Westwood 1973; Layne ve Quamme, 1975; Westwood, 1982; Bell ve Hough, 1986).

Dünyada en önemli yere sahip olan tür *Pyrus communis* L.'tur. Anavatanının Anadolu, Kafkasya ve Orta Asya olduğu belirtilmektedir. Bulunduğu bölgenin iklimine ve toprak yapısına adaptasyonu çok fazla olan bu türün 600' ü aşkın çeşitleri bulunmaktadır (Özbek, 1978). Ayrıca Anadolu, *Pyrus* türlerinden *P. elaeagrifolia* (ahlat), *P. salicifolia*, *P. amygdaliformis*, *P. elagrifolia*, *P. syriaca* ve *P. salicifolia* türlerinin de anavatanı olarak

¹ Ziraat Yüksek Mühendisi, derya.1045@hotmail.com

²Prof. Dr., Ordu Üni., szbostan@hotmail.com

*Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince desteklenmiştir (Proje No: TF-1328)

bilinmektedir (Bell ve ark., 1996; Hancock ve Labos, 2008) ve bu türler kendiliğinden veya aşılardan yetiştirilmiştir (Ünal vd., 1997).

Pyrus communis türü ülkemizde de yaygın olarak yetiştirilmekte, ayrıca *Pyrus communis* ssp. *sativa* ve *Pyrus amygdaliformis* Çanakkale, Balıkesir, İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Uşak, Kütahya ve Antalya; *Pyrus elaeagnifolia* Kütahya, Eskişehir, Bolu, İstanbul, Kastamonu, Sivas, Ankara, Antalya ve Kayseri; *Pyrus syriaca* ve *Pyrus hakkiarica* Hakkari çevresinde; *Pyrus anatolica* Uşak; *Pyrus bulgarica* Tekirdağ ve Kırklareli; *Pyrus salicifolia* Erzurum çevresinde; *Pyrus boissiriana* Kars çevresinde yayılmıştır. Karadeniz bölgesinde yaygın olarak görülen armut türü *P. piraster*'dir (Wolko vd., 2010). Armutlarda tür, alt tür ve Yerel çeşitlerin belirlendiği birçok çalışma yapılmıştır. Armutlar, meyve şekillerine ve olgunlaşma zamanlarına göre sınıflandırılmaktadır. Meyve şekillerine göre sınıflandırma yağ armutları, yarım yağ armutları, bergamot, yarı bergamot, yeşil uzun, sürahi, iri, paslı, misket, erimez, tarçın, uzun hoşaf, yuvarlak hoşaf, uzun şıra şeklinde olurken, olgunlaşma zamanlarına göre yazlık, güzlük ve kışlık çeşitler olarak sınıflandırılmaktadır (Özçağırın vd., 2004).

Armut dünyada geniş bir yayılım alanına sahiptir. Fakat elmaya kıyasla soğuklara daha hassastır. İlkbahar geç donları, armut yetiştiriciliğini sınırlandırmaktadır. Armut -30° C'ye kadar dayanabilmekte ancak uzun süreli soğuklarda sürgün uçları donmaktadır. Armut çiçekleri -2.2° C zarar görürken küçük meyveler 1.1° C'de zarar görmektedir. Armut elmaya kıyasla sıcaklık ve kuraklığa daha dayanıklıdır. Kuzey yarı kürede 55° enlem yetiştiriciliği sınırlandırmaktadır (Özçağırın vd., 2004). Armutun soğuklama ihtiyacı 800–1200 saat arasında değişmektedir (Challice ve Westwood, 1973; Layne ve Quamme, 1975; Westwood, 1982; Bell ve Hough, 1986). Toprak isteği bakımından seçici olmamasına rağmen derin, geçirgen ve besin maddelerince zengin olması verimin yüksek olmasında etkilidir (Özçağırın vd., 2004).

2013 yılı FAO verilerine göre Dünya armut üretiminde 17.440.000 ton ile Çin ilk sırayı alırken bunu sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri (795.557 ton), Arjantin (722 324 ton), İtalya (743.029 ton), Türkiye (461.826 ton) ve İspanya (425.700 ton) izlemektedir (Tablo 1).

Tablo 1: 2013 Yılı Dünya Armut Üretimi

Ülkeler	Üretim (ton)	%
Çin	17.300.751	68.64
A.B.D	795.557	3.16
İtalya	743.029	2.95
Arjantin	722.324	2.87
Türkiye	461.826	1.83
İspanya	425.700	1.69
Güney Afrika	343.203	1.36
Hindistan	340.000	1.35
Hollanda	327.000	1.30
Belçika	305.000	1.21
DİĞER ÜLKELER	3.439.364	13.65
Dünya Toplam	25.203.754	

Kaynak: <http://faostat3.fao.org/>

Türkiye'de yumuşak çekirdekli meyveler üretiminde armut elmadan sonra ikinci sırada gelmekte, elmaya göre üretimin önemli düzeyde düşük olmasının asıl sebebi de ateş yanıklığına dayanıklı çeşitlerin az olmasından kaynaklanmaktadır (Şehirli ve Özgen, 1987). Ülkemizde zamanla dağınık haldeki yetiştiricilik tarzından vazgeçilmesi ve kapama bahçe tesislerinin artırılması ile armut üretimi de artmıştır. 2015 yılı verilerine göre, Türkiye'de 463.623 ton armut üretiminin 173.550 ton'u (% 37.43) Bursa, 67.508 ton'u (% 14.56) Antalya ve 15.663 ton'u (% 3.38) Ankara illerinden sağlanırken, Ordu ili 3.531 ton (% 0.76) üretimi ile 29. Sırada yer almıştır (Anonim, 2016). Ordu ilinde ekonomik anlamda bir armut yetiştiriciliğinden ziyade hobi amaçlı ve aile ihtiyacını karşılayacak düzeyde bir yetiştiriciliğin yapıldığını ve bunun da doğada kendiliğinden yetişen veya aşılardan yetiştirilmiş ağaçlardan elde edildiğini söyleyebiliriz.

Türkiye birçok meyve türü ve çeşidi bakımından önemli gen kaynaklarına sahiptir. Yapılan birçok çalışma ile ekonomik öneme sahip olan genotipler üretime kazandırılmaya çalışılmakta olup bu çalışmalar meyvelerini vermeye başlamıştır. Fakat meyve türlerinin kendi içinde oldukça zengin bir popülasyona sahip olması çalışmaları yetersiz kılmaktadır. Meyvecilikte çeşit tanımlama ve seleksiyon ıslahı çalışmalarının arttırılması ülkemizin bu zenginliğini değerlendirmemiz ve gün yüzüne çıkarmamız adına büyük önem taşımaktadır.

Ordu ili meyveciliği birçok çeşide uygun ekolojik koşullara sahip olmasına rağmen ekonomik anlamda sınırlı sayıda tür ve çeşitlerle yapılmaktadır. İlde fındık tek başına lider ürün olmakla birlikte son yıllarda kivi ve

ceviz kapama bahçelerinin sayısı artmış bulunmaktadır. Bu sınırlı türlerin yanında elma, armut kestane, kiraz gibi birçok tür aile ihtiyacı için yetiştirilmekte olup ekonomik olmaktan uzaktır. Bu türlere ait çeşitler yerel isimlerle halk arasında bilinmektedir.

Gürgentepe ilçesinde armut geniş bir gen kaynağına sahiptir fakat kaderine terkedilmiş durumdadır. Yapılan bu çalışma ile ümitvar armut çeşitlerini tespit ederek üretime kazandırmaya yardımcı olmak amaçlanmıştır. Gelecekte daha kapsamlı çalışmaların yapılabileceği bu ilçede, çalışmamız örnek teşkil edecek ve yol gösterecektir.

Materyal Ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada Ordu ilinin Gürgentepe ilçesinde dağınık olarak bulunan yerel armut çeşitleri materyal olarak değerlendirilmiştir. Belirlenen yerel çeşitlerden 2013 ve 2014 yıllarında olmak üzere iki yıl örnek alınmıştır. İki yılın ortalama sonuçlarına göre çeşitlerin özellikleri tanımlanmıştır.

Gürgentepe ilçesi 40-41' kuzey paraleli ile 36-38' doğu meridyenleri üzerinde yer almaktadır. İlçe merkezinin rakımı 1275 metredir. Arazinin engebeli ve dağlık alanlardan oluşması nedeniyle bazı bölgelerde 1300 metreye kadar rakımı çıkmaktadır. Arazinin topografik konumu itibarıyla tarım için oldukça sınırlı bir alanda yetiştiricilik yapılmaktadır. Hatta öyle ki yerel olarak yetişen armut çeşitlerinin bir arada bulunmasına oldukça az rastlanmaktadır. Karadeniz ikliminin genel özellikleri ilçede her mevsim görülmektedir. Kuzey rüzgârlarının getirdiği nem dolayısıyla bol miktarda yağış alır. Buna karşılık ilçenin büyük kısmı deniz iklimi ile kara ikliminin kesiştiği nokta üzerinde bulunması kara ve deniz ikliminin etkilerinin birlikte yaşandığını gösterir. Yazları ılıman ve yağışlı geçerken, kışları soğuk ve kar yağışlı geçer. Yılın belirli mevsimlerine has olmamak kaydıyla sis görülür. İlkbahar geç donlarının çok sık rastlandığı bölgelerdendir.

Yöntem

Çalışmada öncelikle yerel çeşitlere ait ağaçların bulunmuş olduğu yerler, rakımları ve koordinatları belirlenmiştir.

Yerel çeşitlerde meyve özellikleri olarak, hasat olgunluğuna gelen meyvelerde her iki yıl meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, meyve şekil indeksi, meyve hacmi, meyve yoğunluğu, meyve sapı uzunluğu, meyve sapı kalınlığı, meyve kabuğu kalınlığı, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı, pH, titre edilebilir asit miktarı, meyve kabuğunda ve etinde renk L*, a* ve b* değerleri, çekirdek sayısı, çekirdek ağırlığı, çekirdek boyu, çekirdek eni, çekirdek kalınlığı, çekirdek evi boyu, çekirdek evi eni, kabukta paslılık, tat, aroma, sululuk, yeme kalitesi ve dış kalite özellikleri incelenmiştir.

Yerel çeşitlerde ağaç özellikleri olarak da, ağaçların tahmini yaşları, taç yükseklikleri, taç genişlikleri, gövde çevresi, tomurcuk patlaması tarihleri, çiçeklenme başlangıcı tarihleri, tam çiçeklenme tarihleri, hasat tarihi, tam çiçeklenme ile hasat arasındaki gün sayısı, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı, yaprak eni, yaprak boyu, tomurcuk patlama tarihi, çiçeklenme başlangıcı tarihi, tam çiçeklenme tarihi, hasat tarihi, tam çiçeklenme ile hasat arasındaki gün sayısı, ağacın habitusu, ağacın gelişme kuvveti ve verim belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Gürgentepe ilçesinde belirlenen 23 yerel armut çeşidinde ağaçların buldukları yere ait özellikler Tablo 2'de sunulmuştur. Yerel çeşitlere ait ağaçların bulunduğu rakım 454 m ile 1213 m arasında değişirken, çalışma 12 farklı yerde yürütülmüştür.

Tablo 2: İncelenen Yerel Armut Çeşitlerine Ait Ağaçların Buldukları Yerin Özellikleri

Çeşit	Mahalle	Rakım (m)	Koordinatlar
Acamur	Cumhuriyet	891	377669.00 d D 4517832.00 m K
Acıbur	Akmescit	743	380440.00 d D 4512464.00 m K
Atan	Akören	845	371820.00 d D 4519775.00 m K
Ballık	Eskiköy	564	371466.00 d D 4518648.00 m K
Çatal	Muratcık	1198	377267.00 d D 4518814.00 m K
Çörtük	Akmescit	991	383179.00 d D 4518367.00 m K
Daş	Hasancık	518	371823.00 d D 4517924.00 m K
Doğanavrat	Akyurt	1053	374213.00 d D 4519412.00 m K
Fındık	Göller	852	370789.00 d D 4512442.00 m K
Gavşak	Tikenlice	1001	380130.00 d D 4511837.00 m K
Gavum	Akmescit	454	371795.00 d D 4517748.00 m K
Hamderme	Hasancık	848	371954.00 d D 4519769.00 m K
Kendir	Akören	781	371977.00 d D 4519544.00 m K
Kiraz	Muratcık	953	372804.00 d D 4519708.00 m K

Küpdüſen	Akmescit	985	380915.00 d D	4515318.00 m K
Kürtün	Akyurt	944	380101.00 d D	4512066.00 m K
Limon	Akmescit	568	371507.00 d D	4518663.00 m K
Mağlap	Okçabel	829	371810.00 d D	4519688.00 m K
Muz	Merkez	1213	377227.00 d D	4517927.12 m K
Orak	Akyurt	957	382544.00 d D	4518820.00 m K
Pamuk	Cumhuriyet	856	371856.00 d D	4519822.00 m K
Serende	Döſek	1044	380252.00 d D	4514652.00 m K
Übrük	Döſek	1035	374521.00 d D	4519753.00 m K

Yerel Armut Çeſitlerinin Meyve Özellikleri

İncelenen yerel çeſitlerin 2013 ve 2014 yıllarına ait ortalama verileri Tablo 3'te topluca sunulmuſtur.

İncelenen yerel armut çeſitlerinin ortalama meyve ağırlığı 36.23 g (Çörtük) ile 146.65 g (Hamderme); meyve eni 41.43 (Çörtük) mm ile 65.25 mm (Hamderme); meyve boyu 41.37 mm (Çörtük) ile 74.75 mm (Hamderme); meyve ſekil indeksi 0.77 (Pamuk) ile 1.34 (Limon); meyve hacmi 49.50 ml (Çörtük) ile 170.55 ml (Hamderme); meyve yoğunluğu 0.60 (Pamuk) ile 1.45 (Daſ ve Orak); meyve sapı uzunluğu 19.35 mm (Limon) ile 35.61 mm (Serende); meyve sap kalınlığı 1.83 mm (Küpdüſen) ile 4.28 mm (Kendir); meyve kabuk kalınlığı 0.59 mm (Çatal) ile 2.20 mm (Kendir); meyve eti sertliği 4.29 kg.cm⁻² (Küpdüſen) ile 9.36 kg.cm⁻² (Limon); SÇKM % 6.59 (Küpdüſen) ile % 15.38 (Çatal); pH değeri 3.76 (Limon) ile 4.78 (Serende); titre edilebilir asit miktarları % 1.73 (Kürtün) ile % 15.53 (Limon); meyve kabuğunda L*, a* ve b* renk değerleri, sırasıyla, 38.71 (Pamuk) ile 73.80 (Küpdüſen), -9.55 (Kendir) ile -1.97 (Orak), -35.77 (Gavum) ile 50.43 (Fındık); meyve etinde, sırasıyla, 24.7 (Gavum) ile 77.01 (Übrük), 7.67 (Küpdüſen) ile 7.82 (Serende), 5.15 (Kiraz) ile 31.83 (Çörtük); çekirdek sayısı 9.3 adet (Übrük, Çörtük) ile 5.3 adet (Gavum); çekirdek ağırlığı 0.15 g (Daſ) ile 0.31 g (Übrük); çekirdek boyu 3.61 mm (Gavum) ile 8.18 mm (Kiraz); çekirdek eni 2.7 mm (Hamderme) ile 4.0 mm (Kiraz); çekirdek kalınlığı 1.0 mm (Kendir) ile 2.5 mm (Daſ ve Kiraz); çekirdek evi boyu 22.74 mm (Çörtük) ile 37.46 mm (Küpdüſen); çekirdek evi eni 18.01 mm (Serende) ile 25.99 mm (Acamur) değerleri arasında deđiſmiſtir (Tablo 3).

Yerel Armut Çeſitlerinin Ağaç Özellikleri

İncelenen yerel çeſitlerinin tahmini yaſları 5 ile 100 arasında deđiſmiſtir. Tam çiçeklenme 1 Mart (Kiraz) ile 27 Nisan (Daſ), hasat 15 Temmuz (Kiraz) ile 15 Kasım (Daſ) tarihleri arasında gerçeklemiſ olup buna göre tam çiçeklenmeden hasada kadar 132 (Gavum) gün ile 190 (Atan ve Daſ) gün gün geçmiſtir (Tablo 4).

Tablo 3: İncelenen Yerel Armut Çeşitlerinin Meyve Özellikleri

Çeşitler	MA (g)	ME (mm)	MB (mm)	MŞİ (mm)	MH (ml)	MY (g/l)	MSU (mm)	MSK (mm)	MKK (mm)	MES (kg/cm ²)	SÇKM (%)	pH	TEA (%)	ÇS (adet)	ÇA (g)	ÇB (mm)	ÇE (mm)	ÇK (mm)	ÇEB (mm)	ÇEE (mm)
Acamur	78.41	57.92	53.59	0.93	58.59	1,34	20.42	1.76	2.93	6.45	11.66	4.31	2.54	8.00	0.23	4.57	3.90	1.70	27.18	25.99
Acıbur	90.62	55.68	58.31	1.05	83.32	1,09	27.35	0.89	3.32	4.43	11.60	4.28	2.80	8.30	0.20	4.63	3.60	1.80	28.19	20.51
Atan	66.10	46.73	49.02	1.05	68.75	0,96	23.15	0.85	3.21	5.75	12.92	4.23	4.17	8.50	0.25	4.39	4.00	2.10	23.07	20.99
Ballık	70.06	48.62	57.37	1.18	67.49	1,04	28.09	0.60	2.80	5.19	12.67	4.46	8.14	7.50	0.18	7.63	3.30	1.30	23.88	22.07
Çatal	109.30	59.05	58.54	0.99	107.65	1,02	26.51	0.61	3.08	5.23	15.38	4.49	3.90	7.50	0.25	4.26	3.10	1.70	30.47	24.85
Çörtük	36.23	41.43	41.37	1.00	49.50	0,73	25.83	1.38	2.70	6.68	11.23	4.04	5.36	9.30	0.25	4.53	3.90	2.30	22.74	20.43
Daş	130.55	63.33	58.52	0.97	90.09	1,45	19.97	1.44	3.21	6.14	11.85	4.21	5.10	6.00	0.15	7.58	3.90	2.50	26.21	21.10
Doğanavrat	79.14	50.89	58.43	1.16	82.85	0,96	24.69	1.45	3.12	5.52	11.78	4.18	2.68	7.80	0.21	4.26	3.50	1.40	30.86	22.53
Fındık	60.86	46.58	48.19	1.03	59.61	1,02	24.58	1.02	3.05	4.78	11.20	4.07	6.09	8.00	0.20	4.45	3.70	2.00	25.22	21.74
Gavşak	88.66	57.28	64.55	1.13	72.04	1,23	32.92	1.20	3.45	5.69	10.65	4.29	3.84	7.50	0.20	4.61	3.50	1.60	24.60	20.95
Gavum	110.96	61.07	66.90	1.11	111.32	1,00	35.42	0.96	4.18	6.86	11.13	4.14	3.76	5.30	0.18	3.61	2.70	1.60	26.79	20.66
Hamderme	146.65	65.25	74.75	1.17	170.55	0,86	34.22	0.63	3.04	5.55	12.80	4.05	4.32	5.80	0.25	4.24	2.70	1.80	30.99	24.64
Kendir	62.95	52.32	49.84	0.95	58.09	1,08	30.82	2.11	4.28	5.57	14.04	4.30	3.48	7.80	0.17	7.88	3.00	1.00	31.56	24.68
Kiraz	61.24	49.26	58.98	1.19	63.42	0,97	35.26	0.84	2.65	5.03	12.18	4.63	6.22	7.90	0.24	8.18	4.00	2.50	26.40	24.97
Küpdüşen	121.18	61.65	68.28	1.05	151.73	0,80	29.79	1.07	1.84	4.29	6.59	4.42	10.86	8.00	0.22	7.90	3.70	2.00	37.46	23.77
Kürtün	68.69	53.10	45.49	0.86	75.18	0,91	25.30	1.36	3.04	5.76	12.43	4.69	1.73	6.80	0.20	4.12	3.10	1.70	23.48	19.04
Limon	75.07	50.30	65.73	1.34	98.03	0,77	19.35	1.33	3.84	9.36	10.09	3.76	15.53	6.50	0.23	4.38	3.50	1.90	30.60	25.69
Mağlap	87.06	53.33	61.27	1.00	77.59	1,12	25.62	1.52	3.40	6.14	13.55	4.58	3.92	8.50	0.28	4.13	4.00	2.40	25.90	19.25
Muz	79.29	48.39	61.32	1.27	78.75	1,01	26.61	0.96	3.51	7.58	9.21	3.93	4.41	8.30	0.16	4.36	3.30	1.60	26.49	21.19
Orak	102.10	57.95	68.26	1.18	70.56	1,45	26.68	0.93	3.55	6.28	12.83	4.50	3.13	7.80	0.17	4.65	3.60	2.40	27.27	21.10
Pamuk	55.80	61.62	50.08	0.77	92.72	0,60	24.88	1.07	3.85	7.16	10.70	4.54	7.28	8.00	0.16	4.14	3.20	2.10	25.53	20.63
Serende	80.99	53.79	60.41	1.13	78.43	1,03	35.61	0.77	3.43	4.71	9.82	4.78	3.69	8.30	0.24	4.01	3.90	2.80	26.57	18.01
Übrük	107.87	60.69	60.74	1.21	84.25	1,28	29.51	0.72	3.88	7.45	9.70	4.13	7.60	9.30	0.31	4.49	4.00	1.90	28.23	24.31

MA: Meyve ağırlığı

MY: Meyve yoğunluğu

SÇKM: Suda çözünür kuru madde

ÇE: Çekirdek eni

ME: Meyve eni

MSU: Meyve sapı uzunluğu

TEA: Titre edilebilir asitlik

ÇK: Çekirdek kalınlığı

MB: Meyve boyu

MSK: Meyve sapı kalınlığı

ÇS: Çekirdek sayısı

ÇEB: Çekirdek evi boyu

MŞİ: Meyve şekil indeksi

MKK: Meyve kabuk kalınlığı

ÇA: Çekirdek ağırlığı

ÇEE: Çekirdek evi eni

MH: Meyve hacmi

MES: Meyve eti sertliği

ÇB: Çekirdek boyu

Tablo 3'ün devamı

Çeşitler	Meyve Kabuk Rengi			Meyve Eti Rengi			Kabukta Paslılık	Tat	Aroma	Sululuk	Yeme Kalitesi	Dış Kalite
	L*	a*	b*	L*	a*	b*						
Acamur	57.77	-7.19	40.01	73.96	-0.41	23.73	Az	Orta	İyi	Orta	Orta	Orta
Acıbur	58.97	-2.03	41.52	63.98	3.65	23.64	Az	Kötü	Çok İyi	Sulu	Kötü	Orta
Atan	58.77	-8.73	44.01	67.64	2.57	23.81	Paslı	İyi	Orta	Sulu	İyi	Kötü
Ballık	67.60	-7.22	43.04	33.30	3.68	21.22	Az	Çok İyi	Çok İyi	Sulu	Çok İyi	İyi
Çatal	54.90	-5.41	41.82	66.79	2.01	23.19	Az	Orta	İyi	Orta	Orta	Orta
Çörtük	54.19	-8.82	43.09	66.20	-2.70	31.83	Paslı	Orta	Az	Az	Orta	Kötü
Daş	55.66	-5.65	40.04	74.88	-0.58	17.89	Paslı	İyi	İyi	Sulu	İyi	Orta
Doğanavrat	56.79	-8.51	38.82	51.33	5.19	23.45	Yok	Çok İyi	Çok İyi	Sulu	Çok İyi	Orta
Fındık	61.34	-6.51	50.43	66.71	-1.97	28.13	Az	Orta	Orta	Sulu	Orta	Orta
Gavşak	58.44	-3.65	43.15	68.27	0.48	30.68	Az	Orta	Az	Orta	Orta	İyi
Gavum	61.45	-5.03	35.77	24.27	1.39	0.71	Çok Paslı	İyi	Orta	Az	İyi	Kötü
Hamderme	60.88	-8.94	45.95	66.10	3.76	30.41	Az	Çok İyi	Çok İyi	Çok Sulu	Çok İyi	İyi
Kendir	60.56	-9.55	50.19	66.94	2.13	28.03	Çok Paslı	Orta	Orta	Sulu	Orta	Kötü
Kiraz	58.43	-4.29	45.88	77.01	-3.16	5.15	Var	Orta	Çok İyi	Sulu	Orta	Orta
Küpdüşen	73.80	4.88	38.30	37.99	-7.67	19.53	Paslı	Çok İyi	Çok İyi	Sulu	Çok İyi	Orta
Kürtün	56.94	-5.77	42.91	72.39	-1.61	25.39	Paslı	Kötü	Orta	Orta	Kötü	Orta
Limon	55.18	-6.69	42.57	64.94	0.25	24.23	Az	Orta	Çok İyi	Orta	Orta	İyi
Mağlap	54.45	-5.13	41.76	39.82	4.59	18.22	Paslı	Orta	Çok İyi	Orta	Orta	Kötü
Muz	64.95	-7.37	40.59	76.37	-2.10	13.42	Yok	İyi	Az	Orta	İyi	Çok İyi
Orak	63.60	-1.97	47.34	73.78	0.09	24.25	Yok	İyi	İyi	Sulu	İyi	Çok İyi
Pamuk	38.71	-6.99	21.60	57.02	-1.48	31.49	Yok	Kötü	İyi	Çok Sulu	Kötü	İyi
Serende	63.07	-4.84	49.97	44.18	7.82	24.27	Az	Çok İyi	Çok İyi	Sulu	Çok İyi	Orta
Übrük	55.98	-2.35	41.21	3.18	2.41	25.48	Paslı	Orta	Orta	Orta	Orta	Kötü

Tablo 4: İncelenen Yerel Armut Çeşitlerinin Ağaç Özellikleri

Çeşitler	ATY	TY (m)	TG (m)	GÇ (cm)	YSU (mm)	YSK (mm)	YE (mm)	YB (mm)	TPT	ÇBT	TÇT	HT	TÇHGS	AH	AGK	V (kg)
Acamur	15	15.00	2.55	133.50	40.33	0.74	47.66	53.97	5-9.03	10-20.03	10-20.04	30.09-10.10	165	Dik	Kuvvetli	35
Acıbur	20	8.50	1.11	52.90	30.24	0.69	37.35	47.43	1-5.03	4-19.03	7-15.04	30.09-10.10	170	Yayvan	Orta	35
Atan	20	8.27	1.35	52.00	31.62	0.70	46.33	50.61	6-12.03	15-20.03	30.03-1.04	1-15.09	190	Yayvan	Orta	20
Ballık	30	9.60	1.45	65.33	34.65	0.66	41.29	60.18	5-10.03	9-12.03	1-7.04	15-20.09	166	Dik	Kuvvetli	25
Çatal	80	10.00	2.08	158.00	39.91	0.51	32.73	43.94	1-3.03	3-8.03	8-12.04	15-30.09	171	Yayvan	Orta	40
Çörtük	20	9.50	1.28	96.75	17.46	0.81	32.72	46.37	2-5.03	5-12.03	20-29.03	15.08-15.09	162	Dik	Orta	15
Daş	50	7.50	0.76	57.75	31.49	0.55	36.89	41.58	10-15.03	15 20.03	20-27.04	1-15.11	190	Yayvan	Orta	40
Doğanavrat	25	8.68	1.64	123.85	35.97	0.66	41.06	48.41	1-7.03	10-15.03	20-25.04	15.10-1.11	182	Dik	Çok kuvvetli	30
Findık	20	10.00	1.70	81.00	16.47	0.81	29.39	39.58	22-28.02	5-10.03	15-20.03	10-30.08	160	Yarı dik	Kuvvetli	20
Gavşak	20	8.74	1.26	165.00	19.10	0.56	28.99	32.00	12-16.02	20-25.02	8-10.03	1-15.08	135	Yayvan	Kuvvetli	40
Gavum	45	5.80	0.52	123.00	31.48	0.61	38.61	43.17	20-25.02	28.02-01.03	4-9.03	1-15.08	132	Konik	Kuvvetli	35
Hamderme	100	6.50	0.98	101.06	32.06	0.71	41.92	54.51	3-5.03	5-15.03	9-18.04	15-20.09	157	Yayvan	Çok kuvvetli	60
Kendir	80	7.00	1.52	123.57	32.94	0.54	32.87	38.74	28.02-3.03	29.02-04.03	25.03-01.04	15.08-1.09	146	Dik	Kuvvetli	35
Kiraz	60	7.00	0.88	122.87	25.30	0.61	40.18	43.39	18-22.02	25-29.02	1-5.03	15.07-1.08	145	Dik	Orta	20
Küpdüşen	20	8.00	1.14	78.44	39.51	0.69	45.07	54.71	5-10.03	10-20.03	12-20.04	20.09-10.10	174	Konik	Kuvvetli	20
Kürtün	45	9.00	1.31	106.80	36.13	0.61	38.03	47.66	7-12.03	15-16.03	15-20.04	1-15.10	173	Yayvan	Çok kuvvetli	60
Limon	5	10.49	2.21	93.75	24.85	0.62	31.79	38.40	20-25.02	1-10.03	13-17.03	10-20.08	155	Dik	Orta	15
Mağlap	90	12.74	2.88	167.85	37.99	0.71	45.71	52.72	5-15.03	10-20.03	1-5.04	1-20.09	161	Dik	Orta	40
Muz	20	2.46	0.37	47.54	46.27	0.82	48.34	56.08	25-28.02	2-8.03	20-29.03	15-20.08	146	Yayvan	Zayıf	3
Orak	80	9.00	1.60	95.87	34.57	1.26	45.01	55.25	28.02-01.03	5-13.03	25-30.03	20-25.08	148	Dik	Çok kuvvetli	25
Pamuk	20	10.00	2.78	153.78	24.23	0.81	44.35	36.64	1-5.03	5-15.03	18-25.04	20.09-20.10	162	Yayvan	Orta	30
Serende	40	8.00	2.38	148.53	36.28	0.57	39.87	44.61	5-9.03	7-16.03	19-30.03	20.08-20.09	159	Yayvan	Kuvvetli	40
Übrük	25	9.75	1.42	115.86	41.83	0.64	46.14	51.89	2-8.03	10-15.03	25-27.03	30.08-15.09	168	Yarı dik	Orta	10

ATY: Ağacın tahmini yaşı

YE: Yaprak eni

TÇHGS: Tam çiçeklenme ile hasat arasındaki gün sayısı

TY: Taç yüksekliği

YB: Yaprak boyu

AH: Ağacın habitüsü

TG: Taç genişliği

TPT: Tomurcuk patlama tarihi

AGK: Ağacın gelişme kuvveti

GÇ: Gövde çevresi

ÇBT: Çiçeklenme başlangıcı tarihi

V: Verim

YSU: Yaprak sapı uzunluğu

TÇT: Tam çiçeklenme tarihi

YSK: Yaprak sapı kalınlığı

HT: Hasat tarihi

Tablo 5: Önemli Bazı Meyve Özellikleri Yönünden Çalışmamızda Elde Edilen Sonuçların Literatür Sonuçları ile Karşılaştırılması

Literatür	MA (g)	MB (mm)	ME (mm)	MES (kg/cm ²)	SÇKM (%)
Çalışmamız	36.23-146.65	41.37-74.75	41.42-65.25	4.28-9.36	6.59-15.37
Akçay vd., 2009	57.26-410.75	56.3-108.20	42.61-83.54	4.34-8.22	11.17-14.06
Aşkın ve Oğuz, 1995	120.52-259.29	73.61-86.51	60.04-79.13	-	12.04-16.53
Bostan ve Acar, 2012	18.70-258.30	31.20-78.50	34.00-82.00	-	10.00-15.30
Bostan, 1990	37.60-223.20	43.30-93.10	42.20-74.90	-	9.00-16.20
Bostan, 2009	93.89-307.40	41.10-60.60	60.70-79.90	-	7.00-15.00
Bostan ve Çelikel Çubukçu, 2016	50.28-140.38	41.86-72.68	41.75-62.13	6.18-13.96	8.96-20.00
Büyükyılmaz ve Bulagay, 1983	94.10-178.50	64.30-85.20	55.30-69.10	-	12.40-15.60
Çelikel Çubukçu, 2015	69.86-221.35	45.79-91.01	49.28-68.63	5.00-13.90	9.70-16.60
Çiftçi vd., 2011	15.84-303.15	32.20-82.80	31.80-80.00	1.60-8.80	7.00-19.70
Demirsoy vd., 2007	36.20-263.40	39.90-85.40	41.90-80.30	1.10-11.30	9.00-15.10
Edizer ve Güneş, 1997	54.05-197.94	45.50-92.30	46.30-72.20	-	10.88-15.44
Ercan, 1992	54.00-243.70	46.50-77.20	54.70-99.40	3.30-12.20	10.20-17.20
Güleryüz, 1977	80.00-400.00	-	-	-	14.63-19.95
Güleryüz ve Ercişli, 1997	71.46-151.86	51.50-68.30	51.50-68.30	1.40-3.17	12.40-15.60
Kaplan, 1997	67.30-257.20	59.60-122.10	47.00-73.80	-	14.30-20.10
Karadeniz vd., 1996	41.43-145.64	26.40-63.70	20.00-66.10	6.14-18.00	7.81-12.36
Karadeniz ve Kalkışım, 1996	72.73-179.28	54.00-83.00	52.20-72.30	-	10.60-14.10
Karadeniz ve Şen, 1990	50.00-175.00	40.00-90.00	41.00-75.00	-	14.10-17.80
Karadeniz ve Uzunismail, 2012	96.11-202.33	53.19-92.56	51.36-68.85	-	9.50-17.12
Karadeniz ve Çorumlu, 2012	55.70-234.43	66.64-113.92	43.04-79.69	-	11.00-17.10
Karlıdağ ve Eşitken, 2006	101.17-248.80	51.84-77.10	60.21-87.61	3.70-5.25	9.10-13.80
Koyuncu ve Aşkın, 1993	89.75-294.10	64.80-109.00	44.60-77.50	-	12.6-17.20
Orman, 2005	80.00-128.00	50.08-70.84	34.80-62.00	1.96-8.10	6.00-14.00
Özkaplan, 2010	31.60-273.00	37.89-108.18	31.36-72.97	-	7.00-16.50
Özrenk vd., 2010	20.07-199.00	29.24-87.29	31.44-71.77	3.07-12.02	8.70-17.80
Öztürk, 2010	45.92-479.94	53.15-122.20	42.19-93.10	4.40-11.48	11.00-16.20
Şen vd., 1992	179.76-355.76	68.30-112.98	45.83-88.93	-	11.48-16.27
Ulaşoğlu, 2000	62.10-161.49	49.00-84.00	49.40-67.70	-	12.40-15.77
Ünal vd., 1997	21.30-264.50	28.30-89.00	33.20-85.50	2.41-11.50	5.50-17.00
Yarılgaç ve Yıldız, 2001	89.73-368.02	52.20-95.20	57.40-90.00	3.81-12.05	9.80-17.00
Yarılgaç, 2007	115.00-230.00	56.10-103.00	56.00-79.20	4.70-10.24	3.95-5.37

Armutta meyve kalitesini belirleyen önemli bazı pomolojik özellikler yönüyle çalışmamızda elde edilen sonuçlar ülkemizin farklı ekolojilerinde yapılan benzer çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, genel olarak orta değerlere sahip olduğu görülebilecektir (Tablo 5).

Sonuç ve Öneriler

Ordu ili Gürgentepe ilçesinde 2013 - 2014 yılları arasında yürütülen bu çalışmada 23 farklı yerel armut çeşidi tespit edilmiştir. İncelenen çeşitlerin birçoğu çöğürler üzerine aşılı olup, bir kısmı ise tohumdan yetişmiş olan ağaçlardır. Popülasyonu meydana getiren genotipler genellikle fındık bahçelerinin içinde sınır ağacı şeklinde, ev bahçelerinde, yol kenarlarında yetişen ve herhangi bir kültürel işlem uygulanmayan ağaçlardan oluşmaktadır.

Elde edilen sonuçlar daha önceki yıllarda yapılan çalışmaların sonuçlarıyla genel olarak benzerlik göstermektedir. Ortaya çıkan bazı farklılıkların da ekolojik ve genotipik farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Ağaçların genellikle bakımsız ve fındık bahçelerinde genellikle ev ihtiyacını karşılamak amacıyla yetiştirildiği göz önüne alındığında, incelenen yerel armut çeşitlerinin gerçek morfolojik yapılarını ve meyvelerin genetik potansiyellerini tam anlamıyla ortaya koyamadıkları, daha iyi bakım şartları oluşturulduğu takdirde bu çeşitlerin daha başarılı sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Ayrıca yerel çeşitlerin buldukları ekolojik koşullara en iyi adapte olmuş çeşitler olduğu da göz ardı edilmemelidir.

Çalışmamızın ileride yapılacak olan daha kapsamlı ıslah çalışmalarına alt yapı oluşturması mümkün görülmekte olup yörede başka çeşitlerin de ekonomik anlamda yetiştiriciliğine olanak verebileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Akçay, M. E., Büyükyılmaz, M. ve Burak, M. (2009). Marmara Bölgesi İçin Ümitvar Armut Çeşitleri. BAHÇE 38 (1): 1-10.
- Anonim (2016). TÜİK (www.tuik.gov.tr). (Erişim: Mayıs 2016).
- Aşkın, M.A. ve Oğuz, H.İ. (1995). Erciş'te Yetiştirilen Ümitvar Mellaki Armut Tiplerinde Bazı Meyve ve Ağaç Özelliklerinin Tesbiti Üzerine Araştırmalar. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 3-6 Ekim 1995, Adana, Cilt: 1 Meyve, Sayfa: 84-87.
- Bell, R.L. ve Hough, L.F. (1986). Interspecific And Intergenic Hybridization Of Pyrus.
- Bell, R.L., Quamme, H.A., Layne, R.E.C. ve Skirvin, R.M. (1996). Pears. In: Janick J, Moore JN (eds), Fruit Breeding, Volume I: Tree and Tropical Fruits. John Wiley and Sons Inc, K, 441-514.
- Bostan. S.Z. ve Acar. Ş. (2012). Ünye'de (ORDU) Yetiştirilen Yerel Armut Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri. Akademik Ziraat Dergisi 1(2): 97-106.
- Bostan. S.Z., 1990. Van ve Çevresinde Yetiştirilen Yerel Armut Çeşitlerinin Morfolojik Ve Pomolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 79 s.,Van
- Bostan. S. Z., 2009. Pomological Traits Of Local Apple And Pear Cultivars And Types Grown In Trabzon Province (Eastern Black Sea Region Of Turkey). Proceedings Of The First Balkan Symposium On Fruit Growing. 2007. Bulgaria. 293-298.
- Bostan, S.Z. ve Çelikel Çubukçu, G., 2016. Çaykara İlçesinde Yetiştirilen Güzlük ve Kışlık Mahalli Armut Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri. BAHÇE, 45(1): 59-68.
- Büyükyılmaz, M. ve Bulagay, A.N. (1983). Marmara Bölgesi İçin Ümitvar Armut Çeşitleri-II. BAHÇE 12(2):5-14.
- Challice. J. ve Westwood, M.N. (1973). Numerical Taxonomic Studies Of The Genus Pyrus. Cilt 1: 396-400.
- Çelikel Çubukçu, G., 2015. Çaykara İlçesinde Yetiştirilen Yerel Armut (pyrus spp) Genotiplerinin Seleksiyon Yoluyla Islahı ve Ateş Yanıklığına Dayanıklılık Durumlarının Araştırılması. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi 244 syf.
- Çiftçi, D.T., Sağır, N., Bağcı, M.D. ve Aygün, A. (2011). Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetiştirilen Yerel Armut (Pyrus Spp.) Çeşitlerinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim 2011, Şanlıurfa. Özet Kitabı, Sayfa: 72.
- Demirsoy, L., Öztürk, A., Serdar, Ü. ve Duman, E. (2007). Saklı Cennet Camili' de Yetiştirilen Yerel Armut Çeşitleri. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 04-07 Eylül 2007, Erzurum. Sayfa: 396-400.
- Edizer, Y. ve Güneş, M. (1997). Tokat Yöresinde Yetiştirilen Yerel Elma Ve Armut Çeşitlerinin Bazı Pomolojik Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu (Yalova): 53-60.
- Ercan, N. (1992). Armut Çeşit İntroduksiyon Ve Adaptasyon Projesi (Sonuç Raporu). Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Menemen-İzmir. 175
- Güleryüz, M. (1977). Erzincan'da Yetiştirilen Bazı Önemli Elma Ve Armut Çeşitlerinin Pomolojileri İle Döllenme Biyolojileri Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yayınları. No:229. 179s.
- Güleryüz, M. ve Ercişli, S. (1997). Kağızman İlçesinde Yetiştirilen Yerel Armut Çeşitleri Üzerinde Pomolojik Bir Araştırma. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu (Yalova) 37-44.
- Hancock, J.F. ve Lobos, G.A. (2008). Pears In: J.F., Hancock (eds) Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics. East Lansing, pp:299-336.
- Kaplan, N. (1997). Güneydoğu Anadolu Bölgesine Uygun Armut Çeşitlerinin Saptanması. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu, s: 45-52, Yalova.
- Karadeniz. T. ve Şen, S.M. (1990). Tirebolu Ve Çevresinde Yetiştirilen Yerel Armut Çeşitlerinin Pomolojik Ve Morfolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 1(1):152-165.
- Karadeniz, T. ve Kalkışım, Ö. (1996). Görele ve Çevresinde Yetiştirilen Yerel Yazlık Armut Çeşitleri Üzerinde Pomolojik Çalışmalar. Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Dergisi. 6 (1): 81-86.
- Karadeniz, T., Balta, F., İslam, A. ve Kurt, H. (1996). Ankara Armudunda Derime Kadar Bazı Olgunluk Parametrelerindeki Fiziksel ve Kimyasal Değişmeler. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (3): 49-57.
- Karadeniz, T. ve Uzunismail, T. (2010). Akoluk ve Özdil Beldelerinde (Trabzon) Yetiştirilen Yerel Armut Çeşidi ve Tiplerinden Pomolojik, Fenolojik Ve Morfolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ordu Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bit. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Ordu. 77s
- Karadeniz, T. ve Çorumlu, M.S. (2012). İskilip Armutları. Akademik Ziraat Dergisi 1(2): 61-66.
- Karlıdağ. H. ve Eşitken. A. (2006). Yukarı Çoruh Vadisinde Yetiştirilen Elma ve Armut Çeşitlerinin Bazı Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 16(2): 93-96.

- Koyuncu, F. ve Askın, M.A. (1993). Van Ve Çevresinde Yetiştirilen Standart Ve Yerel Bazı Armut Çeşitlerinin Morfolojik Ve Pomolojik Özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2(1) 103-118.
- Layne, R.E.C. ve Quamme, H.A. (1975). Pears. P. 38-70. In: Janick, J., Moore, J.N., (eds.). *Advances in Fruit Breeding*. Purdue Univ. Press. West Lafayette, Ind.
- Orman, E. (2005). Bahçesaray Yöresi Yerel Armutlarının Pomolojik Ve Morfolojik İncelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi)*, Van, 83 S.
- Özbek, S. (1978). Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana, 128 S.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeke, E. ve İsfendiyaroğlu, M. (2004). Armut. İlman İklim Meyve Türleri, Yumuşak Çekirdekli Meyveler (Cilt-II). Ege Üniv. Zir. Fak.
- Özkaplan, M. (2010). Ordu ve Çevresinde Yetişen Yerel Armut Çeşitlerinin (Pyrus Communis L.) Fenolojik Ve Pomolojik Özellikleri. *Ordu Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bit. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*.
- Özrenk, K., Gündoğdu, M. ve Kan, T. (2010). Van Gölü Havzası Yerel Armutları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J AGR SCI)* 20(1):46-51
- Öztürk, A. ve Demirsoy, L. (2010). Sinop İlindeki Armut Genotiplerinin Morfolojik, Pomolojik Ve Moleküler Karakterizasyonu Üzerine Bir Çalışma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi*. Samsun. 200s
- Şehirli, S. ve Özgen, M. (1987). Bitki Genetik Kaynakları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 1020. *Ders Kitabı*: 294, Ankara.
- Şen, S.M., Cangi, R., Bostan, S.Z., Balta, F. ve Karadeniz, T. (1992). Van Ve Çevresinde Yetiştirilen Seçilmiş Bazı Mellaki Ve Ankara Armut Çeşitlerinin Fenolojik, Morfolojik Ve Pomolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. *Yüzüncü Yıl Üniv. Zir. Fak. Der.* 2/2: 29-40.
- Ulaşoğlu, O. (2000). Tokat'ta Yetiştirilen Bazı Yerli Armut Çeşitlerinin Fenolojik Ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bit. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. Tokat. 43s
- Ünal, A., Saygılı, H., Hepaksoy, S., Can, H.Z. ve Türküsay, H. (1997). Ege Bölgesinde Armut Yetiştiriciliği Ve Seçilen Bazı Armut Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri. *Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu (Yalova)*: 29-35.
- Westwood, M.N. (1982). Pear Germplasm of The New National Clonal Repository: Its Evaluation And Uses. *Acta Hort.* 124: 57-65.
- Wolko, L., Antkowiak, W., Lenartowicz, E. ve Bocianowski, J. (2010). Genetic Diversity Of European Pear Cultivars (Pyrus Communis L.) And Wild Pear (Pyrus Pyrastrer (L.) Burgsd.) İferred From Microsatellite Markers Analysis. *Genet Resour Crop Evol* (2010) 57: 801-806.
- Yarılgaç, T. ve Yıldız, K. (2001). Adilcevaz İlçesinde Yetiştirilen Yerel Armut Çeşitlerinin Bazı Pomolojik Özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniv. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric.Sci.)*, 11(2):9-12.
- Yarılgaç, T. (2007). Edremit Ve Gevaş (Van) Yöresi Armutlarının Seleksiyon Yolu İle Islahı. *Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 1*: 551-555.

Yerel Çeşitlerin Resimleri



Acamur



Acıbur



Atan



Balık



Çatal



Çörtük



Daş



Doğanavrat



Fındık



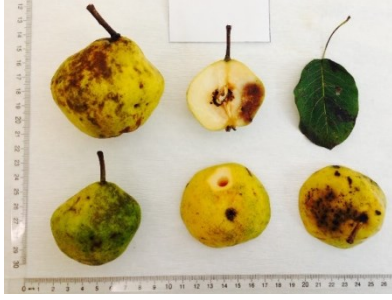
Gavşak



Gavum



Hamderme



Kendir



Kiraz



Küpdüşen



Kürtün



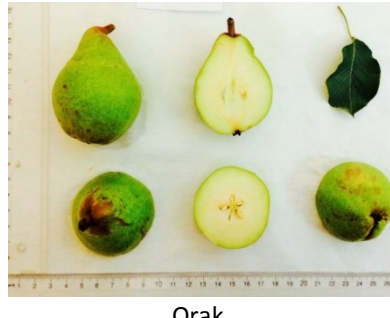
Limon



Mağlap



Muz



Orak



Pamuk



Serende



Übrük

KESTANE (CASTANEA SATİVA MİLL.) ODUNUNUN ADSORPSİYON ÖZELLİKLERİ

Kemal ÜÇÜNCÜ¹

Aytaç AYDIN²

Sebahattin TİRYAKI³

ÖZET

Bu çalışmada, Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacının üç farklı kalınlıktaki odununun (12.5 mm, 25 mm ve 50 mm) üç farklı denge rutubeti koşullarında (%8, %12 ve %16) adsorpsiyon özellikleri belirlenmiştir. Odun rutubetinin belirlenmesinde Fourier benzetimi kullanılmış ve adsorpsiyon halinde denklem sabitleri belirlenmiştir.

Kestane odunu için, adsorpsiyon katsayısı (a) ve rutubet değişim hızı (b) sırasıyla 0.825 ± 0.003 ve 0.107 ∓ 0.011 olarak belirlenmiştir.

Denge rutubetine ulaşma süreleri üzerinde ortam denge rutubetinin ve kesitin belirgin bir etkisi olmamakla birlikte, odun kalınlığının etkili olduğu görülmüştür. Kestane odununun 12.5 mm, 25 mm ve 50 mm kalınlıktaki örnekleri sonuç denge rutubetine sırasıyla 11 – 13 günde, 22 – 25 günde ve 44 – 50 günde ulaşmıştır.

Sonuç rutubetine ulaşma hızı üzerinde enine kesitin anlamlı bir etkisi olmamış, ancak kalınlığın ve ortam denge rutubetinin etkili olduğu görülmüştür.

Teğet ve radyal kesitli odunların sonuç rutubetleri arasında küçük farklar olmakla birlikte, bu fark kalınlık ve ortam denge rutubeti arttıkça artış göstermiştir. Ayrıca, odun özelliklerinden kalınlığın odunun ulaştığı sonuç rutubeti üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Buna göre, araştırma sonucunda belirlenen a ve b katsayıları yardımıyla, kurutulan odunların bekletildikleri ortamda ulaşacakları rutubet miktarı zamanın fonksiyonu olarak belirlenebilir.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, Denge rutubeti, Kestane.

ADSORPTION PROPERTIES OF CHESTNUT (CASTANEA SATIVA MILL.) WOOD

ABSTRACT

In this study, adsorption properties of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) were determined for three different equilibrium moisture conditions (8%, 12% and 16%) of the wood using three different thicknesses (12.5 mm, 25 mm and 50 mm). Fourier simulation was used in the detection of wood moisture and equation constants were identified in the case of adsorption.

For chestnut wood, adsorption coefficient (a) and moisture exchange rate (b) were determined as 0.825 ± 0.003 and 0.107 ∓ 0.011 , respectively.

While the ambient EMC and section on the reaching time to the EMC have no a significant effect, the thickness of wood has been found to be effective. The samples with the thickness of 12.5 mm, 25 mm, and 50 mm of chestnut wood have reached the outcome EMC in 11 - 13 days, 22 - 25 days and 44-50 days, respectively.

The effect of the cross section on the reaching time to the outcome moisture was not significant, however it was seen that the effect of the thickness and the ambient EMC was significant.

Although small differences between outcome moistures of tangential and radial section-woods were available, these differences increased with increasing thickness and ambient EMC. It was also seen that the thickness from wood properties were effective on outcome moisture that the wood reached.

Accordingly, with the help of a and b coefficients determined as a result of this study, the amount of moisture that the dried woods will get in the environment in which they were hold can be determined as a function of time.

Keywords: Adsorption, Equilibrium moisture content, Chestnut.

Giriş

Higroskopik yapıya sahip olan odun, bulunduğu ortamın iklim koşullarının etkisiyle çevresindeki havadan rutubet alarak veya çevresindeki havaya rutubet vererek belirli bir rutubet miktarında dengeye ulaşmaktadır. Uygulamada, higroskopik denge rutubeti hiçbir zaman değişmez bir değerde kalmaz. Bunun nedeni, odunun bulunduğu ortamın iklim koşullarının sürekli değişmesidir. Odunun çevresindeki havaya rutubet vererek higroskopik denge meydana gelinceye kadar kuruması olayına desorpsiyon, nemli ortamda bırakılan

¹ Yrd.Doç.Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, kucuncu@ktu.edu.tr

² Yrd.Doç.Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, aytac@ktu.edu.tr

³ Arş.Gör. Karadeniz Teknik Üniversitesi, stiryaki@ktu.edu.tr

odunun havadan rutubet alarak higroskopik dengeye ulaşması olayına da adsorpsiyon denir (Berkel, 1970; Bozkurt ve Göker, 1987; Kurtoğlu, 1984; Wu, 2003).

Odunun ulaşacağı denge rutubeti üzerinde kurutma sıcaklığı, kurutma sırasındaki basınç veya çekme kuvvetleri, iklim bölgesi, emprenye işlemi etkili olmaktadır. Örneğin, 25 °C sıcaklık ve % 60 bağıl nem koşullarında Avrupa odunları % 11 – 12 rutubet miktarında dengeye ulaşırken, tropik odunlar % 9 – 15 rutubet miktarlarında denge değerine ulaşmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda kurutulan odunlar, basınç etkisindeki odunlar ve emprenye edilmiş odunlar daha düşük rutubet miktarlarında denge rutubetine ulaşırlar (Villière, 1966).

Anizotropik özellikteki odun rutubet alış veriş sırasında boyutlarını üç ayrı anatomik yönde farklı miktarda değiştirmektedir. Kullanım yerinde odunun anatomik yönlerine bağlı olarak farklı miktarlarda boyut değiştirmesi fonksiyonel yönden önemli şekil bozukluklarına yol açmaktadır (Kolman ve Cote, 1968).

Kullanım yerinde fonksiyonel şekil bozukluklarının oluşmasına yol açan rutubet değişiminin azaltılması için odun, kullanım yeri iklim koşullarına uygun düşen denge rutubeti miktarına kadar kurutulmalıdır. Kurutularak kullanılacak odunun gerek iş akışı veya gerekse kullanım yerinin uzaklığına bağlı olarak taşınmasının gerekli olması nedeniyle belirli bir zaman geçmektedir. Bu süreçte kurutulmuş odun bulunduğu ortam iklim koşullarının etkisiyle kullanım yeri iklim koşullarının gerektirdiği denge rutubetinden daha yüksek rutubet değerlerine kadar rutubet almaktadır. Bu sorunun çözümü için odunun rutubet yalıtımını sağlayacak biçimde ambalajlanması mümkün olmakla birlikte, bu uygulama önemli işçilik masraflarına yol açmaktadır.

Odun rutubeti değişimleri ile ilgili araştırmalarda odun örneklerinin uzunlukları, boyuna yöndeki rutubet akış hızının etkilerini azaltmak için 1000 mm olarak önerilmektedir. Bununla birlikte, uygulamada daha kısa odun örnekleri seçilmekte ve odun örneklerinin enine kesitleri rutubet akışını azaltıcı maddelerle kaplanmaktadır (Keylwerth ve Noack, 1964; McNaught, 1987; Newby ve Brennan, 1990). Türkiye’de dış iklim koşullarında odun rutubetinin değişimine ilişkin bir araştırmada 250 mm uzunlukta odun örnekleri kullanılmıştır (Kurtoğlu, 1984).

McNaught (1987) odun denge rutubetinin belirlenmesi için 198 mm x 92 mm x 19 mm boyutlarında odun örneklerini kullanmıştır. Newby ve Brennan (1990) 300 mm x 100 mm x 30 mm boyutlarındaki odun örneklerinin dış çevre koşullarında rutubet değişimlerini inceleyerek, rutubet alışverişinin önlenmesi için mobilyaların tamamen PVC ile kaplanmasını önermiştir. Bir başka araştırmada, % 8,5 denge rutubetinin sağlandığı ortamda klimatize edilen 450 mm uzunlukta ve 150 mm genişlikte 13, 25 ve 50 mm kalınlıktaki Kayın ve Sarıçam odunlarının % 18 denge rutubeti koşullarında denge rutubetine ulaşma süreleri belirlenmiştir. Bu deneme sonuçlarının aksine, Belçika’da yapılan 60 mm x 20 mm x 20 mm boyutlu odun örneklerine ilişkin bir araştırmada % 12 denge rutubeti iklim koşullarında denge rutubetine ulaşma süreleri bakımından Çam odununun Kayın odununa göre denge rutubetine daha hızlı ulaştığı, histerez etkisinin bu odun örneğinde daha az olduğu görülmüştür. Aynı araştırmada Bilinga ve Dozie gibi tropik odunların daha düşük rutubet oranlarında dengeye ulaştığı, dolayısıyla rutubet alma hızlarının Avrupa odunlarından daha düşük olduğu belirlenmiştir (Villière, 1966). Histerez etkisinin incelendiği bir araştırmada Çam odununun adsorpsiyon halindeki rutubet ortalamasının desorpsiyon halindeki rutubet ortalamasına oranı 0.79 olarak belirlenmiştir (Wiedenbeck vd., 1990). Khazaei (2008) üç odun türü üzerinde yaptığı adsorpsiyon denemelerinde, Fick modelini de kullanarak geliştirdiği modelinde uyumlu sonuçlar elde ettiğini, nem almanın ilk 2 gün içinde önemli gelişme gösterdiğini ifade etmiştir.

Banaszek ve Siebenrorgen (1990), kaba pirincin farklı sıcaklık ve bağıl nem koşullarında nem adsorpsiyonunu incelemişler ve adsorpsiyonun ilk 24 saatte çok hızlı geliştiği ifade edilmiştir. Casada (2002) ise tahıl depolamadaki önemini vurgulayarak buğday ve arpanın sorpsiyon özelliklerini araştırmıştır.

Bratasz vd. (2012) tarafından yapılan araştırmada, 21 ağaç türü odunu üzerinde yapılan sorpsiyon denemeleri ile elde edilen sonuçların odunun bulunduğu ortamdaki denge rutubetinin belirlenmesinde faydalı olacağı ifade edilmiştir.

Bastias ve Cloutier (2005), yedi farklı sorpsiyon modeli üzerinde yaptığı incelemelerde, genel olarak rutubet emiliminin higrotermal koşullara bağlı olduğunu ve sorpsiyon modellerinin de bu koşullara bağlı olarak uygun sonuçlar verebileceğini belirtmiştir.

Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Ceviz (*Juglans regia* L.) ve Okaliptus (*Eucalyptus cemaldulensis*) odunlarının farklı kalınlık ve kesitleri için farklı denge rutubeti (%8, %12 ve %16) koşullarında adsorpsiyon özellikleri incelenmiştir. Bu odun türlerinde histerezin önemli olduğu görülmüş, kesitler arasında anlamlı farklar bulunmamıştır (Üçüncü, 2007; Üçüncü vd., 2005; Üçüncü vd., 2010).

Kurutularak kullanılacak odunun kullanımına değin geçen süreçte bulunduğu iklim koşulları etkisinde rutubet alma eğiliminin zamanın fonksiyonu olarak belirlenmesi uygulamada önem taşıyan bir durumdur.

Bu çalışmada, tam kuru ağırlığa kadar kurutulmuş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) odununun farklı iklim koşullarında adsorpsiyon özellikleri belirlenmiştir. Tam kuru hale kadar kurutulan 12.5 mm, 25 mm ve 50 mm

kalınlıktaki odun örnekleri % 8, % 12 ve % 16 denge rutubeti sağlanan ortamda bekletilerek rutubet alma eğilimleri belirlenmiştir.

Materyal Ve Yöntem

Materyal

Araştırmada kullanılan odun örnekleri Rize Pazar Orman İşletme Müdürlüğünden temin edilen Kestane (KE) odunlarından hazırlanmıştır. Odun örneklerinin genişliği 100 mm, uzunluğu 300 mm alınmıştır. Araştırmada örnek seçimi TS 2470 (1976), rutubet miktarı tayini TS 2471 (1976) ve birim hacim ağırlığı (yoğunluk) tayini TS 2472 (1976)'ya göre yapılmıştır. Örneklerle ilişkin diğer özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Örnek Tipleri ve Özellikleri

Örnek tipi	Kalınlık	Kesit	Alınan örnek sayısı
T12.5	12.5 mm	Teğet	4
R12.5	12.5 mm	Radyal	4
T25	25 mm	Teğet	4
R25	25 mm	Radyal	4
T50	50 mm	Teğet	4
R50	50 mm	Radyal	4

Adsorpsiyon denemelerine ilişkin deney planı Tablo 2'de verilmiştir.

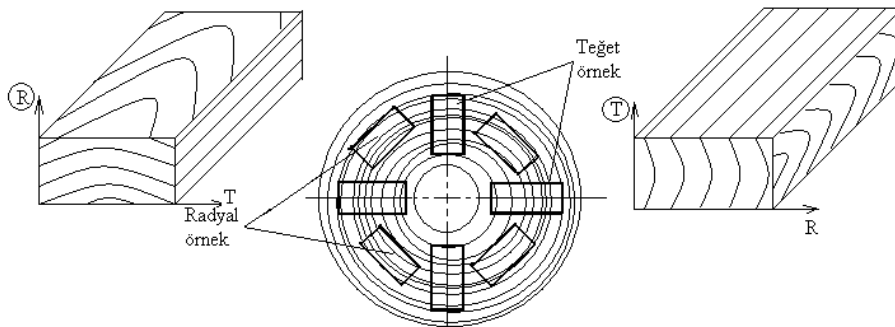
Tablo 2: Deney Planı

Deneme no	İklim koşulları			Örnek sayısı
	t	Φ	DRM	
D1	20	42	8	24
D2	20	65	12	24
D3	20	78	16	24

Kestane odun örneklerinin tam kuru özgül ağırlığı 0.48 g/cm^3 , lif doygunluğu rutubet derecesi % 22 - 24'tür (Kollmann ve Cote, 1968).

İyi işleme özelliklerine ve orta düzeyde dayanıma sahip Kestane odunu travers, doğrama, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, gemi-tekne yapımı gibi alanlarda kullanılmaktadır (Doğu vd., 2001). Açık hava koşullarında olduğu gibi, ısıtılan kapalı mekanlarda da kullanım alanı bulan Kestane odununun sorpsiyon özelliklerinin bilinmesinde yarar görülmektedir.

Kestane örnekleri 24'er adet olmak üzere üç gruba ayrılmış, kurutma dolabında tam kuru ağırlığa kadar kurutularak %8, %12 ve %16 denge rutubetinin sağlandığı klima dolabında bekletilmiştir. Kısa odun örneklerinin boyuna yöndeki rutubet akışını yavaşlatmak için enine kesitlere parafin sürülmüştür. Odun örneklerinin gövde odunundan alındığı yerler ve enine kesitleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Difüzyon yönlerinin radyal (R) örnekte radyal yönde, teğet (T) örnekte ise teğet yönde olduğu varsayılmıştır.



Şekil 1: Teğet ve Radyal Odun Örnekleri

Yöntem

Denemeler % 8 (20 °C, %42), % 12 (20 °C, %65) ve % 16 (20 °C, %78) denge rutubeti için üç aşamada gerçekleştirilmiştir. 12.5 mm, 25 mm ve 50 mm kalınlıkta 100 mm x 300 mm boyutlarındaki deney örnekleri kurutma dolabında tam kuru ağırlığa kadar kurutularak tam kuru ağırlıkları (M_0) belirlenmiş ve klima dolabında belirlenen sabit iklim koşullarında bekletilmiştir. Odun örneklerinin zamanın fonksiyonu olarak rutubetli ağırlıkları (M_r) günlük tartılarla belirlenmiştir. Odunun günlük rutubet miktarları

$$W = \frac{M_r - M_0}{M_0} \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır (Simpson, 1999). Günlük sıcaklık ve bağıl nem ortalamaları saatlik değerlerden hesaplanmıştır.

$$T = \frac{\sum T_i}{n}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i}{n}, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Günlük sıcaklık ve bağıl nem ortalamalarının % 95 güven düzeyinde belirlenen değer aralıklarında kalması sağlanmıştır

Sabit iklim koşullarında bekleyen odun örneklerinin belirli bir andaki rutubet miktarı

$$W_t = W_0 e^{-bt} \quad (4)$$

eşitliği ile tanımlanmıştır (Henderson ve Papis, 1961; Crank, 1975; Dağsöz, 1977, Goswami vd., 1991; Sodha vd., 1985; Olgun ve Rzayev, 2000). Burada; t zamanı (saat), W_t t anındaki rutubeti (%), W_0 başlangıç rutubetini (%), b rutubet değişim hızı sabitini göstermektedir. (4) eşitliğinden yararlanılarak adsorpsiyon halinde zamanın fonksiyonu olarak odun rutubetini belirten

$$W_t = (W_0 - a \text{ DRM}) e^{-\frac{bt}{\rho_0 e}} + a \text{ DRM} \quad (5)$$

eşitliği elde edilmiştir. Burada; DRM odun denge rutubeti miktarını (%), ρ_0 tam kuru odun ağırlığını (g/cm^3), e odun kalınlığını (mm), a adsorpsiyon katsayısını göstermektedir. Adsorpsiyon katsayısı

$$a = \frac{W_t}{\text{DRM}} \quad (6)$$

olarak tanımlanmıştır. Burada kullanılan W_t deneme sonunda odunun ulaştığı sonuç rutubetini ifade etmektedir.

Kurutularak kullanılacak odunların dış ortam iklim koşullarında bekletilmesi halinde rutubet değişiminin belirlenmesini sağlayacak ve uygulamada kullanılabilecek a ve b katsayıları belirlenmiştir. b katsayısı teğet ve radyal kesitli odun örnekleri için denemelerde ayrı ayrı belirlenen b_t ve b_r katsayılarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Adsorpsiyon hızının hesaplanmasında

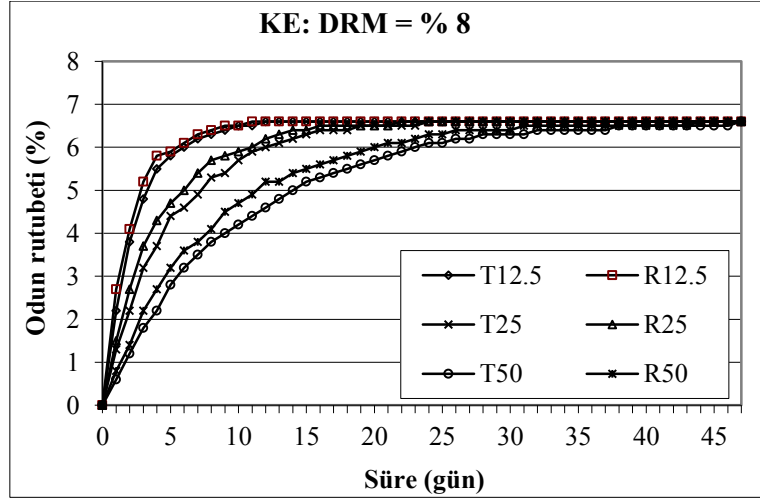
$$U_t = \frac{U_t - U_{t-1}}{t} [\%/gün] \quad (7)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır.

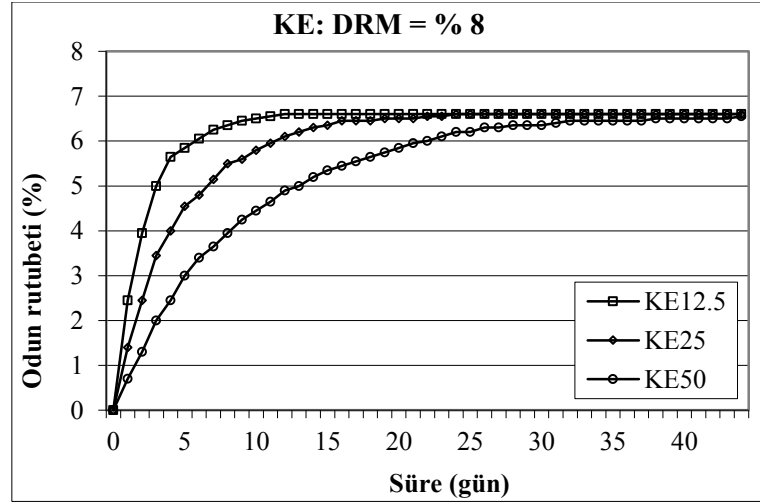
Kalınlıklar arası ve kesitler arası rutubet ilişkisi SPSS paket programı ile değerlendirilerek farklılıklar belirlenmiştir.

Sonuç

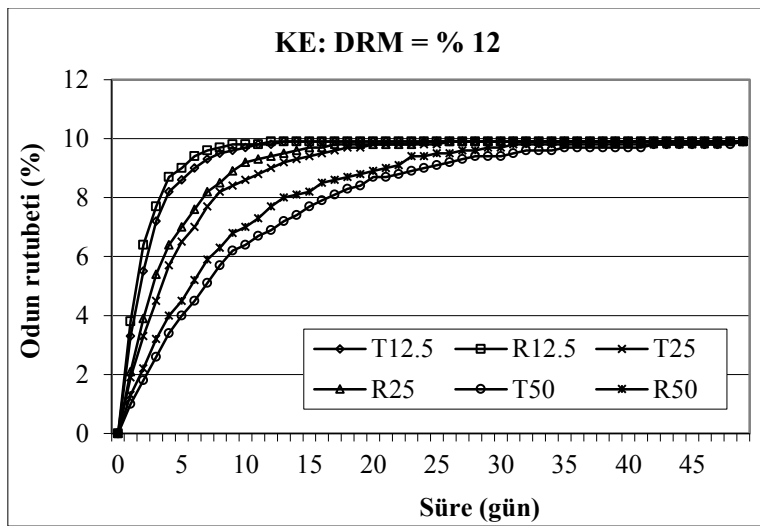
Araştırmada % 8 (20 °C, % 42), % 12 (20 °C, % 65) ve % 16 (20 °C, % 78) denge rutubetinin sağlandığı sabit iklim koşullarında Kestane odununun 12.5 mm, 25 mm ve 50 mm kalınlıkta teğet ve radyal odun örneklerinin rutubetindeki değişim zamanın fonksiyonu olarak belirlenmiş ve Şekil 2-7'de gösterilmiştir.



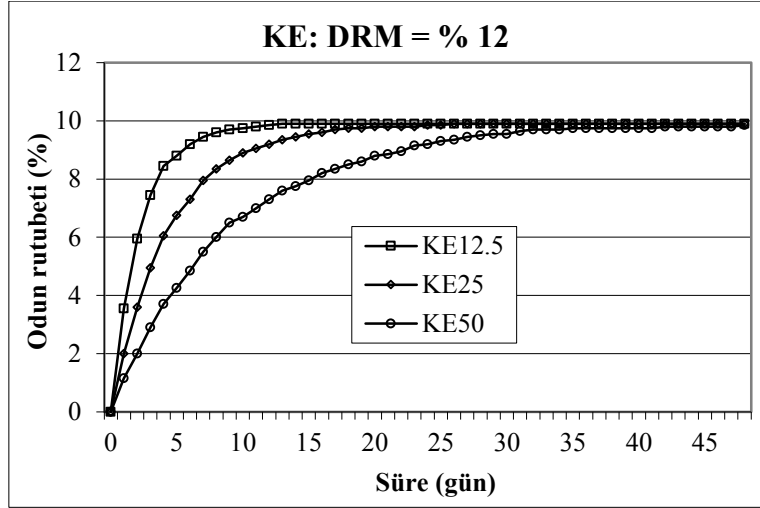
Şekil 2: %8 Denge Rutubetinde Farklı Kalınlık ve Kesitte Odunların Adsorpsiyon Eğilimi



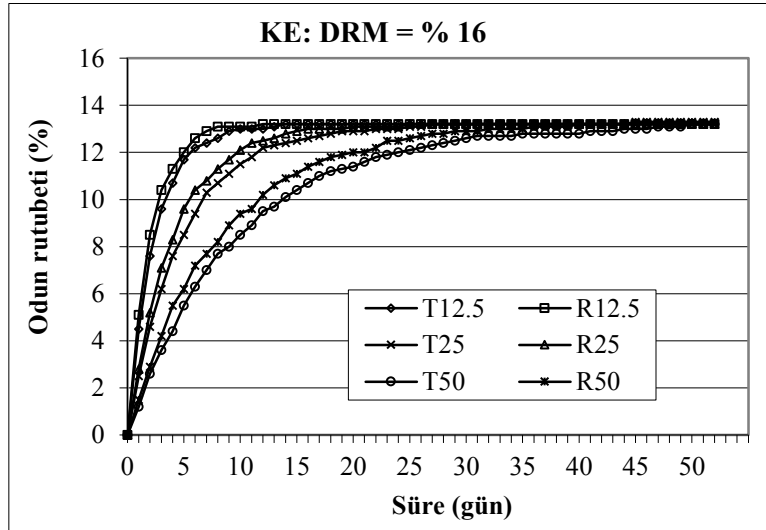
Şekil 3: %8 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Halinde Kalınlık – Rutubet Değişimi İlişkisi



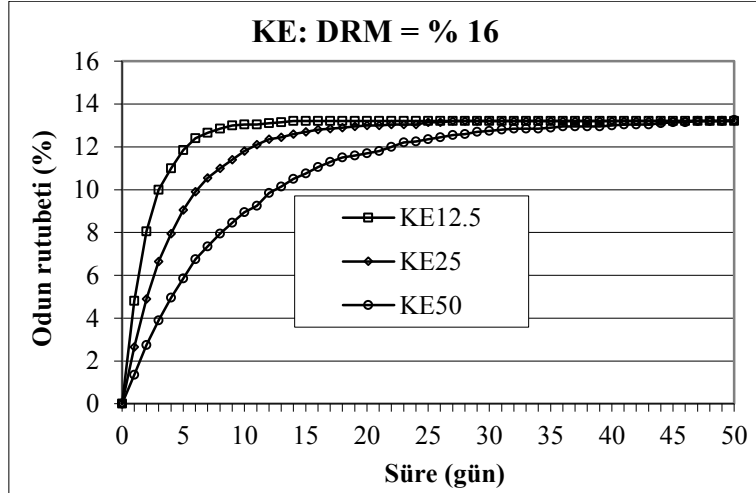
Şekil 4: %12 Denge Rutubetinde Farklı Kalınlık ve Kesitte Odunların Adsorpsiyon Eğilimi



Şekil 5: %12 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Halinde Kalınlık – Rutubet Değişimi İlişkisi



Şekil 6: %16 Denge Rutubetinde Farklı Kalınlık ve Kesitte Odunların Adsorpsiyon Eğilimi



Şekil 7: %16 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Halinde Kalınlık – Rutubet Değişimi İlişkisi

Adsorpsiyon halinde odun rutubeti, sonuç denge rutubeti ve sonuç denge rutubetine ulaşma süreleri üzerinde kalınlık, kesit ve ortam denge rutubetinin etkileri aşağıdaki gibidir:

Odun rutubeti;

Kesitin odun rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamıştır.

Kalınlığın odun rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmuş, 50 mm kalınlıktaki odunların rutubeti bir grup oluştururken, 12.5 mm ve 25 mm kalınlıktaki odun örneklerinin rutubetleri arasında fark bulunmamıştır.

Denge rutubetinin odun rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmuş, her denge rutubeti halinde odun rutubetleri arasında farkın olduğu görülmüştür.

Odun sonuç rutubeti;

Kesitin odun sonuç rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamıştır.

Aynı denge rutubeti ve kalınlıktaki odun örneklerinin sonuç denge rutubetleri aynı grupta yer almıştır.

Kalınlığın odun sonuç rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamış, aynı denge rutubetinde her kalınlık grubuna ait odun sonuç rutubeti değerleri bir grup oluşturmuştur.

Denge rutubetinin odun sonuç rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmuş, aynı kalınlıkta her denge rutubeti halindeki sonuç rutubeti değerleri ayrı birer grupta yer almıştır.

Farklı denge rutubeti koşullarında her kalınlıkta odun rutubeti değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

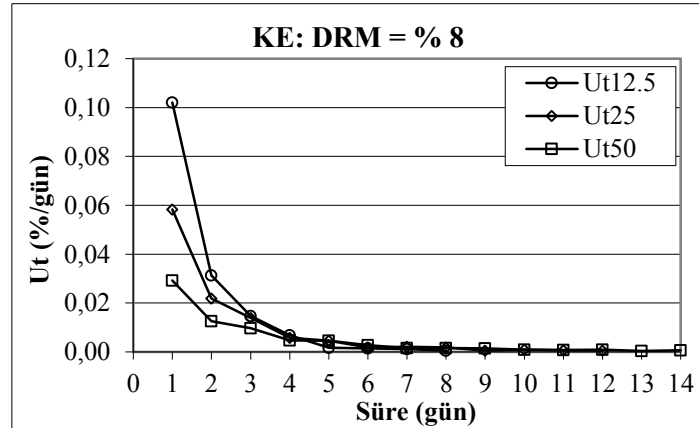
Sonuç rutubetine ulaşma süreleri;

Kesitin sonuç rutubetine ulaşma süresi üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamış, aynı kalınlık ve denge rutubetinde farklı kesite ait sonuç rutubeti değerleri aynı grupta yer almıştır.

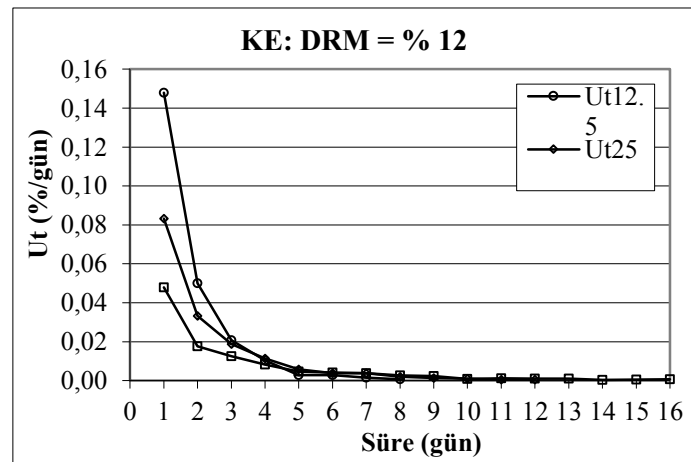
Kalınlığın sonuç rutubetine ulaşma süresi üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmuş, aynı denge rutubetinde farklı kalınlıktaki odun sonuç rutubetlerinin farklı gruplarda yer aldığı görülmüştür.

Denge rutubetinin sonuç rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamış, aynı kalınlıklarda farklı denge rutubeti koşullarında odun sonuç rutubetleri aynı grupta yer almıştır.

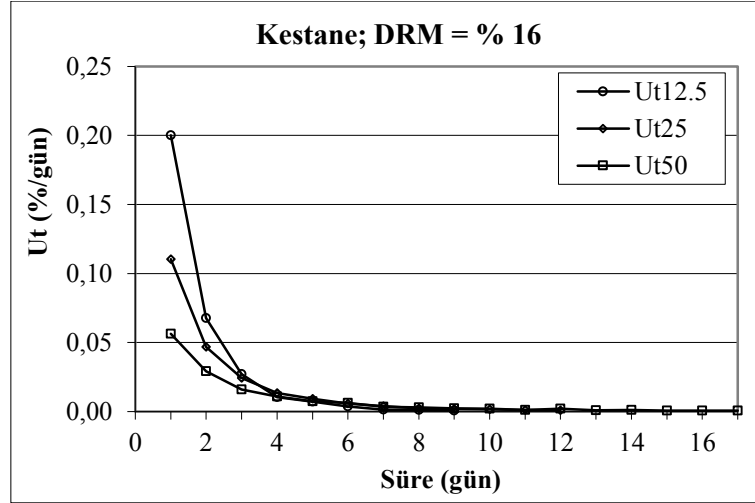
Kestane odununun adsorpsiyon hızları odun kalınlıklarına bağlı olarak hesaplanmış ve zamanın fonksiyonu olarak farklı denge rutubeti değerleri için Şekil 8 –10'da gösterilmiştir.



Şekil 8: %8 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Hızı



Şekil 9: %12 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Hızı



Şekil 10: %16 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Hızı

Kestane odununun farklı kesit ve kalınlıktaki örneklerinin farklı iklim koşullarında adsorpsiyonuna ilişkin a ve b katsayıları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Deneysel a ve b Katsayılarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Katsayılar	x	s
bt katsayısı	0.097	0.005
br katsayısı	0.117	0.005
b katsayısı	0.107	0.005
a katsayısı	0.825	0.001

Deneysel sonuçları içeren adsorpsiyon denklemi:

$$W_t = (W_0 - 0.825 \text{ DRM}) e^{-\frac{0.107 t}{\rho_0}} + 0.825 \text{ DRM} \quad (8)$$

Kestane odunu örneklerinin farklı iklim koşullarında ulaştıkları sonuç rutubeti ve sonuç rutubetine ulaşma süreleri Tablo 4'de verilmiştir.

Odun örneği	Denge rutubeti (%)					
	8		12		16	
	Ws	Z(gün)	Ws	Z(gün)	Ws	Z(gün)
T12.5	6.6	12	9.9	14	13.2	14
R12.5	6.6	11	9.9	12	13.2	12
T25	6.6	24	9.9	26	13.2	27
R25	6.6	22	9.9	24	13.2	25
T50	6.6	47	9.9	52	13.2	51
R50	6.6	44	9.9	48	13.3	50
DL12.5	6.6	11	9.9	12	13.2	13
DL25	6.6	22	9.9	24	13.2	25
DL50	6.6	44	9.9	48	13.3	51

Tablo 4'de görüldüğü gibi, tam kuru hale kadar kurutulmuş Kestane odunları bulunduğu ortamın denge rutubetine bağlı olarak (6) nolu eşitlik gereğince

$$W_t = 0.825 \text{ DRM} \quad (9)$$

değerinde dengeye ulaşmaktadır. Denge rutubetine ulaşma süreleri üzerinde ortam denge rutubetinin ve kesitin belirgin bir etkisi olmamakla birlikte, odun kalınlığının ve özgül ağırlığının etkili olduğu görülmüştür. Kestane odununun 12.5 mm kalınlıktaki odunu 11 – 13 günde, 25 mm kalınlıktaki odunu 22 – 25 günde ve 50 mm kalınlıktaki odunu ise 44 – 50 günde sonuç denge rutubetine ulaşmıştır.

Tam kuru hale kadar kurutulmuş 12.5 mm kalınlıktaki Kestane odunu % 8 denge rutubetine sahip iklim koşullarında % 6.6 sonuç denge rutubetine 11 günde, % 12 denge rutubetine sahip koşullarda % 9.9 sonuç denge rutubetine 12 günde ve % 16 denge rutubeti koşullarında % 13.2 denge rutubetine 13 günde ulaşmıştır.

Tam kuru hale kadar kurutulmuş 25 mm kalınlıktaki Kestane odunu % 8 denge rutubetine sahip iklim koşullarında % 6.6 sonuç denge rutubetine 22 günde, % 12 denge rutubetine sahip koşullarda % 9.9 sonuç denge rutubetine 24 günde ve % 16 denge rutubeti koşullarında % 13.2 denge rutubetine 25 günde ulaşmıştır.

Tam kuru hale kadar kurutulmuş 50 mm kalınlıktaki Kestane odunu % 8 denge rutubetine sahip iklim koşullarında % 6.6 sonuç denge rutubetine 44 günde, % 12 denge rutubetine sahip koşullarda % 9.9 sonuç denge rutubetine 48 günde ve % 16 denge rutubeti koşullarında % 13.2 denge rutubetine 50 günde ulaşmıştır.

Teğet ve radyal odunların sonuç rutubetleri arasında küçük farklar olmakla birlikte, bu fark kalınlık ve ortam denge rutubeti arttıkça artış göstermiştir.

Odun özellikleri olarak özgül ağırlık ve kalınlığın odunun ulaştığı sonuç rutubeti üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Buna göre, odun özellikleri belirgin olmak üzere, araştırma sonucunda belirlenen a ve b katsayıları yardımıyla, kurutulan odunların bekletildikleri ortamda ulaşacakları rutubet miktarı zamanın fonksiyonu olarak belirlenebilir.

Kullanım yeri iklim koşullarına uygun denge rutubetine kadar kurutulan odunların kullanım aşamasına kadar beklemesi halinde ambalajlama işlem yapılmıyorsa, bekletme ortamının iklim koşulları belirlenerek odunun ulaşacağı rutubet miktarı zamanın fonksiyonu olarak belirlenmelidir.

Kaynaklar

- Banaszek, M.M., ve Siebenrorgen, T.J. (1990). Moisture adsorption rates of rough rice. Transactions of the ASAE, 33(4), 1257-1262.
- Bastias, M.V., ve Cloutier, A. (2005). Evaluation of wood sorption models for high temperatures. Maderas. Ciencia y tecnologia, 7(3),145-158.
- Berkel, A. (1970). Ağaç malzeme teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayın no. 147, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., ve Göker, Y. (1987). Fiziksel ve mekanik ağaç teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 388. İstanbul.
- Bratasz, L., Kozłowska, A., ve Kozłowski, R. (2012). Analysis of water adsorption by wood using the Guggenheim-Anderson-de Boer equation. European Journal of Wood and Wood Products, 70(4), 445-451.
- Casada, M.E. (2002). Moisture adsorption characteristics of wheat and barley. Transactions of ASAE, 45(2), 361-368.
- Crank, J. (1975). The mathematics of diffusion. Oxford University Press, Ely House, London W.I.
- Dağsöz, A. K. (1977). Isı geçişi. İstanbul: Arpaz Matbaacılık.
- Doğu, D., Koç, K.H., As, N., Atik, C., Aksu, B. ve Erdinler, S. (2001). Türkiye’de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların temel kimlik bilgileri ve kullanıma yönelik genel değerlendirme. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, B, 52(2), 69-84.
- Goswami, D.Y., Lavania, A., Shahbazi, S., ve Masood, M. (1991). Analysis of a geodesic dome solar fruit dryer. Drying Technology, 9(3), 677- 691.
- Henderson, S.M., ve Papis, S. (1961). Grain drying theory. II. Temperature effects on drying coefficients. Journal of Agricultural Engineering Research, 6, 169-174.
- Keylwerth, R ve Noack, D., 1964. Die Kammertrocknung von Schnittholz Betriebsblatt 1. Holz als Roh-und Werkstoff, 22, 29 - 36.
- Khazaei, J. (2008). Water absorption characteristics of three wood varieties. Cercetari Agronomice in Moldova, 41, 2 (134), 5-16.
- Kollmann, F.F.P., ve W.A. Cote, Jr. (1968). Principles of wood science and technology. I. Solid Wood. Springer-Verlag. New York.
- Kurtoğlu, A. (1984). Hava kurusu odunun rutubet değişimleri ve Türkiye’de odunun muhtemel denge rutubeti miktarının dağılımı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 362, İstanbul.
- McNaught, A. (1987). Equilibrium moisture content of timber. QFRI Timber Note. 23.
- Newby, P., ve Brennan, G.K. (1990). Moisture content fluctuations of regrowth Jarrah anda Karri under different environmental conditions. Rep, Wood Utilisation Res, Centre, No: 18.
- Olgun, H. ve Rzayev, P. (2000). Fındığın üç farklı sistemde güneş enerjisi ile kurutulması. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 24, 1-14.
- Sipson, W.T. (1999). Wood Handbook, Chapter 12: Drying and control of moisture content and dimensional changes, Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI.
- Sodha, M.S., Dang, A., Bansal, P.K., ve Sharma, S.B. (1985). An analytical and experimental study of open sun drying and a cabinet type dryer. Energy Convers, 25(3), 263-271.
- TS 2470. (1976). Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- TS 2471. (1976). Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2472. (1976). Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Üçüncü, K. (2007). Tam kuru doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odununun adsorpsiyon özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B, 57(2), 45-59.
- Üçüncü, K., Aydın, A., ve Taşdemir T. (2005). Tam kuru ceviz (*Juglans regia* L.) odununun adsorpsiyon özellikleri. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7(8), 27-36.
- Üçüncü, K., Aydın, A., ve Taşdemir, T. (2010). Okaliptus (*Eucalyptus cemaldulensis*) odununun adsorpsiyon özellikleri, III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, Bildiriler Kitabı, Cilt V, 1712 – 1721, Artvin.
- Villière, A, (1966). *Séchage des bois*, Dunod, Paris.
- Wiedenbeck, J.K., Hofmann, K., Peralta, P., Skaar, C., ve Koch, R. (1990). Air permeability, shrinkage, and moisture sorption of lodgepole pine stemwood. *Wood and Fiber Science*, 22(3), 229–245.
- Wu, Q. (2003). Application of Nelson's sorption isotherm to wood composites and overlays. *Wood and Fiber Science*, 31(2), 187 – 191.

ÇEŞİTLİ AĞAÇ TÜRLERİNE AİT DOĞAL RENK VE PARLAKLIK DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mustafa ORDU¹

Sait Dünder SOFUOĞLU²

ÖZET

Masif ağaç malzeme doğal görüntüsü ile kullanıcılar tarafından tercih edilmektedir. Ancak bu tercihler kullanıcıların zevk ve bakış açılarına göre değişiklik göstermektedir. Genellikle ağacın doğal yapısının ve tekstürünün kaybolmadan doğal hali ile kullanılması birçok tasarımcı tarafından tercih edilmektedir. Bunun için parlaklık ve renk değişikliğine yol açmayacak saydam üst yüzey işlemlerini tercih etmek önem arz etmektedir. Bu çalışmada Türkiye’de yetişen 10 ağaç türü üzerinde doğal renk ve parlaklık değerlerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümleri ASTM D 2244’de belirtilen esaslara göre Colorstriker renk ölçme cihazı ile parlaklık ölçümleri ise TS 4318’de belirtilen esaslara göre parlaklık ölçme cihazı Micro-TRI-gloss μ (Gloss metre) ile yapılmıştır. Elde edilen verilerin masif ağaç malzemenin görsel olarak seçiminde etkili olacağı düşünülmektedir.

Anhtar Kelimeler: Masif Ağaç, Renk, parlaklık,

Comparison of Natural Color and Brightness Value for the Various Types of Wood

ABSTRACT

Massive wooden material, having a natural surface image, is preferred by users. However, the preferences vary according to the users’ perspectives and tastes. It is mostly common among the designers to use the wood naturally without any changes in the texture. Thus, it is recommendable to conduct transparent surface treatment which does not cause any changes in color or brightness of the wood. In this study, natural color and brightness measurements were carried out on 12 different kinds of wood grown in Turkey. Color measurements have been performed with Colorstriker color measuring instruments taking ASTM D 2244 principles into consideration and brightness measurements have been carried out with Micro-TRI-gloss μ in accordance with the principles of TS4318. Obtained data may influence the select of visual material of massive wood material.

Keywords: Wooden material, color, brightness

Giriş

Masif ağaç malzeme doğal görüntüsü ile kullanıcılar tarafından tercih edilmektedir. Ancak bu tercihler kullanıcıların zevk ve bakış açılarına göre değişiklik göstermektedir. Genellikle ağacın doğal yapısının ve tekstürünün kaybolmadan doğal hali ile kullanılması birçok tasarımcı tarafından tercih edilmektedir. Bunun için parlaklık ve renk değişikliğine yol açmayacak saydam üst yüzey işlemlerini tercih etmek önem arz etmektedir. Üst yüzey işlemleri yardımıyla ağaç malzemenin gerek renk gerekse parlaklık açısından değerleri değiştirilebilmektedir. Ancak ağaç malzemenin doğal olarak ya da üst yüzey işlemi uygulanarak kullanıldığı yerlerde doğal renk ve parlaklık değerlerini bilmek önemlidir. Konu ile ilgili literatürde çeşitli üst yüzey işlemi uygulandıktan sonra, belirli koşullarda bekletildikten sonra vb. yüzeydeki renk ve parlaklık farklılıklarının durumu ölçülmüş ve birçok çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada Türkiye’nin Kütahya ilinin Simav ilçesinde doğal ormanlardan rastgele seçilerek elde edilen 10 ağaç türüne ait renk ve parlaklık değerleri standartlara bağlı kalınarak ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Malzeme Ve Yöntem

2.1 Malzeme

Ağaç malzeme

Bu çalışmada Türkiye’de yaygın olarak yetişen 10 farklı ağaç türü kullanılmıştır. Kullanılan ağaç türleri Türkiye’nin batısında yer alan Kütahya’nın Simav ilçesindeki doğal ormanlardan rastgele seçim yöntemi ile elde edilmiştir. Kullanılan ağaç türleri karaçam, sedir, kayın, kestane, akçaağaç, kavak, meşe, kızılçak, kızılçam ve ardıçtır.

1.2. Yöntem

¹ Öğr. Gör. Dumlupınar Üniversitesi, mustafa.ordu@dpu.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr. Dumlupınar Üniversitesi, sdunder.sofuoglu@dpu.edu.tr

Deney numunelerinin hazırlanması

Ahşap malzemeler TS 2470 standardına göre, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, çürüksüz, reaksiyon odunu, mantar ve böcek zararı ile renk ve yoğunluk farkı bulunmayan 10 farklı ağaç türünden elde edilmiştir. Tomruklar ormandan rastgele seçim yöntemi ile elde edilmiştir. Şerit testere makinesi ile uygun boyutlara getirilen masif ağaç malzemeler planya ve kalınlık makinesi kullanılarak 100x100x10 mm boyutlarına getirilmiştir. Daha sonra 60'lık zımpara kullanılarak bıçak izleri temizlenmiştir.

Standartlara göre son ölçülerine getirilen deney örnekleri iklimlendirme dolabında $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem ortamında ağırlıkları sabit olana kadar bekletilmiş ve rutubetlerinin % 12 ± 2 denge rutubetine ulaşmaları sağlanmıştır. Numuneler 80'lik ve 120'lik zımparalarla yüzeyleri zımparalanmış ve zımparalama işleminden sonra numune yüzeyleri orta sertlikteki fırça ve basınçlı hava ile temizlenerek renk ve parlaklık ölçümüne uygun hale getirilmiştir.

Parlaklık ölçümü

Kusursuz ve parlak yüzeyler, belirli bir yönden gelen ışını aynı ya da benzer açı ile yansıtırlar. Parlaklık, yüzeyin yansıttığı ışığın gözlemciyi etkilemesi gerekir. Ayna gibi yüzeylerin ışığı yansıtma derecesi çok yüksektir. Parlaklık karakteristikleri aynı olan yüzeylerin ölçümlerinde, birbirinden farklı sonuçlar elde edilmemelidir. Parlak yüzeylerde genellikle yüzey parlaklığı birden fazla ölçümle ele edilir. Parlaklık ölçüm cihazları 20° , 60° ve 85° ölçüm yaparlar. 20° ölçüm yapan türleri parlak, 85° ölçüm yapan türleri mat yüzeyler için kullanılırsa da 60° ölçüm yapan türleri ile hem mat hem parlak yüzeylerde ölçüm yapıldığında çok fazla hata yapılmamış sayılır. Glossmetrede pencerenin birinden yüzeye ışık gönderilir, diğer alıcı penceresinden yüzeyden yansıyan ışık alınarak kaydedilir. Doğal olarak düzgün, pürüzsüz ve parlak yüzeyler gelen ışının tamamını ya da büyük bölümünü geri yansıtacaktır (Özen ve Sönmez, 1990). Şekil 1'de ölçümlerde kullanılan BYK Gardner marka parlaklık ölçüm cihazı gösterilmektedir.



Şekil 1. BYK Gardner parlaklık ölçüm cihazı

Renk ölçümü

Yüzeyden yansıyan ışık, önce bir prizmada, kendisini oluşturan dalga boylarına ayırıştırılır. Sonra da, her bir dalga boyundaki ışık kesimini, yansıyan huzmeden ayırıp algılayıcı üzerine düşüren ayırma düzenekleri kullanılır. Her bir tek dalga boyulu ışığı ayrı ayrı algılayan detektör, bunların birleşiminden oluşan bir yeğlilik-dalga boyu grafiği oluşturur. Aynı veri kullanılarak o rengin L, a ve b değerleri cihaz tarafından hesaplanır. Örnek paneller, standart panel arasındaki renk farkı (ΔE) belirlenir (Berns, 2000).

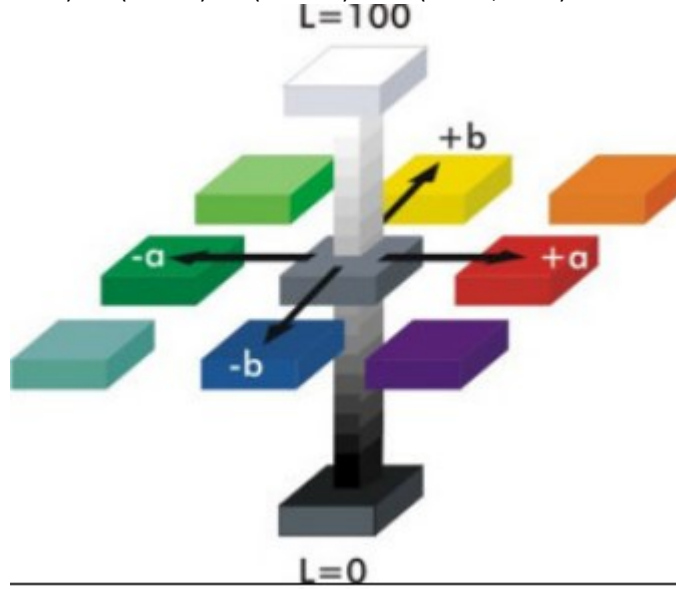
Renk ölçümleri, ASTM-D 2244' de belirtilen esaslara göre Colorstriker renk ölçme cihazı ile yapılmıştır. CIE L* a* b* renk sistemine göre ölçüm yapabilen cihazdır. CIE L* a* b* renk sisteminde, renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, L* siyah - beyaz (siyah için L* = 0, beyaz için L* = 100) ekseninde, a* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır (Şekil 2) (Söğütü ve Sönmez, 2006).

ΔE^* , iki renk arasındaki farkın ölçümüdür. CIE L*a*b* renk düzleminde bulunan iki rengin (düzlemdeki iki noktanın) koordinatları arasındaki uzaklıktır. ΔE ne kadar büyükse karşılaştırılan renklerin arasındaki fark da o kadar fazladır. CIE L*a*b* sistemine göre, iki renk arasındaki renk farkı veya uzaklık, $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ formülüne göre hesaplanır. Formülün açılımı;

Orijinal rengin değeri = L1 , a1 , b1

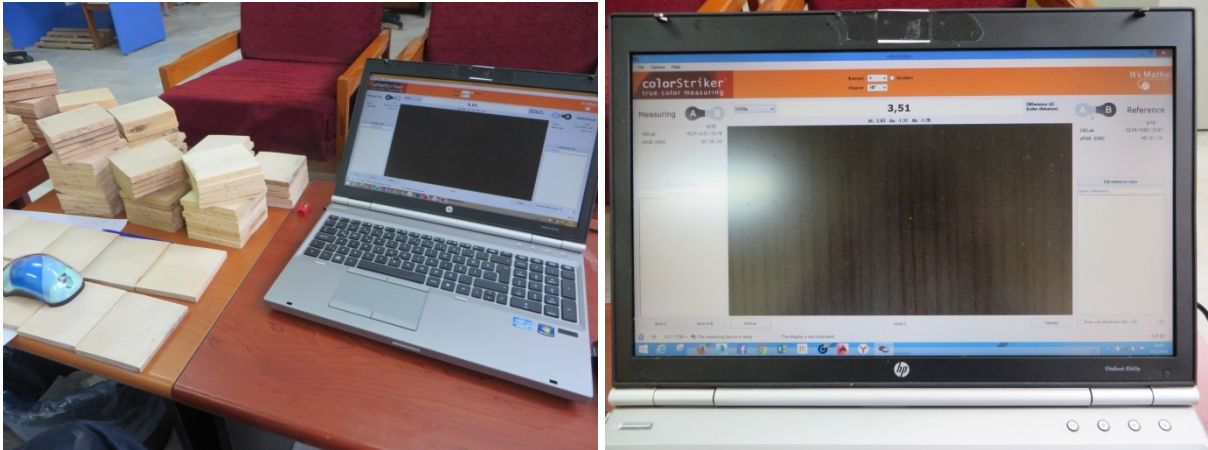
Basılan rengin değeri = L2 , a2 , b2

Renk farkı $(\Delta E)^2 = (L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2$ 'dir (Özcan, 2008).



Şekil 2. CIE L*a*b* renk düzlemi (Özcan, 2008).

Şekil 3'de renk ölçümünde kullanılan Colorstriker ölçüm cihazı ve cihazın program arayüzü görülmektedir.



Şekil 3. Renk ölçümü ve ColorStriker program arayüzü.

Bulgular

Elde edilen değerler parlaklık ölçüm değerleri ve renk ölçüm değerleri olmak üzere iki başlık halinde incelenmiştir.

3.1 Parlaklık Ölçüm değerleri ile ilgili bulgular

10 ağaç türü üzerinde herbir ağaç türünde 5'er adet numune alınmış ve herbir numunenin 3 farklı noktasında ölçümler yapılmış, her bir ağaç türünde 15 adet olmak üzere toplamda 150 parlaklık ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçları değerlendirmek üzere Minitab 17 yazılımı kullanılarak % 95 güven düzeyinde Tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır (Tablo 1). Varyans analizi yapılırken grup karşılaştırmalarında farklılıkların önemini belirlemek için uygun olan Tukey testi seçeneği kullanılmıştır (Tablo 3). Analiz sonucunda elde edilen sonuçlar şu şekildedir.

Tablo 1. için Tek yönlü varyans analizi.

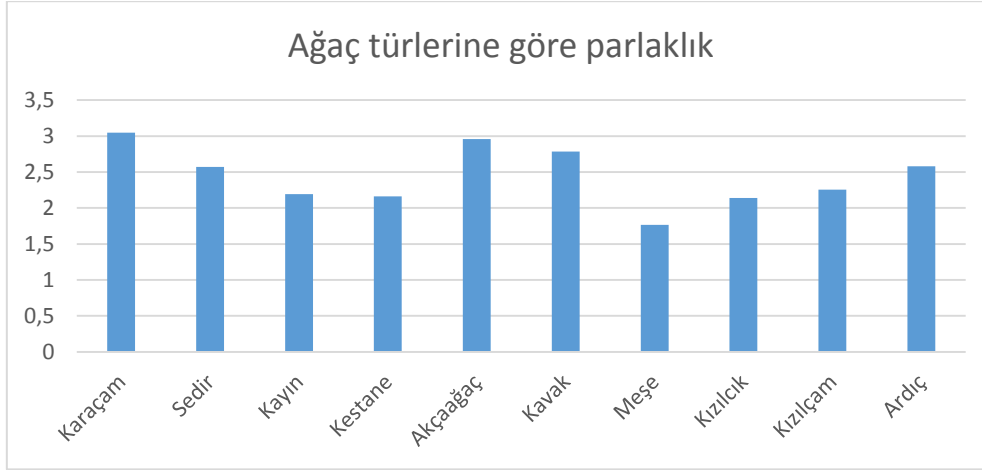
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
--------	----	--------	--------	---------	---------

Faktör	9	22,697	2,52184	41,65	0,000
Hata	140	8,476	0,06054		
Toplam	149	31,173			

Parlaklık ölçümleri üzerine yapılan Varyans analiz sonuçlarına göre p değeri 0,000 olduğundan gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Tablo 1). Elde edilen ortalama değerler ve %95 düzeyinde güven aralığı değerleri Tablo 2’de verilmektedir. Şekil 4’de ağaç türlerine göre parlaklık değerleri verilmektedir.

Tablo 2. Ağaç türlerine göre parlaklık değerleri

Faktör	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	% 95 lik güven aralıkları
Karaçam	15	3,0467	0,3292	2,9211; 3,1723)
Sedir	15	2,573	0,453	(2,448; 2,699)
Kayın	15	2,1933	0,1534	(2,0677; 2,3189)
Kestane	15	2,1600	0,2063	(2,0344; 2,2856)
Akçaağaç	15	2,9600	0,2354	(2,8344; 3,0856)
Kavak	15	2,7867	0,1846	(2,6611; 2,9123)
Meşe	15	1,7667	0,0900	(1,6411; 1,8923)
Kızılıçık	15	2,1400	0,2473	(2,0144; 2,2656)
Kızılçam	15	2,2533	0,1407	(2,1277; 2,3789)
Ardıç	15	2,5800	0,2178	(2,4544; 2,7056)



Şekil 4. Ağaç türlerine göre parlaklık değerleri

Tablo 3. Ağaç türlerine göre parlaklık değerleri için Tukey testi sonuçları.

Faktör	N	Ortalama	Grup
Karaçam	15	3,0467	A
Akçaağaç	15	2,9600	A
Kavak	15	2,7867	A B
Ardıç	15	2,5800	B
Sedir	15	2,573	B
Kızılçam	15	2,2533	C
Kayın	15	2,1933	C
Kestane	15	2,1600	C
Kızılıçık	15	2,1400	C
Meşe	15	1,7667	D

Ağaç türlerine göre parlaklık değerleri için Tukey testi sonuçları Tablo 3’de verilmektedir. İlgili ağaç türlerinde toplamda 4 adet grup olduğu görülmektedir. En yüksek parlaklık değerini Karaçam, en düşük parlaklık değerini ise Meşe ağaç türü vermiştir.

3.2 Renk ölçüm değerleri ile ilgili bulgular

10 ağaç türü üzerinde her bir ağaç türünde 5'er adet numune alınmış ve her bir numunenin 3 farklı noktasında ölçümler yapılmış, her bir ağaç türünde 15 adet olmak üzere toplamda 150 renk ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçları değerlendirmek üzere Minitab 17 yazılımı kullanılarak % 95 güven düzeyinde Tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır (Tablo 5,6,7). Varyans analizi yapılırken grup karşılaştırmalarında farklılıkların önemini belirlemek için uygun olan Tukey testi seçeneği kullanılmıştır.

Tablo 4'de ağaç türlerine göre özgül ağırlık değerleri ve renk ölçüm değerleri (L, a ve b) verilmektedir.

Tablo 4. Renk ölçüm değerleri

Ağaç türü	Özgül ağırlık (g/cm ³)	L	a	b
Karaçam	0.529	15,43	7,95	16,77
Sedir	0.535	16,17	4,69	12,45
Kayın	0.643	11,52	3,76	10,29
Kestane	0.592	13,13	3,78	11,23
Akçaağaç	0.554	18,77	3,18	11,84
Kavak	0.593	20,05	4,98	13,52
Meşe	0.790	10,79	3,38	9,09
Kızılcık	0.538	11,99	5,62	12,83
Kızılcım	0.603	14,26	4,44	12,62
Ardıç	0.471	17,58	4,12	11,26

Renk ölçümleri üzerine L, a ve b değerleri için ayrı ayrı yapılan varyans analiz sonuçlarına göre her üç değer için de p değeri 0,000 olduğundan gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Tablo 5, 6, 7).

Tablo 5 . L değeri için Tek yönlü varyans analizi.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Faktör	9	1363	151,427	18,16	0,000
Hata	140	1167	8,339		
Toplam	149	2530			

Tablo 6. a değeri için Tek yönlü varyans analizi.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Faktör	9	281,2	31,2394	43,48	0,000
Hata	150	107,8	0,7184		
Toplam	159	388,9			

Tablo 7. b değeri için Tek yönlü varyans analizi.

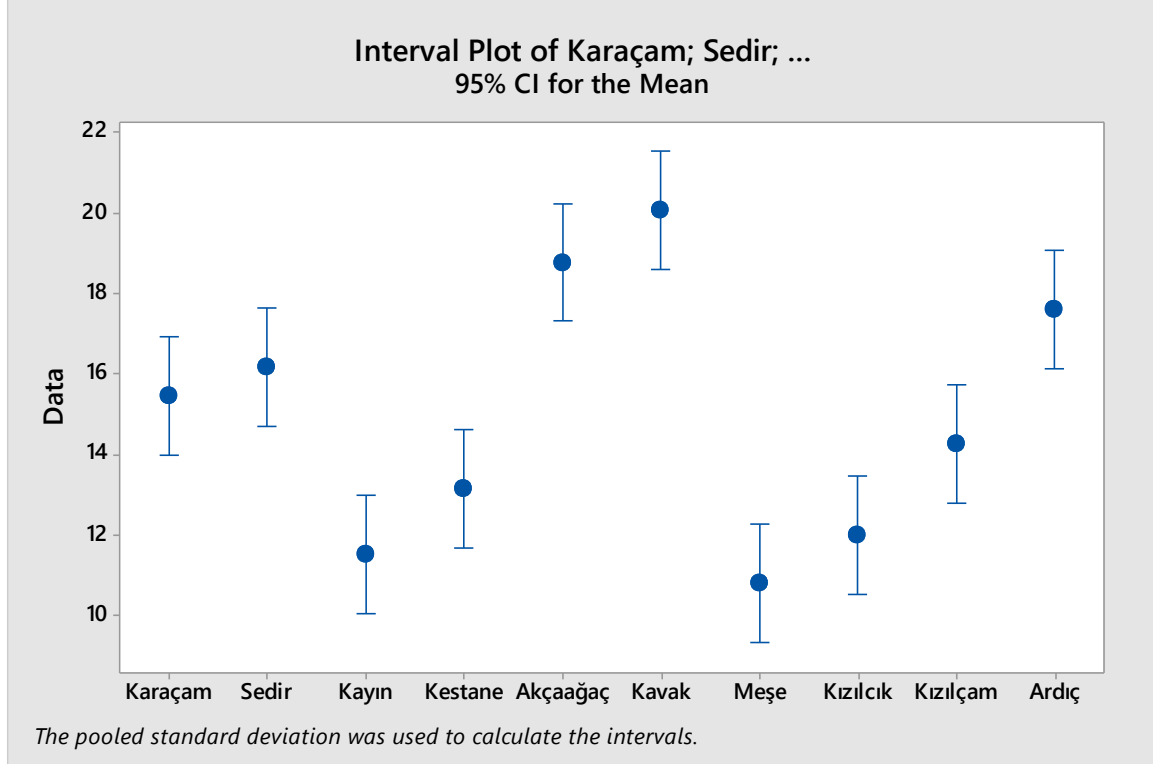
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Faktör	9	615,6	68,401	31,93	0,000
Hata	150	321,4	2,142		
Toplam	159	937,0			

L, a ve b renk değerleri için elde edilen ortalama değerler ve %95 düzeyinde güven aralığı değerleri Tablo 8, 9 ve 10'da verilmektedir. Bu değerlere ait grafikler ise Şekil 5, 6 ve 7' da verilmektedir.

Tablo 8. L değeri için ortalama değerler ve % güven düzeyinde aralıklar

Faktör	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	% 95 lik güven aralıkları
Karaçam	15	15,434	0,845	(13,960; 16,909)
Sedir	15	16,172	1,435	(14,698; 17,646)

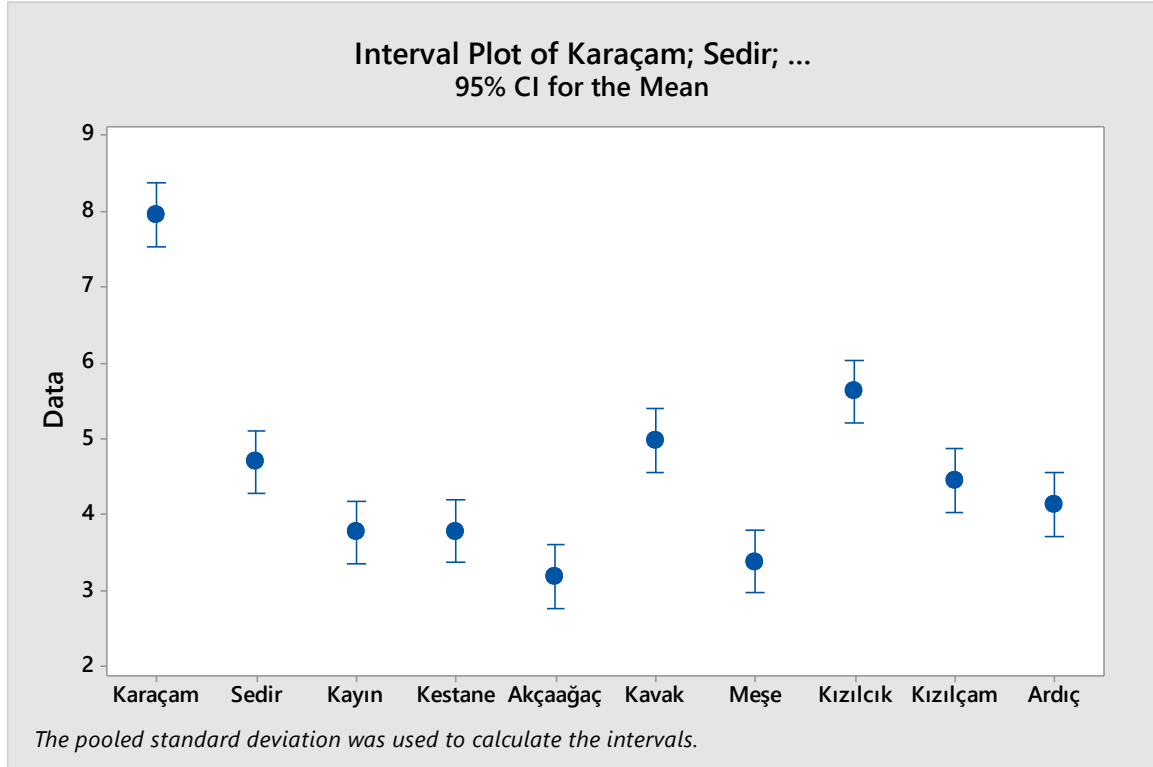
Kayın	15	11,516	2,494	(10,041; 12,990)
Kestane	15	13,126	2,965	(11,652; 14,600)
Akçaağaç	15	18,770	3,324	(17,296; 20,244)
Kavak	15	20,051	1,782	(18,576; 21,525)
Meşe	15	10,794	2,345	(9,320; 12,268)
Kızılıçık	15	11,99	4,27	(10,52; 13,47)
Kızılçam	15	14,263	2,190	(12,788; 15,737)
Ardıç	15	17,58	4,78	(16,11; 19,06)



Şekil 5. L değeri için ortalama değerler

Tablo 9. a değeri için ortalama değerler ve % güven düzeyinde aralıkları

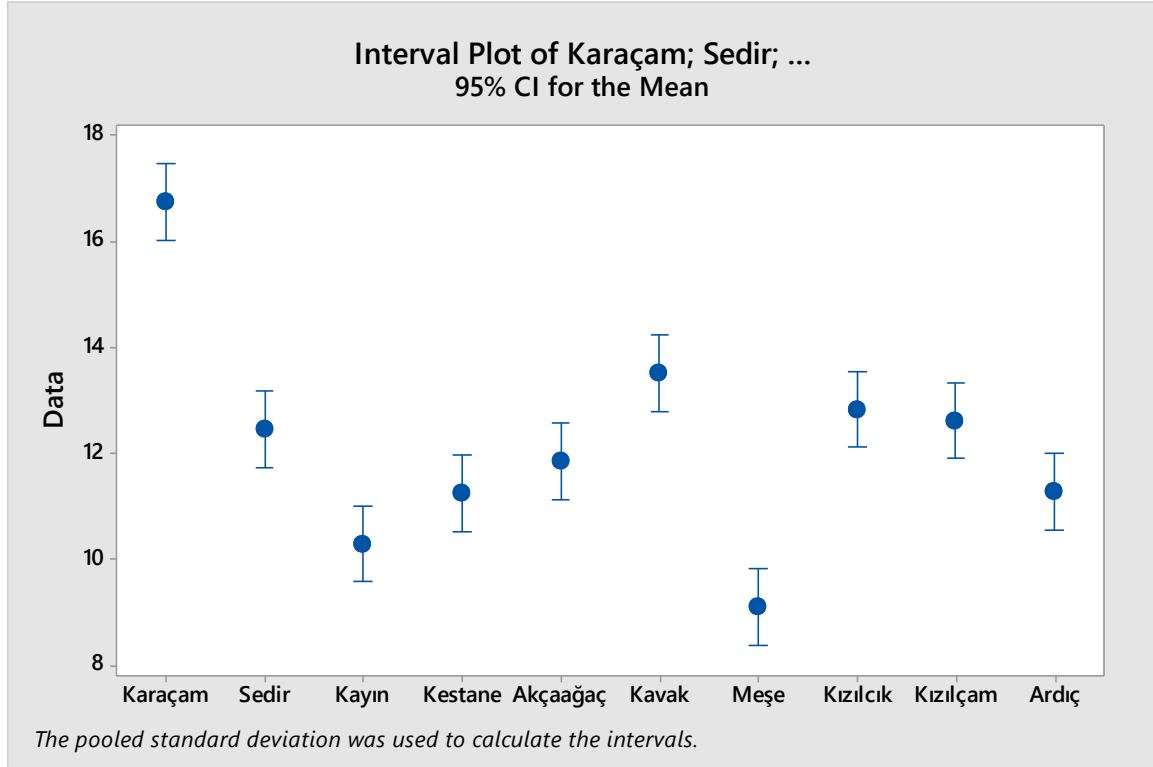
Faktör	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	% 95 lik güven aralıkları
Karaçam	15	7,952	0,546	(7,533; 8,370)
Sedir	15	4,69	0,571	(4,272; 5,109)
Kayın	15	3,760	0,660	(3,341; 4,179)
Kestane	15	3,776	1,067	(3,357; 4,194)
Akçaağaç	15	3,180	0,749	(2,761; 3,599)
Kavak	15	4,976	0,703	(4,557; 5,395)
Meşe	15	3,376	1,178	(2,957; 3,794)
Kızılıçık	15	5,620	0,823	(5,201; 6,039)
Kızılçam	15	4,444	0,684	(4,026; 4,863)
Ardıç	15	4,125	1,183	(3,706; 4,544)



Şekil 6. a değeri için ortalama değerler

Tablo 10. b değeri için ortalama değerler ve % güven düzeyinde aralıkları

Faktör	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	% 95 lik güven aralıkları
Karaçam	15	16,766	0,477	(16,043; 17,489)
Sedir	15	12,454	0,924	(11,731; 13,177)
Kayın	15	10,286	1,599	(9,563; 11,010)
Kestane	15	11,233	1,507	(10,510; 11,956)
Akçaağaç	15	11,839	1,065	(11,116; 12,562)
Kavak	15	13,517	0,866	(12,794; 14,240)
Meşe	15	9,093	1,322	(8,370; 9,816)
Kızılcık	15	12,831	2,455	(12,108; 13,554)
Kızılcım	15	12,618	1,271	(11,895; 13,341)
Ardiç	15	11,262	2,060	(10,539; 11,985)



Şekil 7. b değeri için ortalama değerler

Tablo 11, 12 ve 13 de L, a ve b değerleri için Tukey testi sonuçları verilmektedir. L değeri için ölçüm yapılan 10 ağaç türünde 6 grup, a değeri için 5 grup, b değeri için 5 grup olduğu görülmektedir.

Tablo 11. L değeri için ağaç türlerine göre değerleri için Tukey testi sonuçları.

Faktör	N	Ortalama	Grup
Kavak	15	20,051	A
Akçaağaç	15	18,770	A B C
Ardiç	15	17,58	A B C D
Sedir	15	16,172	B C D
Karaçam	15	15,434	B C D E
Kızılcım	15	14,263	D E
Kestane	15	13,126	E F
Kızılcık	15	11,99	E F
Kayın	15	11,516	F
Meşe	15	10,794	F

Tablo 12. a değeri için ağaç türlerine göre değerleri için Tukey testi sonuçları.

Faktör	N	Ortalama	Grup
Karaçam	15	7,952	A
Kızılcık	15	5,620	B
Kavak	15	4,976	B C
Sedir	15	4,690	B C D
Kızılcım	15	4,444	C D
Ardiç	15	4,125	C D E
Kestane	15	3,776	D E
Kayın	15	3,760	D E
Meşe	15	3,376	E
Akçaağaç	15	3,180	E

Tablo 13. b değeri için ağaç türlerine göre değerleri için Tukey testi sonuçları.

Faktör	N	Ortalama	Grup
Karaçam	15	16,766	A
Kavak	15	13,517	B
Kızılıçık	15	12,831	B C
Kızılçam	15	12,618	B C
Sedir	15	12,454	B C
Akçaağaç	15	11,839	C D
Ardıç	15	11,262	C D
Kestane	15	10,233	C D
Kayın	15	10,286	D E
Meşe	15	9,093	E

Sonuç

Çalışmada kullanılan ağaç türleri karaçam, sedir, kayın, kestane, akçaağaç, kavak, meşe, kızılıçık, kızılçam ve ardıçtır. Parlaklık ölçümleri üzerine yapılan ağaç türleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. En yüksek parlaklık değerini Karaçam (3,0467), en düşük parlaklık değerini ise Meşe (1,7667) ağaç türünde elde edilmiştir. Renk ölçümünde ise en yüksek L değerini Kavak (20,051) en düşük L değerini Meşe (10,794) ağaç türü vermiştir. a değeri en yüksek Karaçam'da (7,952) en düşük Akçaağaçta (3,180) elde edilmiştir. b değeri ise en yüksek 16,776 ile Karaçam'da en düşük 9,093 ile Meşe ağaç türünde elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ağaç malzemenin kullanım yerinde estetik açıdan değerlendirilmesinde ve uygulanması planlanan üst yüzey işlem malzemelerinin seçiminde kullanılabilir.

Kaynaklar

- ASTM-D 2244, (2007), Test Method for Calculation of Color Differences Form Instrumentally Measured Color Coordinates.
- Berns, R.S., (2000), Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology, John Wiley & Sons, New York, 3rd Edition, 78-81.
- Özcan, A., (2008), Kağıt Yüzey Pürüzlülüğünün L*a*b* Değerleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7 (14), s.53-61
- Özen, R., Sönmez, A., (1990), Ahşap Yüzeyler İçin Hazırlanan Verniklerin Fiziksel, Kimyasal ve Mekanik Etkilere Karşı Dayanaklıkları, Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 1428-36.
- TS 2470, (1976), Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikleri, T.S.E., Ankara, 1-5
- TS 4318 (1985), Boya ve vernikler-Metalik olmayan boya filmlerinin 20, 60 ve 85 derece açılarda parlaklık ölçümü, T.S.E., Ankara.
- TS 2470, (1976), Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikleri, T.S.E., Ankara, 1-5

THREE DIMENSIONAL MODELING OF ROCK QUALITY DESIGNATION (RQD) IN A LIMESTONE QUARRY (TRABZON, TURKEY)

Şener ALİYAZICIOĞLU¹

Kadir KARAMAN²

Ferdi CİHANGİR³

Bayram ERÇIKDI⁴

Ayhan KESİMAL⁵

ABSTRACT

Rock slope stability analysis is performed to design safe and functional slopes in open pit mines. A proper design of slopes leads to improve slope stability and safety and correspondingly reduces costs, extends the life of mines and decreases the stripping ratio. Rock quality designation (RQD) index measures the percentage of rock within a borehole. RQD is used as a standard parameter in borehole logging. Its simplicity allows designers to decide a proper and stable design in open pit mines.

This study includes borehole analysis, discontinuity measurements and observations of Taşönü (Trabzon) limestone quarry (Northeast, Turkey). In the study area, 3 large-scale planar failures occurred between 2005 and 2007 years. After these failures, new tension joints formed behind the failure zone. Clay layer having up to 110 centimeter thickness has been held responsible for these failures. The purpose of this study is to analyze rock classification system by RQD. To achieve this purpose, five boreholes were drilled behind the failure zone. Total length of boreholes was 193 meters. Boreholes formation roughly includes limestone and volcanic breccia. RQD values are 20.40, 26.13, 18.57, 50.09 and 36.72 in percentage for limestone formation in the boreholes. Beside this, RQD values found as 50.58, 44.15, 42.73, 40.13 and 34.87 in percentage for total lengths in the boreholes.

This study evaluated the boreholes and modeling RQD values in the limestone quarry, analyzing all boreholes and recording the length of discontinued rock specimens. Borehole data including RQD values and formation and digital terrain model (DTM) was created in Gemcom Surpac 6.2 package program with three dimensional modelling. RQD values for modeling classified as very poor, poor, fair, good and excellent like described in the literature. The result includes boreholes and the RQD distribution models through the limestone quarry. This study shows the significance of boreholes evaluation and RQD modeling to analyses and evaluation of rock failure and potential future failures.

Keywords: Borehole evaluation, RQD, slope stability, 3D modeling

Introduction

Taşönü (Aralık-Trabzon) limestone quarry has been exposed to three large-scale planar failures between 2005 and 2007 years. It is figured out that the failures occurred on clay layers. The factors such as high slope angle and bench height in the quarry, uncontrolled blasting operations and intense rainfall have been reported to cause failures by studies carried out between 2004 and 2015 years (Erçikdi et al., 2006). After these failures, raw limestone supply from the quarry came to a standstill. Therefore, 5 different exploratory drillings were bored north side of the landslide area. For the purpose of evaluation of boreholes, detailed RQD calculation has been put into effect.

The rock quality designation, RQD, is a rock mass classification system. RQD was firstly proposed by Deere (1964) as an index of evaluating rock quality quantitatively. After this, RQD has become a topic of various assessments (Deere et al. 1967; Cording and Deere 1972; Merritt 1972; Deere 1989). RQD is a core recovery percentage calculated by measuring rock core pieces over 100 mm in length (optimal in NX cores).

This study evaluated the boreholes and modeling RQD values in the limestone quarry, analyzing all boreholes and recording the length of discontinued rock specimens. Borehole data including RQD values and formation and digital terrain model (DTM) was created in Gemcom Surpac 6.2 package program with three dimensional modelling. RQD values for modeling classified as very poor, poor, fair, good and excellent like described in the literature. The result includes boreholes and the RQD distribution models through the limestone quarry.

Site Description

¹ Res.Assist. Karadeniz Teknik Üniversitesi, aliyazicioglu@ktu.edu.tr

² Assist.Prof.Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, kadirkaraman@ktu.edu.tr

³ Assist.Prof.Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, cihangir@ktu.edu.tr

⁴ Assos.Prof.Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi,

⁵ Prof.Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, kesimal@ktu.edu.tr

The Araklı-Taşönü limestone quarry is placed approximately 40 km from Trabzon city in northeast of Turkey (Figure 1) (Aliyazıcıoğlu et al, 2015). The quarry is managed by Aşkale Cement Factory and utilizes the limestone-rich Kirechane formation. Kirechane formation includes different limestone formations such as biomicritic limestone, macro fossil void limestone and sandy-clayey limestone (Karaman vd., 2013).

The quarry has experienced three separate planar failures, which occurred between 2005 and 2006 (Figure 2). It has been indicated that landslides occurred on a clay layer which is up to 100 cm thick and 20-30 degree inclined (Ceryan, 2009).



Figure 1: Location of the Araklı-Taşönü limestone quarry (Aliyazıcıoğlu vd., 2015)

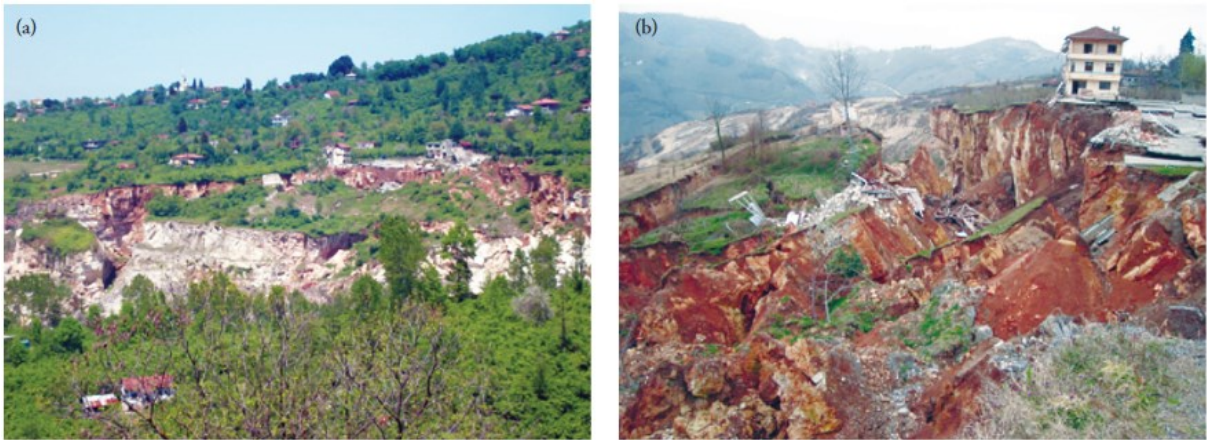
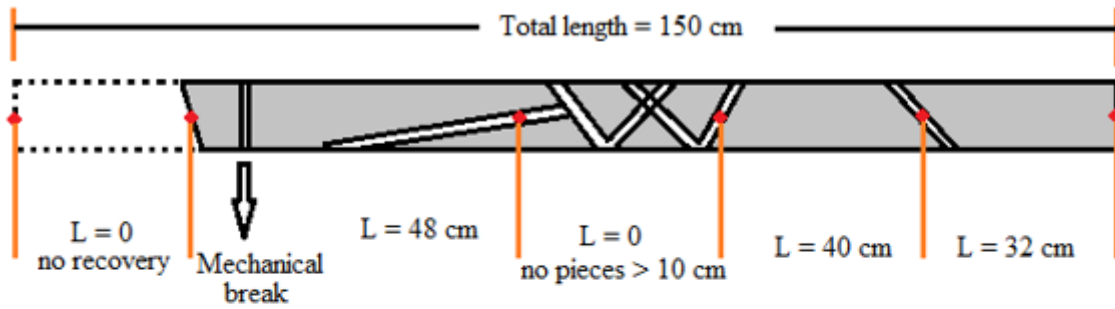


Figure 2: A general view (a) and a closer view (b) of failure region (Karaman vd., 2013)

Rqd Calculation

Rock quality designation (RQD) is the calculation of the degree of discontinuities or fractures in a rock mass. It is calculated by measuring sound rock pieces in a borehole and dividing the total sound rock pieces to total core length (Figure 3). High quality rock is described having more than 75 % in RQD, low quality as less than 50 % (Table 1).

RQD is the borehole core recovery percentage including only pieces of solid cores which are equal or longer than 10 cm in length. It is measured along the centerline of the core. In this respect, rock pieces not hard or soft and soil parts is not included. RQD was originally implemented to use with core diameters of 54.7 mm (NX core size)



Total length of core run = 150 cm

$$RQD = \frac{\sum \text{length } (L) \text{ of core pieces } > 10 \text{ cm}}{\text{Total length of core run}}$$

$$RQD = \frac{32 + 40 + 48}{150} \times 100 \% = 80 \%$$

- RQD = 0 – 25% very poor
- RQD = 25 – 50% poor
- RQD = 50 – 75% fair
- RQD = 75 – 90% good
- RQD = 90 – 100% excellent

Figure 3: Procedure for measurement and calculation of RQD (after Deere, 1989)

Table 1: Rock quality designation (RQD) classification index

RQD	Rock Mass Quality
< 25 %	Very poor
25 – 50 %	Poor
50 – 75 %	Fair
75 – 90 %	Good
90 – 100 %	Excellent

In the limestone quarry, 5 different boreholes drilled and total length of boreholes was 193 meters (Figure 4) (Aliyazıcıoğlu vd., 2015). Boreholes formation roughly includes limestone and volcanic breccia (Figure 5). All boreholes' core boxes are measured one by one (max. 1.2 m) and calculated their RQD values, values of borehole number 1 is given in Table 2 as an example. RQD values are 20.40, 26.13, 18.57, 50.09 and 36.72 in percentage for limestone formation in the boreholes. Beside this, RQD values found as 50.58, 44.15, 42.73, 40.13 and 34.87 in percentage for total lengths in the boreholes.



Figure 4: Core boxes belonging to borehole number 4 (Aliyazicioğlu vd., 2015)

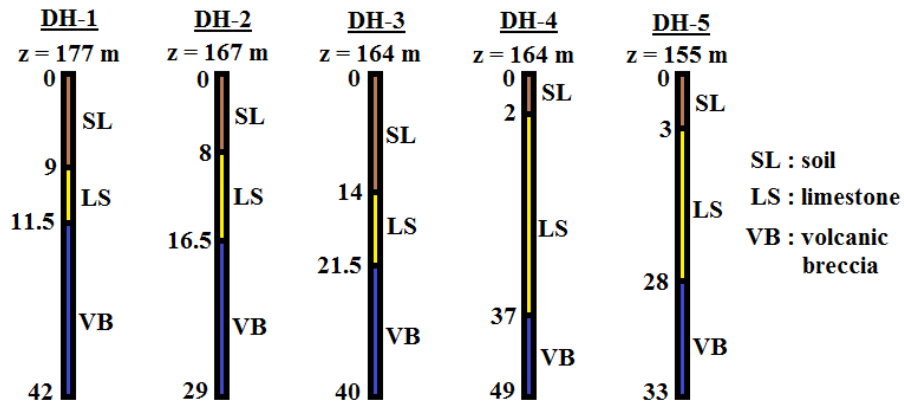


Figure 5: All boreholes with formation and depth values

Borehole No. 1			
From (m)	To (m)	RQD (%)	Rock Mass Quality
0.00	8.00	-	-
8.00	9.20	10	Very poor
9.20	10.50	31	Poor
10.50	11.70	10	Very poor
11.70	13.00	20	Very poor
13.00	14.30	20	Very poor
14.30	15.50	35	Poor
15.50	16.70	60	Fair
16.70	18.00	60	Fair
18.00	19.30	54	Fair
19.30	20.50	95	Excellent
20.50	21.80	28	Poor

21.80	23.00	62	Fair
23.00	24.00	100	Excellent
24.00	25.20	87	Good
25.20	26.40	58	Fair
26.40	27.60	65	Fair
27.60	28.70	96	Excellent
28.70	30.00	42	Poor
30.00	31.20	51	Fair
31.20	32.50	24	Very poor
32.50	33.70	48	Poor
33.70	34.80	85	Good
34.80	35.90	60	Fair
35.90	37.00	66	Fair
37.00	38.00	82	Good
38.00	39.00	75	Good
39.00	40.00	97	Excellent
40.00	41.00	62	Fair
41.00	42.00	86	Good

Table 2: Detailed core boxes RQD values for borehole number 1

Three Dimensional (3d) Modeling

Limestone quarry modeling has been made by using Geovia Surpac 6.2 package program (URL-1). The program is used as 3 dimensional (3D) modeling of topographic maps, modeling and visualization of core drilling and combining with surface model, applying geostatistical analysis by creating database, ore deposit modeling from drillings, block modeling and underground and open pit mine modeling (Aliyazıcıoğlu, 2011).

In this study, except from standard borehole modeling or geostatistical values, RQD values is modeled by using Surpac 6.2. Beside this, topographical digital terrain model (Figure 6) and potential failure zone is added to this model to analyze RQD values in 3 dimensional and understand the different RQD values by location and individually. Potential failure zone is released by Aliyazıcıoğlu et al. (2015) that three boreholes (3,4 and 5) includes sheared zone in core samples such that it could be a sign for a new failure in near future. Sheared zones has seen in 17, 34.5 and 24.5 meters in 3,4, and 5th boreholes respectively (Figure 7).

In the first approach, RQD classification index is used for the separation value of RQD modeling. Topsoil is not taken into effect as it has no hard rock pieces or not giving any RQD values. Additionally, volcanic breccia is not added to modeling as it proportionally gives higher RQD values (Figure 7).

Even though, RQD values can be modeled as a block model like modeling any type of orebody. In this study, only RQD classification of “very poor” is modeled to illustrate the possibility of three dimensional modeling of RQD values (Figure 8).

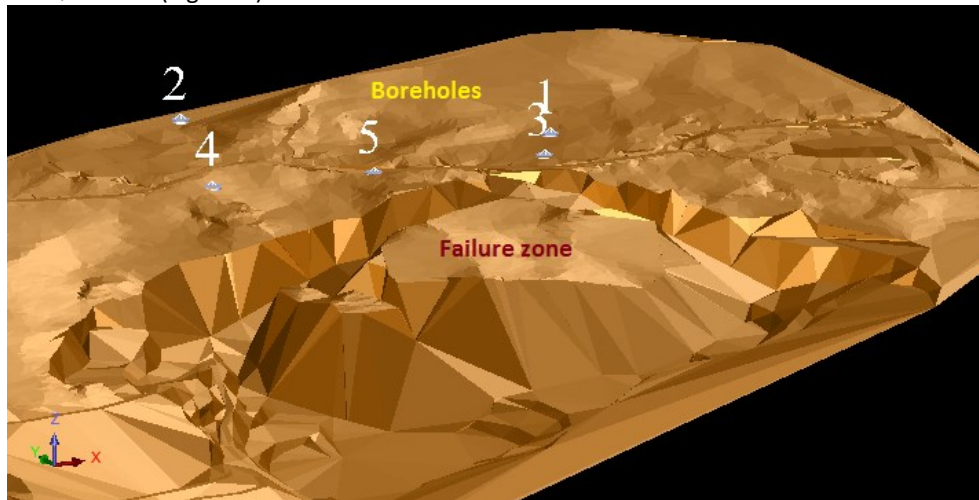


Figure 6: Limestone quarry digital terrain model (DTM) and location of boreholes

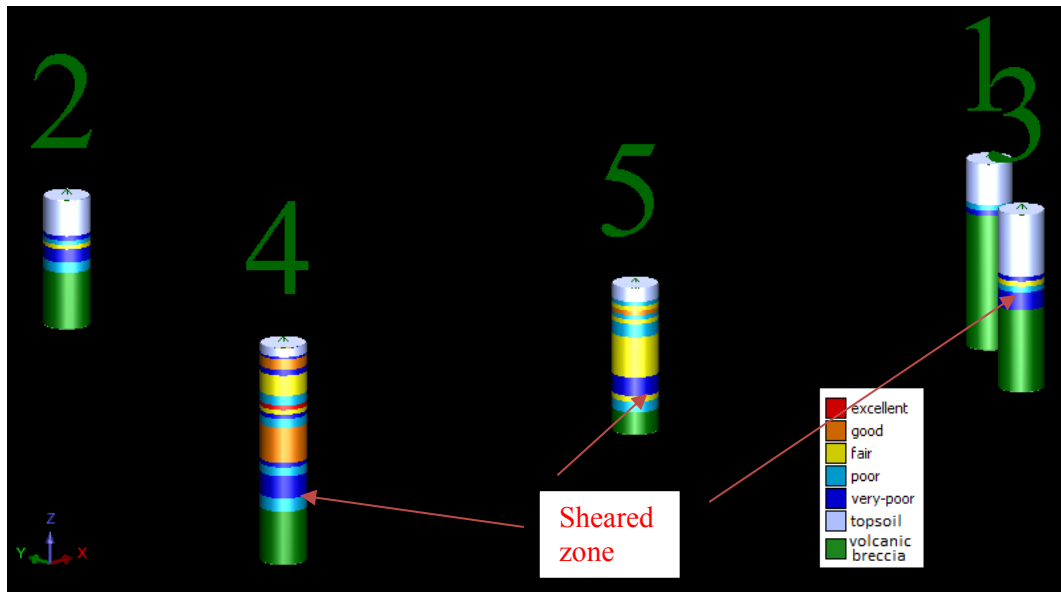


Figure 7: Boreholes with RQD values (differentiated by classification index)

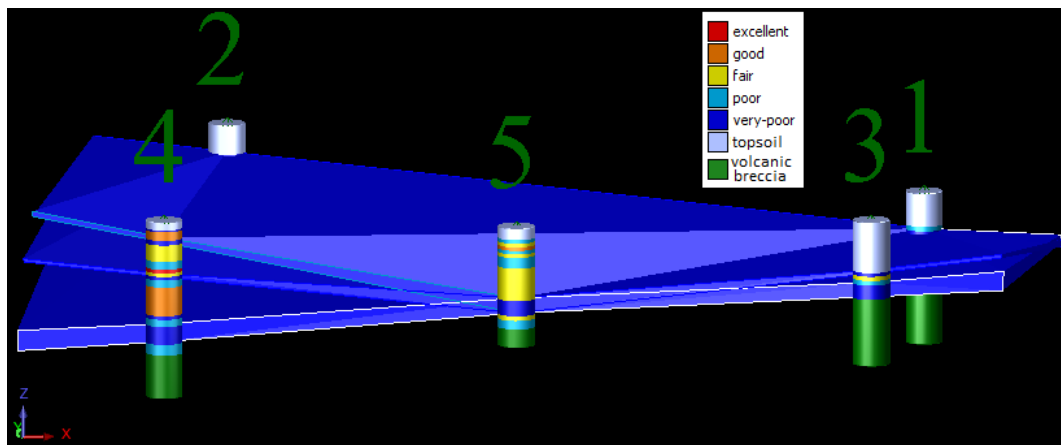


Figure 8: Block modeling of RQD classification of "very poor"

Result And Discussion

This study evaluated the boreholes and modeling RQD values in the limestone quarry, analyzing all boreholes and recording the length of discontinued rock specimens. Borehole data including RQD values and formation and digital terrain model (DTM) was created in Gemcom Surpac 6.2 package program with three dimensional modelling. RQD values for modeling classified as very poor, poor, fair, good and excellent like described in the literature.

RQD values are 20.40, 26.13, 18.57, 50.09 and 36.72 in percentage for limestone formation in the boreholes. Beside this, RQD values found as 50.58, 44.15, 42.73, 40.13 and 34.87 in percentage for total lengths in the boreholes.

After analyzing RQD models of boreholes, it is obvious that calculation of RQD along the borehole in total will give different classification index according to formation RQD values. Also, being more specific, it is important to see the true location of boreholes in 3D as limestone RQD changes from one core box to another one. According to RQD values, especially for 3rd, 4th, and 5th boreholes, the values are "18.57% - very poor", "50.09% - fair" and "36.72 - poor" for limestone respectively. On the other hand, it is all "very poor" in the boreholes near to the sheared zone emphasized in modeling.

The result includes boreholes and the RQD distribution models through the limestone quarry. This study shows the significance of boreholes evaluation and RQD modeling to analyses and evaluation of rock failure and potential future failures. Thus, three dimensional modeling is seen to provide a significant contribution to slope stability assessment in order to see a larger failure surface areas and to identify risky areas healthier.

References

- Aliyazıcıoğlu, Ş, (2011). Örnek bir bakır madeninin Surpac programı ile modellenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Yüksek Lisans Tezi, 65 s. (yayımlanmamış).
- Aliyazıcıoğlu, Ş., Karaman, K., Kesimal, A., Cihangir, F., ve Erçıkıdı, B. (2015). Bir kireçtaşı ocağında (Araklı-Trabzon) sondajların 3 boyutlu analizi yoluyla kaya şev duraylılığı değerlendirmesi. Antalya, Türkiye 24. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisine Sunulmuş Bildiri
- Ceryan, N. (2009). Taşönü kalker ocağındaki (Trabzon) kaya şevleri duraylılığının olasılık yöntemiyle analizi ve kazılabilirlik. Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Cording, E.J., and Deere, D.U. (1979) Rock tunnel supports and field measurements, in Lane, K.S., and Garfield, L.A., eds., North American rapid excavation and tunneling conference, Volume 1: Chicago, New York: Society of Mining Engineers, American Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum Engineers, pp. 601-622.
- Deere, D. U. (1964). Technical description of rock cores for engineering purposes. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 1, 17-22.
- Deere, D. U., Hendron, A. J., Patton, F. D., and Cording E. J., (1967). Design of surface and near surface construction in rock. 8th U.S. Symposium on Rock Mechanics: Failure and breakage of rock: New York, Society of Mining Engineers, American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers.
- Deere, D.U., and Deere, D.W., (1988). The rock quality designation (RQD) index in practice, in Kirkaldie, L., ed., *Rock classification systems for engineering purposes*, Volume 984: ASTM Special Publication: Philadelphia, American Society for Testing Materials, pp.91-101.
- Erçıkıdı B., Cihangir F., Kesimal A. (2006). Düzlemsel kaymanın olduğu bir kireçtaşı ocağında güvenlik katsayılarının belirlenmesi: örnek bir uygulama. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi* 19 (2) 121–129.
- Karaman, K., Erçıkıdı, B., ve Kesimal, A. (2013). The assessment of slope stability and rock excavatability in a limestone quarry. *Earth Sciences Research Journal*. 17 (2), 169 – 181.
- Merritt, A.H., (1972) Geologic prediction for underground excavations, in Lane, K.S., and Garsfield, L.A., eds., *North American rapid excavation and tunneling conference*, Volume 1: Chicago, New York: Society of Mining Engineers, American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, pp. 115-132.
- URL1: Geovia Surpac Integrated geology, resource modeling, mine planning and production. Retrieved from <http://www.geovia.com/products/surpac> on 1 June 2016.

DEĞİŞİK VEJETASYON DÖNEMLERİNE KADAR UYGULANAN FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ BİBERDE MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER

Murat DEVECİ¹

Merve BORA²

ÖZET

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü iklim odasında yürütülmüş ve materyal olarak Jalapeno biber (*Capsicum annuum* L.) çeşidi kullanılmıştır. Yetiştirme dönemi boyunca iklim odası, 25 ±1 °C (gündüz/gece) sıcaklıkta, 16/8 saat (ışık/karanlık) fotoperiyodik düzende, % 60-65 nemli ortamda ve 400 µmol m⁻²s⁻¹ ışık şiddetinde tutulmuştur. Yetiştirme odasında çıkış ve farklı vejetasyon dönemlerine kadar damla sulama ile Hoagland besin çözeltisi içeren hidroponik sisteme alınmış, daha sonra tuz stresi uygulamalarına başlanmıştır. Bu amaçla biberin üç farklı vejetasyon dönemine kadar (sekiz gerçek yapraklı dönem, ilk çiçeklenme dönemi ve hasat dönemi) besin çözeltilerine dört farklı dozda NaCl konsantrasyonu (0 mM, 50 mM, 75 mM ve 100 mM) ilave edilmiştir. Deneme süresince yaprak oransal su içeriği (%), yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklığı (°C), ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar neticesine göre uygulanan farklı tuz konsantrasyonları sonucunda ele alınan kriterlerden yaprak hücrelerinde membran zararlanması ve yaprak sıcaklığı tuzluluk arttıkça arttığı belirlenmiştir. Diğer kriterlerde tuzluğun 0 mM' dan 100 mM'e doğru artmasıyla elde edilen ortalamaların azaldığı tespit edilmiştir. Zaman ana etkisinde ise; yaprak hücrelerinde membran zararlanması ve yaprak sıcaklığı hariç denemede ele alınan diğer tüm kriterlerde hasat dönemine kadar tuz uygulaması yapılan parsellerde en düşük düzeyde olurken bunu çiçeklenme dönemi izlemiş, 8 gerçek yapraklı döneme kadar yapılan tuz uygulanan parsellerde en yüksek düzeye çıkmıştır. Yaprak su potansiyeli ise tuz konsantrasyonu arttıkça stres değeri de şiddetlendiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biber (*Capsicum annuum* L.), tuz stresi, topraksız kültür, yaprak su potansiyeli

DETERMINATION OF PHYSIOLOGICAL CHANGES OCCURRED BY THE APPLICATION OF VARIOUS SALT CONCENTRATION IN DIFFERENT VEGETATION PERIODS IN PEPPER

ABSTRACT

This research was made in the growth room of Namık Kemal University Faculty of Agriculture, Department of the Agriculture in 2013 and Jalapeno pepper (*Capsicum annuum* L.) variety was used as a material. During the growing period the temperature was kept as 25±1 °C photoperiod (light/dark) 16/8 hours, relative humidity 60-65 % and light intensity 400 mMolm⁻² s⁻¹ in the growth room. Hoagland hydroponic solution was used by drip irrigation in hydroponic system until emergence and different vegetation periods then salt stress applications were made. Three vegetation periods (eight true leaves, first flowering periods and harvesting period) were considered and four NaCl concentration (0 mM, 50 mM, 75 mM and 100 mM) were added to the nutrient solution. During the experiment, relative leaf water (%), leaf water potential (MPa), membrane damage in leaf cells (%), leaf temperature (°C), were determined. According to the results, it was determined that membrane damage in leaf cells and leaf temperature in leaf increased as the salinity increased from 0 mM to 100 mM. According to the time main effect, membrane damage in leaf cells and leaf temperature the other criteria levels went down to the lowest value during the salt applications until harvesting period. That was followed by flowering period and reached the maximum levels in plots where salt were applied until eight leaves stage. It was concluded that, high level salt in increasing salinity stress.

Keywords: Pepper (*Capsicum annuum* L), salt stress, soilless culture, growth and development, leaf water potential

Giriş

Ülkemizde en çok üretilen ve yıllık sebzelere biri olan biber, tazesini yemeklik, kırmızısı ise toz biber ve salçalık olmak üzere üç amaç için yetiştirilmektedir. Bunun yanında sucuk, pastırma, turşu ve ilaç yapımında da kullanım alanı bulan biber, A, B, C ve P vitaminleri, yağ, protein, karbonhidrat, kalsiyum, fosfor ve demir kapsamaktadır. Dünya da üretilen 12.000.000 ton biberin yaklaşık % 10'u Türkiye'de üretilmektedir. Türkiye'de yılda üretilen 1.200.000 ton biberin % 60'ını sivri biber, % 28'ini dolmalık biber, % 4'ünü çarliston biber, % 8'ini kalya, domates biberi, kurutmalık biberler, pul biber elde etmeye uygun biberler teşkil eder (Ekmekçi ve Altunal, 2007).

¹ Doç. Dr. Namık Kemal Üniversitesi, muratdeveci@nku.edu.tr

² Namık Kemal Üniversitesi, merve.bora@hotmail.com

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak, bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisidir. Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, arızalı bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik boyutlarda etkilenecektir. Örneğin, sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi, kurak ve yarı kurak bölgelerle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz Bölgeleri daha fazla etkilenmiş olacaktır. Meydana gelecek iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, özellikle yukarıda belirtilen bölgelerimizde, su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkacaktır (Öztürk, 2002).

Tuzluluk sorununa neden olan bileşikler klorürler, sülfatlar, nitratlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak genelde toprak tuzluluğu ve tuz stresi denildiğinde NaCl'ün baskın varlığından söz edilmektedir (Munns ve Termaat, 1986).

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk hem tarım yapılan toprakları olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde pek çok olumsuzluklara neden olmaktadır (Yılmaz vd., 2011). Yurdumuz topraklarının yaklaşık 1,5 milyon hektarı (bunun % 32,5'i sulanabilir alanlardır) tuzluluk sorunuyla karşı karşıyadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Dünya üzerinde ise 800 milyon hektardan fazla karasal alan tuzluluktan etkilenmektedir ve bu alan dünyanın tüm karasal alanlarının % 6'sından fazladır. Kuru tarım yapılan 150 milyon hektarlık alanın 32 milyon hektarı çeşitli oranlarda ikincil tuzluluk tehdidi altındadır. 230 milyon hektar sulama yapılmış alanların 45 milyon hektarı ise tuzdan etkilenmektedir (Munns, 2002). Ekilebilir alanlardaki böylesi tuz birikiminin, küresel çerçevede daha da harap edici boyutlara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da neden olacaktır (Mahajan ve Tuteja, 2000).

Tuzluluğa karşı bazı önlemler alınabilmekte ise de, bu yöntemlerin genel olarak pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle son yıllarda, araştırmacılar tuz zararının en aza indirilmesi amacı ile farklı önlemler üzerinde çalışmalarına devam etmektedir. Bunların başında tuzluluğun sorun olduğu alanlarda normal gelişme ve büyüme göstererek ekonomik bir ürün oluşturabilen, tuz stresine karşı toleransı yüksek bitki genotiplerinin belirlenmesi ve yeni çeşitlerin ıslah edilmesi gelmektedir. Tuz stresi bitkiyi doğrudan öldürebileceği gibi, bitkinin tuza toleransı ve ortamın tuz konsantrasyonuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, yaşlı yapraklardan başlayan klorofil ve membran parçalanmasına yani kloroz ve nekrozlara neden olmaktadır (Kuşvuran, 2010).

Materyal Ve Yöntem

Araştırmada; Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri iklim odası ve Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarlarından faydalanılmıştır.

Materyal

Bu araştırmada materyal olarak Jalapeno (*Capsicum annum* L.) çeşidi kullanılmıştır. Jalapeno, Meksika orijinli bir bitkidir. Olgun Jalapenonun uzunluğu 5-9 cm'dir. Yaygın olarak yeşil, nadiren olgunlaşmış kırmızı olarak satılan Jalapeno adını Meksika Veracruz'daki geleneksel olarak yetiştirilen Jalapa'dan alır (Anonymous, 2011). Dünyada sanayi biber tüketiminde önemli yeri olan Jalapeno biberinin anavatanı Meksika olup Türkiye'de yaygın olarak tarımı yapılmamaktadır. Doğu Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde sınırlı alanlarda yetiştiriciliği yapılmaktadır. (Oğuz vd., 2012).

Yöntem

Denemenin kuruluşu

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 3 tuz konstrasyonu (kontrol, 50, 75 ve 100 mM NaCl) 3 tuz uygulama zamanı (8 gerçek yapraklı, ilk çiçeklenme ve hasat dönemine kadar) uygulanmıştır. Tüm denemede toplam 36 parsel, her parselde 5 bitki ve tüm denemede toplam 180 bitki kullanılmıştır (Açıkgöz, 1984).

Bitkilerin yetiştiği ortam

Biberler Bahçe Bitkileri Bölümü iklim odasında bulunan masalar üzerinde perlit ile doldurulmuş 7 litre hacmindeki (çapı 20 cm, yüksekliği 22,5 cm) plastik saksılarda yetiştirilmiştir.

Deneme kontrollü koşullar altında sıcaklığı +40 °C ile -20 °C arasında ayarlanabilen iklim odasında kurulmuştur. Tüm deneyler, 25±°C sıcaklık, % 60-65 nem, 16/8 (aydınlık/gece) saatlik fotoperiyodik düzene sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir (Öztürk vd., 2008).

Bitkilerin yetiştirilmesi

Yetiştirme odasında yetiştirme masaları üzerinde plastik multipotlara tohum ekimi yapılmıştır. Tohumlar torf içerisine ekilmiş ve normal bakım işlemleri yapılarak yetiştirme odalarında biber için en uygun

şartlarda bitkiler ilk gerçek yaprakların görüldüğü döneme kadar yetiştirilmiştir. İlk gerçek yaprakların görüldüğü dönemde Hoagland besin çözeltisi içeren hidroponik sisteme alınmıştır (Hoagland ve Arnon, 1950). Bitkiler 7 L hacminde perlit içeren saksılarda yetiştirilmiştir. Tuz uygulamaları bitkilerin 3-4 gerçek yapraklı olduğu dönemde yapılmaya başlanmış ve 8 gerçek yapraklı dönem, çiçeklenme başlangıcı ve hasat dönemine kadar kaplardaki besin çözeltisine sulama zamanlarında 3 gün ara ile 0, 50, 75 ve 100 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak şekilde saksılara NaCl ilave edilmiştir (Kuşvuran vd., 2008a).

Ölçüm, tartım ve gözlemler

Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi (%)

Tuz stresine tolerans denemelerinde, Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ) (%)’nin belirlenmesinde farklı bitkilerde çalışan araştırmacıların çalışmalarından yararlanılmıştır (Sanchez vd., 2004). Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınarak, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş, bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık, g olarak kaydedilmiştir. Elde edilen taze, turgor ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$YOSİ = (TA - KA) / (TuA - KA) \times 100 \quad (1)$$

TA: Taze Ağırlık

KA: Kuru Ağırlık

TuA: Turgor Ağırlığı

Yaprak su potansiyeli ölçümü (MPa)

Yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) Scholander basınç odası (Scholander Pressure Chamber) ile ölçülmüştür. Ölçümler ışıklandırma başlamadan 2 saat önce ($\Psi_{\text{şö}}$: Şafak öncesi yaprak su potansiyeli) ve ışıklandırma başladıktan 6 saat sonra (Ψ_{go} : Gün ortası yaprak su potansiyeli) yapılmıştır. Ölçümler bitkideki en gelişmiş yapraklarda yapılmıştır. Her uygulama için iki ölçüm gerçekleştirilmiştir (Scholander vd., 1965).

Scholander basınç odası 40 atm (-4 MPa) basınca kadar ölçüm yapmakta olup, ölçüm işlemleri için saf Azot (N) gazı kullanılmıştır.

Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi (%)

Membran Zararlanma İndeksi-(MZİ) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Fan ve Blake, 1994). Her vejetasyon döneminde stres ve kontrol bitkilerinin yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler de iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra elektrik iletkenlikleri (EC) ölçülmüş, aynı diskler otoklavda 100 °C’de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir.

$$MZİ = (Lt - Lc / 1 - Lc) \times 100 \quad (2)$$

Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC değeridir.

Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)

Bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesine dayalı infrared termometre tekniği bitkiye dokunmaksızın, daha hızlı ve doğru ölçüm yapma olanağı sağladığından, popüleritesi artmaktadır. Anılan teknik, transpirasyonun yaprak yüzey sıcaklığını düşürmesi ilkesine dayanır. Bitkinin büyüme döneminde aldığı su sınırlanırsa, gözenek direnci artar, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı yükselir. Bu özellikten yararlanılarak denememize ele aldığımız biber bitkilerinin yaprakları infrared termometre ile bitkiye 30 cm uzaklıktan 3 kez sıcaklıkları ölçülerek sonra alınan ortalamalarla yaprakların tuz stresine karşı tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır. Ölçümlerde 7-18 nm dalga boyunda ışınları algılayan filtrelelere sahip infrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model) kullanılmıştır (Erdem vd., 2010).

Bulgular Ve Tartışma

Yaprak oransal su içeriği (%)

Denemede yer alan Jalapeno biber çeşidinin değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak oransal su içeriği (YOSİ) üzerine etkileri ve LSD testi grupları Tablo 1 ve Şekil 1’de gösterilmiştir.

Elde edilen verileri istatistik olarak incelenmesinden ele alınan faktör ve interaksyonun % 1 hata seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur.

Sonuçlara göre YOSİ ortalamaları % 59,04 ile % 97,47 arasında değişim göstermiştir.

Zaman ana etkisi bakımından 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulaması sonucunda YOSİ en yüksek seviyede bulunurken bu oran çiçeklenme dönemine kadar yapılan uygulama ile % 84,59’a, hasat dönemine kadar yapılan uygulamalar ile % 79,22’ye kadar düştüğü tespit edilmiştir.

Farklı tuz uygulamalarının ana etkisi bakımından Tablo 1 incelendiğinde kontrolde YOSİ % 96,87 bulunurken, bu oranın tuzun 50 mM ve 75 mM'e kadar arttırıldığı uygulamalarda azaldığı ve 100 mM uygulamasında YOSİ'nin % 67,29'a kadar düştüğü gözlenmiştir.

Yaprak oransal su içeriği, Öncel ve Keleş'e (2003) göre de NaCl eklenmesi ile gerçekleştirilmiş, deneme sonunda tuz stresi altındaki bitkilerde bitki büyümesi ve oransal su içeriğinin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan araştırma da kontrol uygulamasından 100 mM NaCl uygulamasına doğru gidildikçe yaprak oransal su içeriği azalmaktadır. Bayat vd. (2012) de yaptığı çalışmada araştırmamızla benzer bir şekilde yaprak oransal su içeriğinin NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığını tespit etmişlerdir.

Oransal su düzeyindeki azalmalar, turgor kaybının bir sonucu olup, bu durum hücre genişlemesi olayları için gerekli suyun kısıtlanması anlamına gelmektedir (Katerji vd., 2004).

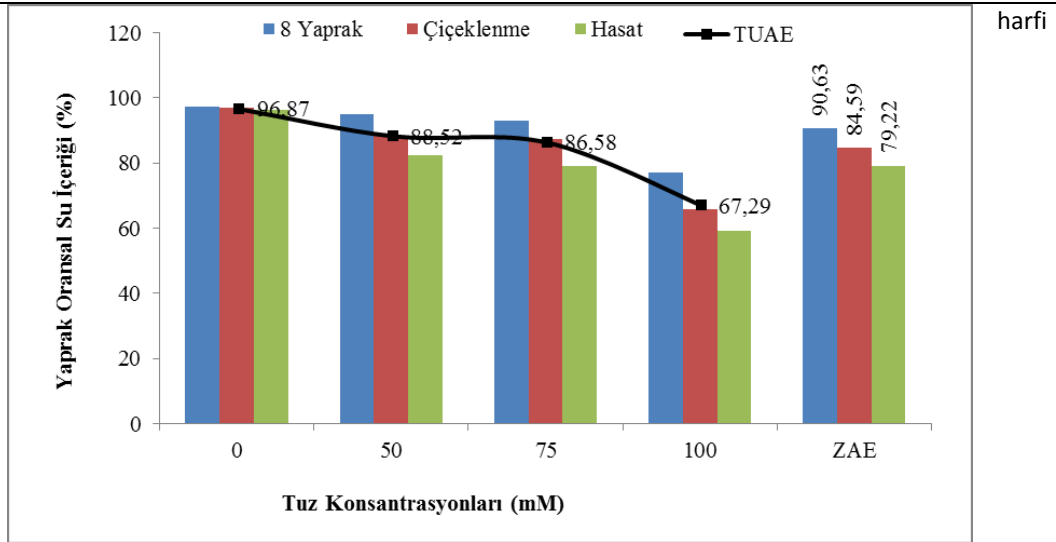
Yetiştirme ortamındaki su potansiyelinin tuz stresine bağlı olarak azaltılması sonucu, oransal su içeriklerinde meydana gelen azalmalar, biberde (Kaya ve Higgs, 2003) ortaya konmuştur.

Yakit ve Tuna (2006), mısırdaki çalışmada 100 mM NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir.

Tablo:1 Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak oransal su içeriği ortalamalarına etkisi* (%) ve LSD testine göre gruplar

Tuz Uygulama Zamanları	Tuz Konsantrasyonu (NaCl)				Zaman Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	
8 yapraklı döneme kadar	97,47 a	94,91 ab	93,14 b	77,01 e	90,63 a
Çiçeklenme dönemine kadar	96,84 a	88,24 c	87,49 c	65,81 f	84,59 b
Hasat dönemine kadar	96,30 a	82,42 d	79,13 e	59,04 g	79,22 c
Tuz Uygulaması Ana Etkisi	96,87 a	88,52 b	86,58 b	67,29 c	

* Aynı taşıyan



ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Şekil 1: Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Yaprak su potansiyeli (MPa)

Çalışmada ele alınan yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) ortalamaları 8 yapraklı, çiçeklenme ve hasat dönemlerine kadar yapılan tuz uygulamalarının şafak öncesi ($\Psi_{\text{şö}}$) ve gün ortası (Ψ_{go}) ölçümlerine ait ortalamalar Tablo 2 ve 3 ile Şekil 2 ve 3'de verilmiştir.

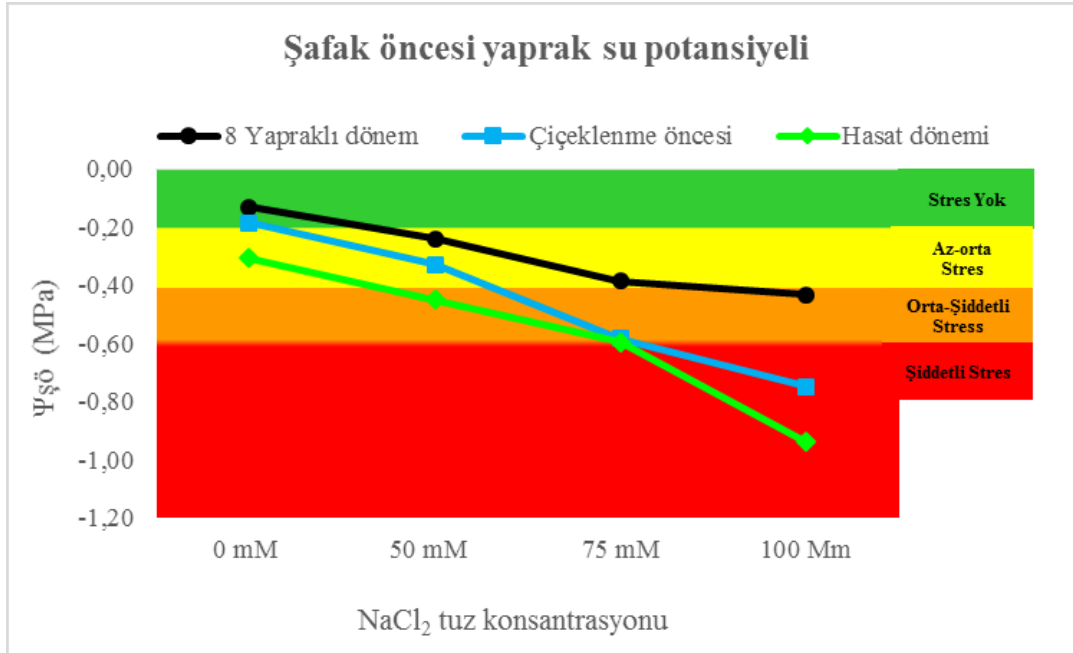
Şekil 2 ve 3'de arka fon genel bitki fizyolojisine ve birçok araştırmacının farklı türlerde yaptığı çalışmalarda tespit ettiği skala değerlerine göre renklendirilmiştir (Taiz ve Zeiger, 2008; Devenci ve Uyan, 2011).

Tablo 2: Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin şafak öncesi yaprak su potansiyeli ($\Psi_{\text{şö}}$) üzerine etkileri (MPa) ve LSD testine göre gruplar

NaCl Tuz Konsantrasyonu

Dönemler	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM
8 yapraklı Dönem	-0,13	-0,24	-0,39	-0,43
Çiçeklenme Öncesi	-0,19	-0,33	-0,58	-0,75
Hasat Dönemi	-0,31	-0,45	-0,60	-0,94

Araştırmada yapılan ölçümler sonucunda, 3-4 yapraklı dönemden itibaren başlayan ve vejetasyonun boyunca farklı dönemlere kadar sürdürülen tüm tuz uygulamalarında şafak öncesi yaprak su potansiyellerinin ($\Psi_{şö}$) giderek azalma eğilimi gösterdiği ve stres seviyesinin arttığı saptanmıştır. Deneme süresince 100 mM tuz uygulaması yapılan biberlerde $\Psi_{şö}$ değerleri -0,43 MPa ile -0,94 MPa arasında değişmiştir. 8 yapraklı döneme kadar yapılan uygulamalardaki bitkiler yüksek stres seviyesinde (-0,43 MPa) kalırken, çiçeklenme (-0,75 MPa) ve hasat dönemlerinde (-0,94 MPa) sonlandırılan 100 mM NaCl uygulamalarındaki biberlerin çok şiddetli strese maruz kaldıkları belirlenmiştir. Buna karşılık, hiç tuz uygulanmayan gruptaki bitkilerde $\Psi_{şö}$ değerleri 8 yapraklı dönemde -0,13 MPa'a, çiçeklenme döneminde -0,19 MPa'a kadar düşmüş ve stres oluşmamıştır. Ancak hasat döneminde (-0,31 MPa) ise orta stresin olduğu saptanmıştır. 50 mM uygulamasında 8 yapraklı dönemde (-0,24 MPa) ve çiçeklenme döneminde (-0,33 MPa) sonlandırılan uygulamalarda biberler orta seviyede strese maruz kalırken hasada kadar (-0,45 MPa) yapılan tuz uygulaması sonucunda yüksek stres görmüşlerdir. 75 mM tuz uygulamalarında ise $\Psi_{şö}$ değerleri 8 yapraklı döneme kadar yapılan uygulamalarda -0,39 MPa'a kadar düşmüş (orta seviyede stres), çiçeklenme dönemine ve hasada kadar sürdürülenlerde ise sırasıyla -0,58 MPa ve -0,60 MPa'a kadar inmiş ve biberler yüksek strese maruz kalmıştır.

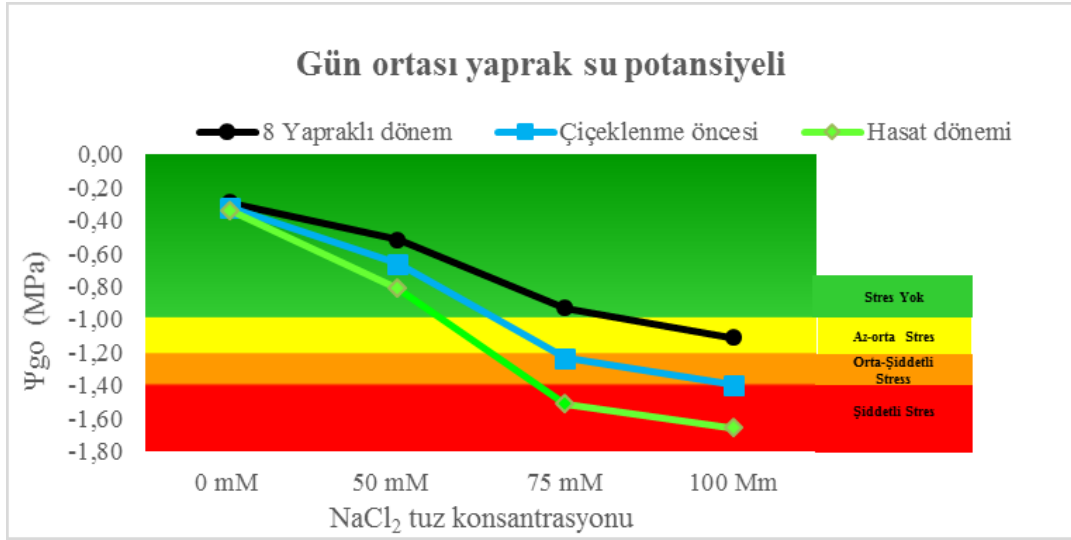


Şekil 2: Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin şafak öncesi yaprak su potansiyeli ($\Psi_{şö}$) üzerine etkileri

Yapılan ölçümler neticesinde uygulanan tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak yaprak su potansiyellerinin tüm dönemler boyunca azaldığı ve dolayısıyla su ve tuz stresi koşullarının arttığı belirlenmiştir. 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulaması yapılan Jalapeno çeşidine ait biberlerde kontrolde (-0,13 MPa) stres görülmemiştir. Buna karşılık 50 mM (-0,24 MPa) ve 75 mM (-0,39 MPa) tuz uygulaması yapılan biberlerin orta strese oldukları ve sadece 100mM tuz uygulamasında -0,43 MPa $\Psi_{şö}$ değeri ile yüksek stres seviyesine ulaştıkları saptanmıştır. Çiçeklenme öncesine kadar tuz uygulaması yapılan (-0,19 MPa) biberlerde de 8 yapraklı döneme kadar yapılanlardakine benzer şekilde stres görülmemiştir. Çiçeklenme dönemine kadar yapılan 50 mM (-0,33 MPa) tuz uygulamasında orta seviyede, 75 mM'de (-0,58 MPa) yüksek seviyede ve 100 mM'de (-0,75 MPa) çok şiddetli seviyede olmak üzere üç farklı stres saptanmıştır. Hasat dönemine kadar tuz uygulaması yapılan biberlerde (-0,31 MPa) 8 yapraklı döneme ve çiçeklenme dönemine kadar tuz uygulaması yapılanlardan farklı olarak orta seviyede stres olduğu belirlenmiştir. 3-4 yapraklı dönemden hasada kadar tuz uygulaması yapılan parsellerde ise 50 mM'de (-0,45 MPa) ve 75 mM'de (-0,60 MPa) yüksek stres görülürken, 100 mM'de (-0,94 MPa) bunlardan farklı olarak çok şiddetli stres seviyesi saptanmıştır.

Tablo 3: Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa) ve LSD testine göre gruplar

Dönemler	NaCl Tuz Konsantrasyonu			
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM
8 yapraklı Dönem	-0,29	-0,52	-0,93	-1,11
Çiçeklenme Öncesi	-0,32	-0,66	-1,23	-1,40
Hasat Dönemi	-0,34	-0,81	-1,51	-1,66

**Şekil 3:** Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_{go}) üzerine etkileri

Çalışmamızda yapılan ölçümler sonucunda, 3-4 yapraklı dönemden itibaren başlanan ve vejetasyonun boyunca farklı dönemlere kadar sürdürülen tüm tuz uygulamalarında gün ortası yaprak su potansiyellerinin (Ψ_{go}) giderek azalma eğilimi gösterdiği ve stres seviyesinin buna bağlı olarak arttığı saptanmıştır. 100 mM tuz uygulaması yapılan biberlerde Ψ_{go} değerleri -1,11 MPa ile -1,66 MPa arasında değişmiştir. 8 yapraklı döneme kadar yapılan uygulamalardaki bitkilerin yaprak su potansiyeli (-1,11 MPa) orta seviyede streste iken, çiçeklenme (-1,40 MPa) ve hasat dönemlerinde (-1,66 MPa) sonlandırılan 100 mM NaCl uygulamalarındaki biberlerin çok şiddetli strese maruz kaldıkları belirlenmiştir. Buna karşılık, hiç tuz uygulanmayan gruptaki bitkilerde Ψ_{go} değerleri 8 yapraklı dönemde -0,29 MPa'a, çiçeklenme döneminde -0,32 MPa'a ve hasat döneminde -0,34 MPa'a kadar düşmüş ve hiç stresin olmadığı saptanmıştır. 50 mM uygulamasında 8 yapraklı dönemde (-0,52 MPa), çiçeklenme döneminde (-0,66 MPa) ve hasada kadar (-0,81 MPa) yapılan tuz uygulaması sonucunda da hiç stres görülmemiştir. 75 mM tuz uygulamalarında ise Ψ_{go} değerleri 8 yapraklı döneme kadar yapılan uygulamalarda -0,93 MPa'a kadar düşmüş (stres yok), çiçeklenme dönemine -1,23 MPa (yüksek stres) ve hasada kadar tuz uygulamaları sürdürülenlerde ise -1,51 MPa'a kadar inmiş ve biberler şiddetli strese maruz kalmıştır.

Araştırmalar neticesinde uygulanan tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak yaprak su potansiyellerinin tüm dönemler boyunca azaldığı ve dolayısıyla su ve tuz stresi koşullarının arttığı belirlenmiştir. 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulaması yapılan Jalapeno çeşidine ait biberlerde kontrolde (-0,29 MPa), 50 mM (-0,52 MPa) ve 75 mM (-0,93 MPa) tuz uygulaması yapılan parsellerde stres görülmemiştir ve 100 mM tuz uygulamasında -1,11 MPa Ψ_{go} değeri ile orta stres seviyesine ulaştıkları saptanmıştır. Çiçeklenme öncesi döneme kadar 0 mM tuz uygulaması yapılan (-0,32 MPa) biberlerde ve çiçeklenme dönemine kadar 50 mM (-0,66 MPa) tuz uygulaması yapılanlarda stres görülmemiştir. 75 mM'de (-1,23 MPa) yüksek seviyede ve 100 mM'de (-1,40 MPa) çok şiddetli seviyede stres saptanmıştır. Hasat dönemine kadar tuz uygulaması yapılan biberlerde (-0,34 MPa) stres meydana gelmemiştir. 3-4 yapraklı dönemden hasada kadar tuz uygulaması yapılan parsellerde ise 50 mM'de (-0,81 MPa) hiç stres yok, 75 mM'de (-1,51 MPa) ve 100 mM'de (-1,66 MPa) çok şiddetli stres seviyesi saptanmıştır.

Öğlen vakti yapılan ölçümler, sabah ölçümlerine göre farklılık göstermiştir. Bitkilerin transpirasyon yoluyla bünyelerinde kaybettikleri su yüzünden Ψ_{go} değerlerinin (-) yönünden düştüğü görülmektedir.

Deveci ve Uyan (2011), çalışmalarında araştırmamıza paralel sonuçlar bulmuştur. İspanağın en olgun olan hasat dönemine girildiğinde bünyesinde en fazla suyu bulundurduğu ve faaliyetlerini devam ettirebilmek için en çok suya ihtiyaç olan bu dönemde oluşacak bir su stresinden sonra bitkilerin sadece kontrol ve % 75 oranında sulama yapılan grubunun stresten etkilenmediği ya da az etkilenerek çıktığını tespit etmişlerdir. Fakat % 0, % 25 ve % 50 grubundaki bitkilerin stresi atlatamadığını bulmuştur.

Tuz stresi yaprak su potansiyeli bakımından % 68.25 oranında değişim göstererek kontrol bitkilerine göre artma göstermiştir (Kaya, 2011).

Ashraf ve Arfan. (2005), Sabzpari ve Chinese-red bamya çeşitlerinde tarla kapasitesinin % 100 ve % 40 oranında sulama olmak üzere iki su uygulaması ile gerçekleştirdikleri araştırmalarında, su stresinin bamya çeşitlerinde yaprak su potansiyeline etkilerini araştırmışlardır. Kuraklık etkisiyle, yaprak su potansiyelinin her iki çeşitte de düştüğünü saptamışlardır.

Karıpçin (2009), karpuz genotipleri ile yaptığı çalışmasında su düzeyi arttıkça yaprak su potansiyelinin negatif yönde arttığını, yani stres koşulları arttıkça yaprak su potansiyelinin de arttığını saptamıştır.

Yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%)

Jalapeno biber çeşidinin yapraklarında meydana gelen membran zararlanma indeksi (MZİ) yönünden değişimleri Tablo 4 ve Şekil 4’de görülmektedir.

Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda MZİ yönünden ele alınan 2 ana faktör ve bunlara ait interaksiyonun istatistiki açıdan % 1 hata düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Tablo 4: Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi* (%) ve LSD testine göre gruplar

Tuz Uygulama Zamanları	Tuz Konsantrasyonu (NaCl)				Zaman Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	
8 yapraklı döneme kadar	6,87 h	12,18 g	16,34 fg	27,06 e	15,61 c
Çiçeklenme dönemine kadar	6,60 h	20,26 f	32,20 de	38,88 c	24,48 b
Hasat dönemine kadar	6,68 h	37,06 cd	51,14 b	64,65 a	39,88 a
Tuz Uygulaması Ana Etkisi	6,71 d	23,17 c	33,22 b	43,53 a	

* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Tablo 4’de zaman ana etkisi bakımından MZİ ortalamalarının % 6,60 ile % 64,65 arasında değiştiği ve en düşük yaprak membran zararlanmasının 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulananlarda gerçekleşirken bu oranın hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulaması ile en yüksek ortalamaya ulaştığı görülmektedir.

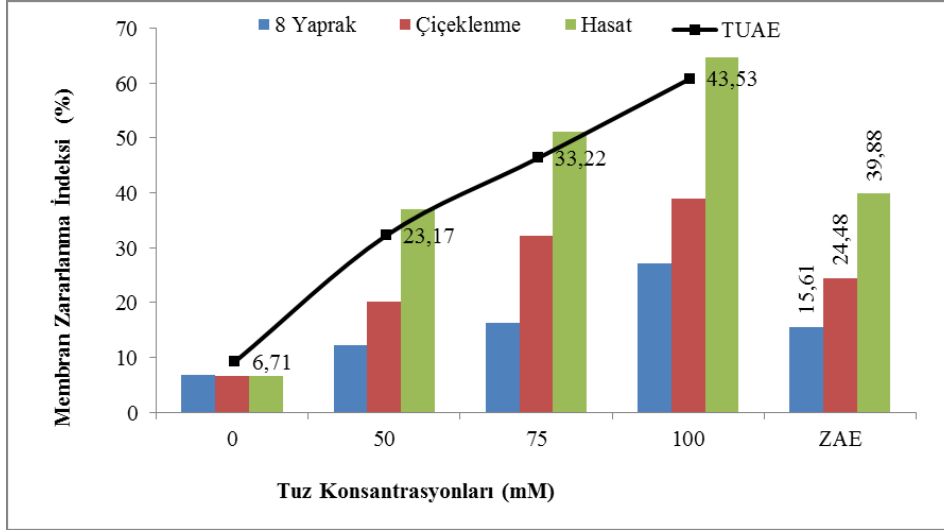
Tablo 4’ü incelendiğinde en düşük MZİ ortalamasının 0 mM’e ait yapraklarda görüldüğü (% 6,71), en yüksek MZİ ortalamasının ise 100 mM tuz uygulamasına ait bitki yapraklarında (% 43,53) tespit edilmiştir. Tuzluluk stresi biberlerde hücre zarlarına neden olmuştur.

Kaya ve Daşgan (2013), fasulye genotipleriyle yapılan bir çalışmada tuz ve kuraklık streslerinin yaprak membran zararlanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Arslan (2011), biberde 24-epibrassinolid uygulamaları ile kuraklık stresine karşı toleransın artırılması adlı çalışmasında, doku elektriki iletkenliği veya diğer bir ifadeyle doku membran geçirgenliği; bitkilerde stres altında zar (membran) bütünlüğünü koruyabilme kabiliyetlerinin bir ifadesi olarak tanımlanır. Strese maruz kalan bitkilerde hücre zarlarında meydana gelen hasar sonucu hücre içindeki suda erimiş maddeler hücreler arası boşluklara akarlar ve bu da doku elektriki iletkenlik değerini yükseltir. Kısacası, doku elektriki iletkenlik değerleri ile membran bütünlüğü arasında ters orantı mevcuttur.

Deveci ve Uyan (2011), ıspanakta kuraklık stresinde su yetersizliğine bağlı olarak, hücre membranlarının ve lipidlerin yapısında bozulma meydana gelmiş olup, enzim aktivitelerini çalıştıran ve ozmotik düzenlemeyi sağlayan yapılarda zararlanma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Kaya (2011), arpa, çilek ve çeltik gibi bitki türleri ile yapılan çalışmalarda, tuz uygulamalarının membran geçirgenliğini artırıcı etki yaptığı belirlenmiştir.



Küçükkömürücü (2011), tuzluluk ve kuraklık streslerine tolerans bakımından bamya genotiplerinin taranması ile ilgili çalışmasında, tuz stresi koşullarında kuraklığa nazaran daha belirgin olarak hücre zararlanmasında artış meydana geldiğini ifade etmektedir.

Şekil 4: Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması üzerine etkileri

Akay (2010) tarafından biberde yapılan denemede, tuz konsantrasyonu arttıkça hücre membranlarında bozulma saptanmıştır.

Ecem (2010), mısır genotiplerinin yaprak dokularında, kuraklık stresinin şiddeti arttıkça, membran bütünlüğü ve geçirgenliğinin miktarının kontrol değerlerine göre önemli derecede arttığını belirlemiştir.

Karakuş (2008), farklı tuz (NaCl) stresi koşullarında prolin uygulamalarının patatesteki fizyolojik ve morfolojik özelliklere etkileri isimli çalışmasında yapraktaki en yüksek hücre membran geçirgenliğinin 100 mM tuz uygulamasından, en düşük hücre membran geçirgenliğinin ise kontrol bitkilerinden elde edildiğini saptamıştır.

Tohma (2007), çilekte salisilik asit uygulamasının tuz stresine dayanıklılık üzerine etkileri çalışmasında, bütün örneklem dönemlerinde tuz konsantrasyonunun artmasının membran geçirgenliğinin yükselmesine sebep olduğunu tespit etmiştir.

Yakıt ve Tuna (2006)'da tuz stresi altındaki mısır bitkisinde membran geçirgenliği değerinin kontrol grubunda en düşük olduğunu; fakat tuz grubunda kontrole göre yaklaşık 5 kat artış gösterdiğini saptamışlardır.

Yaprak sıcaklıklarının saptanması (°C)

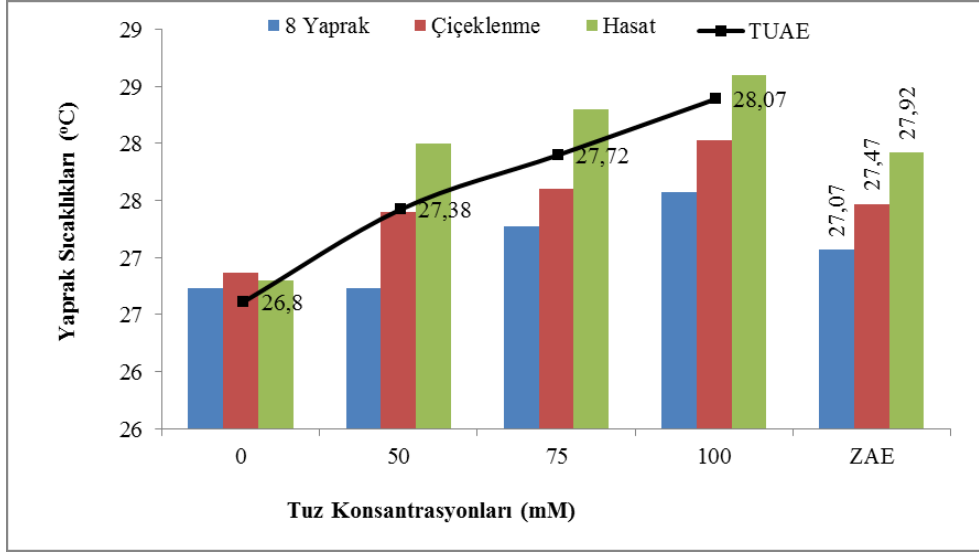
İnfrared termometre yardımıyla yapraklara dokunulmadan tuz uygulamalarının başından sonuna kadar yapılan sıcaklık ölçümlerine ait ortalamalar Tablo 5 ve Şekil 5'de gösterilmiştir.

Denemede kullanılan Jalapeno biber çeşidimiz çeşitli zaman ve tuz ana etkileri ile bunların birbirleri arasında oluşturdukları kombinasyonlar % 1 hata sınırları içerisinde önemli bulunmuştur.

Tablo 5: Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak sıcaklığı ortalamalarına etkisi* (°C) ve LSD testine göre gruplar

Tuz Uygulama Zamanları	Tuz Konsantrasyonu (NaCl)				Zaman Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	
8 yapraklı döneme kadar	26,73 e	26,73 e	27,27 d	27,57 cd	27,07 c
Çiçeklenme dönemine kadar	26,87 e	27,40 cd	27,60 c	28,03 b	27,47 b
Hasat dönemine kadar	26,80 e	28,00 b	28,30 ab	28,60 a	27,92 a
Tuz Uygulaması Ana Etkisi	26,80 d	27,38 c	27,72 b	28,07 a	

* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.



Şekil 5: Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak sıcaklığı üzerine etkileri

Tablodan da anlaşılacağı gibi en yüksek yaprak sıcaklığı değerine 100 mM'lük tuz uygulamasında (28,07 °C), en düşük değere kontrol tuz uygulamasında (26,8 °C) ulaşılmıştır.

Değişik vejetasyon dönemlerine kadar farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak sıcaklıklarına ait ortalamaların olduğu Tablo 5 incelendiğinde tuz uygulaması ana etkileri bakımından kontrol uygulamasının 26,8°C ile en düşük yaprak sıcaklığına sahip olduğu görülmektedir. İklim odasında ortalama 25°C ortam sıcaklığında hiç tuz uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulaması ortam sıcaklığına en yakın sıcaklıkta olduğu fakat tuz konsantrasyonlarının artırıldığı parsellerde yaprak sıcaklığının giderek arttığı ve en yüksek yaprak sıcaklığının 100 mM NaCl uygulamasında elde edildiği görülmektedir. Birçok araştırmacının farklı türlerde yaptığı infrared sıcaklık ölçümlerine göre de bitkilerin ideal ortamlardan stresli ortamlara girdiğinde özellikle su ve tuz stresinde stomaların kapanmasından dolayı yaprak sıcaklıklarında artışlar olduğu bilinmektedir. Denememizde de tuzluluk stresi arttıkça buna tepki olarak yaprak sıcaklıklarının arttığı belirlenmiştir.

Özellikle su stresi bitki su içeriği ve yüzey sıcaklığı ile direkt, vejetasyon düzeyi ile dolaylı bir biçimde, uzaktan algılama araçlarının termal (infrared termometre ile eşdeğer), NIR ve RED bantları (spektrometre ile eşdeğer) ile izlenebilmektedir (Köksal, 2006).

NaCl uygulaması sonucunda yaprak sıcaklığı hiç tuz uygulanmayan bitkilerde farklı tuz konsantrasyon uygulamalarına göre azalma göstermiştir (Kaya, 2011).

Vermeulen ve ark. (2007), domateste gerçekleştirdikleri çalışmalarında stomaların kapandığı durumda yaprak sıcaklığının yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Jackson vd. (1986)'ya göre, uzaktan algılama ile bitki koşullarının gözlenmesi sadece verim tahmin etmede değil aynı zamanda günlük olarak bitki yönetiminde de etkilidir. Birçok arazi denemesi kurularak el radyometreleri ile bitki karakteristiklerinin spektral tepkileri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalara göre, radyometrik bir biçimde ölçülen bitki örtü sıcaklığı referans bir sıcaklık ile karşılaştırıldığında (hava sıcaklığı), su stresine ilişkin önemli bir gösterge niteliğindedir.

Aynı şekilde Köksal (2006), bitki yüzey sıcaklığının hava sıcaklığına oranla daha fazla artmasının bitkinin su stresine girdiğinin bir belirtisi olduğunu bildirmektedir.

Bitki strese girdiğinde en erken belirtilerden biri yaprak sıcaklığının artması olup, bu durum radyasyon emiliminin olduğu ve transpirasyonun engellendiği anlamına gelmektedir (Buschmann ve Lichtenthaler, 1998).

Cornic ve Ghashgaie (1991), fasulyede yaptıkları denemede yaprak sıcaklığını araştırmışlardır. Yaprak sıcaklığı düştüğünde stomaların açıldığını saptamışlardır.

Son onbeş yılda bitki su stresinin izlenmesi için bitki sıcaklığı ölçüm tekniği üzerine olan ilgi artmış ve bu konuda birçok çalışma yapılmıştır (Jackson ve ark 1981). Anılan teknik yaprak yüzeylerinden transpirasyon yoluyla buharlaşan suyun yaprakları serinlettiği ilkesine dayanır. Bu süreçte kullanılan su sınırlanırsa, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklıkları artar. Transpire olan su çok azsa, absorbe edilen radyasyon nedeniyle yapraklar, çevresindeki atmosferden daha sıcak olacaktırlar (Jackson, 1991).

Sonuç

Araştırmada tuz uygulamalarının belirli oranlarla arttırılmasıyla Jalapeno biber çeşidinin; yaprak oransal su içeriğinde azalmaların meydana geldiği, yani tuz oranı arttıkça bu maddelerin miktarlarının düştüğü tespit edilmiştir. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmaları ile yaprak sıcaklığı 100 mM tuz uygulamalarında en yüksek seviyede olduğu tuzluluk azaltıldığında miktarlarının azaldığı görülmüştür. Uygulanan tuz stresi biber bitkisinin değişik vejetatif dönemlerinde gösterdiği tepki bakımından değerlendirildiğinde; yaprak sıcaklıkları ve yaprak hücrelerinde membran zararlanması hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulamalarında en yüksek düzeye ulaşmıştır. Denemede ele alınan diğer tüm kriterler bitkinin hasat dönemine kadar yapılan NaCl konsantrasyonunda en düşük düzeyde olurken bunu çiçeklenme dönemi izlemiş, 8 gerçek yapraklı döneme kadar yapılan NaCl konsantrasyonu en yüksek düzeye çıkmıştır. Yaprak su potansiyelini ele aldığımızda tuz konsantrasyonu arttıkça stres değeri de şiddetlenmektedir.

Kaynaklar

- Açıkgöz, N. (1984). Tarla Deneme Tekniği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 448 Bornova-İzmir, 167 s.
- Akay, R. ZH. (2010). Biberde Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Fizyolojik Parametreler ile Mineral Madde İçeriği üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, 66 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Anonymous. (2011). <http://tr.wikipedia.org/wiki/Jalepe%C3%Blo>
- Arslan, A. (2011). Biberde 24-Epibrassinolid Uygulamaları ile Kuraklık Stresine Karşı Toleransın Artırılması. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 105 sayfa, Kahramanmaraş.
- Ashraf, M., ve Arfan, M. (2005). Gas Exchange Characteristics and Water Relations in Two Cultivars of Hibiscus Esculentus under Waterlogging. *Biologia Plantarum*, 49 (3): 459-462.
- Bayat. R., Kuşvurun, Ş., Üstün, A.S., ve Ellialtıoğlu, Ş. (2012). Tuza Tolerans Özelliği Farklı İki Kabak Genotipine Ait Fidelere Yapılan Dışsal Prolin Uygulamalarının Etkileri Üzerinde Araştırmalar.
- Buschmann, C., ve Lichtenthaler, H.K. (1998). Principles and Characteristics of Multi-Colour Fluorescence Imaging of Plants. *Journal of Plant Physiology*, 152, 297-314.
- Cornic, G, ve Ghasghaie, J. (1991). Effect of Temperature on Net CO₂ Assimilation and Photosystem II Quantum Yield of Electron Transfer of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Leaves During Drought Stress. *Planta*, 185, 255- 260.
- Deveci, M., ve Uyan, B. (2011). Değişik Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişikliklerin Belirlenmesi. Türkiye VI. Bahçe Bitkileri Kongresi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa.
- Ecem, N. (2010). Farklı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşit ve Hatlarında Kuraklık Stresi Etkilerinin Fizyolojik Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 77 sayfa, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Sakarya.
- Ekmekçi, E., ve Altunal, E. (2007). Farklı Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının, Biberde Bazı Büyüme Gelişme Ve Verim Parametrelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun.
- Erdem, T., ve Arın, L., Erdem, Y., Polat, S., Deveci, M., Okursoy, H., ve Gültaş, H.T. (2010). Yield and Quality Response of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods. *Agricultural Water Management*, 97 (5): 681-68.
- Fan, S., ve Blake, T. (1994). Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. *Physiologia Plantarum*, 90: 414-419.
- Hoagland, D.R., ve Arnon, D.I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Berkeley, Calif. University of California, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station. <https://archive.org/details/watercultureme3450hoag>
- Jackson, R.D., ve Pinter, Jr P.J., Reginato, R.J., ve Idso, S.B. (1986). Detection and evaluation of plant stress for crop management decisions. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 24(1): 99-106.
- Jackson, S.H. (1991). Relationships Between Normalized Leaf Water Potential and Crop Water Stress Index Values for Acala Cotton, *Agric. Water Management*, 20: 109-118, 1191.
- Kalefetoğlu, T., ve Ekmekçi, Y. (2005). Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları. *Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 723-740.
- Karakuş, M. (2008). Farklı Tuz (NaCl) Stresi Koşullarında Prolin Uygulamalarının Patateste Fizyolojik ve Morfolojik Özelliklere Etkileri. Doktora Tezi, 99 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Karipçin, M.Z. (2009). Yerli Ve Yabani Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana.

- Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., ve Mastrorilli, M. (2004). Comparison of Corn Yield Response to Plant Water Stress Caused by Salinity and by Drought. *Agricultural Water Management*, 65: 95–101
- Kaya, E., ve Daşgan, H.Y. (2013). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt:29-2.
- Kaya, E. (2011). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotipinin Taranması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi* 212 sayfa, Adana.
- Kaya, C., ve Higgs, D. (2003). Supplementary KNO₃ Improves Salt Tolerance in Bell Pepper Plants, *J. of Plant Nutr.* 26, 7, 1367-1382.
- Köksal, E.S. (2006). Sulama Suyu Düzeylerinin Şekerpancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin, İnfrared Termometre ve Spektroradyometre ile Belirlenmesi. *Doktora Tezi*, 101 sayfa, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., ve Ellialtıoğlu, Ş. (2008a). Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Tuza Tolerant ve Duyarlı *Cucumis sp.*'nin Bazı Genotiplerinde Lipid Peroksidasyonu, Klorofil ve İyon Miktarlarında Meydan Gelen Değişimler. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1): 11-18, Van.
- Kuşvuran, Ş. (2010). Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, Adana.
- Küçükkömcü, S. (2011). Tuzluluk ve Kuraklık Streslerine Tolerans Bakımından Bamyaya Genotiplerinin Taranması, *Yüksek Lisans Tezi*, Adana.
- Mahajan, S., ve Tuteja, N. (2000). Cold, Salinity and Drought Stress: An Overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444, 139-158.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress, *Plant, Cell and Environment*. 25, 239-250.
- Oğuz, İ., Noyan, Ö.F., Karaman, M.R., Koçyiğit, R., ve Özen, M. (2012). Jalapeno Biber Tarımında Farklı Organik ve İnorganik Materyallerin Toprak Özellikleri ve Ürün Verimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi* (2012-1): 393
- Öncel, İ., ve Keleş, Y. (2002). Tuz Stresi Altındaki Buğday Genotiplerinde Büyüme, Pigment İçeriği ve Çözünür Madde Kompozisyonunda Değişmeler. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(2), Sivas.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1): 47-65, Ankara.
- Öztürk, L., Küfrelioğlu, İ., ve Demir, Y. (2008). In Vivo and in Vitro Effects of Etephon on Oxidative Enzymes in Spinach Leaves. *Acta Physiol Plant* 30:105-110.
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L., ve Ayerbe, L. (2004). Growth of Epicotyls, Turgor Maintenance and Osmotic Adjustment in Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjectes to Water Stres. *Field Crops Research*, 86: 81-90.
- Scholander, P.F., Yamel, H.T., ve Bradstreet, E.D., ve Hemmingsen, E.A. (1965). Sap Pessure in Vascular Plants. *Science*, 148:339-346.
- Taiz, L., ve Zeiger, E. (2008). *Bitki Fizyolojisi üçüncü baskıdan çeviri* (Çeviri Editörü: Prof. Dr. İsmail Türkan), Palme Yayıncılık, Ankara.
- Tohma, Ö. (2007). Çilekte Salisilik Asit Uygulamasının Tuz Stresine Dayanıklılık Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, 61 sayfa, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Yakit, S., ve Tuna, A.L. (2006). Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 59-67.

TEŞEKKÜR

Bu tez, Namık Kemal Üniversitesi BAP (Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi) (NKUBAP.00.24.AR.12.03) tarafından desteklenmiştir.

COMPARISON OF YIELD, FRUIT QUALITY AND LEAF NUTRIENT CONTENT OF SOME PEAR CULTIVARS

Ali İKİNCİ¹

İbrahim BOLAT²

ABSTRACT

This research was conducted during 2009-2013 on six years old 'Akça', 'Coscia', 'Deveci' and 'Dr. Jules Guyot' trees budded on *Pyrus communis* rootstock at the Pome Fruit Research Station of the Faculty of Agriculture at Harran University (Sanliurfa, Turkey). The aim of this research was to determine the performance of four pear cultivars under high clay-calcareous soil and semi-arid conditions in terms of fruit yield, fruit weight, yield efficiency, fruit quality parameters, trunk growth and leaf mineral nutrient concentration of the trees. The average fruit weights of the cultivars were determined as 73.78 g (Akça) and 338.26 g (Deveci). Average total soluble solid content ranged between 14.64 % (for Akça) and 15.96 % (for Deveci), while the highest of titratable acidity was observed 0.33 % in Dr. Jules Guyot. Trunk cross-sectional area of four pear cultivars at the end of the 10th year was 103.3 cm²/tree (Coscia) - 151.9 cm²/tree (Akça). Coscia has taken the first row in respect of cumulative yield (129.3 kg/tree) and yield efficiency (1.11 kg/cm²) in ten cropping years. In pear leaves N, P, K, Fe, Zn, and B concentrations from 30 days after full bloom (DAFB)-90 DAFB towards significant decreases while; there have been increases in Ca, Mg and Mn concentrations. On the other hand, leaf N, K, Ca, Mg, Fe, Cu, and B concentrations of Akça, and leaf Zn concentration of Dr. Jules Guyot cultivars were determined to be at a lower level than other pear varieties.

Keywords: Pear, nutrient content, leaf nutrition, yield, cumulative yield, leaf mineral analysis, leaf analysis

BAZI ARMUT ÇEŞİTLERİNİN VERİM, MEYVE KALİTESİ VE YAPRAK BESİN İÇERİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu araştırma, Harran Üniversitesi Yumuşak Çekirdekli Meyveler Araştırma Bahçesi'nde yer alan armut çöğürü (*Pyrus communis* L.) üzerine aşıllı 6 yaşlı 'Akça', 'Coscia', 'Deveci' ve 'Dr. Jules Guyot' armut çeşitlerine ait ağaçlar üzerinde 2009-2013 yılları arasında yürütülmüştür. Araştırmada, yüksek killi-kireçli toprak ve yarı kurak iklim koşullarında dört armut çeşidinin meyve verimi, meyve ağırlığı, verim etkisi, meyve kalite özellikleri, gövde gelişimi ve ağaçların yaprak besin maddesi içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Armut çeşitlerinin ortalama meyve ağırlıkları 73.78 g (Akça) ile 338.26 g (Deveci) arasında belirlenmiştir. Çeşitlerin suda çözünebilir kuru madde miktarı % 14.64 (Akça) ile % 15.96 (Deveci) arasında değişirken, en yüksek meyve asitliği Dr. Jules Guyot (% 0.33) çeşidinde saptanmıştır. Dört armut çeşidinin 10. yıldaki gövde enine kesit alanı 103.3 cm²/ağaç (Coscia) - 151.9 cm²/ağaç (Akça) arasında değişim göstermiştir. Toplam verim (129.3 kg/ağaç) ve gövde enine kesit alanına düşen verim (1.11 kg/cm²) bakımından en yüksek değer Coscia çeşidinden elde edilmiştir. Tam çiçeklenmeden 30 gün sonra alınan yaprak örneklerindeki N, P, K, Fe, Zn, Cu ve B konsantrasyonlarının, tam çiçeklenmeden 60 ve 90 günde alınan örneklere göre önemli oranlarda azalmasına karşılık; Ca, Mg ve Mn konsantrasyonlarında artışlar meydana gelmiştir. Öte yandan, Akça çeşidinin yaprak N, K, Ca, Mg, Fe, Cu ve B; Dr. Jules Guyot çeşidinin ise Zn elementi içeriğinin diğer çeşitlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Armut, besin elementi, yaprak besin içeriği, verim, kümülatif verim, yaprak analizi

Introduction

Pear (*Pyrus communis* L.), is one of the most important fruit species grown in the temperate climates across the world, and it belongs to the subfamily Pomoideae in the family Rosaceae. One of the gene centers of this fruit species, which is distributed in a wide area in the world from China to Manchuria, Japan, Northwest India, Afghanistan, Uzbekistan, Turkmenistan, Caucasus and Central Europe, is Anatolia. Indeed, it is reported that there are more than 600 pear varieties in Anatolia (Ozbek, 1978; Ozcagiran et al., 2004).

Today, the greatest world pear production (25 203 754 tonnes) is supplied by China, USA, Italy, Argentina, and Turkey countries, etc. (FAOSTAT, 2013). According to recent statistics, an area of 34 800 hectares in Turkey is under pear culture with an average annual production of about 461 826 tonnes (FAOSTAT, 2013).

¹ Doç.Dr. Harran Üniversitesi, aliikinci@harran.edu.tr

² Prof. Dr. Harran Üniversitesi, ibolat@harran.edu.tr

Pear trees do not root easily, so the pears are propagated by budding or grafting onto a rootstock. Rootstocks are propagated from seed or from cuttings (Marini, 2009). Pear varieties are produced through the budding and grafting techniques onto non-homozygous rootstocks. On the pear cultivation; pear seedlings, quince seedlings, clonal pear and clonal quince rootstocks are widely used. Domestic or wild pear seedling (*Pyrus communis*) shows very good compatibility with all pear varieties, quince rootstocks (*Cydonia oblonga* Mill.) shows compatibility only a part of pear varieties (Lombard and Westwood, 1987). In Europe; to get reduced vigor of the trees, put the trees being early yield and pear varieties grafted on quince rootstock to increase the fruit size, but quince rootstocks are quite sensitive lime-induced chlorosis in calcareous soils (Tagliavini and Rombolá, 2001). Conversely, more resistant to cold and lime-induced chlorosis, which is less sensitive to pear seedling rootstock was used as a rootstock, the scion varieties have shown strong growth (Lombard and Westwood, 1987; Günen and Mısırlı, 2004).

Rootstock effects tree size and vigor (Marangoni and Mazzanti, 1999), tree nutrition (Fallahi and Larsen, 1984), precocity, productivity and yield efficiency (Sugar et al., 1999), fruit size (Jacob, 1998), fruit quality (Garcin et al., 1994), compatibility (Ermel et al., 1997), cold hardiness (Palonen and Buszard, 1997) and pear decline and fire blight sensitivity (Lezec et al., 1997; Lemoine et al., 1998).

Pear rootstocks are produced through seeds, cutting or in vitro culture (Wertheim, 2002). When propagated by seeds of various pear species, plants are not genetically uniform. In Turkey, wild pear seedlings are still used as rootstocks by 97% in pear cultivation (Ercisli et al., 2006).

Leaf analysis is widely used in many other fruit species, as in pear (Stassen and Roth, 2005) and apple (Nachtigall and Dechen, 2006) trees, to determine nutritional status of the trees and to perform optimum fertilizer applications according to specific stages of development by detecting early nutritional needs of the trees

The aim of the present research was to study the performance of four pear cultivars grafted on pear seedling rootstocks in terms of fruit yield, fruit weight, production efficiency, fruit quality parameters, trunk growth and leaf mineral status of the trees.

Materials And Methods

Site description

The experiment was carried out at the Harran University Stone and Pome Fruit Research Station in Sanliurfa, Turkey (37° 10'N; 38° 59'E; alt. 536 m) during 2009-2013. Sanliurfa province has a semi-arid climate features with cold and wet during the winter and very hot and dry in the summer seasons. During the experiment, the air temperatures were in average 31.4 °C in summer and 7.2 °C in winter, while annual precipitation ranged between 355-447 mm, mainly concentrated between the months of November and April. The average relative humidity is at the level of 52.2%. Relative humidity is the highest (66%) ratio in January and in July is the lowest (36%) level. The seasonal temperature and rainfall patterns of the area of the experimental orchard over a period of 10 years are presented in Figure 1.

The orchard was established in a calcareous (21.5 % total carbonates and 10.7 % active lime), alkaline and clay-loam textured soil. The physical and chemical characteristics of the soil were clay 58.5 %, silt 18.5 % and sand 21 %, with low level of organic matter (0.96 %), pH 7.92 (in 1M KCl), and optimum concentrations of available P (80 mg kg⁻¹), K (160 mg kg⁻¹), Mg (50 mg kg⁻¹), and Fe (DTPA-extractable Fe:1.45 mg kg⁻¹) in the top soil layer (0-40 cm).

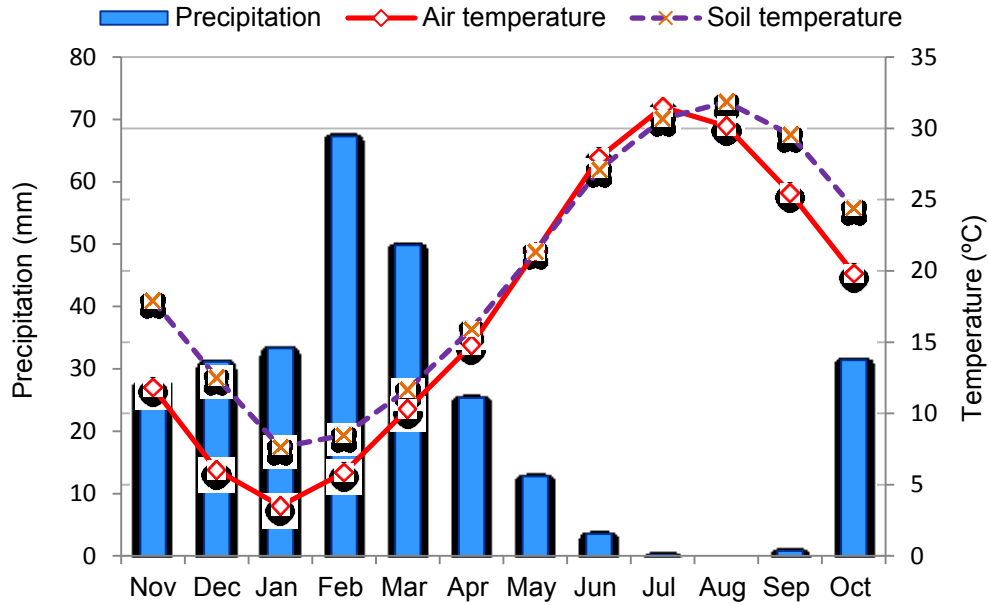


Figure 1: Seasonal Temperature and Rainfall Patterns of the Experimental Orchard

Plant material and experimental design

Akça', 'Coscia', 'Deveci' and 'Dr. Jules Guyot' pear cultivars were grafted on local seedlings (*Pyrus communis* L.) rootstocks and planted in February 2004 with a 1-year-old scions. The experiment was laid out in a randomized complete-block design with three blocks, each consisting of three trees. Trees on pear seedling rootstocks (hereafter referred to as "seedling rootstocks") were planted at 5 x 5 m (400 trees ha⁻¹) distance and trained in a modified center leader system.

Cultural treatments

The orchard was irrigated with a computerized drip irrigation system twice a week during May to October each season, according to regional recommendations using class-A pan. Each treatment received the same total amount of water each season. All treated trees were similarly fertigated with essential minerals in accordance with soil mineral nutrient analyses. No foliar application of nutrients was done to these trees. Thinning of flowers or fruitless was not carried out during the experiment. Weed, disease, and insect control were managed using the practices that were commonly used for commercial production, and all the treatments were under the identical management. A copper spray was put on at bud break to protect the trees from the firelight.

Data collection on growth, yield, fruit characteristics

Trunk diameter 20 cm above the graft union was measured with digital callipers in December each year. The average of two readings (north-south and east-west) was converted to trunk cross-sectional area (TCSA) for analysis. Annual yields, yield efficiency (yield/TCSA), cumulative yield and cumulative yield efficiency (cumulative yield/TCSA in 2013) were calculated. Cumulative fruit yield efficiency (CYE) was expressed as kg cm⁻² (Stern and Doron, 2009).

Fruit yield was determined each year by harvesting five central trees from each plot in optimum harvest period. Fruit firmness, soluble solids concentration (SSC), and titratable acidity (TA) of fruits at harvest were determined using a randomly selected sample of 20 fruits for each plot. Fruit yield per tree and average fruit weight were measured at fruit harvest in September. Flesh firmness was measured by an Effegi Penetrometer (8 mm tip) with an 8 mm diameter tip and expressed in terms of lb force. The SSC was determined with an Atago Palette Series Model PR-101a digital refractometer (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan) at 22 °C in the juice squeezed from the fruit homogenate (expressed as %). TA was determined by titrating the fruit homogenate with 0.1 N NaOH to pH 8.1. The TA results represented malic acid content expressed as %.

Data collection on leaf mineral element's content

In each year of the study, five trees of each cultivar were identified. Including 10 pieces of each kind of tree, for a total of 50 leaf samples were taken at each analysis period. Samples of 50 leaflets from the midsection of current year shoots were collected at 30, 60, and 90 DAFB in 2012 and 2013. The leaves were washed with a mild detergent, then rinsed with distilled water and dried in a forced air drying oven at 70°C to constant weight. The leaves were ground to pass a 40 mesh screen. Nitrogen (N) concentration samples was determined according to Kjeldahl method in which 0.5 g sample digested in concentrated H₂SO₄ and distilled with NaOH (40%). The ammonium N was fixed in H₃BO₃ (2%) and titrated with 0.1N H₂SO₄. In order to determine phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu) and manganese (Mn) concentrations, 1 g of samples were dry ashed at 550 °C for 5 h, and the ash was dissolved in 4 mL 3N HCl and filled up with pure water. Phosphorus contents of the samples were determined by vanadate-molybdate colorimetric method. Potassium, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu and Mn concentrations were determined using atomic absorption spectrophotometer (Kacar and Inal, 2008). Each determination was replicated three times. The results were expressed on a dry matter basis: % for macro and mg kg⁻¹ for microelements.

Statistical analysis

Analyses of variance were performed on all the data collected. Percentage data were subjected to arcsine transformation before analysis, to provide a normal distribution. Differences between the means were ascertained by Duncan’s multiple range tests, using the JMP 8.0 software package. The mean values for the combinations labelled with the same letters do not significantly differ at the significance level α=0.05.

Results

The annual yields, cumulative yields and the cumulative yield efficiency values of early (Akça), mid-season (Coscia and Dr. Jules Guyot) and late (Deveci) 4 pear varieties, which were grafted on the pear seedling, between the years 2009-2013 are shown in Table 1. Significant differences were observed between all the varieties in terms of the annual yields, cumulative yields, and the cumulative yield efficiency values. While the highest average yield per tree in terms of yield values among the pear varieties in the 6th year was obtained from Coscia and Akça varieties, the lowest yield value for the same year was obtained from Dr. Jules Guyot variety. In the subsequent years, the highest annual yield per tree was obtained from Coscia variety (Table 1). According to the total yield values of pear varieties between 2009-2013, it was determined that the highest cumulative yield value was obtained from Coscia with 129.3 kg tree⁻¹ and the lowest cumulative yield value was obtained from Dr. Jules Guyot variety with 93.6 kg tree⁻¹. The highest yield efficiency (1.27 kg cm⁻²) was recorded on Coscia trees, whereas, the lowest (0.68 kg cm⁻²) on Akça trees (Table 1).

The results obtained as a result of the pomological analyses performed on the fruits of the pear varieties are shown in Table 2. The differences between the varieties in term of all pomological characteristics investigated were found to be statistically significant. In the pear varieties, we used in the study, fruit diameter values between 52.29 mm (Akça) and 83.83 mm (Deveci), and fruit size values between 69.76 mm (Akça) and 106.31 mm (Dr. Jules Guyot) were obtained. In terms of fruit weight among the varieties, the highest value was obtained from Deveci (338.26 g) and the lowest value was obtained from Akça (73.78 g).

Table 1: Annual Yield, Cumulative Yield, Trunk Cross-Sectional Area (TCSA) and Cumulative Yield Efficiency (kg cm⁻²) of Some Pear Cultivars Grafted on *Pyrus communis* Seedling Rootstock

Cultivars	Annual yield (kg tree ⁻¹)					Cumulative yield (2009-2013) (kg tree ⁻¹)	Cumulative yield efficiency (kg cm ⁻²) ^y	Cumulative yield (ton ha ⁻¹) (2009-2013)
	2009	2010	2011	2012	2013			
Akça	11.4 a ^z	15.4 b	23.3 c	24.6 b	27.6 b	101.9 bc	0.68 c	40.8 bc
Coscia	13.2 a	20.2 a	31.0 a	31.3 a	33.5 a	129.3 a	1.27 a	51.7 a
Deveci	9.9 ab	16.5 b	22.7 c	27.4 b	28.5 ab	104.9 b	1.02 b	42.0 b
Dr.J. Guyot	7.4 b	14.9 b	26.8 b	20.7 c	23.7 b	93.6 c	0.88 bc	37.4 c
Significance	*	*	**	***	*	***	***	***

^z Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at P ≤ 0.05.

^y kg cm⁻² final TCSA

*, ** and *** Significant at P ≤ 0.05, 0.1 or 0.01, respectively.

Among the pear varieties used in the study, the highest fruit firmness was determined in Deveci (21.71 lb cm⁻²) and the lowest fruit firmness in Akça (9.1 lb cm⁻²) variety (Table 2). The variety with the highest amount of water soluble solid content (TSS) was Deveci with a rate of 15.96% and it was followed by Coscia with a ratio of 15.04%. The lowest TSS, on the other hand, was observed in Akça variety with a ratio of 14.64%. In the pear varieties used in the study, the lowest pH value was determined in Deveci with 3.64 and the highest pH value was determined in Dr. Jules Guyot with 4.53. In the pear varieties, the lowest titratable acidity (in malic acid) was determined in Deveci with 0.25% and Akça with 0.27%, the highest value was obtained from Dr. Jules Guyot with 0.33% (Table 2).

Table 2: Fruit Quality Characteristics of Four Pear Cultivars on *Pyrus communis* Seedling Rootstock (Values are the mean of 2012 and 2013)

Cultivars	Fruit diameter (mm)	Fruit length (mm)	Fruit weight (g)	Fruit firmness (lb)	SSC (%)	pH	TA (%)
Akça	52.29 c ^z	69.76 c	73.78 c	9.1 b	14.64 c	3.83 ab	0.27 bc
Coscia	66.62 b	87.51 b	175.98 b	11.33 b	15.04 b	3.71 b	0.29 b
Deveci	83.83 a	85.55 bc	338.26 a	21.71 a	15.96 a	3.64 b	0.25 c
Dr.J. Guyot	77.76 a	106.31 a	319.87 a	15.60 ab	14.88 c	4.53 a	0.33 a
Significance	**	**	*	**	*	*	***

^z Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P ≤ 0.05.

*, ** and *** Significant at P ≤ 0.05, 0.1 or 0.01, respectively.

Figure 2 demonstrates the concentrations of nutrition elements in leaf samples taken from the pear trees used in the study 30, 60, and 90 days after full bloom. The statistical analysis was applied only to the results of the nutrient analysis conducted on the leaves taken 90 days after full bloom. In all the leaves of the pear varieties used in this study, statistically significant differences were found in the concentrations of nutritional elements that were analyzed. According to the results of the leaf analyses conducted throughout the vegetative cycle of the pear trees, a significant decrease occurred in the N (19%), P (19%), K (12%), Fe (28%), Zn (31%), Cu (16%) and B (40%) concentrations 90 days after full bloom compared to baseline (30 DAFB). In contrast, an increase occurred in the Mn (12%), Ca (15%) and Mg (15%) concentrations in the pear leaves. According to the results of the nutrient analysis performed on the leaves taken 90 days after full bloom, it was determined that the leaves of Akça had a higher concentration of Mn; Coscia had a higher concentration of Fe; Deveci had a higher concentration of N, P, Zn and Dr. Jules Guyot had a higher concentration of Cu and B. On the other hand, it was determined that the leaf nutritional concentrations of Akça (N, K, Ca, Mg, Fe, Cu, and B) and Dr. Jules Guyot (Zn) had lower than other varieties in terms of certain elements.

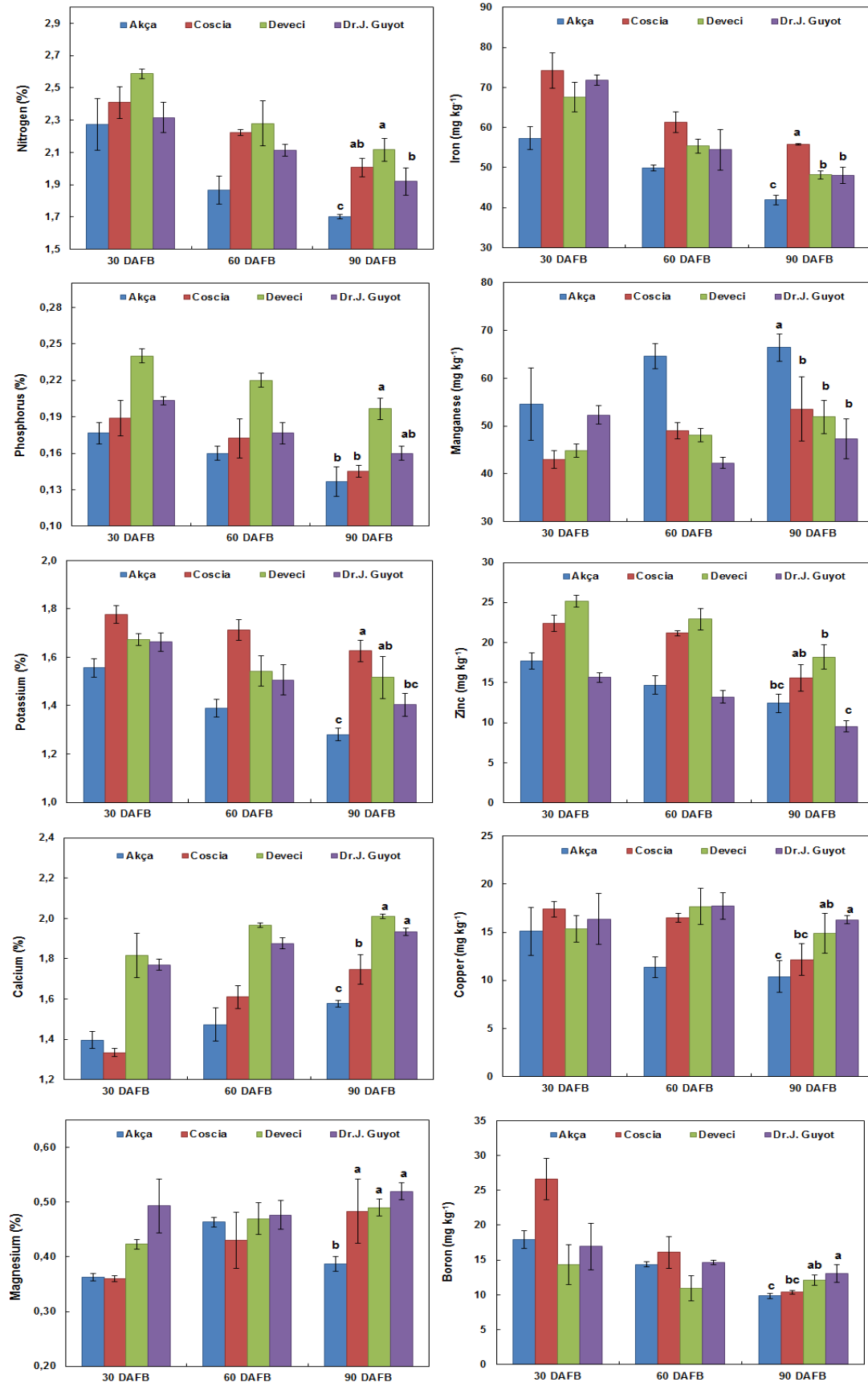


Figure 2: Seasonal nutrient element accumulation (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, and B concentration) in leaves of pear tree cultivars ('Akça', 'Coscia', 'Deveci' and 'Dr. Jules Guyot') at the 30, 60 and 90 days after full bloom (average of two years)

Discussion

As the fruit yields of the varieties grafted onto different rootstocks vary from year to year, cumulative yield values are used to compare the efficiency of the varieties. In many studies conducted in various countries in the world, the effects of item types of seedlings and clonal rootstocks on fruit yield and quality were investigated. In this study, 4 different pear varieties grafted on *Pyrus communis* seedling were compared.

In our study, the genetic structure of each wild pear seedling we used as a rootstock for pear varieties is naturally different. On the other hand, the pear seedlings used in another country will not be similar to the seedlings we use. Therefore, in a study conducted in two different countries (even in close locations), even if the same pear variety is grafted onto rootstocks, it is known that the efficiency of trees in two places and tree growth characteristics of the trees will be different. In a joint research conducted in Lithuania, Latvia and Estonia, where yield and fruit quality characteristics of 'Suvenirs' pear variety grafted on 7 different rootstocks including clonal quince, clonal pear, and pear seedlings were compared, quite different results were obtained in all three countries (Lepsis et al., 2013). In this study conducted by Lepsis et al. (2013), it was determined that while one country 'Suvenirs' tree grafted on one of the clonal quince seedlings was more efficient, in another country the efficiency of the trees grafted on pear seedlings was higher; and similarly while the TCSA development of trees grafted on seedlings was higher in one country, the development of trees grafted on clonal rootstocks was higher in another country.

While a yield between 47-50 kg tree⁻¹ was obtained from 10-12 years old Coscia pear tree planted with a distance of 4.5 x 2.5 m and grafted onto 'Quince C' rootstock in Israel (Stern and Flaishman, 2003), which has a semi-arid climate, in this study we conducted, a yield of 28.5 kg tree⁻¹ was obtained from 10 years old Coscia pear tree. Therefore, many factors have an impact on yield. It would not be correct to compare the results of studies conducted in different regions of a country or in different countries due to the reasons we mentioned above. In this section of the article, the results obtained in Şanlıurfa (Turkey), which has a semi-arid climate and may not have a very good ecology for pear cultivation, will be discussed.

There are various studies conducted by various researchers (Ercan, 1996; Akçay et al., 2007; Akçay et al., 2009; Canlı et al., 2009; Öztürk et al., 2009; Erdem and Öztürk; 2012) in Turkey's more appropriate ecologies for pear (Aegean and Marmara region) where one, two or all of the varieties that we used in this study were used. In addition to these studies, there is also a study (Kaplan, 1997) which was conducted on Akça and Dr. Jules Guyot varieties in the Diyarbakır province, which is closer to the Şanlıurfa province and has relatively similar climatic characteristics (semi-arid). In the comparisons relating to fruit pomology of the pear varieties, it will be benefitted from the results of these studies.

The fruit diameter (mm), fruit length (mm), fruit weight (g) values, obtained in the studies conducted on pear in the regions of Turkey with temperate (Aegean and Marmara) and semi-arid climatic conditions (Southeastern Anatolia Region), were determined as follows for Akça; 42.61 - 49.07 mm, 56.30 - 61.70 mm and 54.0 - 61.0 g respectively, for Coscia; 54.30 - 68.70 mm, 71.40 - 91.63 mm and 128.2 - 182.19 mm respectively, for Dr. Jules Guyot; 72.86 - 75.40 mm, 80.98 - 88.31 mm and 244.3 - 323.5 g respectively and for Deveci; 76.51 - 85.11 mm, 86.66 - 90.75 mm and 241.0 - 392.30 g respectively. Canlı et al. (2009) determined 6 years old 'Deveci' pear variety grafted onto Quince A rootstock in Egirdir the fruit weight (g), fruit diameter (mm) and fruit length (mm) values as 300.46 g, 82.04 mm and 86.66 mm respectively. The same researchers found the fruit firmness, TSS, pH and titratable acidity content of the 'Deveci' pear variety as 21.87 lb, 14.05%, 4.39 and 0.13% respectively. In the study, we conducted, on the other hand, the fruit weight, fruit diameter and fruit length values of Deveci were determined as 338.26 g, 83.83 mm and 85.55 mm respectively. In our study, the fruit firmness, TSS, pH and titratable acidity content of the Deveci pear were determined as 21.71 lb, 15.96%, 3.64 and 0.25% respectively. As it is seen, very close values were obtained from the Deveci pear variety grown in Şanlıurfa, which shows semi-arid climatic conditions, when compared to the fruit quality in Egirdir, which has temperate climatic conditions.

According to the average values of fruit firmness, TSS, pH and titratable acidity content obtained by the researchers mentioned above for each pear variety, it was reported that the variety of the highest fruit firmness and soluble solid content (Brix %) value is Deveci (20.9 lb cm⁻² and 14.2 % respectively), and the variety of the lowest levels is Coscia (8.5 lb cm⁻² and 10.0 %). In the research reports conducted before this study, no data were found regarding pH and acidity for the Coscia variety and regarding pH for the Dr. Jules Guyot variety. According to the research results of the researches mentioned above, the highest fruit juice pH value was obtained from Akça with 4.68 and the lowest pH value was obtained from Deveci with 4.34; while the highest titratable acidity was obtained from Dr. Jules Guyot with 0.30% and the lowest titratable acidity was obtained from Deveci with 0.22%.

In the variance analysis, significant differences were observed between the macro and micro nutrient element concentrations in the leaves of all pear varieties. In the leaves of all pear cultivars used in the study (90 DAFB); the average N content was 1.94 %, P content was 0.16 %, K content was 1.46 %, Ca content was 1.81 %, and

Mg content was 0.47 %, Fe content was 48 ppm, Mn content was 55 ppm, Zn content was 14 ppm, Cu content was 13 ppm, and the B content was 11.4 ppm. Accordingly, it is understood that the pear trees had deficiency in terms of N, at adequate levels in terms P, K, Ca, Mn, and Cu, were rich in terms of Mg, at low levels in term of Zn and at inadequate levels in terms of the B and Fe content (See Appendix 1).

In this study, pear seedlings were used. The differences between scion cultivars as well as the genotypic characteristics of rootstocks that each tree is grafted onto should not be forgotten. Rootstock can favorably influence tree yield, bearing habit, fruit quality, and leaf mineral nutrient concentration and these effects have been reported for commercially important pear cultivars. Sotiropoulos (2006) determined that according to the average leaf nutrient concentrations of the William's BC variety grafted onto 7 different rootstocks in 4-8 years, the trees grafted onto the *P. communis* rootstock had higher values in terms of N, P, K, Ca, Mg and B. In South Africa, in a study where 6 different rootstocks and leaf nutrient concentrations of the 'Forelle' pear variety grafted on these rootstocks were investigated, it was determined that the trees grafted onto pear rootstocks have higher N and P levels and lower Mg levels compared to quince rootstocks (North and Cook, 2008). In the same study, the leaf nutrient concentrations of the rootstocks were also determined. As a result of this study conducted for two years, it was revealed that pear rootstocks had higher levels of K, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu and B, and lower levels of Mg concentrations compared to quince rootstocks. This study has proven that rootstocks have a very important effect on leaf nutrient concentrations of scion cultivars.

Several researchers have shown that scion leaves of trees on more vigorous rootstocks have higher mineral (K, Mg) content than those on size-controlling rootstocks (Amiri et al., 2008). Similarly, many researchers reported that the pear varieties grafted onto the *Pyrus communis* rootstock had higher leaf nutrient concentrations compared to the varieties grafted on clonal pear or clonal quince rootstocks. One of the possible causes of mineral deficiency seen in the trees grafted onto some dwarfing rootstocks arises from these rootstocks' getting low amounts of minerals from the soil (Amiri et al., 2008).

Among pear varieties, it was determined that especially the Akça variety has lower concentrations than other varieties in terms of some of the leaf nutrient content analyzed. Fruits of the Akça variety, which ripens earlier than other varieties, ripen in mid-July. As it is a variety that ripens its fruits earlier, we can say that the withdrawal of N and other nutrient elements from the tree by the fruits may be one of the main causes for the low levels of leaf nutrient content in the Akça variety. The N deficiency began to be seen in the leaves of Akça during 90 DAFB period (See Figure 2 and Appendix 1). The leaf N concentrations of the other varieties, on the other hand, remained at optimum or low levels at each 3 periods. The concentration of some specific nutrients in leaves varies depending on the differences of withdrawal rates of rootstocks from the soil (Fallahi et al., 2001). As seen in Figure 2, it was determined that the N, P and K concentrations in the pear leaves demonstrated a significant decrease from 30 DAFB to 90 DAFB. Leaf N, P and K concentrations decreased throughout the growing season in deciduous trees (Shear and Faust, 1980; Ryugo, 1988; Sanz et al., 1994; Fallahi et al., 2001; Cheng and Raba; 2009), citrus (Embleton et al., 1973), prunes (Weinbaum et al., 1994), figs (Brown, 1994), avocado (Embleton and Jones, 1966) and olive (Fernandez-Escobar et al., 1999). The seasonal changes in leaf N, P and K concentrations are generally in agreement with those reported for other fruit tree species.

Young leaf tissues of a tree usually present lower water content and higher N, P and K concentrations. On the other hand, old leaves are rich, mainly in Ca, Mn, Fe, and B (Mengel and Kirkby, 2001). Therefore, due to the development of leaves, shoots, branches and fruit development during vegetative cycle and the redistribution of nutrients between the parts of a plant, mainly N, P and K concentrations decreases in pear leaves. In a study conducted in Mid Ebro Basin, one of the most important fruit production regions in Spain, to determine leaf nutrient concentrations 100 pear trees (cultivar was not taken into account), it was reported that the N, P and K levels of the leaves continuously decreased until after 120 days after full bloom (Sanz et al., 1994). From full bloom, fruits on a tree enter the cellular division period first and then the period of cellular expansion. Especially after full bloom, due to rapid growth, metabolism and for transportation of carbohydrates throughout the vegetative cycle, P and K are excessively demanding and this demand reduces the P and K concentrations in the leaves (Hilmelrich and Walker, 1982; Marscher, 1996). Potassium is most needed during the fruit enlargement and during the fruit ripening period (Fallahi et al., 2001).

As opposed to the significant decreases in the N, P, K, Fe, Zn, Cu and B concentrations in the pear leaves during the season from 30 DAFB to 90 DAFB, increases occurred in the Ca, Mg and Mn concentrations. While the leaf Ca concentrations were at normal levels at each 3 sampling periods in all the varieties, the Mg concentrations were found to be at high levels. Sanz et al. (1994) reported a slight increase in the Ca and Mg concentrations in the leaves of the pear trees between full bloom and 120 DAFB. In other research, Nactigall and Dechen (2006) reported that in the apple leaves (Fuji, Gala and Golden Delicious), the Ca and Mg

concentrations demonstrated a sharp increase during the first 5 weeks after full bloom, after slowing for several weeks, they entered a steady increase period. In the 6 years old 'Gala' variety growing in sand culture and grafted onto the M26 rootstock, it was reported that the concentrations of most nutrients in the leaves reduced as the growing season progressed and the Ca, Mg and Mn concentrations showed an increase (Cheng and Raba, 2009).

The direction of early seasonal changes in leaf Mg and Mn concentrations is in agreement with the results reported on pear (Sanz et al., 1994), apple (Fallahi et al., 2001; Nactigall and Dechen, 2006; Thomidis et al., 2007; Cheng and Raba; 2009; Kucukyumuk and Erdal, 2011), Pistachio (Picchioni et al., 1997), fig (Brown, 1994) and olive (Fernandez-Escobar et al., 1999).

Fe deficiency began to be seen in the leaves of the Akça variety in the 30 DAFB period. In the following period (60 DAFB), the Fe concentration was at a low level only in the leaves of the Coscia variety, while it was detected that Fe was inadequate in the other 3 pear varieties. During the 90 DAFB period, where some researchers indicated as the most suitable leaf sampling period for apple and pear (Sanz et al., 1994; Cheng and Raba, 2009), on the other hand, the Fe concentrations were observed to be at inadequate levels in the leaves of all pear varieties. Similarly, it was observed that the B concentration in the leaves of the Deveci variety was inadequate (deficient) 30 DAFB and this rate continued 60 and 90 DAFB (Figure 2). In contrast, it was determined that while the B concentration was at low level only in the Coscia variety 60 DAFB, the B concentration was deficient in the leaves of all pear varieties 90 DAFB.

Among the pear varieties, it was determined that the Zn level was inadequate (deficient) only in the leaves of Dr. Jules Guyot in the 90 DAFB; the Zn concentration was at a low or optimum level in the leaf samples taken both in and before this period. Little information is available concerning Zn nutrition of pears. In our study, the change of this element in the early period showed itself in the form of a rapid decrease (Figure 2). However, seasonal trend is typical for this element of deciduous tree species (Ryugo, 1988; Sanz et al., 1994; Fallahi et al., 2001; Nactigall and Dechen, 2006; Cheng and Raba; 2009; Kucukyumuk and Erdal, 2011).

As copper (Cu) is an element included in the composition of fungicides used against many fungal diseases, copper deficiency has not been reported in pear cultivation so far. In our study, while the Cu concentration we determined 30 DAFB was at a higher level, it decreased slowly in later periods. As it is known, in pear cultivation, copper fungicides are used for different diseases, both in the resting period and during the periods after fructification. Fungicide use is more between full bloom and 30 DAFB than 60 and 90 DAFB. In this study, insecticide was applied only 2 times against fire blight (*Erwinia amylovora*) and scab disease (*Venturia pyrina*) in the pear. The result, we obtained in our study is consistent with the studies (Sanz et al., 1994; Fallahi et al., 2001; Nactigall and Dechen, 2006; Cheng and Raba; 2009; Kucukyumuk and Erdal, 2011) where the seasonal change of Cu in different deciduous fruit species was determined.

It is known that pear trees have a high B requirement. The B deficiency causes the death of flowers, shedding of dead flowers and as a result a decrease in fructification and yield in trees (Wojcik and Wojcik, 2003). The boron concentration in pear leaves (except Coscia 30 DAFB) was determined to be generally at low or inadequate levels. Any fertilizer application containing the B element was not performed on the trees used in the study through leaves or soil throughout the period of the study. During the period of cell division and cell expansion that begins in the fruits after pollination, B is carried from leaves to fruits. In the studies conducted on apples (Nactigall and Dechen, 2006) and pears (Wojcik and Wojcik, 2003), it was reported that the boron concentration in the fruits increased gradually during the period of fruit growth and B is continuously transported to the fruit via the phloem (Thomidis et al., 2007). The foliar B applications of B-deficient pear trees before full bloom or in the fall were more effective in increasing fruit yield than supplying with B to soil (Wojcik and Wojcik, 2003).

The Fe chlorosis is one of the most important abiotic stresses occurring in fruit trees grown in calcareous or alkaline soils. The most important effect of the Fe chlorosis on high plants is that it decreases photosynthetic pigment concentrations and especially chlorophyll amounts in leaves (Alvarez-Fernandez et al., 2004). It was reported that in soils with high lime, the varieties grafted onto the *P. communis* rootstock is more resistant to lime-induced Fe chlorosis than other rootstocks (Tagliavini and Rombolá, 2001; Iglesias et al., 2004; Iglesias and Asin, 2005; Alcantara et al., 2012). Standard values have not been established for Fe in the pear. A researcher states that a Fe concentration less than 60 ppm in leaves is inadequate, while another researcher states 25 ppm is inadequate.

As occurs in other species, leaf analysis is not useful for diagnosing Fe deficiency because the inconsistency of leaf, Fe levels in separating chlorotic from non-chlorotic leaves (Korcak, 1987). Visual examination of trees is the best method for diagnosing Fe deficiency, a nutritional problem that negatively affects pear growing in alkaline, calcareous soils (Tagliavini et al., 2000).

APPENDIX 1

Leaf nutrient standard for pears*

Nutrient Element	Deficiency	Low	Optimum	High	Excess
N (%)	< 1.8	1.8 - 2.2	2.3 - 2.7	2.8 - 3.5	> 3.5
P (%)	< 0.10	0.10 - 0.14	0.15 - 0.20	0.21 - 0.30	> 0.30
K (%)	< 0.8	0.8 - 1.0	1.1 - 1.5	1.6 - 2.0	> 2.0
Ca (%)	< 0.7	0.7 - 1.0	1.1 - 2.0	2.1 - 2.5	> 2.5
Mg (%)	< 0.18	0.18 - 0.24	0.25 - 0.35	0.36- 0.50	> 0.50
Fe (mg kg ⁻¹)		< 60	60 - 200	> 200	
Mn (mg kg ⁻¹)	< 20	20 - 24	25 - 100	101 - 200	> 200
Zn (mg kg ⁻¹)	< 10	10 - 15	16 - 50	> 50	
Cu (mg kg ⁻¹)	< 4	4 - 5	6 - 20	21 - 100	
B (mg kg ⁻¹)	< 15	15 - 19	20 - 60	61- 200	>200

* It was prepared utilizing from Leece (1976), Jones et al. (1991) and Bright (2005).

References

- Akçay, M.E., Büyükyılmaz, M., ve Burak, M. (2007). Bazı armut çeşitlerinin quince - A klon anacı üzerindeki gelişme, verim ve yaşam ilişkileri, V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kong., Cilt:1, Erzurum, pp. 417-421.
- Alcantara, E., Montilla, I., Ramirez, P., Garcia-Molina, P., ve Romera, F.J. (2012). Evaluation of quince clones for tolerance to iron chlorosis on calcareous soil under field conditions. *Sci. Hortic.*, 138, 50-54.
- Alvarez-Fernandez, A., Garcia-Lavina, A.P., Fidalgo, C., Abadia, J., ve Abadia, A. (2004). Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. *Plant and Soil*, 263, 5-15.
- Amiri M.E., Fallahi, E., ve Golchin, A. (2008). Influence of foliar and ground fertilization on yield, fruit quality, and soil, leaf, and fruit mineral nutrients in apple. *Journal of Plant Nutrition*, 31, 365-370.
- Bright, J. (2005). Apple and pear nutrition. NWS Department of Primary Industries. Primefact Number: 85, First Edition 1 October 2005. Available at: <http://ucanr.org/sites/nm/files/76700.pdf> (Accessed: 20 April 2016).
- Brown, P. H. (1994). Seasonal variations in fig (*Ficus carica* L.) leaf nutrient concentrations. *HortSci.*, 29, 871-873.
- Canlı, F.A., Pektaş, M., ve Kelen, M. (2009). Effects of pre-harvest plant growth regulator sprays on fruit quality of 'Deveci' pear (*Pyrus communis* L.). *Journal of Applied Biological Sciences*, 3, 81-84.
- Cheng, L., ve Raba, R. (2009). Accumulation of macro - and micronutrients and nitrogen demand-supply relationship of 'Gala'/'Malling 26' apple trees grown in sand culture. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 134, 3-13.
- Embleton, T.W., ve Jones, W.W. (1966). Avocado and Mango. In: Childers, N. F. (Ed.). *Fruit Nutrition*, Horticultural Publications, Rutgers University, NJ: pp. 51-76.
- Ercan, N. (1996). The selection of native and foreign pear cultivars suitable for the Aegean region of Turkey. *Anadolu*, 6, 58-74.
- Ercişli, S., Eşitken, A., Orhan, E., ve Özdemir, O. (2006). Rootstocks used for temperate fruit trees in Turkey: An overview. *Sodininkyste ir Darzininkyste*, 25, 27-33.
- Erdem, H., ve Öztürk, H. (2012). Effect of foliar applied zinc on yield, mineral element contents and biochemical properties of pear varieties grafted to BA 29 rootstock. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7, 93-106.
- Ermel, F.F., Poessel, J. L., Faurobert, M., ve Catesson, A.M. (1997). Early scion/stock junction in compatible and incompatible pear/pear and pear/quince grafts: A histocytological study. *Annals of Botany*, 79, 505-515.
- Fallahi, E., ve Larsen, F. (1984). Rootstock influence on leaf and fruit mineral status of 'Bartlett' and 'D'Anjou' pear. *Scientia Horticulturae*, 23, 41-49.
- Fallahi, E., Chun, I.J., Neilsen, G.H., ve Michael, W.C. (2001). Effects of three rootstocks on photosynthesis, leaf mineral nutrition, and vegetative growth of "BC-2 Fuji" apple trees. *Journal of Plant Nutrition*, 24, 827-834.
- FAOSTAT (2013). Available at: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (Accessed: 17 May 2016).
- Fernandez-Escobar, R., Moreno, R., ve Garcia-Creus, M. (1999). Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. *Scientia Horticulturae*, 82, 25-45.
- Garcin, A., Edin, M., Mathieu, V., ve Hilaire, C. (1994). Poirier: maturité et qualité de William's en fonction du porte-greffe. *Infos-Ctifl*, 103, 30-35.
- Günen, Y., ve Mısırlı, A. (2004). Armut (*Pyrus* spp.) yetiştiriciliğinde anaç kullanımı. *Anadolu J. of AARI*, 14(1), 111-127.

- Hilmelrich, D.G., ve Walker, C.E. (1982). Seasonal trends of calcium, magnesium, and potassium fractions in apple leaf and fruit tissues. *Journal of the America Society for Horticultural Science*, 107, 1078-1080.
- Iglesias, I. ve Asin, L. (2005). Performance of 'Conference' pear on self-rooted trees and several Old-Home X Farmingdale, seedling and quince rootstocks in Spain. *Acta Horticulturae*, 671, 485-491.
- Iglesias, I., Asin, L., Montserrat, R., Vilardell, P., ve Carbo, J. (2004). Performance of some pear rootstocks in Lleida and Girona (Catalonia, NE-Spain). *Acta Horticulturae*, 658, 159-165.
- Jacob, H. (1998). Pyrodwarf: A new clonal rootstock for high density pear orchards. *Acta Horticulturae*, 475, 169-177.
- Jones, J.B. Jr., Wolf, B., ve Mills, H. A. (1991). *Plant Analysis Handbook*. Micro Macro Publishing, Inc.
- Kacar, B., ve Inal, A. (2008). *Bitki analizleri*. Nobel Yayın Dagitim Ltd. Sti., Ankara, 876 pp.
- Kaplan, N. (1997). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne uygun armut çeşitlerinin saptanması. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu. 2-5 Eylül 1997. Yalova.
- Korcak, R.F. (1987). Iron deficiency chlorosis. *Hort. Rev.*, 9, 133-186.
- Küçükyumuk, Z., ve Erdal, I. (2011). Rootstock and cultivar effect on mineral nutrition, seasonal nutrient variation and correlations among leaf, flower and fruit nutrient concentrations in apple trees. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 17, 633-641.
- Le Lezec, M., Lecomte, P., Laurens, F., ve Michelesi, J.C., 1997. Sensibilité varietable au feu bactérien (1^{re} partie). *L'Arboriculture Fruiterie*, 44, 57-62.
- Leece, D.R. (1976). Leaf compositional standards for stone fruit and pome fruit. Diagnosis of nutritional disorders of fruit trees by leaf and soil analyses and biochemical indices. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 42, 3-19.
- Lemoine, J., Simon, M., Costard, F., Bossu, V, ve Pradier, B. (1998). Le dépérissement du Poirier ou pear decline. *L'Arboriculture Fruiterie*, 45, 29-34.
- Lepsis, J., Lepse, L., Kviklys, D., ve Univer, N. (2013). Evaluation of pear rootstocks for the cultivar 'Souvenirs' in the Baltic Region. *Proceedings of The Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*, 67, 145-150.
- Lombard, P.B., ve Westwood, M.N. (1987). Pear rootstocks. In: Rom, C. R., Calson, R. F. (Eds.), *Rootstocks for Fruit Crops*. Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York, pp. 145-183.
- Marangoni, B., ve Mazzanti, F. (1999). I portinesti del pero. *L'Informatore Agrario*, 6, 33-38.
- Marini, R.P. (2009). Growing pears in Virginia. Virginia Cooperative Extension Publication 422-017, 9 pp. Available at: <http://www.ext.vt.edu/pubs/treefruit/422-017.html> (Accessed: 08 May 2016).
- Marschner, H. (1996). *Mineral nutrition of higher plants*. Second Edition. Academic Pres Inc. London, G. B., 446 pp.
- Mengel, K., ve Kirkby, E.A. (2001). *Principles of plant nutrition*. 5.ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 849 pp.
- Nachtigall, G.R., ve Dechen, A.R. (2006). Seasonality of nutrients in leaves and fruits of apple trees. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 63, 493-501.
- North, M.S., ve Cook, N.C. (2008). Effect of six rootstocks on 'Forelle' pear tree growth, production, fruit quality and leaf mineral content. *Acta Horticulturae*, 772, 97-103.
- Öztürk, I., Ercisli, S., Kalkan, F., ve Demir, B. (2009). Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 8(4), 687-693.
- Özbek, S. (1978). Özel Meyvecilik. Çukurova Üniv., Ziraat Fak. Yay. No: 128, Adana.
- Özçagıran, R., Ünal, A., Özeke, E., ve İsfendiyaroglu, M. 2004. Ilıman iklim meyve türleri. Yumuşak çekirdekli meyveler. Cilt- II. Ege Üniv. Yay. No: 556, İzmir.
- Palonen, P, ve Buszard, D. (1997). Current state of cold hardiness research on fruit crops. *Canadian Journal of Plant Science*, 77, 399-420.
- Picchioni, G.A., Brown, P.H., Weinbaum, S.A., ve Muraoka, T.T. (1997). Macronutrient allocation to leaves and fruit of mature, alternate-bearing pistachio trees: magnitude and seasonal patterns at the whole-canopy level. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 122, 267-274.
- Ryugo, K. (1988). *Fruit Culture, Its Science and Art*. Wiley, New York.
- Sanz, M., Montañés, L., ve Carrera, M. (1994). The possibility of using floral analysis to diagnose the nutritional status of pear trees. *Acta Horticulturae*, 367, 290-295.
- Shear, C.B., ve Faust, M. (1980). Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. *Hort. Rev.*, 2, 143- 163.
- Sotiropoulos, T.E. (2006). Performance of the pear (*Pyrus communis*) cultivar William's Bon Chretien grafted on seven rootstocks. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46, 701-705.
- Stassen, P.J.C., ve North, M.S. (2005). Nutrient distribution and requirement of 'Forelle'pear trees on two rootstocks. *Acta Horticulturae*, 671, 493-500.

- Stern, R.A., ve Doron, I. (2009). Performance of 'Coscia' pear (*Pyrus communis*) on nine rootstocks in the north of Israel. *Scientia Horticulturae*, 119, 252-256.
- Stern, R.A., ve Flaishman, M.A., 2003. Benzyladenine effects on fruit size, fruit thinning and return yield of 'Spadona' and 'Coscia' pear. *Scientia Horticulturae*, 98, 499-504.
- Sugar, D., Powers, K.A., ve Basile, S. (1999). Effect of rootstock on fruit characteristics and tree productivity in seven red-fruited pear cultivars. *Fruit Varieties Journal*, 53, 148-154.
- Tagliavini, M., Abadia, J., Rombola, A.D., Abadia, A., Tsipouridis, C., ve Marangoni, B. (2000). Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. *J. Plant Nutr.*, 23, 2007-2022.
- Tagliavini, M., ve Rombola, A.D. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems: A review. *Eur. J. Agron.*, 15, 71-92.
- Tagliavini, M., ve Rombolà, A.D. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. *European Journal of Agronomy*, 15 (2), 71-92.
- Thomidis, T., Tsipouridis, C., ve Darara, V. (2007). Seasonal variation of nutrient elements in peach fruits (cv. May Crest) and its correlation with development of Brown rot (*Monilinia laxa*). *Scientia Horticulturae*, 111, 300-303.
- Weinbaum, S.A., Niederholzer, F.J.A., Ponchner, S., Rosecrance, R.C., Carlson, R.M., Whittlesey, A.C., ve Muraoka, T.T. (1994). Nutrient uptake by cropping and defruited field-grown 'French' prune trees. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 119, 925-930.
- Wertheim, S. (2002). Rootstocks for European pear: a review. *Acta Horticulturae*, 596, 299-307.
- Wojcik, P., ve Wojcik, M., 2003. Effects of boron fertilization on 'Conference' pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storability. *Plant and Soil*, 256, 413-421.

BAZI RHAMNUS TÜRLERİNİN KÖK EKSTRAKTLARININ DİABETLİ MUS MUSCULUS KAN ŞEKER DEĞERLERİNE ETKİSİ

Ayhan GÜLER¹

Erdal BİNGÖL²

ÖZET

Bu araştırmada hastalıkların tedavisinde ve özellikle alternatif tıp yöntemlerinde kullanılan bitkilerin (hemen hemen bütün ilaçların etken maddesi) içerdikleri maddelerin saptanması, tedavi süreçlerinde organ ve dokulara herhangi bir yan etkilerinin olup olmadığının incelenmesi esastır. Bu doğrultuda araştırmamızda kullandığımız bitki (*Rhamnus*) türlerinin kök ekstraktları hazırlanmış ve denek olarak kullandığımız diabetik albino *Mus musculus* üzerinde denemeler yapılmış ve sonuçta farelerin kan şekeri düzeylerindeki değişimler gözlenerek, *Rhamnus* (Çehri) bitkisinin kök ekstraktlarının kan şekeri üstündeki düzenleme etkileri incelenmiştir.

Bazı *Rhamnus* (Çehri) türlerinin kök ekstraktlarının diabetik albino *Mus musculus*' un kan şekeri ve idrar şekeri üzerinde %30'lara varan bir oranda düşme yönünde düzenleyici bir etkisinin olduğu, farelerin genel davranışlarında da bir iyileşme canlılık getirdiği de görülmüştür. Ancak bu etkinin ne şekilde olduğu, insülin salınımını artırıcı etkisi ile mi yoksa insülinin etkisini artırarak mı yaptığı konusunun incelenmesi, Çehri bitkisinin içerdiği antrasen türü maddelerle mi olduğunun incelenmesi, ayrıca da organlara (karaciğer, pankreas ve böbrek) da bir zararın olup olmadığı açısından da değerlendirilmiştir. Gerek kan değerleri üzerinde gerekse de organ ve doku incelemeleri yapıldığında herhangi bir olumsuz bulguya rastlanmamıştır. Dolayısı ile yapılacak daha kapsamlı araştırmalara temel olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Diabetes mellitus*, Albino *Mus musculus*, *Rhamnus* sp.(Çehri), Alloksan Kan Şekeri

SOME RHAMNUS ROOT EXTRACT DIABETIC ALBINO MUS MUSCULUS OF THE EFFECT ON BLOOD GLUCOSE VALUES

ABSTRACT

This treatment of disease research and especially the plants used in alternative medicine methods (almost all drugs the active substance) identification of substances they contain, the organs in the treatment process and tissue is essential to examine whether there are any side effects. We use this line in our research plant (*Rhamnus*) roots of such extracts were prepared and tests on diabetical albino *Mus musculus*, which we used as subjects made and observed variations in blood sugar levels of the resulting mouse, *Rhamnus* (buckthorn) Edit impact on blood sugar the extract stem of the plant were examined.

Some *Rhamnus* type of root extracts of diabetical albino *Mus musculus*'s blood sugar and as a percentage of a regulatory act to fall up to 30% on urinary glucose, the mice general behavior has been seen in a recovery vitality brought. However, this is in effect what way, investigation or is the subject that he did by increasing the action of insulin by increasing effect of insulin secretion, we investigated whether it be the face that is contained in the plant anthracene-type substances, as well as organ those (liver, pancreas and kidney) in the open is whether a damage assessment. Both blood values on both the organ and tissue examinations when not aware of any negative findings. We suggest that future studies leading to a more comprehensive and causing damage.

Keywords: *Diabetes mellitus*, Albino *Mus musculus* *Rhamnus* sp. (buckthorn) Alloxan Blood Sugar

Giriş

Bu araştırmada hastalıkların tedavisinde ve özellikle alternatif tıp yöntemlerinde kullanılan bitkilerin (hemen hemen bütün ilaçların etken maddesi) içerdikleri maddelerin saptanması, tedavi süreçlerinde organ ve dokulara herhangi bir yan etkilerinin olup olmadığının incelenmesi esastır. Bu nedenledir ki *Diabetes mellitus* tedavisinde modern tıp teknolojileri dışında, alternatif tıp yöntemlerinde tedavi amaçlı kullanılan bitkilerin ve bunların içerik ve etki mekanizmaları bir çok bilim adamı tarafından araştırılmaktadır. Tip 2 diyabet şu anda 180 milyondan daha fazla insanı etkileyen karmaşık ve heterojen bir bozukluktur ve beraberinde ciddi sosyo-ekonomik sorunları da beraberinde getirmektedir. (Shafrir, 1992:8)

¹ Yrd. Doç. Dr. Hakkari Üniversitesi, ayhanguler93@gmail.com

² Yrd. Doç. Dr. Hakkari Üniversitesi, erekdagi_65@hotmail.com

Diabetes mellitus tedavisinde kullanılan bazı bitki türleri (Çörek otu, ısırgan otu, ısırgan tohumu, kurdret narı, aslan pençesi, yaban mersini, yeşil çay, yulaf, tarçın, pelin otu, ökse otu, böğürtlen, brokoli, ginseng, keten tohumu, bamya çiçeği, kimyon, çavdar, rezene) gibi.

Bu doğrultuda araştırmamızda kullandığımız bitki (*Rhamnus*) türlerinin kök ekstraktları hazırlanmış ve denek olarak kullandığımız diabetik albino *Mus musculus* üzerinde denemeler yapılmış ve sonuçta farelerin kan şekeri düzeylerindeki değişimler gözlenerek, *Rhamnus* (Çehri) bitkisinin kök ekstraktlarının kan şekeri üstündeki düzenleme etkileri incelenmiştir. Bu denemeler yapılırken organ ve dokularda her hangi bir yan etki olup olmadığı da değerlendirilmiştir.. Ayrıca sindirim ve boşaltım sisteminde de her hangi bir düzensizliğe sebep olup olmadığı da incelenmiştir. Yapılan araştırmalarda diğer bitki türleri ile yapılan çalışmalarla birlikte değerlendirilmiştir. (Coşkun, 1986,1989,1990, Satake, ve ark,1989)

Neden *Rhamnus* (Çehri) Bitkisi: İçerdiği glikozitler ve anthranoidler nedeni ile müsil etkisi göstererek safra üzerindeki etkileri ile bağırsak ve mideyi rahatlatmaları, egzema, baş ağrısı gibi çeşitli hastalıklara iyi gelmesi. Anadolu da karantı otu olarak veya çehri olarak bilinen *Rhamnus*'un şeker hastalığı tedavisin de kullanılması. Ayrıca 7'si endemik olmak üzere Türkiye'de 24 takson olarak yetişmesidir (şekil 1,2,3,4). (Devis, 1966© Press 22) 1997: cilt;2, Yaltırık, 1967)



Şekil 1: *R. petiolaris* (Boiss)



Şekil 2: *R. cathartica*



Şekil 3: *Rhamnus rhodopeus*



Şekil 4: *R. thymifoliaris*

Materyal Ve Metod

Deneylerde alloxan (50-200mg/kg) ile diabetik hale getirilen albino *Mus musculus* dişi bireyleri $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 12 saatlik fotoperiyod uygulanan laboratuvar şartların da tavuk yemi (standart besin) ile beslenmiş ve su olarak *Rhamnus* bitki köklerinin kaynatılması ile elde edilen ekstrakt (her gün sabah aynı miktar) verilen fareler ile çalışılmıştır. Glukoz tolerans testleri kuyruk kesimi yapılarak alınan kandan 10-20-30-60-90 ve 120 dk ara ile yapılmıştır. Diyabetli farelerin tokluk kan şekeri ölçümleri, kuyruk kesimi ile elde edilen kanın Bayer kan şekeri ölçüm cihazı, glukoz metre ile 24-48-72 saat arayla, kan keton araması da yine aynı şekilde yapılmıştır. İdrarlarda şeker Bayer'in diyabet klinik test stripleri ile ve keton içinde yine Bayer'in keto-diastrix-50 stripleri ile yapılmıştır. Daha sonra kontrol grupları ile karşılaştırmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Anova varyasyon analiz testi kullanılarak değerlendirilmiştir ($P>0.05$). (Seda and Alper, 2004:2),(Take ve ark.2004:30)

Bulgular

Araştırmamızda alloksan diabetli normal besinle beslenen *Mus musculus albino* kan şekeri ve kan keton düzeylerine bazı *Rhamnus* türlerinden elde edilen ekstraktların etkisi Tablo1 ve Tablo 2’de verilmiştir. Görüldüğü üzere *Rhamnus* ekstraktları verilen farelerde kan şekeri ve kan keton’u seviyelerinin başlangıç zamanına göre ilk 24 saat te önemli bir düşüş göstermemesine karşın 48 saat sonunda %20 ye ve 72 saat sonun da ise %30’un üzerinde bir kan şekeri seviye düzenlemesi sağladığı görülmektedir. Yine aynı şekilde kan keton seviyelerinde benzer bir durum görülmektedir. Ancak *Rhamnus* türleri de kendi aralarında azda olsa farklılık göstermektedirler ($P>0.05$).

Tablo 1 : Alloksan Diabetli Normal Besinle Beslenen *Mus musculus Albino* Kan Şekeri Düzeyleri

Gruplar	Başlangıç (0 zaman) x ± SX	24 Saat x ± SX	48 Saat x ± SX	72 Saat x ± SX
<i>R. thymifolius</i>	315±29.3 Aa	299±26.3 A Ba	252±23.4 Ba	190±20.1 Ca
<i>R. petiolaris</i>	305±27.6 Ab	296±25.2 Aa	245±22.6 Bb	215±21.3 Cb
<i>R. cathertica</i>	318±30.2 Aa	301±26.6 A Ba	255±24.1 Ba	200±18.6 Cab
<i>R. rhodopeus</i>	311±27.9 Aa	298±25.5 A Ba	239±23.2 Bb	219±13.7 Ccb
Kontrol (SF)	345±24.3 Ac	335±18.9 Ac	328±19.9 A Bc	298±15.3 Cd

x = 3 tekrar ortalaması

SX= Standart Hata

Aynı satırda aynı büyük harf içeren değerler arasında fark yoktur. ($P>0.05$)

Aynı sütunda aynı küçük harf içeren değerler arasında fark yoktur. ($P>0.005$)

Tablo 2 : Alloksan Diabetli Normal Besinle Beslenen *Mus musculus Albino* Kan Keton Düzeyleri

Gruplar	Başlangıç (0 zaman) x ± SX	24 Saat x ± SX	48 Saat x ± SX	72 Saat x ± SX
<i>R. thymifolius</i>	4.0±0.4 Aa	3.5±0.5 Ba	2.8±0.3 Ca	1.9±0.2 Da
<i>R. petiolaris</i>	3.9±0.3 Aa	3.4±0.6 Ba	3.1±0.5 Bb	2.6±0.3 Cb
<i>R. cathertica</i>	3.8±0.39 Aa	3.1±0.32 Bb	2.8±0.23 Ba	2.2±0.15 Cac
<i>R. rhodopeus</i>	3.7±0.26 Aa	3.4±0.42 Aa	3.0±0.6 Bab	2.7±0.4 Bbd
Kontrol (SF)	4.3±0.0.76 Ab	4.1±0.9 Ac	3.8±0.73 A Bc	3.1±0.47 Ce

x = 3 tekrar ortalaması

SX= Standart Hata

Aynı satırda aynı büyük harf içeren değerler arasında fark yoktur. ($P>0.05$)

Aynı sütunda aynı küçük harf içeren değerler arasında fark yoktur. ($P>0.005$)

Özellikle *R.thymifolius* ve *R.cathertica* türlerinin ekstraktları 48 saat ve 72 saat sonunda diğer iki türe göre kan şekeri ve ketonu seviye düzenlemesinde daha etkili oldukları görülmüştür. *Rhamnus* ekstraktı verilen farelerin kan şekeri ve kan keton seviyeleri, kontrol farelerin değerleri ile karşılaştırıldığında ise etki bakımından, kan şekeri ve kan keton seviyelerinin düzenlenme oranı iki katına yakındır. Yapılan diğer testlerde ise (örneğin strip ile idrarda şeker ve keton aramaları) bu verileri destekler değerler çıkmıştır.

Alloksan diabetli farelerin idrarlarında (>+++şeker ve keton) çıkmasına karşın denemeler sonucunda özellikle 48 saat ve 72 saat sonunda bu skalanın şeker için (++) , keton için ise (+) düştüğü görülmüştür. Kontrol farelerin idrar şekeri (>+++) den (+++) pozitif, idrar ketonu ise (>+++) de (++) pozitif değere düşmüştür.

Oluşturulan diğer deneme grubunda ise *Rhamnus* bitki ekstraktları, oral yolla D-Glukoz ile beslenen fareler üzerindeki etkisi de incelenmiştir (Tablo 3). Bu denemelerde göstermiştir ki, *Rhamnus* bitki ekstraktlarının farelere verilmesi ile birlikte, kan şekere seviyelerinde düşüşler saptanmıştır. Yine özellikle 48 ve 72 saat sonundaki değerlerin, allakosan daibetli farelerde görülen düzenleyici etkisi kadar olmasa da %10-15 seviyelerinde bir düşüş sağladı görülmüştür. Bu bize *Rhamnus* bitki ekstraktlarının fare kan şekeri üzerinde etkisini açıkça desteklemektedir.

Tablo 3 : D-Glukoz ile Beslenen *Mus musculus* Albino Kan Şekeri Düzeylerine *Rhamnus* Ekstraktlarının Etkisi

Gruplar	Başlangıç (0 zaman) x ± SX	24 Saat x ± SX	48 Saat x ± SX	72 Saat x ± SX
<i>R. thymifolius</i>	230±13.2 Aa	221±11.2 Aa	190±12.1 Ba	170±9.8 Ca
<i>R. petiolaris</i>	232±15.4 Aa	226±12.6 Aa	200±9.3 Bb	184±13 Cb
<i>R. cathertica</i>	228±14.6 Aa	222±10.8 Aa	195±7.6 Bab	172±10.1 Ca
<i>R. rhodopeus</i>	234±17.2 Aa	230±15.4 Aba	210±11.5 Bc	194±14.2 Cc
Kontrol (SF)	255±10.6 Ab	246±12.3 Ab	237±11.6 Bd	210±9.8 Cd

x = 3 tekrar ortalaması

SX= Standart Hata

Aynı satırda aynı büyük harf içeren değerler arasında fark yoktur. (P>0.05)

Aynı sütunda aynı küçük harf içeren değerler arasında fark yoktur. (P>0.005)

Bu denemelere ek olarak sağlıklı fareler üzerinde de etkileri incelenmiştir (Tablo 4). Bu tablodan da anlaşılacağı üzere *Rhamnus* türlerinden elde edilen ekstraktlarının, Anadolu'da toplumun; neden şeker hastalıklarında bu bitkiyi kullandığını destekler mahiyette, normal bireylerin de kan şekeri seviyelerini az da olsa düzenlediğini ve şekerli (karbonhidrat) ağırlıklı gıdalarla (Pirinç, makarna, bulgur, bal ekmek vs.) beslenme eğilimi olan Anadolu halkının *Rhamnus* bitki ekstraktlarını ve daha birçok bitki ekstraktını (çörek otu, ısırgan otu, ısırgan tohumu, kurdret narı, aslan pençesi, yaban mersini, yeşil çay, yulaf, tarçın, pelin otu, ökse otu, böğürtlen, brokoli, ginseng, keten tohumu, bamya çiçeği, kimyon, çavdar, rezene gibi) kullanma istek ve eğilimini açıkça göstermektedir.

Tablo 4 :Normal Besinle Beslenen *Mus musculus* Albino Kan Şekeri Düzeylerine *Rhamnus* Ekstraktlarının Etkisi

Gruplar	Başlangıç (0 zaman) x ± SX	24 Saat x ± SX	48 Saat x ± SX	72 Saat x ± SX
<i>R. thymifolius</i>	143±9.2 Aa	135±8.3 Ba	120±9.1 Ca	115±7.6 Ca
<i>R. petiolaris</i>	146±10.1 Aa	140±9.8 Ab	126±9.6 Bb	121±10.1 Bb
<i>R. cathertica</i>	144±8.7 Aa	138±8.6 Aa	122±8.9 Ba	117±8.1 Ca
<i>R. rhodopeus</i>	147±11.3 Aa	142±9.9 Ab	137±7.6 Ac	128±9.3 Bd
Kontrol (SF)	150±9.9 Aba	146±8.3 Acb	142±11.2 B Ad	139±10.3 Be

x = 3 tekrar ortalaması

SX= Standart Hata

Aynı satırda aynı büyük harf içeren değerler arasında fark yoktur. (P>0.05)

Aynı sütunda aynı küçük harf içeren değerler arasında fark yoktur. (P>0.005)

Tartışma Ve Sonuç

Günümüzde şeker hastalığını kâbus olmaktan çıkarmak için hem modern tıp hem de alternatif tıp yöntemleri ile tedavi araştırmaları tüm dünyada birçok bilim adamı tarafından yapılmaktadır. Çalışmamızda bizlerde bu konuda bir katkı sağlamayı amaçladık. Yapılan araştırmalarda kimyon meyvesinin uçucu yağının, çavdar meyve ekstraktınının alloksan diabetli (Srinivasan and Ramarau,2007:125. Cheng,2005:18, Ramazaro, 1999:35, Bell RH, 1983:35) fareler üzerindeki hipoglisemik etkisi incelenmiş ve açlık kan şekerini 1.ve 2. saat sonunda anlamlı derecede düşürdüğünü saptamışlardır (Özbek ve ark, 2002:9, Ceylan ve ark, 2003:10). Benzer etki çalışmamızda *Rhamnus* ekstraktlarının alloksan diabetli farelerin tokluk kan şekeri seviyelerinde 48 ve 72 saat sonunda görülmektedir. Bu çalışmalardaki fark açlık ve tokluk kan şekerleri olması, çalışmamızda özellikle tokluk kan şekeri çalışılmıştır. Çünkü verilen ekstraktlar besleme yolu yapılmıştır.

Ayrıca açlıkla birlikte keton oluşmasının da önüne geçilmiştir. Bilindiği gibi Diabetes mellitus'da keton oluşma riski yüksektir (Velaşques ve ark, 1990:4, Qakes ve ark, 2005:289, -Thorburn ve ark, 1995:44, Miura ve ark, 2001:45, Zhu ve ark, 1996:45). Yapılan diğer bir araştırmada farklı bitki özüt ve ekstraktlarının fare, sıçan hamster vs kan şekeri seviyelerine etkisi ile ilgili dünya da yapılan çalışmaların derlemesinde ise (Cımbız ve ark, 2005:9) farklı bitkilerin kan şekeri seviyelerini %50 ile %70 oranlarında düşürdükleri tespit edilmiştir. Benzer etkiler ise çalışmamızda kullandığımız 4 farklı *Rhamnus* türünde de, alloksan diabetli farelerin kan şekeri üzerindeki düzenleyici etki %30 ve üzerinde olmuştur. R. Thymifolius ve R. Cathertica diğer iki türe göre biraz daha baskındır.

D-Glukoz la beslenen ve *Rhamnus* ekstraktı verilen deney hayvanlarında da istatistiksel anlamda kan şekeri düzeylerinde 48 saat ve 72 saat sonunda düşüşler saptanmıştır (P>0.05). Yine normal besinle beslenen ve *Rhamnus* ekstraktı verilen farelerde ise istatistiksel olarak (P>0.05) az da olsa farklılık yarattığı saptanmıştır. Ancak bunun hipoglisemik bir etkide olmadığı, sadece kan şekeri seviyesini düzenleyicisi etkide olduğunu

düşündürmüştür. Benzer bir çalışma da bu etki normal bireyler üzerinde hipoglisemik etkiye sahip olmadığı yönünde görülmüştür (Özbek, 2002:9).

Araştırma sonuçlarında bazı *Rhamnus* türlerinden elde edilen ekstraktların alloxan diabetli *Mus musculus* albino, kan şekeri ve kan ketonu seviyelerinde ayrıca idrar şekeri ve ketonu üzerinde düzenleyici etkisinin olduğu saptanmıştır. D-Glukoz ile beslenen ve normal besinle beslenen *Mus musculus* albino kan şekeri seviyelerini üzerinde de düzenleyici olduğu da görülmüştür. *Rhamnus* bitki ekstraktlarının bu etkiyi, insülin salınımını aktive ederek mi, organ ve dokuların şeker kullanımını aktive ederek mi yoksa fazla şekerin bağırsak emilimini arttırıp, şekerle bir bağ oluşturup böbrekler yolu ile atılmasını sağlayarak mı yaptığı konusunun, yapılacak daha geniş kapsamlı organ, doku, enzim ve hormonları kapsayan bir araştırma ile aydınlatılabileceği kanısındayız.

Kaynaklar

- Bell, R.H Jr, Hye, R.J. (1983). Animal models of diabetes mellitus: Physiology and pathology, *J Surg Res*, 35 (5), 433-60.
- Ceylan, E., Özbek, H., Ağaoğlu, Z. (2003). Cuminum cyminum L.(Kimyon) Meyvesi Uçucu Yağının Median Lethal Doz (LD₅₀) Düzeyi ve Sağlıklı ve Diyabetli Farelerde Hipoglisemik Etkisinin Araştırılması, *Van Tıp Derg*, 10 (2), 29-35.
- Cheng, D. (2005). Prevalance predisposition and precention of Type II diabetes, *Nutr Metab*, 18, 2-29.
- Cımbız, A., Özyurt, M.S., Dayıoğlu, H., Helvacı, M.R., Yılmaz, H. (2005). Effect of Herb Extract on Stress, Hyperglycemia, Hyperlipidemia and Hypercholesteromia Levels. *Dumlupınar Üniv. Fen Bilim. Der*, 9, 1-14.
- Coşkun, M. (1986). Yukarı Fırat Havzasında Yetişen *Frangula* ve *Rhamnus* Türleri ve Bunların İlaç Hammaddesi Yönünden Önemi. **Fırat Havzası Tıbbi ve Endüstriyel Bitkiler Sempozyumu**, (6-8 Ekim, Elâzığ). Bildiri Özetleri Kitabı, s.7.
- Coşkun, M. (1989). Anadolu'da Yetişen Bazı *Rhamnus* Türleri Kabuklarının Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisinde İncelenmesi. **I. Uluslararası Katılımlı Eczacılık Bilimler Sempozyumu**, (21-23 Haziran, Ankara), Bildiri Özetleri Kitabı, s.11.
- Coşkun, M., Satake, T., Hori, K., Saiki, Y., Tanker, M. (1989). *Rhamnuslibanoticus* (*Rhamnaceae*) Kabuklarının Kimyasal Yapısı Üzerinde Çalışmalar. **VIII. Bitkisel İlaç Hammadesi Toplantısı**, (19-21 Mayıs, İstanbul), Bildiri özetleri Kitabı, s.38.
- Coşkun, M., Koyuncu, M. (1990). HPLC Analysis of Main Anthraquinones From *Rhamnus* species, **50 th International Congress of FIP**, (3-7 September, İstanbul), Abstract Book, p.93.
- Davis, P.H.and Yaltırık, F. (1997). Flora of Turkey, Edinburgh Üniv.1966, Press 22, cilt,2.
- Miura, T., Suzuki, W., Ishihara, E., Arai, I., Ishida, H., Sein, Y. (2001). Impairment of insülin-stimulated GLUT4 translocation in skeletal muscle and adipose tissue in the Tsumura Suzuki obese diabetic Mouse; a new genetic animal model of type 2 diabets, *Eur J Endocrinal*, 45, 785-90.
- Özbek, H. (2002). Foeniculum Vulgare Miller (Rezene) Meyvesi Uçucu Yağının Lethal Doz 50 (LD50) Düzeyi ve Sağlıklı ve Diyabetli Farelerde Hipoglisemik Etkisinin Araştırılması, *Van Tıp Der*, 9 (4), 98-103.
- Özbek, H., Özgökçe, F., Ceylan, E., Taş, A., Tunçtürk, M. (2002). *Secale cereale* L. (Çavdar) Meyvesi Dekoksiyon Ekstresinin Sağlıklı ve Diyabetli Farelerde Hipoglisemik Etkisinin Araştırılması, *Van Tıp Der*, 9 (3), 73-77.
- Ramazaro, P., Kaul, C.L. (1999). Insulin resistance: Current therapeutic approaches. *Drugs Today*, 35, 895-911.
- Satake, T., Hori, K., Saiki, Y., Coşkun, M., Tanker, M. (1989). Studies on the Constituents of *Rhamnus* Species of Turkey. **109th Annual Meeting of Pharmaceutical Society of Japan**, April, Nagoya-Japan, Abstract Book.
- Seda, V.İ., and Alper, G. (2004) Experimental models of Diabetes Mellitus *Türk Klinik Biyokimya Derg*.2(3):127-136
- Shafir, E. (1992). Animal models of non insülin dependent diabets. *Diabets Metab Rey*, 8, 179-208.
- Sriniyasan, K., Ramarau, P., Hint, J. (2007). *Med Res*, 125, 451-472.
- Velasques, M.T., Kimmel, P.L., Michaelis, O.E. (1990). IV. Animal models of spontaneous diabetic kidney disease, *FASEB J*, 4, 2850-9.
- Qakes, N.D., Thalen, P., Hultstrand, T., Jacinta, S., Camego, G., Wallin, B. (2005). Tesaqlitazar, a dual PPAR (alpha)/(gamma) agonist, ameliorates glucose and lipid intolerance in obese 29 zucker rats, *AM.J Physiol Regu Integr Comp Physiol*, 289, 938-46.
- Take, G., Karabay, G., Yazıcı AC., Erdoğan, D. (2004). Dişi sıçanlarda Streptozin ile oluşturulmuş Diabetin Kalp Kası Üzerine Etkisinin Ultrastrüktürel Düzeyde Gösterilmesi. *Uludağ Üniv.Tıp Fak.Derg*.30:199-204
- Thorburn, A., Andrikopoulos, S., Proietto, J. (1995). Defects in liver and muscle glycogen metabolsm in neonatal and adult New Zealand obese mice, *Metabolism*, 44, 76-82.
- Zhu, M., Noma, Y., Mizuno, A., Sano, T., Shima, K. (1996). Poor capacity of pancreatic beta cell in Otsuka LongEvans Tokushima Fatty rat: A model of spontaneous NIDDM, *Diabetes*, 45, 941-6.

TAGUCHİ VE KLASİK DENEYSEL TASARIM YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: İNCE FİLM KAPLAMALARIN AŞINMA DAVRANIŞI

Ayhan AYTAÇ¹

Muhammet İLİVAN²

Uğur ÖZTÜRK³

ÖZET

Ürünün kalitesini iyileştirmede en belirleyici çalışmaların yapılabileceği aşama, hem ürün hem de süreç tasarımı için, parametre tasarımı aşamasıdır. Çalışmalar genellikle klasik deney tasarımlarına dayandırılmaktadır. Ancak parametre sayısının artması ile birlikte sonuçların daha sağlıklı değerlendirilmesi ve daha kısa sürede deneylerin gerçekleştirilmesi için Taguchi deney tasarım tekniği tercih edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Taguchi ve klasik deney tasarımı yöntemleri kullanılarak yapılan deneysel çalışmalar arasında bazı temel ve kritik farklılıkları ortaya çıkarmaktır. Aynı zamanda her iki yöntemin uygulandığı bir aşınma deneyi tasarımı yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Aşınma deneyleri düz yüzey üzerinde bilye (ball on plate) deney düzeneğinde gerçekleştirilmiş, ASTM G133 standartlarına uygun olarak karşı malzemedeki hacimsel kayıp aşınma kriteri olarak seçilmiştir. ASTM standartlarına göre aşınma deneyleri (model testi) yapılmış, aşınma deneylerinin planlanması ve elde edilen sonuçların aşınma performansına etkisinin değerlendirilmesi S/G (Sinyal/Gürültü) oranı ve grafik yöntemlerle yapılmıştır. Deneylerde taban malzeme, kayma hızı, kayma mesafesi, yük, yüzey durumu ve çalışma ortamı değişken parametreler olarak kullanılmıştır. İki farklı çelik numunelerinde PVD tekniği ile AlTiN ve CrN kaplamalarının farklı parametreler altında aşınma değerleri Taguchi ve klasik deneysel tasarım planlaması ile ele alınmıştır.

Sonuç olarak, aşınma üzerinde en etkili parametreler Taguchi yöntemi ile daha kısa sürede ve etkin olarak değerlendirilebilirken, klasik yöntemle elde edilen sonuçlar farklılık yaratmamıştır. Sonuçların önemli farklılıklara neden olmaması, Taguchi deney tasarım ve değerlendirme tekniğinin maliyet ve zaman açısından oldukça etkin olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Taguchi, Deneysel Tasarım, PVD, Aşınma

A COMPARISON OF TAGUCHI METHODS AND CLASSICAL EXPERIMENTAL DESIGN: AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE WEAR BEHAVIOR OF THIN FILM COATINGS

ABSTRACT

The step that can be done the most significant studies to enhance product quality is the parameter design step for both product and process design. Studies are generally based upon classical experiment designs. However, Taguchi experiment design technique is preferred with increasing the number of parameters in order to evaluate results more accurately and to perform experiments in a short time.

The purpose of this study is to discover some basic and critical differences between experiments, which are done by using Taguchi and classical experiment design techniques. Also, a wearing experiment design was done with using both methods and results were evaluated. Wearing experiments were performed in ball on plate experiment mechanism on a flat surface. The volumetric loss in counter material was chosen as a wearing criterion, which is an appropriate ASTM G133 standard. According to ASTM standards, wearing experiments (model testing) were performed and planning wearing experiments and effect of obtained results on wearing performance were experimented by S/N (Signal/Noise) ratio and graphical methods. Variables were floor material, sliding speed and distance, force, surface situation and study environment in the experiments. Wear values of two different steels, which were coated with AlTiN and CrN by PVD technique, were discussed with Taguchi and classical experiments design planning under different parameters.

As a result, there was no difference between results that obtained from classical methods while the most effective parameters on wearing can be evaluated efficiently in shorter times with Taguchi method. Since there are no significant differences in the results, it has been revealed that Taguchi experiment design and evaluation technique is reasonably efficient in the terms of time and cost.

Keywords: Taguchi, Experimental Design, PVD, Wear

Giriş

Bir üründe kaliteyi artırmak için, ürün kalitesine etki eden tüm faktörlerin ele alınması ve bu faktörlerin düzeylerinin neler olabileceğinin iyi belirlenmesi gerekir. Kalite-faktör sayısı-düzeyler denklemi firmalar için en

¹ Dr. Kara Havacılık Okulu, aaytac2001@gmail.com

² Öğr.Gör., Dumlupınar Üniversitesi, muhammed.ilivan@dpu.edu.tr

³ Öğ., Yalova Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, oztrkugur@gmail.com

önemli problemlerden biridir. Çünkü uygun faktör seviyeleri belirlenirken, tasarımcı birçok veriyi analiz etmek ve birçok faktör düzeyini dikkate almak zorundadır. Bu faktörler tek tek veya kombine olduklarında farklı sonuçlar verdiğinde durum daha da karışık bir hal almaktadır. Faktör ve düzey sayılarının artması ile klasik deney tasarım teknikleri (tam faktoriyel deney tasarımı vb.) her ne kadar daha sağlıklı veri analizine imkan sağlasada maliyet etkin bir çözüm olmaktan uzaklaşmaktadır. Deney sayısının artması zaman, emek ve maliyet açısından firmaları kolaycı çözümlere yöneltmektedir. Bu durumda problemin çözümüne yönelik olarak uygun bilimsel yaklaşımlar geliştirmek ve uygulamak tasarımcıya önemli kolaylıklar sağlayabilmektedir.

Endüstride süreç gelişimi araştırmalarında yapılan deneyleri tasarlamak için, en çok bilgiyi en kısa sürede, en az maliyet ve işgücüyle elde eden çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Deney tasarımı için klasik sayılabilecek bazı yöntemlerin zorlukları, bu konuda yeni çalışmaların yapılmasına neden olmuştur. 1980 ve sonrasında özellikle ürün geliştirmede kullanılan Taguchi yöntemi bu çalışmalardan biridir. Taguchi tasarımında dikey dizinin görselliği, sapmanın hangi etkileşim bileşenlerinden kaynaklandığını gösterdiğinden bazı tasarımlar için daha iyi tahminler elde edilebilmektedir (Şirvancı, 1997:12-15).

Deney tasarımı, 1920'lerde, istatistik biliminin babası sayılan İngiliz istatistikçi Sir Ronald Fisher tarafından, tarım alanında araştırmalar yaparken bulunmuş ve geliştirilmiştir. Fisher, ayrıca, deney verilerinin analizi için bugün klasik sayılan "varyans analizi" (anova) yöntemini de geliştirmiştir. Yöntem, kısa bir süre içinde, Amerika'da tarım sektöründe üretimin geliştirilmesi için yoğun olarak uygulanmış ve Amerika'nın bu alanda dünyada lider konumuna gelmesine büyük katkıda bulunmuştur. Ayrıca tarım alanında, çeşitli gübre ve dozları, iklim koşulları ve sulama düzeylerinin çeşitli ürünlere olan etkilerini belirlemek üzere uygulanmıştır.^{Hata!}
Yer işareti tanımlanmamış.

Endüstriyel şartlar göz önüne alındığında hem bu deneyleri ekonomik şartlar ve zamansal kısıntıları gözetererek en verimli şekilde gerçekleştirebilmek, hem de sonuçları doğru yorumlayabilmek için (kontrol edilebilen ve edilemeyen faktörler ile çıktılar arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek ve optimizasyonu gerçekleştirebilmek için) deney tasarımı yöntemlerinin uygulaması son derece verimli bir yaklaşımdır. Ayrıca kalite ve verimliliği artırmak amacıyla uygulanan tüm diğer yöntem ve metotları destekleyici, yönlendirici rolü vardır (Savaşkan, Taptık ve Ürgen, 2004:117-118).

Deney Tasarımı; sonuca etki eden faktörler ve seviyelerinin belirlenmesi, her faktör için kaç tekrar yapılacağına karar verilmesi, veri analizinde kullanılacak tekniklerin belirlenmesi ve elde edilen deneysel veri sonuçlarının yorumlanması sürecinin bütünüdür. Deney Tasarımı, herhangi bir süreçteki girdi değişkenleri üzerinde istenilen değişikliklerin gerçekleştirilmesiyle cevap değişkeni üzerindeki değişkenliğin gözlenmesi, elde edilmesi ve yorumlanması olarak tanımlanabilir (Besterfield vd., 1995:1-2).

Savaşkan, Taptık ve Ürgen (2004:117-128) tarafından yapılan çalışmada, Taguchi'nin deney tasarımı tekniği kullanılmış, ince sert seramik kaplı (TiAlN ve TiN) matkap uçlarının performans optimizasyonu incelenmiştir. Hedeflenen optimum noktaya ulaşabilmek için endüstriyel ortamda en önemli faktörler olan kaplama türü, kesme hızı ve ilerleme hızının etkileri Taguchi Deney Tasarımı tekniği yardımı ile incelenmiştir. Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde varyans analizi ve sinyal/gürültü oranı kullanılmıştır. Taguchi L9 dik düzenine göre deneylerin yapıldığı çalışma sonucunda, en önemli etkinin kesme hızı olduğu, TiAlN kaplamalı numunelerin optimum değerlere göre en uygun kaplama olduğu belirtilmektedir.

¹ Şirvancı, M. (1997). Kalite için deney tasarımı: Taguchi Yaklaşımı. İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Ghani, Choudhury ve Hassan (2004:84-92), son frezeleme parametrelerinin etkilerini Taguchi yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada frezeleme parametreleri olarak kesme hızı, besleme oranı, kesme derinliği ve kesme derinliği ile besleme oranı arasındaki etkileşimi ele alarak 4 farklı parametre ve 3 farklı seviye kullanmışlardır. Deney tasarımı için L27 ortogonal dizisi seçilmiştir. Çalışma sonucunda en iyi bileşen; yüksek kesme hızı, düşük besleme hızı ve kısa kesme derinliği olarak belirlenmiştir.

İç ve Yıldırım (2102:447-458), bir çamaşır makinesi modelinin kalite karakteristiklerine etki eden faktörler ve her bir faktör için seviyeleri belirlemiş, ardından faktörlerin hangi seviyelerinde kalite karakteristiklerini eniylediğini tespit etmeye çalışmışlardır. Bu amaç doğrultusunda Taguchi yöntemi ile birlikte Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri olan Gri İlişkisel Analiz (GRA), TOPSIS, MOORA, VIKOR metodları ürün kalite karakteristiklerinin en iyi faktör düzeylerinin belirlenmesinde ayrı ayrı ele alınmış ve elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Yıkama performansı kalite karakteristiği için Taguchi yöntemi ile A2B2C3 faktör seviyeleri en iyi değerlerken, VIKOR yöntemleri ile A2B2C1D1 faktör seviyeleri, TOPSIS yönteminde A2B2C2D1 kombinasyonu ile en iyi sonuçlar elde edilebilmiştir.

Literatür araştırmasında; deney tasarımı çalışmalarında faktoriyel tasarım, cevap yüzeyi metodu ve Taguchi yönteminin yaygın bir kullanıma sahip olduğu ve bu yöntemler içinde Taguchi yönteminin diğer yöntemlere göre daha az deney sayısı ve daha az maliyetle hızlı bir şekilde sonuca ulaşmayı sağlaması bakımından tercih edildiği görülmektedir. Yukarıda detaylı olarak anlatıldığı üzere, çok farklı alanlarda ve bir çok

çalışmada Taguchi yönteminin kullanıldığı ve çalışmalar neticesinde süreç veya ürün performanslarında önemli iyileşmeler sağlanabildiği görülmektedir. Yöntemin gerek geniş kullanım alanına sahip olması, gerekse daha az deney yaparak hem zaman kazancı, hem de daha az maliyetle sonuçların elde edilmesine imkân sağlaması gibi avantajlar sunması, klasik deney tasarım yöntemlerine tercih edilmesinin doğru bir seçim olup olmadığı konusunun bu çalışma ile araştırılmasında etkili olmuştur.

Makina yapımında kullanılan bütün malzemelerin uzun bir süre görevlerini aksatmadan yerine getirebilmeleri beklenir. Sürtünerek çalışan bütün makina elemanları zamanla aşınarak buldukları sistemin fonksiyonunu yerine getirmesinde aksamalara neden olmaktadır. Bu gibi elemanların yüzey özellikleri, çalışma şartlarına ve yapıldığı malzemenin cinsine göre termal veya termokimyasal yollarla iyileştirilir. Ancak bazı elemanların bahsedilen yollarla yüzey performanslarının artırılması mümkün olmayabilir. Plastik şekil vermede kullanılan metal kalıpların aşınması da endüstride sıkça karşılaşılan problemlerdendir. Bu problemler genellikle ısı işlem veya kaplama yapılmak suretiyle çözülmeye çalışılmaktadır. Bu çerçevede çözüm olarak akla yüzey kaplamaları gelmektedir (Dearnley, 1987:83-91). Kaplama yöntemlerinden PVD (Physical Vapour Deposition), CVD (Chemical Vapour Deposition), plazma ve termal püskürtme yöntemleri ön plandadır. Bu yöntemlerle geliştirilmeye çalışılan tribolojik özellikler sayesinde parçaların kullanma ömürlerinin 2–10 kat arttığı bilinmektedir (Karamış, Gerçekçiöğlü ve Sert, 1994:1-2).

Bu çalışmada iki farklı çelik numunesi PVD tekniği ile AlTiN ve CrN kaplanmış, kaplamasız numunelerle birlikte farklı parametreler ve farklı seviyelerde Taguchi ve klasik deneysel tasarım planlaması ile aşınma değerleri kıyaslanmıştır. Çalışmada, Taguchi eniyilemesinde elde edilen sonuçlarla, tam faktöriyel olarak planlanan deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlar arasında farklılık olup olmadığının belirlenmesi ve eğer farklılık varsa en iyi çözümün tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Deneysel Çalışma

Çok faktörlü bir deneyden elde edilen değerlerin analizi, faktörlerin birden fazla değişkenli olması nedeniyle daha dikkatli olarak değerlendirilmelidir. Birden fazla faktörün eş zamanlı olarak eniyilemesi isteniyorsa, ayrı ayrı eniyilerin elde edilmesi anlamsızdır (Canyılmaz ve Kutay, 2003: 62-63).

Herhangi bir deneyde araştırmacının amacı kesin çıkarsamalarda bulunmak ya da üzerinde çalışılan konuya ilişkin bazı hipotezler hakkında karar vermektir. Herhangi bir kararda kişi, kararı az sayıda veriye dayandığında, kararın yanlış olabileceği riskini göze almalıdır. İstatistiksel yöntemler deney yapımında kullanıldığında, kişi belirli bir karar verirken, göze alınacak riskin büyüklüğünü belirleyebilir (Hicks, 1994).

Çalışma için, çekirdekte yumuşak ve tokluğun istenildiği, yüzeyde ise sert ve aşınmaya dayanıklı olan ve darbeli yerlerde tercih edilen, yüzey sertleştirmesine uygun iki farklı bileşime sahip 16MnCr5 (A) ve 32NiCrMo145 (B) sementasyon çelikleri kaplamasız, CrN ve AlTiN kaplı olarak aşınma testine tabi tutulmuştur. Deneylerin tasarımı tam faktöriyel ve Taguchi deney tasarım teknikleri kullanılarak yapılmış ve elde edilen sonuçların aşınma performansına etkileri kıyaslanarak fark yaratıp yaratmadığı değerlendirilmiştir.

Kullanılan malzemeler ve Kaplama İşlemi

Deney numuneleri sementasyon işlemine tabi tutulduktan sonra katodik ark PVD yöntemiyle AlTiN ve CrN kaplama işlemleri Tablo 1’de gösterilen kaplama parametreleri kullanılarak yapılmıştır. Aynı tabloda elde edilen sertlik değerleri de verilmiştir.

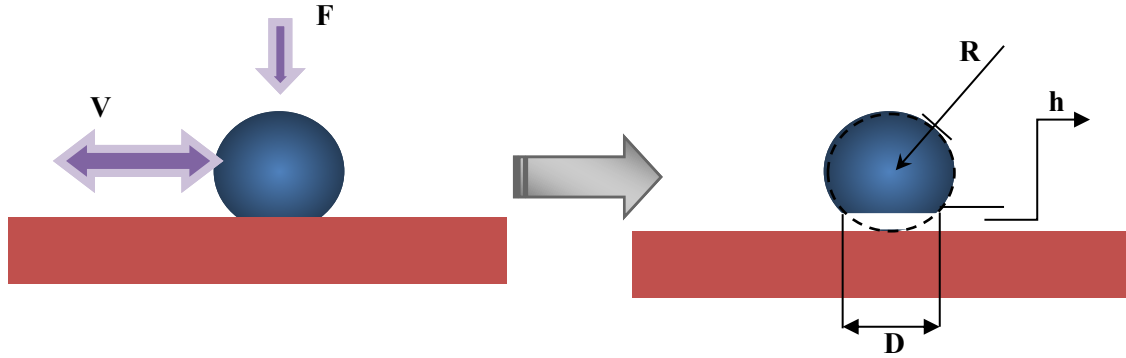
Tablo 1: Kaplama Parametreleri

İşlem	Malzeme	HVIT Ort. Vickers Sertlik Değ. HV-10mN)	Temel Gerilim (V)	Katot Akımı (A)	Katot Sayısı	Azot Basıncı (Torr)	Süre (dak)	Sıcaklık(°C)
Kaplamasız	A	373,99	-180	50	3 Adet AlTiN (% 66Al % 33Ti)	8x10 ⁻³	30	300
	B	612,51						
AlTiN	A	2903,99	-180	50	3 Adet AlTiN (% 66Al % 33Ti)	8x10 ⁻³	30	300
	B	2827,48						
CrN	A	2649,24	-110	60	3 Adet Krom (Saf)	6,5x10 ⁻³	60	220
	B	2225,10						

Aşınma Deneyi

Aşınma testleri için TE 88 Multi-Station aşınma deney düzeneği kullanılmıştır. Aşınma deneyleri düz yüzey üzerinde bilye (ball on plate) deney düzeneğinde gerçekleştirilmiş, kaplamalı numunelerde ölçülebilir düzeyde aşınma elde edilemediğinden ASTM G133 standartlarına uygun olarak karşı malzemedeki hacimsel kayıp aşınma kriteri olarak seçilmiştir. Aşınma deneylerinde ASTM G133-05 standartlarına uygun olarak “ball on

plate (bilye/plaka)” temas konfigürasyonu kullanılmıştır (Şekil 1). Karşı malzeme ise 6 mm çapında standart çelik (100Cr6) bilyedir.



Şekil 1: Bilye / Plaka Temas Konfigürasyonu

Aşınma hacminin hesaplanmasında kullanılmak üzere bilyede meydana gelen aşınma izi optik mikroskop ile görüntülenerek, 0,01µm hassasiyetinde ölçülmüştür. ASTM G133-05 standartlarına uygun olarak Eş.1,2 ve 3'te verilen formüller kullanılarak aşınma hacmi ve aşınma hızı hesaplanmıştır.

$$V_p = (\pi h / 6) [3D^2 / 4 + h^2] (\text{mm}^3) \quad (1)$$

$$h = R - \left[R^2 - (D^2 / 4) \right]^{1/2} \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

$$V_r = [V_p / (L / N)] 10^6 \quad (10^{-6} \text{ mm}^3 / \text{Nm}) \quad (3)$$

Eşitliklerde;

V_p : Aşınma hacmi,

D : Aşınma izi çapı,

R : Bilye yarıçapı,

N : Yük,

H : Aşınma yüksekliği,

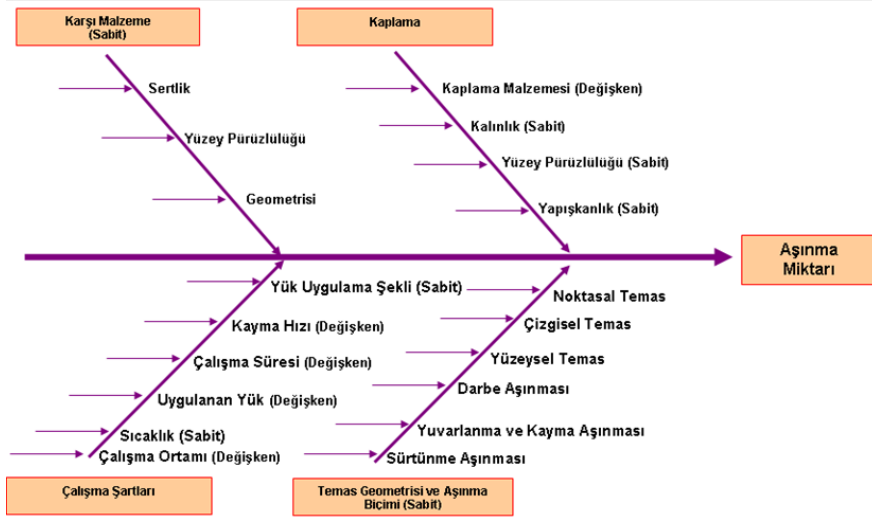
V_r : Aşınma hızı.

Deneysel Tasarım İşlemi

Taguchi metodu, daha az deney ile zaman ve maliyet tasarrufu sağlamakta ve bu metot karar aracı olarak bütün alanlarda kullanılabilir (Hamzaçebi ve Kutay, 2003). Taguchi yöntemi farklı parametrelerin, farklı seviyeleri arasından en iyi kombinasyonu saptamak için oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Her bir parametrenin, her bir seviyesini içeren tüm kombinasyonlar için oldukça fazla deneysel çalışma yapılması gereken durumlarda Taguchi yönteminde ortogonal dizi tablosu kullanılarak (Tablo 2) çok daha az sayıda deneysel çalışmayla sonuca ulaşmak mümkündür (Gökçe ve Taşgetiren, 2009: 71-83). Balık kılıçığı diyagramı deneylerin tasarımında hazırlanan ilk çıktılardan biridir. Belirlenen faktörlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin net olarak görülebilmesi ve sınıflandırılabilmesi için bir balık kılıçığı çizelgesi oluşturulabilir (Şirvancı, 1997). Bu diyagram ürün veya işlem kalitesini temsil eden ve ölçülecek değere etki edecek olan tüm faktörleri belirtir (Savaşkan, Taptık ve Ürgen, 2004:117-118).

Balık kılıçığı diyagramı yardımıyla deneyler sırasında değişken ve sabit olarak alınacak faktörlere karar verilmiştir. Şekil 2'de gösterildiği gibi aşınmaya etki eden faktörler dört ana başlıkta (karşı malzeme, kaplama, çalışma şartları, temas geometrisi) toplanmıştır.

Kontrol edilemeyen ve zaruri olarak sabit alınması gereken kriterler haricinde değişken parametrelerin değerleri mümkün olduğunca gerçek çalışma ortamı değerleri ile uyumlu alınmıştır. Aşınmanın azaltılması ve korozif etkilerin azaltılması amacıyla malzemelerin kullanıldığı yerlerde yağlandığı dikkate alınarak deneyler kuru ve yağlı sürtünmeli ortamda planlanmıştır. Parçaların buldukları yere göre farklı çalışma hızları ve mesafesine sahip olması bu kriterlerin de değişken olarak ele alınmasını gerektirmiştir.



Şekil 2: Aşınmaya Etki Eden Faktörlerin Balık Kılıçlı Diyagramı İle Değerlendirilmesi

Malzemelerin aşınmaya karşı çalışma performansının değerlendirilmesi amacıyla; çalışma ortamı, kayma hızı, çalışma süresi (kayma mesafesi), malzeme (yüzey durumu) ve yük faktörlerinin aşınma değerleri üzerindeki etki derecelerini incelemek üzere bir deney planı oluşturulmuştur. Deneyler tüm faktör ve seviyelerinin birbiri ile etkileşimini dikkate alan tam faktöriyel tasarım ile 96 (Deney Sayısı: $2^5 \cdot 3^1$) farklı durum planlanmıştır. Ayrıca, Taguchi deney tasarımı ve analizi Minitab 16.1 paket programında gerçekleştirilerek, karma düzeyli (2 ve 3) L_{36} ortogonal dizim kullanılmıştır. Deney tasarımında kullanılan L_{36} ortogonal dizim Tablo 2’de, kullanılan faktör ve seviyeleri Tablo 3’te gösterilmiştir. Elde edilen Sinyal-Gürültü Oranları (S/G)’nin değerlendirilmesinde Eş.4’te belirtilen “En büyük-En iyi” formülü kullanılmıştır.

$$S/G = -10 \cdot \log \left(\sum \frac{1/y_i^2}{n} \right) \quad (4)$$

 Tablo 2: 3 Düzey İçin Yeniden Düzenlenmiş Taguchi L_{36} Ortogonal Dizimi

Deneme No	Sütun No					
	1 Ana Malzeme	2 Yük	3 Kayma Mesafesi	4 Kayma Hızı	5 Çalışma Ortamı	12 Kaplama
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	1	3
4	1	1	1	2	1	1
5	1	1	1	2	1	2
6	1	1	1	2	1	3
7	1	1	2	2	2	1
8	1	1	2	2	2	2
9	1	1	2	2	2	3
10	1	2	1	2	2	1
11	1	2	1	2	2	2
12	1	2	1	2	2	3
13	1	2	2	1	2	1
14	1	2	2	1	2	2
15	1	2	2	1	2	3
16	1	2	2	2	1	1
17	1	2	2	2	1	2
18	1	2	2	2	1	3
19	2	1	2	2	1	1

20	2	1	2	2	1	2
21	2	1	2	2	1	3
22	2	1	2	1	2	1
23	2	1	2	1	2	2
24	2	1	2	1	2	3
25	2	1	1	2	2	1
26	2	1	1	2	2	2
27	2	1	1	2	2	3
28	2	2	2	1	1	1
29	2	2	2	1	1	2
30	2	2	2	1	1	3
31	2	2	1	2	1	1
32	2	2	1	2	1	2
33	2	2	1	2	1	3
34	2	2	1	1	2	1
35	2	2	1	1	2	2
36	2	2	1	1	2	3

Tablo 3: Deney Faktörleri ve Düzeyleri

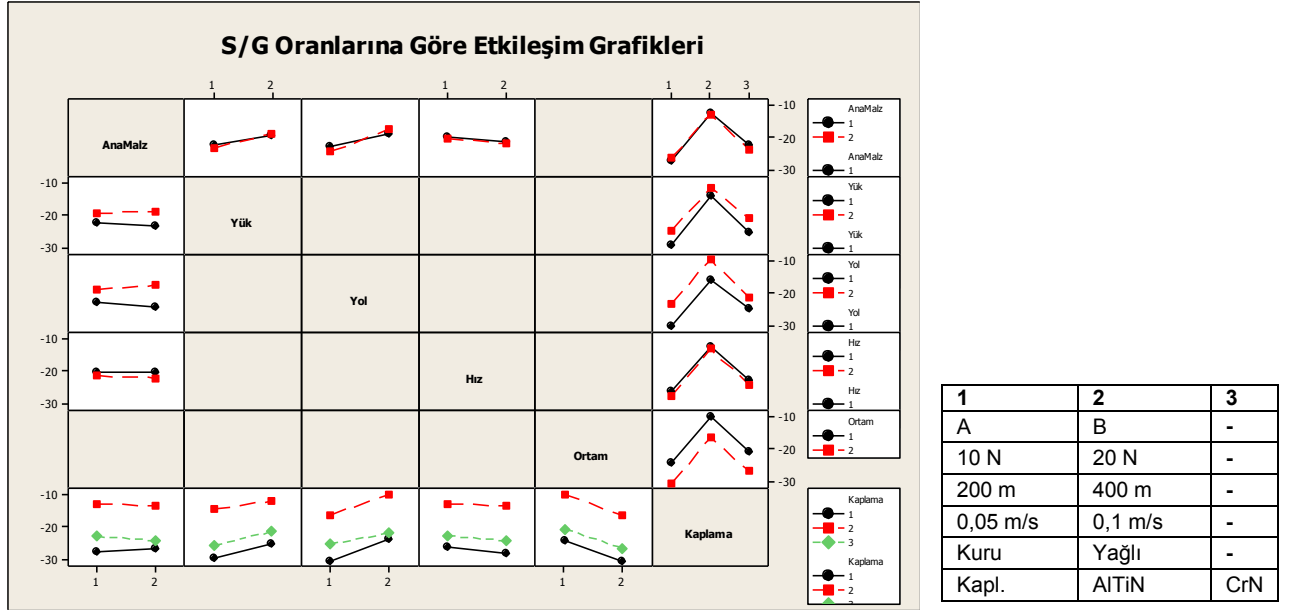
Kontrol Faktörleri	Düzyey 1	Düzyey 2	Düzyey 3
A->Ana Malzeme	1 (A)	2 (B)	-
B->Yük	1 (10 N)	2 (20 N)	-
C->Yol (Kayma Mesafesi)	1 (200 m)	2 (400 m)	-
D->Hız (Kayma Hızı)	1 (0,05 m/s)	2 (0,1 m/s)	-
E->Ortam (çalışma Ortamı)	1 (Kuru)	2 (Yağlı)	-
F->Kaplama	1 (Kaplamasız)	2 (AlTiN Kaplı)	3 (CrN Kaplı)

Deneyisel Sonuçlar Ve Tartışma

Bilye (karşı malzeme) üzerindeki hacim kaybı dikkate alınarak ve “En Büyük-En İyi” hesaplama yöntemi kullanılarak aşınma deney sonuçlarının analizi yapılmıştır. Elde edilen sinyal gürültü oranlarına (S/G) göre faktörlerin hacim kaybı (mm) üzerinde etki sıralamalarını gösteren değerler Tablo 4’te belirtilmiştir. Ayrıca, S/G oranlarına göre etkileşim grafikleri Grafik 1’de gösterilmiştir.

Tablo 4: Faktörlerin Aşınmaya Etki Sıralamaları

Düzyey	Ana Malzeme	Yük	Kayma Mesafesi	Hız	Ortam	Kaplama
1	20,91	22,89	23,80	20,26	17,80	-27,03
2	21,14	19,17	18,25	21,58	24,25	-12,76
3	-	-	-	-	-	-23,29
Delta	0,23	3,72	5,55	1,32	6,45	14,27
Sıralama	6	4	3	5	2	1



Tablo 4'ten de görüldüğü gibi aşınma üzerinde en etkili faktör kaplama iken onu sırası ile ortam, kayma mesafesi, yük, kayma hızı ve malzeme takip etmektedir. Kaplamalar, malzemenin yüzey sertliğini artırarak aşınmaya karşı olan direnci artırmaktadır. Malzeme sertliğinin ortalama 8 kat artması ile bu sertliğin artışında en önemli rolü oynayan kaplamanın aşınmada en etkili faktör olması beklenen bir sonuçtur.

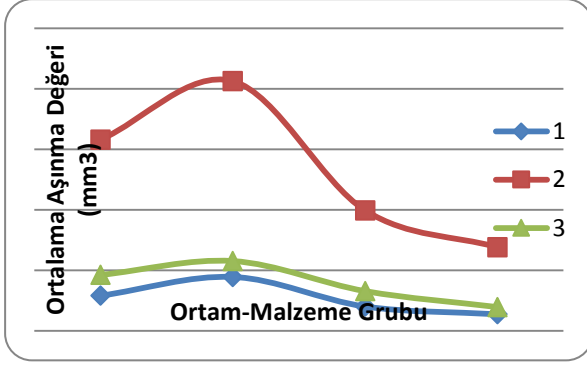
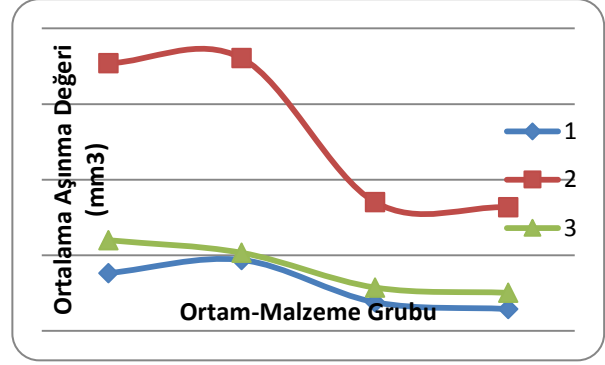
Tablo 4, kullanılan malzemeler üzerinde aşınmayı oluşturan faktörlerin etkisini açıkça ortaya koyarken, performans karakteristiğini eniyileyecek konfigürasyonu vermemektedir. Bu kombinasyonun elde edilmesinde faktör etkileri grafiklerinden yararlanılması gerekmektedir. Bu metot kullanılarak aşınmaya maruz kalan parçalarda aşınmaya karşı mukavemeti eniyileyecek faktör düzeylerinin bulunması amaçlanmaktadır. İdeal bir kombinasyonun oluşturulmasında ana etkiler grafiği dikkate alınarak, yüzey ve malzeme seçiminde karşı malzemedeki en büyük aşınma hacmi değeri kullanılırken, diğer faktörlerde ise karşı malzeme ana malzeme gibi kabul edilerek aşınmanın azaltılması amaç olduğundan, en küçük aşınmaya neden olan değerler dikkate alınmıştır (Tablo 5). En iyi kombinasyon AlTiN kaplı B malzemesinin 10N yük, 200 m kayma mesafesinde yağlı ortamda 0,1 m/s kayma hızında elde edilmiştir.

Tablo 5: S/G Oranları ve Ortalama Grafiklerine Göre Bulunan En İyi Faktör-Düzyer Kombinasyonu

Düzyer	Ana Malzeme	Yük	Yol	Hız	Ortam	Kaplama
1	A	10 N	200 m	0,05 m/s	Kuru	Kaplamasız
2	B	20 N	400 m	0,1 m/s	Yağlı	AlTiN
3	-	-	-	-	-	CrN

Aşınma değerleri, etki eden faktörlerin önem sırası dikkate alınarak gruplandırılmış ve Taguchi tasarımı sonucu oluşan ortalama miktarlar Tablo 6'da, tam faktöriyel olarak tasarlanan 96 deney sonucu oluşan ortalama miktarlar Tablo 7'de gösterilmiştir. Tablo 6 ve Tablo 7

Aşınma değerleri, en önemli grup (kaplama) dikkate alınarak ortam-malzeme ekseninde gruplandırılmış ve Taguchi tasarımı sonucu oluşan ortalama miktarlar Grafik 2'de, tam faktöriyel olarak tasarlanan 96 dizimli deney sonucu oluşan ortalama miktarlar Grafik 3'te gösterilmiştir.


 Grafik 2: Taguchi L₃₆ Deney Tasarımı (Gruplara Göre Kaplama-Ort.Aşınma Grafiği)


Grafik 3: Tam Faktöriyel Deney Tasarımı (Gruplara Göre Kaplama-Ort.Aşınma Grafiği)

Ortalama aşınma değerleri, A ve B malzemeleri grubu içinde kaplama yapısı dikkate alınarak değerlendirilmiş ve Taguchi/Tam faktöriyel tasarımı sonucu oluşan ortalama miktarlar kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar tam faktöriyel deney sonuçlarından % sapma miktarı olarak hesaplanmış ve Tablo 8'de gösterilmiştir. Tam faktöriyel deneylerde gruplar içinde en düşük ve en yüksek aşınma değerleri arasında ortalama % 85 sapma meydana gelirken her iki yöntemin aşınma değerleri arasındaki sapma miktarları % 1,32-5,35 arasında gerçekleşmiştir. Ayrıca Grafik 2 ve 3'ten de açıkça görüldüğü üzere genel aşınma eğrisinde ihmal edilebilecek düzeyde sapma gözlenmektedir. Taguchi deney tasarımı ile deney sayısının yaklaşık olarak 1/3 oranında düşürülmesi ve planlamanın bu şekilde yapılmış olması zaman ve maliyet avantajının yanı sıra elde edilecek sonuçlarda en yüksek % 5,88 oranında sapmaya neden olmaktadır. Otomobil direksiyonunun geliştirilmesi ve ürün performansını etkileyen 13 adet kritik tasarım değişkeninin ele alındığı çalışmada, standart, düşük ve yüksek değer belirlenip 1.594.323 adet deney sayısı yerine ortogonal dizin kullanılarak 27 adet deney yapılmış ve böylece faktörlerin ortalama etkilerini belirlemede az sayıda deneyin yeterli olduğu ortaya çıkarılmıştır (Taguchi ve Clausing, 1990:72).

 Tablo 6: Taguchi L₃₆ Deney Tasarımı (Gruplara Göre Ortalama Aşınma Değerleri)

Malzeme	Ortalama Hacim kaybı (mm ³)				Yüzey			TOPLAM	
	Ortam	Yük	Kmesafesi	Khızı	1	2	3		
A	1	1	1	1	0,036095122	0,19455473	0,094322928	0,10832426	
					0,028813238	0,260371742	0,051501041	0,113562007	
	2	2	2	2	0,110016803	0,493687132	0,132140134	0,245281356	
					0,03870891	0,20952027	0,039486789	0,095905323	
		2	1	2	2	0,021397315	0,113949927	0,07603883	0,070462024
						0,061206405	0,274607935	0,082161101	0,139325147
A Toplam					0,049372965	0,257781956	0,079275137	0,12881002	
B	1	1	2	2	0,091969497	0,382670337	0,134523764	0,203054533	
					0,0570526	0,299893748	0,065469106	0,140805151	
	2	2	1	2	0,119014426	0,556149241	0,146781703	0,27398179	
					0,014199834	0,074879256	0,023899485	0,037659525	
		2	1	2	1	0,032989734	0,200211651	0,038738361	0,090646582
						0,035671437	0,140406026	0,056061991	0,077379818
B Toplam					0,058482921	0,27570171	0,077579069	0,137254567	
Genel Toplam					0,053927943	0,266741833	0,078427103	0,133032293	

Tablo 7: Tam Faktöriyel Deney Tasarımı (Gruplara Göre Ortalama Aşınma Değerleri)

Ortalama Hacim kaybı (mm ³)	Yüzey
---	-------

Malzeme	Ortam	Yük	Kmesafesi	Khızı	1	2	3	TOPLAM			
A	1	1	1	1	0,036095122	0,19455473	0,094322928	0,10832426			
				2	0,028813238	0,260371742	0,051501041	0,113562007			
			2	1	1	0,083684106	0,258054462	0,18111733	0,174285299		
					2	0,099053639	0,301189688	0,148599336	0,182947554		
					1	0,05323394	0,42411246	0,087906619	0,188417673		
					2	0,05779562	0,269082866	0,094539105	0,14047253		
	2	1	1	1	0,143344877	0,630333243	0,170409296	0,314695805			
				2	0,110016803	0,493687132	0,132140134	0,245281356			
			2	1	1	0,057432115	0,131445173	0,040664766	0,076514018		
					2	0,024155132	0,103034499	0,040875355	0,056021662		
					1	0,039003304	0,168393302	0,040875355	0,08275732		
					2	0,03870891	0,20952027	0,039486789	0,095905323		
	2	2	1	1	0,035855852	0,135798748	0,058141773	0,076598791			
				2	0,021397315	0,113949927	0,07603883	0,070462024			
			2	1	1	0,061206405	0,274607935	0,082161101	0,139325147		
					2	0,02672421	0,22743187	0,081804979	0,11198702		
					A Toplam			0,057282537	0,262223003	0,088786546	0,136097362
					B			1	1	1	1
1	1	1	1	0,044497845	0,026665324	0,059914875	0,043692681				
			2	0,135372744	0,386419258	0,138231915	0,220007972				
		2	1	1	0,091969497	0,382670337	0,134523764	0,203054533			
				2	0,0528839	0,387989501	0,073080806	0,171318069			
				1	0,0570526	0,299893748	0,065469106	0,140805151			
				2	0,119014426	0,556149241	0,146781703	0,27398179			
2	1	1	1	0,175874455	0,510903904	0,143048921	0,276609093				
			2	0,026947184	0,12424693	0,028686654	0,059960256				
		2	1	1	0,014199834	0,074879256	0,023899485	0,037659525			
				2	0,032989734	0,200211651	0,038738361	0,090646582			
				1	0,01524143	0,21711868	0,029669231	0,087343114			
				2	0,035671437	0,140406026	0,056061991	0,077379818			
2	2	1	1	0,02925453	0,097162476	0,058233495	0,061550167				
			2	0,044269959	0,271474629	0,064829787	0,126858125				
		2	1	1	0,033689519	0,183425548	0,103614511	0,106909859			
				B Toplam			0,061482353	0,262180492	0,076932019	0,133531622	
				Genel Toplam			0,059382445	0,262201748	0,082859283	0,134814492	

Tablo 8: Tam Faktöriyel ve Taguchi Deney Tasarımı (Gruplara Göre % Sapma Miktarı)

Malzeme Grubu	Yüzey Durumu (Kaplama)			
	1	2	3	Toplam
A Taguchi	0,049373	0,257782	0,0792751	0,12881
A Tam Fakt.	0,0572825	0,262223	0,0887865	0,1360974
A Fark %	13,808	1,693615	10,71267	5,354506
B Taguchi	0,0584829	0,2757017	0,0775791	0,1372546
B Tam Fakt.	0,0614824	0,2621805	0,076932	0,1335316
B Fark %	4,878525	5,157217	0,841067	2,788062
Genel Taguchi	0,0539279	0,2667418	0,0784271	0,1330323
Genel Tam Fakt.	0,0593824	0,2622017	0,0828593	0,1348145
Genel Fark %	9,185378	1,731524	5,349045	1,321964

Sonuçlar

Bu çalışmada Taguchi deney tasarım yönteminin gerek geniş kullanım alanına sahip olması, gerekse geleneksel deney dizaynına göre daha az deney yaparak hem zaman kazancı, hem de daha az maliyetle

sonuçların elde edilmesine imkân sağlaması gibi avantajları nedenlerle, klasik deney tasarım yöntemlerine tercih edilmesinin doğru bir seçim olup olmadığı konusunda araştırılmıştır.

Yüzeyi sert ve aşınmaya dayanıklı olan ve darbeli yerlerde tercih edilen, yüzey sertleştirmesine uygun iki farklı bileşimdeki sementasyon çelikleri kaplamasız, CrN ve AlTiN kaplı olarak Taguchi L₃₆ ve tam faktöriyel deney planlamasına uygun olarak aşınma testine tabi tutulmuştur. 96 farklı kombinasyona sahip tam faktöriyel deney yerine Taguchi tekniği ile en az 1/3 oranında azaltılmış kombinasyonun benzer sonuçlar verip vermediği, hata oranının ne düzeyde olduğu ve çıkarımsal anlamda farklılıkların olup olmadığının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Taguchi tasarımında dikey dizinin görselliği, sapmanın hangi etkileşim bileşenlerinden kaynaklandığını çok açıkça göstermektedir. Kombinasyon tasarımları için daha iyi tahminler elde edilebilmektedir. Faktör ve düzey sayısının artması geleneksel yöntemlerle deneylerin sayısını artırmakla beraber faktör etkilerinin değerlendirilmesini de zorlaştırmaktadır.

Öncelikle, deneyden amaçlanan kalite karakteristiğine etki eden faktörler ve seviyeleri belirlenmiştir. Taguchi deney tasarımı ve analizi Minitab 16.1 paket programında gerçekleştirilerek, karma düzeyli (2 ve 3) L₃₆ ortogonal dizim kullanılmıştır. Böylece tam faktöriyel tasarımda 96 deney yapılması yerine Taguchi yöntemiyle 36 adet deneyle % 5 sapma ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tam faktöriyel ve Taguchi yönteminin ikisinin uygulama sonuçlarında da aynı en iyi faktör seviyeleri elde edilebilmiştir. Taguchi yöntemi, tam faktöriyel tasarıma göre çok yanıtı problemin tek yanıtı probleme indirerek eniyilemesinde önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinin de, benzer problemlerin çözümünde tam faktöriyel tasarımlara karşı kullanılmasının avantajlı olup olmadığı üzerine çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Referanslar

- Besterfield, D.H., Besterfield, C., Besterfield, G.H., Besterfield, M. (1995). Total quality management, New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Canıyılmaz, E., Kutay, F. (2003). Taguchi metodunda varyans analizine alternatif bir yaklaşım. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(3), 51-63.
- Dearnley, P.A. (1987). Thin Hard Coating For Tribological Protection, Heat-Treat.Met., 83-91.
- Ghani, J.A., Choudhury, I.A., Hassan, H.H. (2004). Application of Taguchi method in the optimization of end milling parameters. Journal of Materials Processing Technology, Vol 145, 84-92.
- Gökçe G, Taşgetiren S. (2009). Kalite için Deney Tasarımı. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6(1), 71-83.
- Hamzaçebi C., Kutay F. (2003). Taguchi Metodu: Bir Uygulama, Teknoloji Dergisi, 6, 3-4.
- Hicks, C.R. (1994). Deney düzenlemede istatistiksel yöntemler, (Çevirenler: Muluk, Z., Kurt, S., Toktamış, Ö. Ve Karaağaoğlu, E.), Bornova-İzmir:Ege Üniversitesi Basımevi.
- İç, Y. T., ve Yıldırım, S. (2012). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Birlikte Taguchi Yöntemini Kullanarak Bir Ürünün Tasarımının Geliştirilmesi. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 27(2), 447-458.
- Karamış, M.B. Gerçekçioğlu, E., Sert, H. (1994). Sert metal tozlarıyla kaplanmış AISI 1050 çeliğinin abrasiv aşınma davranışı. 6th International Machine Design and Production Conference, METU, Ankara, 1-9.
- Savaşkan, M., Taptık, Y. Ürgen, M. (2004). Deney tasarımı yöntemi ile matkap uçlarında performans optimizasyonu. İtüdergisi/d Mühendislik, 3(6), 117-128.
- Şirvancı, M. (1997). Kalite için deney tasarımı: Taguchi yaklaşımı, (pp.12-100), İstanbul:Literatür Yayıncılık.
- Taguchi, G., Clausing, D. (1990). Rubust Quality. Harvard Business Review, 65-75.

ZORLAŞTIRILMIŞ ŞARTLARDA DAMAR TANIMA SİSTEMLERİNDE ÖRÜNTÜ ALMA SIKLIKLARININ GÖZLEM YOLUYLA TESPİTİ

Tuğrul AKTAŞ¹

Murat GÖK²

ÖZET

Son yıllarda el damarları tanıma sistemleri üzerine bazı çalışmalar yapılmaktadır. Damarların örüntüsü, elin soğuğa maruz kalıp kalmaması, efor sarf edip etmemesi, su içinde uzun süre geçirip geçirmemesi ve ya kişinin hamilelik dönemine göre kısmen değişmekte olduğu görülmüştür. Kimi araştırmacılar yapılan araştırmanın konusuna göre elleri farklı süre, ağırlık, soğukluklarda damar örüntülerden örnekler almışlardır. Literatür araştırıldığında bu konuda standart bir süre/dönem/ağırlık/soğukluk büyüklüklerinin olmadığı görülmüştür. Bu araştırmanın amacı damar örüntüsü alınırken hangi dönem/süre/soğukluk/ ağırlıklarının alınması gerektiği gözlem yoluyla tespit etmektir.

Araştırma sonucunda hamile kadınlarda damar örüntüsü değişiminin hamileliğin son aylarına doğru daha belirgin değiştiği gözlemlenmiştir. Bu yüzden ilk 24 haftada bir görüntünün sonrasında 4-5 haftalık aralıklarla 3 görüntünün alınmasına, ağırlık kaldırmak suretiyle veriler toplanırken 4 kg ağırlığın 180 saniye kaldırılmasına ve buzlu suda bekletilecek ellerin yine 180 saniye sonunda damar görüntülerinin alınması sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Damar tanıma, Örüntü alma, Kişi tanıma.

DETECTION OF PATTERN RETRIVAL TIMES IN VEIN RECOGNITION SYSTEMS

ABSTRACT

In recent years, some studies have been carried out on vein recognition systems. It has been observed that the pattern of the veins partially changing according to, cold, make effort, spend a long time in the cold and the pregnancy period. Some researchers have taken samples of vessels in different time, weight, and coldness according to the subject of research. There is no standard time / period / weight / coldness in the literature. The purpose of this research; to determine which period / duration / cold / weight should be taken.

Therefore, 1 image should be taken in the first 24 weeks, and 3 images should be taken after 4-5 week intervals. 4 kg weight should be lifted 180 seconds and the vessels to be kept in icy water again 180 seconds after the vessel images were found to be acceptable.

Keywords: Vascular recognition, Pattern collection, identification

Giriş

El üstündeki damar örüntüsü, insanın en önemli fiziksel özelliklerinden biridir. El üstünde iki tür el damarı vardır. Basilic damarlar el üstündeki damarları, Cephalik damarlar ise dirsek ile elin bağlandığı damarlardır[1]. Vücuttaki damar sistemi normal şartlarda değişim göstermezken diyabet, hipertansiyon, metabolik bozukluklar[2] ve tümör [3] damar sisteminde değişikliklere yol açabilmektedir. Aynı zamanda kişilerin yüzme, bir ağırlık taşıma gibi işlemler sonucunda ya da hamilelik dönemlerinde damarlardan geçen kanın değişmesi sonucunda damar deseninde kalınlaşma/inceleme söz konusu olmaktadır[4][5].

Söz konusu durumlarda orijinal damar görüntüsü ile efor sarf etmiş ve ya hamilelik gibi durumlarda damar genişlikleri değişiklik göstermektedir. Bu değişiklik kimileri için kısmi olmakla beraber kimileri için oldukça fazla değişim söz konusudur[1].

Bazı araştırmacılar bu durumları baz alarak kişi tanıma sistemleri geliştirmişlerdir. Örneğin ağırlık taşıyan kişilerin damar yapısının değişimini ve bununla ilgili tanıma sistemi geliştiren Yüksel 2010 (s.15) yılında yapmış olduğu çalışmada deneklere 1 dakika boyunca 3 kg ağırlığında çanta taşıtılmıştır. Yine aynı çalışmada 1 dakika boyunca elastik top sıkılıp gevşetme işlemi yapılmıştır ve aynı çalışmada bir buz kütesinin elin üst yüzeyine konulduğu belirtilmiş lakin süre belirtilmemiştir[1].

Yapılan çalışmalarda damar değişimleri için bekleme süreleri ve tabii tutulan büyüklerin nasıl edinildiğine dair herhangi bir açıklama yoktur. Örneğin neden ? 3 kglık çanta neden 1 dakika taşıtılmış? Bu süre

¹ Öğretim Görevlisi, AMEA Bilgi Teknolojileri Enstitüsü, Azerbaycan, tugrulaktas@gmail.com

² Doç. Dr., Yalova Üniversitesi, Türkiye, murat.gok@yalova.edu.tr

neye dayanılarak elde edilmiş? Yine buz kalıbı kişinin elinin üzerine bırakılmış ve neden kaç dakika? Bu el bu buza maruz kalmış? Konu ile ilgili herhangi bir açıklama yapılmamıştır.

Literatür incelendiğinde zorlaştırılmış şartlar altında damar görüntüsü toplayan ve bunu kişi tanıma sistemlerinde kullanan çok az araştırmanın olduğu görülmüştür. Var olan araştırmacılar, zorlaştırılmış şartları genel olarak, ellerin efor sarf etmesi ve soğuğa maruz kalması olarak ayırmışlardır. Lakin araştırmacılar zorlaştırılmış unsurların skaler büyüklükleri ile ilgili standart bir büyüklük almamışlardır. Dahası örneğin soğuğa maruz bırakılan eli bir araştırmacı 1 dakika süre ile soğuğa maruz bırakırken diğeri süre vermemiştir. Bu araştırmacının neden bir dakika süreyle soğuğa maruz bıraktığı muammadır.

Araştırmanın Amacı:

Farklı zorlayıcı şartlar altında damar görüntülerinin elde edilerek bundan sonra yapılacak araştırmacıların bu zorlayıcı unsurların sıklık büyüklükleri ve damarlardaki değişimle ilgili bilgi vermektir.

Örneklem Grubu ve Yöntem:

Bu kapsamda 3 farklı gruba çalışılmıştır. İlk grup 16 kişiden oluşmaktadır. Kişiler her iki eliyle eller bedenle paralel salık biçimde hareketsiz durarak 4 kg ağırlığındaki dumbbelları tutmuştur. Farklı günlerde sırasıyla 60, 120 ve 180 saniye tutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

İkinci grup 12 kişiden oluşmaktadır. Kişilerin elleri buz ve kısmi sudan oluşan kaba daldırılmıştır. Farklı günlerde yapılan işlemler sırasıyla 100, 200 ve 300 saniye bekletilmiştir.

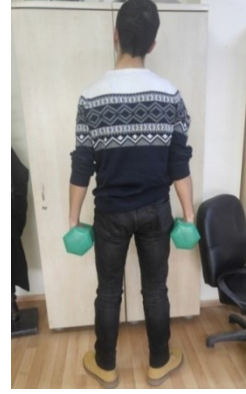
Üçüncü grup 9 hamile kadından oluşmaktadır. Bu kadınlardan farklı haftalarda farklı aralıklarla rastgele şekilde damar görüntüleri alınmıştır. Toplamda her bir hamileden en az 3 farklı görüntü alınmıştır.

Çalışma Adımları 1:

Araştırmacı tarafından geliştirilen düzenek[6] ile rast gele 16 kişiden normal şartlarda her iki elinin el üstü damar görüntüsü alınmıştır. Aşağıda resmedilmiş 4 kg ağırlığında iki dumbbelları kişilerin kaldırması istenmiştir. Dumbbelların tutulma şekli Fotoğraf2'de belirtilmiş olup, kişiler bu şekilde süre içinde hareket ettirilmemiştir.



Fotoğraf 1 : Kaldırılan Ağırlıklar







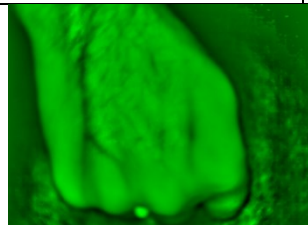
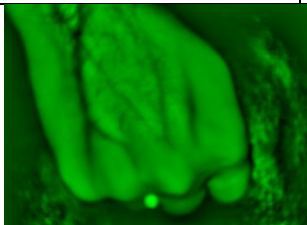
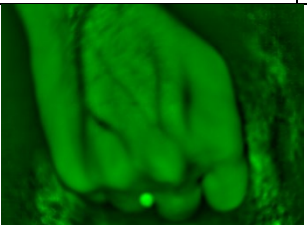
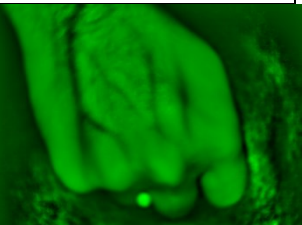
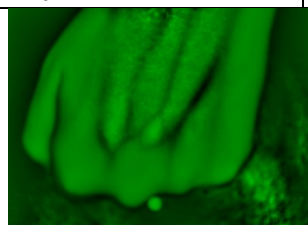
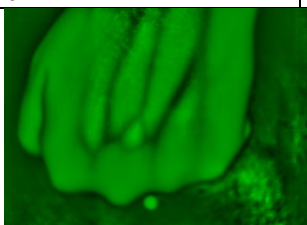
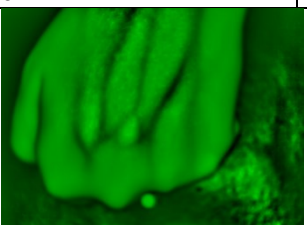
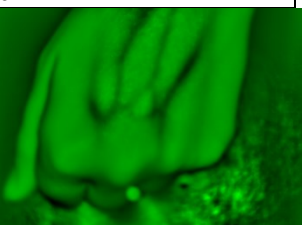


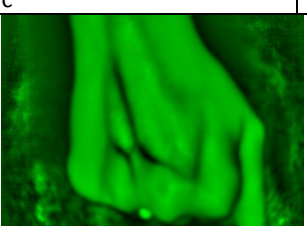
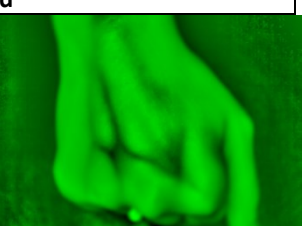
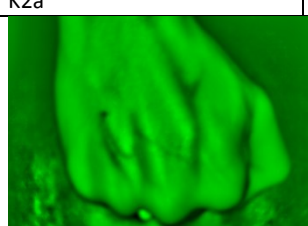
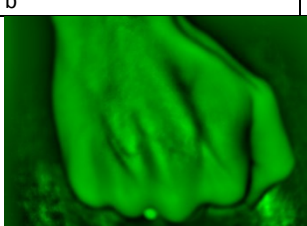
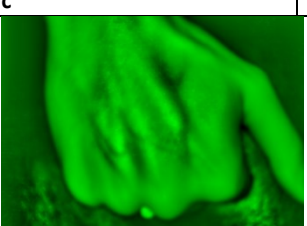
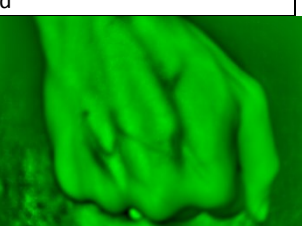
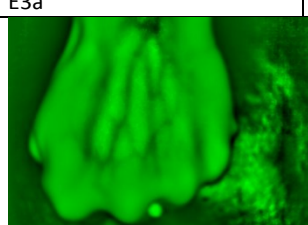
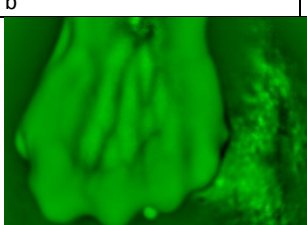
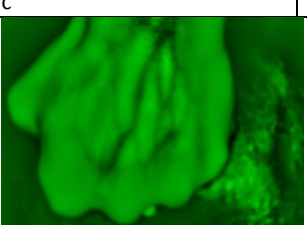
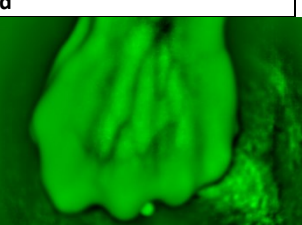
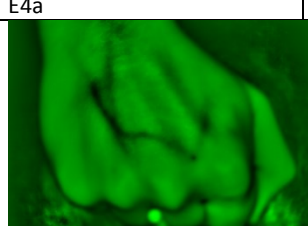

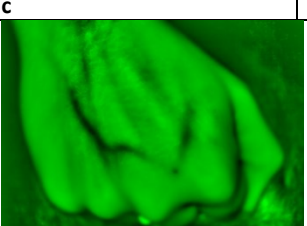
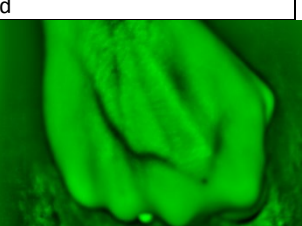
Fotoğraf 2: Ağırlıkların kaldırılma şekli

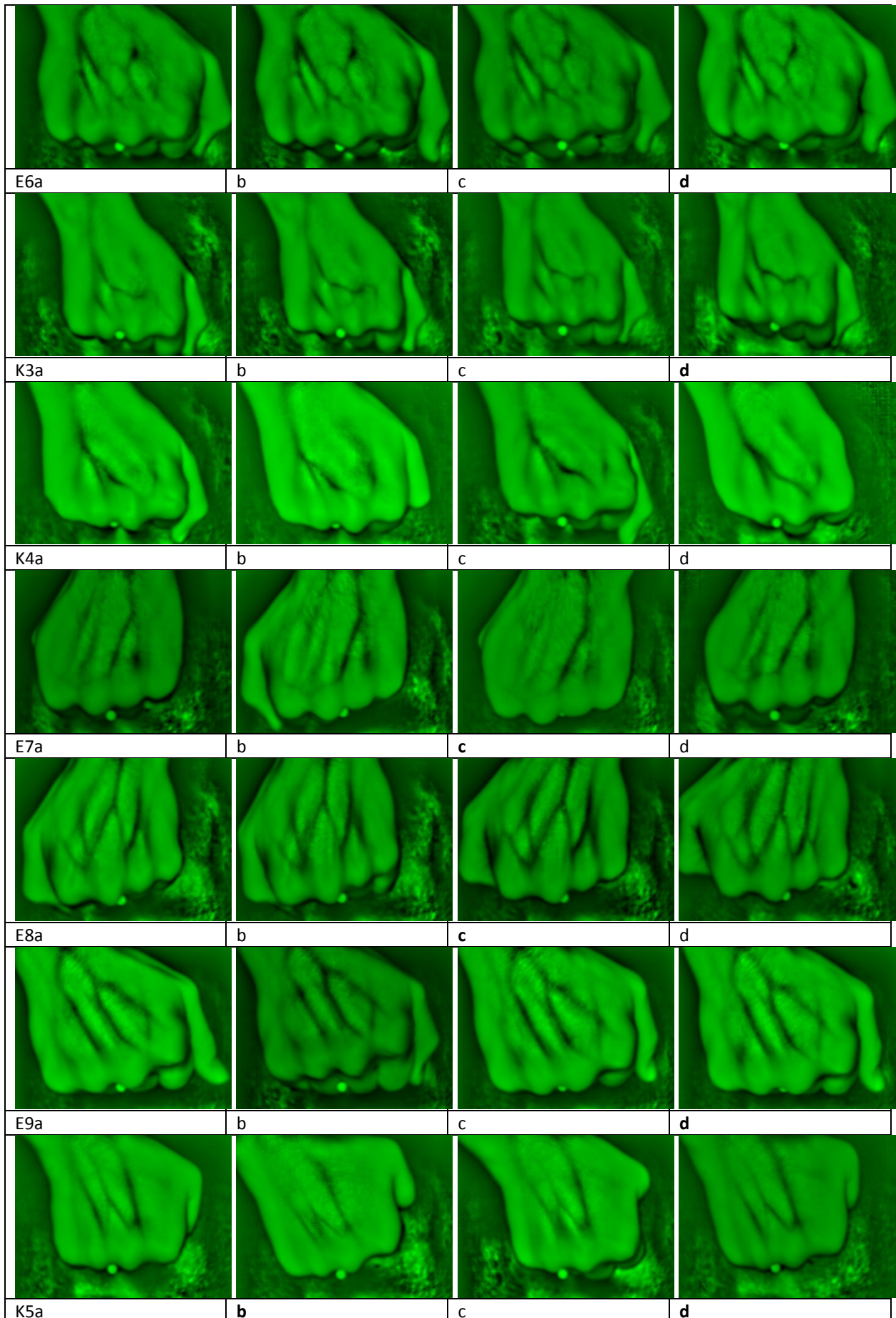
Kişiler farklı günlerde sırasıyla 60 saniye, 120 saniye ve 180 saniye ağırlıkları tutmuştur. Süre bittikten en geç 15 saniye içinde her iki elin damar görüntüsü çekilmiştir. Toplam 32 el damar görüntüsünden değerlendirmeler yapılmış olup aşağıda 16 kişinin birer el damar görüntüleri mevcuttur.

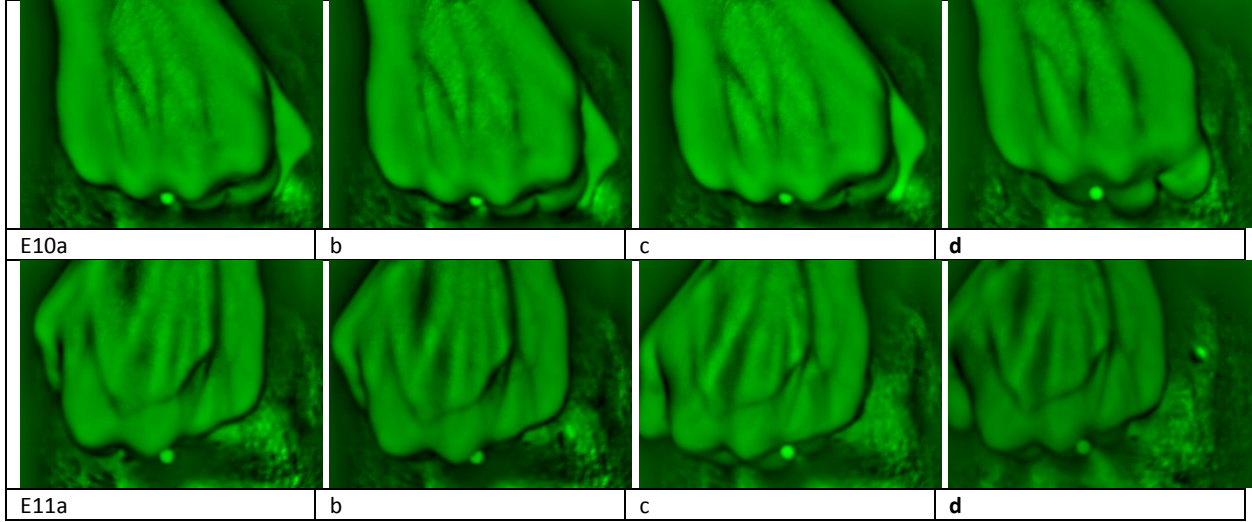
Tablo 1: Eforlu Damar Görüntülerinin Altındaki Harflerin Anlamı

E: Erkek	a: elin normal şartlarda alınan görüntüsü	c: 120 saniye ağırlık tutulduktan sonra alınan görüntü
K: Kadın	b: 60 saniye ağırlık tutulduktan sonra alınan görüntü	d: 180 saniye ağırlık tutulduktan sonra alınan görüntü
1/2/...: Örneklerdeki sıra sayısı		

Tablo 2: Efor Sarf Eden Örneklem Grubunun Damar Görüntüleri

			
E1 a	b	c	d
			
E2 a	b	c	d
			
K1a	b	c	d
			
K2a	b	c	d
			
E3a	b	c	d
			
E4a	b	c	d
			
E5a	b	c	d





Detaylı bir şekilde incelenirse E1 adlı kişiden alınan görüntülerde normal hali ile (a) 60 saniyelik spor sonrasında çekilen görüntü (b) arasında değişiklik mevcuttur. Damarlar daha fazla belirginleştiği gibi bileğe doğru damar izi daha görünür olmuştur. Lakin 120 (c) ve 180 (d) saniyelik spordan sonraki görüntüler ile 60 saniyeden sonraki görüntüler arasında belirgin bir fark gözle tespit edilememiştir.

E2 adlı kişiden alınan örnekte ise b ve a görüntülerinin farklılaştığı, d görüntüsünde işaret parmağının üzerindeki damarlarında belirginleştiği ve çapraz bir çizginin oluştuğu gözlenmiştir.

K1 adlı kişiden çekilen görüntülerde özellikle d'deki görüntünün diğer görüntülere göre daha farklı olduğu tespit edilmiştir.

K2 adlı kişiye bakıldığında el damarlarının a görüntüsü ile c görüntüsü arasında en belirgin değişiklik olduğu gözlenmiştir.

E3 adlı kişinin tüm süreler sonrasında çekilen görüntülerle normal el damar görüntüleri önemli derece farklı olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle d görüntüsünde serçe parmağına doğru olan damarların daha belirgin şekilde görüldüğü gözlemlenmektedir.

E4 adlı kişinin c görüntüsünün a görüntüsüne göre daha belirgin değiştiği d görüntüsünde bilek kısmındaki damarın oldukça şiştiği lakin el üzerindeki ince yapıları damarların c den daha az belirgin olduğu gözlemlenmiştir.

E5 adlı kişinin d görüntüsünün baş parmağının başlangıç yerinde oluşan ada şeklindeki damar genişlemesi diğer görüntülere göre farklılık olarak gözlemlenmiştir.

E6 kişinin d görüntüsünde serçe parmak ile yüzük parmak arasındaki damarın daha belirgin hale geldiği diğer görüntülere göre tanıma aşamasında zorlaştırıcı bir unsur olarak gözlemlenmiştir.

K3 adlı kişide her görüntünün a görüntüsünden farklı olduğu gözlemlenmekle beraber en büyük değişikliğin d görüntüsünde olduğu gözlemlenmiştir.

K4 adlı kişinin en belirgin değişikliğinin d görüntüsünde olduğu gözlemlenmiştir.

E7 adlı kişide beklenenin dışında farklı bir durum gözlemlenmiştir. C görüntüsünde ana damarlardan bir tanesi diğer görüntülere göre belirgin şekilde görüntüden çıkmıştır. D görüntüsünde ise orta parmak ile işaret parmağı arasına inen kıvrımlı bir damarın belirginleştiği gözlemlenmiştir.

E8 adlı kişide en belirgin fark c görüntüsünde meydana gelmiştir.

E9 adlı kişide tüm görüntüler birbirine benzemekle beraber çok küçükte olsa d görüntüsünde serçe parmak ile nişan parmağı arasındaki boşlukta damarın daha fazla belirgin olduğu gözlemlenmiştir.

K5 adlı kişinin damar görüntülerinde beklenenin aksine görüntü elde edilmiştir. B ve c görüntülerinde damarlar a görüntüsüne göre daha az belirgindir. Lakin d görüntüsünde beklenen olmakta ve damarlar belirginleşmektedir. Aynı zamanda bu damarlardan biri bileğe doğru belirgin bir şekilde görünmektedir.

E10 adlı kişinin normalde damarları belirgin değildir. En fazla belirgin d görüntüsünde elde edilmiştir.

E11 adlı kişide b görüntüsünde damarların daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda d görüntüsünün b görüntüsüne göre damarların daha az siyah görüldüğü lakin orta parmaktan baş parmağın başlangıcına doğru olan damarın diğer damarlar gibi görünür olduğu tespit edilmiştir. Buda istediğimiz zorlayıcı şartları daha fazla gerçekleştirmektedir.

Genel olarak bakıldığında birçok zorlayıcı unsurun d görüntülerinde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı uzmanlarında görüşü alınarak normal ve efor sarf etmiş damalar üzerinde yapılacak çalışmalarda 4kg'lık ağırlıkla hareketsiz duracak kişilerin 180 saniyeyi baz alması gerektiği sonucuna varılmıştır.

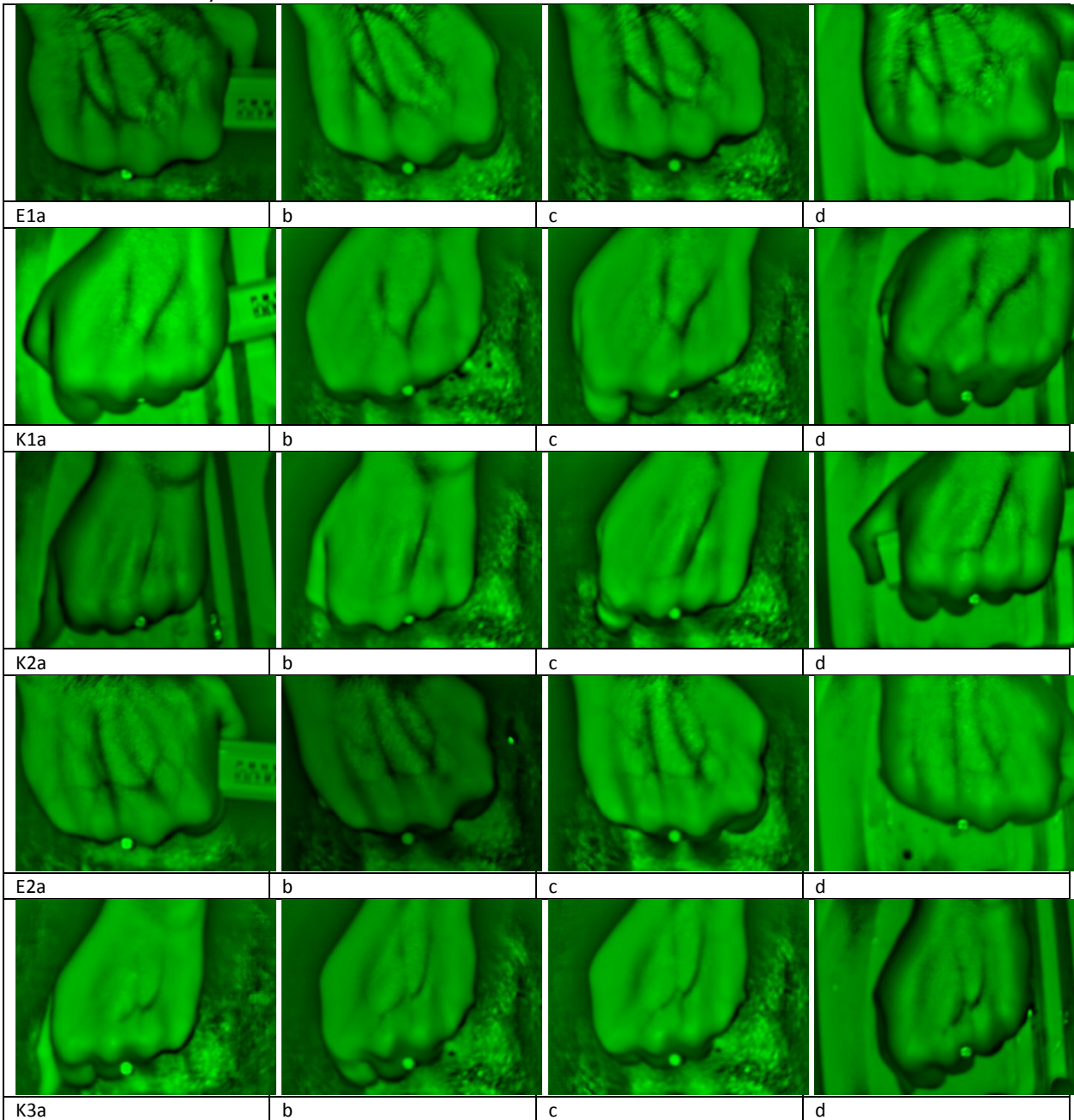
Çalışma Adımları 2:

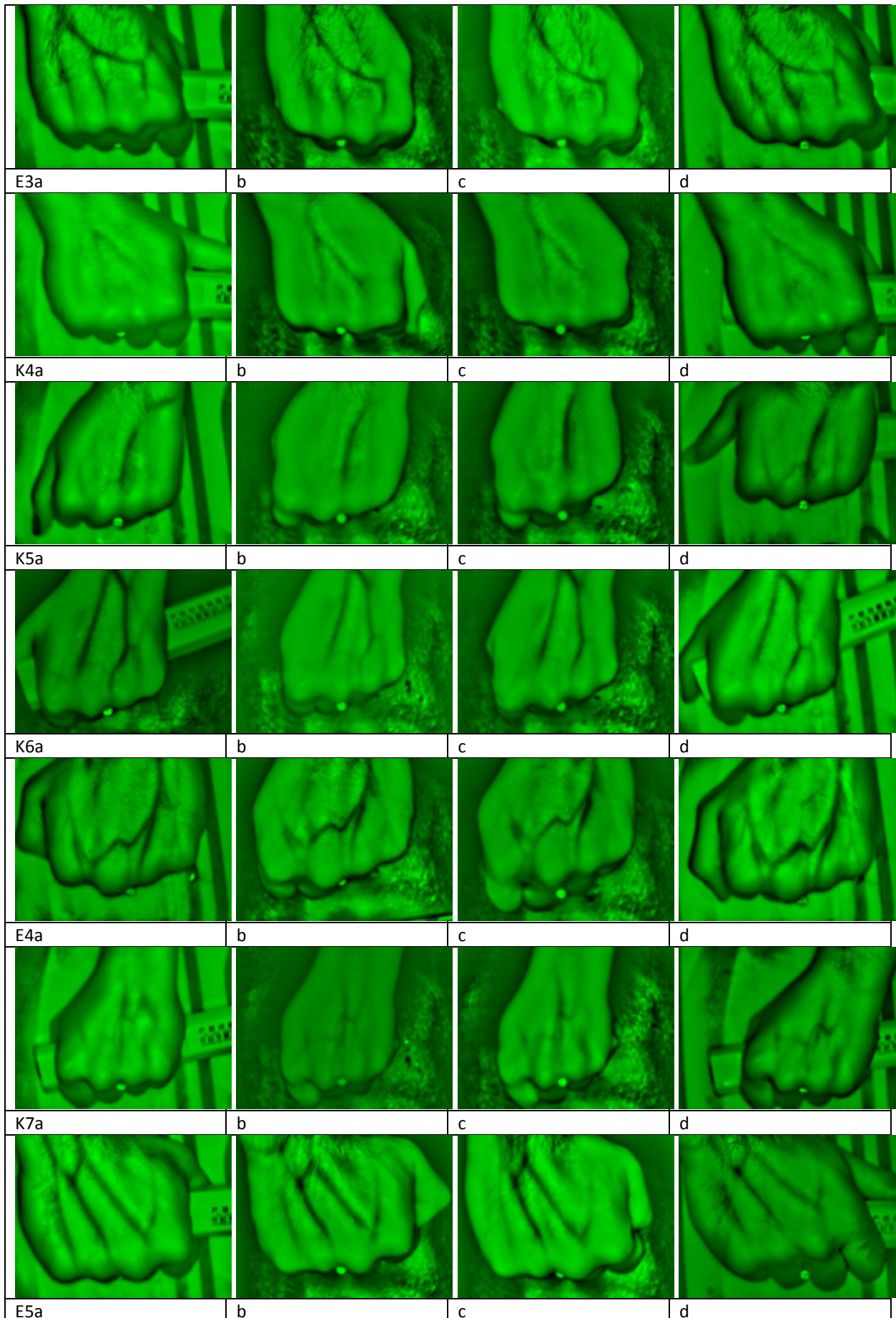
İkinci örneklem grubunda kişilerin elleri buz ve kısmen su ile dolu kaplara daldırılarak damar görüntüleri karşılaştırılmıştır. Bunun için farklı günlerde kişiler sırasıyla 100, 200 ve 300 saniye ellerini kovaya daldırılmış ve bu süre sonlarında en geç 15 saniye içinde görüntüler çekilmiştir. Toplam 12 kişiden görüntü alınmış olup aşağıda bu kişilerin birer elinin görüntüleri Tablo 4'e konmuştur.

Tablo 3: Buzlu Damar Görüntülerinin Altındaki Harflerin Anlamı

E: Erkek	a: elin normal şartlarda alınan görüntüsü	c: 200 saniye ağırlık tutulduktan sonra alınan görüntü
K: Kadın	b: 100 saniye ağırlık tutulduktan sonra alınan görüntü	d: 300 saniye ağırlık tutulduktan sonra alınan görüntü
1/2/...: Örneklemdeki sıra sayısı		

Tablo 4: Buzlu Torbaya Farklı Sürelerde Konulan Ellerin Damar Görüntüleri





E1 adlı kişinin c görüntüsüne bakıldığında yüzük parmağının üzerinde, iki parça damarın biraz üstünde birleştiği ve yukarı doğru devam eden kısmın a görüntüsünden farklı olarak görüntüde yer almadığı gözlemlenmiştir. Yine aynı görüntüde işaret parmağına doğru kavisli inen damarın daha düz şekilde indiği görülmektedir. D görüntüsünde ise a görüntüsüne yakın olmakla beraber kalın damarların dışındaki damarların daha az belirgin olduğu gözlemlenmiştir.

K1 adlı kişinin görüntüsüne bakıldığında damarların c ve d görüntülerinin a görüntüsüne göre daha belirgin olduğu görülmüştür. C ve d görüntülerinin arasında bariz farklılık gözlemlenmemiştir.

K2 adlı kişinin damarı c görüntüsünde daha belirgin ve daha uzun şekli almıştır. D görüntüsü ile c görüntüsünün arasında bariz farklılık yoktur.

E2 adlı kişinin a görüntüsü ile d görüntüsü arasında çok büyük farklılık vardır. D görüntüsünde normal damar deseni neredeyse kaybolmuş durumdadır. C görüntüsünde ise nişan ile orta parmak arasındaki damar görüntüsünün azalması, orta parmak ile işaret parmak arasındaki damarın daha belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir. Buda istenilen zorlaştırılmış durumlar için idealdir.

K3 adlı kişinin yüzük parmağından yukarı doru kavisli çıkan damarı c görüntüsünde maksimum seviyeye çıkmış d görüntüsünde tekrar normal görülmesi ile beraber oldukça belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir.

E3 adlı kişinin c görüntüsü ile a görüntüsü karşılaştırıldığında değişimin oldukça fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu tanıma işlemi için oldukça zorlu bir durum söz konusu olabilir. B görüntüsünde damarlar daha az belli olmakla beraber d görüntüsü a görüntüsüne daha fazla benzemektedir.

K4 adlı kişinin damar yapısı normalde neredeyse görünmemektedir. Diğer görüntülerde biraz daha fazla görünür hale gelmektedir. Çatal görüntünün en belirgin ve çatalın birleştiği yerden bileğe doğru çıkan damarın görüldüğü görüntü c'dedir.

K5 adlı kişinin damar yapısı c görüntüsünde oldukça belirginleşmiştir. Lakin d görüntüsünde aynı zamanda işaret parmağı hizasında bir damar ağının görüntüsü de belirgin hale gelmiştir.

K6 kişinin damar yapısındaki en belirgin değişim b görüntüsünde meydana gelmiştir.

E4 adlı kişinin b ve c görüntülerinde baş parmak hizasında, bilek tarafından gelen damarlar gözükmemektedir. Aynı zamanda işaret parmağı başlangıcından baş parmağına doğru çıkan damarların görüntü netliği azalmıştır. C görüntüsünde aynı zamanda bilekten aşağı inen damarlarda incelleme meydana gelmiştir. D görüntüsü a görüntüsüne en yakın görüntülerden biridir.

K7 adlı kişinin damarları çok ince olmakla beraber a görüntüsünde oldukça az damar gözlenmiştir. C ve d görüntülerinde küçük bir ada ve bağlı küçük yollar daha net elde edilmiştir.



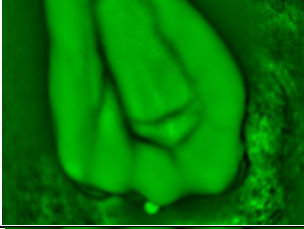
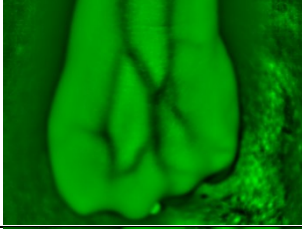


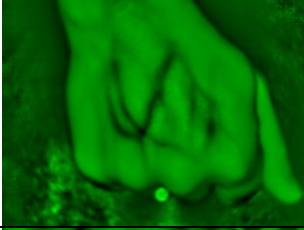

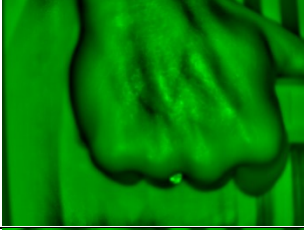


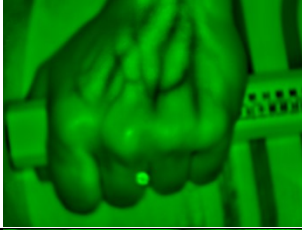




E5 adlı kişinin normal damar yapısının görüntüsü süre geçtikçe daha fazla değişim göstermiştir. Bazı damarlar hiç gözükmemekte bazı damarların siyahlığı oldukça azalmıştır. D görüntüsü ise a görüntüsü arasında çok ciddi farklılıklar vardır.






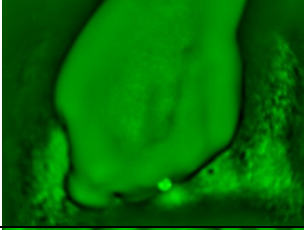
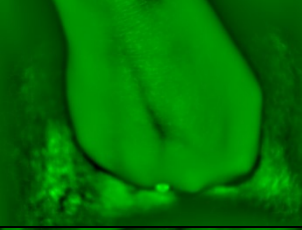







Bu düzenek hazırlanıp veriler toplandığı sırada bazı kişiler soğuğa dayanamayarak gönüllükten vazgeçmiştir. Yine iki erkek gönüllü 300 saniyenin sonunda kısa süreli rahatsızlık geçirmiştir. Bazı kişilerin 300 saniye sonunda ellerinin şiştiği gözlemlenmiş bir kız öğrencide basit soğuk yanığı meydana gelmiştir. Görüntüler incelendiğinde bazı kişilerden elde edilen damar deseninin süreye bağlı kalmadan düzensiz değiştiği gözlemlenmiştir. Görüntüler incelendiğinde bazı değişimlerin 100 saniyede ama çoğu değişimlerin 200 saniyede olduğu gözlemlenmiştir. Tüm bu nedenler göz önüne alınarak ve araştırmacılar farklı bilirkişilerden aldığı görüşlere göre uygun sürenin 180 saniye ile sınırlandırılmasına karar verilmiştir.

Çalışma Adımları 3:

Üçüncü örneklem grubu hamilelerden oluşmaktadır. Hamilelerden belli aralıklarla el damarı görüntüsü alınmıştır. Toplam 9 kişiden görüntü alınmış olup kimi görüntüler Tablo 5'e konmuştur.

Tablo 5: Gebelerin Haftalara Göre Damar Görüntüleri

E. M. 20 Hafta(H)		
E. M. 34 H		
E. M. 38 H		
D.P. Y. 4H		
D.P. Y. 28H		
D.P. Y. 32H		
E. Ş. 38 H		
E. Ş. Doğumdan sonra 40.gün		

E. G. 20 H		
E. G. 25 H		
F. E. 27 H		
F. E. 32 H		
H. D. 20H		
H. D. 25H		
H. Ü. 24 H		
H. Ü. 31 H		

E. M. adlı gebenin 20-34-38'inci haftalarındaki görüntüler incelendiğinde hamilelik süreci ilerledikçe el damarı görüntüsünde ve damar netliklerinde değişimlerin olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle 38. haftada sağ elin serçe parmağı hizasında damarların daha belirgin hale geldiği görülmektedir.

D. P. Y. adlı gebenin 25. haftadaki damar görüntüsü ilginç bir şekilde görüntüye yansımamıştır. 4. hafta ile 32. haftanın damar görüntüleri incelendiğinde ana damarların yanında daha ince damarların 32. haftanın görüntüsünde görüntülenmiştir.

E. Ş. adlı gebe 38H + 2Gün'de doğum yapmıştır. Doğumundan iki gün öncesinin el damar görüntüsü ile doğumdan sonra 40. Günün damar görüntüsü karşılaştırıldığında sağ elinde yüzük ve serçe parmağın arasına doğru inen ve yüzük ile orta parmağın arasına doğru inen damarların çok daha az görünebildiği başparmağın başlangıç kısmında yer alan kıvrımlı ince damarların görüntüden hemen hemen çıktığı, sol eline bakıldığında nişan parmağının orta yerinden başparmağın başlangıcına doğru kıvrılarak giden damarın görüntüden hemen hemen gözlemlenmediği 38. haftada olmayan bilek civarındaki çatal damarın ise doğumdan 40 gün sonra çekilen fotoğrafta yer aldığı gözlemlenmiştir.

E. G. adlı gebenin sağ eline bakıldığında 20. haftadaki görüntüde damarlar ince ve ön içten fotoğrafında damar izleri tam olarak siyah değildir. Lakin 25. haftada özellikle damarların bazı yerlerinde öbek öbek siyah adaların olduğu gözlemlenmiştir. Sol elinde ise belirgin bir değişikliğe rastlanmamıştır.

F. E. adlı gebenin damar yapısına bakıldığında görüntülenmesinin güç bir tipte olduğu gözlemlenmiştir. Her iki elinde de düz bir çizgi gibi damar izi olmakla beraber ön işlemde sonra bu görüntü netleştirilememiştir. 27 ve 32. haftalarda sol elinde pek bir değişiklik gözlemlenmezken, sağ elinde parmakların başlangıcı kısmında damarların çatallandığı gözlemlenmiştir.

H. D. adlı gebenin sağ elinde damar görüntüsü beklenenin aksine daha az nettir. Sol elinde ise orta ve yüzük parmağına doğru olan damarların düz halini kaybolarak zikzaklı bir yapıya döndüğü gözlemlenmiştir.

H. Ü. adlı gebenin sağ el damar yapısı incelendiğinde 31. Haftadaki damarların bileğe doğru daha belirgin bir şekilde çıktığı sol elinde ise ana damarların bariz bir şekilde daha fazla kan barındırmasından dolayı daha belirgin siyah çıktığı lakin desende önemli bir değişimin olmadığı gözlemlenmiştir.

Hamilelerde farklı haftalarda çekilen el damar görüntüleri incelendiğinde araştırmanın başında varsaydığımız hamilelik süreci ilerledikçe kalpten pompalanan kanın daha fazla olacağı bunun da her geçen hafta el damarlarındaki ana damarların dışındaki daha ince damarların görüntüye gireceği savının tam olarak gerçekleşmediği görülmüştür. Kimi hamile bayanlar için bu görüş doğru iken kimi hamile bayanlarda böyle bariz bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir. Hatta kimi hamilelerde hamilelik süreci ilerledikçe bazı damarların görüntüye girdiği gibi bazı damarlarında görüntüden çıktığı gözlemlenmiştir. Kimi hamilelerde değişim bilek ve parmak başlangıcı yerlerinde olmuştur. Tabloya koymadığımız görüntülerde ilk haftalarda hemen hemen hiçbir değişimin olmadığı gözlemlenmiştir. Çoğu hamilelerde el damar yapısındaki değişimi ortalama değişimi 25. haftada oluşmaya başlamıştır. Tüm bunlar göz önüne alınarak 24. Haftadan önce mutlaka bir görüntünün toplanması ve buna da normal damar görüntüsü denmesi takriben 4-5 hafta aralıklarla (örn: 25H-30H-35H veya 28H-32H-36H) üç görüntünün çekilmesi ve eğer mümkünse hamilelikten yaklaşık 7-8 hafta sonra bir görüntünün daha çekilerek veri tabanına eklenmesi sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- [1] Yuksel, A. (2010). "Biometric Identification Through Hand Vein Patterns", Yüksek Lisans Tezi, s.7, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- [2] Carretero, O. A., "Vascular Remodeling and the Kallikrein-Kinin System", J. Clin. Invest., Sayı. 115, s.588-591, March 2005.
- [3] Carmeliet, P. and R. K. Jain, "Angiogenesis in Cancer and Other Diseases", Nature, Sayı. 407, s. 249-257, 2000.
- [4] Web 1: <http://tip.uludag.edu.tr/temel-tip-bilimleri/fizyoloji/ders-notlari/spor-fizyolojisi-notlari-01.pdf> adresinden 12.04.2016 tarihinde edinilmiştir.
- [5] Web 2: <http://www.drbanuciftci.com/gebelikte-kan-basinci-yuksekligi/> adresinden 12.04.2016 tarihinde edinilmiştir.
- [6] Aktaş, T., Aslanova, G.. "Damar Tanıma Sistemi için Işık Kaynağı Geliştirme", Electronic Journal of Vocational Colleges, Aralık 2015, s.210-218.

FARKLI SALINIM BARASI SEÇİMLERİNİN OPTİMAL GÜÇ AKIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Serdar ÖZYÖN¹

Celal YAŞAR²

ÖZET

Günümüzde enerjiye olan ihtiyacın artmasına bağlı olarak enerji sistemlerinin büyümesi, işletilmelerini daha karmaşık hale getirmektedir. Büyük boyutlu enerji sistemlerinin optimal işletilmesi, optimal planlamayı gerektirmektedir. Bu sistemlerin verimsiz bir şekilde planlanması ve işletilmesi hem büyük elektriksel kayıplara hem de büyük maddi kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle bu tip problemleri içeren optimal yük akışı problemi son zamanlarda çok çalışılan problem olarak öne çıkmaktadır.

Genel bir kural olarak optimal yük akışı problemlerinde salınım barası, generatör baraları veya daha fazla sayıda hattın bir araya geldiği baralar arasından seçilmektedir. Bu seçim tamamen tecrübeye dayalı olup bazı durumlarda yakınsamayı büyük ölçüde etkilemektedir. Yapılan çalışmada farklı salınım barası seçimlerinin generatör baralarındaki optimal güç değerleri, hat kayıpları ve üretim maliyetleri üzerine etkileri incelenmiştir. Optimal yük akışı probleminin çözümü için sezgisel algoritmalarından biri olan Diferansiyel Gelişim Algoritması (DGA), Newton-Raphson yöntemi ile birlikte kullanılmıştır. Örnek uygulama olarak IEEE 30 baralı 6 generatörlü sistem seçilmiştir. Farklı farklı seçilen salınım baraları için, generatörlerin optimal güç üretimleri, iletim hattı kayıpları, üretim maliyetleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Optimal güç akışı, Salınım barası seçimi, Diferansiyel gelişim algoritması.

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF DIFFERENT SLACK BUS SELECTION ON THE OPTIMAL POWER FLOW

ABSTRACT

Today the growth of energy systems due to the increase in the need of energy makes it more complicated to operate them. The optimum operation of the big-size energy systems requires optimum planning. The inefficient planning and operation of these systems cause both big electrical losses and big economical losses. Therefore, optimal load flow problem including this type of problems comes into prominence as the most studied problem recently.

As a general rule, the slack bus is selected from among generator buses or buses in which greater number of lines come together. This selection depending totally on experience affects the convergence highly in some cases. In this study, the effects of the selection of different slack bus on the optimum power values in generator buses, line losses and the generation costs have been analyzed. The optimal load flow of the energy system has been done by using Differential Evolution algorithm, which is one of the meta-heuristic algorithms, together with Newton-Raphson method. The IEEE system with 30 buses and 6 generators has been selected as the sample system. For differently selected slack buses, optimum power generation of the generators, transmission line losses, generation costs have been calculated and the obtained results have been discussed.

Keywords: Optimal load flow, The selection of slack bus, Differential evolution algorithm.

Giriş

Fosil kaynaklı yakıtlar elektrik enerjisi üretimi için kullanılan en önemli kaynaklardır. Bu kaynakların giderek azalması, enerji üretiminin mümkün olan minimum maliyetlerle yapılmasını önemli bir problem haline getirmiştir. Optimal yük akışı problemi bütün eşitlik ve eşitsizlik kısıtları altında sistemin amaç fonksiyonu olan enerji üretim maliyetinin optimal değerini bulma problemidir. Bu optimizasyon probleminin çözümü araştırılırken problemin değişkenleri durum ve kontrol değişkenleri şeklinde tanımlanır. Durum değişkenleri olarak salınım barasının aktif çıkış gücü, yük baralarının gerilim genlik değerleri ve generatör baralarının reaktif çıkış güçleri alınmaktadır. Kontrol değişkenleri olarak ise, salınım barası hariç diğer generatör baralarının aktif çıkış güçleri, generatör baralarının gerilim genlik değerleri, transformatör kademe değerleri ve şönt kapasite değerleri alınmaktadır [Ayan ve Kılıç 2011, Cabadag vd. 2011]. Optimal yük akışı problemleri sayısal ve sezgisel metotlar olmak üzere iki farklı yapıdaki metotlarla çözülmektedir. Sayısal metotlar başlangıç noktasına bağlı olarak yerel minimuma takılma problemi yaşarken, sezgisel metotlar genel minimumu veya genel minimuma yakın optimum çözümleri daha kolay elde edebilmektedir [Özyön 2009].

¹ Arş. Gör., Dumlupınar Üniversitesi, serdar.ozyon@dpu.edu.tr

² Doç. Dr., Dumlupınar Üniversitesi, celal.yasar@dpu.edu.tr

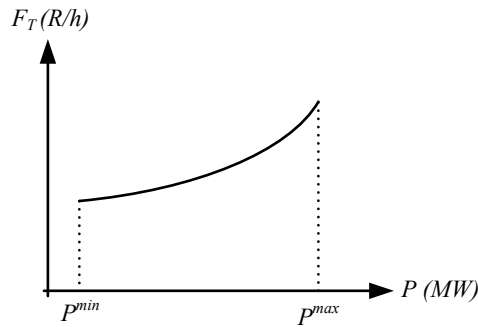
Genel bir kural olarak optimal yük akışı problemlerinde salınım barası, generatör baraları veya daha fazla sayıda hattın bir araya geldiği baralar arasından seçilmektedir. Bu seçim tamamen tecrübeye dayalı olup bazı durumlarda yakınsamayı büyük ölçüde etkilemektedir [Ayan ve Kılıç 2011, Cabadağ vd. 2011].

Literatürde çeşitli optimal güç akışı problemlerine birçok farklı algoritmayla çözümler aranmıştır. Bunlardan bazıları genetik algoritma (GA) [Osman vd. 2004], diferansiyel gelişim algoritması (DGA) [Abou vd. 2010, Özyön vd. 2011], parçacık sürüsü optimizasyonu (PSO) [Abido, 2002], harmoni arama algoritması (HAA) [Özyön vd. 2011] ve yapay arı koloni optimizasyon algoritması (YAKOA) [Xuanhu vd. 2015, Dinh vd. 2013] olarak belirtilebilir. Çalışılan örnek sistemlerde genel olarak, sistemdeki birinci bara salınım barası olarak seçilerek çözümler elde edilmiştir. Literatürde farklı salınım barası seçimlerinin güç sistemlerinin gerilim kararlılığı ve sistem bileşenleri üzerindeki etkileri gibi olayları incelemek üzere farklı çalışmalar yapılmıştır [Abacı vd. 2004, 2005, 2007].

Bu çalışmada ekonomik güç dağıtım problemi için amaç fonksiyonu olan yakıt maliyetinin optimizasyonundan çok, sistemde yer alan generatör baralarından hangisinin salınım barası olarak belirlenmesi daha uygun olur sorusuna cevap aranmıştır. Farklı salınım barası seçimlerinin termik sistemin toplam yakıt maliyeti, generatör baralarındaki güç üretimleri ve iletim hattı kayıpları üzerine etkileri incelenmiştir. Örnek olarak IEEE 30 baralı 6 generatörlü sistem belirlenmiştir. Sistemdeki iletim hattı kayıplarının belirlenmesi için Newton-Raphson (NR) yöntemi ile güç akışı yapılmış ve yakıt maliyeti minimizasyonu için Diferansiyel Gelişim algoritması (DGA) kullanılmıştır. Altı farklı generatör barası, sırayla salınım barası olarak belirlenmiş ve sistem çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Problemin Formülasyonu

Çalışmada sadece termik üretim birimlerinden oluşan bir sistem seçilmiştir. Termik üretim birimlerin giriş-çıkış eğrisi saat başına harcanan paranın aktif çıkış gücüne göre değişimi şeklinde tanımlanmıştır. Şekil 1'de termik üretim birimlerinin ait giriş-çıkış eğrisi verilmiştir [Özyön 2009].



Şekil 1. Termik üretim birimlerine ait giriş-çıkış eğrisi

Sistemdeki üretim birimlerinin termik maliyetleri, birimlerin çıkış gücü cinsinden 2. derece fonksiyon olarak denklem (1)'de verildiği gibi alınmıştır.

$$F_n(P_{GT,n}) = a_n + b_n \cdot P_{GT,n} + c_n \cdot P_{GT,n}^2 \quad (R/h) \quad (1)$$

Denklemden $(P_{GT,n})$ 'nin birimi MW olarak alınmaktadır. Termik maliyet (F_n) , n . birimin saat başına aktif güç üretiminin, sanal bir para birimi (R) olarak yakıt maliyetini ifade etmektedir. Kayıplı sistemdeki güç denge eşitlik kısıtı denklem (2)'de gösterilmiştir.

$$\sum_{n \in N_T} P_{GT,n} - P_{yük} - P_{kayıp} = 0, \quad n \in N_T \quad (2)$$

Denklemden N_T termik üretim birimleri kümesini göstermektedir. Termik üretim birimlerinin aktif güç üretim sınırlarını veren eşitsizlik kısıtı denklem (3)'de verilmiştir.

$$P_{GT,n}^{min} \leq P_{GT,n} \leq P_{GT,n}^{max}, \quad n \in N_T \quad (3)$$

DGA ile minimize edilecek olan amaç fonksiyonu, elektrik güç sisteminin toplam yakıt maliyet fonksiyonu $(TYMF)$ denklem (4)'de verilmiştir.

$$TYMF = \sum_{n \in N_T} F_n(P_{GT,n}), \quad (R/h) \quad (4)$$

Diferansiyel Gelişim Algoritması (Dga) Ve Probleme Uygulanması

DGA, 1995 yılında geliştirilen işleyişi genetik algoritmaya dayanan popülasyon temelli sezgisel bir optimizasyon tekniğidir. Sürekli parametrelili problemlerin çözümünde oldukça etkilidir. Algoritma popülasyona dayalı çalışmayıp, tek tek kromozomlar operatörlere tabi tutularak yeni bir birey elde edilir. Bu işlem sırasında mutasyon ve çaprazlama operatörleri kullanılır. Yeni bireyin uygunluğu eskisinden daha iyi ise yeni birey, aksi takdirde eski birey bir sonraki popülasyona aktarılır [Abou vd. 2010, Özyön vd. 2011].

DGA'da kullanılan parametreler; popülasyon büyüklüğü NP , değişken sayısı (gen sayısı) D , nesil (jenerasyon) $(1,2,3,\dots,g_{max})$ g , çaprazlama oranı CR ve ölçekleme faktörü F şeklinde gösterilir. DGA'nın işlem basamakları kodlama, mutasyon, çaprazlama ve seçim olarak belirtilebilir. DGA'da yeni kromozomların üretilmesi için mevcut kromozom dışında üç adet kromozom daha gereklidir. Bu nedenle popülasyon büyüklüğü üçten büyük olmalıdır ($NP>3$). NP adet D boyutlu kromozomdan meydana gelen başlangıç popülasyonunun üretimi denklem (5) kullanılarak bulunur [Abou vd. 2010, Özyön vd. 2011].

$$x_{j,i,g=0} = x_j^{(l)} + rand_j[0,1] \cdot (x_j^{(u)} - x_j^{(l)}) \quad (5)$$

Denklemden $x_{j,i,g}$, g neslindeki i kromozomunun j parametresini, $(x_j^{(l)}, x_j^{(u)})$ değişkenlere ait alt ve üst değerleri göstermektedir.

Mutasyon, kromozomun genleri üzerinde rastgele değişiklikler yapmaktır. DGA'da mutasyona tabi tutulmak için kromozom dışında ve birbirlerinden farklı olan üç kromozom seçilir. İlk ikisinin farkı alınır ve F ile çarpılır. F genellikle 0~2 arasında değişen bir değer alınmaktadır. Ağırlıklandırılmış fark kromozomu ile üçüncü kromozom toplanır.

$$n_{j,i,g+1} = x_{j,r_3,g} + F \cdot (x_{j,r_1,g} - x_{j,r_2,g}) \quad (6)$$

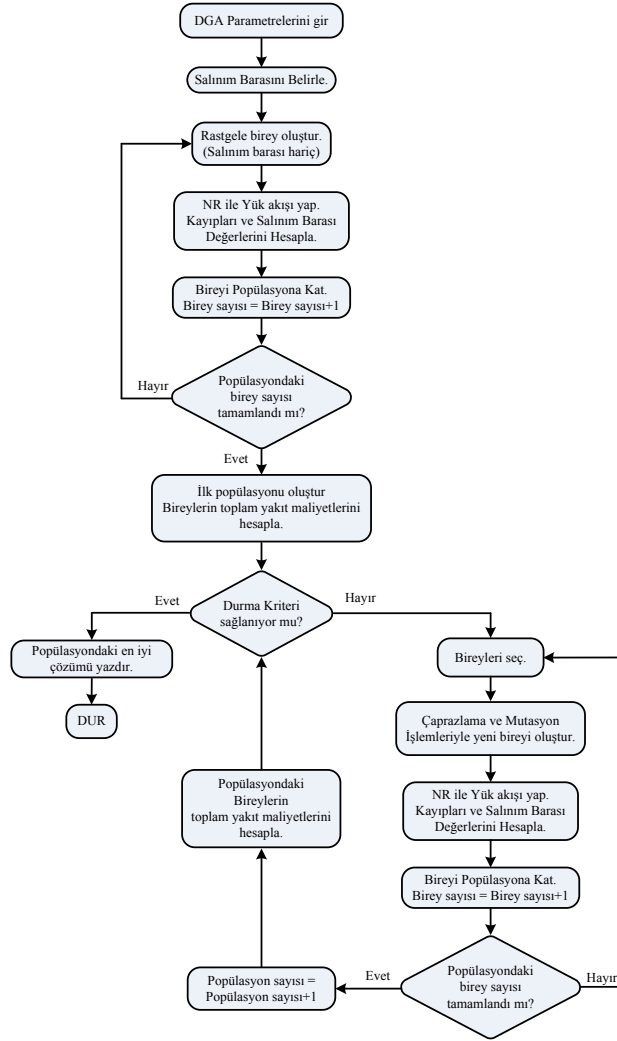
Denklemden $n_{j,i,g+1}$ mutasyon ve çaprazlaştırmaya tabi tutulmuş ara kromozom, $x_{j,r_1,g}$, $x_{j,r_2,g}$ ve $x_{j,r_3,g}$ yeni kromozom üretilmesinde kullanılacak rastgele seçilmiş kromozomları $r_{1,2,3} \in \{1,2,3,\dots\}$, $r_1 \neq r_2 \neq r_3 \neq i$ göstermektedir. Mutasyon sonucunda elde edilen fark kromozomu ve $x_{i,g}$ kromozomu kullanılarak yeni kromozom ($u_{i,g+1}$) üretilir. Deneme kromozomu için genler CR olasılıkla fark kromozomundan, $(1-CR)$ olasılıkla mevcut kromozomdan seçilir. $j = j_{rand}$ koşulu, en az bir tane genin üretilen yeni kromozomdan alınmasını garanti etmek için kullanılmaktadır. Rastgele seçilen $j = j_{rand}$ noktasındaki gen CR değerine bakılmaksızın $n_{j,i,g+1}$ 'den seçilir [Abou vd. 2010, Özyön vd. 2011].

$$x_{j,u,g+1} = \begin{cases} x_{j,n,g+1} & \text{eğer } rand[0,1] \leq CR \text{ veya } j = j_{rand} \\ x_{j,i,g} & \text{aksi durumda} \end{cases} \quad (7)$$

Mutasyon ve çaprazlama operatörleri kullanılarak hedef kromozomla birlikte üç farklı kromozom kullanılarak yeni bir kromozom (deneme kromozomu) elde edilmiştir. Yeni nesile ($g = g + 1$) aktarılacak olan kromozom uygunluk değerine bakılarak belirlenir. Hedef kromozomun uygunluk değeri zaten bilinmektedir. Problemin amaç fonksiyonu değeri uygunluk fonksiyonu olarak hesaplanır. Kromozomlardan uygunluğu yüksek olan kromozom yeni nesile aktarılır. Döngü ($g=g_{max}$) olana kadar devam eder, g_{max} olduğunda mevcut en iyi birey çözüm olarak alınır.

$$x_{i,g+1} = \begin{cases} x_{u,g+1} & \text{eğer } f(x_{u,g+1}) \leq f(x_{i,g+1}) \\ x_{i,g} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (8)$$

Algoritmada amaç sürekli daha iyi uygunluk değerine sahip kromozomlar elde etmek ve optimum değeri yakalamak ya da yaklaşımdır. Bu döngü $g = g_{max}$ olana kadar devam ettirilir. Algoritmanın durdurulması belirlenen maksimum iterasyon sayısına bağlıdır. Çalışmada iterasyon sayısı 100 olarak alınmıştır. Genel olarak yukarıda anlatılan adımlardan oluşan DGA'nın ekonomik güç dağıtım problemlerine uygulanması Şekil 2'de verilen akış diyagramında özetlenmiştir.



Şekil 2. DGA'nın probleme uygulanmasının akış diyagramı

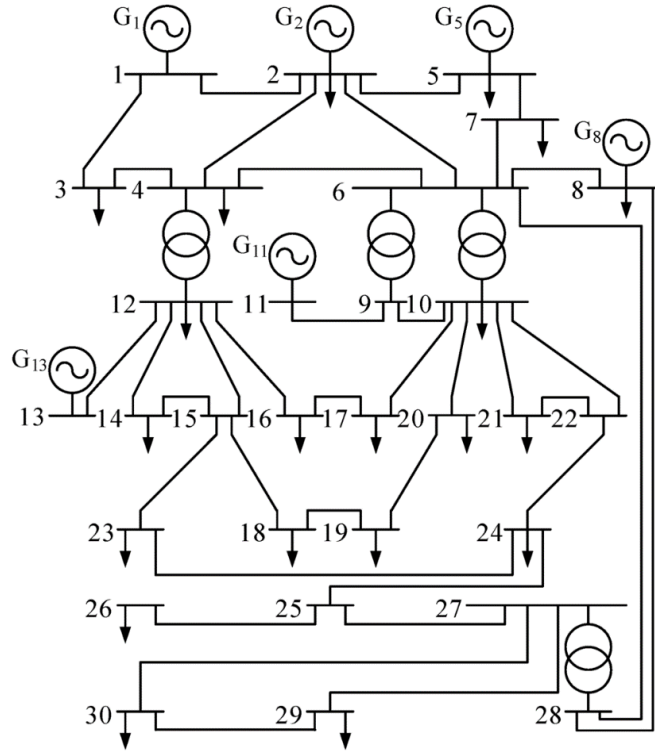
Akış diyagramında verilen adımlar, örnek sistemde yer alan üretim birimlerinden, sırasıyla seçilen her farklı salınım barası için ayrı ayrı uygulanmıştır. Çözüm metodu, başlangıç parametreleri belirlendikten sonra, denklem (9)'a göre rastgele oluşturulan bireylerle doldurulan popülasyonla ilk iterasyona başlar.

$$P_{GT,n} = P_{GT,n}^{\min} + U(0,1) \times (P_{GT,n}^{\max} - P_{GT,n}^{\min}) \quad (9)$$

Denklemden $U(0,1)$ sıfırla bir arasında düzgün dağılmış rastgele sayıdır. Daha sonraki adımlar, belirlenen maksimum iterasyon sayısı bitinceye kadar devam eder. Maksimum iterasyon sayısı tamamlandıktan sonra popülasyondaki en iyi toplam yakıt maliyetine sahip birey problemin çözümü olarak alınır.

Örnek Sistemin Çözümü

Farklı salınım barası seçimlerinin optimal güç akışı üzerine etkilerinin incelenmesi için Şekil 3'te tek hat diyagramı verilen IEEE 30 baralı 6 generatörlü güç sistemi seçilmiştir. Test sisteminde 41 adet iletim hattı ve 21 adet yük barası bulunmaktadır [Xuanhu vd. 2015]. Sistemdeki transformatörlerin kademe ayarları 1 olarak alınmıştır. Çalışmada kullanılan baz değerler $S_{baz}=100 \text{ MVA}$, $V_{baz}=230 \text{ kV}$ ve $Z_{baz}=529 \text{ Ohm}$ 'dur. Bu sistem literatürde bütün çalışmalarda 1. baraya bağlı G1 generatörü salınım barası olarak seçilmiştir. Bu çalışmada örnek sistem DGA ile iletim hattı kayıpları dikkate alınarak çözülmüştür. Salınım barasının aktif ve reaktif güç üretim değerleri ve iletim hattı kayıpları Newton Raphson yöntemiyle yük akışı yapılarak bulunmuştur. Sistemde 6 generatör bulunduğundan her defasında farklı bir üretim biriminin bağlı olduğu bara salınım barası olarak belirlenerek 6 farklı çözüm yapılmıştır.



Şekil 3. IEEE 30 bara 6 generatörlü örnek sistemin tek hat diyagramı

Örnek sistemdeki termik üretim birimlerinin yakıt maliyeti fonksiyonlarına ait katsayılar ve aktif güç üretim limitleri Tablo 1’de, iletim hatlarının nominal π eşdeğer devrelerine ait pu seri empedans ve paralel admitans değerleri Tablo 2’de, yük baralarındaki aktif ve reaktif yük değerleri Tablo 3’de ve sistemdeki üretim birimlerine ait başlangıç reaktif güç üretim değerleri Tablo 4’te verilmiştir [Özyön 2009].

Tablo 1. Örnek sistemdeki termik üretim birimlerinin yakıt maliyeti fonksiyonlarına ait katsayılar ve aktif güç üretim limitleri

Katsayılar ve Üretim Limitleri	Üretim birimlerinin bağlı olduğu bara no, (n)					
	G1	G2	G5	G8	G11	G13
a	10	10	20	10	20	10
b	200	150	180	100	180	150
c	100	120	40	60	40	100
$P_{GT,n}^{\min}$ (pu)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
$P_{GT,n}^{\max}$ (pu)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Tablo 2. İletim hatlarının nominal π eşdeğer devrelerine ait pu seri empedans ve paralel admitans değerleri

Baradan baraya	R (pu)	X (pu)	B (pu)	Baradan baraya	R (pu)	X (pu)	B (pu)
1-2	0,0192	0,0575	0,0528	12-13	0,0000	0,1400	0
1-3	0,0452	0,1652	0,0408	12-14	0,1231	0,2559	0
2-4	0,0570	0,1737	0,0368	12-15	0,0662	0,1304	0
2-5	0,0472	0,1983	0,0418	12-16	0,0945	0,1987	0
2-6	0,0581	0,1763	0,074	14-15	0,2210	0,1997	0
3-4	0,0132	0,0379	0,0084	15-18	0,1070	0,2185	0
4-6	0,0119	0,0414	0,009	15-23	0,1000	0,2020	0
4-12	0	0,256	0	16-17	0,0824	0,1932	0
5-7	0,0460	0,1160	0,0204	18-19	0,0639	0,1292	0

6-7	0,0267	0,0820	0,017	19-20	0,0340	0,0680	0
6-8	0,0120	0,0420	0,09	21-22	0,0116	0,0236	0
6-9	0,0000	0,2080	0	22-24	0,1150	0,1790	0
6-10	0,0000	0,5560	0	23-24	0,1320	0,2700	0
6-28	0,0169	0,0599	0,013	24-25	0,1885	0,3292	0
8-28	0,0636	0,2000	0,0428	25-26	0,2544	0,3800	0
9-10	0,0000	0,1100	0	25-27	0,1093	0,2087	0
9-11	0,0000	0,2080	0	27-29	0,2198	0,4153	0
10-17	0,0324	0,0845	0	27-30	0,3202	0,6027	0
10-20	0,0936	0,2090	0	28-27	0,0000	0,3960	0
10-21	0,0348	0,0749	0	29-30	0,2399	0,4533	0
10-22	0,0727	0,1499	0				

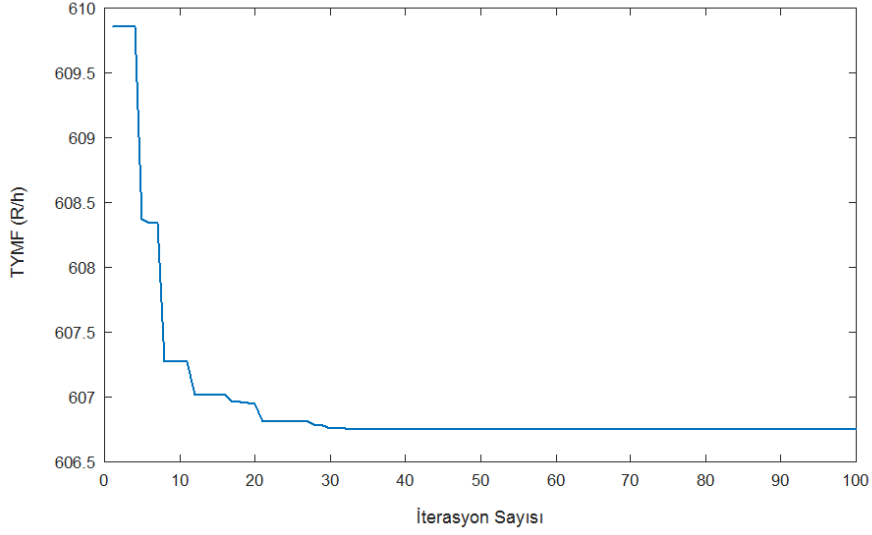
Tablo 3. Örnek sistemde aktif ve reaktif yük değerleri

Bara no	P (pu)	Q (pu)	Bara no	P (pu)	Q (pu)
2	0,217	0,127	17	0,090	0,058
3	0,024	0,012	18	0,032	0,009
4	0,076	0,016	19	0,095	0,034
5	0,942	0,190	20	0,022	0,007
7	0,228	0,109	21	0,175	0,112
8	0,300	0,300	23	0,032	0,016
10	0,058	0,020	24	0,087	0,067
12	0,112	0,075	26	0,035	0,023
16	0,035	0,018	29	0,024	0,009
14	0,062	0,016	30	0,106	0,019
15	0,082	0,025	TOPLAM	2,834	1,262

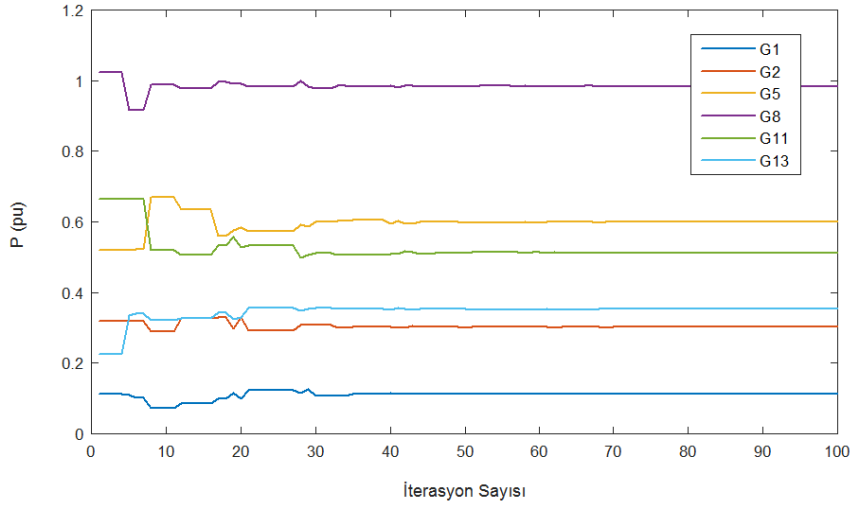
Tablo 4. Sistemdeki üretim birimlerine ait başlangıç reaktif güç üretim değerleri

	Üretim birimlerini no, (n)					
	G1	G2	G5	G8	G11	G13
$Q_{GT,n}^{bas}$ (pu)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

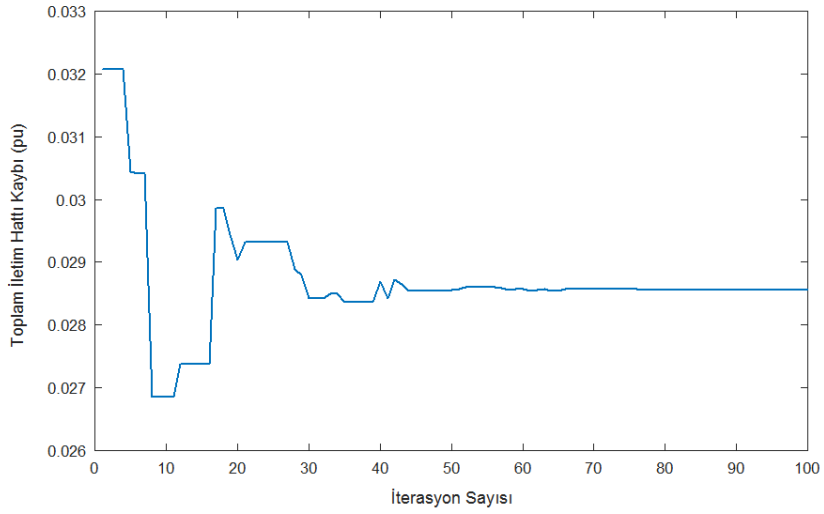
Örnek sistemin Tablo 3'teki yük talebi için DGA ile 6 farklı salınım barası için çözümleri yapılmıştır. Yapılan çözümlerde sırasıyla G1, G2, G5, G8, G11 ve G13 generatörlerinin bağlı olduğu baralar salınım barası olarak alınmıştır. DGA'nın problemi çözüm aşamasında, 1 nolu baranın salınım barası seçilmesi durumunda, toplam yakıt maliyetinin iterasyon sayısına göre değişimi Şekil 4'de, toplam iletim hattı kaybının iterasyon sayısına göre değişimi Şekil 5'te ve üretim birimlerinin aktif güç çıkışlarının iterasyon sayısına göre değişimleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 4. Toplam yakıt maliyetinin iterasyon sayısına göre değişimi



Şekil 5. Aktif güç üretimlerinin iterasyon sayısına göre değişimleri



Şekil 6. Toplam iletim hattı kaybının iterasyon sayısına göre değişimleri

Şekil 4'ten toplam yakıt maliyetinin 30. iterasyondan sonra minimum maliyet değerini (606.747003 R/h) yakaladığı görülmektedir. Şekil 5'te verilen generatör çıkış güçlerinin 30. iterasyona göre çok fazla değişim gösterdiği fakat daha sonra belli bir aralıkta oynadığı 70. iterasyondan itibaren ise bütün üretim birimlerinin optimum değerlerini yakaladıkları söylenebilir. Şekil 6'dan görüldüğü gibi iletim hatlarındaki güç kaybının değişimi ise yaklaşık 65. iterasyondan sonra sabitlenmiş ve 0.028561 pu değerine oturmuştur. Salınım barası olarak diğer üretim birimlerinin bağlı olduğu baralar alındığında bu değişimlerin benzer şekillerde değiştiği gözlenmiştir.

Farklı salınım barası seçimlerine göre yapılan çözümlerde elde edilen üretim birimlerinin çıkış güçleri, toplam yakıt maliyeti, iletim hattı kayıp miktarları ve çözüm süreleri Tablo 5'te, salınım barasına ait reaktif güç üretim değerleri ve sistemdeki bütün (30 bara) baralara ait gerilim aralıkları ise Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Farklı salınım barası seçimlerine göre üretim birimlerinin çıkış güçleri, toplam yakıt maliyeti ve iletim hattı kayıp miktarları

Seçilen Salınım Barası	Üretim birimlerinin çıkış güçleri, (pu)						TYMF (R/h)	P _{kayıp} (pu)	Çözüm Süresi (sn)
	P _{GT,1}	P _{GT,2}	P _{GT,5}	P _{GT,8}	P _{GT,11}	P _{GT,13}			
1	0,112456	0,301704	0,599028	0,984155	0,512601	0,352616	606,747003	0,028561	6,395032
2	0,118211	0,294083	0,602851	0,984306	0,514015	0,352732	607,585362	0,032197	6,324116
5	0,176786	0,294874	0,533872	0,993278	0,527025	0,356270	611,277228	0,048105	6,375036
8	0,132132	0,287970	0,500993	1,015764	0,557691	0,363774	605,644792	0,024324	6,471260
11	0,128294	0,289924	0,506879	1,020018	0,550847	0,359806	605,029993	0,021768	6,492923
13	0,122605	0,290350	0,507043	1,018653	0,545457	0,370412	604,734447	0,020520	6,514309

Tablo 6. Salınım baralarının reaktif güç çözüm değerleri ve Sistemdeki tüm baraların gerilim aralıkları

	Seçilen salınım bara no, (n)					
	1	2	5	8	11	13
Q _{GT,n} ^{çözüm} (pu)	0,398558	0,831501	0,727174	0,762887	0,186467	0,267081
V _n ^{min} (pu)	0,9513	0,9531	0,9512	0,9588	0,9526	0,9543
V _n ^{max} (pu)	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05

Tablo 5 incelendiğinde bütün generatör baraları salınım barası olarak seçildiğinde bütün çözümlerde yakınsama sağlanmıştır. Ayrıca optimal güç akışı probleminde farklı salınım barası seçimlerinin generatörler tarafından üretilen aktif güç üretimlerini etkilediğinden dolayı, bu seçimin iletim hattı kayıpları ve toplam yakıt maliyeti üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Seçilen örnek sitemde sırasıyla seçilen salınım baralarından 13. barada hem minimum iletim hattı kaybı hem de minimum toplam yakıt maliyeti elde edilmiştir. Algoritmanın çözüm süresine bakıldığında ise ortalama 6,4 sn'de çözüme ulaşılmaktadır. Tablo 6'da seçilen salınım baraları tarafından üretilen reaktif güçlerin sistem kısıtlarını sağlamış olmasının yanında, sistemdeki bütün bara gerilimlerinin 0,95-1,05 pu aralığında olduğu gözlenmiştir. Salınım barası seçimi yapılırken bu değerlerin yanı sıra daha fazla hattın bir araya geldiği baralar tercihi önemlidir. Bu nedenle bu sistemde bütün şartları sağlaması açısından sırasıyla 8, 1, 2 ve 5 nolu baraların salınım barası olarak seçilmesi daha uygundur. En düşük kayıp ve maliyeti sağlamasına rağmen 11. ve 13. baralar sisteme sadece bir hat üzerinden bir diğer baraya bağlı olmaları nedeniyle salınım barası olarak seçilmesi uygun olmadığı söylenebilir.

Sonuçlar

Çalışmada farklı salınım barası seçimlerinin generatörlerin aktif güç üretimleri, iletim hattı kayıpları ve sistemin toplam yakıt maliyeti üzerinde etkileri incelenmiştir. Örnek sistem üzerinde farklı salınım baraları için NR ile yük akışı, DGA ile yakıt maliyeti minimizasyonu yapılarak iletim hatlarındaki kayıplar, reaktif güç üretimleri ve bara gerilimleri bulunmuştur. Çalışmada bütün çözümlerde güç akışında yakınsamalar

sağlanmıştır. Farklı salınım barası seçiminin optimal güç akışını etkilediği bulunan değerlerden gözlemlenmiştir. Çalışmada bütün çözümlerde tüm baraların gerilim genlikleri kabul edilebilir sınırlar arasında kalmıştır.

Sonraki çalışmalarda sistemdeki hat taşıma kapasiteleri, yasak işletim bölgeleri yada valf noktası etkileri gibi kısıtlarda probleme katılarak konu daha detaylı olarak incelenebilir.

Referanslar

- Abacı K., Yalçın M.A., Uyaroğlu Y. (2007), Farklı Salınım Barası Seçiminde Kademe Değiştirici Transformatörlerin Gerilim Kararlılığına Etkisi, II. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK2007), Sayfa 296-300, Kocaeli.
- Abacı, K., Yalçın M.A., Uyaroğlu Y. (2005), Seri Kompanzasyonda Farklı Salınım Barası Seçiminin Sürekli Hal Gerilim Kararlılığına Etkileri, I. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK2005), Sayfa 212-216, Kocaeli.
- Abacı, K., Yalçın, M.A., Uyaroğlu, Y. (2004), Güç Sistemlerinde Farklı Salınım Barası Seçiminin Gerilim Kararlılığı Açısından İncelenmesi, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu (ELECO2004), Sayfa 79-83, Bursa.
- Abido, M.A., (2002), Optimal power flow using particle swarm optimization, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 24, 563-571.
- Abou A.A., Abido M.A., Spea S.R., Differential evolution algorithm for emission constrained economic power dispatch problem, *Electric Power Systems Research* 80, s.1286-1292, 2010.
- Ayan, K., Kılıç, U. (2011), Optimal Güç Akışı Probleminin Çözümü için GA, MA ve YAK Algoritmalarının Karşılaştırılması", 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Electrical & Electronics Technologies Papers, Vol.4, pp.13-18, Elazığ, TURKEY.
- Cabadağ, R.I., Türkay, B.E., Tunç, A. (2011), Optimal Güç Akışı Çözümlerinde Lineer Programlama ve İç nokta Algoritması Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi, II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi, 24-27 Kasım 2011, İzmir, http://www.emo.org.tr/ekler/30e187258c46cf0_ek.pdf, (Erişim tarihi :07.06.2016).
- Dinh, L.L., Ngoc, D.V., Vasant, P. (2013), Artificial Bee Colony Algorithm for Solving Optimal Power Flow Problem, *The ScientificWorld Journal*, 2013, 1-9.
- Osman, M.S., Abo-Sinna, M.A., Mousa, A.A. (2004), A solution to the optimal power flow using genetic algorithm, *Applied Mathematics and Computation*, 155, 391-405.
- Özyön, S. (2009), Genetik algoritmanın bazı çevresel ekonomik güç dağıtım problemlerine uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, 136 s. (yayımlanmamış).
- Özyön, S., Yaşar, C., Temurtaş, H. (2011), Diferansiyel gelişim algoritmasının valf nokta etkili konveks olmayan ekonomik güç dağıtım problemlerine uygulanması, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Electrical & Electronics Technologies Papers, Vol.4, pp.181-186, Elazığ, TURKEY.
- Özyön, S., Yaşar, C., Temurtaş, H. (2011), Harmoni arama algoritmasının çevresel ekonomik güç dağıtım problemlerine uygulanması, *Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt.26, Sayı.2, pp.65-76.
- Xuanhu, H., Wang, W., Jiuchun, J., Lijie, X. (2015), An Improved Artificial Bee Colony Algorithm and Its Application to Multi-Objective Optimal Power Flow, *Energies*, 8, 2412-2437.

FARKLI KİMYASAL KATKILAR İLE ÜRETİLEN BETONLAR ÜZERİNDE MAGNEZYUM SÜLFAT VE SODYUM KlorÜR ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

İlknur BEKEM KARA¹

Cuma KARA²

ÖZET

Beton tüm dünyada tercih edilen yapı malzemelerinden biridir. Betonun dayanımına ve dayanıklılığına etki eden faktörlerin araştırılmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir. Betondan üretilmiş yapı elemanlarının zamanla bozulup işlevlerini beklenen servis ömürlerine ulaşmadan yitirmelerine çevreden kaynaklanan dış etkiler de sebep olmaktadır. Zararlı sular ve kimyasallar beton dayanıklılığını etkileyen çevresel etkilere sahiptir.

Bu çalışmanın amacı farklı kimyasal katkı maddeleri ile üretilen betonların magnezyum sülfat (MgSO₄) ve sodyum klorür (NaCl) etkisi altında basınç dayanımındaki değişimi belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak; kimyasal katkısız (referans) ve % 1 oranlarında akışkanlaştırıcı katkı, süperakışkanlaştırıcı katkı ve antifriz katkı olmak üzere dört tür 300 dozlu beton üretilmiştir. Taze betonlar 10 cm x 50 cm x 60 cm boyutlarındaki plak kalıplara dökülmüştür. 14 gün standart kür uygulandıktan sonra, plak betonlardan Ø5*10 cm boyutlarında karot örnekleri alınmıştır. Tüm beton örnekleri 90 gün standart küre tabi tutulmuştur. Daha sonra sudan çıkarılan beton numuneleri 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerine yerleştirilerek 360 gün çevresel etkilere tabi tutulmuştur. Referans örnekler suda bekletilmiştir. Bu sürelerin sonunda her bir beton türü üzerinde ultrases geçiş hızı ve basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, MgSO₄ beton türleri üzerinde NaCl'den daha fazla bozucu etki göstermiştir. MgSO₄'e maruz betonlarda dayanım kaybı %38'e kadar ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beton, dayanım, magnezyum sülfat, sodyum klorür.

Investigation of the Effects of Magnesium Sulphate and Sodium Chloride on Concretes Produced by Different Chemical Additives

ABSTRACT

Concrete is one of the preferred construction materials in the world. Studies are still in progress regarding the investigation of factors affecting the strength and durability of concrete. The external effects arising from the environment cause the deterioration of structural elements made of concrete and their function is lost before reaching the expected service life. Harmful water and chemicals are environmental factors affecting concrete durability.

The purpose of this work determine the change in compressive strength of concretes produced with different chemical additives that are under the influence magnesium sulfate (MgSO₄) and sodium chloride (NaCl). For this purpose; 300 dosed four species concrete is manufactured, they are pure (references) concrete and concrete containing plasticiser additive in 1%, concrete containing superplasticizer additives and concrete containing antifreeze additives. Fresh concrete is poured in the plate molds in 10 cm x 50 cm x 60 cm. After the application of standard cure for 14 days, core samples in size Ø5*10 cm are taken from plate concretes. All concrete samples are subjected to standard cure for 90 days. Later, the concrete samples that are extracted water, have been subjected to the environmental impacts by placing 7000 mg/l MgSO₄ and 4% NaCl solutions for 360 days. Reference concrete samples are kept in water. At the end of this period, ultrasonic pulse velocity and compressive strength tests will be performed on each concrete type. As a result, MgSO₄ demonstrated disruptive more effect on the concrete types than NaCl. Resistance loss in concrete which exposed MgSO₄, has reached up to 38%.

Keywords: Concrete, strenght, magnesium sulfate, sodium chloride.

Giriş

Beton tüm dünyada tercih edilen yapı malzemelerinden biridir. Betonun dayanımına ve dayanıklılığına etki eden faktörlerin araştırılmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir. Betondan üretilmiş yapı elemanlarının zamanla bozulup işlevlerini beklenen servis ömürlerine ulaşmadan yitirmelerine çevreden kaynaklanan dış etkiler de sebep olmaktadır. Zararlı sular ve kimyasallar beton dayanıklılığını etkileyen çevresel etkilere sahiptir. Betonarme yapılar deniz suyunda bulunan kimyasal maddeler (klorür, kalsiyum, sodyum, magnezyum ve sülfat

¹ Yrd. Doç. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, ilknurbekem@artvin.edu.tr

² Öğr. Gör. Artvin Çoruh Üniversitesi, cumakara@artvin.edu.tr

iyonları) nedeniyle dayanıklılığını büyük ölçüde kaybetmektedir. Örnek olarak, Akdeniz suyunun sülfat iyonu içeriği yaklaşık 2900 mg/L, magnezyum iyonu içeriği yaklaşık 1440 mg/L ve klorür iyonu içeriği ise yaklaşık 19270 mg/L'dir (Dördü ve Güngör:2013:6). Betonda kimyasal maddelerin etkisini tespit edebilmek için kullanılan yöntemlerden biri basınç dayanımındaki değişimi gözlemlemektir. Literatür bilgileri betonun deniz suyu etkilerine dayanıklılığı için geçirimsiz ve düşük su/çimento oranları ile üretilmesinin yanı sıra puzolan katkılı çimento kullanımının da faydası olduğunu göstermiştir (Türkel ve Tarım, 2011:2).

Sudaki, zemindeki ve deniz suyundaki sülfat iyonları beton yapılarda bozulmaya yol açmaktadır. Sülfat saldırısının zararlı etkisi, sülfat iyonlarının sertleşmiş betondaki alüminli ve kalsiyumlu bileşenlerle kimyasal reaksiyona girerek, hacmi çok artan etrenjit ve alçı oluşturmaktan kaynaklanmaktadır. Reaksiyon ürünleri, sertleşmiş betonda genleşme yaratarak agrega-çimento hamuru aderansının olumsuz yönde etkilenmesine, çatlak oluşumuna ve geçirimsizliğin artmasına yol açar. İleri derecedeki etkilenmelerde ise betonun tamamen dağılması söz konusudur (Yazıcı, 2006). Katı, kuru tuzlar betona zarar vermezler ancak su ile birlikte bulunmaları sonucu, sertleşmiş çimento harcıyla reaksiyona girerler. Bazı killer alkali magnezyum ve kalsiyum sülfat gibi kimyasal maddeler içerir, bunlar yeraltı suyuyla birleşince zararlı etki ortaya çıkar (Neville, 2004).

Farklı oranlarda renksiz-kahverengi cam ve (%5, %15, %25) yüksek fırın cürufu kullanılarak üretilen harçların NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄ etkisinde özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, atık cam ve yüksek fırın cürufu, klorür iyonlarının nüfuzunu engelleyerek, betonda klorürlere karşı dayanıklılığı artırmaktadır. Referans örneklerin arta kalan NaCl dayanımı % 84'lere kadar düşmektedir (Özkan, 2007:90).

Betonun sülfata dayanımı ile ilgili günümüzde yapılan çalışmaların çoğunluğunda, prizini almış ve mukavemetini kazanmış betonun sülfatlı sulara dayanımı araştırılmıştır. Sülfatlı su içeren zeminlerde oluşturulan betonarme kazıklarda ise beton prizini sülfatlı ortamda almaktadır. Yıldız ve Ürün (2010:1), yaptıkları çalışmada bu şekildeki bir ortamda portland çimentosundan ve yüksek fırın cürufu çimentodan oluşturulan beton numunelerinde önemli mukavemet kayıpları olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada farklı oranlarda F ve C sınıfı uçucu kül çimento ile ikame edilerek farklı dozajlarda harç örnekleri üretilmiş ve 1 yıl boyunca MgSO₄ etkisine maruz bırakılmıştır. % 17 çimento çıkarım oranına sahip karışımlar % 10 çimento çıkarım oranlarına göre daha az eğilme dayanımı kaybına uğramıştır. 260, 320, 400 dozajlı betonları % 10 çimento çıkarımlı serilerin hem F tipi hem de C tipi uçucu kül ikameli betonlarda benzer eğilme dayanımı kaybına uğramışlardır. Çimento dozajı arttıkça eğilme dayanım kaybı azalmıştır. Özellikle F tipi uçucu külün C tipi uçucu küle oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (Akyüncü ve Yıldırım, 2014:443). Bir başka çalışmada, barit agregası ile mineral- kimyasal katkı malzemeleri kullanılarak yüksek dayanımlı betonlar üretilmiştir. Durabilite açısından ağır betonların servis ömrü boyunca karşılaşılabileceği düşünülen sülfat etkilerine karşı dayanımı araştırılmıştır. Sülfat etkisine maruz bırakılmış beton numunelerin basınç dayanımı değişimleri, kimyasal ve mikro yapı değişimleri incelenmiştir. Sonuç olarak, yüksek basınç dayanıma sahip ağır betonların sülfata karşı basınç dayanımlarında azalma görülmüştür. Magnezyum sülfat etkisinin daha tahrip edici bir özelliğe sahip olduğu görülmüştür. Sülfat etkisinden oran olarak en fazla barit agregalı betonlar etkilenmiş olmasına rağmen sayısal olarak basınç dayanım değeri en yüksek beton olarak kalmaya devam etmiştir (Kılınçarslan ve ark., 2010:60). Binici ve ark (2015:1) Atık Demir Tozu Katkılı Harç ve Betonların Durabilite Özelliklerini Araştırdıkları Çalışmalarında harçların % 10 sülfat ve %10 tuzlara karşı dayanıklılıklarını araştırmışlardır.

Günümüzde kimyasal katkı kullanımı olmadan hazır beton üretimi neredeyse mümkün değildir. Bu nedenle çalışmanın amacı farklı kimyasal katkı maddeleri ile üretilen betonların MgSO₄ ve NaCl etkisi altında basınç dayanımlarında meydana gelen değişimin belirlenmesidir.

Malzemeler Ve Yöntemler

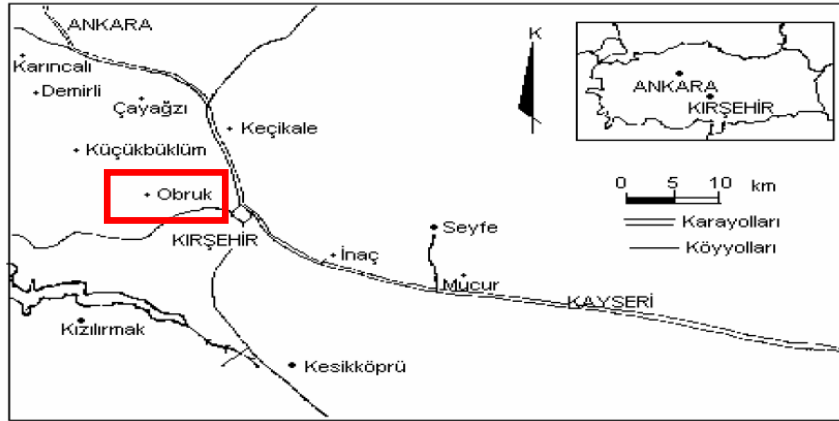
Malzemeler

Bu çalışmada, CEM I 42,5 R çimentosu (Tablo 1), kalker esaslı kırmataş agregası, Kırşehir şebeke suyu, akışkanlaştırıcı (AK), süperakışkanlaştırıcı (SAK) ve antifriz katkı türleri kullanılmıştır.

Tablo 1: CEM I 42,5 R fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz	Oksit	Değer	Analiz	Deneyler	Değer	
Kimyasal, %	SiO ₂	20,41	Fiziksel	Özgül yüzey, cm ² /g	3320	
	Al ₂ O ₃	5,35		Hacim Genleşme, mm	1,2	
	Fe ₂ O ₃	3,30		Su ihtiyacı, gr	28,5	
	CaO	63,50		Priz baş. sür., dak	163	
	MgO	1,65		Priz bit. sür., dak.	240	
	SO ₃	2,93		Yoğunluk, g/cm ³	3,12	
	Na ₂ O	0,15		Mekanik	Gün	MPa
	K ₂	0,71			3. gün	28,2
Cl	0,011	7. gün	42,7			
HCl	0,28	28. gün	51,4			

Beton karışımında Kırşehir-Obruk kırma agrega ocağından alınacak kalker agregası kullanılmıştır. Taş ocağının görünür rezervi 2 660 000 m³tür. Çıkarılan bloklardan moloz taş ve konkosörlere kırmatas üretilmektedir (Arslan ve Demir, 2005:339). Obruk taş ocağının harita üzerindeki yeri Şekil 1’de gösterilmiştir. Obruk taş ocağı Kırşehir’e 15 km mesafededir (Arslan ve Demir, 2006:492).

**Şekil 1:** Kırşehir civarında agrega alınan Obruk taş ocağı

Beton karışımında organik madde ve zararlı yabancı maddeleri içermeyen Kırşehir şehir şebeke suyu kullanılmıştır. Beton karışımlarında AK, SAK ve Antifriz kullanılmasına karar verilmiştir. AK, SAK ve antifriz aynı kimyasal katkı üretimi yapan firmadan seçilmiştir. AK, SAK ve antifriz katkı türlerine ait kimyasal ve fiziksel özellikler tablo 2’de görülmektedir.

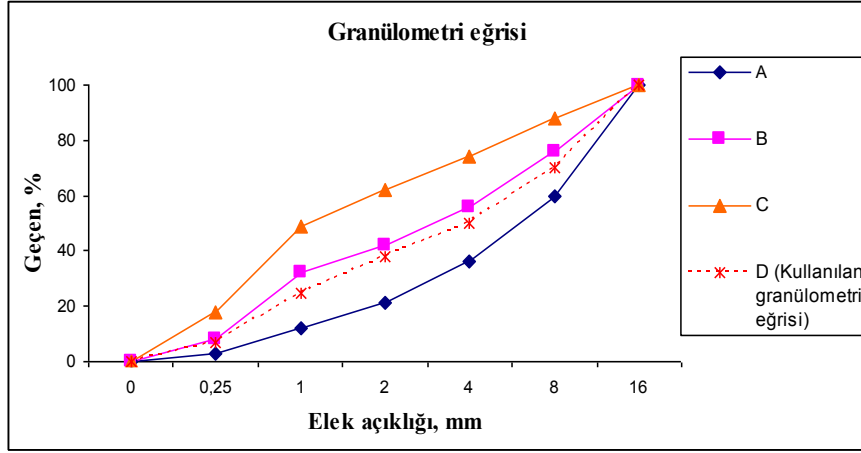
Tablo 2: AK, SAK ve Antifriz için fiziksel ve kimyasal özellikler

Özellik	AK	SAK	Antifriz
Kimyasal yapı	Lignin Sülfonat Esaslı karışım	Poli karboksilat esaslı karışım	İnorganik tuz esaslı karışım
Görünüm	Koyu kahverengi	Açık kahverengi	Açık kahverengi
Yoğunluk	1,160±0,03 kg/L	1,07±0,02 kg/L	1,25±0,03
pH	6,50-8,00	4,00-6,00	6,00-7,00
Klorür	≤ % 0,01	≤ % 0,01	≤ % 0,01
Alkali içeriği	≤ % 10	≤ % 10	≤ % 10

Karışımında kullanılan katkı oranları kimyasalların temin edildiği firma yetkilileri ve kullanım kılavuzları yardımıyla belirlenmiştir. Her bir katkı türünün çimento ağırlığının % 1’i olarak kullanılmasına karar verilmiştir. AK katkı maddesi TS EN 934-2 Tablo 2: Su azaltıcı/Akışkanlaştırıcı katkıları normuna, SAK katkı maddesi TS EN 934-2 Tablo 3.1,3.2:Yüksek oranda su azaltıcı süper akışkanlaştırıcı katkıları normuna, Antifriz ise TS EN 934-2 Tablo 7: Sertleşmeyi hızlandırıcı katkıları normuna uygundur.

Yöntemler

Beton karışımının hazırlanması için gerekli olan agrega tane dağılımı TS 3530 EN 933-1 “Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini - Eleme Metodu” standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Granülometri eğrisi

İri ve ince agreganın yoğunlukları TS EN 1097-6, “Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 6: Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilecektir (Tablo 3).

Tablo 3: Agregalara ait fiziksel özellikler

Fiziksel Özellik	Agrega grubu, mm	Değer
Görünür tane yoğunluğu	0-4	2,72
	4-8	2,72
	8-16	2,74
Etüv kuru tane yoğunluğu	0-4	2,61
	4-8	2,65
	8-16	2,68
Doğgun kuru yüzey tane yoğunluğu	0-4	2,65
	4-8	2,68
	8-16	2,70
Su emme miktarı, %	0-4	1,43
	4-8	0,96
	8-16	0,74

Betonların karışım hesabı TS 802 “Beton Karışımı Hesap Esasları” ve TS EN 206–1 “Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk” standartlarına uygun olacak şekilde, betonların üretimi gerçekleştirilmiştir. Betonlar referans, AK, SAK ve antifriz katkılı olmak üzere dört türdür.

Beton karışım hesabı 300 dozlu olacak şekilde yapılmıştır. Bunun nedeni antifriz kullanımı için en düşük çimento dozajının 300 kg olması gerekliliğidir. Beton karışımlarında S/Ç oranı 0,60 alınmıştır. Beton türlerine ait 1 m³e giren malzeme miktarları tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 4: 1 m³ beton karışımına giren malzeme miktarları

Malzeme	Ağırlık
Çimento, kg	300
Su, l	180
Katkı türü, kg	3,00
0-4 mm	932
Agrega, kg 4-8 mm	375
8-16 mm	570

Beton karıştırma işlemi TS 1247 “Beton Yapım, Döküm Ve Bakım Kuralları (Normal Hava Şartlarında)” standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Taze betonun çökme miktarı TS EN 12350-2 “Beton- Taze Beton Deneyleri- Bölüm 2: Çökme (Slamp) Deneyi” standardına göre gerçekleştirilmiştir. Beton karışımlarına ait slump değerleri ve TS EN 206-1 Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk standardına göre taze betonun çökme miktarına göre kıvam sınıfları tablo 5’de görülmektedir.

Tablo 5: Taze betonlara ait çökme miktarları ve kıvam sınıfları

Beton türü	Çökme miktarı, cm	Kıvam sınıfı
Referans beton	3	S1 Su miktarı çok az.
AK katkılı beton	12	S3 Donatının fazla sık olması halinde seçilir.
SAK katkılı beton	20	S4 Su miktarı fazla.
Antifriz katkılı beton	3,5	S1 Su miktarı çok az.

Betonun plak kalıplara dökümü, yerleştirilmesi ve sıkıştırılması TS 1247 “Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında)” standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Kalıp ayırıcı olarak mineral yağ bazlı sıvı kullanılmıştır. Betonun plak yüzeylerinin, güneş veya rüzgâr etkisinden korumak amacıyla ıslak çuval serilerek 14 gün süreyle ıslak tutulmuştur. 14 gün sonra kalıba dökülmüş betondan $\varnothing 5 \times 10$ cm boyutlarında karotlar TS EN 12504-1 Beton-Yapıda Beton Deneyleri-Bölüm 1: Karot Numuneler-Karot alma, Muayene ve Basınç Dayanımı Tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olarak alınmıştır (Şekil 3). Tüm beton örnekleri 90. güne kadar standart küre tabii tutulmuştur.



Şekil 3: Karot örneklerinin plak betonlardan alınması

Literatür ışığında yapılan incelemelere göre (Yıldız, 2009:50), yer altı suyu, deniz suyu ve yüzeysel sularda mevcut olduğu belirtilen Mg iyon yoğunluğu göz önünde bulundurularak 7000 mg/L MgSO₄ çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin pH’ı 9,45 olup pH deney süresince sabit tutulmaya çalışılmıştır.

Çevresel etkiler su yapıları açısından düşünüldüğünde deniz suyunun %3-5 arasında değişen tuzluluk değeri göz önüne alınarak (Yıldız, 2009:51), %4 lük NaCl çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin pH’ı 12,34 olup pH deney süresince sabit tutulmaya çalışılmıştır.

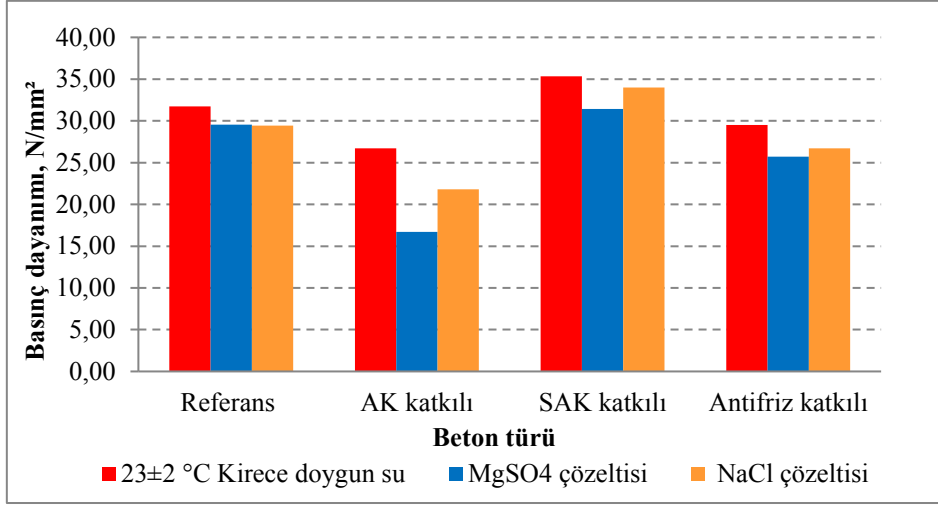
90 günlük kürün ardından beton örnekleri 7000 mg/l MgSO₄, % 4 NaCl ve 23±2 °C kirece doymuş suya alınarak deney tasarımı belirlenen esaslar çerçevesinde 360 gün çevresel etkilere maruz bırakılmıştır. Diğer grup örnekler normal suda bekletilmiştir. 360. Gün sonunda her bir beton türü üzerinde ASTM C 597-83 “Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete” standardına göre ultrases geçiş hızı ve TS EN 12390-3 “Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini” deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Bulgular Ve Değerlendirme

Referans, AK katkılı, SAK katkılı ve Antifriz katkılı beton örnekleri 23±2 °C kirece doymuş su, 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerinde 360 gün çevresel etkilere maruz bırakıldıktan sonra elde edilen basınç dayanımı değerleri şekil 4’de görülmektedir. Şekil 4 incelendiğinde;

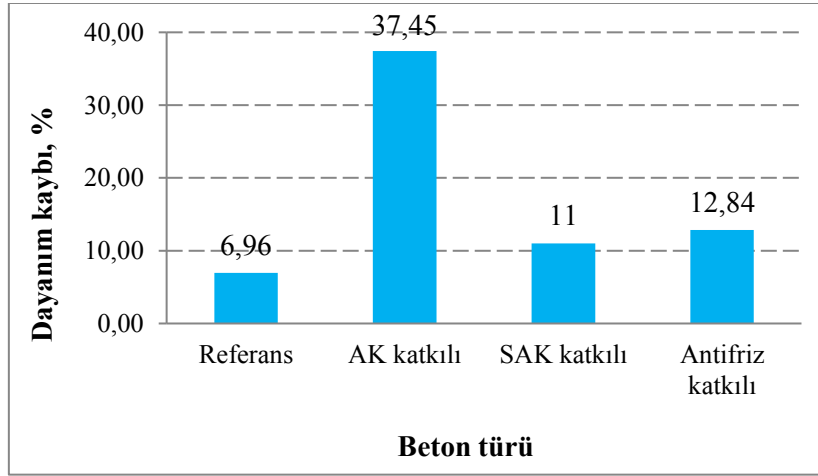
- Kirece doymuş su içerisinde en yüksek basınç dayanımını 35,33 N/mm² ile SAK katkılı betonda; en düşük basınç dayanımını ise 26,70 N/mm² ile AK katkılı betonda olduğu,
- Tüm beton türlerinde 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerinin kirece doymuş suda bekletilen örnekler göre basınç dayanımını azalttığı,
- Referans betonda 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerinde bekletilen örneklerin basınç dayanımı değerlerinin birbirine yakın olduğu,

• Kimyasal katkıli betonlarda ise %4 NaCl çözeltilerinde bekletilen betonların basınç dayanımı değerlerinin 7000 mg/l MgSO₄ çözeltisinde bekletilen örneklere göre daha yüksek sonuçlar verdiği, görülmektedir.



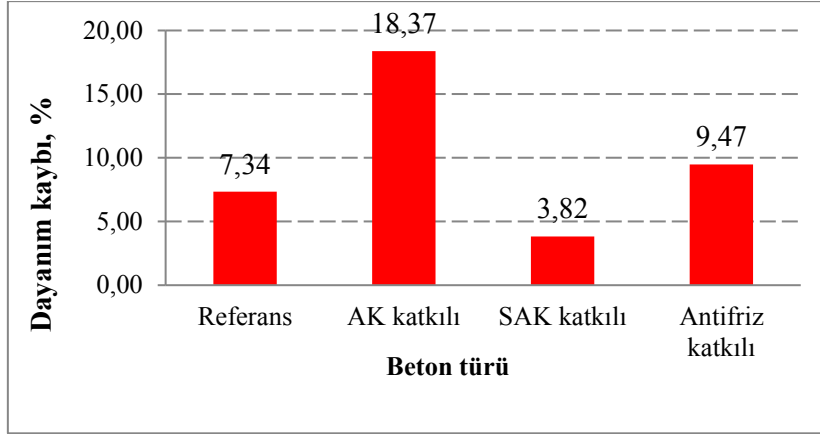
Şekil 4: Farklı çevresel etkilerde beton türlerine ait basınç dayanımı değerleri

7000 mg/l MgSO₄ çözeltisinde bekletilen beton türlerinin kirece doymuş suya göre basınç dayanımındaki azalma oranları Şekil 5'de verilmiştir. En yüksek dayanım kaybı %37,45 ile AK katkıli betonda görülmüştür. Bu durumun kirece doymuş suda AK katkıli betonun en düşük basınç dayanımına sahip olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Basınç dayanımı en az olan beton, 7000 mg/l MgSO₄ etkisinden daha fazla zarar görmüştür.



Şekil 5: 7000 mg/l MgSO₄ çözeltilerine maruz bırakılan beton türlerine ait dayanım kayıpları

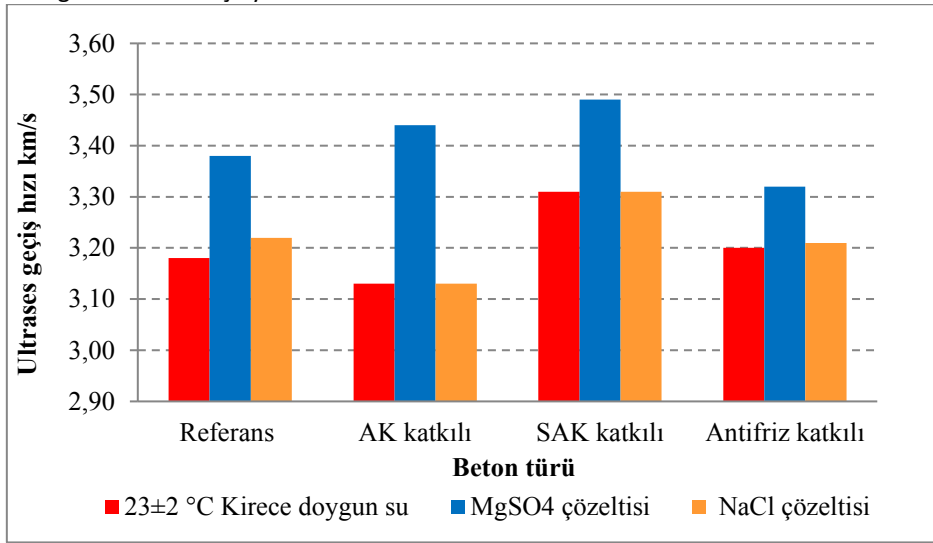
% 4 NaCl çözeltisinde çevresel etkiye maruz bırakılan beton türlerinin dayanım kayıpları incelendiğinde 7000 mg/l MgSO₄ çözeltisine göre kimyasal katkıli betonlarda dayanım kayıplarının daha az olduğu görülmektedir (Şekil 6). AK katkıli betonun dayanım kaybı diğer beton türlerinden daha yüksek olup, En düşük kayıp oranı SAK katkıli beton türüne aittir. Referans beton 7000 mg/l MgSO₄ çözeltisine göre daha fazla dayanım kaybına sahiptir.



Şekil 6: % 4 NaCl çözeltilerine maruz bırakılan beton türlerine ait dayanım kayıpları

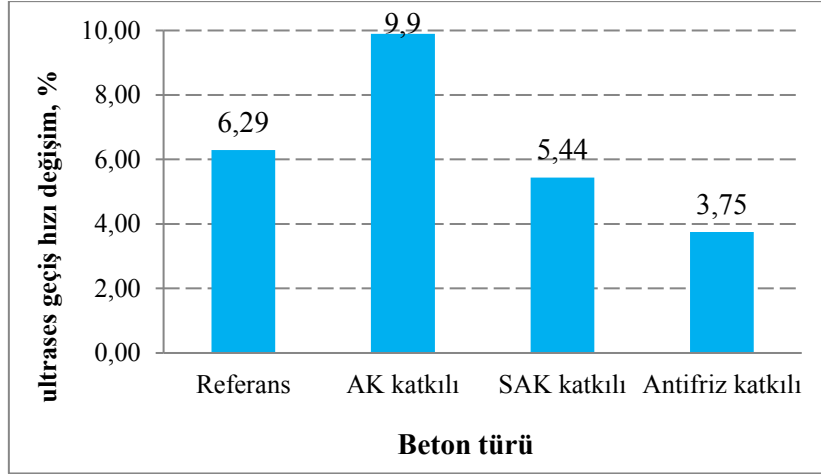
Çevresel etkilere maruz bırakılan beton örnekleri üzerinde gerçekleştirilen ultrases geçiş hızı deneyine ait sonuçlar şekil 7'de görülmektedir. Elde edilen verilere göre;

- Kirece doymun suda bekletilen beton türleri arasında en yüksek ses hızı değeri 3,31 km/s ile SAK katkılı betona aittir.
- En düşük ses hızı değeri ise 3,13 km/s ile AK katkılı beton türünde ölçülmüştür.
- Çevresel etkiler dahilinde tüm beton türlerinde en yüksek ultrases geçiş hızları 7000 mg/l MgSO₄ çözeltilisinde bekletilen beton örneklerine aittir.
- % 4 NaCl çözeltilisinde bekletilen örneklerin ses hızı değerleri kirece doymun suda bekletilen örneklerin ses hızı değerlerine oldukça yakındır.



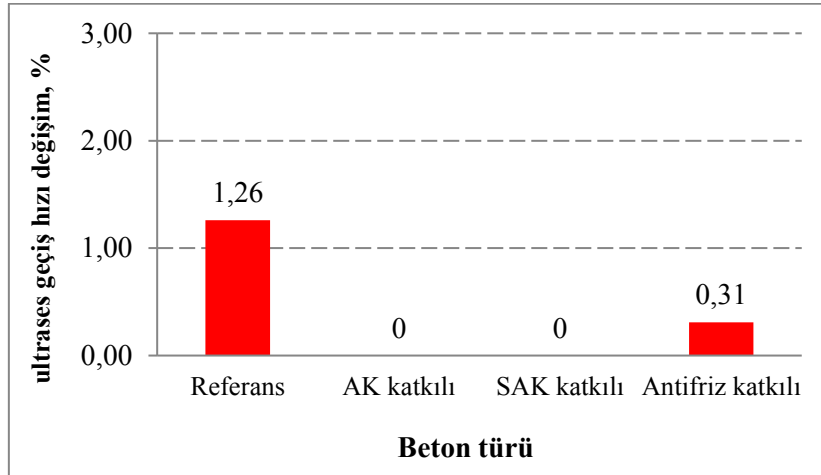
Şekil 7: Farklı çevresel etkilere beton türlerine ait ultrases geçiş hızı değerleri

7000 mg/l MgSO₄ çözeltilisine maruz bırakılan referans AK katkılı, SAK katkılı ve antifriz katkılı beton türlerinin tamamında kirece doymun suda bekletilen örneklere göre ultrases geçiş hızında artış meydana gelmiştir (Şekil 8). En yüksek artış % 9,9 ile AK katkılı beton türüne aittir. Ultrases geçiş hızındaki artışın beton bünyesinde MgSO₄'ün oluşturduğu tuzlar olduğu düşünülmektedir. Meydana gelen tuzlar betonun boşluklarını doldurmuş ve ses hızının daha yüksek olmasına neden olmuşlardır.



Şekil 8: 7000 mg/l MgSO₄ çözeltilerine maruz bırakılan beton türlerine ait ultrases geçiş hızı değişimleri

NaCl'nin beton türleri üzerindeki etkisi ultrases geçiş hızı deneyi ile net görülemedi. Kirece doymuş suda bekletilen örnekler için referans betonun ses hızı % 1,26; antifriz katkıli betonun ses hızı % 0,31 oranında artmıştır. AK ve SAK katkıli beton türlerinde herhangi bir değişim meydana gelmemiştir (Şekil 9).



Şekil 9: % 4 NaCl çözeltilerine maruz bırakılan beton türlerine ait ultrases geçiş hızı değişimleri

Sonuç

Referans, AK katkı, SAK katkı ve Antifriz katkıli beton türleri 360 gün kirece doymuş su, 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerinde bekletilmiş ve çevresel etkilerin bozucu özelliklerinin belirlenmesi amacıyla basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda,

- Kirece doymuş suda en yüksek basınç dayanımının SAK katkıli betona ait olduğu,
- Tüm beton türlerinde MgSO₄ ve NaCl'ün basınç dayanımını azalttığı,
- MgSO₄ ve NaCl'den en çok etkilenen beton türünün AK katkıli beton olduğu,
- MgSO₄'ün beton türlerinde % 38'lere kadar basınç dayanımı kaybına neden olduğu,
- Basınç dayanımı sonuçlarına göre NaCl'nin betona MgSO₄'den daha az zarar verdiği
- MgSO₄ çözeltisinin beton türlerinde ultrases geçiş hızını arttırdığı

belirlenmiştir.

Günümüzde hazır beton üretiminde çok fazla tercih edilen kimyasal katkı maddelerinin dayanıklılık bağlamında çevresel etkilere karşı özelliklerinin belirlenmesi önemli bir husus olup, farklı katkı türleri, oranları ve çimento dozajlarında araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Referanslar

- Akyüncü, V., Yıldırım, H. (2014). Sulphate Performance Of Different Types Of Fly Ash Concrete. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Sigma 32, 434-443.
- Arslan, M., Demir. İ. (2005). Kırşehir Yöresi Kırmataş Agregalarının Mühendislik Özellikleri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(3), 335-346.
- Arslan, M., Demir. İ. (2006). Kırşehir Yöresi Kırmataşlarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(3), 489-497.
- ASTM C 597 (2002). Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete, ASTM International .
- Binici, H., Sevinç, A., Geçkil, H. (2015). Atık Demir Tozu Katkılı Harç ve Betonların Durabilite Özellikleri. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(1), 1-16.
- Dördü, G., Güngör, C. (2013). Akdeniz Suyunun Etkilerine Dayanıklı Beton Tasarımı. *Beton Prefabrikasyon Dergisi*, Sayı: 108, 1-11.
- Kılınçarslan, Ş., Başyigit, C., Uzun, İ. (2010). Ağır Betonların Sülfat Etkisinde Mekanik Özellikleri, *SDU International Technologic Sciences*, 2(2), 60-71.
- Neville, A. (2004). The Confused World of Sulfate Attack on Concrete. *Cement and Concrete Research*, 34(8), 1275-1296.
- Özkan, Ö. 2007. Atık Cam Ve Yüksek Fırın Cürufu Katkılı Harçların Özellikleri. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 22(1), 87-94.
- TS 1247 (1984). Beton Yapım, Döküm Ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3529 (1980). Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3530 EN 933-1 (1999). Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini - Eleme Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 802 (1985). Beton Karışımı Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1097-6 (2002). Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 6: Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12350-2 (2002). Beton- Taze Beton Deneyleri- Bölüm 2: Çökme (Slamp) Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-3 (2003). Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12504-1 (2011). Beton-Yapıda Beton Deneyleri-Bölüm 1: Karot Numuneler-Karot alma, Muayene ve Basınç Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara .
- TS EN 206-1 (2002). Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 934-2 (2011). Kimyasal Katkılar- Beton, Harç ve Şerbet için- Bölüm 2: Beton Kimyasal Katkıları-Tarifler, Gereklere, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türkel, S. Tarım, E. (2011). The Effects Of Sea Water On The Mortars Made With Different Type Of Cements. *DEU Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(3). 1-11.
- Yıldız, M., Ürün, E. (2010). Konya II. Organize sanayi bölgesinde sülfatlı su içeren zeminlerde oluşturulan betonarme kazıklarda beton taşıma gücüne sülfatın etkisi. *J. Fac. Eng. Arch. Selcuk Univ.*, 25(2), 1-12.
- Yıldız, K., (2009). Pomza ve zeolit katkılı yüksek dayanımlı betonların asit ve tuz etkilerine karşı dayanıklılığının araştırılması, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi ABD, Doktora Tezi*, 50-51, Ankara.

SEPIYOLİTLİ HARÇLARIN MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Abdullah DEMİR¹

ÖZET

İnşaat sektöründe geçmişten günümüze en yaygın kullanılan yapı malzemesi çimento ve betondur. Üretim kolaylığı, ekonomik olması ve istenen mimari şekli kolaylıkla alması betonu vazgeçilmez yapı malzemesi yapmaktadır. Betonun değişik alanlarda kullanılması, beton teknolojisinde büyük gelişimlere yol açmıştır. Günümüz çimento ve beton endüstrisinde; maliyet ve çevreye verilen zararların azaltılması, ısı iletkenlik ve birim ağırlığın azaltılması amacıyla mineral katkıların kullanımı yaygınlaşmıştır. Sepiyolit, yüksek yüzey alanı, lifsi yapısı, porozitesi, kristal morfolojisi ve kompozisyonu, yüzey aktivitesi düşük konsantrasyonlarda yüksek vizkoziteli süspansiyonlar oluşturması vs gibi yararlı özelliklerinden dolayı çok yönlü kullanım alanına sahip bulunmaktadır. Bu çalışmada sepiyolit yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Türkiye'nin sepiyolit rezervleri bakımından dünyanın en büyük ikinci ülkesi olduğu bilinmektedir. Özellikle Eskişehir yöresinde kaliteli ve rezerv bakımından uygun sepiyolit yatakları bulunmaktadır.

Bu çalışmada Eskişehir yöresine ait sepiyolit CEM I 42.5 R çimentosu yerine ağırlıkça % 0,10, 20 ve 30 oranlarında ikame edilerek yeni katkı harçlar elde edilmiştir. Üretilen sepiyolit katkı harç numunelerin 7, 28 ve 56 günlerdeki fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda sepiyolit oranının çimento miktarının % 10'unu aşmaması önerilmektedir. Daha yüksek miktarda kullanımlar ancak taşıyıcı olmayan bölme duvarlar gibi uygulamalar ve tesviye betonları için önerilmektedir

Anahtar Kelimeler: Sepiyolit, Harç, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler

EXAMINATION OF MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF MORTARS WITH SEPIOLITE

ABSTRACT

From past to present, the most widely used construction materials in construction industry are cement and concrete. The properties of concrete such as its easy production, its low cost and taking the desired architectural shape easily make it an indispensable construction material. The usage of concrete in various fields has led to great advances in concrete technology. In today's cement and concrete industry, the use of mineral additives has become widespread for reducing cost and damage to environment as well as decreasing thermal conductivity and unit weight. Sepiolite has a versatile usage area because of its useful properties such as high surface area, fibre-like structure, porosity, crystal morphology and composition surface activity and formation of high viscosity suspensions at low concentrations. In this study, usage of sepiolite as a construction material has been searched. It is known that Turkey is the world's second largest country in terms of sepiolite reserves. Especially, the sepiolite deposits that are of high quality and appropriate in terms of reserve exist in the region of Eskisehir.

In this study, the added mortar series were produced by replacing the cement of 42.5 R CEM I with the sepiolite of Eskisehir region in the ratios of 0, 10, 20 and 30 % by weight. The physical and mechanical properties of the sepiolite added mortar samples produced were evaluated for the days of 7, 28 and at 56. As a result of the evaluations, it has been recommended that the rate of sepiolite should not exceed 10 % of the cement amount. Usage of larger amounts can be permitted for non load-bearing applications like partition walls and in concrete levelling.

Keywords: Sepiolite, Mortar, Physical properties, Mechanical properties

Giriş

İnşaat sektöründe geçmişten günümüze en yaygın kullanılan yapı malzemesi çimento ve betondur. Betonun üretiminin kolaylığı, ekonomik olması ve istenen mimari şekli kolaylıkla alması yapılarında öncelikle seçilmesindeki en önemli nedenlerdir. Betonun ana malzemesi olan çimentonun taşıdığı özellikler beton kalitesi ve performansı üzerinde önemli rol oynar (Postacıoğlu, 1986). Ülkemizde en yaygın kullanılan çimentolar CEM I sınıfı Portland çimentolarıdır. Ancak katkı çimentoların beton üretiminde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Günümüz çimento endüstrisinde hem maliyet hem de çevreye verilen zararların azaltılması amacıyla mineral katkı çimentoların kullanımının yaygınlaştırılması öncelikler arasındadır.

¹ Yrd. Doç. Dr. Dumlupınar Üniversitesi, abduallah.demir@dpu.edu.tr

Sepiyolit, magnezyum ve silisyum esaslı ana kaya parçalarının, yerin değişik derinliklerindeki başkalaşım katmanları içinde hidrotermal etkilerle su kazanması sonucu oluşur (Alvarez, 1984). Sepiyolitin toprak içindeyken temizliğini, çıkarıldıktan sonra kolay işlenmesini, gözenekli yapısının tuttuğu bu doğal nem sağlar. Yapılan elektron mikroskop çalışmaları sonucu, alfa ve beta olmak üzere iki türlü sepiyolite rastlanmıştır (Brindley, 1959; Jones ve Galan, 1988)).

Alfa sepiyolit 4–5 mikron uzunluk ve 0.2 mikron kalınlıkta lifsel bir yapıdadır. Katı; patates yumruları biçimindedir. Elle kullanılan madeni kesicilerle işlenebilecek sertliktedir. Beta sepiyolitse, daha az lif içerir, pullu yapısı vardır. Aynı ana kayadan kurtulan ve başka bir kayaktan çıkan MgO, çok sığ bir bataklık ortamında yine magnezyum hidrosilikata dönüşerek çökeliyorsa, lületaşı gibi katı kütleler yerine tabakalı halde bulunur. Bu tabakalı yapıya sepiyolitik kil de denir. Kaliteli seramik, katalitik konvektör, korozyona dirençli otomobil boyası, hafif yapı malzemesi üretiminde, bio-reaktörlerde, özel kâğıt yapımında, uzay araçlarının yalıtımında, iyon değiştiricilerde, parafinin ayrıştırılmasında ve bazı ilaçların yapımında kullanılır (Sabah ve Çelik, 1999; Irkeç, 1993).

Sepiyolit, Avrupa’da (Türkiye, Macaristan, Almanya) yüzyıllardır pipo yapımında kullanılmıştır. Daha yumuşak ve kompakt olan çeşitleri, önceleri pipo ve sigara kâğıdı olarak, daha sonraları inşaat malzemesi olarak kullanılmıştır (Kavas ve Sabah, 2001) .

Sepiyolit mineralinin dokusu, yüzey alanı, porozitesi, kristal morfolojisi ve kompozisyonu, bu mineralin teknolojik uygulamalarına temel teşkil eden fizikokimyasal özellikleri ile yakından ilişkilidir. Sepiyolit, ısı muamelelere karşı hassastır. Zeolitik ve absorbe su molekülleri, ısı derecesi yükseldikçe kaybedilir. Mineral ayrıca asitle muameleyle karşı da duyarlı olup bu işlem sonucu kristal yapı kısmen tahrip olabilir. Hem ısı hem de asit muameleleri, sepiyolitin yüzey özellikleri ve porozitesini değiştirebilir. Böylece mineralin en faydalı özelliklerinden (örneğin absorptif, koloidal ve katalitik özellikler) bazılarını bu işlemlerle değiştirmek mümkün olabilmektedir (Rodríguez vd.,1994; Sabah vd.,1996). Levha yapısına sahip diğer kil minerallerine göre daha nadir bulunmaları, çok özel şartlarda yataklanmalar göstermeleri, dokusal özellikleri, kristal yapılarındaki süreksizliklere bağlı kanallar tarafından sağlanan yüksek özgül yüzey alanları ile absorpsiyon özelliği, porozitesi, kristal morfolojisi ile kompozisyonunun bağlı uygun nitelikli fizikokimyasal özellikleri, sepiyoliti tüm dünya da kıymeti gittikçe artan bir hammadde durumuna getirmiştir (Jones ve Galan, 1988; Sabah vd., 1996).

Türkiye sepiyolit rezervleri bakımından dünyanın en büyük ikinci ülkesidir (DPT, 1996). Özellikle Eskişehir yöresinde kaliteli ve rezerv bakımından uygun sepiyolit yatakları bulunmaktadır (Şekil 1).

Şekil 1: Eskişehir – Sivrihisar ilçesinden alınan sepiyolit madeni



Amaç

Bu çalışmada sepiyolitin CEM I 42.5 R çimentosu yerine ağırlıkça % 10, 20 ve 30 oranlarında ikame edilerek yeni katkılı harç karışımları ve katkısız standart harç numuneleri elde edilmiştir. Üretilen katkılı harçların mekanik ve fiziksel özellikleri belirlenerek, katkısız standart harç numunesine göre özelliklerdeki değişimler incelenmiştir. Böylece birçok alanda kullanılan sepiyolitin inşaat sektöründe çimento ve beton teknolojisinde yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Deneysel Çalışma

Çalışma, numune üretimi, fiziksel ve mekanik deneyler olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan Malzemeler

Çimento

Yapılan çalışmada CEM I 42.5 R tip çimento kullanılmıştır. Kullanılan çimentonun fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: CEM I 42.5 R çimentosunun kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri

İçerik %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Cl ⁻	LOI	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
	19.42	4.47	2.7	1.21	63.8	0.28	0.59	2.89	0.014	4.18	65.36	6.39	7.28	8.22
Özgül ağırlık	İncelik, cm ² /g	90 µ, %	45 µ, %	Kıvam Suyu, %	Priz Baş, dak.	Priz Son, dak.	Genleşme, mm	Basınç Dayanımı,MPa	1gün	2gün	7gün	28gün		
3060	3455	0.4	4.6	27	185	285	0	14.2	25.2	44.9	59.8			

Su

Karma suyu olarak Kütahya ili şebeke suyu kullanılmış olup, karma suyuna ait özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Kullanılan suyun kimyasal analizi.

Ph	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Buharlaştırma bakiyesi
6.85	58 mg/l	83 mg/l	46 mg/l	45 mg/l	434 mg/l

Kum

Harç karışımlarında Limak Batı Çimento tarafından Trakya Pınarhisar Kırklareli Fabrikasında üretilen standart CEN kumu kullanılmıştır. Bu kumun birim ağırlığı 1.352 kg/dm³, özgül ağırlığı ise 2.563 kg/dm³ olarak saptanmıştır.

Sepiyolit

Çalışmada Eskişehir yöresine ait beyaz sepiyolit kullanılmıştır. Kullanılan sepiyolit fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Sepiyolit kimyasal ve fiziksel özellikleri

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Özgül ağırlık
55.97	1.56	0.77	0.57	22.81	0.12	0.27	2-2.25

Üretim

Yöntemi ve Yapılan Deneyler

Numune üretiminde kullanılacak sepiyolit kırıkları, karışımlarda kullanılmadan önce bilyalı değirmende çimento inceliğine kadar öğütülerek hazırlanmıştır.

Dayanım deneyleri için TS EN 196-1'e uygun olarak üretilen 40x40x160 mm boyutlarındaki harç numuneleri 7, 28 ve 56. güne kadar 20±2 °C sıcaklıktaki kirece doymun suda saklanmıştır. Karışımlar sepiyolit CEM I 42.5 R çimentosu yerine ağırlıkça % 10, 20 ve 30 oranlarında ikame edilerek oluşturulurken; karışım oranları Tablo 4'te verilmiştir. Kür sürelerinin sonunda her bir seri için fiziksel ve mekanik özellikler belirlenmiştir.

Tablo 4: Harç numunelerinin karışım oranları

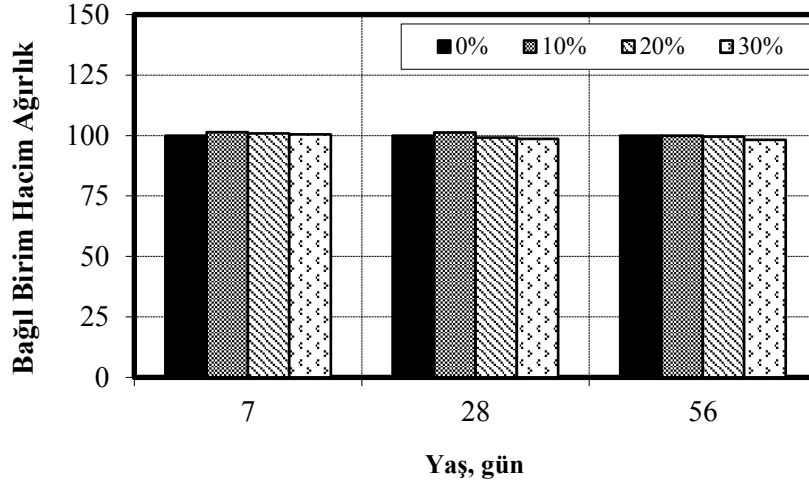
Harç serileri	Çimento (gr)	Su (gr)	Kum (gr)	Sepiyolit (gr)
0%	450	225	1350	0
10%	405	225	1350	45
20%	360	225	1350	90
30%	315	225	1350	135

Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Harç numuneleri üzerinde 7, 28 ve 56 gün sonunda birim ağırlık, ultrases geçiş süresi, ağırlıkça su emme, kılcalık ve basınç deneyleri yapılmıştır. Harç numunelerinin birim ağırlıkları, ultrases geçiş hızları, dinamik elastisite modülleri, ağırlıkça su emme oranları, kılcalık katsayıları ve basınç dayanımları hesaplanmıştır. Farklı kür yaşı sonunda serilerde yapılan değerlendirmelerde, 0% (katkısız standart harç

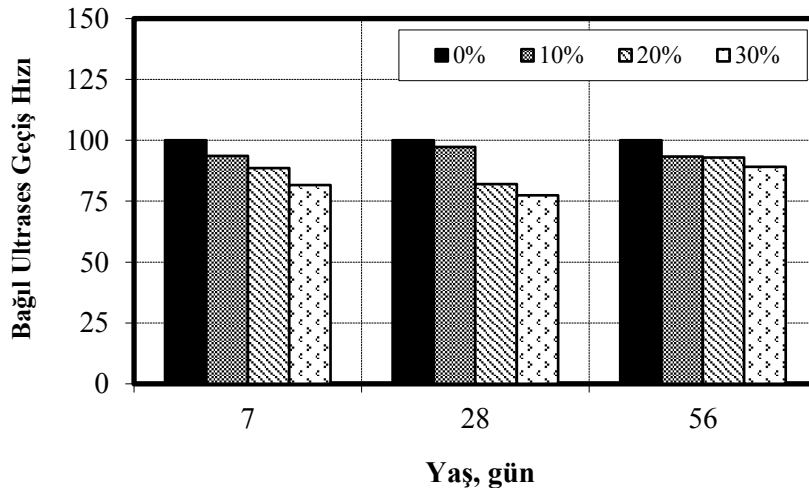
numunesi) serisinin her farklı yaştaki numunesi referans alınarak yapılan hesaplamalarda elde edilen bağıl değerlerin sonuçları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.

Şekil 2'de sepiyolit miktarı değişimi ile farklı yaşlardaki numunelerin birim hacim değişimi görülmektedir. Üretilen sepiyolit katkılı harçların birim hacim ağırlıkları $2.20-2.29 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir. Referans numunesinin yani 0% serisinin birim hacim ağırlıkları $2.19-2.26 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir. Özellikle ilerleyen yaşlarda üretilen seriler kendi içlerinde değerlendirildiğinde birim hacim ağırlıklarında ortalama % 2 oranında artış görülmüştür. Ancak 0% serisine göre birim hacim ağırlıklarındaki değişim incelendiğinde artan sepiyolit miktarı ile özellikle 20% ve 30% serilerinin birim hacim ağırlıklarında ilerleyen yaşlarda % 1 oranında düşüş görülmüştür. Bunun nedeni olarak çimentonun hidrasyonunu büyük ölçüde tamamladığını ve buna bağlı olarak çimento ile yer değiştiren sepiyolit özgül ağırlığının çimentonun özgül ağırlığından daha düşük olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.



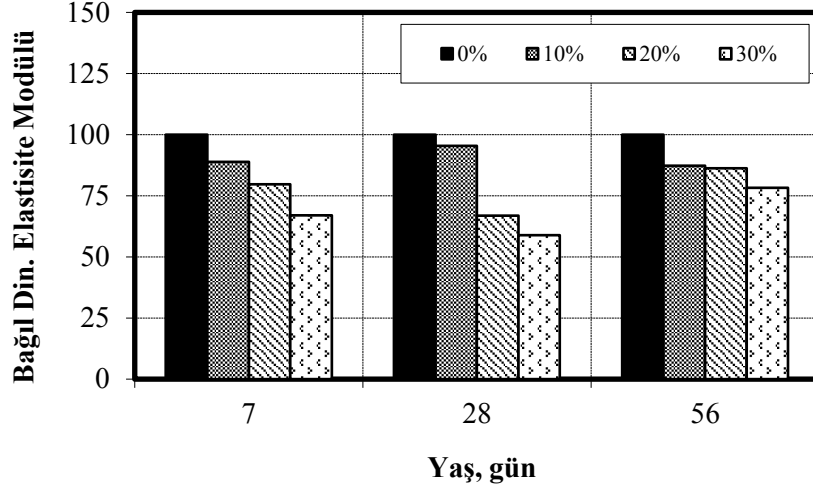
Şekil 2: Harç numunelerinin bağıl birim hacim ağırlık değerleri

Ultras ses geçiş süresi deneyinde geçiş süreleri 37.4 ile 44.1 μs arasında ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre serilerin hesaplanmış bağıl ultras ses geçiş hızları Şekil 3'de verilmiştir. Ultras ses geçiş hızı değerleri ise 4.73-3.66 km/sn değerleri arasında değişim göstermektedir. 7, 28 ve 56. gün sonrası 0% serisinin ultras ses geçiş hızı değerleri sırası ile 4.73, 4.73 ve 4.5 km/sn'dir. Farklı kür sürelerinde en yüksek ultras ses geçiş hızı değerleri 0% serisinden elde edilmiştir. 10% ve 20% serilerinin üç farklı kür süresinde ultras ses geçiş hızlarının hepsi 4 km/sn'nin üzerindedir. 10%, 20% ve 30% serilerinin üç farklı kür süresi sonrası ultras ses geçiş hızları 3.66 ile 4.6 km/sn arasında değişmektedir. Başlangıçta 0% serisine göre artan sepiyolit miktarına göre üretilen harç serilerinde ultras ses geçiş hızlarında düşüşler görülmüş iken 56. günde bu düşüş miktarında bir azalma olduğu saptanmıştır. Sonuçlar %10'un üzerinde katılan sepiyolit katkısının harç numunelerinin porozitesini arttırdığını göstermiştir. Sepiyolit lifli yapısı ve su tutma özelliği nedeniyle poroziteyi arttırdığı düşünülmektedir.



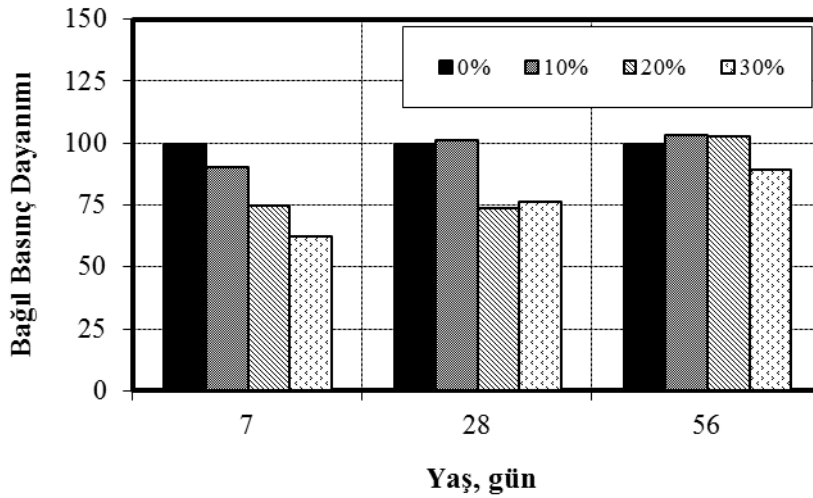
Şekil 3: Harç numunelerinin bağıl ultras ses geçiş hızı değerleri

Şekil 4'te ultrases geçiş hızı ve birim hacim ağırlık sonuçları kullanılarak hesaplanan bağıl dinamik elastisite modülü değerleri yer almaktadır. Dinamik elastisite modülü (E_{din}) hesaplanırken $E_{din}=10^5 \cdot v^2 \cdot \rho / 9.81$ formülünden yararlanılmıştır. Formüldeki "v" ultrases geçiş hızı olup birimi km/sn, " ρ " birim hacim ağırlık iken birimi kg/lt, E_{din} 'nin birimide GPa'dır (Postacıoğlu, 1986). Dinamik elastisite modülü değerleri 30.55-51.90 GPa arasında değişmektedir. Sonuçlar incelendiğinde 10% serisinin 0% serisine göre meydana gelen dinamik elastisite modüllerindeki değişimler diğer serilere göre daha düşük oranlardadır. En yüksek düşüş, 56. günde % 22 oranında bir düşüş ile 30% serisinde görülmüştür.



Şekil 4: Harç numunelerinin bağıl dinamik elastisite modülü değerleri

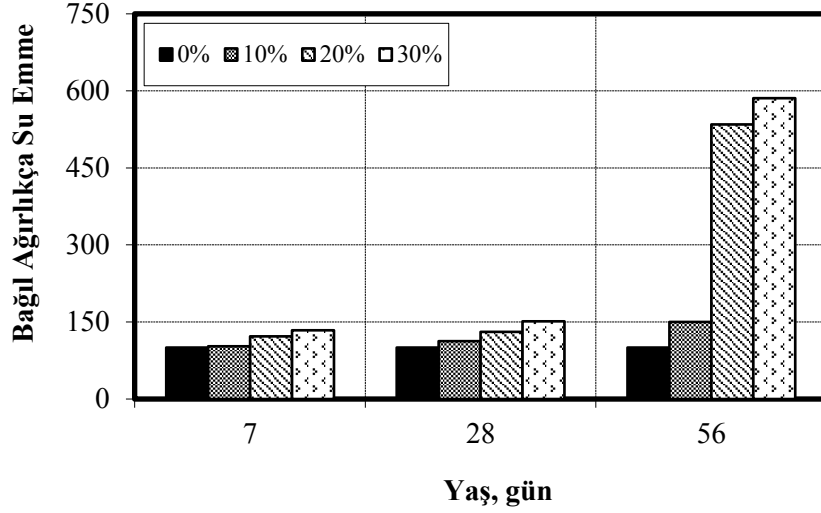
Üretilen sepiyolit katkıli harç numunelerinin, farklı yaşlarda, bağıl basınç dayanımları Şekil 5'te verilmiştir. Basınç dayanımları 29.4 ile 48.42 MPa arasındadır. 0% serisinin 7, 28 ve 56 günlük basınç dayanım değerleri sırası ile 40.2, 47.02 ve 47.83 MPa'dır. 0% serisine göre sepiyolit katkıli serilerinin basınç dayanımları düşük çıkmıştır. Sadece 28 gün sonrası 10% serisinin basınç dayanımı 48.42 MPa ile 0% serisinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle katkıli serilerde, artan oranlara karşılık dayanımların 0% serisine göre düşüş gösterdiği, bu düşüşlerin % 35 kadar olduğu saptanmıştır. Öte yandan serilerin dayanım kazanma performansları kendi içinde değerlendirildiğinde ve 7 günlük dayanım değerleri referans olarak alındığında, sepiyolit katkıli harç numunelerinin 28 ve 56 günlük basınç dayanım değerleri 0% serisine göre daha çok artmıştır. Sepiyolit katkıli harç numuneleri kendi referans dayanım değerlerine göre 56. gün sonrası yaklaşık % 15-20 oranında bir artış göstermişlerdir. Bu oran 0% serisinde % 2 olarak belirlenmiştir. 56 gün sonrası en küçük basınç dayanımı değeri 35.98 MPa ile 30% serisine aittir.



Şekil 5: Harç numunelerinin bağıl basınç dayanımı değerleri

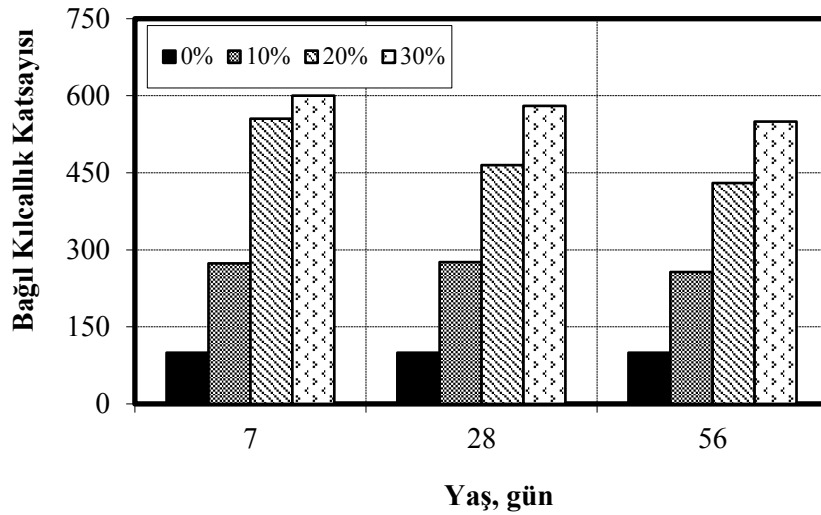
Üretilen sepiyolit katkıli harç numunelerinin ağırlıkça su emme değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir. Seriler incelendiğinde genel olarak, ilerleyen yaşlarda tüm serilerin su emme değerlerinde düşüşler

görülmüştür. 10% serisinde yaklaşık % 70 oranında meydana gelen düşüş diğer serilerden ayrılmasına sebep olmaktadır. Diğer yandan 0% serisine göre meydana gelen değişimler incelendiğinde yine 10% serisi tüm yaşlarda en az değişim gösteren seri olmuştur. Sepiyolit miktarı arttıkça su emme değerlerinde değişim ilerleyen yaşlarda 0% serisine göre artmıştır. Genel olarak sepiyolit boşluklu yapısı ve buna bağlı su tutabilme özelliğinden dolayı sepiyolit oranı arttıkça bütün serilerde su emme yüzdesi artmıştır.



Şekil 6: Harç numunelerinin bağlı ağırlıkça su emme değerleri

Harç numuneleri üzerinde yapılan kılcal su emme deneyi sonuçlarından elde edilen kılcallık katsayıları Şekil 7’de verilmiştir. Sepiyolit katkılı harç numunelerinin kılcal su emme miktarları 0% serisinden daha fazla olduğu görülmüştür. Özellikle 20% ve 30% serilerinde bu durum belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Farklı yaşlarda kılcal su emme miktarlarına bağlı olarak kılcallık katsayısı en yüksek 30% serisinde görülmüştür.



Şekil 7: Harç numunelerinin bağlı kılcallık katsayısı değerleri

Sonuç Ve Öneriler

Yapılan çalışmada sepiyolit çimento ve beton teknolojisinde değerlendirilmesi araştırılmıştır. Sepiyolit ülkemizde rezerv açısından bolca bulunan bir malzemedir. Bu çalışma kapsamında,

- Fiziksel özelliklerden birim hacim ağırlıklar incelendiğinde, sepiyolit özgül ağırlığının çimentoya göre daha düşük olması nedeniyle üretilen harç numunesi serilerinde birim ağırlıklar sepiyolitli serilerde daha düşük çıkmıştır.
- Ultrases geçiş hızlarına göre sepiyolit katkılı serilerde, sepiyolit yüksek su tutma özelliği ve özgül ağırlığının düşük olması nedenleri ile ultrases geçiş hızı değerleri 0% serisinin altında kalmıştır. Bu sonuçlar sepiyolitli numunelerin daha poroz bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir.
- Çalışma sonucunda sepiyolitli harçların farklı özellikler gösterdiği görülmüştür.
- 20% ve 30% sepiyolit içeren numunelerde fiziksel ve mekanik özellikler açısından ilgi çekici bir gelişme görülmemiştir.
- Yapılan deneyler sonucunda 10% serisinde fiziksel ve mekanik özellikler açısından 0% serisine çok fazla farklılık saptanmamıştır. Basınç dayanımlarında bazı yaşlarda azda olsa yüksek değerler saptanmıştır.

Sepiyolit katkılı harç numunelerinin birim ağırlığı 0% serisinden daha az olduğundan sepiyolit katkılı çimentolar hafif beton üretiminde kullanılabilir. Üretilecek sepiyolit katkılı betonlar, ses yalıtımı gerektiren hafif ve boşluklu bölme duvarlarında, döşemelerde, teras ve duvarlarda, dolgu ve tesviye betonu olarak kullanılması bu çalışmanın bir sonucu olarak önerilmektedir.

Referanslar

- Alvarez A. (1984). Sepiolite: Properties and uses. Editors Singer A. ve Galan E, Developments in sedimentology (p. 253–85). Amsterdam: Elsevier.
- Brindley GW. (1959). X-ray and electron diffraction data for sepiolite. Am Mineral, 44, 495–500.
- DPT (1996). Lületaş, Tabakalı sepiyolit, atapulgit (paligorskite): Devlet Planlama Teşkilatı VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu, Diğer Endüstri Mineralleri Çalışma Grubu Raporu (ss.5–35). Cilt 1, Yayın No: DPT 2421–ÖİK: 480 Ankara.
- Irkeç, T. (1993). Sepiyolit kullanım alanları ve MTA-GİRİN ortak araştırma projesinin sonuçları, MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 5(6), 32–37.
- Jones, B.F. and Galan, E.(1988). Hydrous phyllosilicates (exclusive of micas). Editör S.W.Bailey, Sepiolite and palygorskite, reviews in mineralogy, Vol.19 (pp.631-667), Mineralogical Society of America.
- Kavas, T. ve Sabah, E. (2001). Sepiyolit lif takviyeli çimento üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu (ss. 194-199). İzmir.
- Postacıoğlu, B., (1986) . Beton. İstanbul: İTÜ Matbaası.
- Rodríguez, V., Lopez M.A., Gonzales, J.D., ve Banares Munoz, M.A (1994). Acid activation of a Spanish sepiolite, Physicochemical karakterizatio, free silica content and surface area of the solids obtained. Clay Minerals, 29, 361–367.
- Sabah E., Sağlam H., Kara M., ve Çelik M.S. (1996). Uptake of cationic surfactants by a clay absorbent: sepiolite. Proceedings of Fifth Southern Hemisphere Meeting on Mineral Technology (pp.277-280). Argentina.
- Sabah, E., Çelik ve M.S. (1999). Sepiyolit: Özellikleri ve kullanım alanları. 3.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. İzmir, Türkiye.

Tİ-6AL-4V' NİN FREZELENMESİNDE KESME PARAMETRELERİNİN, TİTREŞİM, AKUSTİK EMİSYON VE KUVVET SİNYALLERİNE ETKİSİ

İ.Burcu TOPRAK¹

Oğuz ÇOLAK³

M.Fatih ÇAĞLAR²

Mustafa BAYHAN⁴

ÖZET

Bu çalışmada, Ti-6Al-4V süper alaşımının yüksek basınçlı soğutma koşulları altında frezelenmesi sensörlerle izlenmiştir. Taguchi L16 ortogonal dizisi kullanılarak gerçekleştirilen deney tasarımı; kesme hızı, ilerleme oranı, soğutma sıvısı basınç değeri dört farklı seviyede tanımlanmıştır. SPSS 19 programı aracılığıyla; titreşim, akustik emisyon ve kuvvet sinyallerinin kesme parametreleriyle korelasyonu tespit edilmiş, ilişki grafikleri çizdirilmiştir. Bu işlemi yapabilmek için, frezeleme süresince sensörlerden alınan sinyallerin RMS değerleri kullanılmıştır. Sonuçlar literatürle paralellik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ti-6Al-4V, Kesme Parametreleri, Titreşim, Akustik Emisyon, Kuvvet.

THE IMPACTS OF CUTTING PARAMETERS IN MILLING OF Ti-6Al-4V ON VIBRATION, ACOUSTIC EMISSION AND FORCE SIGNALS

ABSTRACT

In this study, the milling of Ti-6Al-4V super alloy was observed by sensors, under high-pressure cooling conditions. In the experiment which was executed by using Taguchi L16 orthogonal series; cutting speed, feed rate and cooling liquid pressure was defined in four different levels. By using SPSS 19 software; the correlation between vibration, acoustic emission, force signals and cutting parameters was identified and the relation between these were graphed. In order to do this, RMS values of signals obtained by sensors during the milling were used. The results are parallel with the literature.

Keywords: Ti-6Al-4V, CuttingParameters, Vibration, Acoustic Emission, Force.

Giriş

İmalat sektöründe; işleme maliyetinin düşürülmesi ve ürün kalitesinde devamlılığın sağlanması için, takım durumunun sürekli takibi gerekir. Kesme işleminde ideal bir otomasyon sisteminden beklenen, işlem hatalarını fark ettiği zaman bunları düzeltmesidir. Klasik imalat işlemlerinde bu görevler operatörler, zeki imalat sistemlerinde ise tekli/çoklu sensörler ve gelen sinyal bilgilerini yorumlayarak karar verebilen yapılar tarafından yerine getirilir. Zeki imalat sistemlerinde başarı; izleme sensörleri tarafından üretilen bilginin kalitesine ve karar vermek için kullanılan tekniklere bağlıdır (Sağlam, 2000).

Literatürde, ölçülebilen değişkenler (kesme kuvvetleri, titreşim gibi) ile ölçülemeyen parametreler (takım aşınması, yüzey pürüzlülüğü gibi) arasında bağlantı kuran tahmin modellerinin geliştirildiği çalışmalarla karşılaşmaktadır. (Al-Habaibeh ve Gindy, 2000; Fu ve Hope, 2008; Kaya, 2009; Akkuş ve Asiltürk, 2012; Nouri vd., 2015). Ayrıca takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğünün tespitinde kesme parametrelerine bağlı modellerinde kullanıldığı görülmektedir. (Ezugwu vd., 2005; Davim vd., 2008; Gupta, 2010; Taşdemir, 2011; Özlü vd., 2014).

Bu çalışmada, aşınmaya ve yüzey pürüzlülüğüne etki eden kesme parametrelerinin; titreşim, akustik emisyon (AE) ve kuvvet sinyallerine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, 100x130x50 mm boyutlarında Ti-6Al-4V iş parçası, Hartford VMC 1020 CNC Freze tezgâhında işlenmiştir. Malzemenin işlenmesinde, takım- iş parçası arasında oluşan yüksek sıcaklığı azaltmak, titanyumun kesici takıma yapışmasını engellemek için Blaser Swisssube firmasına ait su ile karışabilen yarı sentetik B-Cool 9665 metal kesme sıvısı kullanılmıştır. Deneylerde, Seco F40M ((Ti, Al) N-TiN) kaplamalı 218.20-

¹ Öğr.Gör.Dr. Akdeniz Üniversitesi, ibmutlu@akdeniz.edu.tr

² Yrd.Doç.Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi, fatihcaglar@sdu.edu.tr

³ Doç.Dr.. Anadolu Üniversitesi, oguzcolak@anadolu.edu.tr

⁴ Prof.Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi, mbayhan@mmf.sdu.edu.tr

0.80ER-ME04 uç ve bu uca uygun Seco R218.20-2016.0-14.070 kopya frezeleme takımı kullanılmıştır. Kopyalama freze takımı, takım tutucuya Seco Easy Shrink 15 makinası ile bağlanmıştır. Kesme kuvvet sinyallerinin ölçülmesinde Kistler firmasına ait 9257-B dinamometre, freze tezgâhının tablasına sabit bir şekilde bağlanmış, soğutma sıvısından etkilenmemesi için silikon ile kaplanarak üzerine iş parçası montajı yapılmıştır. Kesme kuvveti sinyallerinin, sinyal düzenleyiciden geçtikten sonra, bilgisayara aktarılmasında, National Instruments firmasına ait DAQ 6062E tipi veri toplama kartı ve Kistler firmasına ait 5070 A tipi sinyal yükseltici kullanılmıştır. Üç eksen için kesme kuvveti sinyalleri ölçülmüştür. Yazılım olarak Cut-Pro programından yararlanılmıştır. 3 eksende alınan kuvvet sinyallerinin Hızlı Fourier Dönüşümleri (HFD) alınarak yapılan incelemelerde; x eksenindeki kuvvet sinyali (Fx) için elde edilen frekansların, titreşim sinyalinin HFD'sinde elde edilen frekanslarla aynı olduğu görülmüştür. Bu nedenle, deneylerde üç eksende kuvvet sinyali ölçülmesine rağmen analizlerde esas kesme kuvveti olduğundan x doğrultusundaki kuvvet sinyali kullanılmıştır. Titreşim sensörü olarak, PCB piezotronics 353B31, akustik emisyon sensörü olaraksa Kistler Piezotron Coupler Type 5125 (8152B121/SN1197259) kullanılmıştır.

Ti-6Al-4V süper alaşımının yüksek basınçlı soğutma şartlarında frezelenmesinde, radyal ve aksenal kesme derinliği sırasıyla 10 mm ve 2 mm olarak sabit tutulmuştur (Arokiadass vd., 2011). Kesme parametreleri ve seviyeleri tablo 1 deki gibi alınmıştır.

Tablo 1: Kesme parametreleri ve seviyeleri

Parametreler	1.Seviye	2.Seviye	3.Seviye	4.Seviye
Kesme hızı (V_c [m/dk])	50	70	90	110
İlerleme oranı (f [mm/diş])	0.05	0.1	0.15	0.2
Basınç (P [bar])	6	100	200	300

Bu çalışmada, deney sayısını azaltarak zaman ve maliyet açısından tasarruf sağlamak için, Taguchi L_{16} ortogonal dizisi kullanılarak deney tasarımı gerçekleştirilmiştir.

SPSS 19 programı aracılığıyla, titreşim, akustik emisyon, Fx kesme kuvveti sinyallerinin kesme parametreleriyle korelasyonu tespit edilmiş, ilişki grafikleri çizdirilmiştir.

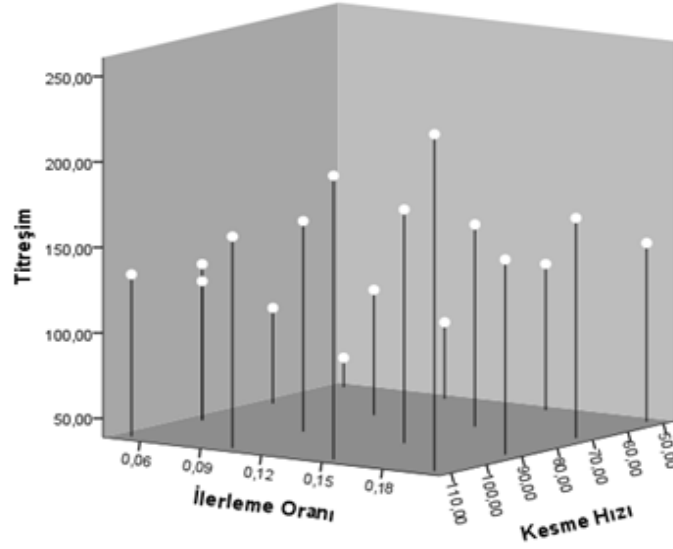
Deneysel Sonuçlar

Titreşim, akustik emisyon, Fx kuvvet sinyallerinin kesme parametreleri ile ilişki grafiklerini çizdirebilmek, korelasyon oranlarını hesaplayabilmek için, sensörlerden kaydedilen sinyallerin RMS değerleri hesaplanmış, tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2: Her deney için sensörlerden kaydedilen sinyallerin RMS değerleri (son satırdaki veriler doğrulama deneyine aittir.)

V_c	P	f	Titreşim	Fx	AE
50	200	0,15	124,4372	322,8152	2,7941
50	300	0,2	143,4124	361,5304	3,0476
50	6	0,05	56,0539	188,9308	1,1988
50	100	0,1	83,5151	249,0402	1,6451
70	6	0,1	112,1660	263,5142	2,0464
70	100	0,05	94,8567	180,7621	2,1110
70	200	0,2	167,6409	392,3525	3,0788
70	300	0,15	157,1637	320,1931	3,2354
90	300	0,1	162,0686	266,5324	3,3434
90	200	0,05	120,1283	183,9243	2,6241
90	6	0,15	175,5325	335,4426	3,1285
90	100	0,2	153,0204	518,9591	2,3510
110	200	0,1	162,5977	252,2920	3,1473
110	300	0,05	133,7261	177,4368	2,9836
110	6	0,2	235,9151	373,2371	3,9907
110	100	0,15	204,9605	314,9388	3,7981
90	300	0,05	130,1019	170,5363	3,0468

Şekil 1' de titreşim, ilerleme oranı ve kesme hızı arasındaki ilişki grafiği ve tablo 3' de titreşim, ilerleme oranı ve kesme hızı arasındaki korelasyonu gösteren tablo verilmiştir.



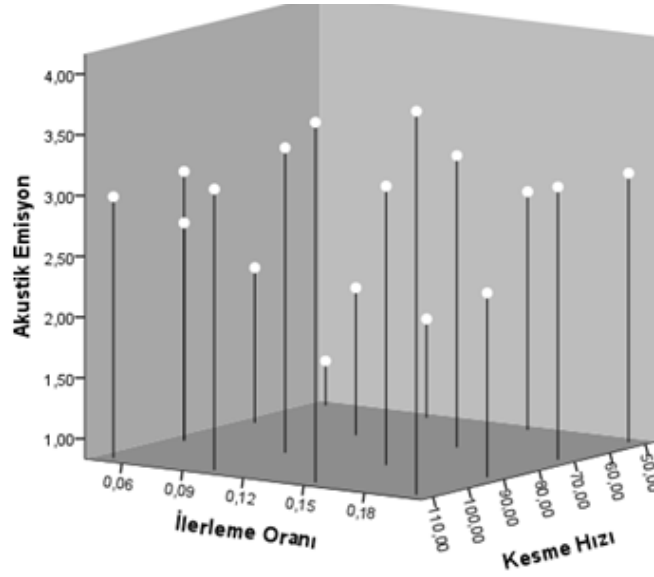
Şekil 1: Titreşim, ilerleme oranı ve kesme hızı arasındaki ilişki grafiği

Tablo 3: Titreşim, ilerleme oranı ve kesme hızı arasındaki ilişkiler

		İlerleme oranı	Kesme hızı
Titreşim	r	0,646	0,670
	p	0,005	0,003
İlerleme oranı	r	-	-0,033
	p	-	0,899

Uygulanan korelasyon analizi sonucunda titreşim-kesme hızı ve titreşim-ilerleme oranı arasında anlamlı doğrusal ilişkiler tespit edilmiştir. Buna göre; titreşim ile kesme hızı arasında %67 oranında, pozitif yönlü, orta güçte doğrusal ilişki, titreşim ilerleme oranı arasında %64,6 oranında, pozitif yönlü, orta güçte bir ilişki bulunmaktadır ($p < 0,05$).

Şekil 2' de akustik emisyon, ilerleme oranı ve kesme hızı arasındaki ilişki grafiği ve tablo 4' de akustik emisyon, ilerleme oranı ve kesme hızı arasındaki korelasyonu gösteren tablo verilmiştir.



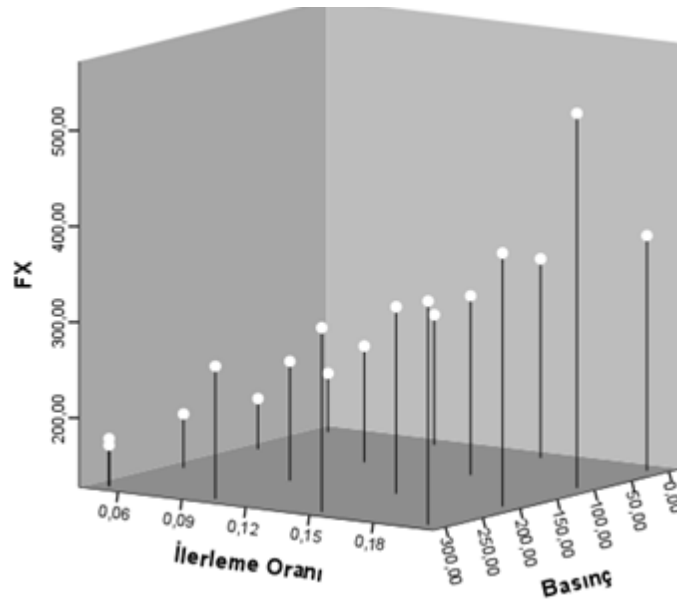
Şekil 2. Akustik emisyon, ilerleme oranı ve kesme hızı arasındaki ilişki grafiği

Tablo 4: Akustik emisyon, ilerleme oranı ve kesme hızı arasındaki ilişkiler

Akustik emisyon		İlerleme oranı	Kesme hızı
	r	0,461	0,644
p	0,062	0,005	
İlerleme oranı	r	-	-0,033
	p	-	0,899

Akustik emisyon ile kesme hızı arasında %64,4 oranında, pozitif yönlü, orta güçte doğrusal ilişki bulunmaktadır ($p < 0,05$).

Şekil 3' de Fx kuvveti, ilerleme oranı ve basınç arasındaki ilişki grafiği ve tablo 5' de Fx kuvveti, ilerleme oranı ve basınç arasındaki korelasyonu gösteren tablo verilmiştir.



Şekil 3: Fx kuvveti, ilerleme oranı ve basınç arasındaki ilişki grafiği

Tablo 5: Fx kuvveti, ilerleme oranı ve basınç arasındaki ilişkiler

Fx kuvveti	r	ilerleme oranı	Basınç
			0,940
ilerleme oranı	p	0,000	0,537
	r	-	-0,096
	p	-	0,713

Korelasyon analizi sonucunda Fx ve ilerleme oranı arasında %94 oranında, pozitif yönlü, yüksek güçte bir ilişki bulunmaktadır ($p < 0,05$).

Sonuç

Sensörlerden kesme süresince alınan sinyallerin RMS değerleri hesaplanarak, titreşim, akustik emisyon, iş mili titreşimi, Fx kuvvet sinyallerinin kesme parametreleri ile aralarındaki korelasyon tespit edilmiştir. Buna göre; titreşim ile kesme hızı arasında %67 oranında, titreşim ile ilerleme oranı arasında %64,6 oranında, akustik emisyon ile kesme hızı arasında %64,4 oranında pozitif yönlü, orta güçte ilişki bulunmaktadır. Fx ile ilerleme oranı arasında %94 oranında pozitif yönlü, yüksek güçte ilişki tespit edilmiştir. Sonuçların literatüre paralel olduğu gözlenmiştir (Sağlam, 2001; Akkuş, 2010, Asiltürk vd., 2012, Özlü, 2014, Yılmaz vd., 2014).

Teşekkür

Bu araştırmanın yapılmasındaki desteklerinden dolayı, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (2215-D-10), Süleyman Demirel Üniversitesi CAD/CAM Araştırma ve Uygulama Merkezi çalışanlarına, çalışmanın sunulmasındaki destekleri için Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimine teşekkür ederiz.

Referanslar

- Akkuş, H., ve Asiltürk, İ., (2012). Tornalamada Yüzey Pürüzlülüğü ve Takım Aşınmasının Akustik Emisyon ve Titreşim Sensörleriyle İzlenmesi. International Iron & Steel Symposium, 02-04 April, Karabük, 497-503.
- Akkuş, H., (2010). Tornalama İşlemlerinde Yüzey Pürüzlülüğünün İstatistiksel ve Yapay Zeka Yöntemleriyle Tahmin Edilmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125s, Konya.
- Al-Habaibeh, A., ve Gindy, N., (2000). A New Approach For Systematic Design of Condition Monitoring Systems For Milling Processes. Journal of Materials Processing Technology, 107(1-3), 243-251.
- Arokiadass, R., Palaniradja, K., ve Alagumoorthi, N., (2011). Surface Roughness Prediction Model in End Milling of Al/SiCp MMC by Carbide Tools. International Journal of Engineering, Science and Technology, 3(6), 78-87.
- Asiltürk, İ., Akkuş, H., ve Demirci, M.T., (2012). Regresyonla Titreşim, akustik emisyon ve Kesme Parametrelerine Bağlı Yüzey Pürüzlülüğünün Modellenmesi. TMMOB MMO Mühendis ve Makine Dergisi, cilt 53, sayı 632, s.55-62.
- Davim, J.P., Gaitonde, V.N., ve Karnik, S.R., (2008). Investigations Into the Effect of Cutting Conditions on Surface Roughness in Turning of Free Machining Steel by ANN Models. Journal of Materials Processing Technology, 205(1-3), 16-23.
- Ezugwu, E.O., Fadare, D.A., Bonney, J., Da Silva, R.B., ve Sales, W.F., (2005). Modelling the Correlation Between and Process Parameters in High-Speed Machining Cutting of Inconel 718 Alloy Using an Artificial Neural Network. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 45, 1375-1385.
- Fu, P., ve Hope, A.D., (2008). Intelligent Cutting Tool Condition Monitoring Based on a Hybrid Pattern Recognition Architecture. Proceedings of the Seventh International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 12-15 July, Kunming, 78-83.
- Gupta, A.K., (2010). Predictive Modelling of Turning Operations Using Response Surface Methodology, Artificial Neural Networks and Support Vector Regression. International Journal of Production Research, 48(3), 763-778.
- Kaya, B., (2009). Sensör ve Karar Entegrasyonu İle Frezeleme İşlemleri için Çevrimiçi Bir Takım Durum Gözlem Sisteminin Geliştirilmesi. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 133s, Kocaeli.
- Nouri, M., Fussell, B.K., Ziniti B.L., ve Linder, E., (2015). Real-Time Tool Wear Monitoring in Milling using a cutting Condition Independent Method. International Journal of Machine Tools and Manufacture. 89, 1-13.
- Özlü, B., Demir, H., Nas, E., (2014). CNC Tornalama İşleminde Yüzey Pürüzlülüğü ve Kesme Kuvvetlerine Etki Eden Parametrelerin Matematiksel Olarak Modellenmesi. Journal of Advanced Technology Sciences Vol.3, No.2, 75-86.

- Sağlam, H., (2000). Frezelemede Yapay Sinir Ağları Kullanarak, Çok-Elementli Kuvvet Ölçümlerine Dayalı Takım Durumu İzleme, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 171s, Konya.
- Sağlam, H., (2001). Frezelemede Kesme Parametreleri İle Kesme Kuvvetlerinin Değişimi ve Bunların Takım Aşınması ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkilerinin Deneysel İncelenmesi. Selçuk-Teknik Online Dergisi/ISSN 1302-6178, Vol 1, No.3.
- Taşdemir, Ş., (2011). Yüzey Pürüzlülüğünün Yapay Sinir Ağı ve Regresyon Modelleri İle Belirlenmesi ve Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Journal of Technical-Online, 10(3), 215-226.
- Yılmaz , V., Dilipak, H., Sarıkaya, M., Yılmaz.,C.Y., Özdemir, M., (2014). Frezeleme İşlemlerinde Kesme Kuvveti, Titreşim ve Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçlarının Modellenmesi. Erciyes University Journal of Institute of Science and Technology, 30(4), 220-226.

KARBOKSİMETİL SELÜLOZ VE NIŞASTADAN ÜRETİLEN BİYOPOLİELEKTROLİT KOMPLEKSLERİN KÂĞIT ÜRETİMİNDE SAĞLAMLIK KİMYASALI OLARAK KULLANILMASI

Mehmet Emin ERGÜN¹

Sedat ONDARAL²

ÖZET

Zıt yüklü polielektrolitlerin birbiriyle karıştırılması polielektrolit kompleksleri oluşumu ile sonuçlanmaktadır. Entropi artışı ile desteklenen ve diğer etkileşim türlerinin de (Coulomb kuvvetleri, hidrojen bağı, hidrofobik etkileşim) etkili olduğu etkileşimde ortaya çıkan kompleksler polielektrolitlerden oldukça farklı özellikler göstermektedir. Bu çalışmada katyonik nişasta ve anyonik karboksimetil selüloz kullanılarak kompleksler üretilmiştir. Kompleks partikül çapı üzerine etkili olan biyopoliyelektrolitlerin karıştırma hızı, konsantrasyon ve dozaj hızının etkisi incelenmiştir. Biyopoliyelektrolit komplekslerin zeta potansiyeli yaklaşık “-20 mV” olarak bulunmuştur. Kâğıt sağlamlığını geliştirmek için kullanılan kompleksler tek tabakalı ilave tekniği ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak hem patlama hem de kopma indekslerinde en iyi sonucu komplekslerden üretilen kâğıtlar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyopoliyelektrolit kompleksler, nişasta, karboksimetil selüloz, kâğıt sağlamlığı

BIOPOLYELECTROLYTE COMPLEXES PRODUCED FROM CARBOXYMETHYL CELLULOSE AND STARCH AS DRY STRENGTH IN PAPERMAKING

ABSTRACT

When Polyelectrolyte which have oppositely charged are mixed with each other, as a result polyelectrolyte complexes are formed. Supported by increase of entropy and other forms of interaction are emerged distinctly different properties from those of the composing polyelectrolyte. Complexes were produced by cationic starch and anionic carboxymethylcellulose in the present study. The effect of mixing velocity, biopolymer concentration and dosage rate of biopolyelectrolytes were investigated on biopolyelectrolyte complexes particles size. The zeta potentials of biopolyelectrolyte complexes were found approximately “-20 mV”. The complexes were used for improving paper strength and compared with single layer additional techniques. Finally, the investigation was indicated that complexes gave the best results both burst and tensile indexes.

Keywords: Biopolyelectrolyte complexes, Starch, carboxymethylcellulose, paper strength

Giriş

Polielektrolit kompleksleri (PEK) zıt yüklü polielektrolit çözeltilerinin karıştırılmasıyla elde edilmektedir. PEK oluşumu her bir polielektrolitin çevresinde bulunan elektrostatik çift tabaka içerisinde küçük molekül ağırlıklı iyonların uzaklaşmasından dolayı oluşan entropi artışıyla desteklenmektedir. Zıt yüke sahip polielektrolitlerin kompleks oluşturmada ana mekanizma Coulomb kuvvetleridir. Bununla birlikte, hidrojen bağı, yük transferi, dipol-dipol etkileşimi ve hidrofobik kuvvetler farklı kompleks oluşumlarında rol oynayabilir (Ankerfors, 2008:14, Michaels and Miekka, 1961:65).



Şekil 1: Biyopoliyelektrolit kompleks(BPEK) oluşumu

Kâğıda kuru sağlamlık kazandırmak için kullanılan en yaygın yöntem dövme işlemi uygulamaktır. Ancak bu gerek kâğıdın bazı özelliklerini negatif etkilemesi gerekse de enerji maliyetini yükseltmesinden dolayı kâğıdın sağlamlığını arttırmaya yönelik kimyasal madde ilavesiyle dövme işlemine alternatif olarak, diğer kâğıt özelliklerini koruyarak kâğıt sağlamlığının geliştirilmesinde tercih edilen bir yöntemdir. Bu maddelerin ilavesi, lifler arasındaki mekanik kenetlenmeye ilave olarak, polimerlerin karşılıklı liflere difüze olmasıyla lifleri

¹ Öğr. Gör. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, m.eminergun@hotmail.com

² Doç.Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, ondaral@ktu.edu.tr

perçinlemesi ve hidrojen bağı, van der Waals kuvvetleri ve iyonik bağlar gibi moleküller arası etkileşimlere katkıda bulunmasıyla spesifik bağlanma direncinin artmasına katkı sağlar (Mckenzie, 1984:580).

PEA ve karboksi metil selüloz çifti ile hazırlanan PEK'lerin üç farklı hamura (ağartılmış yapraklı ağaç kraf hamuru, ağartılmış iğne yapraklı ağaç kraft hamuru ve kavaktan üretilen ağartılmış kimyasal termo mekanik hamur) ilavesi ile elde edilen sağlamlık artışı bu hamurların dövülerek sağlanan sağlamlık değerleri ile karşılaştırılmıştır (Gärdlund vd., 2007:237). Çalışma sonuçları, PEK kullanımının da yoğunlukta bir artış sağladığını, ancak bu artışın dövme ile gerçekleşen yoğunluk artışından daha düşük olduğunu ve böylece PEK' in safiha yoğunluğunu önemli bir aralıkta tutarak kâğıt dayanımını artıracığından dolayı büyük bir kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Diğer bir çalışmada, PAH ve PAA karışımı ile hazırlanan kompleks partikülleri, ağartılmamış kraft hamuruna ilave edilmesi ile test kâğıtları üretilmiş ve kâğıtların kopmaya karşı direnç değerleri, sadece PAH ilave edilmesiyle hazırlanan test kâğıtlarının direnç değerleriyle karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, PAH ilavesiyle sağlanan direnç artışının yaklaşık %40 olduğu ve PEK kullanımı ile bu değer %57 gibi ciddi derecelerde yükseldiği tespit edilmiştir (Gärdlund vd., 2005:36).

PEK ve polielektrolitin tek tabaka olarak uygulamalarında ortaya çıkan performans farklılığının lif-lif birleşme noktasındaki adezyon kuvvetinin farklı olmasından kaynaklandığının düşünülmesi doğru olacaktır. Hem yüzeyin PEK ile daha iyi kaplanması hem de temas alanının adsorplanan PEK partiküllerinin sayısı kadar bölünmesi iki yüzeyin daha kuvvetli birleşmesini sağlayacaktır.

Nişasta en fazla kullanılan kuru sağlamlık maddesidir. Nişastanın katyonik modifikasyonu yapıya tersiyer ve kuaterner amin gruplarının ilavesiyle pozitif yük kazandırılır. En yaygın tersiyer amin grupları 2-kloretildietilamonyumklorür ve kuaterner gruplar ise 2,3-epoksi propiltrimetil amonyumklorür formunda bulunur. Kağıt üretiminde kullanım amacına bağlı olarak % 0,25-2,5 arasında ilave edilir. Nişasta liflere hızlı ve dönüşümsüz olarak adsorplanmaktadır. Nişastalar dövülmemiş liflerde daha etkili şekilde kalırlar. Nişasta adsorpsiyonu lif-lif bağlarının sayısının artmasına ve mevcut bağların güçlendirilmesine neden olur (Ergün, 2014:7).

Başlıca gıda, ilaç ve kozmetik ürünlerinde viskoziteyi geliştirici, emülsiyon stabilizatörü, kıvam artırıcı ve tekstürü iyileştirmek amacıyla kullanılan KMS, kimyasal modifikasyonlara uğratılmış bir selüloz türevidir. Kağıt yüzeyinin formasyonu kayganlığı, yumuşaklığı ve su tutma kapasitesi gibi özellikler KMS kullanıldıktan sonra optimal düzeye ulaşır. KMS sadece yapıştırıcılar için dispersiyon maddesi değil aynı zamanda kırıntı liflerin ve yardımcı maddelerin kağıtta tutunumunu için retansiyon sistemlerinde de kullanılır (Ergün, 2014:11).

Bu çalışma da nişasta ve karboksimetil selüloz çiftinden üretilen kompleksin üretim parametreleri incelenmiş olup, ayrıca kağıt üretimi sırasında tek ve çift tabaka polielektrolit ilavesi ile kağıdın kuru sağlamlık değerleri karşılaştırılmıştır.

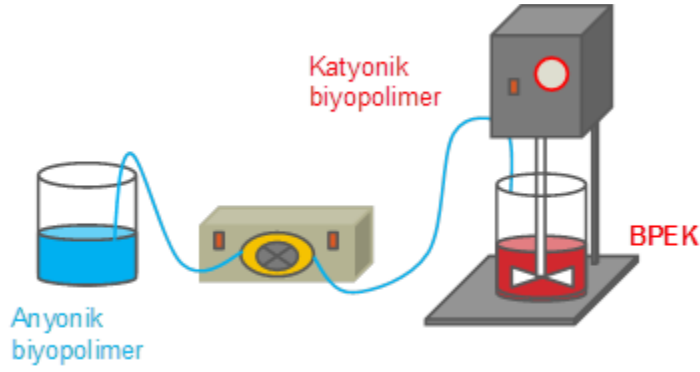
Materyal ve Metod

Kompleks üretiminde biyopolielektrolit olarak nişasta ve KMS kullanılmıştır. Nişasta olarak Amylofax PW ve Perfectamyl A 4692 kodlu nişastalar AVEBE Nişasta şirketinden (Hollanda) temin edilmiştir. KMS ise 90.000 g/mol olarak Sigma-Aldrich'ten satın alınmıştır.

Test kağıtlarının üretiminde kullanılan yumuşak odun ağartılmış kraft hamuru Lila Kağıt A.Ş.'den temin edilmiştir.

Metod

Kompleks üretimleri Şekil 2' de şematik gösterimde belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. Şekil 2' de gösterilen sistemde, katyonik yüke sahip komplekslerin üretimi için önceden hesaplanan miktarda katyonik biyopolimer karıştırmada kullanılan kaba konular. Farklı yük oranlarında ($q^-/q^+= 0.4, 0.6$ ve 0.8) komplekslerin üretimi için hesaplanan miktarda anyonik polimer belirli hızda karıştırılan katyonik polimer içerisine belirli dozaj hızında ilave edilir. Bu yöntem literatürde "titrasyon yöntemi" olarak adlandırılmaktadır (Kabanov, 2003:50, Ondaral vd., 2010:1160). Kompleks üretiminde yük oranına ilaveten polimer konsantrasyonu, dozaj hızı, polimer türü ve karıştırma hızı parametreleri incelenmiştir.



Şekil 2: Peristaltik pompa kullanılarak titrasyon yöntemi ile kompleks üretimi.

Yük Yoğunluğunun Belirlenmesi

Biyopolimerlerin yük yoğunlukları Partikül Yük Belirleyicisi (PCD III, MÜTEK GmbH, Herrsching) kullanılarak potansiyometrik titrasyon ile belirlenmiştir. 10 ml polimer örneği cihazın ölçüm hücresine ilave edildikten sonra uygun polielektrolit kullanılarak titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Polielektrolit ilavesiyle örneğin elektriksel potansiyelindeki (streaming potential, mV) değişim kaydedilmiş ve sıfır potansiyele kadar tüketilen standart polielektrolit miktarı belirlenmiştir. Polimerlerin yük miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Horvath vd., 2006: 826).

$$q = \frac{N \cdot V}{m} \cdot 1000$$

Formülde, q örneğin yükünü (meq/g), N titrasyonda kullanılan polielektrolitin konsantrasyonunu (mol/l), V harcanan polielektrolit miktarını (ml), m ise örnek miktarını (mg) ifade etmektedir. Titrasyon işleminde standart polielektrolitler olarak katyonik poli-diallildimetilamoniyum klorür ve anyonik sodyum polietilensülfonat kullanılmıştır.

Boyut ve Zeta Potansiyeli Ölçümü

Üretilen kompleks partiküllerinin boyutları ve zeta potansiyel değerleri KTÜ-Maden Mühendisliği Bölümünde bulunan Nanosizer (Malvern Ltd., İngiltere) cihazında ölçülmüştür. Bu çalışmalarda her numune için üç ölçüm yapılarak ortalamaları hesaplanmıştır. Bulgular kısmında zeta potansiyeli ve boyut diyagramları orijinal olarak verilmiştir.

Bulgular

Partikül yük belirleyicisi ile biyopolimerlerin ölçülen yük yoğunlukları altta verilmiştir.

Tablo 1: Kompleks üretiminde kullanılan polimerlerin yük yoğunlukları

Polimer adı	Yük yoğunluğu (meq/g)
Perfactamyl A 4692	-0,56
Amylofax PW(+)	+0,60
KMS 1(-)	-5,84
KMS 2(-)	-6.20

Farklı parametrelerle katyonik nişasta ve anyonik KMS çiftleri kullanılarak katyonik kompleks üretimine yönelik bulgular aşağıdaki Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2: BPEK üretimindeki parametreler ve kompleks boyutları

Polimer (+)	Polimer (-)	q ⁺ /q ⁻	Debi (ml/dk)	Karış. Hızı (rpm)	Kons. (g/l)	Boyut (nm)	Zeta P. (mV)
PW	KMS ₁	0,6	50	1250	2	Kümelenme oluştu	
PW	KMS ₁	0,8	50	1250	2	Kümelenme oluştu	
PW	KMS ₂	0,4	50	1250	2	419	

Katyonik nişasta ve KMS den hazırlanan yüksek konsantrasyonlu komplekslerin boyutları incelenmiştir. Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere yüksek konsantrasyonda (2 g/l) çeşitli parametrelerin partikül boyutuna olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmaların ardından yüksek konsantrasyonda katyonik kompleks üretiminde partikül boyutu 250 nm üzerinde çıkmıştır.

Düşük molekül ağırlıklı ve yüksek yük yoğunluklu KMS'nin stabilize etme yeteneğinin daha fazla olacağı düşünüldüğünden dolayı anyonik kompleks üretime başlanmıştır. Aşağıdaki tabloda üretilen anyonik komplekslerin üretim parametreleri ve özellikleri verilmiştir.

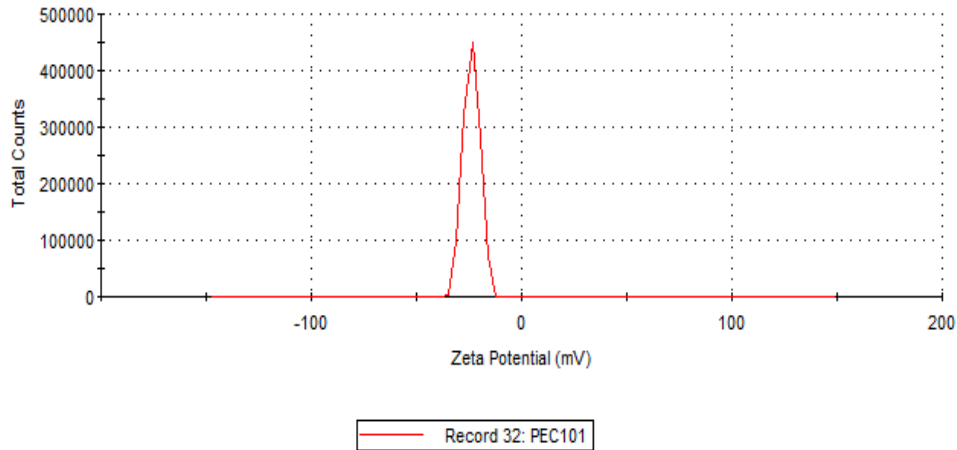
Tablo 3: Anyonik BPEK üretimindeki parametreler ve kompleks boyutları

Kompleks no	Polimer (+)	Polimer (-)	q^+/q^-	Debi (ml/dk)	Karış. Hızı (rpm)	Kons. (g/l)	Boyut (nm)	Zeta P. (mV)
BPEK 101	PW	KMS ₁	0,4	50	1250	1,5	143	-23,8
BPEK 102	PW	KMS ₁	0,8	50	1250	1,5	*	
BPEK 103	PW	KMS ₁	0,6	50	1250	1,5	*	
BPEK 104	PW	KMS ₁	0,4	25	1250	1,5	131	
BPEK 105	PW	KMS ₁	0,4	100	1250	1,5	107	
BPEK106	PW	KMS ₁	0,4	50	1250	0,5	124	-21,5
BPEK 107	PW	KMS ₁	0,4	50	1250	1	134	-22,5
BPEK 108	PW	KMS ₁	0,4	50	1250	2	137	-22,8
BPEK 109	PW	KMS ₁	0,4	50	500	1,5	140	
BPEK 110	PW	KMS ₁	0,4	50	750	1,5	150	

*BPEK 102 ve BPEK 103'te makro kümelenme gözlemlendi.

a. Yük Oranının Etkisi

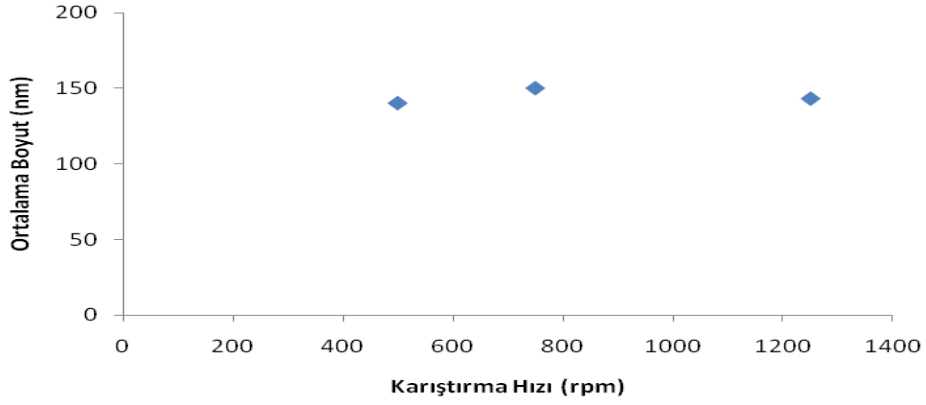
Amylofax PW-KMS çiftlerinden üretilen komplekslerde yük oranının etkisini görmek amacıyla üretim konsantrasyonu, dozaj hızı ve karıştırma hızı sabit tutularak gerçekleştirilen deneylere ait veriler yukarıdaki Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde yük oranı arttıkça yani kompleks üretiminde nişasta miktarı arttıkça kompleks boyutunun arttığı görülmektedir. Ancak yük oranı arttıkça makro kümelenme oluşmuştur ve bu yüzden farklı yük oranlarında kompleks üretimi yapılamamıştır. BPEK 101'in zeta potansiyeli Şekil 3'de görüldüğü üzere -23,8 mV olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde diğer anyonik komplekslerin zeta potansiyelleri 22-24 mV aralığında çıkmıştır.



Şekil 3: BPEK 101 zeta potansiyeli değeri

b. Karıştırma Hızının Etkisi

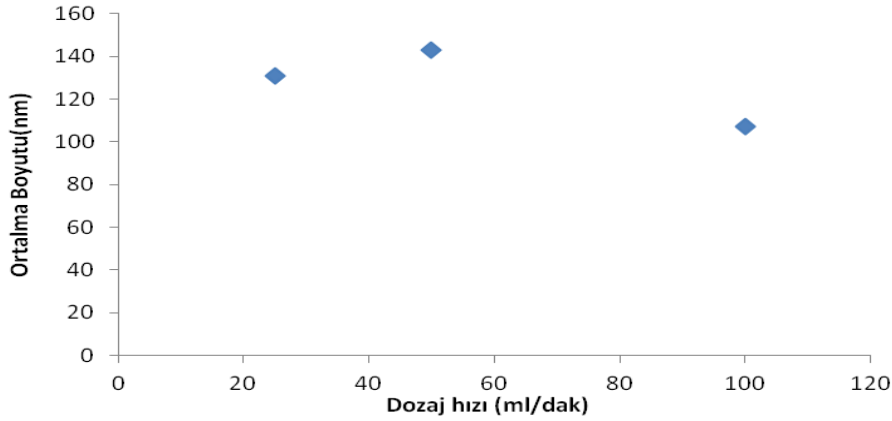
Kompleks üretiminde karıştırma hızının etkisini görmek için gerçekleştirilen deneylerde yük oranı, dozaj hızı ve konsantrasyonun sabit tutulduğu araştırmalara ilişkin sonuçlar Şekil 4 te verilmiştir. 500-1250 rpm arasında çok fazla partikül boyutunda değişme olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4: Amylofax PW-KMS komplekslerinde karıştırma hızının etkisi

c. Dozaj Hızının Etkisi

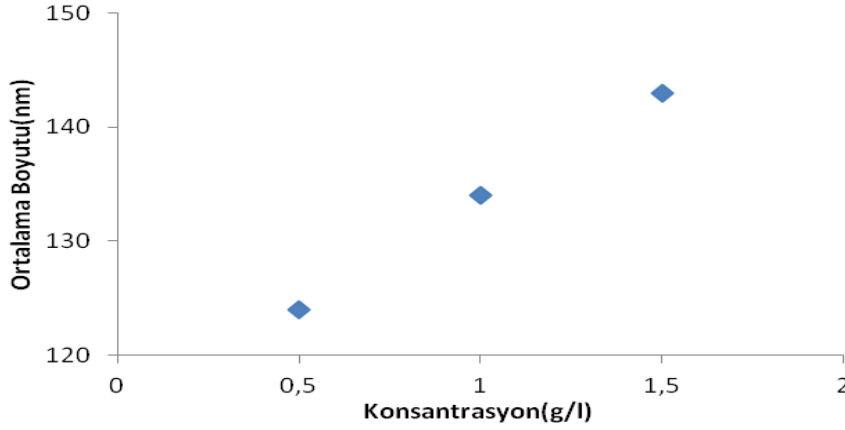
Amylofax PW KMS çiftlerinden kompleks üretimlerinde dozaj hızının etkisini görmek için diğer parametrelerin sabit tutulduğu araştırmalardan elde edilen veriler aşağıda Şekil 5'te gösterilmiştir. Şekil 5'te görüldüğü üzere düşük dozaj hızlarında (25-50 ml/dk) ile kompleks boyutunda çok fazla bir değişim gerçekleşmemiş ve hızın 100 ml/dk'ya yükseldiğinde kompleks boyutunda azalma tespit edilmiştir.



Şekil 5: Amylofax PW-KMS komplekslerinde dozaj hızının etkisi

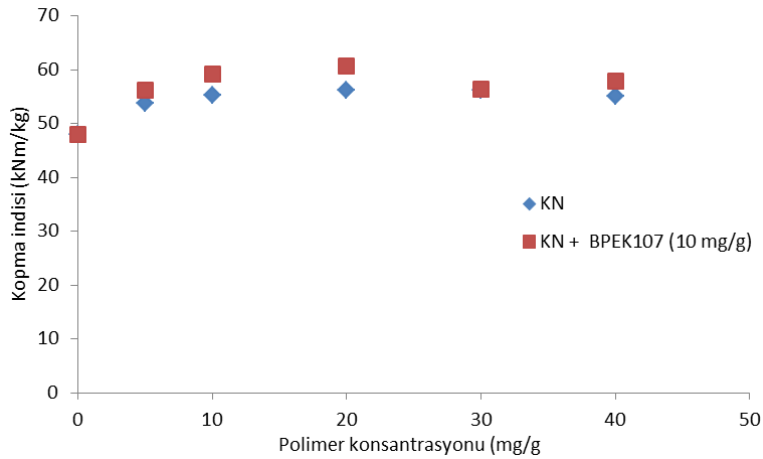
d. Üretim Konsantrasyonunun Etkisi

Kompleks üretiminde üretim konsantrasyonunun etkisini görmek için gerçekleştirilen deneylerde yük oranı, dozaj hızı ve karıştırma hızının sabit tutulduğu araştırmalara ilişkin sonuçlar Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde üretim konsantrasyonunun artması ile kompleks boyutunun ciddi derecede arttığı görülmektedir. 1,5 gr/lit konsantrasyona kadar kompleks boyutları artmış olup bu durum grafikte açıkça görülmektedir.

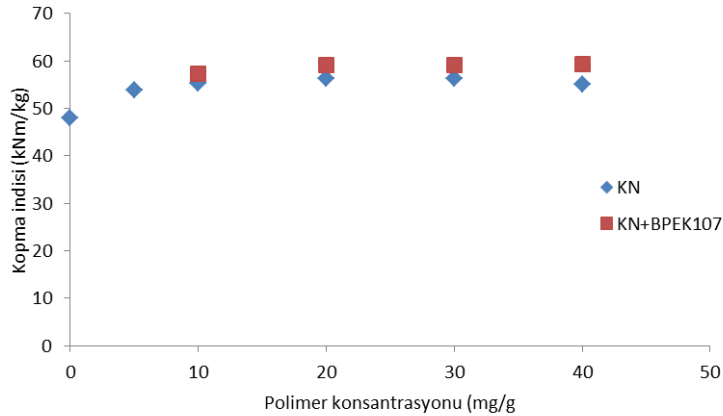


Şekil 6: Amylofax PW-KMS komplekslerinde konsantrasyonunu etkisi

Aşağıda farklı BPEK ve AmylofaxPW ile üretilen test kağıtlarının TAPPI 494 om 96 standardına uygun olarak belirlenen kopma indisi değerleri verilmiştir. Şekil 7’de anyonik kompleks miktarı sabit tutulup (BPEK 107-10 mg/g), katyonik nişasta konsantrasyonunun kağıda farklı oranlarda ilavesi ile kopma indisindeki değişimler aşağıda şekil 8’de verilmiştir. Liflere önce katyonik nişasta ilave edilerek lifler üzerinde anyonik komplekslerin etkileşime gireceği katyonik bölgeler oluşturulmuştur. Grafik incelendiği zaman tek nişasta ilavesi ile anyonik kompleks ilavesi karşılaştırıldığında kompleksin kopma indisindeki gerçekleşen artış açıkça görülmektedir.



Şekil 7: Üretim konsantrasyonları kopma indisine etkisi

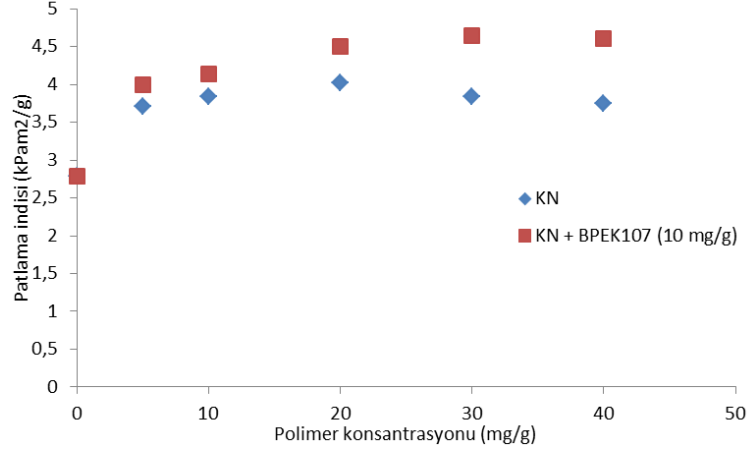


Şekil 8: Üretim konsantrasyonları kopma indisine etkisi

Şekil 8’te katyonik nişasta ve anyonik kompleksin eşit konsantrasyonda ilave edilmesi ile kopma

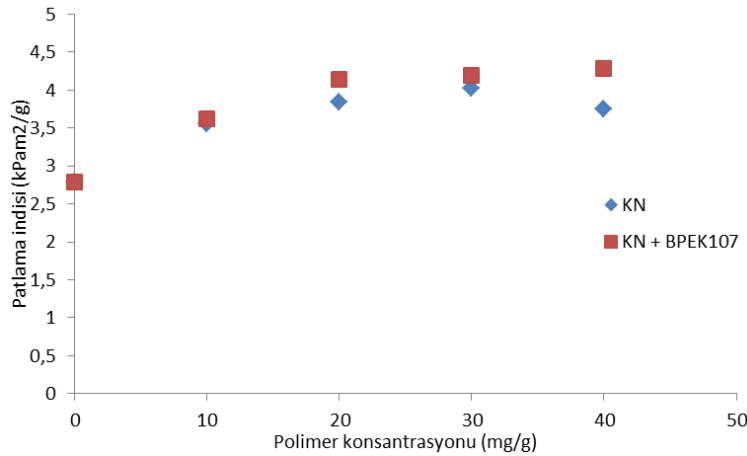
indisinde gerçekleşen değişim verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi anyonik kompleks tek kat nişastadan kopma indisinde daha fazla artış sağlamıştır. Ayrıca kompleks miktarı arttıkça da kopma indisinde sürekli bir artış gözlenmiştir.

Komplekslerin kağıda kazandırdığı dayanım özelliklerinden bir tanesi de patlama direncidir. Takip eden grafiklerde nişasta-KMS çiftinden üretilen komplekslerin kağıda ilavesiyle patlama indisinde sağlanan değişimlere ait bulgular yer almaktadır. Kopma mukavemetine benzer şekilde kompleksin tek nişasta kullanımına göre patlama indisinde ciddi artış sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 9: Üretim konsantrasyonları patlama indisine etkisi

BPEK 107 miktarı sabit tutulup (10mg/g) farklı miktarlarda katyonik nişastayla üretilen kâğıtların patlama indislerinde ki değişim Şekil 9'da görülmektedir. Şekil 9'da verilen değerler incelendiğinde tek katlı nişasta ile karşılaştırıldığında kompleksin life tutunumunu sağlamak için eklenen katyonik nişasta miktarının artışıyla patlama indisinde ciddi artış sağladığı gözlenmiştir.



Şekil 10: Üretim konsantrasyonları patlama indisine etkisi

Eşit miktarlarda katyonik nişasta ve anyonik kompleksin kağıda ilavesi sonucu patlama indislerindeki değişim Şekil 10'da görülmektedir. Polimer konsantrasyonu artışıyla beraber patlama indislerinde artış gözlenmiştir. Ancak bu artış kompleks ilave edilerek üretilen kâğıtlarda daha fazla olmuştur.

İrdeleme

Komplekslerin üretiminde kullanılan polimer solüsyonlarının elektrolit konsantrasyonu 10^{-2} M NaCl ve pH'ı 7.00 ± 0.1 olarak ayarlanmıştır. Süspansiyon içerisinde elektrolit konsantrasyonunun artırılması elektrostatik çift tabaka kalınlığının azalması ve elektrolitler tarafından polielektrolit yüklerinin kapatılmasıyla zincir-içi itmenin azalmasına neden olur. Böylece, polielektrolit zinciri yumaklaşarak boyutu küçülür (Gärdlund vd., 2003:137). Esnek bir zincir ile yumaklaşabilen polimer yapısına ilaveten zincir üzerindeki iyonik yüklerin elektrolitler ile perdelenmesi kompleks oluşumu sırasında iki farklı yükteki polimerin daha etkili eşleşmesine neden olur. 10^{-2} M NaCl konsantrasyonu seçilmesinin bir diğer amacı da literatürde sentetik polielektrolitlerle yapılan çalışmalarla (Gärdlund, 2006:12) karşılaştırma olanağının oluşturulmasıdır.

Katyonik nişasta ve anyonik KMS çiftinden kompleks üretimi 0,5-1-1,5 ve 2 g/l konsantrasyonda

araştırılmıştır. 0,5,1,0 ve 1,5 g/l konsantrasyonlarda üretilen komplekslerde yeterli sayıda partikül bulunmadığından zetasizer ölçümlerinde yeterli kaliteye ulaşılmamıştır. Bu yüzden kompleks üretimine 2 g/l'den devam edilmiştir. Ancak bu durumda kompleks üretiminde yük oranı arttıkça boyutta makro kümelenme oluşmuştur. Yüksek yük yoğunluğuna sahip KMS'nin düşük yük yoğunluğuna sahip katyonik nişasta ile stabilize edilemediği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte üretilen komplekslerin çoğunda partikül boyutunun 250 nm üzerinde olduğu için yüksek konsantrasyonlu katyonik kompleks üretiminden vazgeçilmiştir.

Düşük molekül ağırlıklı ve yüksek yük yoğunluklu olan KMS'nin katyonik nişastayı stabilize etme yeteneğinin daha fazla olacağı düşünüldüğünden dolayı anyonik kompleks üretilmesine karar verilmiştir. 2'de görüldüğü üzere yük oranı artmasıyla boyutta belirgin şekilde artma hatta makro kümelenme olmuştur. Zeta potansiyeli ölçümünde ise nişasta çiftinden üretilen komplekslerden farklı olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni ise literatürde de kullanıldığı gibi KMS'nin yüksek yük yoğunluklu olmasından dolayı kompleks partikülün etrafında anyonik yükçe zengin polimer tabakası oluşturmasından kaynaklanmaktadır (Gardlund, 2006:16).

Üretimlerde karıştırma hızının ve dozaj hızının değiştirilmesi ile kompleks boyutlarında ciddi bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir.

Birim zamanda peristaltik pompa yardımı ile anyonik KMS içerisine ilave edilen birim zamandaki katyonik nişasta miktarının artması ile partikül boyutunun çok fazla değişmediği belirlenmiştir.

Polimerlerin konsantrasyonları arttıkça şekil 6'da görüldüğü üzere kompleks boyutunda artma gözlenmiştir. Bunun nedeni literatürdeki kadar düşük molekül ağırlığında polimer kullanılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü molekül ağırlığı arttıkça kompleks boyutu da artmaktadır (Ankerfors, 2008:14).

Kâğıt sağlamlığını geliştirmek için PEK kullanımına yönelik Görldund ve çalışma arkadaşlarının gerçekleştirdiği araştırmada, poli(amidamin epiklorohidrin) (PAE) ve karboksi metil selüloz çifti ile hazırlanan anyonik PEK, PAE ile ön işleme tabi tutulmuş ağartılmış sülfat hamuruyla karıştırılmıştır. Araştırmada, yüksek yük oranına sahip bir başka ifadeyle düşük yük yoğunluğuna sahip PEK'in kâğıda en yüksek kuru sağlamlık direnci verdiği kaydedilmiştir (Gärdlund vd., 2003:137). Bu çalışmada farklı BPEK ve AmylofaxPW ile üretilen test kâğıtlarının TAPPI 494 om 96 standardına uygun olarak belirlenen kopma indisi değerleri verilmiştir. Farklı parametrelerde üretilen komplekslerin kâğıt kuru sağlamlığı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmalar sonucu yük oranı ve konsantrasyonu farklı komplekslerin kâğıda 10,30,50 mg/g ilavesi ile kopma indisindeki değişimler verilmiştir. Bu değişimlere göre BPEK ilavesi ile üretilen kâğıtlar arasında belirgin bir fark görülmemektedir. BPEK sadece katyonik polimer ilavesine göre oldukça büyük bir fark yaratmıştır. Buda literatürde PAH ve PAA karışımı ile hazırlanan kompleks partikülleri, ağartılmamış kraft hamuruna ilave edilmesi ile test kâğıtları üretilmiş ve kâğıtların kopmaya karşı direnç değerleri, sadece PAH ilave edilmesiyle hazırlanan test kâğıtlarının direnç değerleriyle karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, PAH ilavesiyle sağlanan direnç artışının yaklaşık %40 olduğu ve PEK kullanımı ile bu değerlerin %57 gibi ciddi derecelerde yükseldiği tespit edilmiştir (Gärdlund vd., 2005:36). Ayrıca bu çalışmada, PEK kullanımı ile lif-lif birleşme yerindeki moleküler temas alanındaki artışın bağlanma direncini arttırdığı tespit edilmiştir. Torgnysdotter ve Wagberg lif-lif bağlanmasından önce PEK muamelesiyle yaklaşık %100'e varan kopma direnci sağlandığını tespit etmişlerdir. Bu durumun, hem lif-lif birleşme yerindeki moleküler temas alanının hem de moleküler temasın gerçekleştiği alanda moleküler adezyonun artmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Torgnysdotter ve Wågberg, 2006:411).

Amylofax PW- KMS'den üretilen anyonik komplekslerden üretilen kâğıtların kopma indisi değerlendirilmiştir ve tek kat katyonik polimer ilavesine göre oldukça iyi olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni PEK'in üç boyutlu yapısı nedeniyle temas eden iki lif yüzeyi arasındaki boşlukları daha iyi doldurması ile birleşme yerinde daha kuvvetli bağlanma sağladığı düşünülmektedir.

Şekil 9'da verilen değerler incelendiğinde tek katlı nişasta ilavesi ile karşılaştırıldığında kompleksin life tutunumunu sağlamak için eklenen katyonik nişasta miktarı artışıyla patlama indisinde ciddi bir artış sağladığı gözlenmiştir. PEK lifin kaba yüzeyine makroskopik olarak köprü oluşur ve lifin daha yüksek şekilde özümser (Gärdlund vd., 2005:36).

Şekil 10'da polimer konsantrasyonu artışıyla beraber patlama indislerinde artış gözlenmiştir. Ancak bu artış kompleks ilave edilerek üretilen kâğıtlarda daha fazla olmuştur. Literatürde dövülmemiş hamura PEK ilavesinin verdiği sağlamlık ile dövmenin vermiş olduğu sağlamlık karşılaştırılmıştır. Gardlund ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada (2006:20) dövme yapılarak ve PEK ilave edilerek patlama direnci araştırılmıştır. Çalışma sonunda dövme ile ışık saçınım katsayısı arasında ters orantılı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca dövme ile PEK karşılaştırıldığında PEK'in kâğıda sağladığı patlama direncini arttırdığı bulunmuştur. Bunun nedeni temas bölgesi ile lif arasındaki gücü arttırmasından kaynaklanmaktadır. (Gardlund, 2006:20).

Sonuçlar

Bu çalışmada biyobozunur materyaller olan katyonik nişasta, anyonik KMS oluşan biyopolielektrolit kompleksler üretilmiştir. Üretilen BPEK'ler karakterize edildikten sonra kâğıtta kuru sağlamlık maddesi olarak ilave edilerek etkileri araştırılmıştır. Çeşitli üretim parametreleri incelenmiş olup sonuç olarak katyonik kompleks partiküllerinin boyutu 250 nm'den büyük olduğundan dolayı anyonik kompleks üretilmiştir. Üretilen anyonik komplekslerin kağıda tutunumu sağlamak için katyonik nişasta ilavesi yapılarak sonrasında anyonik kompleks eklenmiş olup en iyi sonucu BPEK ilavesi ile üretilen kağıtlar vermiştir.

Teşekkür

Tüm yazarlar 110o554 nolu proje ile finansal desteğinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür eder.

Kaynaklar

- Ankerfors, C. (2008). Polyelectrolyte complexes: their preparation, adsorption behaviour and effect on paper properties.
- Ergün, M.E.(2014). Biyopolielektrolit Komplekslerin Üretimi ve Kuru Sağlamlık Maddesi Olarak Kâğıt Üretiminde Kullanımı
- Gärdlund, L. (2006). Polyelectrolyte Complexes: Their Characterization and use for Modification of Wood Fibre Surfaces.
- Gärdlund, L., Forsström, J., Andreasson, B., & Wågberg, L. (2005). Influence of polyelectrolyte complexes on the strength properties of papers from unbleached kraft pulps with different yields. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 20(1), 36-42
- Gernandt, R., Wågberg, L., Gärdlund, L., & Dautzenberg, H. (2003). Polyelectrolyte complexes for surface modification of wood fibres: I. Preparation and characterisation of complexes for dry and wet strength improvement of paper. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 213(1), 15-25.
- Gärdlund, L., Wågberg, L., & Norgren, M. (2007). New insights into the structure of polyelectrolyte complexes. *Journal of colloid and interface science*, 312(2), 237.
- Horvath, A. E., Lindström, T., & Laine, J. (2006). On the indirect polyelectrolyte titration of cellulosic fibers. Conditions for charge stoichiometry and comparison with ESCA. *Langmuir*, 22(2), 824-830.
- Kabanov, V. A. (2003). *Fundamentals of polyelectrolyte complexes in solution and the bulk*. Wiley: New York.
- McKenzie, A. W. (1984). The structure and properties of paper. XXI: The diffusion theory of adhesion applied to interfibre bonding. *Appita*, 37(7), 580-583.
- Michaels, A. S., & Miekka, R. G. (1961). Polycation-polyanion complexes: Preparation and properties of poly-(vinylbenzyltrimethylammonium) poly-(styrenesulfonate). *The Journal of Physical Chemistry*, 65(10), 1765-1773.
- Ondaral, S., Usta, M., Gumusderelioglu, M., Arsu, N., & Balta, D. K. (2010). The synthesis of water soluble cationic microgels by dispersion polymerization: Their performance in kaolin deposition onto fiber. *Journal of applied polymer science*, 116(2), 1157-1164.
- Torgnysdotter, A., & Wågberg, L. (2006). Tailoring of fibre/fibre joints in order to avoid the negative impacts of drying on paper properties. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 21(3), 411-418.

TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI YENİLENEBİLİR ENERJİDE YENİDEN YAPILANMA

Alaeddin BOBAT¹

Necmi ÖZDEMİR²

ÖZET

Yenilenebilir enerji doğal süreçlerde var olan enerji akışından elde edilen enerji biçiminde tanımlanabilir. Bu enerjinin kaynakları güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, biyokütle ve hidrojen olarak sıralanabilir. Çoğunlukla doğada yok olmayan ya da sürekliliği olan varlıklara yenilenebilir enerji denebilir. Genel olarak yenilenebilir enerji, enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır. Örneğin, güneşten elde edilen enerji ile çalışan bir teknoloji bu enerjiyi tüketir, fakat tüketilen enerji toplam güneş enerjisinin yanında çok küçük kalır. En genel yenilenebilir enerji şekli güneşten gelendir. Yenilenebilir enerjinin tesisler, hayvanlar ve insanlar tarafından kalıcı olarak tüketilmesi mümkün değildir. Fosil yakıtlar, çok uzun bir zaman çizelgesi göz önüne alındığında kuramsal olarak yenilenebilir iken, aşırı ve yoğun kullanılması sonucu hem yakın gelecekte tamamen tükenme tehlikesi ile karşı karşıyadır hem de küresel iklim değişiminin başlıca tetikçisidir. Bu nedenlerle yenilenebilir enerjiye daha çok önem verilmekte ve hükümetler yenilenebilir enerji politikalarını gözden geçirerek tıkanıklıkları aşmaya çalışmaktadırlar.

Bu makale, Türkiye’deki yenilenebilir enerji politikalarını ve bu konuda yapılan yenilikleri ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar Sözcükler : Yenilenebilir enerji, politikalar, yeniden yapılanma, Türkiye

RENEWABLE ENERGY POLICIES OF TURKEY : REENGINEERING IN RENEWABLES

ABSTRACT

Renewable energy is derived from natural processes that are replenished constantly. In its various forms, it derives directly from the sun, or from heat generated deep within the earth. Included in the definition is electricity and heat generated from solar, wind, ocean, hydropower, biomass, geothermal resources, and biofuels and hydrogen derived from renewable resources. Rapid deployment of renewable energy and energy efficiency, and technological diversification of energy sources, would result in significant energy security and economic benefits. Renewables would also reduce environmental pollution such as air pollution caused by burning of fossil fuels and improve public health, reduce premature mortalities due to pollution and save associated health costs. Renewable energy sources, that derive their energy from the sun, either directly or indirectly, such as hydro and wind, are expected to be capable of supplying humanity energy for almost another 1 billion years, at which point the predicted increase in heat from the sun is expected to make the surface of the earth too hot for liquid water to exist. While they are regarding renewable theoretically considering too long time schedule, fossils fuels are facing the depletion threat because of overutilization and they are triggers of global climate change/variabilities. Therefore, renewables are placed a particular importance and renewable policies are tried to overcome the barriers considering energy policies by governments.

This article aims to reveal renewable energy policies and the reengineering in energy policies of Turkey.

Keywords : Renewable energy, policies, reengineering and Turkey

Giriş

Hızla artan nüfusun ve gelişen endüstrinin enerji gereksinimi kısıtlı kaynaklarla karşılanamamakta, enerji üretimi ve tüketimi arasındaki açık giderek artmaktadır. Küresel enerji tüketiminin, 2035 yılına gelindiğinde 1998 yılında tüketilen enerji miktarının iki katı, 2055 yılında ise üç katı olacağı tahmin edilmektedir (Özkaya, 2016:1).

Öte yandan petrol, doğalgaz, kömür ve nükleer enerji gibi “yenilenemeyen”, geleneksel enerji kaynakları çevreyi ve insan sağlığını giderek daha fazla tehdit etmektedir. Geleneksel enerji kaynaklarının, başta ulaştırma olmak üzere, konut ve endüstri sektöründe yaygın olarak kullanılması, sorunu daha da karmaşık bir duruma getirmektedir. Sözelimi, ulaştırma sektöründeki enerji tüketiminin %95’i petrolden karşılanmaktadır. Bu oranın

¹ Prof.Dr.Kocaeli Üniversitesi, bobatus@gmail.com

² Yard.Doç.Dr.Kocaeli Üniversitesi, necmi.ozdemir@kocaeli.edu.tr

gelecek beş yıl içinde, gelişmiş ülkelerde yılda %1,5, gelişmekte olan ülkelerde ise %3.6 düzeyinde artması beklenmektedir (Özkaya, 2016:1).

Fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan karbondioksit (CO₂) miktarı genel olarak bitki örtüsünün, özel olarak ise ormanların azalmasıyla giderek artmakta, bu nedenle atmosferdeki diğer gazlarla birlikte güneş ışınlarının yansımaları engellemektedir. Böylece “sera etkisi” oluşmakta ve iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Küresel ısınmanın bu şekilde artmaya devam etmesi durumunda, 2040 yılına kadar, deniz seviyesinin bir metreye kadar yükseleceği, bu durumda dünyanın en büyük kentlerinin sular altında kalacağı yolunda görüşler ileri sürülmektedir (Keles and Bilgen, 2012:5200; Özkaya, 2016:2).

Fosil yakıtların kullanılması ile ortaya çıkan gazlardan biri olan karbonmonoksit (CO) vücuttaki oksijen oranını azaltarak ölümlere yol açarken, kükürtdioksit (SO₂) kansere neden olmaktadır. Doğalgazın yanmasıyla ortaya çıkan kokusuz ve gözle görülemeyen azotoksit (NO) ise atmosferde diğer gazlarla etkileşime girerek vücudun bağışıklık sistemini çökertmektedir (Yılmaz, 2012:35; Özkaya, 2016:2).

Diğer taraftan, İkinci Dünya Savaşı sonrasında barışçıl amaçlarla kullanılmaya başlanan nükleer enerjiye duyulan güven, bugün dünyadaki elektrik enerjisinin %17’sini üretse de, 1986 yılındaki “Çernobil Nükleer Kazası” ve 2011 yılındaki tsunaminin ardından yaşanan “Fukushima Nükleer Trajedisi” ve süregelen atık sorunları nedenleriyle azalmaya başlamıştır. Günümüzde 1000’i aşkın ticari, askeri ve araştırma amaçlı nükleer reaktör işletilmekte, ancak yeni tesisler açılması yoğun tartışmalara neden olmaktadır (Özkaya, 2016:3). Hatta bazı gelişmiş ülkeler nükleer santrallerini kapatma yolunda karar almaktadırlar.

Bütün bu gelişmelerin yanı sıra petrolün 50 yıl, doğal gazın ise 200 yıl içinde tükeneneceğinin tahmin edilmesiyle insanoğlu doğa ile dost, temiz ve görece daha ucuz enerji kaynakları arayışına yönelmiştir. Bu kapsamda, zaman açısından “sürdürülebilir” olmakla birlikte dünyanın her bölgesinde var olabileceği özelliğini de taşıyan “yenilenebilir enerji kaynakları”nın daha fazla kullanılması yönünde adımlar atılmaya başlanmıştır (Apricum Insights, 2015:23) .

Tükenen doğal varlıklar, küresel ısınma, iklim değişiklikleri, sera gazlarının azaltılması, dünyada artan enerji kullanımı, mevcut kaynakların korunması gerekliliği, fosil yakıtların azalması ve tükenme olasılığı ile petrol fiyatlarındaki belirsizlik göz önüne alındığında temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı kaçınılmaz duruma gelmektedir (Komor and Bazilian, 2005; Apergis, 2014:). Bu durum ülkeleri yenilenebilir enerji alanında yeni yatırımlar yapmaya, yenilenebilir enerjinin kullanımını teşvik etmeye ve bu yönde politikalar oluşturmaya yöneltmektedir (Yazar, 2010:17).

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin bir ülke olup coğrafi konumu bu kaynakların etkin kullanımını mümkün kılmaktadır (Yuksel ve Kaygusuz, 2011:4133; Baris ve Kucukali, 2012:5). Bu alandaki kaynakların verimli kullanılabilmesi için ülkemizde de yasal düzenlemeler ve teşvikler yapılmakta, yeni politika arayışları sürmektedir.

Türk Dil Kurumu’na göre politika, devletin etkinliklerini amaç, yöntem ve içerik olarak düzenleme ve gerçekleştirme esaslarının bütünüdür. Bir diğer tanıma göre politika, davranış biçimi ve düşünce yapısıdır (TDK, 2016:1). Her iki tanımda varolan ortak nokta, herhangi bir konuda izlenecek yol ve yordamın önce düşünce ve planlamada, daha sonra ise uygulamada yaşama geçirilmesidir.

Ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişmelerinin sürükleyici unsuru ve en temel gereksinimlerinden biri, enerjidir. Bu nedenle de ülke yönetimlerini üstlenenler enerjiyi kesintisiz, güvenilir, temiz ve ucuz yollardan bulmak ve bu kaynakları da mutlaka çeşitlendirmek durumundadırlar. Kimi geleneksel enerji kaynakları ile geri kalmış teknoloji kullanımının, doğal çevrede geri dönülmez bozulmalara yol açmaması için de, “sürdürülebilir kalkınma” kavramı gündeme gelmiş ve yalnız enerji kaynağı teminini ve enerji üretimini temel alan planlamanın yerini, gelişmiş toplumlarda **enerji-ekonomi-ekoloji** dengesini özenle gözetilen planlama anlayışı ile, kaynak çeşitliliğini ve jeopolitik gerçekleri dikkate alan enerji güvenliği modelleri almaya başlamıştır (Pamir, 2003:3).

Enerji, bir ülkenin ekonomik ve sosyal gelişiminin en temel ve sürükleyici gereksinimlerinden biridir. Ulusal gönencin arttırılarak gelişmişlik düzeyinin yükseltilebilmesi ve aynı zamanda küresel rekabet alanında söz sahibi olunabilmesi açısından stratejik boyutlara sahip olan enerji konusu, güncel gelişmeler ve sektörel gereksinimler doğrultusunda uzun dönemleri kapsayan politikalarla biçimlendirilmelidir.

Enerji güvenliği, ekonomik güvenliğin ve ulusal güvenliğin yaşamsal bileşenlerindedir. Enerji politikasının; dış politika, güvenlik politikası, tarım ve sanayi politikaları, ulaştırma politikası, ekonomi politikası, eğitim politikası ve çevre politikasıyla bir arada bütünleşik biçimde planlanması gerekir (Figure 1)

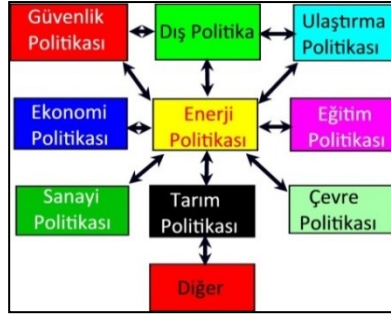


Figure 1. Çok Boyutlu ve Bütünleşik Enerji Politikası

Bu çalışmada, Türkiye'nin yenilenebilir enerji varlıkları, bu varlıkların kullanım oranları ve yenilenebilir enerjide izlenen politikalar bir bütün olarak ele alınmaktadır.

TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

Geleneksel Enerji - Fosil Yakıtlar

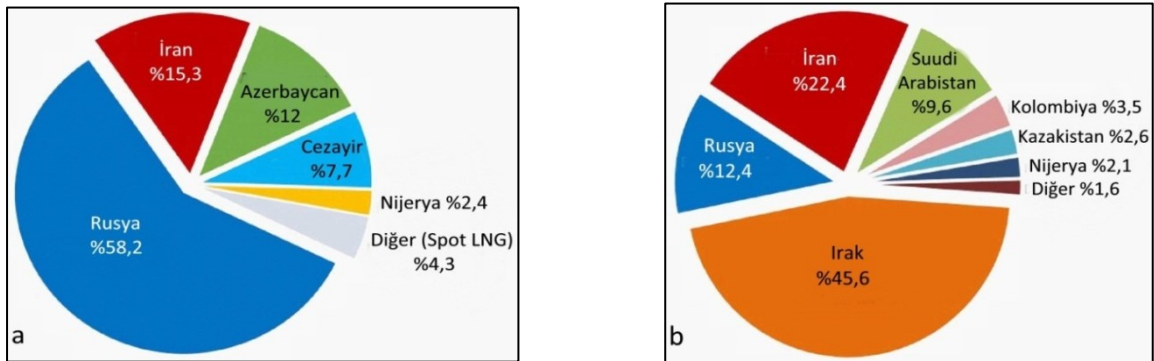
Türkiye, son on yılda kaydettiği ekonomik büyümeye koşut olarak Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkeleri içerisinde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumuna gelmiştir. Aynı biçimde, dünyada 2002 yılından bu yana elektrik ve doğal gazda Çin'den sonra en fazla talep artış hızına sahip ikinci büyük ekonomi olmuştur. Yapılan öngörüler, bu eğilimin orta ve uzun dönemde de süreceğini göstermektedir (Selam, Özel, Akan, 2013).

Enerji dağıtımının tamamen özel sektöre devredildiği ve enerji üretim varlıkları özelleştirilmesinin önümüzdeki beş yıl içerisinde tamamlanmasının planlandığı bu dönemde uygulanan özelleştirme programı, ülkenin enerji sektörüne göreceli olarak daha rekabetçi bir yapı kazandırmıştır (TCDB, 2016:1).

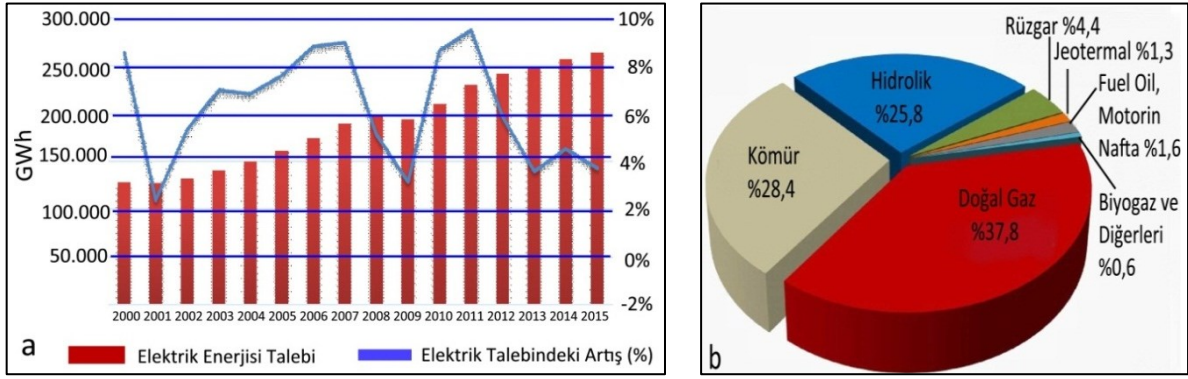
Hızla artan enerji talebi sonucunda Türkiye'nin, başta petrol ve doğal gaz olmak üzere, enerji ithalatına bağımlılığı artmaktadır. Toplam enerji talebinin yaklaşık %27'sini yerli kaynaklardan karşılayabilen Türkiye, kalan enerji gereksinimini çeşitlilik gösteren ithal kaynaklardan karşılamaktadır.

Doğal gaz tüketiminin yaklaşık %99'unu ithal eden Türkiye, 2015 yılında 51 milyar m³'lük doğal gaz gereksiniminin yaklaşık %58'ini Rusya'dan, %15'ini İran'dan, %12'sini Azerbaycan'dan, %7,7'sini Cezayir'den (LNG) ve %2,4'ünü Nijerya'dan (LNG) sağlamıştır (Şekil 1a). 2015 yılında ham petrol tüketiminin yaklaşık %89'unu dışarıdan alan Türkiye, aynı yıl yaklaşık 25 milyon ton ham petrol ithal etmiştir. Söz konusu dışalım ağırlıklı olarak Irak (%31), İran (%30), Suudi Arabistan (%12), Nijerya (%10) ve Kazakistan (%9)'dan (TCDB, 2016:2) yapılmıştır (Şekil 1b).

2015 yılında yaklaşık 130 milyon ton eşdeğeri petrol (mtep) enerji talebinin, 2023 yılında 218 mtep'e ulaşması öngörülmektedir. Halen, birincil enerji talebinin yaklaşık %35'i doğal gaz, %28,5'i kömür, %27'si petrol, %7'si hidrolik ve %2,5'i diğer yenilenebilir kaynaklardan karşılanmaktadır. 2015 yılında 264 TWh olarak gerçekleşen elektrik talebinin 2023 yılında 414 TWh'a yükseleceği (TCDB, 2016) beklenmektedir (Şekil 2a).



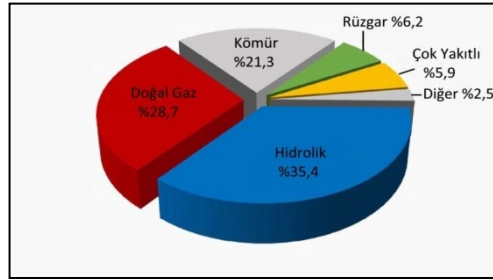
Şekil 1. Doğal Gaz (a) ve Ham Petrol (b) Dışalımının Ülkelere Göre Dağılımı



Şekil 2. Yıllara Göre Elektrik Talebi ve Artış Hızı (a) ile Üretimin Kaynaklara Göre Dağılımı (b)

Ülkemizde 2015 yılında üretilen yaklaşık 264 TWh elektrik enerjisinde doğal gaz yakıtlı santrallerin payı %37,8 olarak gerçekleşmiştir. Doğal gazın yanında, 2015 yılında üretilen elektriğin %28,4'ü kömürden, %25,8'i hidrolik enerjiden, %4,4'ü rüzgârdan, %1,3'ü jeotermal kaynaklardan, %1,6'sı asfaltit ve petrol yakıtlı sıvı yakıtlardan, %0,6'sı biyogazdan elde edilmiştir (Şekil 2b).

2015 yılı sonu itibarı ile Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü 74,000 MW'a yaklaşmıştır. Bu kurulu gücün %35,4'ünü hidrolik (barajlı ve akarsu), %28,7'sini doğal gaz, %21,3'ünü kömür, %6,2'ini rüzgâr, %5,9'unu çok yakıtlı santraller, %0,8'ini jeotermal kaynaklı terminaller ve %1,7'sini diğer kaynaklar oluşturmaktadır (Şekil 3)(EMO, 2016).



Şekil 3. Kurulu Gücün Kaynaklara Göre Dağılımı

Türkiye, enerjide dışa bağımlılığı azaltmak, yerel kaynakların kullanımını en üst düzeye çıkarmak, iklim değişikliğiyle mücadele hedeflerini göz önünde bulundurarak ulusal enerji bileşiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını yükseltmek ve enerji sepetini çeşitlendirmek zorundadır (Yazar, 2010:11; Yörkan, 2014:115). Her ne kadar tartışma konusu olsa da, Türkiye nükleer enerji yatırımları için ilk adımlarını atmış ve öncelikle Akkuyu'da Rusların kurup işleteceği 4800 MW gücünde dört reaktörden oluşan ilk Nükleer Güç Santrali anlaşmasını imzalamıştır. Bunun dışında Sinop ve İğneada diğer nükleer tesisler için seçilen yerler arasına girmiştir. Bu çerçevede, biri Mersin/Akkuyu'da diğeri Sinop'ta inşa edilecek iki nükleer santral ile 2023 yılı itibarıyla, elektrik üretiminin yaklaşık %10'unun nükleer enerjiden karşılanması hedeflenmektedir.

Yenilenebilir Enerji

Uluslararası enerji ajansı yenilenebilir enerji ve kaynaklarını "Sürekli yeniden doğan doğal süreçlerden ortaya çıkan; değişik biçimlerde doğrudan ya da dolaylı olarak güneş veya dünyamızın içinde meydana gelen ısıdan oluşan; güneş, rüzgâr, biyoyakıt, jeotermal, hidrojen, okyanus kaynakları ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen hidrojen" olarak tanımlamaktadır (OECD/IEA, 2012).

10 Mayıs 2005 tarih ve 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'da "Tanımlar ve kısaltmalar" başlıklı üçüncü maddesinin birinci fıkrasının sekiz numaralı bendinde, yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) "Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarıdır" biçiminde tanımlanmıştır. Yine aynı maddenin birinci fıkrasının onbir numaralı bendinde, bu kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları "Rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı onbeş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynaklarını ifade eder" şeklinde bir açıklamaya yer verilmiştir (RG, 2005).

Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması, enerji kaynaklarının büyük çoğunluğunun ithal edilmesi, dolayısıyla enerjide dışa bağımlı hale gelmesi, telafisi olmayan çevre sorunlarının oluşması yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgiyi artırmıştır (Yılmaz, 2014:5). Bu ilginin diğer bir nedeni de yenilenebilir enerji türlerinin yaygınlaştırılmasının, yerel iş alanları oluşturup işsizlik ve göç gibi sosyal sorunlara çare olabilemesidir. Yeni iş alanları oluşturan yenilenebilir kaynakların ülke ekonomisini olumlu etkilemesine, ithalat için harcanan döviz giderlerini azaltarak dış ticaret açığının giderilmesine de katkıda bulunacağı düşünülmektedir (Gençoğlu, 2002:61; Ağaçbiçer, 2010: 28; Ayan ve Pabuçcu, 2013:93).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gerektiren nedenlerden biri de, fosil yakıt kullanımının oluşturduğu çevre sorunlarıdır. Petrol, kömür ve doğalgaz kullanımı ile atmosfere yayılan; karbondioksit (CO₂), kloroflorokarbon (CFC), metan (CH₄), azotoksit (N₂O) gibi gazlar atmosferin dengesini bozarak, hava kirliliği, asit yağmurları ve küresel ısınma gibi olaylara neden olmaktadır (Keles and Bilgen, 2012; Adıyaman, 2012:15; Yeşil, 2015:11).

Özellikle 1980'li yıllardan sonra gündeme gelmeye başlayan "Küresel Isınma" ve "İklim Değişikliği" gibi kavramların ortaya çıkmasındaki en önemli etkenin fosil yakıt kullanımı olduğu bilinmektedir (Akan vd., 2015:16381; Altinkaya ve Aslan, 2015:395).

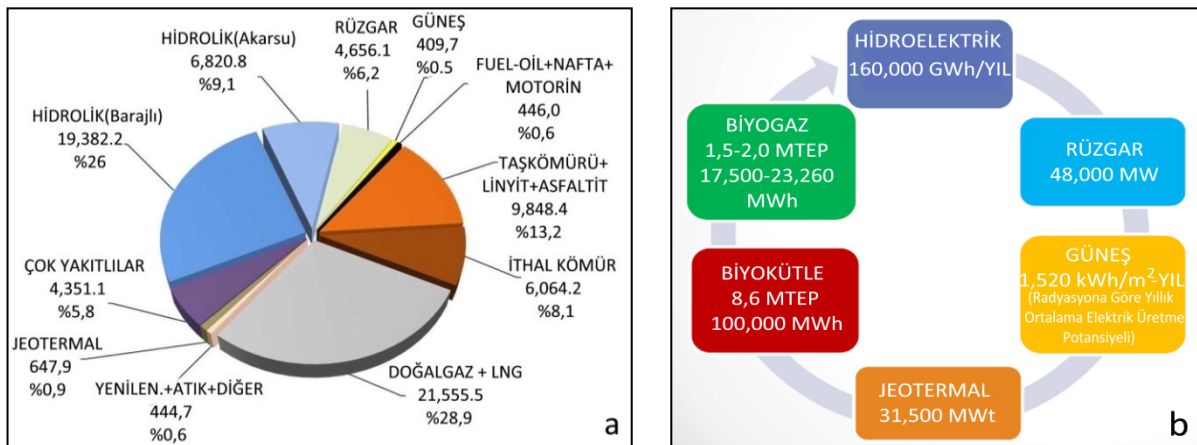
Yenilenebilir enerji bakımından önemli bir gizilgüce sahip olan Türkiye, jeotermal potansiyeli ile Avrupa'da 1., dünyada 7. sırada yer almaktadır (Satman, 2007: 3; Akçin, 2015: 16; Akyüz, 2015:21). Söz konusu enerji kaynağının yanı sıra hidroelektrik kaynakların, ayrıca rüzgâr ve güneş enerjisinin geliştirilmesine de öncelik verilmektedir. Bu çerçevede, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 2014 yılı Aralık ayında yayımlanan "Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı"na göre, 2023 itibariyle hidroelektrik kurulu güç kapasitesinin 34,000 MW'a, rüzgar enerjisi kurulu kapasitesinin 20,000 MW'a; güneş enerjisi kapasitesinin 3,000 MW'a, jeotermal enerji kapasitesinin ise 1,000 MW'a çıkarılarak toplam elektrik üretiminin %30'unun yenilenebilir enerjiden karşılanması hedeflenmektedir (TUYEEP, 2014) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Eylem Planına Göre Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç ve Elektrik Üretimi (TUYEEP, 2014)

Teknoloji	Kurulu Güç(MW)			Elektrik Üretimi(GWh)		
	2013	2023	Artış(%)	2013	2023	Artış(%)
Hidrolik	22,289	34,000	53	59,420	91,800	54
Rüzgar	2,759	20,000	625	7,558	50,000	562
Jeotermal	310	1,000	223	1,364	5,100	274
Güneş	0	5,000	-	0	8,000	-
Biyokütle	224	1,000	346	1,171	4,533	287

2016 yılı Nisan sonu itibariyle Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü 74,627 MW'a ulaşmış ve bu güç içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı hidrolik dahil %40'ı geçmiştir (Şekil 4a). Bu dağılımda en büyük pay %35,1 ile hidrolik enerjiye, daha sonra % 6,2 pay ile rüzgar enerjisine ve son olarak da güneş (%0,5) ile jeotermal enerjiye (%0,6) düşmektedir (EMO, 2016). Güneş enerjisi şimdilik en çok su ısıtma (sıcak su elde etme) amaçlı olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları gizilgücü ise çeşitli senaryolara göre değişmekle birlikte, genel kapsamda 160,000 GWh hidrolik, 48,000 MW rüzgar, 1,520 kWh/m²-yıl güneş, 31,500 MWt jeotermal, 8,6 Mtep biyokütle ve 1,5-2,0 Mtep biyogaz olarak hesaplanmaktadır (WWF, 2014:19; Usta, 2015:7) (Şekil 4b).



Şekil 4. Yenilenebilir Enerjinin Kaynaklara Göre Dağılımı (a) ve Yenilenebilir Enerji Potansiyeli (b)

Çok boyutlu enerji stratejisi çerçevesinde Türkiye'nin kaynak ülke ve güzergâh çeşitliliğine gitmesi, enerji karışımında yenilenebilir enerjinin payını arttırması, nükleer enerjiden de yararlanılmaya başlaması, enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik çalışmalarda bulunması ve Avrupa'nın enerji güvenliğine katkıda bulunulması amaçları doğrultusunda hem genel enerji politikalarını hem de yenilenebilir enerji politikalarını gözden geçirmesi gerekmiştir. Bu bağlamda, Türkiye 2005 yılında yenilenebilir enerji politikalarında köklü değişikliğe ve yeniden yapılanmaya gitmek zorunda kalmıştır.

Yenilenebilir Enerji Politikaları

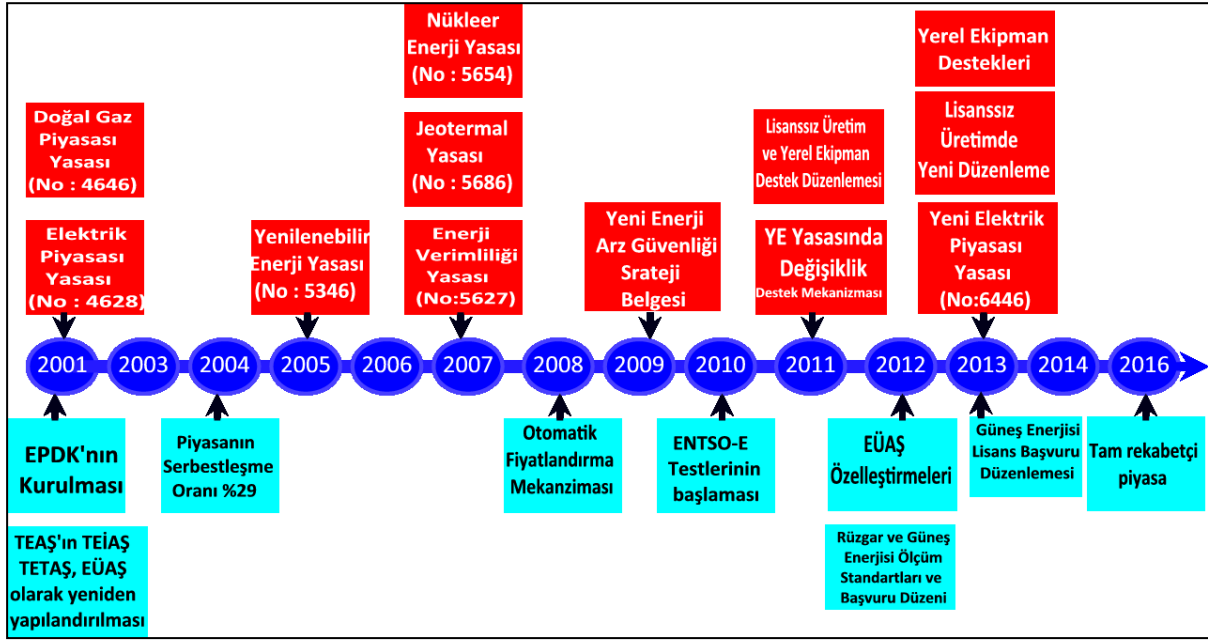
1984 yılında yürürlüğe konulan beşinci beş yıllık kalkınma planında, yeni ve yenilenebilir kaynaklardan kısa sürede yararlanmak için gerekli girişimlerin desteklenmesi gerektiği belirtilmiş; altıncı beş yıllık kalkınma planında başta hidrolik olmak üzere jeotermal ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha büyük oranda yararlanılması; yedinci beş yıllık kalkınma planında ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması gerektiği belirtilmiştir (Güler ve Çobanoğlu, 1997:49). Sekizinci beş yıllık kalkınma planında da yenilenebilir enerji kaynaklarından ayrıntılı bir şekilde söz edilmiş, Dünya'da ve Avrupa'da bu kaynakların kullanım durumları, verilen teşvikler, çevre üzerine etkileri ayrıntılı olarak irdelenmiştir. Ayrıca bu kaynaklardan yararlanılması için yapılması gerekenler sonuç kısmında özetlenmiştir (DPT, 2001:18).

Hükümet programlarında da yenilenebilir kaynakların yerli olmaları, çevreye zarar vermemeleri, fosil kökenli yakıtların arz güvenliği olmaması gibi nedenlerle kullanımının gereklilikleri belirtilmiştir. Ancak dört plan döneminde de ciddi anlamda yatırımlar yapılmamış, teşvikler verilmemiştir. Bu nedenlerle de yenilenebilir enerji konusunda küçük ölçekli birkaç çalışma dışında pek bir şey yapılmamıştır (Görez ve Alkan, 2005:10).

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından hidroelektrik ve yakacak amaçlı kullanılan biyokütle kaynakları dışında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimindeki payı 2006 yılı sonuna kadar %1'in altında gerçekleşmiştir (Bacac vd., 2009:11).

Türkiye'de yıllardır dile getirilen, kalkınma planlarına konulan, hükümet programlarında belirtilen ve pek bir şey yapılmayan yenilenebilir enerji ile ilgili en önemli gelişme 10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'un (YEK) çıkarılması sonucu ivme kazanmıştır. Ancak, ondan önce 2001 yılında 4628 sayılı Enerji Piyasası Kanunu'nun çıkarılması, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK)'nun kurulması ve yine aynı yıl TEAŞ'ın üçe ayrılması da önemli kilometre taşlarından sayılabilir. 5346 sayılı kanun ile yenilenebilir enerji kaynaklarının neler olduğu tanımlanmış ve bu kaynaklara bazı teşvikler getirilmiştir. Öte yandan Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine verdiği önemin bir ifadesi olarak, 26 Ocak 2009 tarihinde Bonn'da düzenlenen konferans sonunda imzalanan anlaşmayla, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) kurucu üyeleri arasında yer almıştır. Zaman içerisinde değişen koşullar nedeniyle YEK kanununda 29.12.2010 tarihinde bazı düzenlemelere gidilmiş ve yenilenebilir enerji konusunda Türkiye'de yeni bir dönem başlamıştır. Yapılan bu değişiklikle devlet teşvikleri kaynak bazında çeşitlendirilmiştir. Kaynak kullanımında yerli teknolojinin gelişmesini desteklemek için ayrıca teşvikler verilmiştir. Gerekli çalışmalar ve testler tamamlanarak, Avrupa Elektrik İletim Sistem İşletmecileri Ağıyla (European Network of Transmission System Operators for Electricity, ENTSO-E) senkron deneme işletmesi 18 Eylül 2010 tarihinde başlatılmış olup, Türkiye elektrik pazarının AB elektrik pazarıyla fiziksel bütünlüğünün sağlanması amacıyla Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) Genel Müdürlüğü ile ENTSO-E ilgili kurullarının Türkiye elektrik sisteminin Avrupa Kıtası elektrik sistemine kalıcı olarak bağlantısı konusunda 15 Nisan 2015 tarihinde Brüksel'de "**Uzun Dönemli Anlaşma**" imzalanmıştır. Böylece ülkemiz elektrik sistemi ve elektrik piyasası ile Avrupa iç elektrik piyasası arasındaki entegrasyon ileri bir aşamaya taşınmıştır (TCDB, 2016).

YEK Kanun'unda 2011 yılında tekrar değişiklik yapılmış ve yerli üretim konusunda yeni teşvikler getirilmiştir. Ayrıca, lisanssız üretim konusu düzenlenmiştir. 2012 yılında EÜAŞ'a ait hidroelektrik santraller özelleştirilmeye başlanmıştır. Daha sonra rüzgar ve güneş enerjisi için ölçüm standartları geliştirilerek başvuru koşulları yeniden düzenlenmiştir. 2013 yılında, 6446 sayılı yeni elektrik piyasası yasası yürürlüğe girmiş; güneş enerjisi başvuruları, lisanssız elektrik üretimi ve yerel ekipman destekleri yeniden yapılandırılmıştır. 2016 yılında ise tam rekabetçi piyasaya geçilmesi planlanmıştır (WWF, 2014:93; Usta, 2015:25) (Şekil 5).



Şekil 5. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Düzenlemelerinde Önemli Kilometre Taşları(2001-2016)

Teşvikler

Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve kullanılmasında en önemli yöntemlerden biri fiyat teşvikleridir. YEK kanununa göre Türkiye, teşvik yöntemi olarak sabit fiyat garantisini uygulamaktadır (Uluatam, 2010:35). Bu teşvik 2005-2015 yılları arasında kapsayan on yıllık bir dönem için belirlenmiştir. Bu yöntem, firmaların ürettiği elektriği belirlenen asgari fiyatlar üzerinden satın almayı zorunlu kılan bir sistemdir (Kılıç, 2011:38; Sabuncu and Çolakoğlu, 2012:10). Bu fiyatlar genellikle piyasa fiyatının üzerindedir. Yatırım ve diğer sübvansiyonlar Genel Yatırım Teşvik Rejimi Haziran 2012'de değiştirilmiştir. Yeni teşvik rejimi ENR (Engineering News-Record) yatırımları için geçerli ve temel olarak yatırım ekipmanı satın almada (veya ithal etmede) KDV bağışıklığı, yatırım ekipmanı ithal etmede gümrük vergisi bağışıklığı, diğer fon ve ek ücretlerden bağışıklık sağlamaktadır (KPMG, 2016:12).

6446 sayılı yeni Elektrik Piyasası Kanunu 30 Mart 2013 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu kanun kapsamında sağlanan teşvikler, bir üretim lisansına sahip ve faaliyetlerine 31 Aralık 2015'ten önce başlamış olan yatırımcılar için geçerli sayılmaktadır. Faaliyetin başladığı tarihten itibaren 5 yıl boyunca geçerli olmak üzere, iletim sistemi kullanma bedeline %50 indirim uygulanmakta, elektrik santralleriyle ilgili olan ve yatırım dönemi içinde sonuçlandırılan belgeler ve işlemler damga vergisinden ve harçlardan bağışık tutulmaktadır (Kaplan, 2015:3). Bunların dışında tarife garantisi, tarife ve devletin satın alma garantisi, enerji üretim tesisinin faaliyete başlamasından sonra 10 yıl boyunca uygulanmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alım Garantileri (ABD Doları sent/kWh)

Teknoloji	Alım Garantisi	Yerli Ürün İçin İlave Destek	Faydalanılabilecek En Fazla Destek
Hidroelektrik Üretim Tesisi	7,3	2,3	9,6
Rüzgar Enerjisine Dayalı Üretim Sistemi	7,3	3,7	11
Fotovoltaik Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi (PV)	13,3	6,7	20
Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi (CSP)	13,3	9,2	22,5
Biyokütleyle Dayalı Üretim Tesisi (Çöp Gazı Dahil)	13,3	5,6	18,0
Jeotermal Enerjiye Dayalı Üretim Sistemi	10,5	2,7	13,2

6446 sayılı yeni Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle, işletimde olan veya 31 Aralık 2020 tarihine kadar işleme girecek olan elektrik santralleri için, yatırım ve işletme dönemlerini de kapsamak üzere 10 yıl boyunca enerji nakil hatları kiralama, irtifak ve kullanma hakkı konusunda %85 indirim uygulaması getirilmiştir (KPMG, 2016:12; Blythe vd., 2015:8).

31 Aralık 2015 tarihinden önce faaliyete başlamış yenilenebilir enerji tesislerinde kullanılan mekanik ve elektromekanik ekipman Türkiye’de üretilmişse, bazı koşullara uymak kaydıyla, bu tesislere 5 yıl boyunca 0,4 sent ila 3,5 sent/kWh arasında ilave teşvik sağlanmaktadır (KPMG, 2016:13)

Maksimum 1 MWe kurulu güce sahip yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik santralleri ve diğer benzeri yatırımlar herhangi bir üretim lisansı olmadan faaliyet gösterebilmektedir (Kaya, 2012:7).

Dünyada fiyatlandırma sistemi ilk kez 1980’lerde ABD’nin California eyaletinde uygulanmıştır. Başarılı olan bu uygulama ile California zamanın dünyadaki yenilenebilir enerji lideri haline getirilmiştir (Atıcı, 2012:711). Almanya ve Danimarka da fiyatlandırma sistemini başarılı olarak uygulayan diğer ülkelerdir. Bu sistemin başarılı olması için, sabit fiyatların çeşitli yenilenebilir enerji türlerini özendirme amacıyla yeteri kadar yüksek, alım garantisinin de yeteri kadar uzun olması gerekmektedir (Teke, 2013:61). Fiyat teşviklerinde verilen süre iyi hesaplanmalıdır. Çünkü gereğinden az verilen süre yatırımcı sayısının düşmesine, rekabetin azalmaya başlamasına yol açabileceği gibi, gereğinden fazla verilen süre de yatırımcıların aşırı kazanca dolayısıyla devlet bütçesinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

Tartışma

İklim bilimciler ve enerji uzmanları “yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji ve elektrik talebini karşılamadaki payının artması, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinin önlenmesi için en başta gelen politika seçeneği olmalı” biçiminde sözleri tekrarlayıp durmaktadırlar. Türkiye’nin mevcut enerji stratejisi ve politikaları ile öncelikle kömür, sonra nükleer ve en son olarak da yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi amaçlanmaktadır (WWF, 2014:9). Türkiye’de güneş ve rüzgârdan elektrik üretiminin sosyal, çevresel ve toplumsal dışsallıkları içermeyen maliyetinin orta ve uzun dönemde fosil yakıtlarla başa baş duruma gelebileceği öngörülmektedir.

En temiz ve en ucuz enerji, tüketilmeyen enerjidir. Başta ABD olmak üzere, dünyanın gelişmiş ülkelerinin, enerji politikalarında gözettikleri en önemli öğelerden birisi de enerji verimliliğini arttırmak, enerji yoğunluğunu azaltmak ve enerji tasarrufuna özen göstermektir. Enerji yoğunluğu, 1 dolarlık gayri safi hasıla(GSMH) yaratabilmek için kullanılan enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır. Çağdaş enerji politikalarında hedef, yalnızca kişi başına kullanılan enerji ya da elektrik tüketim miktarını arttırmak değil, enerjiyi en verimli biçimde kullanabilecek sistemleri geliştirerek, en az enerji harcaması ile en fazla enerjiyi üretebilecek, iletecek ve tüketecek yapıyı kurabilmektir. Türkiye’nin enerji verimliliği ve enerji yoğunluğuna ilişkin iddialı sayılabilecek hedeflerine ulaşması için sektörel ölçekte gerekli adımların gecikmelere ve istisnalara yer vermeden kararlılıkla uygulanması gerekmektedir. Brezilya örneğinde olduğu gibi, elektrik üretici ve dağıtıcılarının cirolarının belli bir kısmını enerji verimliliği projelerine aktarmaları gibi araçlar Türkiye’de de olumlu sonuç verebilir. Bu nedenle enerji verimliliği hedeflerine ulaşmak için daha etkin politikalar hayata geçirilmelidir (Pamir, 2003:1).

Türkiye, 1990-2012 yılları arasında toplam sera gazı emisyonlarını %133, elektrik ve ısı üretiminden kaynaklanan emisyonları ise %286 oranında artırmıştır. Türkiye, elektrik üretiminin karbon yoğunluğunda hem OECD, hem de AB ortalamasının altında bir performans sergilemekte, yani ürettiği kWh elektrik başına daha çok karbon emisyonuna neden olmaktadır (WWF, 2014:15).

Türkiye’nin 2030 yılında elektrik enerjisi talebinin yarısına yakını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayabileceği öngörülmektedir. Bu hedef doğrultusunda oluşturulacak bir enerji stratejisinin maliyeti, kömüre öncelik veren politika seçeneklerinin maliyetinden daha yüksek olmamaktadır. Aynı zamanda, yenilenebilir enerji öncelikli bir strateji ile elektrik üretimi kaynaklı emisyonları bugünkü seviyelerinin çok az yukarısında sabitlemenin mümkün olacağına da işaret etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça varlıklı olan ülkemizde yenilenebilir enerji teknolojilerinin maliyeti ise her geçen gün düşmektedir. Bu fırsatın, doğru hedefler ve politika araçları ile desteklenmesi durumunda elektrik üretiminde doğal gaz ve giderek artan ithal kömür kullanımının önüne geçilebilir. Türkiye 2030 yılında elektrik üretiminin %47’sini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayabilecek bir gizilgüce sahip bulunmaktadır. Bunu gerçekleştirmek için özellikle güneş ve rüzgâr enerjisine dayalı kurulu gücü büyük oranda artırması gerekmektedir.

2015 yılında en yüksek kurulu güç artışı % 519’luk artışla lisanssız güneş enerjisi santrallerinde olmuştur. Bu bağlamda, lisanssız güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü 2015’de 208,7 MW artarak 248,8 MW’a; jeotermal enerjide % 54,1’lik artışla 219 MW’dan 623,9 MW’a; rüzgar enerjisi santrallerinin kurulu gücü ise 2015 yılında 686,7 MW artarak 4,498 MW’a yükselmiştir. Türkiye’nin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli göz önüne alındığında, konulan hedefler düşük kalmaktadır. Güneş enerjisinden elektrik üretiminde Almanya 32 GW, İtalya ise 16 GW kurulu gücü devreye sokmuşken Türkiye’nin 10 yıl sonrası için 3 GW gibi düşük bir hedef belirlenmiştir. Oysa Türkiye’de

güneş enerjisi için sağlanan alım garantisinin görece düşük olması, bu farkı açıklamaya yardımcı olabilir. Ancak güneş enerjisinin gelişmesini kasten erteleyen bir takım düzenlemeler de bulunmaktadır. Türkiye’de güneş enerjisinden elektrik üretimi lisansları için ilk başvurular 2013 yılının Temmuz ayında tamamlanmıştır. Verilecek

toplam güneş enerjisi lisansı için 600 MW'lık bir sınır koyulurken, toplam kurulu gücü 7,873 MW'a ulaşan 496 adet başvuru yapılmıştır. Bugün itibarıyla güneş enerjisinden lisanssız elektrik üretimi içinse toplam 675 MW'lık başvurunun olumlu değerlendirildiğinin de altını çizmek gerekir. Güneş enerjisi teknolojilerinin maliyetlerindeki düşüş sonucunda, bu kaynaktan elektrik üretiminin yaygınlaşması, tıpkı rüzgârda olduğu gibi, destekler sayesinde değil, onlara rağmen gerçekleşecek gibi görünmektedir.

Rüzgardaki kurulu güç artışı % 23,9 olmuştur. Hidroelektrik santrallerinin kurulu gücü ise 2015'de bir önceki yıla göre % 9,4 artarak 25,867 MW'a yükselmiştir. Yapılan öngörülere göre 2030 yılına gelindiğinde güneş enerjisi kurulu gücü 24 GW'a, rüzgâr enerjisi kurulu gücü ise 27 GW'a ulaşabilir. Rüzgâr enerjisi kurulu gücü ise, alım garantilerinin düşüklüğüne karşın son 9 yıldır istikrarlı bir şekilde büyümektedir. 2009'dan bu yana yılda ortalama kurulu güç ilavesi 500 MW civarında gerçekleşmektedir. Ancak 10 yıl sonra 20,000 MW hedefinin tutturulması mevcut gidişata göre olası gözükmemektedir. Rüzgâr enerjisi kurulu gücü 2023 yılında 14 GW, 2030 yılında ise 27 GW'a yükselebilecek gibi görünmektedir. Yeter ki, enerji politikaları yenilenebilir enerji kaynaklarının eşzamanlı büyümesine odaklansın, yenilenebilir enerji hedefleri güncellensin ve "2030 yılında elektrik üretiminin %50'sinin yenilenebilir enerjiden karşılanması" yeni hedef olarak kabul edilsin. Bu, yatırımcılara başta rüzgâr ve güneş olmak üzere yenilenebilir enerji teknolojilerine gerekli yatırımı yapmaları için güçlü bir işaret olacaktır.

Sonuç Ve Öneriler

Yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payının hızla artırılmasının önünde kısa dönemde pek çok engel bulunmaktadır. Bunlardan biri, elektrik iletim ve dağıtım sistemlerinin görece küçük ölçekli olan yenilenebilir enerji yatırımlarının entegre edilebileceği şekilde yenilenmesi/iyileştirilmesi gereği, uygulanan tarifelerdeki geleceğe yönelik belirsizlikler ve sunulan teşviklerin yetersizliğidir. Ayrıca petrol ve gaz gibi alternatif enerji kaynaklarının fiyatlarındaki devam eden düşüş eğilimi görece olarak daha az verimli olan yenilenebilir enerji yatırımlarının gerçekleşmesini zorlaştırmakta ve uygulanacak teşvik politikalarını daha da önemli duruma getirmektedir. Yeni yenilenebilir enerji santrallerinin ürettiği enerjinin neden olacağı sunu değişkenliğiyle başa çıkabilmek için elektrik şebekesine yatırım yapılması gerekmektedir. 21 bölgeye ayrılarak özelleştirilen elektrik dağıtım işlerinde amaç, düşük fiyatla ürünü sağlamak, daha kaliteli ve kesintisiz olarak ürünü yani elektriği sunmak, kayıp-kaçağı en aza indirip ürünü çoğaltmak, daha çok yenilik yapmak, fayda dağılımını tüketici yönünde değiştirmek, çalışanlara, üreticilere, ihracata ve vergi mükellefine olumlu etki yapmaktır. Ancak, tam aksine elektrikler daha sık kesilmeye, arızalar artmaya, Türkiye'nin bazı bölgeleri daha önce hiç görülmedik biçimde karanlığa gömülmeye başladı. Dünyada enerji fiyatları yüzde 60 oranında düşmesine karşın Türkiye'de elektriğin fiyatı arttı. Bu arada devlet elektrik dağıtım özelleştirmelerinden yaklaşık 13 milyar dolar, toplam özelleştirmelerden 68 milyar dolar gelir elde etti. Ama elde edilen bu ilave gelir, vergilerin azalmasına değil artmasına neden oldu. Bu gerekçelerle, genel olarak enerji özel olarak da elektrik özelleştirmelerinde istenilen amaca ulaşamadı. Bu bağlamda, gerek uygulanan genel enerji politikalarının gerekse yenilenebilir enerji politikalarının amaca uygun ve toplum yararına olduğunu söylemek tartışılır oldu.

Bunun dışında, kısa vadede YEKDEM çerçevesinde sağlanan alım garantileri için öngörülen sürelerin diğer ülke örneklerine göre oldukça kısa olduğu, yenilenebilir enerji projelerinin şebeke bağlantılarına ilişkin ise pek çok idari karışıklığın baş gösterdiği de söylenebilir. Yenilenebilir enerji teknolojilerine ilişkin uzun vadeli marjinal maliyetler düştükçe YEKDEM destekleri önemini kaybedecek, yenilikçi proje sahipleri karmaşık idari süreçleri yoksayararak yeni yollar bulmaya çalışacaklardır.

Yenilenebilir enerjinin maliyetli olduğunu savunan genel kanının önümüzdeki 10 yıllık dönemde geçerliliğini kaybedeceği öngörülmektedir. Türkiye, kömür kullanımını artırarak ulaşmayı amaçladığı hedeflere orta ve uzun vadede yenilenebilir enerji kaynaklarını merkeze koyan bir strateji ile de ulaşabilir. Bu sadece çevreciler için değil, aynı zamanda iktisatçılar ve hükümet için de müjdeli bir haberdir.

Almanya, Danimarka, Çin gibi ülkelerde yenilenebilir enerji teknolojileri sadece enerjide sunu güvenliğini sağlamaya yarayan bir etken değil, endüstri politikasının da ana bileşeni olarak kabul görmektedir. Bu sayede, söz konusu ülkelerde yenilenebilir enerjinin kullanımına koşul olarak yenilenebilir enerji teknolojilerine ilişkin imalat, ihracat ve istihdam rakamlarında da artış görülmektedir.

Türkiye her yıl yurtdışından çekebildiği yabancı yatırım büyüklüğünde bir tutarı (yaklaşık 10 milyar ABD Doları) doğal gaz ithalatına harcamaktadır. Kömüre dayalı politikalar ile doğalgaz ithalatındaki artışı durdurmak mümkün görünmektedir. Ancak bunun için taş kömürünün de kullanılacak olması sonucunda başka bir fosil yakıtın ithalat kaleminde kayda değer artış meydana getirecektir. Türkiye bugün itibarıyla taş kömürü ihtiyacının %92'sini ithal kaynaklardan karşılamaktadır. Oysa, elektrik üretiminde kömür yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması Türkiye'nin dış ticaret dengeleri üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır. Bu olumlu etkinin, ilave yenilenebilir enerji kurulu gücü için öngörülen yatırımların önemli bir bölümünün yerli üretimden karşılanmasına bağlı bulunmaktadır. İstihdam, ihracat, milli gelir gibi parametreler üzerindeki çarpan etkisi bu faydayı pekiştirebilir. Dünya Bankası da, üretilen birim elektrik başına yaratılan iş miktarında

yenilenebilir enerji teknolojilerinin fosil yakıtlar ve nükleer enerjinin oldukça ilerisinde yer aldığını belirtmektedir. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasında yer alan yerli ürün kullanımı için ilave destekler, bu bağlamda olumlu bir adım olarak öne çıkmaktadır. Bu adım stratejik önceliğe dönüşmeli, yenilenebilir enerji teknoloji ve ekipmanlarının üretimi, Türkiye'nin sanayi politikasının bir parçası olmalıdır.

Tüm bunların yanında öncelikli olarak ülkenin enerji kaynakları potansiyeli doğru belirlenmeli, yerli ve temiz kaynaklar en uygun oranda kullanılmalı, ithalatın zorunlu olduğu durumda ise, mutlaka kaynak ve güzergah çeşitliliği sağlanmalıdır.

Yenilenebilir enerji konusunda daha doğrudan ve etkin teşviklere gerek duyulmaktadır. Bu konuda yapılacak Ar-Ge çalışmaları ve teknoloji üretimi yapacak yerli firmaların gerek vergi indirimleri gerekse uygun finansman kaynaklarıyla desteklenmesi gerekmektedir. Türkiye'de yerli teknolojiyi geliştirmek ancak doğru devlet politikasıyla gerçekleşebilir. Politikadaki hedefler doğrultusunda araştırmalar için belirli merkezlerin yapılandırılması, üniversitelerdeki enstitü türü birimlerin, enerji politikasında belirlenen hedeflere göre desteklenmesi gerekmektedir. Bununla beraber, sağlıklı bir enerji sunu/istem dengesi ve sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları ile yenilenebilir enerji kaynaklarının hem küresel hem de ülke düzeyindeki piyasa gözlemi ve verimlilik ölçütlerini gözeterek ideal ölçülerde kullanılması ve bu doğrultuda politikalar geliştirilmesi hedeflenmelidir. Tüm bunlara karşılık, yenilenebilir enerji politikalarını genel enerji politikaları ve diğer temel politikalar ile desteklemeden yeniden yapılandırmak anlamsız kalacaktır.

Kaynaklar

- Adıyaman, Ç. 2012. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi AD, Niğde.
- Ağaçbiçer, G. (2010). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan SWOT Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, İktisat AD, Çanakkale.
- Akan, M.Ö.A, Selam, A., Fırat, S.Ü.O., Kara, M.E., Özel, S. (2015). A comparative analysis of renewable energy use and policies: Global and Turkish perspectives, Sustainability 7, 16379–16407.
- Akçin, M. (2015). Renewable energy policy and biomass energy potential in Turkey, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, http://www.irena.org/DocumentDownloads/events/2015/BioenergyStatisticsPresentations/Administrativeandotherdatasources/Turkey_EnergyPolicyandBiomassEnergyPotential.pdf adresinden 17.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Akyüz, E. (2015). Türkiye'nin enerji görünümü ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi, Akademik Bakış Dergisi, Mayıs-Haziran 2015, 494-504.
- Altinkaya, A., Aslan, Z.(2015). Comparison of renewable and conventional energy costs by wavelet techniques, Int. Journal of Electronics, Mechanical and Mechatronics Engineering, 2(4), 393-405.
- Apergis, N. (2014). Renewable energy and economic growth : Evidence from the sign of panel long-run causality, International Journal of Energy Economics and Policy, 4(4), 578-587.
- Apricum Insights (2015). Emerging renewable energy market series : Turkey, Turkey's Renewable Energy Markets Pick up Speed, <http://www.res4med.org/uploads/strategic/1445942342ApricumCountryProfileTurkeyOctober2015.pdf> adresinden 20.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Atıcı, H.(2012). Yenilenebilir Enerji Politikaları, www.izmirdikili.bel.tr/yukle/indir.asp?id=24 adresinden 11.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Ayan, T.Y., Pabuçcu, H. (2013). Yenilenebilir enerji kaynakları yatırım projelerinin analitik hiyerarşi yöntemi ile değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(3), 89-110.
- Bacak, S., Külcü, R., Ekinci, K. (2009). Türkiye ve AB ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynakları politikaları ve hedefleri, Tarım Makinaları Bilim Dergisi, 5(1), 9-14.
- Baris, K. and Kucukali, S. (2012). Availability of Renewable Energy Sources in Turkey: Current Situation, Potential, Government Policies and the EU Perspective, Energy Policy 42: 377-391.
- Blythe, J.W., Uslu, N. Tosun, İ. (2015). Renewable energy legal survey: Can Turkey hit the targets? The Turkish Commercial Law Review, 1(3), 233-244.
- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı), (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayını, Ankara.
- EMO (Elektrik Mühendisleri Odası), 2016. Türkiye Elektrik Enerji İstatistikleri, www.emo.org.tr adresinden 17.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Gençoğlu, M.T.(2002). Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye açısından önemi, Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(4), 57-64.
- Görez, T., Alkan, A.(2005). Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları ve hidroelektrik enerji potansiyeli, YEKSEM2005, TMMOB EMO III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 19-21 Ekim 2005, Mersin.

- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. (1997). Enerji ve Çevre, Aydoğdu Ofset, Ankara.
- Kaplan, D.(2015). Renewable Energy Turkey : Opportunity? https://www.google.com.tr/?gws_rd=ssl#q=Renewable+Energy+Turkey+Opportunity adresinden 20.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Kaya, İ.S. (2012). Uluslararası enerji politikalarına bir bakış : Türkiye Örneği, Uluslararası Enerji Hukuku Sempozyumu, 11-12 Mayıs 2012, Çağ Üniversitesi-Mersin.
- Keles, S., Bilgen, A.(2012). Renewable energy sources in Turkey for climate change mitigation and energy sustainability, Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, 5199–5206.
- Kılıç, F.C., 2011. Recent renewable energy developments, studies, incentives in Turkey, Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research, 28(1): 37-54.
- Komor, P., Bazilian, M. (2005), Renewable energy policy goals, programs, and technologies, Energy Policy 33, 1873–1881.
- KPMG, 2016. Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler, www.kpmg.com.tr adresinden 15.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Kucukali, A., Baris, K. (2011). Renewable energy policy in Turkey, World Renewable Energy Congress, 8-13 May 2011, Linköping-Sweden.
- OECD/IEA, (2012). Renewables Information 2012. ISBN 978-92-64-17388-0.
- Özkaya, S.Y. (2016). Yenilenebilir enerji kaynakları, TC. Dışişleri Bakanlığı. <http://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa> adresinden 17.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Pamir, N. (2003). Dünyada ve Türkiye’de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları, www.metalurji.org.tr/dergi/dergi134/d134_73100.pdf adresinden 19.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- RG (Resmi Gazete), 2005. 10.05.2005 tarih ve 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, 18.05.2005 tarih ve 25819 sayılı RG.
- Satman, A.(2007). Türkiye’nin Enerji Vizyonu, Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi Semineri, TESKON2007, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 25-28 Ekim 2007, İzmir.
- Sabuncu, F., Çolakoğlu, M. (2012). Turkey’s Renewable Energy Sector from a Global Perspective, <https://www.pwc.com/tr/publications/industrial/energy/assets/renewable-report-11-april-2012.pdf> adresinden 11.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Selam, A.A., Özel, S., Akan, Ö.A.(2013). Yenilenebilir enerji kullanımı açısından Türkiye’nin OECD ülkeleri arasındaki yeri, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi EYİ 2013 Özel Sayısı, 317-334.
- TCDB (Dışişleri Bakanlığı) (2016). Türkiye’nin Enerji Profili ve Stratejisi, <http://www.mfa.gov.tr/turkiye-nin-enerji-stratejisi.tr.mfa> adresinden 15.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- TDK (Türk Dil Kurumu). (2016). Politika, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&kelime=POLITIKA adresinden 16.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Teke, O.(2013). Dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji AR-GE stratejilerinin değerlendirilmesi, Mühendis ve Makina Dergisi, 640(54), 54-62.
- TUYEEP, 2014. Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.
- Uluatam, E.(2010). Yenilenebilir enerji teşvikleri, Ekonomik Forum, 34-41.
- Usta, R. (2015). Türkiye’nin yenilenebilir enerji stratejisi ve politikaları, http://www.tepav.org.tr/upload/files/haber/1427476175-0.Ramazan_Ustanin_Sunumu.pdf adresinden 23.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- WWF (2014). Türkiye’nin yenilenebilir gücü, Türkiye için Alternatif Elektrik Enerjisi Arz Senaryoları, Bloomberg Finance L.P.
- Yazar, Y.(2010). Türkiye’nin enerjideki durumu ve geleceği, SETA- Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı Yayınları, Ankara.
- Yeşil, M.A. (2015).Yeşil Enerji Kaynakları - Sektör Raporu, Serhat Kalkınma Ajansı, Kars.
- Yılmaz, M. (2012).Türkiye’nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 4(2), 33-54.
- Yılmaz, S.A.(2014). Yeşil İşler ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli, Uzmanlık Tezi, TC Kalkınma Bakanlığı, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yorkan, A. (2014). Energy policy-Towards achieving ‘2023’ targets ‘Resource capacity, current situation, shortcomings and remedies, Caspian Report 8, 114-122.
- Yüksel, İ. and Kaygusuz; K. (2011). Renewable energy sources for clean and sustainable energy policies in Turkey, Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, 4132-4144.

KURUMSAL VATANDAŞLIK DAVRANIŞINDA HALKLA İLİŞKİLER FONKSİYONU

M.Erhan SUMMAK¹

ÖZET

Araştırmanın Amacı; Üniversitelerin gerçekleştirmiş olduğu Halkla İlişkiler çalışmalarının kurumsal vatandaşlık davranışına olan etkilerini ortaya koymaya çalışmaktır.

Araştırmanın Kapsamı: Araştırma Selçuk Üniversitesi Alâeddin Keykubat Yerleşkesinde bulunan 18 fakülte ve 4 meslek yüksekokulunda öğrenim gören öğrencileri kapsamaktadır. Araştırmanın Yöntemi; Araştırmada veri toplama tekniği olarak anket yöntemi kullanılmış olup anket verileri Spss for Windows 22.0 istatistik paket programına kodlanarak yüklenmiştir. Daha sonra yine bu program aracılığıyla tasnif ve analiz edilmiştir.

Araştırmanın Önemi; Kurumların varlığını devam ettirmesi ve belirlenmiş hedeflere ulaşmasını sağlaması açısından kurumsal vatandaşlık davranışları önemli bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte bu davranış biçimlerinin ortaya çıkmasını sağlayan önemli unsurlardan biri de kurumların gerçekleştirmiş olduğu halkla ilişkiler çalışmalarıdır. Halkla ilişkiler bir yönetim fonksiyonu olarak yönetsel sürecin bir parçası haline gelmiştir. Bu açıdan kurumların halkla ilişkiler politikaları kurumsal vatandaşlık anlayışından etkilenecek ve bu anlayışla uyumlu olacaktır. Kurumsal vatandaşlık anlayışıyla organize edilen halkla ilişkiler çalışmaları kurumların itibar ve güven kaybı riskini azaltacaktır. Özellikle halkla ilişkilerin şeffaf iletişim ve toplumsal sorunlara bakış açısı ile kurumsal vatandaşlığın getirdiği yükümlülükler benzeşmektedir.

Gerek ulusal gerekse uluslararası rekabet sürecine dahil olan Üniversiteler açısından da halkla ilişkiler faaliyetleri bir zorunluluk haline gelmiştir. Halkla ilişkiler sadece kamuoyu ve kurum arasında iletişim kurmak, kurumu kamuoyuna tanıtmak, benimsetmek, kurum imajı oluşturmak değildir. Artık halkla ilişkiler kurumsal davranış geliştirmek noktasında da etkili bir teknik haline dönüşmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kurumsal Davranış, Halkla İlişkiler, Üniversiteler.

FUNCTION OF PUBLIC RELATIONS IN CORPORATE CITIZENSHIP BEHAVIOUR

ABSTRACT

Research Objective; Revealing of influences of public relations studies, which were carried out by universities, to citizenship behaviour.

The Scope of the Research: The research contains students who study in 18 faculties and 4 vocational high schools on site Alâeddin Keykubat of Selcuk University.

The Method of the Research: Survey method was used in the research for data collection technique and survey results were loaded through SPSS for Windows 22.0 software. Then by means of this software results were sorted out and analysed.

The Importance of the Research: Corporate citizenship behaviours have importance on institutions to continue their existence and reach the specified objectives. However, public relations studies are one of the important factors which reveals these ways of behaviour. Public relations become a piece of executive process as a management function. In this respect public relations policies of institutions can be affected by corporate citizenship and will be harmonised with this comprehension. Public relations works which are organized by corporate citizenship comprehension reduce the risk of loss of trust and reputation. Approach of transparent communication and social problems of public relations are in accord with obligations of corporate citizenship.

For Universities which are involve in either national or universal rivalry process public relations activities become a necessity. Public relations is not only communication between public opinion and institution, introducing and adopt in institutions to public opinion and creating corporate image. Public relations has become an effective method as developing corporate behaviour.

Keywords: Corporate behaviour, Public Relations, Universities

Introduction

¹ Yrd.Doç.Dr. Selçuk Üniversitesi, sumak@selcuk.edu.tr

In business world where competition is indispensable, the sole completion of tasks described in business definitions by the employees is not sufficient for organizations to be successful. It is important for the employees to present other descriptive behaviors that are not stated in tasks and that are only volunteer-based in such organizations. These behaviors are called as Organizational Citizenship Behaviors. Moreover, it is seen that the practice of public relations is a technique involving data share in many different areas. The behavior of sharing information with the employees is a sign of the value given to them. Among this information, projections envisioned by the corporation about the future are also present. It is possible to claim that this increases the motivation of the employees for upcoming periods and creates a belief in which they will be actively involved in the process. Therefore, employees will embrace the corporation more and it will have a positive effect on corporate behaviors.

1.As Corporate Citizenship Behavior As Cognitive

A lot of research is done to examine the various areas of the organization to ensure the effective and efficient operation of the institutions. organizational structure and corporate citizenship behavior of employees, occupies an important place in this area.

Dennis Organ and colleagues expressed corporate citizenship behavior as :“behaviors as work-related problems that have arisen in the person's friends to help to solve these problems , in unexpected situations must be solved without complain , help for keep tidy and clean working environment ,speak positively about organization , Where there are no distractions to a minimum or creating a business climate that brought. (Buluç, 2008 : 579) This definition is seen as a tool that contributes to the formation of the business climate in the organization of corporate citizenship behavior. However, Dennis Organ and friends see corporate citizenship behavior are as , not defined by formal reward system, either directly or open, they see no compelling and institutions function efficiently and effectively as individual behavior that moves together. (Organ vd., 2006:8) "Non-coercive" The point is meant by the phrase; behavior is not clearly fulfill the job description or role should be defined in the employment contract, based on personal choice and when it is not fulfilled not been implemented in any criminal. (Ölçüm vd., 2003:45). Here is a voluntary behavior come to the fore and is performed individually.

The concept of corporate citizenship, contributing to the organization's social and psychological environment, based on the principles of conscientiousness, which help achieve corporate objectives describe individual behavior. At the same time, to emphasize that the principles of volunteering on individual behavior and to tell you that this behavior is different from the formal job requirements of performance or from the terms of reference seems to be described as contextual performance or social organization behavior of these concepts. (Sezgin, 2005:319). In addition, corporate citizenship behavior, carries a sense of superior behavior. Behavior, which not require organizational tasks and activities of the member institutions, and the institutions of protection from destructive corporate citizenship behavior and misbehavior, accept suggestions, talents and skills development includes issues such as establishing effective and widespread network. This behavior requires the participation of all members.i n this sense, corporate citizenship behavior is associated with substantially the overall performance of the organization. (Altıntaş, 2001:1).

Overall corporate citizenship behavior is an important factor that increases the efficiency of the organization by providing qualitative and quantitative detections. This behavior can be listed as; To help new staff in the institution, representing the external environment, solving problems between taxing in-house staff needed extra work, from minor problems within the organization may be perceived as normal everyday life and avoiding conflict. (İnce ve Gül, 2011:137) This behavior carried out in the institution's success will not be voting role in ensuring peace of mind by affecting positively. It can be said revealed many positive results for the institution of corporate citizenship behavior. Both corporate citizenship behavior in increasing the effectiveness of the team as well as the individual has an important place. For that reason, a number of senior management's policy towards supporting corporate citizenship are required to monitor their behavior. organizational citizenship behavior of individuals and organizations who think that their confidence in the fairness of the institutions are more likely to exhibit. (Özkalp ve Çiğdem, 2004:96).

1.1. Dimensions Of Corporate Citizenship Behavior

The literature on the size of corporate citizenship behavior shows a complete reconciliation can not be achieved. This concept was first put forward by Organ and This study will focus on five dimensions that have been expressed by the Organ.

We see that the size of its corporate citizenship behavior among individuals and institutions are divided into for two. be polite and selfless behavior is called corporate citizenship behavior for individuals.

Authority for corporate citizenship behaviors are forms of behavior which benefits the institution and for them; conscientiousness covers civic virtue to be sporting behavior. (Newland, 2012: 11).

a) Altruism

Markedly in the organization of working as a volunteer by helping other employees express their presence in behavior to improve their performance and effectiveness. The institution or experienced experts and senior employees may be considered altruism to help their new colleagues. (Cetin, 2004:20). Although not designed as formal employees in the organization This behavior refers to voluntarily help each other. In other words, be unselfish behavior, by helping employees to other employees includes behavior and behavior on volunteers to contribute to overcome the difficulties they face. Selfless not an employee of the other employees to complete the job is to help as a volunteer to be successful in a matter can not overcome. This behavior aimed at increasing the performance of colleagues to contribute to the achievement of corporate objectives is to strengthen the cooperation thanks to the action. (Demirel v.d. 2011: 37). This behavior stands out from both employees as well as long-term profitable institution. Employees to use tools, tasks to complete, the access to certain information, a project or behavior to help them prepare for the time of the presentation is an example of altruism. (Sezgin, 2005:323). In addition, to help new recruits or staff to work with less authority Or, as the workload on a voluntary basis to assist in the training of personnel to work in the institution is heavy with the most common form of altruistic behavior. Also in the ill personnel agency runs its other staff in case of illness, an employee can be given as another example. (Özkalp, 2003:96). Staff and management in the absence of an obligation to engage in this behavior is the absence of any significant pressure. Because of such an imperative task that behavior will be converted into behavior.

b) Courtesy

Courtesy, due to work commitments institutions need to be in constant interaction and are positive the behavior of the members affected by the decisions and affairs of each other. (Organ, 1988:12). Employees, on the other for forwarding to their friends determined on possible issues of direct concern to employees, and forward it to advance your friends changes occurring about his work, the changes occurring about their business to inform the pre friends, courtesy of behavior. Recently on a product to be produced, marketing and public relations to inform the production units of the units on the feedback received from the production unit to inform the marketing departments or customers can also be shown as an example of civility behavior. (İşbaşı, 2000:27). The work of others without making decisions or taking actions affecting this behavior, which is based on the information before others, play an important role in preventing problems in a constructive manner and facilitate the use of time. (Çetin, 2004: 20). In this case the organization will contribute to the effective and efficient operation.

c) Conscientiousness

Conscientiousness is described as behaviors that make company members volunteer to exhibit extra behaviors and the ones at minimum standards such as being a part of company, efficient use of working time and obeying the rules other than other descriptive role behaviors as expected from them. This term, basing on the foundations of altruism and internalization of rules brought into the corporate citizenship literature by Organ, is an intrinsic strength that enables employees to question and judge their own behaviors and ignites their efforts to find the best behavior model by examining their own ethics (İsbasi, 2000:26). Conscientiousness is a type of behavior that is impersonal and in favor of the whole company. Due to its relation to other corporate citizenship behaviors, conscientiousness has a significant role within the dimensions of corporate citizenship behaviors (Bukhari, 2008:106).

The best examples of conscientiousness behavior include staying in business and being sensitive to keeping up with the times. Such behaviors are also described as examples of conscientiousness if the employees continue coming to work even in the hardest weather conditions and when it is impossible to travel and though they have acceptable excuses about not showing up at work for the administration. Conscientiousness also involves obeying the times of coffee and lunch breaks and going back to their work after these breaks without losing time. Such behaviors are also described as examples of conscientiousness when they make sacrifices to participate in company meetings, state their opinions and have extra responsibilities and when they come to work extra hours without being paid, spending more time on finishing their work on time either given or desired by themselves. (Yoon and Suh, 2003:602).

d) Sportsmanship

According to Organ, sportsmanship is described as a team spirit and refers to the avoidance of negative behaviors that may create a tension among employees within the company (Owen et.al., 2000:102).

Besides making no complaints and being tolerant at times of difficulty, it includes such behaviors as not complaining about their colleagues and showing no behaviors to be complaint. Moreover, protection of company image and defending it against harsh criticism are also included in sportsmanship dimension of organizational citizenship behavior (Ozkalp, 2003: 96). The peace atmosphere within the company will be reinforced if such types of behaviors become a part of company structure. Hence, it will make significant contributions to realizing company objectives. Sportsmanship includes such examples as spending time on business activities instead of spending much time to complain about problems without exaggerating them and being tolerant to colleagues instead of being disrespectful to them, breaking their hearts and creating inconvenience within the company (Ozaslan et.al., 2008:10). It is quite hard to mention about corporate peace if much time is spent on complaints within the company. In this view, such corporate bodies in which sportsmanship behavior is dominant will reach success more easily.

e) Civic Virtue

Civic virtue is the type of behavior that describes the participation of the personnel into company practices to improve business and to present their opinions in these practices (Owen et.al. 2000:102). In other words, civic virtue refers to volunteer participation of the personnel into activities that continuously improve the company despite not being specified in the job definitions of the company. Behaviors described as civic virtue involve the ones that contribute to the renewal and development of the company. Such examples of civic virtue may also involve volunteer participation into company meetings and practices, offering solutions to the corporate issues and acquisition of new information for self-development of the personnel (Ozkalp, 2003: 96). Besides, active participation of increasing number of personnel into corporate organizations will have positive effects on other people, which will be a sign of outpicture for the company.

According to Organ, a good corporate citizen should not only be an adaptable individual to daily office life without questioning, but also should generate ideas in all issues and express them clearly. Such good example behaviors to speed up corporate development involve being a part of corporate meetings regularly and participation into discussions effectively, following the changes in the company by adapting oneself into them and playing an active role to make other people adapt these developments, thinking about such issues as planning, acquiring information and sharing this with colleagues and other similar behaviors (Isbasi, 2000: 30).

2. Relation Between Corporate Citizenship Behavior And Public Relations

It is seen that there is a close relation between corporate citizenship behaviors and public relations. Corporate citizenship behaviors play a significant role for the credibility of communicative activities either in or outside the company especially in the process of creating a public image and its protection. In addition, such practices of public relations have the power to affect all dimensions of corporate citizenship behaviors.

Mutual communication, one of the basic elements of public relations, involves the interaction among all target populations of all companies. public relations play an important role when companies carry out their economic, ethical, legal and social responsibilities against internal and external target populations of the company and to share them with them. Public relations refer to the efforts of individuals or legal entities, which is the persons, to establish and develop relations with groups that cooperate with private or public institutions. This effort involves the use of various techniques, following different methods and initiation of several mathematical solutions either organized by the persons (private or legal) or other people working on their behalf (Asna, 1993:7).

Public relations refer to a kind of mass manipulation that aims to build mental frames around consciousness and behaviors of people in and outside companies and to direct them. Therefore, public relations may be described as a method of influencing and directing public opinion (Erdogan, et.al., 2006: 36). Having the power to influence public opinion, public relations may also canalize corporate citizenship behaviors by influencing on internal public opinion.

Corporate citizenship applications of companies are sustainable business policies. That is, corporate citizenship practices are not inconsistent, independent, oCCBsional and temporary practices from the decisions of Board of Directors. In this aspect, corporate citizenship concept directly corresponds with the discipline of public relations. If public relations are accepted as a regular and continuous administrative function and a part of administrative decisions, public relations perspective of companies will naturally be influenced from corporate citizenship concept and be in coherence (Tuncel, 2011:10). Public relations also involve many other activities to establish understanding and trust besides being an administrative function of public relations. By the help of these activities organized, personnel behaviors against companies change, so that they can canalize corporate citizenship behavior. Moreover, it is possible to see the traces of corporate citizenship concept in the

principles and professional standards accepted and in the definitions of public relations developed by trade bodies and public relations practitioners (Tunçel, 2011:11).

It is important to provide satisfaction with the present situation and conditions in terms of internal public relations concept. Besides this, perception of equality and justice among the personnel also has an importance in establishing an organizational atmosphere. The reason is that public relations are grounded on such concepts as equality and justice among the personnel. Dominance of this concept within companies and belief of personnel in it will have a positive influence on corporate citizenship behaviors.

Companies should share this message with people continuously via the tools used in public relations applications. Corporate discourse and applications must be consistent with each other and renewed depending on the changing social conditions.

Public relations also have significant functions in establishing a sense of belongingness and creating an organizational commitment. Sense of belongingness and organizational commitment are important concepts having an influence on corporate citizenship behaviors. Such activities and special days organized and celebrated together with the personnel will make great contributions to the sense of belongingness. It is possible to say that public relations have the power to influence on corporate citizenship behaviors in applications that make the personnel feel how valuable they are to the company.

It is seen that applications of public relations are some of the techniques used to share information in many areas. Sharing information with the personnel may be a sign of the value given to them. This information may also include projections about the future of a company. It is also possible to say that this will increase their motivation for future periods and create a belief that they will have an active role in this process. Hence, the personnel will embrace the company more and will have a positive influence on corporate behaviors.

Public relations reflect the idea that also integrates the personnel into company decisions besides sharing information. Such an understanding will help make effective decisions and positively affect corporate behaviors in terms of their application.

3. Function Of Public Relations In Corporate Citizenship Behaviour

3.1. Purpose and Significance of the Study

The study aims to indicate the effects of public relations practices conducted by universities on corporate citizenship behaviors. Corporate citizenship behaviors have a significant effect in terms of subsistence of corporations and reaching the objectives. In addition to this, one of the significant elements of occurrence of such behavior types is the public relations practices conducted by corporates.

3.2. Scope and Limitations of the Study

This study involves students studying in Selcuk University. Besides, it has some limitations in terms of both theory and methodology. One of the theoretical limitations is related to the concept of corporate citizenship. There are few academic studies conducted in Turkey in terms of concept of corporate citizenship. The methodological limitation is that it is impossible to include every student around the world in this study.

3.3. Method of the Study

In this descriptively designed study, the data are collected using a questionnaire developed by the help of the literature. In the questionnaire, in addition to the demographical questions, students are also asked to fill in a 30-item scale in order to get their opinions about public relations practices conducted by universities and corporate citizenship behaviors. 5-point Likert scale is used in the study. The questionnaires are applied to 500 students studying in 18 faculties and 4 vocational schools located in Selcuk University Alâeddin Keykubat Campus. Convenience sampling method is used when selecting the participants, which is one the non-random sampling methods. Besides descriptive statistics, Independent Samples T-Test, One-way Anova and Spearman Correlation Analysis Tests are also used in the analysis.

4. Findings

Table 1: Demographical Characteristics of Participant Students in the Study

	Frequency	Percentage		Frequency	Percentage
--	-----------	------------	--	-----------	------------

Gender			Residing		
Male	265	53,00	In Konya	274	54,8
Female	235	47,00	Outside Konya	226	45,2
Age			Studying in		
19 and below	84	16,8	Social Sciences	167	33,4
Between 20 and 23	328	65,6	Science	199	39,8
24 and above	88	17,6	Health Sciences	134	26,8

The study is consisted of 53% of male students and 47% of female students. Besides, 16,8% of the students are at the age of 19 or below, 65,6% of them between 20 and 23, and 17,6% of them at the age of 24 or above. The percentage of participants residing in Konya is 54,8%, and the ones residing outside 45,2%. In terms of areas of study, 33,4% of the students are in social sciences, 53,9% of them in science and 26,8% in health sciences.

Table 2: 2 Mean and Standard Deviation Scores of Main Dimension

	N	Min	Max	Mean	Standard Deviation
Corporate Citizenship Behaviors	500	1,93	4,87	3,6933	,54607
Public Relations	500	1,00	5,00	3,3214	,76714
Total	500				

One of the two main dimensions, the dimension of Corporate Citizenship Behaviors is realized with a mean of 3.6933 on a high level. The other main dimension, the dimension of Public Relations is seen to have a mean of 3,3214.

Table 3: Mean and Standard Deviation Scores of Sub-dimensions of Corporate Citizenship Behaviors

	N	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation
Altruism	500	1,00	5,00	3,8540	,84795
Conscientiousness	500	1,00	5,00	3,4247	,80682
Courtesy	500	1,33	5,00	3,7027	,75856
Sportsmanship	500	1,00	5,00	3,8827	,75294
Civic Virtue	500	1,00	5,00	3,6027	,78982
Total	500				

There are 5 sub-dimensions of corporate citizenship behaviors. The means of these sub-dimensions are 3.8540 for Altruism, 3.4247 for Conscientiousness, 3.7027 for Courtesy, 3,8827 for Sportsmanship and 3.6027 for Civic Virtue, having a higher mean of sub-dimensions in general. Among these mean scores, the highest one belongs to Sportsmanship and the lowest to Conscientiousness.

Table 4: Mean and Standard Deviation Scores of Sub-dimensions of Public Relations

	N	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation
Means of Public Relations	500	1,00	5,00	3,3496	,79023
Public Relations Behaviors	500	1,00	5,00	3,2932	,92320
Total	500				

There are two sub-dimensions of Public Relations. One of these sub-dimensions, means of public relations, have a means of 3,3496, and the other sub-dimension, public relations behaviors have a means of 3,2932.

Table 5: T-Test Scores of Sub-dimensions of Corporate Citizenship Behavior in terms of Gender

	Gender	N	Mean	Standard Deviation	t-values	p

Sub-dimension of Altruism	Female	193	3,80	0,876	0,490	0,624
	Male	217	3,76	0,837		
Sub-dimension of Conscientiousness	Female	193	3,32	0,835	-1,459	0,145
	Male	217	3,44	0,792		
Sub-dimension of Courtesy	Female	193	3,59	0,812	-1,728	0,085
	Male	217	3,72	0,725		
Sub-dimension of Sportsmanship	Female	193	3,83	0,740	0,404	0,686
	Male	217	3,80	0,789		
Sub-dimension of Civic Virtue	Female	193	3,50	0,817	-1,598	0,111
	Male	217	3,63	0,745		

Independent Samples T-Test is used to test the differentiation in sub-dimensions of corporate citizenship in terms of gender. However, no significant differentiation is observed. This clearly indicates that male and female participants have the same level of corporate citizenship behavior.

Table 6: T-Test Scores of Sub-Dimensions of Public Relations in terms of Gender

	Gender	N	Mean	Standard Deviation	t-values	p
Sub-dimension of means of Public Relations	Female	193	3,20	0,700	-2,218	0,027*
	Male	217	3,37	0,839		
Sub-dimension of Public Relations Behavior	Female	193	3,21	0,785	-0,903	0,367
	Male	217	3,29	0,976		

Independent Samples T-Test is used to test the differentiation in sub-dimensions of public relations in terms of gender. In accordance with this, there is a significant differentiation in sub-dimensions of public relations ($p>0,05$). The male participants have a higher rate than the female ones in terms of their behaviors towards the means of public relations.

Table 7: T-Test Scores of Sub-Dimensions of Corporate Citizenship Behavior in terms of the residential city

	Residing	N	Mean	Standard Deviations	t-values	p
Sub-dimension of Altruism	In Konya	274	3,91	0,824	1,770	0,077
	Outside Konya	226	3,78	0,871		
Sub-dimension of Conscientiousness	In Konya	274	3,52	0,831	2,953	0,003*
	Outside Konya	226	3,30	0,761		
Sub-dimension of Courtesy	In Konya	274	3,74	0,740	1,439	0,151
	Outside Konya	226	3,64	0,777		
Sub-dimension of Sportsmanship	In Konya	274	3,92	0,739	1,292	0,197
	Outside Konya	226	3,83	0,767		
Sub-dimension of Civic Virtue	In Konya	274	3,58	0,796	-0,432	0,666
	Outside Konya	226	3,61	0,783		

Independent Samples T-Test is used to test the differentiation in sub-dimensions of corporate citizenship behaviors in terms of residential city. The sub-dimensions of Altruism, Courtesy, Sportsmanship and Civic Virtue have no significant differentiation. However, the sub-dimension of Conscientiousness has a

significant differentiation ($p>0,05$). The mean score of the ones residing in Konya is higher than the others residing outside Konya.

Table 8: T-Test Scores of Sub-Dimensions of Public Relations in terms of residential city

	Residing	N	Mean	Standard Deviations	t-values	p
Sub-dimension of means of public relations	In Konya	274	3,38	0,833	1,253	0,211
	Outside Konya	226	3,30	0,733		
Sub-dimension of public relations behavior	In Konya	274	3,29	0,937	0,026	0,980
	Outside Konya	226	3,29	0,907		

Independent Samples T-Test is used to test the differentiation in sub-dimensions of public relations in terms of residential city. There is no significant differentiation observed.

Table 9: Organizational Citizenship Behavior in terms of Area of Study

	Sum of Squares	Sd	Mean of Squares	F	P
Inter-Groups	1,173	2	,586	2,014	,135
Intra-Group	144,716	497	,291		
Total	145,889	499			

One-way Anova analysis is used to test the differentiation of corporate citizenship behaviors of students in terms of study areas (social sciences, science and health sciences). In accordance with the analysis results, there is no significant differentiation detected among groups in terms of corporate citizenship behaviors.

Table 10: Effect of Means of Public Relations on Corporate Citizenship Behaviors

		Means of Public Relations	Corporate Citizenship Behavior
Spearman's rho	Correlation Coefficient	1,000	,426(**)
	Sig. (2-tailed)	.	,000
	N	500	500

Spearman Correlation analysis is used to measure the effects of the means of public relations on corporate citizenship behaviors. In accordance with the correlation results, there is a positive, mid-range ($r = 0,42^*$) and 0,05 level significant relation between the dimension of means of public relations and corporate citizenship behaviors.

Table 11: Effect of Public Relations Behaviors on Corporate Citizenship Behaviors

		Public Relations Behavior	Corporate Citizenship Behavior
Spearman's rho	Correlation Coefficient	1,000	,377(**)
	Sig. (2-tailed)	.	,000
	N	500	500

Spearman Correlation analysis is conducted to measure the effect of public relations behaviors on corporate citizenship behaviors. In accordance with the correlation results, there is a positive, mid-range ($r = 0,37^*$) and 0,05 level significant relation between the dimension of public relations behaviors and corporate citizenship behaviors.

Results

This research study is conducted in Selcuk University in order to illustrate the effects of public relations practices carried out by universities on corporate citizenship behaviors, leading some significant results. Two main dimensions are determined in the questionnaire and one of them is corporate citizenship behavior (CCB) and the other is public relations. The mean of these two dimensions are realized with a high level. This indicates that students have positive behaviors both in terms of CCB and public relations. CCB has 5 sub-dimensions, the means of which are realized with a high level. Among these means, the highest one belongs to sportsmanship and the lowest to conscientiousness. Having no differentiation in CCB in terms of gender indicates that male and female participants have the same level of CCB. However, it is also seen that male participants are more interested in the means of public relations than female participants. It is also seen that the residential city has no significant effect on CCB; however, the behaviors of students residing in Konya have a higher level than the others in terms conscientiousness, one of the sub-dimensions of CCB. Moreover, no significant difference is observed for residential city in the behaviors of students towards public relations practices. The study areas of students are classified as social sciences, science and health sciences. However, it is seen that the study areas of students do not affect their CCBs. It is seen that the means of public relations have a positive and mid-range ($r = 0,42^*$) and a significance relation of 0,05 with the corporate citizenship behaviors. This clearly indicates that the means of public relations used have an effect on CCB. In addition to this, it is seen that the public relations behaviors have a positive and mid-range ($r = 0,37^*$) and a significance relation of 0,05 with corporate citizenship behaviors. The practices of public relations developed by corporations and their effectively used means of public relations have a positive effect on CCB.

References

- BULUÇ, B. (2008), "Ortaöğretim Okullarında Örgütsel Sağlık İle Örgütsel Vatandaşlık Davranışları Arasındaki İlişki", *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6 (4), s. 571- 602.
- ÖZKALP, E. (2003), *Örgütsel Davranış*, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayın No: 1468, Açıköğretim Fakültesi Yayın No: 782, Eskişehir.
- ÖZEN İŞBAŞI, J. (2000), "Çalışanların Yöneticilerine Duydukları Güvenin ve Örgütsel Adalete İlişkin Algılamalarının Örgütsel Vatandaşlık Davranışının Oluşumundaki Rolü: Bir Turizm Örgütünde Uygulama", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya,
- BUKHARI, Z. (2008), "Key Antecedents of Organizational Citizenship Behavior (OCB) in the Banking Sector of Pakistan", *International Journal of Business and Management*, Vol:3, No. 12, December.
- OWEN, F., A., PAPPALARDO, S., J., SALES, C., A. (2000), "Organizational Citizenship Behaviour: Proposal for a New Dimension in Counsellor Education", *Canadian Journal of Counselling / Revue canadienne de counseling*, Vol. 34:2, s. 98-110.
- ASNA, A. (1993), *Public Relations Temel Bilgiler*, Der Yayınları, İstanbul.
- ERDOĞAN, B., DEVELİOĞLU, K., GÖNÜLLÜOĞLU, S., ÖZKAYA, H. (2006), "Kurumsal İmajın Şirketin Farklı Paydaşları Tarafından Algılanışı Üzerine Bir Araştırma", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 15, Kütahya.
- ORGAN, D., W., PODSAKOFF, P., M., MACKENZIE, S., B. (2006), *Organizational Citizenship Behavior, Its Nature , Antecedents and Consequences*, Sage Publications Ltd., United Kindom.
- ÇETİN, M., Ö., YEŞİLBAĞ, Y., AKDAĞ, B. (2003), "Öğretmenlerin Organizasyonel Vatandaşlık Davranışı", *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, Sayı: 17, s. 39-54.
- ÇINAR ALTINTAS, F. (2001), "Organizasyonel Davranış Alanında Yeni Bir Yaklaşım: Organizasyonel Yurttaşlık Kavramı, İŞGÜÇ, Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi, 2001, Cilt: 3 Sayı: 1, Sıra: 11, No:105.
- ÖZKALP, E., ÇİĞDEM, K. (2004), *Örgütsel Davranış*, 2 Baskı, Eskişehir.
- NEWLAND, S., J. (2012), "Organizational Citizenship Behavior- Individual or Organizational Citizenship Behavior Organization: Does the Underlying Motive Matter?", *Masters Theses & Specialist Projects. Paper*, Western Kentucky University, Bowling Gren, USA.
- ÇETİN, M., Ö. (2004), *Kurum Kültürü ve Kurumsal Bağlılık*, Nobel Yayınları, Ankara,
- Organ, D.W. (1988), *Organizational Citizenship Behavior: the Good Soldier Syndrome*, Lexington: Lexington Books.
- TUNÇEL, H. (2011), "Halkla İlişkiler Perspektifinden Kurumsal Vatandaşlık Anlayışına Bir Bakış", *Galatasaray İletişim Dergisi*, Sayı:14, s.79-95
- ÖZASLAN, B., Ö., ACAR, A., B., ACAR, A., C. (2008), "Duygusal Zeka ve Organizasyonel Vatandaşlık Davranışı Arasındaki İlişkinin İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma" 16. Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi Bildirileri, 16-18 Mayıs, Antalya, s. 10.

- YOON, M., H., SUH, J. (2003), "Organizational Citizenship Behavior and Service Quality as External Effectiveness of Contact Employees", *Journal of Business Research*, Vol.56, No.8, s. 597-611.
- DEMİREL, Y., SEÇKİN, Z., ÖZÇINAR, M., F.(2011), "Örgütsel İletişim İle Örgütsel Vatandaşlık Davranışı Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma", *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt. 20, Sayı. 2, s. 33- 48.
- İNCE, M., GÜL, H. (2011), "The Effect of Employees' Perceptions of Organizational Justice on Organizational Citizenship Behavior: An Application in Turkish Public Institutions", *International Journal of Business and Management*, Vol. 6, No. 6, s. 134-149.
- SEZGİN, F. (2005), "Örgütsel Vatandaşlık Kavramı, Kavramsal bir Çözümleme ve Okul Açısından Bazı Çıkmalar", *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 25, Sayı 1, 2005, s. 317-339.

TÜRKİYE'DE TEKNİK TEKSTİL ÜRÜNLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE ÜNİVERSİTE-SANAYİ İŞBİRLİĞİNE YÖNELİK ÖRNEK UYGULAMALAR

Gizem Karakan GÜNAYDIN¹

Yusuf KAYA²

ÖZET

Türkiye ekonomisi açısından önemli bir yere sahip olan tekstil sektörü hızla değişen rekabet şartlarında yenilenme süreci içerisinde. Bu yenilenme süreci kapsamında teknik tekstiller dünyada olduğu gibi ülkemizde de konvansiyonel tekstillerin yerini hızla almaya başlamıştır. Son yıllarda tekstil ürünleri için sürdürülen çalışmaların görünüş ve estetik özelliklerinden ziyade teknik performans özelliklerinin ön planda tutulduğu fonksiyonel tekstil ürünleri ile ilgili olduğu görülmektedir. Katma değeri yüksek bu ürünlerin sektörde geliştirilmesi ancak ileri teknoloji, yüksek bilgi birikimi ve iyi yetişmiş teknik eleman donanımıyla sağlanabilmektedir. Teknik tekstil ürünleri yükselen hayat standartları ile birlikte zorunlu ihtiyaç haline gelmiş olup savunma sanayisi, uzay,havacılık, sağlık, inşaat..vb gibi pek çok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Endüstriyel tekstil ürünlerinin geliştirilebilmesi ve sektörde inovasyonun sağlanabilmesi açısından gerek üniversitelere gerekse işletmelere büyük görev düşmektedir. Bugün ülkemizde teknik tekstil ürünlerinin geliştirilmesi için ihtiyaç duyulan laboratuvar ve araştırma olanakları işletmeler, üniversite ve Ar-ge merkezlerinin işbirlikleriyle güçlendirilmeye çalışılmaktadır. Ancak dünya teknik tekstil üretimi ile kıyaslandığında ülkemizin bu alanda henüz istenen seviyeye ulaşamadığı görülmektedir. Bu çalışmada teknik tekstil ürünleri ile ilgili genel bilgiler verildikten sonra ülkemizde spesifik olarak teknik tekstillerin geliştirilmesine yönelik olarak üniversite-sanayi işbirliği kapsamındaki projeler ve çalışmalar incelenecektir.

Anhtar Kelimeler: İnovasyon, Teknik tekstiller, Üniversite-sanayi işbirliği

CASE STUDİES OF UNİVERSİTY-INDUSTRY COLLABORATION FOR THE TECHNICAL TEXTİLES DEVELOPMENT IN TURKEY

ABSTRACT

The textile sector which has an important role in Turkey economy is in the process of regeneration at the rapidly changing competitive conditions. In this regeneration process, the technical textiles began to rapidly replace the conventional textiles in our country as well as around the world. In the last years it is observed that the studies about the textile products are related to the functional textiles where technical performance specifications are kept at the forefront rather than the appearance and aesthetic properties. Developing high value added products in the industry, can be provided with advanced technology and high knowledge of well-trained technical personnel equipment. Technical textile products which are used in many industrial areas such as military, aerospace, aviation, health care, construction industry has become a mandatory requirement with rising living standards. The business companies and the universities have a huge task for developing the industrial textiles and ensuring the textile sector innovation. Today in our country laboratories and research facilities which are required for developing the technical textiles are trying to be strengthened with the cooperation between the textile companies, Research-Development Centers and the universities . Unfortunately when we compare our country's production with the the world's technical textile production in this area, it appears not to have yet reached the desired level. In this study after giving the general information about the technical textile products , projects and studies in the scope of university-industry related specifically to the development of technical textiles will be discussed.

Keywords: Innovation, Technical Textiles, University-Industry cooperation

¹ Öğr. Gör. Dr. Pamukkale Üniversitesi, ggunaydin@pau.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr. Pamukkale Üniversitesi, ykaya@pau.edu.tr

Giriş

Teknik tekstil deyince “estetik ve dekoratif” özelliklerinden ziyade, öncelikle teknik performansları ve fonksiyonel özellikleri için üretilen tekstil malzemeleri ve ürünleri” anlaşılmaktadır. Özel olarak tasarlanan, herhangi bir üründe veya proses dahilinde veya yalnız başına belirli bir özelliği yerine getirmek amacıyla kullanılan malzemelere “teknik tekstil” denmektedir. Teknik tekstiller pahalı, katma değeri yüksek ürünlerdir. Kimyasallara, hava şartlarına, mikroorganizmalara dayanıklı, yüksek mukavemet, yanmazlık gibi üstün performans özelliklerine sahip ürünlerdir. Bu ürünler tekstil dışındaki alanlarda da kullanılırlar

Teknik tekstil sektörü, son yıllarda kaydettiği büyüme oranıyla, tekstil ve konfeksiyon sanayiinin önemli bir bölümünü oluşturmaya başlamıştır. Sektör, tekstil endüstrisinin en dinamik ve en ümit verici alanı olarak görülmektedir. Gün geçtikçe bu alanda yeni ürünler, yeni süreçler, yeni malzemeler üretilerek pazara sunulmaktadır. Ürünlerin kullanım alanı itibarıyla çok geniş olan bir sektördür. Teknik tekstiller yeni ürünlerin keşfi, yeni ihtiyaçları karşılaması ve geleneksel ürün ve malzemelerin yerine ikame edilmesi nedeniyle, büyük potansiyel arz etmektedir. Bu pazarın gerek toplamda gerekse de kullanım alanlarına göre alt gruplar itibarıyla geleneksel tekstil ürünlerinden daha fazla büyümesi beklenmektedir. Teknik tekstil sektörü daha çok bir ara sektör konumundadır. Sektörün gelişimi inşaat, taşıt araçları, diğer imalat sanayi, tarım ve sağlık alanındaki gelişmelere ve bu sektörlerin ihtiyaçlarına bağlıdır. Pazar, özellikle dayanıklılığı ve yüksek performanslı liflerin geliştirilmesi ile büyümektedir. Katma değeri yüksek olan teknik tekstiller, çeşitli kimyasal malzemelere, hava şartlarına, ultraviyole ışınlarına, darbelere, küf, mantar ve bakteri gibi mikroorganizmalara karşı koruyucu, yüksek mukavemet, yanmazlık, vb. çok farklı performans özelliklerine sahiplerdir (Çukul, 2013:55).Ancak katma değeri yüksek olan bu ürünlerin geliştirilmesi ve inovasyonun sağlanması için üniversite-sanayi işbirliği oluşumları şarttır. Konvansiyonel tekstillerde olduğu gibi katma değeri yüksek endüstriyel tekstillerin üretim ve ihracatında da artış ancak bu şekilde sağlanabilir.

Teknik Tekstil Ürünlerinin Sınıflandırılması

Çok geniş bir ürün yelpazesine sahip olan teknik tekstiller, tekstil sektörünün en hızlı büyüyen alanıdır. Özellikle son yirmi yıl içerisinde bu alanda yapılan araştırmalar oldukça önem kazanmıştır. Teknik tekstiller çok basit ve ucuz bir üründen (örn. sargı bezi) çok spesifik, kompleks ve pahalı bir ürüne (örn. yapay tendon, damar) kadar geniş bir ürün yelpazesine sahiptirler. Spesifik ihtiyaçları karşılamak için üretilen grup, yüksek performanslı teknik tekstiller olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde tekstil maddeleri, gerek lif çeşitliliği olarak, gerekse oluşturulabilen yapıların çeşitliliği sebebiyle klasik tekstil kullanım alanları dışında; tıp, inşaat, taşımacılık, tarım ve endüstri gibi alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Teknik tekstillerin günümüzde çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Bunlar on iki başlık altında toplanmaktadır. (Çokkeser ve Çeven, 2011:46)

- **Zirai tekstiller (agrotech):** Tarım, bahçivanlık, ormancılık ve su ürünlerinde kullanılan tekstiller
- **İnşaat tekstilleri (buildtech):** Bina ve inşaatlarda kullanılan tekstiller
- **Teknik giysiler (clothtech):** Giysi ve ayakkabıların astar ve benzeri teknik bileşenleri
- **Jeolojik tekstiller (geotech) :**Jeolojik tekstiller ile inşaat mühendisliği malzemeleri
- **Ev tekstilleri (homotech):** Mobilya, ev tekstili ve yer kaplamalarının teknik bileşenleri
- **Endüstriyel tekstiller (indutech)** Filtrasyon, nakil, temizleme vb. sanayi tipi uygulamalar için tekstiller
- **Tıbbi tekstiller (medtech)** Hijyenik ve tıbbi ürünler için tekstiller
- **Taşıt araçları için tekstiller (mobiltech)** Otomotiv, gemi, tren ve hava taşıtları için tekstiller
- **Ekolojik tekstiller (oekotech)** Çevre koruma amaçlı tekstiller
- **Ambalaj tekstilleri (packtech)** Ambalaj malzemeleri
- **Koruyucu tekstiller (protech)** Kişisel ve mülki koruma için tekstiller
- **Sportif tekstiller (sportech)** Spor ve serbest (gündelik) giysiler için tekstiller

Bu gruplar altında yüzlerce ürün ve uygulama yer almaktadır. Ürün ve uygulama alanlarının bazıları geleneksel, bazıları köklü malzeme ve tekniklerle yer değiştirerek, bazıları ise başlı başına özellikleri için yeniden yaratılan malzemelerdir. Günümüzde kullanılmakta olan teknik tekstil ürünlerine ve uygulamalarına dair şu örnekler verilebilir:

- Kamufraj giysileri,
- Antibalistik (kurşun geçirmez) malzemeler, çelik yelekler,
- Otomobil hava yastıkları,
- Taşıt aracı lastikleri için kord bezleri,
- Taşıt araçları için halı, paspas, oto koltuk kılıfları vb,
- Otomotiv sanayiinde araçların akustik özelliklerinin iyileştirilmesi,

- Otomobil egzoz sistemleri,
- Otomobil koltuklarında ve hasta yataklarında kullanılan, klima (air condition) özelliği olan üç boyutlu çözümlü örme kumaşlar, insan vücuduna kontrollü ilaç salınımı yapabilen tıbbi materyaller
- Sel ve kıyı erozyonuna karşı yapı malzemeleri,
- Pasaportlar için ışığa duyarlı veya kompleks yapıda güvenlik iplikleri,
- Boru bağlantı parçaları
- Tekstil materyalleri ile kuvvetlendirilmiş betonlar,
- Kemik konstrüksiyonu için kontrollü elastik özellikli biyolojik malzemeler,
- Vücut fonksiyonlarını izleyen giysiler,
- F35 savaş uçağındaki karbon kompozit malzemeler,
- Boeing 787 uçakların 30 metre uzunlukta, 7 metre genişlikte ve 1,2 metre kalınlıktaki kanatlarının %50 karbon lifi kullanılarak üretilmesi (Çokkeser ve Çeven, 2011:46)



Şekil 1. Jeotekstillerin Kullanımı (İTKİB İTA dokusuz yüzeylere genel bakış & jeotekstillere eğitimi, 2012; http://www.2bfuntex.eu/sites/default/files/materials/ITA_Geotextiles.pdf)



Şekil 2. Monofilament bağlantılı 3 boyutlu kumaş (Ünal, 2014)

Teknik Tekstil Ürünlerinde Kullanılan Yüksek Performanslı Lifler

Teknik tekstillerde hammadde olarak daha çok yüksek performanslı liflere rastlanmaktadır. Yüksek performanslı lif deyince; yüksek gerilme mukavemeti, yüksek ısı direnci, yüksek modülü, iyi boyanma özelliği, yüksek kimyasal direnç gibi üstün mekanik özelliklere sahip lifler anlaşılır. Yüksek performanslı lifler konusunda ilk çalışmalar 1960'ların başında Kwolek , Blades ve arkadaşları tarafından Dupont çatısı altında A.B.D.'nde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaları 1970'lerde yüksek performanslı polyetilen liflerinin geliştirilmesi izlemiştir. 1980'lerden itibaren de karbon liflerinin geliştirilmesi ile yüksek performanslı liflerin ticari pazarı yavaş yavaş oluşmaya başlamıştır. 1970'lerde ve 1980'lerin başında kompozitlerde kullanılmak üzere aramid , karbon , cam , yüksek molekül ağırlıklı Polietilen ve seramik liflerinde çok çeşitli gelişmeler olmuştur ve bu liflerin pazarları hızlı bir gelişme sürecine girmiştir. 1992 yılına gelindiğinde ise yüksek performanslı liflerin üretimindeki artış %10 gibi değerlere ulaşmıştır (Çelikkanat, 2002:3). Yüksek performanslı liflerin ortaya çıkışı günümüzde de tekstilde yeni pazarlar açılmasına sebep olmuştur. Sıradan liflerle karşılaştırıldığında çok pahalı olan bu liflerin üretimi ve tüketimi genel olarak Avrupa, Amerika ve Japonya ile sınırlı kalmıştır. Japonya'daki üretim ve gelişmeler diğer ülkelere nazaran daha hızlıdır. Şekil 3'de yüksek performanslı liflerden birkaç örnek gösterilmiştir.



Şekil 3. Yüksek Performanslı Lifler a: Karbon Nanotüpler b: Twaron Lifi ([http : // tubitaktam .ege. edu. tr / dosyalar / balistik_lifler. pdf](http://tubitaktam.ege.edu.tr/dosyalar/balistik_lifler.pdf), 2007)

Türkiye’de Teknik Tekstillerin Geliştirilmesinde Üniversite Sanayi İşbirliğinin (ÜSİ) Gerekliliği

Üniversite sanayi işbirliği; üniversitelerin mevcut imkanları ile sanayinin mevcut imkanları birleştirilerek bilimsel, teknolojik ve ekonomik yönden güçlenmeleri için yapılan, sistemli çalışmalar bütünüdür. Diğer bir ifadeyle üniversitelerdeki mevcut bilgi potansiyelinin, yetişmiş insan gücü ile sanayinin mevcut deneyimi ve finansal gücünün bir sistem dahilinde birleştirilmesi ile yapılan bilimsel, teknolojik ve ekonomik faaliyetlerdir (Küçükçirkin, 1990:2). Ar-Ge’ye ayrılan kaynakların çok sınırlı olduğu ülkemizde ÜSİ, üniversitelerde elde edilen bilginin ve sanayideki mevcut kaynakların etkin ve rasyonel bir şekilde kullanılması açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca nitelikli insan yetiştirmek, üniversitelerin mevcut ve potansiyel imkânlarını sanayiye aktarmak, sanayi kesiminin imkânlarının üniversiteler tarafından değerlendirilmesini sağlamak, üniversite ile sanayi arasında sinerji yaratmak ve bu yollarla bilim ve teknolojiye gerekli ilerlemeleri sağlamak ÜSİ’yi gerekli kılan başlıca nedenlerdir. Bunun yanı sıra ÜSİ’nin yararları; öğrenci, üniversite ve sanayi sektörü açısından ayrı ayrı değerlendirilebilir. Öğrenciler açısından bakıldığında; mesleki ve teknik becerilerinin gerçek iş ortamında gerçekleşmesiyle öğrencilerin iş bulma olasılıkları ve kendilerine olan özgüvenleri artmaktadır. Üniversite ve öğretim üyeleri açısından değerlendirildiğinde; sanayi sektörüne sağlanacak verimli projelerle önemli finansal destekler sağlanmakta ve öğretim üyelerinin üniversitelerde elde edemeyecekleri araştırma ve bilgi edinme olanağı sağlanmış olmaktadır. Sanayi açısından bakıldığında ise; sanayi sektörünün nitelikli eleman konusundaki ihtiyacı azalmakta, bireyin işe uyum süreci azalarak masraflar düşmekte ve buna bağlı olarak iş gücü devri azalmaktadır (Peker vd., 2014:112). Tablo 1’de başarılı bir üniversite sanayi işbirliğinin ortaya çıkaracağı olası faydaları özetlenmiştir.

Tablo 1: Başarılı bir Üniversite Sanayi İşbirliğinin Ortaya Çıkaracağı Olası Faydaları

Sanayi	Üniversiteler	Bireysel Öğrenenler
Geniş ve derin teorik bilgi	İş hayatıyla bağlantılar	Kişisel gelişim
Devamlılık ve istikrar	İş pratikleri	İş güvenliği
Bağımlılık	İş bilinci	Hayat Boyu Öğrenme
Araştırma	Olanaklar	Kariyerin İlerlemesine Yönelik İmkanlar
Daha vasıflı işgücü avantajları	Amacı öğretmeye yönelik iş tabanlı olaylar	Maaş yükselmesine yönelik fırsatlar

Kaynak: (Çelik ve Tufan, 2000:668)

Dünyadaki tekstil kavramının değiştiğine hepimiz şahit olmaktadır. Ülkemizde de konvansiyonel tekstillere nazaran teknik tekstillerin sektör içindeki payı önümüzdeki yıllarda çok fazla artacaktır. Teknik tekstillerde özellikle nanoteknoloji ve biyomimetrik uygulamalar henüz tüm yönleriyle keşfedilmemiştir. Bu teknolojilerde üretime geçmeden önce uzun süreli teorik araştırmalar ve denemeler yapmak gereklidir. Biyomimetrik uygulamalar son yıllarda tüm dünyadaki bilim adamlarının dikkatini çeken bir konudur. Biyomimetre, doğada oluşan olayların bilim adamları tarafından taklit edilmesi ve tekstil yüzeylerine uygulanmaya çalışılmasıdır. Bu anlamda üniversitelerde alanında uzman akademisyenlerin sektörü yönlendirip sektörle işbirliği yapması büyük önem taşımaktadır.. Teknik tekstillerde iyi bir noktaya gelenebilmesi için firmaların bu alanda kendilerini geliştirmeleri ve üniversitelerden destek almaları kaçınılmazdır. Uzun yıllardır konuşulan üniversite-sanayi işbirliği ülkemizde halen tam anlamıyla önemini koruyamamıştır. Ülkemizde tekstil teknolojisi ile ilgili bilimsel çalışmalar son hızla devam etmekte Ancak bilimsel çalışmanın zenginliği

dönüştürülmesinde veya toplumsal faydaya dönüştürülmesinde halen ciddi problemler yaşanmaktadır. Türkiye'deki AR-GE harcamalarının sektörlere göre dağılmasına bakacak olursak imalat sektörü AR-GE'den %90 üzerinde pay alırken bu pay üzerinden tekstilin payı sadece %1.6 dır. Bu oranı arttırabilmek sanayi-üniversite işbirliklerini içeren uzun vadeli planlamalar çok gereklidir (Akalın, 2005:12)

Türkiye’de Teknik Tekstillerin Geliştirilmesinde Etkili Olan Ortak Araştırma Merkezleri (OAM) ve İşbirlikleri

Firmalar üniversiteler ile çalışmak istemesine karşın üniversiteden yakın ilgi görmediklerinde, sorunlarını daha fazla ücret ödeyerek özel firmalara veya yurt dışında yaptırmaktadırlar. Üniversitelerin, üniversite-sanayi işbirliğini arttırması için üniversite-sanayi işbirliği konusunda ayrı bir birim veya merkez kurulması gerekmektedir. Üniversite-sanayi işbirliğini sağlamak, işbirliğini üst seviyelere çıkararak teknolojik gelişmeleri önde takip edebilmek ve ulusal-uluslararası alanlarda rekabette avantaj elde edebilmek için çeşitli mekanizmalar geliştirilmiştir. Bu mekanizmalar doğrudan ve dolaylı olarak üniversite-sanayi işbirliği için gerekli ortamı ve imkânı meydana getirmekte olup, en

önemli oluşumlardan bir tanesi de ortak araştırma merkezleridir. Ülkemizde de Üniversite araştırma merkezleri, akademik bölümler, özel firmalar ve devlet laboratuvarlarını kapsayan, var olan kurumlar tarafından karşılanmayan teknik talepler ve bilimsel üstünlüğü olan politik analiz ölçüsü için önemli bir konudur. Özellikle bu merkezler, sponsor kuruluşların bilimsel ve teknik amaçları ile ilgili bilimsel ve teknik kapasiteye sahip toplu bir araştırma birimi olan disiplin ve sektörler içerisinde araştırmaları organize etmeyi amaçlar (Gürbüz ve Uçurum, 2012:20).

OAM, üniversite-sanayi ortak araştırma gereksiniminin karşılandığı kurumsal yapıdır ve üniversite tabanlı bir araştırma grubundan oluşmaktadır. Bu kapsamda en çok bilinen örneklerden biri ABD’de görülen Üniversite-Sanayi Ortak Araştırma Merkezleri’dir. Bu merkezler, National Science Foundation (NSF) tarafından yürütülen programlar kapsamında desteklenmektedir. Bağımsız bir federal ajans olan National Science Foundation (NSF), kendi bünyesinde araştırma yürütmekte, inovasyon için “keşfetmek” üzere yoğunlaşan bir fon kuruluşudur Ülkemizde ise, bu programlardan esinlenerek başlatılan Üniversite-Sanayi Ortak Araştırma Merkezleri Programı (ÜSAMP) aynı kapsamda bir uygulamadır. Tekstil sektöründe gerekli araştırma ve sektör ortaklıklarının geliştirilmesine yönelik olarak da bir takım araştırma merkezleri ve ortaklıklar yürütülmektedir. Bunlar sırasıyla şu şekilde özetlenebilmektedir;

Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi

Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi, tekstil ve konfeksiyon alanında bilimsel ve uygulamalı araştırma ve geliştirme çalışmaları yaparak bu alanlarda eleman yetiştirmek amacıyla kurulmuş olup, 1994 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nden ayrılarak Rektörlüğe bağlanmıştır (<http://www.tekaum.ege.edu.tr/>).

Kuruluş;

- En yeni teknolojilerin takibi,Türkiye şartlarına adaptasyonu ve öğretilmesi,
- Türk Tekstil ve konfeksiyon sanayinin üretim veriminin ve kalitesinin artırılması, enerji ve malzeme israfının azaltılması gibi konularda yardımcı olunması, yol gösterilmesi,
- Ucuz fakat kaliteli yerli tekstil makineleri ve tekstil yardımcı maddeleri imalatı için gerekli araştırma ve geliştirmenin yapılması,
- Yeni mamul tiplerinin geliştirilmesi için pilot işletmede deneme üretimlerinin yapılması, kalite ve bilirkişilik hizmetlerinin verilmesi,
- Tekstil ve Konfeksiyon alanındaki gelişmelerle ilgili konferans, sempozyum, seminer ve kurslar düzenlenmesi gibi hizmetler sunarak ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır.

İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri (İTKİB) İTA Eğitim ve Araştırma Merkezi

İTKİB İTA Eğitim, Araştırma ve Danışmanlık Limited Şirketi; Avrupa Birliği, Dış Ticaret Müsteşarlığı ve İTKİB (İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği) tarafından hayata geçirilen “**Moda ve Tekstil İş Kümesi**” projesinin bir parçası olarak kurulmuştur. Sektörel ve Dönüşüm projesinin bir parçası olarak kurulan **İTKİB İTA**; Akademi – Endüstri işbirliğini sağlamak, sektörde uygulanabilir araştırmalar yapmak, KOBİ'lere yönelik Ar&Ge çalışmaları gerçekleştirmek, sektöre yönelik bilgilendirme ve teknik eğitim desteği vermek, teknik danışmanlık yapmak amacıyla kurulmuştur. Tekstilpark yerleşkesinde, 7000 m² lik alana inşa edilen İTKİB İTA; Teknolojik Demo Hizmetleri (Gösteri Çadırı ve Fuaye Alanı), Numune Üretim Hatları, Donanımlı Laboratuvarları gibi imkanları ile sektörün hizmetindedir (<http://www.itaarge.com/>).

Burada bahsi geçen “**Moda ve Tekstil İş Kümesi**” projesi hakkında kısaca bilgi vermek gerekirse şu şekilde özetlenebilmektedir; Avrupa Birliği tarafından finanse edilen Moda ve Tekstil İş Kümesi (MTK) projesinin yararlanıcıları, İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri (İTKİB) tarafından temsil edilen

Türkiye'deki tekstil ve hazır giyim sektöründe yer alan küçük ve orta ölçekli işletmelerdir. MTK projesinin ana hedefi, Türk Tekstil ve Hazır giyim sektöründeki işletmelerin uluslararası rekabet gücünü arttırmak, ulusal ve uluslararası tekstil ve hazır giyim ağını oluşturarak sektördeki bilgi ve teknoloji akışını hızlandırmaktır. Bu bağlamda, küçük ve orta ölçekli işletme (KOBİ)'lerin kendi aralarındaki etkileşim ve işbirliği düzeyinin artırılması ve ayrıca yerel, ulusal ve Avrupa ölçeğindeki iş destekleme kurumlarının ve benzer yapılarla olan bağlantılarının geliştirilmesi hedeflenmektedir (<http://www.itaarge.com/>).

Uludağ Tekstil İhracatçıları Birliği (UTİB)

Uludağ Tekstil İhracatçıları Birliği (UTİB) Uludağ İhracatçı Birlikleri bünyesinde 1986 yılında Bursa'da kurulmuştur. 2014 yılı sonu itibarıyla UTİB'in yaklaşık 1.270 üyesi mevcuttur. Kuruluş ülkemizde tekstil ve konfeksiyon sektöründe AR-GE çalışmalarına katkıda bulunmak ve işbirlikleri ortamı oluşturmak amacıyla, 2009 yılından beri her yıl " UTİB Türkiye Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Uluslararası Ar-Ge Proje Pazarı Zirvesi" ni düzenlenmektedir. Sektörel Ar-Ge Proje Pazarları, inovatif nitelikler taşıması itibarıyla belirlenen ana temalarda, araştırmacıların ve akademisyenlerin "Proje Öneri Posterlerini hazırlamaları ve etkinlik gününde panolarda sergilerken aynı zamanda sanayicilerle bire bir görüşmelerine imkan verecek şekilde organize edilmektedir. Talep eden akademisyenlere ayrıca projelerini konferans salonlarında sözlü olarak tanıtma imkanı da sağlanmaktadır. Bu vesileyle,

- Sanayi-Üniversite,
- Sanayi-Sanayi
- Üniversite-Üniversite,
- Sanayi-Araştırma Kurumu-Üniversite şeklindeki görüşmeler aracılığıyla proje önerilerini ortaklıklara dönüştürmektedir.

Ayrıca, ortaklığa dönüşecek projelerin hayata geçirilebilmesi için de Ar-Ge desteği sağlayan TÜBİTAK, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TGGV (Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı), KOSGEB gibi destek mekanizmaları hakkında katılımcıları bilgilendirmek de mümkün olmaktadır.

Ar-Ge Proje Pazarları ile,

- Sektörün yüksek katma değerli, inovatif üretime geçişi (Teknik tekstillerin geliştirilmesine yönelik)
- İhracatın sürdürülebilir kılınması amacı ile sanayinin gereksinim duyduğu yeni ürünlerin üretilmesi, kalite ve standartların yükseltilmesi,
- Maliyet düşürücü yeni tekniklerin geliştirilmesi ve yeni üretim teknolojilerini kullanılabilmesi amaçlanmaktadır.

UTİB tarafından gerçekleştirilen proje pazarı zirvesinde; 2009 yılından itibaren her yıl sunulan proje önerisi, katılımcı sayısındaki ve ortaklığa dönüşen proje sayısındaki artış şeklinde görülmektedir. UTİB tarafından gerçekleştirilen proje pazarı zirvesinde; sunulan proje önerisi, ortaklığa dönüşen proje sayısı, katılımcı sayısındaki artış ve proje öneri kalitesindeki görülen artış, Ar-Ge Proje Pazarlarının sektörel bazda düzenlenmesinin daha verimli olduğu savını desteklemektedir (<http://www.utibargeprojepazari.com/ar-ge-proje-pazari>).



Şekil 4: UTİB AR-GE Proje Çağrısı Afışı

BUTEKOM (Bursa Teknoloji ve Koordinasyon Ar-Ge Merkezi)


UTİB'in destekleriyle Bursa ve çevresindeki ilgili kurum ve kuruluşların katılımı ile Türkiye Tekstil Sektörünün geleceğine ait bir vizyon belirlemek üzere "Tekstil Teknolojileri Çalışma Grubu" (TTÇG) oluşturulmuştur. TTÇG faaliyetleri neticesinde 2008 yılı Ocak ayında kamuoyu ile paylaşılan bir rapor hazırlanarak 2008 yılında bir "Araştırma Merkezi'nin" kurulması öngörülmüştür. Bu amaçla, Uludağ Tekstil İhracatçıları Birliği ile Uludağ Hazır Giyim ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği'nin ortak oldukları bir şirket kurulmuş ve 19.08.2008 tarihinde "Uludağ İhracatçı Birlikleri Bursa Tekstil ve Konfeksiyon, Teknoloji, Eğitim, Araştırma, Danışmanlık ve Enerji Verimliliği Hizmetleri Limited Şirketi" (BUTEKOM) ismi ile tüzel kişilik kazanmıştır.

BUTEKOM kurulduğu günden itibaren sanayi-üniversite, sanayi-sanayi, üniversite-üniversite, sanayi-araştırma kurumu-üniversite arasında iş birlikleri oluşturmak amacıyla birçok organizasyon düzenlemektedir. UTİB iş birliği ile gerçekleştirilen, ARGE Proje Pazarları en önemli uluslararası organizasyonlarımızdan biridir. 2009 yılından itibaren organize edilen tekstil ve konfeksiyon sektörlerinin gelecek vizyonuna ışık tutan "UTİB Türkiye Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe AR-GE Proje Pazarı" etkinliği, Uludağ Tekstil İhracatçıları Birliği organizasyonu altında her yıl nisan ayının ilk haftası düzenlenmektedir (www.butekom.org).

Butekom önderliğinde 2014 -2015 yılları arasında devam eden ve yüksek ses getiren BUTEKOM AKADEMİ projesi kapsamında Tekstil ve Hazır Giyim Sektörlerinde yoğun üretim şartlarından dolayı çalışanların, takip edemediği dünyadaki gelişmelerin sektöre aktarıldığı ve güncel teknoloji takibinin sağlandığı bir eğitim ve ARGE platformu oluşturulması, sektörde sağlanan bu farkındalık ile işletmelerin verimliliği ve karlılığına arttırılarak Türkiye tekstil ve hazır giyim sektörleri ekonomisine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Projenin Haziran 2015 itibarıyla tamamlanması sonucunda;

- Tekstil ve Konfeksiyon Sektörüne özel bir eğitim alanı oluşturulması ile ve bu platformda çok yönlü (sanayi-akademisyen/üniversite-Ar-Ge merkezi/kamu) iş birliklerinin sağlanması,
- Sektöre özel eğitim ihtiyacı olan öncelikli ARGE konularının belirlenerek ve bir ihtiyaç analizi raporu oluşturulması,
- Bursa bölgesindeki Tekstil ve Konfeksiyon Sektörlerinin (yaklaşık 200 firma) eğitim haritasının çıkarılması,
- Elde edilen raporlar doğrultusunda eğitim başlıklarının ve çıkarılan eğitim yol haritasına istinaden sektöre özel eğitim içerikleri belirlenmesi,
- Sektöre özel kütüphane ve görseller oluşturulması,
- Belirlenen ana başlıklarda ARGE projelerine dönüşmesi amacı ile temel eğitimler gerçekleştirilmesi,
- Eğitimler sonrası belirlenen, model uygulama olarak firmalarla ARGE projeleri hazırlanması,

- Projenin yaygınlaştırılması için değerlendirme kitapçığı hazırlanarak sektörlle paylaşılması hedefleri gerçekleştirilmiştir. Bu anlamda ülkemizde de hızla gelişen ve araştırılma ihtiyacı yüksek olan teknik –endüstriyel tekstillere de akademi desteğiyle ivme kazandırılmıştır.



UTİB **BUTEKOM AKADEMİ** **BUTEKOM**
Bursa Tekstil & Konfeksiyon AR-GE Merkezi

BUTEKOM AKADEMİ İLE AR-GE ÇALIŞMALARINDAKİ BİRİKİMLERİMİZİ SEKTÖRLE PAYLAŞIYORUZ

BUTEKOM AKADEMİ:
BUTEKOM AKADEMİ projesinin genel amacı Bursa bölgesinde Tekstil ve Konfeksiyon Sektörlerinde sürdürülebilirliğin artırılmasına katkı sağlamak amacıyla sektöre özel eğitimler ile AR GE çalışmalarını destekleyecek bir işbirliği platformu oluşturmaktır.

PROJE FAALİYETLERİ:

- ✓ Proje duyuruları
- ✓ Ar-Ge ve eğitim platformunun fiziki olarak oluşturulması
- ✓ Eğitim platformu için görsel temaların oluşturulması
- ✓ Sektöre yönelik Ar-Ge odaklı eğitim ihtiyaçlarının tespit edilmesi
- ✓ Eğitim programlarının oluşturulması
- ✓ Sektöre özel kaynakların tedarik edilmesi
- ✓ Eğitimlerin düzenlenmesi
- ✓ Ar-Ge çalışmalarını için model uygulamaların gerçekleştirilmesi
- ✓ Sonuç raporlarının paylaşılması

PROJEDE BEKLENEN SONUÇLAR:

- ✓ Sanayi, akademiyanın, üniversite, Ar-Ge merkezi, kamu iş birliğinin sağlanması.
- ✓ AR-GE konularının belirlenecek ve bir ihtiyaç analizi raporunun oluşturulması.
- ✓ Bursa bölgesindeki Tekstil ve Konfeksiyon Sektörlerinin (yaklaşık 200 firma) eğitim haritasının çıkarılması.
- ✓ İhtiyaca yönelik özel eğitim içeriklerinin belirlenmesi.
- ✓ Sektöre özel kütüphane ve görseller oluşturulması.
- ✓ Belirlenen ana başlıklarda en az 100 kişinin katıldığı 10 farklı eğitimin gerçekleştirilmesi.
- ✓ Eğitimlerin akabinde belirlenen model firmalarda (10 adet) ARGE projesi hazırlanması.
- ✓ Projenin yaygınlaştırılması için değerlendirme kitapçığı hazırlanarak sektöre paylaşılması.

www.butekom.org
Organize Sanayi Bölgesi 2. Eğitim Sahası Kalkverengi Cad. No: 11 36140 Nilüfer/Bursa
Tel: 0234 219 10 09 / 0234 219 1422-1423
Faks: 0234 219 10 31

Şekil 5. Butekom Akademi Projesi (www.butekom.org)

Teknik Tekstiller Araştırma ve Uygulama Merkezi (TEKSMER)

Teksmer "Teknik Tekstiller Araştırma ve Uygulama Merkezi"; Türkiye'deki tekstil sektörünün teknik tekstiller alanında rekabet gücünün artırılmasına destek olmak amacıyla kurulmuştur. Teksmer'in odaklandığı konu olan teknik tekstillerin Ar-Ge ve teknoloji yoğun bir üretim yapısına sahip olması nedeniyle, teknik tekstil sektörünün gelişebilmesi için bilgi ve know-how üretimi, ticarileşebilir yeni ürünlerin geliştirilmesi ve sanayinin ihtiyaç duyduğu projelerin hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede İzmir Kalkınma Ajansı finansal desteği ile kurulan Teksmer aşağıda listelenen kurumların ortaklığında faaliyetlerini yürütmektedir.

- Ege Tekstil ve Hammaddeleri İhracatçıları Birliği (ETHİB)
 - Ege Hazır Giyim ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği (EHKİB)
 - Dokuz Eylül Üniversitesi - Üniversite Sanayi Uygulama ve Araştırma Merkezi (DESUM)
 - Türkiye Tekstil, Hazır Giyim, Deri Sanayi, Teknoloji ve Tasarım Araştırma Geliştirme Vakfı (TARGEV)
- Kuruluşun amaçları arasında şunları sıralayabiliriz;
- Test ve analizlerin gerçekleştirilmesi
 - Üreticilerin ihtiyaç duyduğu gerekli bilginin, know-how ve insan kaynağının sağlanması
 - Sanayinin ihtiyaç ve beklentilerine cevap verecek nitelikte üniversite-sanayi işbirliğini sağlayacak yapının kurulması
 - Sanayinin ihtiyaç duyduğu proje çalışmalarının hayata geçirilmesi
 - Teknik tekstillerin üretimi için firmaların dönüşüm sürecinde teknik desteğin sağlanması
 - Birlik, Teknoloji Transfer Ofisi (TTO) ve üniversite - sanayi işbirliğini sağlayacak yapının kurularak, firmalar için kolaylaştırıcılık mekanizmasının geliştirilmesi

Teksmer'in en önemli stratejik hedefleri arasında Üniversite Sanayi İşbirliği çatısı altında katma değeri yüksek Ar-Ge projeleri sunarak teknik tekstil sektörünün gelişimine destek olmak yer almaktadır. Teksmer, teknik tekstiller alanında sanayinin ihtiyaçlarına yönelik olarak proje çalışmaları ve hizmetlerin geliştirilmesi, laboratuvar bünyesindeki makine ekipman altyapısını kullanarak Ar-Ge faaliyetleri yürütmektedir. Teksmer'de temel Ar-Ge faaliyetleri genellikle koruyucu tekstillerin geliştirilmesine yönelik olarak yoğunlaşmıştır (<http://www.teksmer.com/>).

Üniversite Sanayi İşbirliği Merkezleri Platformu (ÜSİMP)

ÜSİMP, TÜBİTAK ÜSAM Programı kapsamında üniversite-sanayi arayüz yapıları olarak faaliyete başlayan ve TÜBİTAK Bilim Kurulu kararı ile 2006 yılı sonunda ÜSAM Programının kapatılmasının ardından dernek veya şirket olarak faaliyetlerini aynı anlayışla sürdüren merkezler tarafından 2007 yılında kurulmuştur. ÜSİMP günümüzde, ülkemizin farklı bölgelerinden üniversite-sanayi işbirliği çalışmalarına aktif olarak katılan/destek veren ve bu işbirliğinin daha profesyonel seviyede yürütülmesini hedefleyen üniversite, iş dünyası ve STK temsilcilerini şemsiyesi altında barındıran bir çatı kuruluşa dönüşmüş olup, faaliyetlerini gönüllülük esasına dayalı olarak sürdürmektedir.

ÜSİMP'in misyonu, ulusal bir işbirliği kültürü geliştirerek, üniversite-sanayi işbirliği alanında ara yüz kuruluşlarının oluşturulmasına, bu yapıların kurumsallaşmasına, nitelik ve performanslarının iyileştirilmesine katkıda bulunmak; ülkemizde üretilen bilgi ve teknolojilerin topluma aktarılabilmesi amacıyla teknoloji transfer uygulamalarının etkin ve verimli olarak yürütülebilmesine yönelik politika ve stratejilerin belirlenmesi, eylem planlarının hazırlanması süreçlerine katkı sağlamaktır. ÜSİMP bu kapsamda; misyonu doğrultusunda hem üniversitelerimizde, hem sanayimizde, hem de kamunun ilgili kurumlarında farkındalık yaratmaya ve olanakları ölçüsünde çalışmalara katkı sağlamaya gayret etmektedir.

ÜSİMP, ülkemizi teknoloji ithal eden ve kullanan bir yapıdan, teknoloji üreten ve ihraç eden bir yapıya getirebilme süreçlerinde;

- Üniversitelerimizde eğitim-öğretim ve araştırma faaliyetlerinin yanında yeni teknoloji üretilmesine, üretilen bu teknolojilerin topluma aktarılmasının teşvik edilmesine ve üniversitelerde teknoloji transfer mekanizmaların geliştirilmesine,

- Sanayi Sektörünün teknoloji ithal eden ve kullanan bir yapıdan, teknoloji üreten ve ihraç eden, üniversiteler ile etkin bir işbirliği içinde olan ve rekabet gücü yüksek bir yapıya dönüştürülmesine katkıda bulunmaktadır.

ÜSİMP'in en önemli hedefleri arasında üniversiteler, araştırma kurum ve kuruluşları, sanayi kuruluşları ve sivil toplum kuruluşlarında üniversite-sanayi işbirliği faaliyetlerini teşvik etmek, desteklemek ve bu kurum ve kuruluşlar ile bilimsel işbirliği faaliyetleri gerçekleştirmek, ulusal ve uluslararası ortamlarda resmi ve özel kurum ve kuruluşların bilgi ve deneyimlerini paylaşabilmeleri ve yaygınlaştırabilmelerini sağlamak, üniversite-sanayi işbirliği kuruluşlarının kurumsallaşma süreçlerinde hizmetlerin çeşitlendirilmesi ve kalitesinin iyileştirilmesi konularında danışmanlık ve rehberlik desteği vermek, Türkiye'de faaliyet gösteren arayüz kuruluşları için bir hizmet standardizasyon ve tanınırlık süreci oluşturmak ve bu kuruluşların kalitesine ve performansına katkıda bulunmak, resmi kurumlar nezdinde, üniversite-sanayi işbirliği konularında politika ve stratejilerin belirlenmesi, eylem planlarının hazırlanması süreçlerine katkı sağlamaktır (<http://www.usimp.org.tr>)

Sonuç

Ülkemizde teknik tekstil yatırımlarının yeni olması, üretimlerinin gizli tutulması ve bu alanda henüz bilgi envanterinin oluşturulamamış olması gibi nedenlerle firmaların üretim kapasitelerine ve ürün yelpazelerine ulaşma güclüğü yaşanmaktadır. Teknik tekstillerle ilgili olarak ülkemizde sermaye yetersizliği, işletme sermayesi ve finansman problemleri, pazarda yeterince söz sahibi olamama ve tanıtım eksikliği, ulusal ve uluslararası Ar-Ge fonlarından yeterince yararlanamama problemleri karşımıza çıkmaktadır.

Ülkemizdeki klasik tekstil üreticileri, daralan Tekstil ve Konfeksiyon pazarında "Teknik Tekstillerin" Avrupa ve Amerika pazarlarındaki gelişen başarılarından etkilenmekte ve Çin'in pazardaki baskıları üzerine, bu pazara can simidi olarak bakmaktadırlar. Ancak çok ciddi bir know-how gerektiren bu pazar, vasıflı işgücü, yeni teknoloji ve katma değeri yüksek ürün yelpazesini görmeyi gerektirmektedir. Böylece AR-GE kavramı teknik tekstillerde çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu anlamda üniversite-sanayi işbirliğini içeren Milli bir Teknik Tekstil politikasının oluşturulması, Teknik Tekstil konusundaki yatırımların devletin cezp edici teşvik uygulamalarıyla artarak devam ettirilmesi sektörün gelişimi açısından büyük önem taşır.

Referanslar

- Akalın, M. (2005). Tekstilde Yeni Ufuklar "Teknik Tekstil". İstanbul: İstanbul Ticaret Odası : Yayın no 31.
- Çelik,D. ve Tufan, M. (2009).Tekstil Sektöründe Üniversite Sanayi İşbirliğinin Gerekliliği ve Önemi. Journal of Azerbaijani Studies, 667-669.
- Çelikkanat, A.B. (2002). Teknik Tekstiller. İTÜ Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 148s.
- Çokkeser, H.K. ve Çeven, E.K. (2011). Otomotivde Kullanılan Teknik Tekstiller. KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(3), 45-55.
- Çukul, D., (2013). Teknik İpliklerde Son Yıllardaki Gelişmelere Örnekler. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 20(91), 50-63.

Gürbüz, E., Uçurum, E.T., (2012). Üniversite Sanayi İşbirliğinin Geliştirilmesinde Ortak Araştırma Merkezi'nin Kurulmasına İlişkin Model Önerisi. Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi, 5(2), s. 12-36.
http : // tubitaktam .ege. edu. tr / dosyalar / balistik_lifler. pdf, 2007 adresinden 20/04/2016 tarihinde alınmıştır.

<http://www.butekom.org/>

<http://www.itaarge.com/>

<http://www.tekaum.ege.edu.tr/>

<http://www.teksmer.com/>

<http://www.usimp.org.tr>

<http://www.utibargeprojepazari.com/ar-ge-proje-pazari>

İTKİB İTA (2012) dokusuz yüzeylere genel bakış & jeotekstiller eğitimi.
http://www.2bfuntex.eu/sites/default/files/materials/ITA_Geotextiles.pdf adresinden 15/04/2016 tarihinde alınmıştır.

Küçükçirkin, M. (1990). Üniversite Sanayi İşbirliği, Ülke Sanayi Ve Ekonomisi Açısından Önemi. TOBB Yayını, 5(6).

Peker, İ., Ar, İ.M.ve Baki, B. (2014). Üniversite-Sanayi İşbirliğinin Gelişmesinin Önündeki Engellerin AAS Yöntemiyle Belirlenmesi: Karadeniz Teknik Üniversitesi Örneği. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 28 (3), 107-126.

Ünal,A., 2014. Örme Teknolojisi ve Teknik Tekstiller , XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumuna Sunulmuş Bildiri.

