

Cilt: 19 Sayı: 2 Aralık 2023 / Vol: 19 No: 2 December, e-ISSN 2148-7855



DÜZCE ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ
ORMANCILIK DERGİSİ

DÜZCE UNIVERSITY
JOURNAL OF FORESTRY

Fakülte Adına Sahibi
Baş Editör

: Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
: Prof. Dr. Engin EROĞLU

Editör Kurulu

Alan Editörleri

Prof. Dr. Derya EŞEN
Prof. Dr. Kermit CROMAC Jr. (Oregon State University)
Prof. Dr. Rimvydas VASAITIS (Swedish University of Agricultural Sciences)
Prof. Dr. Jiří REMEŠ (Czech University of Life Sciences Prague)
Prof. Dr. Marc J. LINIT (University of Missouri)
Prof. Dr. Zeki DEMİR
Prof. Dr. Emrah ÇİÇEK
Prof. Dr. Dr. Derya SEVİM KORKUT
Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ
Prof. Dr. Akif KETEN
Doç. Dr. Tarık GEDİK
Doç. Dr. Mehmet Kıvanç AK
Doç. Dr. Ali Kemal ÖZBAYRAM
Doç. Dr. Hüseyin AMBARLI
Doç. Dr. Çağlar AKÇAY
Dr. Öğr. Üyesi Pınar KÖYLÜ
Dr. Öğr. Üyesi Bilal ÇETİN
Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÖZDEMİR
Dr. Öğr. Üyesi İdris DURUSOY
Dr. Öğr. Üyesi Tarık ÇİTGEZ
Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA
Arş. Gör. Dr. Muhammet ÇİL

Teknik Editörler

Dr. Öğr. Üyesi Tarık ÇİTGEZ
Dr. Öğr. Üyesi Ömer ÖZYÜREK
Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA
Arş. Gör. Dr. Muhammet ÇİL
Arş. Gör. Nuray ÖZTÜRK
Arş. Gör. Yıldız BAHÇECİ
Arş. Gör. Abdullah Hüseyin DÖNMEZ
Arş. Gör. Tunahan ÇINAR
Arş. Gör. Özcan AKIN

Dil Editörleri

Dr. Öğr. Üyesi Pınar KÖYLÜ
Arş. Gör. Mertkan Fahrettin TEKİNALP

Yazışma Adresi

Düzce Üniversitesi
Orman Fakültesi

Corresponding Address

Duzce University
Faculty of Forestry

81620 Konuralp Yerleşkesi / Düzce-TÜRKİYE

81620 Konuralp Campus / Düzce-TURKEY

Dergi yılda iki sayı olarak yayınlanır (This journal is published semi annually)
<https://dergipark.org.tr/pub/duzceod> adresinden dergiye ilişkin bilgilere ve makale özetlerine ulaşılabilir
(Instructions to Authors" and "Abstracts" can be found at this address).



İÇİNDEKİLER

İç Anadolu Kurak Bölge Ağaçlandırma Sahalarındaki Dişbudaklarda (<i>Fraxinus anqustifolia</i>) Beslenme Durumunun Belirlenmesi.....	1
Oktay YILDIZ, Özgül TILKI	
Yongalevha Üretiminde Kalıp Ayırıcı Kimyasal Kullanımının Levhanın Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi.....	24
Halil İbrahim ŞAHİN, Ali Furkan DURAN	
Batı Karadeniz Bölgesinde Türk Fındığı (<i>Corylus colurna</i> L.) Popülasyonlarının Ekolojik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	39
Mustafa ARSLAN	
Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişiminin Ekosistem Hizmetleri Bağlamında Değerlendirilmesi: Bilecik İli Örneği.....	62
Gamze ÇOBAN, Osman UZUN	
Antioxidant Defense System and Physiological Insights to Drought Stress in <i>Urtica dioica</i> L....	84
Hülya TORUN	
Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi Üzerine Bir İnceleme: Edirne Örneği.....	97
Cansu KONYALI DERELİ, Rukiye Duygu ÇAY	
Termal Konfor Açısından Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Zihni Derin Yerleşkesinin Görüntü İşleme Yöntemleri ile Analizi.....	118
Gülçay ERCAN OĞUZTÜRK, Caner MURAT	
CNC Makineleri ile Ahşap Yüzeylerin Şekillendirilmesinde Çözünürlük ve Tolerans Değerlerinin Önemi.....	129
Tuncay BOSTAN, Bekir Cihad BAL	
Geleneksel Türk Motiflerinin CNC Makinası ile Ahşap Kapılarda Uygulanması: Bafra Kongre Merkezi Örneği.....	143
Evren Osman ÇAKIROĞLU, Taner TAŞDEMİR, Birgül ÇAKIROĞLU	
İki Farklı Testere Diş Profili Kullanımının Kereste Üretim Verimi Üzerine Etkileri.....	163
Hızır Volkan GÖRGÜN, Emel ÖZTÜRK	
Kentsel Mekanlarda Renk Algısı ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma: Çin Örneği.....	180
Filiz DOĞAN	
Korunan Alanların Deprem Sonrası Risk Yönetimi Sürecinde Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi: Kahramanmaraş Merkezli Deprem Bölgesi Örneği.....	200
Ali Erdem ÖZÇELİK, Ömer Lütfü ÇORBACI, Turan YÜKSEK, Oğuz KURDOĞLU	
Türkiye'nin İki Yabancı Papağan Türü; Yeşil papağan (<i>Alexandrinus krameri</i>) ve İskender papağanı (<i>Palaeornis eupatria</i>).....	226
Leyla ÖZKAN	
Kent Ekolojisi Açısından Vadilerin Değerlendirilmesi: İdealtepe Vadisi Örneği.....	238
Duygu DEMİREL TURAN, Mustafa VAR	
Biyofilik Tasarım Açısından Bartın Kenti Örneğinde Bir Değerlendirme.....	253
Aybüke Özge BOZ DEMİR, Canan CENGİZ	

Karaçam (Pinus nigra Arnold.) Meşcerelerinde İbre Döküm Miktarı ve Bu Yolla Toprak Ekosistemine Geri Dönen Karbon ve Azot'un Tespiti.....	269
Meriç ÇAKIR, Murat SARGINCI, Serdar AKBURAK	
Bazı Ihlamur (Tilia sp.) Türlerinde Farklı Aşılama Yöntemlerinin ve Zamanının Aşı Tutma Başarısına Etkisi.....	283
Rabia PARMAKSIZOĞLU YAN, Şemsettin KULAÇ	
Yonga Levha Üretiminde Tutkallama Öncesi ve Sonrası Parafin İlavesinin Levha Özellikleri Üzerine Etkisi.....	295
Hasan IŞIK, Oktay GÖNÜLTAŞ	
Bostrichoidea Species in Forest Nurseries of the Western Black Sea Region of Türkiye.....	305
Nuray ÖZTÜRK, Beşir YÜKSEL	
Yongalevha Endüstrisinde Zımparalama Sorunlarının ve Çözüm Önerilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma.....	319
Aytaç AYDIN, Gökay NEMLİ	

İç Anadolu Kurak Bölge Ağaçlandırma Sahalarındaki Dişbudaklarda (*Fraxinus anqustifolia*) Beslenme Durumunun Belirlenmesi

Determination of the Nutritional Status of Ash Trees (*Fraxinus anqustifolia*) in the Central Anatolian Arid Region Afforestation areas

 Oktay YILDIZ^{1*},  Özgül TİLKİ²

Öz

Çalışmanın amacı İç Anadolu'nun kurak sahalarda dikim yoluyla getirilmiş dişbudak ağaçlarının beslenme durumunu belirlemektir. Farklı yıllarda dikilmiş dişbudak ağaçlarından Haziran- Temmuz 2013 yıllarında yaprak örneklemesi yapılarak C, N, P, K, Fe, Mn ve Zn analizleri yapılmıştır. Ayrıca örnekleme yapılan ağaçların etrafından toprak örnekleri alınarak, toprağın tanecek bileşimi, elektrik iletkenliği (EC), toprak tepkimesi (pH), kireç, değişebilir sodyum oranı (ESP), kation değişim kapasitesi (KDK) değerleri belirlenerek bitkilerin besin yoğunluklarının toprak özellikleri ile ilişkisi incelenmiştir. Örnekleme sahalalarının ilk 20 cm derinliğindeki topraklar killi ile kumlu balçık arasında değişen toprak türüne sahip olup bu derinlikte toprağın hacim ağırlığı genel olarak 1,2 g cm⁻³'ün altında olduğundan toprak sıkışmasıyla ilgili bir sorun bulunmamaktadır. Elde edilen verilere göre Fe, Mn ve Zn değerlerinin bitkinin beslenmesini olumsuz olarak etkileyecek derecede düşük olmadığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dişbudak, İç Anadolu, Ağaçlandırma, Bitki Besleme

Abstract

The aim of the study is to determine the nutritional status of ash trees growing in the arid areas of Central Anatolia. The leaves were sampled in June-july 2013 from ash trees planted in different years. Then samples were analyzed for their N, C, P, K, Fe and Zn content. In addition, soil samples were taken from around the sampled trees, the texture of the soil, electrical conductivity (EC), soil reaktion (pH), lime, exchangeable sodium percentage (ESP), cation excahge capacity (CEC) values were determined and the relationship of nutrient concentration of leaves with soil properties were examined. At the first 20 cm depth of the sampling sites soil vary from clay to sandy loam. Since the bulk density of the soil at this depth is generally below 1.2 g cm⁻³, there is no problem with soil compaction. According to the obtained data, it is observed that the Fe, Mn and Zn values are not low enough to negatively affect the nutrition of the plant.

Keywords: Ash-tree, Central Antolian Region, Afforestation, Plant Nutrition

Geliş Tarihi: 26.08.2023, Düzeltme Tarihi: 14.11.2023, Kabul Tarihi: 14.12.2023

Adres¹: Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği

Adres²: Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği

E-mail: oktayyildiz@duzce.edu.tr

*Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 'İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırmasında kullanılan dişbudakların (*Fraxinus anqustifolia*) beslenme durumlarının belirlenmesi'' isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Kurak bölge ağaçlandırmaları nemli bölgelerdekinden çok farklıdır ve öncelikle sahada tutunabilecek türlerin getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kurak ve yarı kurak ekosistemlerde yayılım gösteren, sedir, karaçam, sarıçam, Arizona servisi, kızılçam, iğde, akasya, katırtırnağı, ahlat, dişbudak, mahlep, badem, kokar ağaç vb. türlerden seçilerek iç Anadolu'nun sorunlu sahalarında farklı çalışmalarla denenmiştir. Fakat bu tür sorunlu sahalarda ağaçlandırma çalışmaları hem pahalı bir uygulamadır hem de yapılan ağaçlandırma çalışmalarının çok uzun yıllar alması çalışmaların başarısı konusunda kuşkular uyandırmaktadır. Dolayısıyla yapılan çalışmalarda sadece dikilen fidanın türü, orijini ve tutma başarısına odaklanmak uygulamanın başarısı için yetmemektedir. Bu nedenle dikilen fidanları bir an önce biyolojik bağımsızlığına kavuşturarak bu amaçla çevrilen sahalarda kamuoyunun desteğini alacak şekilde daha hızlı bir büyümenin sağlanması gerekmektedir. Dolayısıyla tutma başarısı gösteren fidanların beslenmesi ve daha hızlı büyümesi ile biyolojik bağımsızlığını kazanmasını sağlayacak çalışma verilerine ihtiyaç vardır.

Bitkilerin beslenme durumlarının belirlenmesi bitki büyümesi açısından sorunlu görülen sahalarda uygulamacıya yön vermesi açısından önemlidir. Bitkilerin yaprak analizi tek başına toprağın verimliliğini göstermeye yetmeyebilir. Bu nedenle toprak analizleriyle desteklenecek yaprak analizleri beslenme durumları hakkında daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Toprakta bulunan besin elementleri analiz yöntemiyle bulunabilir. Fakat toprakta bulunan besin elementi miktarı ile bitkinin beslenme durumu arasında kesin ilişki kurmak çok zordur. Bu nedenle toprak analizlerinde pH, tekstür, tuzluluk, ve toksik düzeydeki klor, sodyum ve bor gibi analizlerin yapılması daha ekonomik ve uygulamacı açısından daha kolaydır. Bitki beslenmesinin en iyi göstergesi olan yaprak analizleri ile özellikle minimum değerlerin tespiti tarım bitkileri için yapılmış olmasına rağmen peyzaj ve orman bitkileri için veriler hem tür hem de farklı ekosistemler açısından son derece kısıtlıdır. Orman ve peyzaj bitkileri için var olan verilerin çoğu da fidanlık, saksı ve sera deneylerinden elde edilmiştir.

Doğal yetişme ortamındaki sağlıklı ağaçlardan alınan veriler bu bitkiler için mutlak bir değer olmasa da bu sahalardaki bitkilerin beslenmesi açısından bir fikir vermektedir. Bu çalışmalar ağaçları tanıma açısından da önemlidir.

Ağaçlar yöredeki otsu türlere (yıllık bitkiler) göre daha fazla N, P, K, Ca, Mg ve S ihtiyaç duyarlar ve bunların içinde en fazla gerekeni azottur. Yöredeki topraklarda yeteri kadar yıkanma olmadığından K, Ca ve Mg gibi elementler bakımından, açığa rastlanma

olasılığı oldukça düşüktür. Bu nedenle azot beslenmesi bu yöredeki ağaçların büyümesinde en önemli sınırlayıcı etken olarak görünmektedir.

İç Anadolu'daki sahaların çoğu verimli orman yetişmesi açısından marjinal sahalar olmasına rağmen şimdiye kadar yapılan çalışmalarda dikilen ağaçların beslenmesi ile ilgili sistematik bir veri bulunmamaktadır. Erozyonla mücadele ve kurak bölge bitkilendirmesi amacıyla İç Anadolu step iklimine sahip olan Aksaray, Ereğli, Karapınar, Emirgazi yörelerinde son 40 yılda farklı zamanlarda dikilmiş ve bu bölgeler için başarılı bir tür olarak görülen farklı yaşlarda dişbudak ağaçları bulunmaktadır.

Dişbudak Avrupa'da değerli yapraklı türlerden birisi olarak sınıflandırılmakta ve son yıllarda türün biyolojisi, genetiği ve silvikültürü ile ilgili önemli çalışmalar yapılmaktadır (Fraxigen, 2005). Türkiye'de dişbudak Trakya'dan, Doğu Karadeniz'e ve Karadeniz kıyısından Ege ve Akdeniz kıyı bölgelerine kadar çok geniş bir coğrafyada yayılış göstermektedir. Toplamda 176500 ha' da yayılış göstermesine rağmen 5000 ha' dan az koru ve 1000 ha' dan az baltalık olarak orman kurmaktadır. Dişbudak hektarda 15 m³'ten fazla artışla (Çiçek ve Yılmaz, 2002) hızlı gelişen türlerden sayıldığı gibi dar yapraklı dişbudak (*F. angustifolia*) 40 yılı aşkındır İç Anadolu'nun kurak ve yarı kurak bölge ağaçlandırmalarında başarı ile kullanılan bir türdür (Anonim, 2012; Çiçek ve ark., 2007). Dişbudaklarda Avrupa'da önemli bir sorun olan dişbudak-tepe ölümleri ve diğer hastalıklar konusunda henüz bu yöredeki dişbudaklarda bir kayıt bulunmamaktadır. Fakat yörede yapılan incelemelerde 15 yaşın üzerindeki bazı bireylerde yer yer yaprak sararmalarının olduğu görülmüştür. Bu nedenle zor koşullarda sahaya getirilen ağaçların herhangi bir hastalığa kaybedilmemesi için beslenme durumlarının takip edilmesi önem arz etmektedir. Yörede yapılan ağaçlandırma çalışmalarının eksik olan bu yanını tamamlayacak verilerin üretilmesi son derece önemlidir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı İç Anadolu'nun kurak sahalarında dikim yoluyla getirilmiş dişbudak ağaçlarının beslenme durumunu belirleyerek kurak ve yarı-kurak bölgelerde yapılan ağaçlandırma çalışmalarına katkı sağlayabilecek veriler üretmektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Dişbudak cinsinin çoğunlukla kuzey yarım kürenin ılıman iklimlerinde bulunmak üzere 70'e yakın türü bulunmaktadır. Bunlardan dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) güney ve doğu Avrupa boyunca bulunmaktadır. Yayılışı batıda Portekiz ve

İspanya'dan başlayarak Kuzey'de Slovakya ve doğuya doğru Türkiye'nin Akdeniz ve Karadeniz bölgeleri ile Suriye, Kafkaslar, İran ve Güney Rusya'ya kadar uzanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Dar yapraklı dişbudağın (*F. angustifolia*) yayılış alanları (Fraxigen, 2005).

Dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) bulunduğu coğrafik bölgeye has olarak 3 ayrı alttüre sahiptir. 1-ssp. *angustifolia* (Akdeniz havzasının batısında bulunmaktadır), 2-ssp. *oxycarpa* (Bieb. Ex Wild) Franco and Rocha Afonso (doğu orta Avrupa ve Kuzeydoğu İspanya'nın doğusundan itibaren güney Avrupa'da yayılmaktadır), 3- ssp. *syriaca* (Boiss.) Yalt. (Türkiye ve Doğuda İran'a doğru uzanmaktadır (Fraxigen, 2005).

Fraxinus angustifolia genelde dere kenarı (riparian) zonlarda bazen saf meşçereler halinde bulunmakta bazen meşe, gürgen, karaağaç, akçaağaç, kızılğaç, kavak, söğüt, çınar, ceviz, ıhlamur, üvez ve erik gibi yapraklı türlerle karışım yapmakta ve bazen de armut, elma, fındık, ılgın, kızılıçık, alıç, kurtbağrı vb. ağaççık ve çalı türleriyle de karışımlar oluşturmaktadır. Yaygın dişbudağın (*F. excelsior*) tersine dar-yapraklı dişbudak sulak alanlarla sel baskını oluşan topraklarda yaşamını sürdürebilmektedir (Şekil 2).

Yamaç arazilerdeki iyi drenajlı araziler ve taban arazilerdeki nemli, verimli kil topraklarda iyi gelişmektedir. En iyi gelişimini düşük yükseltilerdeki verimli topraklarda yapmasına rağmen geçici su baskınlarına dayanabilmektedir. Havalanmış veya hafif olarak sıkışmış kumlu killi toprakları tercih etmesine rağmen, balçık, kumlu-balçık ve kumlu-killi-balçık topraklarda da iyi gelişir. Yetiştirildiği sahaların toprak pH' 5-8 arasında değişmektedir. Optimum toprak derinliği 40-100 cm olup genelde ılıman iklimi tercih etmektedir (Fraxigen

2005). Orta Avrupa'da ve Balkanlar'da akarsu kenarındaki (riparian zonlar) subasar ormanlarda bazen göl kenarı ve sulak alanlarda yayılış gösterirken Akdeniz bölgesinde daha çok kuru sahalarda yaklaşık 500-2000 metreler arasında rastlanmaktadır.



Şekil 2. Türkiye'nin Batı-Karadeniz bölgesinde taban arazilerde yapraklı türlerle karışık dar-yapraklı dişbudak ormanları.

2.1.1. Jeoloji ve Toprak Yapısı

İç Anadolu'da kireçtaşı, marn, marnokalker ile kilitaşı, konglomera, kumtaşı, jips yaygın kayalardır. Volkanik etkinliklerin yoğun olduğu Karapınar, Hasandağı, Karacadağ, çevresinde bazaltik, andezitik ve tüfit oluşumlar yaygındır. Bölgenin orta kesiminde eski Tetis denizi zamanından kalma, kireçtaşı, kumtaşı ve kumlu çökeller yer almaktadır. Bölgede yaygın kireç içerikli anamateryaller nedeniyle kahverengi topraklar (Cambisol / inceptisol) geniş yayılış göstermektedir. Ayrıca eski göl yatakları ile akarsu kenarlarında (fluvisol / fluvent) alüviyal topraklar da yaygındır. Bu topraklar, Ereğli, Karapınar, Aksaray ve Konya arasında geniş yayılış göstermektedir. Volkanik kül ve andezit olan yerlerde süzek, düşük kil içerikli topraklar yayılış gösterirken, bazaltik anamateryal olan yerlerde ise yüksek kil içerikli topraklar oluşmuştur (Akça ve Kapur 2014). Genel olarak sahalarda organik madde miktarı %2'den az, kireç oranı % 30'dan fazla ve pH = 7,5-8 arasındadır. Erozyona uğramış sahaların üst kısmında toprak kumlu balçık alt kısımlara doğru inildikçe kil miktarının arttığı bir yapı görülmektedir. Profilin alt kısımlarında kil ve kireç birikimi sonucu toprağın mutlak derinliği genelde 100 cm' den fazla fizyolojik derinliği 70-80 cm civarındadır.

2.1.2. İklim

Bölgenin çevresi yüksek dağlarla çevrili olduğundan, denizlerin nemli ılıman havası bölgeye sokulamaz. Bu nedenle bölgede, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal bir iklim hakimdir. Bölgede, doğuya doğru gidildikçe yükseltinin artmasına bağlı olarak karasallık derecesi artar ve kış sıcaklıkları çok düşük değerlere ulaşır. İç Anadolu, ülkemizin en az yağış alan bölgesidir. Bölgede görülen yağışlar konveksiyonel ve cephesel kökenlidir. Kırkikindi adı da verilen konveksiyonel yağışlar İlbaharda yaygındır. Yaz mevsiminde yağış azlığı ve sıcaklığın fazlalığı kuraklığı artırır. İç Anadolu Bölgesi, Akdeniz iklim bölgelerinden Kurak Akdeniz biyo-iklimlerinin Kurak Çok soğuk Akdeniz iklimi içerisinde yer almaktadır. Yıllık yağış miktarı 300 mm dolayındadır (Kurt, 2014). Sahalara en yakın Aksaray ve Karapınar istasyonlarından elde edilen verileri kullanılarak elde edilen Erinç indisine göre bölgenin iklimi yarı kurak ve bitki örtüsü step olarak nitelendirilmektedir. Walter diyagramına göre de sahada mayıs sonundan ekim başına kadar su açığı görülmektedir.

2.1.3. Bitki Örtüsü

Ovalarda yükseltinin az olması yağışı azalttığından kuraklık orman yetişmesini önlemiş ve bitki örtüsü step olarak şekillenmiştir. Step, ilkbahar yağmurlarıyla yeşerip, bir kaç ay yeşil kaldıktan sonra yaz sıcaklığı ile sararmaktadır. Tuz gölü yöresinde seyrek, cılız stepler yer alır. Buradan bölgenin kenarlarına gidildikçe step bitkileri sıklaşır ve uzun boylu olur. Dağ yamaçlarında yükselti arttıkça yağış arttığından sıcaklığın uygun olduğu yükseltilerde meşelikler ve ardıç ve karaçamdan oluşan iğne yapraklı ormanlar görülmektedir. İç Anadolu coğrafik bölgesi Akdeniz ikliminin etkisi altında kaldığından, ormanları da fitososyolojik açıdan *Quercetea pubescentis* sınıfında yer alır ve büyük bir kesimi *Quercus-Carpinetalia orientalis* takımına bağlanır. İç Anadolu kurakçıl ormanlarının klimaksı karaçam olarak bilinir. Karaçam'ın tahrip edildiği yerlerde sub-klimaks olarak tüylü ve saçlı meşeler bulunmakta, meşelerin de tahrip edildiği sahalarda ardıç toplulukları ile karağan (*Cistus laurifolius*) toplulukları oluşmuştur (Kurt, 2014).

2.1.4. Yaprak örnekleme ve Analizleri

Çalışma Türkiye'de kuraklık ve çölleşme tehdidinin en fazla olduğu İç Anadolu'nun, Aksaray, Emirgazi, Ereğli ve Karapınar bölgelerinde farklı zamanlarda dikilmiş dar yapraklı dişbudak sahalarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Çalışma için 3000 km²'nin üzerinde bir

alana yayılmış 11 örnekleme alanı seçilmiştir (Çizelge 1). Örnekleme alanlarından toplam 74 dişbudak ağacından yaprak örnekleme yapılmıştır.



Şekil 3. Çalışma sahalarının genel konumu.

Çizelge 1. Örnekleme sahalarının konumu, örnekleme yapılan dişbudakların ortalama çapları ve boyları.

Yöre	Yükselti	Enlem	Boylam	Ortalama Çap (mm)	Ortalama Boy (cm)
Acıınar	1114	38 33 11,83 K	33 53 05,34 D	20	163
Acıınar	1164	38 33 20,89 K	34 04 00,79 D	15	107
Acıınar	1027	38 31 40,16 K	33 51 58,43 D	32	183
Acıınar	1022	38 31 35,60 K	33 51 54,27 D	23	164
İncesu	1041	38 10 19,08 K	33 49 19,13 D	74	357
İncesu	1012	38 10 35,52 K	33 47 37,29 D	17	122
Emirgazi	1174	37 54 57,88 K	33 51 42,22 D	115	733
Karapınar	1010	37 42 44,91 K	33 31 30,56 D	117	602
Karapınar	1010	37 42 44,91 K	33 31 30,56 D	237	1004
Karapınar	1053	37 42 44,91 K	33 31 30,56 D	237	1070
Karapınar	1030	37 42 44,91 K	33 31 30,56 D	194	716
Sakarya	28	02 95 33,30 K	45 22 53,60 D	93	180
Sinop	0	65 88 07,90 K	46 52 00,14 D	64	180

Ayrıca kurak bölgelerdeki dar-yapraklı dişbudakların azot içeriklerini karşılaştırmak için nemli iklime sahip Batı- ve Orta-Karadeniz Bölgesinde doğal olarak yetişen dişbudaklardan yaprak örnekleme yapılmıştır. Batı-Karadeniz bölgesinde Adapazarı civarında yer alan killi toprağa sahip bir taban arazide yetişen 20 yaşlarında 6 dar-yapraklı dişbudak örneklenmiştir. Adapazarı sahaları bol yağış alan ve nem oranı yüksek bir yapıya

sahiptir. Yıllık yağış ortalaması 1016 mm ve sıcaklık ortalaması 14 °C olup %74 yıllık ortalama nispi neme sahiptir. Orta-Karadeniz bölgesinde Sinop il merkezine ve kıyıya yakın bir sahada yetişen yine 20 yaşlarında 6 dar-yapraklı dişbudak örneklenmiştir. Orta-Karadeniz bölgesindeki sahalar Karadeniz kıyı kesimi yapraklı ormanları içerisinde yer almaktadır. Dişbudakların örneklediği sahaların toprakları killi balçık bir yapıya sahip olup bölgenin yıllık yağış ortalaması 700 mm ve ortalama sıcaklığı 14 °C'dir.

Vejetasyon dönemi ortasında yapraklar tam olarak gelişimini sağladığında (Haziran-Temmuz) yaprak örnekleme için sahalara çıkılmıştır. Sahalarda yaprak örnekleme yapılan ağaçların önce çapları ve boyları ölçülerek kaydedilmiştir. Besin sıkıntısı çekilen sahalarda hareketli besin elementleri örneğin N, P gibi yaşlı yapraklardan yeni yapraklara sevk edilmekte ve bu nedenle eksikliği önce yaşlı yapraklarda ortaya çıkmaktadır. Fakat hareketsiz besin elementlerinin örneğin Fe gibi eksikliği ilk olarak genç yapraklarda ortaya çıkmaktadır. Ayrıca pH' si yüksek olan bu sahalarda mikro-besin alımı sıkıntısı da olabilir. Bu nedenle ağaçların hem yaşlı yapraklarından hem de genç yapraklarından örnekleme yapılmıştır. Yaşlı yapraklar için sürgünlerin dip kısmına doğru vejetasyon mevsiminin başlarında gelişen sağlam yapraklar örneklenmiştir. Genç yapraklar için sürgünün ucuna doğru olan ve yeni gelişmiş fakat yaprak gelişimini tam olarak yapmış olan yapraklardan örnekleme alınmış henüz yeni gelişmekte olan en uçtaki yapraklardan örnekleme yapılmamıştır. Seçilen ağaçların farklı yönlerindeki sağlam yapraklarından ağaca zarar vermeyecek şekilde yeteri kadar yaprak örnekleme yapılarak örnekler kilitli poşetlere konulup laboratuvara getirilmiştir.

Örnek yapraklar 65 °C'de kurutularak C, N ve S yoğunlukları CN (LECO TruSpec) analiz makinesi ile kuru yakma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Diğer makro-besin analizleri için (P ve K) bitki örnekleri önce nitrik ve perklorik asit karışımında digest edilip (Jones ve Case, 1990) daha sonra P yoğunluğunun belirlenmesi için Spektrofotometre (Jenway 6505 UV/Vis. Spectrophotometer), K için Alev Fotometresi (Jenway Flame Photometer) kullanılmıştır. Mikro-besin elementlerinden Mn, Fe ve Zn ise ICP- MS ile analiz edilmiştir.

2.1.5. Toprak örnekleme ve analizleri

Yaprak örnekleme yapılacak ağaçların yaklaşık 50 cm civarından (köklere çok yaklaşp zarar vermemek için) farklı yönlerden belirlenen 5 noktadan ilk 20 cm derinliğinden yaklaşık 1,5 kg toprak örnekleri alınmıştır. Her noktadan alınan 5 örnek birleştirilerek o nokta için bir karışım örneği oluşturulmuştur. Ayrıca hacim ağırlıklarını belirlemek için aynı

noktalardan 100 cm³'lük silindirlerle bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmamış toprak örnekleri fırınlarda 105 °C sıcaklıkta yaklaşık 24 saat kurutulmuş sabit ağırlığa gelmesi sağlanmış ve hacim ağırlığı hesaplaması yapılmıştır. Alınan diğer toprak örnekleri hava kurusu hale getirilerek elenip (kuru eleme Ø > 2mm) iskelet kısmından ayrılmıştır. Elenen topraklarda tanecik bileşimi (tekstürü), kireç içeriği, pH, tuzluluk, KDK ve sodyum içeriği (Na) analizleri yapılmıştır (Sumner ve Miller, 1996; Thomas, 1996). Toprakların tanecik bileşimi Bouyoucos hidrometre yöntemi ile belirlendikten sonra, örneklerin kum, kil ve toz miktarlarına göre Uluslararası Tekstür Üçgeni'nden yararlanılarak türü belirlenmiştir. Toprağın asitliğini belirlemek için hava kurusu toprak örnekleri (<2 mm) saf su karışımı ile pH metre kullanılarak çözelti asitliği olarak belirlenmiştir (Thomas, 1996). Kireç içeriği Scheibler Kalsimetresi ile ölçülmüştür. KDK tayini için NH₄OAc ekstraksiyonu kullanılmıştır (Sumner ve Miller, 1996).

2.1.6. İstatistiksel Analizler

Çalışma sahalarındaki dışbudaklardan örneklenen genç ve yaşlı yaprakların C, N, P, K, S, Fe, Mn, Zn içerikleri ile sahalardaki üst-toprağın (0-20 cm) tepkime (pH), elektrik iletkenliği, kireç, kil ve kum içerikleri, KDK ve sodyum (Na) değerleri arasındaki basit doğrusal ilişkiler Pearson korelasyon katsayısı ile belirlenmiştir. Aynı toprak örneklerinin değişkenleri arasındaki ilişkiler ve aynı yaprağın içerdiği besin elementleri arasındaki ilişkiler de aynı şekilde belirlenmiştir. Ayrıca kurak sahalarda yetişen dışbudakların yapraklarındaki azot değerleri nem bakımından daha iyi koşullarda yetişen Sakarya ve Sinop bölgelerinden elde edilen örnek değerleri t-testi ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar alfa=0,05 düzeyinde önemli olarak kabul edilen analizlerde SAS (1996) programından yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bulgular

Örnekleme sahalarının tamamının ortalaması alındığında toprağın ilk 20 cm derinliğindeki kum oranı %43 olarak belirlenmiştir. Örnekleme yapılan sahaları bölgeler olarak ayırdığımızda en yüksek kum oranına sahip Emirgazi örneklerinin en düşük orana sahip Acıpınar örneklerinden yaklaşık %51 daha fazla kum içerdiği görülmektedir. Kil içeriği bakımından ise tüm sahaların genel ortalaması %32 civarında iken Acıpınar sahalarındaki toprağın kil oranı İncesu ve Emirgazi sahalarındakilerden yaklaşık 2,4 kat fazla olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. İç Anadolu dışbudak örnekleme sahalarında toprakların kum, kil ve kireç içerikleri ortalaması± standart hata.

Sahalar	Kum (%)	Kil (%)	Kireç (% CaCO ₃)
Acıpınar	39 ± 3	38 ± 3	19 ± 2
İncesu	57 ± 1	15 ± 1	37 ± 2
Karapınar	46 ± 2	29 ± 1	52 ± 3
Emirgazi	59 ± 1	16 ± 1	9 ± 0,4

Sahaların tamamı için toprağın ilk 20 cm' sinde ortalama %29 kireç olduğu hesaplanmıştır. En düşük kireç oranına sahip sahalar Emirgazi bölgesinde bulunurken Karapınar sahaları Emirgazi sahalarındaki topraklardan yaklaşık 5,8 kat fazla kireç içermektedir. Örnekleme sahalarının genel ortalaması olarak toprağın ilk 20 cm derinliğinde pH, EC, KDK ve ESP değerleri sırasıyla 7,4, 173 ($\mu\text{S cm}^{-1}$), 34 (Cmolc kg^{-1}), ve 1 olarak hesaplanmıştır. Kil oranı en yüksek olan Acıpınar sahalarında KDK değerleri de Karapınar sahalarındaki toprakların KDK değerinden yaklaşık % 70, İncesu ve Emirgazi sahalarındaki toprakların KDK oranlarından da yaklaşık % 20 daha fazladır (Çizelge 3).

Çizelge 3. İç Anadolu dışbudak örnekleme sahalarında toprakların pH, EC, KDK ve ESP değerleri ortalaması ± standart hata.

Sahalar	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	KDK (Cmolc kg^{-1})	ESP (%)
Acıpınar	7,72 ± 0,01	136 ± 2,4	34 ± 1,6	0,5 ± 0,1
İncesu	7,74 ± 0,03	161 ± 7,4	28 ± 0,9	1 ± 0,1
Karapınar	7,57 ± 0,02	221 ± 11	20 ± 2	0,6 ± 0,1
Emirgazi	7,66 ± 0,01	230 ± 13	29 ± 0,5	4,2 ± 0,3

3.1.1. Yaşlı Yaprak ile Toprak Değerleri Arasındaki İlişkiler

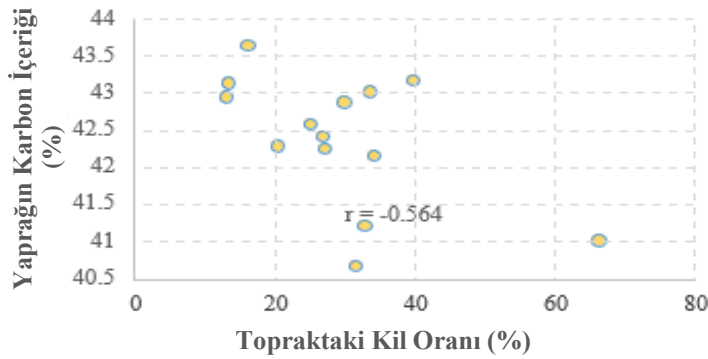
Yaşlı yaprakların içerdiği C değerleri (%) ortalaması ve standart hatası ise $42 \pm 0,23$ olup %95 güven aralığının alt sınırı %41,9 üst sınırı ise %42,91 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. İç Anadolu kurak sahalarında yetişen dar yapraklı dışbudak ağaçlarındaki makro besin elementleri ortalaması (%) ± standart hata.

	C	N	P		K	S
Yaşlı Yaprak	42 ± 0,23	2,32 ± 0,07	0,28 ± 0,03		0,72 ± 0,1	0,141 ± 0,01

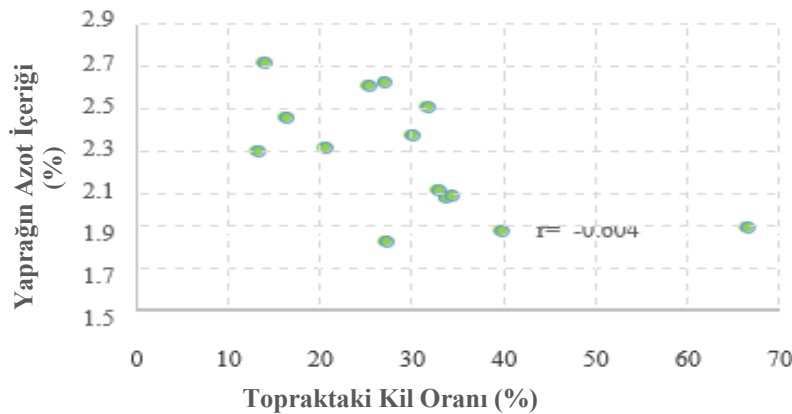
Genç Yaprak	$44 \pm 0,31$	$2,36 \pm 0,1$	$0,22 \pm 0,013$		$0,63 \pm 0,1$	$0,07 \pm 0,003$
--------------------	---------------	----------------	------------------	--	----------------	------------------

Üst toprağın kil içeriği ile yaşlı yaprakların içerdiği karbon değerleri arasında ters orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 4, $r = -0,564$, $P\text{-değeri} = 0,036$).



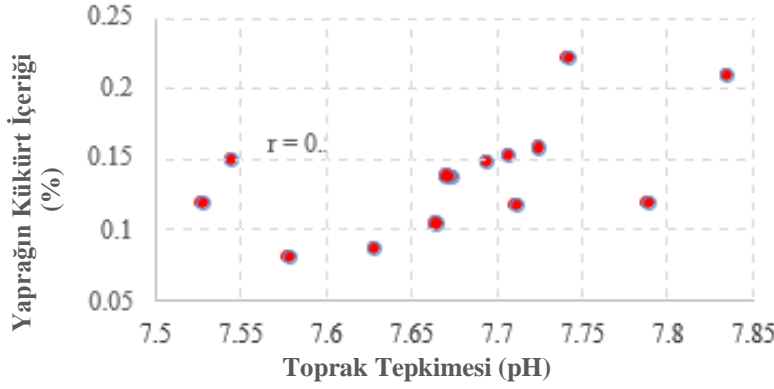
Şekil 4. Dişbudak sahalarında üst toprağın (0-20 cm) kil içeriği (%) ile yaşlı yaprakların içerdiği karbon (%) değerleri arasındaki ilişki.

Üst toprağın kil içeriği (%) ile yaşlı yaprakların içerdiği N değerleri (%) arasında ters orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 5, $r = -0,604$, $P\text{-değeri} = 0,02$).



Şekil 5. Dişbudak sahalarında üst toprağın (0-20 cm) kil içeriği (%) ile yaşlı yaprakların içerdiği azot (%) değerleri arasındaki ilişki.

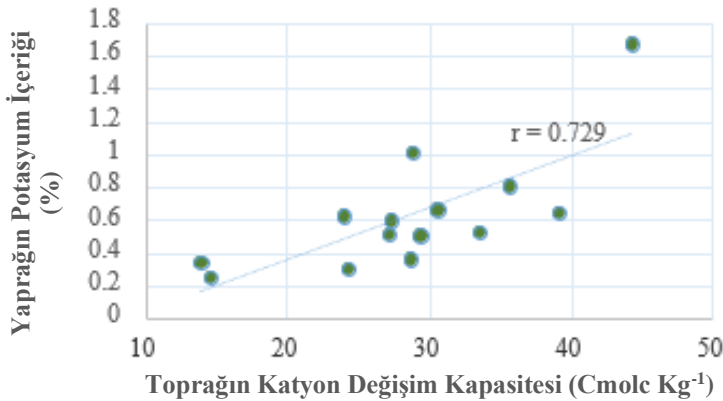
Yaşlı yaprakların içerdiği S değerleri (%) ortalaması ve standart hatası ise $0,141 \pm 0,01$ olup % 95 güven aralığının alt sınırı % 0,118 üst sınırı ise % 0,164 olarak hesaplanmıştır. Üst toprağın pH değeri ile yaşlı yaprakların içerdiği kükürt (%) değerleri arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 6, $r = 0,553$, $P\text{-değeri} = 0,04$).



Şekil 6. Dişbudak sahalarında üst toprağın (0-20 cm) pH değeri ile yaşlı yaprakların içerdiği kükürt (%) değerleri arasındaki ilişki.

3.1.2. Genç Yaprak ile Toprak Değerleri Arasındaki İlişkiler

Genç yaprakların içerdiği K değerleri (%) ortalaması ve standart hatası $0,63 \pm 0,1$ olup % 95 güven aralığının alt sınırı % 0,42 üst sınırı ise % 0,84 olarak hesaplanmıştır. Üst toprağın kation değişim kapasitesi (Cmolc kg^{-1}) ile genç yaprakların içerdiği potasyum (%) değerleri arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 7, $r = 0,729$, P -değeri = 0,0031).



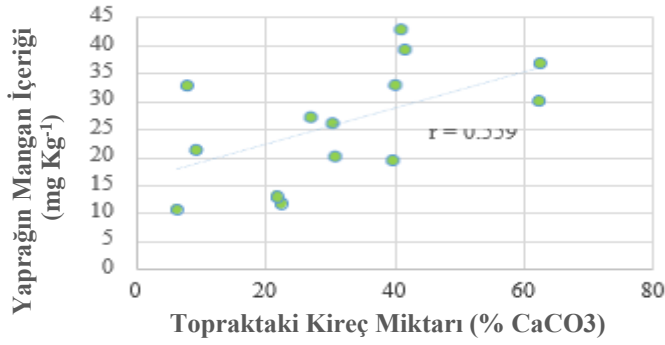
Şekil 7. Dişbudak sahalarında üst toprağın (0-20 cm) kation değişim kapasitesi (Cmolc kg^{-1}) ile genç yaprakların içerdiği potasyum (%) değerleri arasındaki ilişki.

Örnekleme sahalarında üst toprağın kireç içeriği ortalaması (% CaCO_3) ve standart hatası $27 \pm 2,6$ olup % 95 güven aralığının alt sınırı 21,6 üst sınırı ise 32,3 olarak hesaplanmıştır. Genç yaprakların içerdiği Mn değerleri (mg kg^{-1}) ortalaması ve standart hatası 26 ± 3 olup % 95 güven aralığının alt sınırı 20 mg kg^{-1} ve üst sınırı ise 32 mg kg^{-1} olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. İç Anadolu kurak sahalarında yetişen dar yapraklı dişbudak ağaçlarındaki mikro besin elementleri ortalaması (mg kg^{-1}) \pm standart hata.

	Fe	Mn	Zn
Yaşlı Yaprak	78 ± 16	33 ± 11	31 ± 4
Genç Yaprak	88 ± 8	26 ± 3	40 ± 10

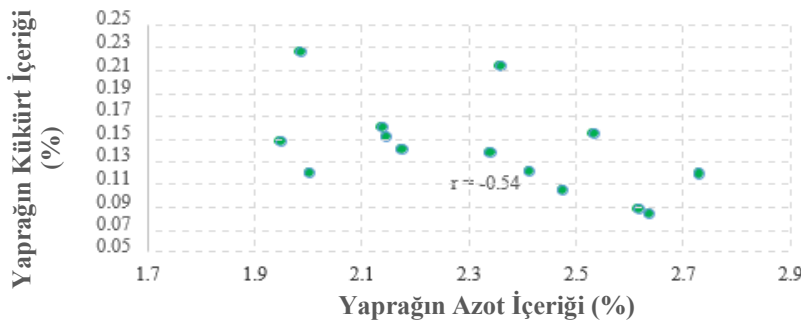
Üst toprağın kireç içeriği (% CaCO₃) ile genç yaprakların içerdiği Mn oranları (mg kg⁻¹) arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 8, $r = 0.559$, P -değeri = 0.038).



Şekil 8. Dişbudak sahalarında üst toprağın (0-20 cm) kireç içeriği (% CaCO₃) ile genç yaprakların içerdiği mangan oranları (mg kg⁻¹) arasındaki ilişki.

3.1.3. Yaşlı Yaprakların İçerdiği Besin Elementleri Arasındaki İlişkiler

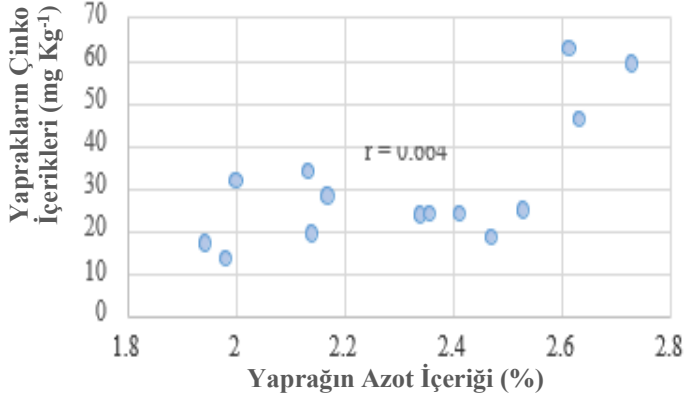
Dişbudak fidanlarının yaşlı yapraklarındaki azot ve kükürt içerikleri arasında ters orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 9, $r = -0.54$, P -değeri = 0,047).



Şekil 9. Dişbudak fidanlarının yaşlı yapraklarındaki azot içeriği (%) ile kükürt içerikleri (%) arasındaki ilişki.

Yaşlı yaprakların içerdiği Zn değerleri (mg kg⁻¹) ortalaması ve standart hatası 31 ± 4

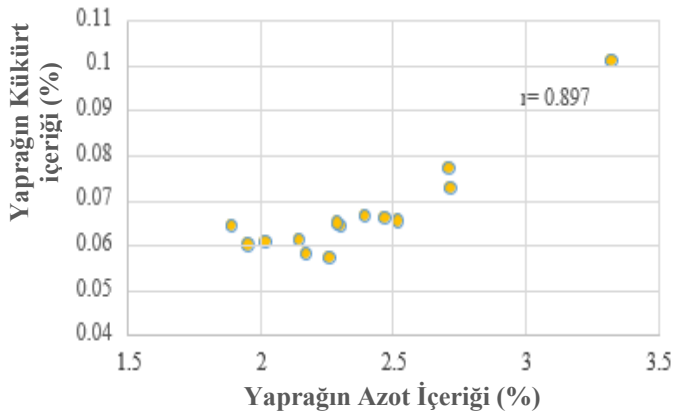
olup %95 güven aralığının alt sınırı 22 mg kg^{-1} ve üst sınırı ise 39.6 mg kg^{-1} olarak hesaplanmıştır. Dişbudak fidanlarının yaşlı yapraklarındaki azot ve çinko içerikleri arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 10, $r = 0,664$, $P\text{-değeri} = 0,0096$).



Şekil 10. Dişbudak fidanlarının yaşlı yapraklarındaki azot içeriği (%) ile çinko içerikleri (mg kg^{-1}) arasındaki ilişki.

3.1.4. Genç Yaprakların İçerdiği Besin Elementleri Arasındaki İlişkiler

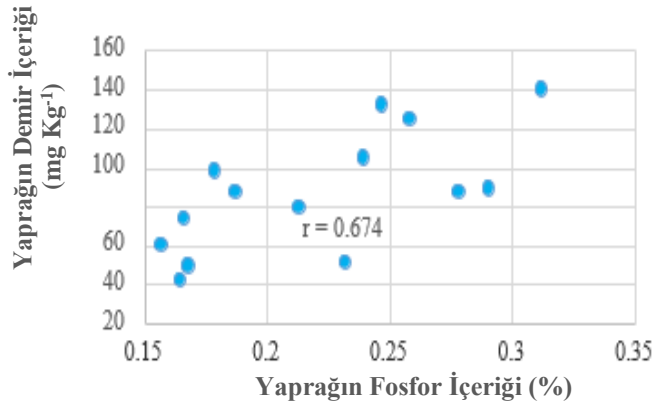
Genç yaprakların içerdiği N (%) ve S değerleri (%) ortalamaları ve standart hataları sırasıyla $2,36 \pm 0,1$ ve $0,07 \pm 0,003$ olup % 95 güven aralıklarının alt sınırları N için % 2,14 ve üst sınırı ise % 2,57 olarak, S için alt sınır % 0,061 ve üst sınır ise % 0,074 olarak hesaplanmıştır. Dişbudak fidanlarının genç yapraklarındaki azot ve kükürt içerikleri arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 11, $r = 0.897$, $P\text{-değeri} = 0.0001$).



Şekil 11. Dişbudak fidanlarının genç yapraklarındaki azot içeriği (%) ile kükürt içerikleri (%) arasındaki ilişki.

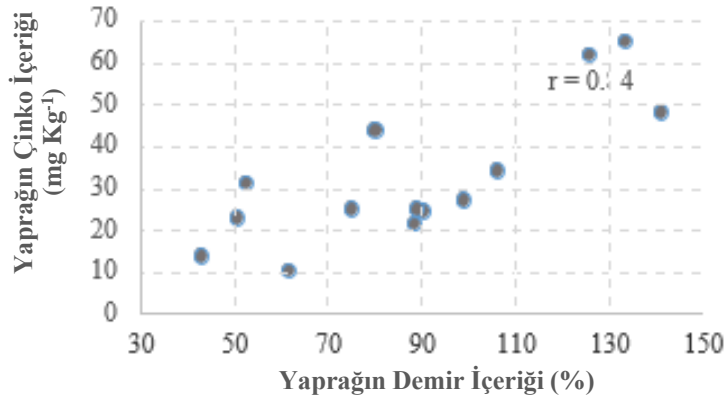
Genç yaprakların içerdiği P (%) ve Fe değerleri (mg kg^{-1}) ortalamaları ve standart hataları sırasıyla 0.22 ± 0.013 ve 88 ± 8 olup % 95 güven aralıklarının alt sınırları P için % 0,19 ve üst sınırı ise % 0,25 olarak, Fe için alt sınır 70 mg kg^{-1} ve üst sınır ise 106 mg kg^{-1} olarak hesaplanmıştır. Dişbudak fidanlarının genç yapraklarındaki fosfor ve demir içerikleri

arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 12, $r = 0.674$, P -değeri = 0.008).



Şekil 12. Dişbudak fidanlarının genç yapraklarındaki fosfor içeriği (%) ile demir içerikleri (mg kg^{-1}) arasındaki ilişki.

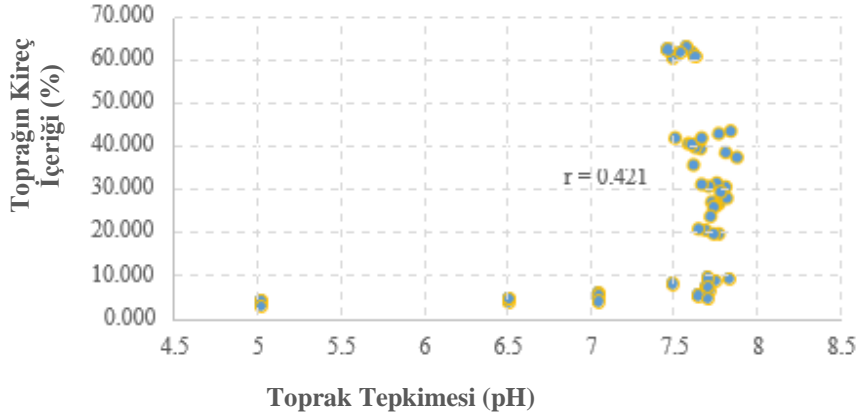
Genç yaprakların içerdiği Zn değerleri (mg kg^{-1}) ortalaması ve standart hatası sırasıyla 40 ± 10 olup, % 95 güven aralıklarının alt sınırları 18 mg kg^{-1} ve üst sınırı ise 62 mg kg^{-1} olarak hesaplanmıştır. Dişbudak fidanlarının genç yapraklarındaki demir ve çinko içerikleri arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 13, $r = 0.82$, P -değeri = $0,0015$).



Şekil 13. Dişbudak fidanlarının genç yapraklarındaki demir içeriği (mg kg^{-1}) ile çinko içerikleri (mg kg^{-1}) arasındaki ilişki.

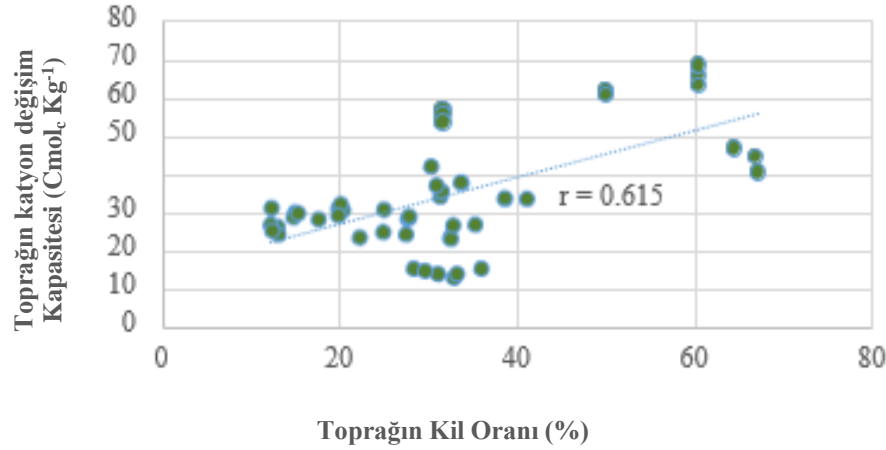
3.1.5. Toprak Değişkenleri Arasındaki İlişkiler

Toprak tepkimesi ile kireç içeriğinin doğru orantılı olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 14, $r = 0,421$, P - değeri = $0,0021$).



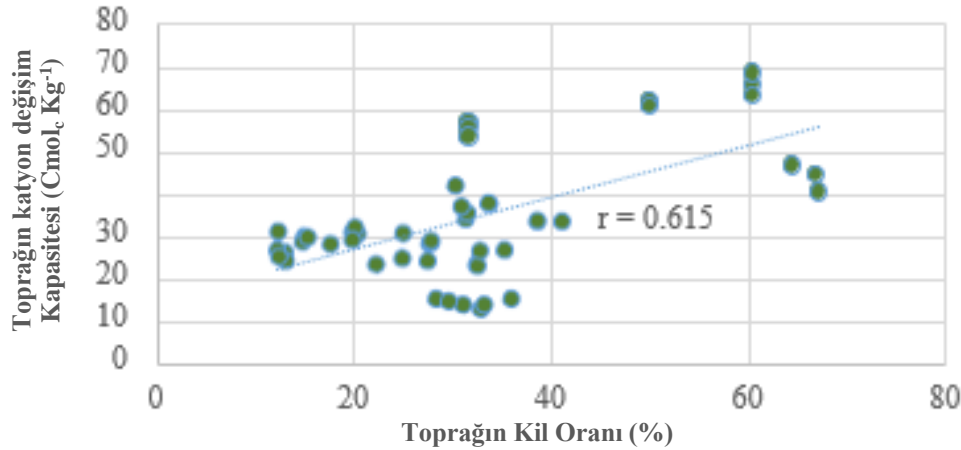
Şekil 14. Dişbudak sahalarında üst toprağın (0-20 cm) pH değeri ile kireç içeriği (%) arasındaki ilişki.

Toprağın kil oranı ile kation değişim kapasitesi arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 15, $r = 0,615$, P -değeri = 0,0001).



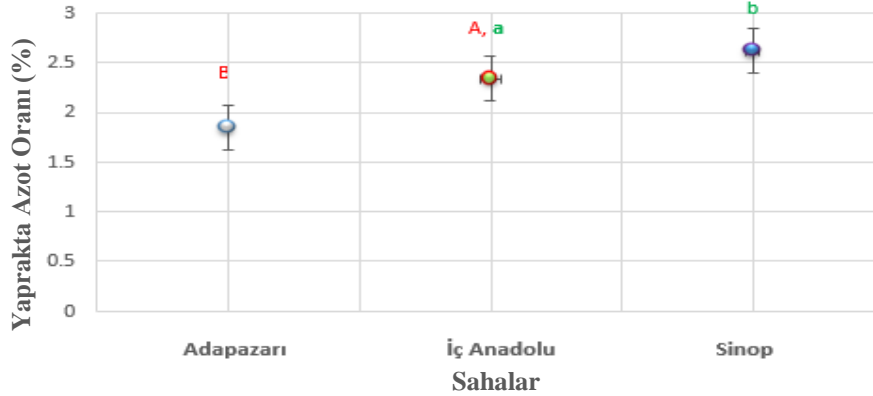
Şekil 15. Dişbudak sahalarında üst toprağın (0-20 cm) kil oranı (%) ile kation değişim kapasitesi (Cmolc kg^{-1}) arasındaki ilişki.

İç Anadolu'daki örnekleme sahalarından alınan yaprakların içerdiği N oranları Sinop (P -değeri = 0,0029) ve Adapazarı'ndan (P -değeri = 0,0001) alınan örneklerden istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Çalışma sahalarından elde edilen dişbudak yapraklarının içerdikleri azot yoğunluğu ($2,34 \pm 0,077$) Adapazarı bölgesinden elde edilen örneklerin azot yoğunluğundan ($1,85 \pm 0,005$) yaklaşık % 26 daha fazla fakat Sinop bölgesinden elde edilen yaprak örneklerinin azot yoğunluğundan ($2,62 \pm 0,05$) ise % 10 daha düşük olarak belirlenmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Dişbudak sahalarında üst toprağın (0-20 cm) kil oranı (%) ile kation değişim kapasitesi (Cmolc kg⁻¹) arasındaki ilişki.

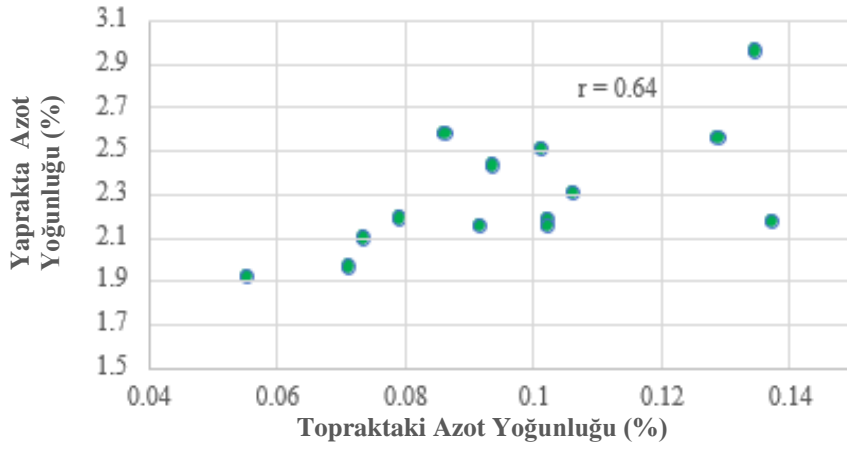
İç Anadolu'daki örnekleme sahalarından alınan yaprakların içerdiği N oranları Sinop (P -değeri = 0,0029) ve Adapazarı'ndan (P -değeri = 0,0001) alınan örneklerden istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Çalışma sahalarından elde edilen dişbudak yapraklarının içerdikleri azot yoğunluğu ($2,34 \pm 0,077$) Adapazarı bölgesinden elde edilen örneklerin azot yoğunluğundan ($1,85 \pm 0,005$) yaklaşık % 26 daha fazla fakat Sinop bölgesinden elde edilen yaprak örneklerinin azot yoğunluğundan ($2,62 \pm 0,05$) ise % 10 daha düşük olarak belirlenmiştir (Şekil 16).



Şekil 17. Dişbudağın yayılış gösterdiği Batı Karadeniz (Adapazarı) ve Orta Karadeniz (Sinop) Bölgesi ile İç Anadolu'daki örnekleme sahalarından alınan yaprakların azot içerikleri ortalama \pm Std hata. Aynı büyük veya küçük harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değillerdir.

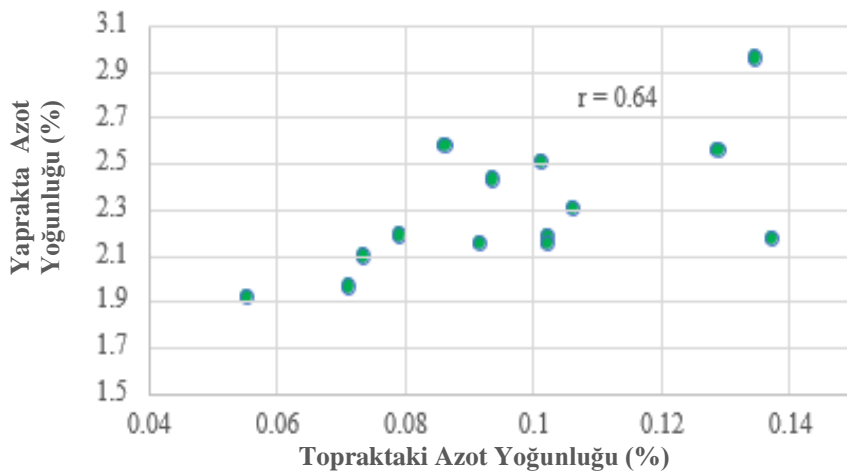
Sahaların toprak değerlerine bakıldığında İç Anadolu'daki sahaların yaklaşık % 0.1 N içermesine rağmen, hem Adapazarı (% 0.36) hem de Sinop (% 0.38) sahaları İç Anadolu'daki toprakların içerdiği N değerinden yaklaşık 3 kat daha fazladır. Adapazarı ve Sinop sahalarında toprağın içerdiği N yoğunlukları bakımından ise bir istatistiksel fark görülmemektedir. İç Anadolu'daki dişbudakların yapraklarındaki (yaşlı ve genç yaprak

ortalaması) N yoğunluğunun ise topraktaki N yoğunluğu ile pozitif doğru orantılı ($r = 0,64$) bir ilişkisi olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 17; P -değeri = $0,0138$).



Şekil 18. Dişbudağın yayılış gösterdiği Batı Karadeniz (Adapazarı) ve Orta Karadeniz (Sinop) Bölgesi ile İç Anadolu'daki örnekleme sahalarından alınan yaprakların azot içerikleri ortalama \pm Std hata. Aynı büyük veya küçük harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Sahaların toprak değerlerine bakıldığında İç Anadolu'daki sahaların yaklaşık % 0.1 N içermesine rağmen, hem Adapazarı (% 0.36) hem de Sinop (% 0.38) sahaları İç Anadolu'daki toprakların içerdiği N değerinden yaklaşık 3 kat daha fazladır. Adapazarı ve Sinop sahalarında toprağın içerdiği N yoğunlukları bakımından ise bir istatistikî bir fark görülmemektedir. İç Anadolu'daki dişbudakların yapraklarındaki (yaşlı ve genç yaprak ortalaması) N yoğunluğunun ise topraktaki N yoğunluğu ile pozitif doğru orantılı ($r = 0,64$) bir ilişkisi olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 17; P -değeri = $0,0138$).



Şekil 19. Dişbudağın yayılış gösterdiği Batı Karadeniz (Adapazarı) ve Orta Karadeniz (Sinop) Bölgesi ile İç Anadolu'daki örnekleme sahalarından alınan yaprakların azot içerikleri ortalama \pm Std hata. Aynı büyük veya küçük harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

3.2. Tartışma

Ağaçlandırma çalışmalarında saha hazırlama sırasında toprak işleme yapıldığından genelde toprak sıkışması ile ilgili sorunlar aşılmaktadır. Fakat bazen alt toprak işleme sırasında toprağın alt katmanlarında kil ve kireç birikiminden oluşan sertleşmiş tabakanın kırılmaması sonucu ağaçlandırmanın ileri aşamasında kök büyümesinde ve dolayısıyla beslenmede sorunlar oluşturduğuna dair kuşku bulunmektedir. Diğer taraftan toprağın kum ve kil içeriği de kök havalanması, su ve besin tutmasını etkileyen değişkenlerdir.

Pellegrini (2009) toprak işlemenin yaygın dışbudagın (*F. excelcior*) büyüme oranını toprak işleme yapılmayan sahalarda yetişen bireylere göre önemli derecede arttırdığını iddia etmektedir. Şimdiki çalışmada örnekleme sahalarının ilk 20 cm derinliğindeki toprakların Acıpınar bölgesindeki killi toprak yapısı ile Emirgazi bölgesindeki kumlu toprak yapısı arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu derinlikte toprağın hacim ağırlığı genel olarak 1,2 g cm⁻³'ün altında olup toprak sıkışmasıyla ilgili bir sorun bulunmamaktadır.

Parrotta (1993) Puerto Rico'da yapmış olduğu bir araştırmada azot bağlayan bir tür olan 5,5 yaşındaki *Albizia lebbek* (L.) Benth. plantasyonu ile etrafındaki kontrol sahalarının topraklarını karşılaştırmıştır. İlk 20 cm toprak derinliğindeki organik karbon ve toplam azot miktarı ağaçlandırma sahalarında % 1,7 ve % 0,095 iken kontrol sahalarındaki karbon miktarı % 1,44 ve azot miktarı % 0,074 olarak hesaplanmıştır. Şimdiki çalışmada elde edilen azot verileri benzer oranlardadır. Ayrıca şimdiki çalışmada genel olarak 10-20 yıl arası bir periyotta dikim yapılmış sahalardan örnekler alınmış ve fidanların dibinden ve fidanlardan uzaktan alınan kontrol örnekleri verileri incelendiğinde fidanların ilk 20 cm' deki toprak özellikleri üzerinde bir değişiklik göstermediği ortaya çıkmıştır.

Sahaların tamamı için toprağın ilk 20 cm' sinde ortalama % 29 kireç olduğu hesaplanmıştır. Kum içeriği diğer sahalara göre yüksek olan Emirgazi sahalarında kireç içeriği % 10'un altında olmasına rağmen diğer sahaların tamamında yüksek kireç içerikli topraklar bulunmaktadır. Üst topraktaki bu kireç fazlalığı yörede toprağı yıkayacak kadar yağışın olmamasından kaynaklanabildiği gibi gelişim gösteren üst toprakların tahripler sonucu erozyona uğramasından da kaynaklanabilir.

Örnekleme sahalarının tamamında tuzluluk sorununa rastlanmazken topraklar hafif bazik ile bazik tepkime arasında bir özellik göstermektedir. Toprakların sodyum içerikleri ve ESP değerleri de dikkate alındığında çalışma sahalarında sodik toprak özelliklerine de rastlanmamaktadır. Genel olarak toprakların katyon değişim kapasiteleri 30 Cmolc kg⁻¹'nin üzerindedir. Bu sahalarda organik madde içeriği % 1'in altında olduğundan katyon değişim

kapasitesinin büyük bir çoğunluğu kil minerallerinden kaynaklanmaktadır. Yapılan analiz sonuçlarında Acıpınar sahalarındaki KDK değerlerinin Karapınar sahalarındaki toprakların KDK değerinden yaklaşık % 70, İncesu ve Emirgazi sahalarındaki toprakların KDK oranlarından da yaklaşık % 20 daha fazla bulunması bu toprakların içerdikleri kil oranlarıyla uyumluluk göstermektedir.

Üst toprağın kil içeriği ile yaşlı yaprakların içerdiği karbon ve N değerleri arasında ters orantılı bir ilişkinin kum içeriği ile ise doğru orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır. Sadece İç Anadolu sahalarının toprak ve yaprak değerleri kullanılarak yapılan analizde toprağın N içeriği ile yaprakların N yoğunluğu arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Fakat Adapazarı ve Sinop sahalarındaki toprakların N değerleri İç Anadolu'daki sahaların N değerinden yaklaşık üç kat daha fazla olmasına rağmen bu sahalarda yetişen dışbudak fidanlarındaki N yoğunlukları özellikle Adapazarı için aynı eğilimi göstermemiştir. Dışbudak tek tek veya gruplar halinde ve başka türlerle karışık olarak dağlık bölgelerde bulunabildiği gibi su basar ormanlarında ağır killi şartlardaki drenajı kötü koşullarda yetişebilmektedir (Çiçek ve ark., 2007;Çiçek ve ark., 2010a;Çiçek ve ark., 2010b). Fakat toprak şartlarına göre beslenmesi ve büyümesinde farklılıklar olabilir. Dolayısıyla kil içeriği fazla olan sahalarda yapraklarda azot miktarının düşük çıkmasının nedeni sadece toprakta besin eksikliğinden kaynaklanmayabilir. Kumlu sahalara göre killi sahalarda kök büyümesini ve dolayısıyla beslenmeyi engelleyen toprak sıkışması, toprağın aşırı sıcaklık değerleri, oksijen yetersizliği gibi etkenler de yapraktaki azot değerlerinin düşük çıkmasına neden olabilir (Perry ve Hickman, 2001). Dolayısıyla aynı koşullarda yetişen bireyler için toprağın N yoğunluğunun artması yapraktaki N yoğunluğunu arttırabilir fakat farklı yetiştirme ortamları karşılaştırılırken yapraktaki N yoğunluğunu sadece toprağın N yoğunluğu değil başka değişkenlerin de etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Toprağın katyon değişim kapasitesi potasyum içeriğiyle ilişkili olduğundan üst toprağın katyon değişim kapasitesi ($C_{molc\ kg^{-1}}$) ile genç yaprakların içerdiği potasyum (%) değerleri arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Dışbudak fidanlarının yaşlı yapraklarındaki azot ve kükürt içerikleri arasında ters orantılı bir ilişkinin azot ve çinko içerikleri arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla azot bakımından iyi beslenen sahalarda bitkilerin çinko alımının da daha yüksek olduğu görülmektedir.

Verimsiz sahalarda bitki içinde hareketli besin elementleri genç yapraklara doğru sevk edildiğinden eksikliği önce yaşlı yapraklarda ortaya çıkmaktadır. Hareketsiz besin elementleri eksikliği ise önce genç yapraklarda ortaya çıkmaktadır (Marschner, 1995).

Genelde bazik sahalardaki topraklarda mikrobesein elementlerinden Fe, Mn ve Zn'nin yararlanilabilirliği yuiksek pH değerinden dolayı azalmaktadır (Troeh ve Thompson, 1993). Fakat Şimdiki çalışmada elde edilen verilere göre Fe, Mn ve Zn değerlerinin bitkinin beslenmesini olumsuz olarak etkileyecek derecede dŐek olmadığı görülmektedir. Bir besin elementinin eksikliğinin veya zehirleyecek düzeyde fazlalığının belirlenmesi için belirti olan yapraklardan örnekler alınarak analizler yapılmaktadır. Fakat bu çalışmada özel olarak eksiklik belirtisi değer daha çok yöredeki fidanların genel beslenme durumu belirlendiğinden besin değerleri genel ortalama verileri ifade etmektedir.

Toprağın kil oranı ile kasyon değerifim kapasitesi arasında doğru, kum oranı ile kasyon değerifim kapasitesi arasında ise ters orantılı bir ilişkinin olması tanecik bileŐiminin yüzey alanından kaynaklanmaktadır (Troeh ve Thompson, 1993). Toprağın kum oranı ile azot yoğunluğu arasında ters orantılı bir ilişkinin olması da yine iyon formundaki azotun topraktaki kil tanecikleri tarafından kuma göre daha iyi tutulmasından kaynaklanabilir.

İç Anadolu'daki örneklem sahalarından alınan yaprakların içerdiği N oranları Sinop ve Adapazarı'ndan alınan örneklerden istatistiki olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Çalışma sahalarından elde edilen dişbudak yapraklarının içerdikleri azot yoğunluğu Adapazarı bölgesinden elde edilen örneklerin azot yoğunluğundan yaklaşık % 26 daha fazla fakat Sinop bölgesinden elde edilen yaprak örneklerinin azot yoğunluğundan ise % 10 daha dŐek olarak belirlenmiştir. Royo ve Knight (2012) Pennsylvania'nın kuzeydoğusunda dişbudakların sağlık durumları ve tepe ölümleri ile ilgili yaptıkları araştırma sonucunda dişbudakların sağlık durumlarının beslenmeleriyle çok sıkı bir ilişkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre arazide besin durumu kötü olan yamaç pozisyonlarındaki ağaçların sağlıklarının iyi olmadığı belirlenmiştir. AraŐtırmacılar bu sonuçların dişbudak meşçerelerinde hastalık ve böcek salgınlarına yatkın bireylerin nerelerde olabileceğini iŐaret ederek uygulamacının önlem almasına yardımcı olacağını vurgulamaktadırlar. Perez-corona ve ark. (2006) İspanya'nın Akdeniz iklimine sahip Guadalajara bölgesinde 8.1 toprak pH'ına sahip bir arazide yaptıkları ayrışma denemesinde ilk dökülen dar-yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) yapraklarında azot oranını % 2,13 olarak ölçmüŐlerdir. Perry ve Hickman (2001)'ın Kuzey Kaliforniya'nın verimli sahalarında yetişen sağlıklı yetiŐkin bireylerden aldıkları yaprak analizlerinde *Fraxinus oxycarpa* için ortalama azot değerini % 2,4 ve *F. velutina* için % 2,2 olarak hesaplamıŐlardır. Mitchell ve Chandler (1939) *Fraxinus americana* N aralığı 2,8-2,9 olarak ölçmüŐlerdir. Gtten ve Meller (2011) yaygın dişbudak (*Fraxinus excelsior*) için yapraklardaki azot oranını % 1,8-2 arasında belirtmişlerdir. Şimdiki alıŐmada İç Anadolu'ya dikilen dar-yapraklı dişbudak yapraklarında azot değerleri

başka bölgelerden elde edilen azot değerleriyle uyuşmaktadır. Fakat bu değerler ağacın büyüme oranı ile de ilgili olduğundan gübreleme denemeleri ile bitkilerin azot beslenmesine karşı tepkilerinin ölçülmesi daha sağlıklı sonuçların çıkarılmasına katkı sağlayabilir.

Kaynaklar

- Akça, E., & Kapur, S. (2014). *The anatolian soil concept of the past and today*. The Soil Underfoot: Infinite Possibilities for a Finite Resource, 175.
- Anonim, (2012). Erozyonla Mücadele ve Ağaçlandırma Mastır Planı Konya.
- Cicek, E., & Yilmaz, M. (2002). The importance of *Fraxinus angustifolia subsp. oxycarpa* as a fast growing tree for Turkey. In: Diner A, Ercan M, Goulding C, Zoralioglu T (eds) IUFRO Meeting on Management of Fast Growing Plantations. Izmit, Turkey, 192–202.
- Çiçek, E., Çiçek, N., & Bilir, N. (2007). Effects of seedbed density on one-year-old *Fraxinus angustifolia* seedling characteristics and outplanting performance. *New Forests*. 33: 81–91.
- Çiçek, E., Yılmaz, F., Özbayram, A.K., ve Çetin, B. (2010a). Aralamanın dışbudak (*Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa*) plantasyonu gelişimine etkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık kongresi. 20-22 Mayıs. Cilt III: 886-894.
- Çiçek, E., Yılmaz, F., Tilki, F., & Çiçek, N. (2010b). Effects of spacing treatments on survival and growth of *Fraxinus angustifolia* seedlings. *Journal of Environmental Biology*. 31, 515-519.
- Çiçek, E., Çiçek, N. and Bilir, N. (2007). Effects of seedbed density on one-year-old *Fraxinus angustifolia* seedling characteristics and outplanting performance. *New Forests*, 33, 81-91.
- Fraxigen, (2005). Ash species in Europe: Biological characteristics and practical guidelines for sustainable use. A summary of findings from the Fraxigen project EU project EVKCT00108. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, UK.
- Götten, R.B. and Meller, K.H. (2011). Neue Ernährungskennwerte für die forstlichen Hauptbaumarten in Mitteleuropa-eine statische Herleitung aus VAN DEN BER's literaturzusammenstellung.
- Jones, J.B. Jr., & Case, V.W. (1990). Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. In: Westerman,
- Kurt, L. (2014). Resimli Türkiye Florası. Cilt I. Biyoiklim kısmı. Editor; Adil Güner. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul.

- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Second Edition. Academic Press. New York.
- Mitchell, H.L., and Chandler, R.F. 1939. The nitrogen nutrition and growth of certain deciduous trees of the Northeastern United States. *Black Rock For. Bull.* 11: 1-94
- Parrotta, J.A. (1993). Assisted recovery of degraded tropical lands: Plantation forests and ecosystem stability. In *Soil Biota, Nutrient Cycling and Farming Systems*. Eds. David, C. Coleman, Wilhelm Foissner. M.G. Paoletti. Lewis Publishers, Florida.
- Pellegrini, S. (2009). Common Ash (*Fraxinus excelsior* L.). in *Manual of Methods for Soil and Land Evaluation*. Eds. Costantini, E.A.C. CRC, Press.
- Perez-corona, M.E., Hernandez, M., C.P. and Castro, F.B. (2006). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 37:111-112.
- Perry, E. and Hickman, G.W. (2001). A survey to determine the leaf nitrogen concentrations of twenty-five landscape tree species. *J. Arboriculture*. 27 (3): 152-158.
- Royo, A.A. and Knight, K.S. (2012). White ash (*Fraxinus americana*) decline and mortality: The role of site nutrition and stress history. *Forest Ecology and Management*, 286: 8-15.
- SasInst. (1996). *SAS/STAT software: Changes and enhancements for release 6.12*. Sas Inst.
- Sumner, M.E., Miller, W.P. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients. *Methods of Soil analysis: Part 3 Chemical Methods* 5, 1201-1229.
- Thomas, G.W. (1996). Soil pH and Soil Acidity. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods* 5, 475- 490.
- Troeh, F. R. and Thompson, L.M. (1993). *Soil Fertility*. Fifth Edition. Oxford University press. New York.

Yongalevha Üretiminde Kalıp Ayırıcı Kimyasal Kullanımının Levhanın Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi

The Effect of The Using Mold Release Agent on Some Physical And Mechanical Properties of The Board in Particleboard Production

 Halil İbrahim ŞAHİN¹,  Ali Furkan DURAN¹

Özet

Bu çalışmada günümüzde levha üretimlerinde kullanılan kalıp ayırıcı kimyasal (KAK) yongalevha üretiminde çeşitli miktarlarda kullanılarak, üretim parametrelerine, levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla yongalevha üretiminde sırasıyla alt ve üst tabakalara 0, 5, 10, 15, 20, 25 gr/m² olacak şekilde KAK kullanılmıştır. Fiziksel özelliklerinden; yoğunluk, rutubet, su alma oranı (SAO), kalınlık artım oranı (KAO) ve yüzey absorpsiyon (YA) testleri mekanik özelliklerden; eğilme direnci (ED), eğilmede elastikiyet modülü (EM), yüzeye dik çekme direnci (YDÇD), vida tutma direnci (VTD) ve yüzey sağlamlığı direnci (YS) belirlenmiştir. KAK miktarının pres üretim hızına etkisi değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, KAK katılımı ile levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde olumsuz bir etki gözlenmemiştir. Aynı zamanda üretime hızlanabilme kabiliyeti sağlayarak yongalevha üretim kapasitesinde önemli bir artış sağlanmış ve levha üretim bandında oluşabilecek yapışmaları minimize ederek, levha kalitesine olumlu etki sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Kalıp ayırıcı kimyasal (KAK), Üre formaldehit, Fiziksel ve mekanik özellikler.

Abstract

This study investigates the influence of mold release agent, widely utilized in panel production, on the physical and mechanical properties of particleboard by introducing varying quantities into the production process. For this purpose, mold release chemicals were used in the particleboard production at rate of 0, 5, 10, 15, 20, 25 gr/m² for the lower and upper layers, respectively. Physical properties of the board, density, moisture content, swelling, water absorption, and surface absorption, were tested, while changes in mechanical properties such as bending strength, modulus of elasticity, internal bond, screw withdrawal strength, and surface durability were determined. Additionally, the effect of the amount of chemicals on the press production speed was evaluated. As a result of analysis, it is observed that adding mold release agent has no negative effect on the physical and mechanical features of panel. Additionally, it was noted that while enhancing the ability to accelerate production, it also contributes to capacity expansion and minimizes potential adhesion on the production line, hence positively affecting the panel quality.

Keywords: Particleboard, Mold release agent, Urea formaldehyde, Physical and mechanical properties.

1. Giriş

Ağaç malzeme gelişen teknoloji ile beraber masif ve kompozit levha olarak değişik kullanım yerleri bulmaya başlamıştır. Geniş yüzeylerde kullanım ihtiyacı duyulduğu yerlerde uygun ölçüde masif ahşabın bulunamaması, anizotrop yapısı, ormanların yok olma tehlikesi hem ekonomik sebepler hem de sanayileşmenin ilerlemesiyle beraber odun hammaddesi farklı üretim proseslerine maruz kalarak kontrplak, lif levha, yongalevha üretilmeye başlanmıştır (Er, 2016).

Nüfusun artması, yeni kullanım alanları ve teknolojik gelişmeler yongalevha tüketimini her geçen gün artırmaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü'nün 2017 istatistik verilerine göre Türkiye'de üretilen yongalevha miktarı 4.29 milyon m³ olup, bu üretim miktarı ile Dünya'da beşinci, Avrupa'da ise dördüncü en büyük yongalevha üreticisi durumundadır. Orta ve yüksek yoğunlukta liflevha (MDF ve HDF) üretiminde ise 4.75 milyon m³ ile Dünya'da, Çin'den sonra ikinci sırada, Avrupa'da ise piyasanın lideri konumundadır. Yine 2016 yılı FAO verilerine göre Türkiye, ahşap esaslı levha tüketiminde 10 milyon m³ ile Dünya'daki en büyük beşinci tüketici ülkesidir (Şahin, 2020).

Levha endüstrisi ağırlıklı olarak farklı ağaç türü odunları hammadde olarak kullanmaktadır. Hammadde odun maliyetleri, toplam levha üretim maliyetlerinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Tarımsal ve orman atıklarından elde edilen alternatif hammaddeler, daha ucuz olmaları nedeni ile levha endüstrisi için önemli doğal kaynaklardır (Bektas ve ark., 2005). Yongalevha ve MDF üretiminde, farklı lignoselülozik atıklar odunu tamamlayıcı ya da oduna doğrudan alternatif bir hammadde olarak kullanılabilir (Guler ve ark., 2016; Gokdai ve ark., 2017; Kowaluk ve ark., 2020; Şahin, 2020).

Orman ürünleri sektörü birçok ürün çeşidiyle beraber giderek gelişmekte olup bu ürünlerin piyasada en çok talep görenlerinden birisi yongalevha endüstrisidir. Bu endüstrinin temel hammaddesi odun olup, kereste fabrikası artıkları, yıllık bitkiler gibi tüm lifli lignoselülozik kaynaklar hammadde olarak kullanılabilir (Günaydın, 2021; Yağlıca 2019).

Ahşap esaslı levhaların (yongalevha, OSB, MDF, HDF vb) üretiminde kullanılacak ağaç türü, yonga-lif boyutları, geometrisi, tutkal türü ve oranı, presleme süresi, sıcaklığı ve basıncı, yonga rutubeti ve levhanın hedef yoğunluğu gibi değişkenler levha kalitesini etkilemektedir (İstek ve ark., 2010; Bardak, 2010; Sanabria ve ark., 2013). Yapılan bir çalışmada dış tabaka yonga rutubetinin %1'den %3'e çıkarılması ile levhanın fiziksel ve

mekanik özelliklerinde iyileşmeler sağlanmış, özellikle rutubet artışının levhanın yüzey kalitesini olumlu etkilediği ifade edilmiştir (Nemli ve ark., 2006).

Kalıp ayırıcı kimyasal (KAK), kalıplanmış ürünün kalıptan ayrılmasını kolaylaştıran, ürün üzerinde koruyucu bir film oluşturarak kalıbın yüzey kalitesini sağlayan bir katkı maddesidir. KAK'lar, su bazlı ayırıcı maddeler, yağ bazlı ayırıcı maddeler ve toz bazlı ayırıcı maddeler olmak üzere üç ayrılırlar. Su bazlı KAK'lar, fiyatlarının düşük olması, ayırma etkinliğinin yüksek olması, çevreyi kirletmemesi, pürüzsüz yüzey oluşumu sağlaması, yüksek hava sızdırmazlığı ve otomasyon sistemlerine uygun olması nedeniyle tercih edilmektedirler (Liang ve ark., 2022). Ayrıca KAK'nın yüzeylere uygulamasından sonra, yapıştırma, sıcak pres uygulaması, zımparalama, kaplama ve baskı işlemleri üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi bulunmamaktadır. Son yıllarda levha endüstrisinde kullanılmaya başlanan KAK'lar, plastik ve kavucuk gibi kalıplanmış endüstriyel ürünlerde, kağıt, tekstilde, boya, vernik ve yiyecek endüstrisinde, ayakkabı üretiminde, otomobil sektöründe ve köpük önleyici olarak kullanılmaktadır (de Damborenea ve ark., 1997; Figueiredo ve ark., 2012; Cerpnjak ve ark., 2015; Chaydarreh ve ark., 2017; Anonim 2023).

Genel olarak levha yüzey kalitesini artırmak ve pres ısısının orta tabakaya iletimini hızlandırmak için yongalevhaların alt ve üst tabakalarına su püskürtülmektedir. Ancak talebin artması ve yüksek levha yüzey kalitesinin sağlanmasındaki güçlükler nedeni ile dış tabaka yüzeylerine su yerine KAK kullanılmaya başlamıştır. Yapılan literatür araştırmalarında, KAK'nın levha üretiminde kullanımı ile ilgili bir makaleye ulaşılamamıştır. Bu çalışmada yongalevhaların alt ve üst tabakalarına farklı miktarlarda püskürtülen KAK'nın, levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, yongalevha üretiminde kullanılan KAK miktarının levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Bu amaçla, Kastamonu Entegre AŞ. Gebze fabrikasının yurtiçi piyasadan temin etmiş olduğu hammaddelerden, yongalevha üretim prosesleri çerçevesinde levha üretimleri gerçekleştirilmiştir. Levhalar 18 mm kalınlığında, 630 kg/m³ yoğunluğunda ve 2100×2800 mm ebatlarında üretilmiştir. Yongalevhaların üretiminde kullanılan yonga içeriği; % 45 çam, % 27 kapak tahtası, % 18 meşe ve % 10 testere talaşından oluşmaktadır. Yapıştırıcı madde olarak üre formaldehit tutkalı, sertleştirici olarak amonyum sülfat, su itici olarak da parafin kullanılmıştır. Levha

üretiminde kullanılan tutkal, Kastamonu Entegre AŞ. Gebze fabrikası tutkal üretim tesisinde üretilmiş olup sertleştirici, parafin ve KAK dışarıdan satın alma yöntemiyle temin edilmiştir. KAK olarak su bazlı Multiboard Spezial LF (Zeller+Gmelin GmbH & Co. KG, Eislingen/Fils, Germany) kimyasalı kullanılmıştır.

Kontrol levhalarının üretimi sırasında pres hızı 550 mm/sn'dir. Üretime ilave edilen KAK ile birlikte üretim hızı ile ilgili değişiklikler gerçekleşmiştir. Dış tabaka rutubet değeri % 13.62, orta tabaka rutubeti ise % 6.33'dür. Serme oranları olarak alt tabaka (SL1) % 16, orta tabakanın altı (CL1) % 34.5, orta tabakanın üstü (CL2) % 34, üst tabaka (SL2) ise % 15.5 olarak serilmiştir. Orta tabakaya tam kuru yonga miktarına oranla % 6.3 üre formaldehit tutkalı ilave edilmiştir. Orta tabaka tutkalı mol oranı 1.22 olup katı madde miktarı % 65'dir. Dış tabakaya tam kuru yonga miktarına oranla % 11 üre formaldehit tutkalı ilave edilmiştir. Dış tabaka tutkalı 1.15 mol oranına sahip olup ve katı madde miktarı ise % 50'dir. Levha üretiminde kullanılan kimyasalların bazı teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Levha üretiminde kullanılan kimyasallara ait bazı teknik özellikler.

Özellikler	Orta Tabaka (UF Tutkalı)	Dış Tabaka (UF Tutkalı)	Sertleştirici (Amonyum Sülfat)	Parafin	Kalıp Ayırıcı Kimyasal
pH	8.8	8.66	5.47	10.19	8.35
Yoğunluk (gr/cm ³)	1.279	1.205	-	0.925	1.03
Katı Madde (%)	62.57	51.07	-	59.66	9.36
Akma Zamanı (sn)	38	14	-	16	-
Rutubet (%)	-	-	0.37	-	-
Erime Noktası Tayini (°C)	-	-	-	55	-
Yüzey Gerilimi	-	-	-	-	26.53

2.2 Yöntem

Deneme levhalarına yapılan tüm testler TS EN standartlarına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. Levhanın fiziksel özelliklerinden yoğunluk değeri TS EN 323 (1999), rutubet değeri TS EN 322 (1999), su alma (SAO) ve kalınlık artım oranı (KAO) TS EN 317 (1999) ve yüzey absorpsiyonu (YA) değeri TS EN 382-1 (1999) standardına göre yapılırken, mekanik özelliklerden eğilme direnci (ED) ve eğilmede elastikiyet modülü (EM) değerleri TS EN 310 (1999), yüzeye dik çekme direnci (YDÇD) TS EN 319 (1999), vida tutma direnci (VTD) TS EN 320 (2011) ve YS ise TS EN 311 (2005) standardına göre belirlenmiştir. KAK, deneme levhalarına, püskürtme başlıkları yardımı ile küçük partiküller halinde, Şekil

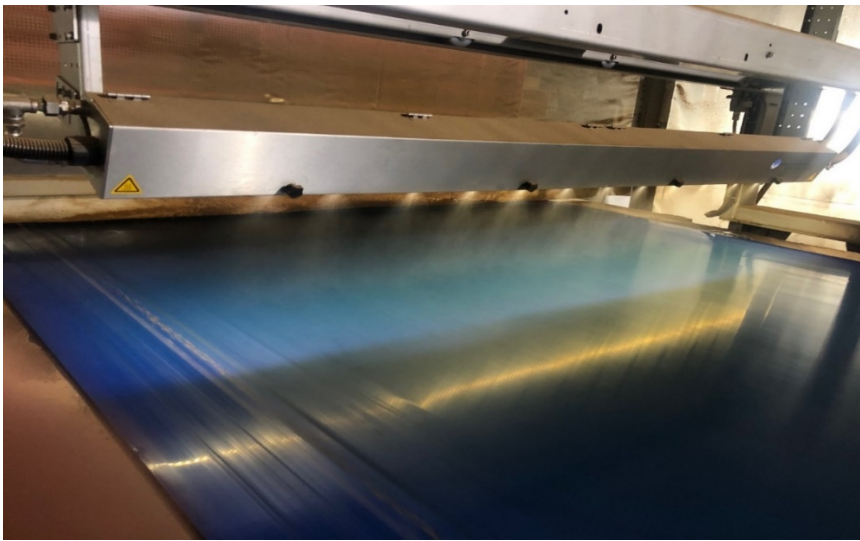
1'deki gibi püskürtme yöntemiyle levha taslağının hem alt hem de üst yüzeyine temas edecek şekilde uygulanmıştır.

Üretilen deneme levhalarının tüm proses şartları aynı olup, levhalara KAK miktarı kademeli olarak arttırılarak püskürtülmüştür. Her deneme grubu için deney örnekleri ayrı ayrı alınmıştır. Çizelge 2'de levha yüzeylerine püskürtülen KAK miktarları gösterilmiştir. Kullanılan KAK miktarına bağlı olarak, üretim sırasında oluşan pres üretim hızları da kayıt altına alınmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çizelge Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı. Deneme numunelerine verilen KAK miktarı.

Levha Türü	Alt yüzeye verilen KAK miktarı (gr/m ²)	Üst yüzeye verilen KAK miktarı (gr/m ²)
A (Kontrol) Grubu	0	0
B Grubu	5	5
C Grubu	10	10
D Grubu	15	15
E Grubu	20	20
F Grubu	25	25

Levha taslağının alt yüzeyine KAK emdirmek için Şekil 1'de görüldüğü gibi püskürtme makinesi ile kimyasal serme bandına püskürtülmektedir. Püskürtme işleminden sonra alt yüzey tabakası bandın üzerine serileceği için alt yüzeye kimyasal temas etmiş olacaktır.



Şekil 1. Serme bandına kalıp ayırıcı kimyasal püskürtme işlemi.

Üst yüzeye ise Şekil 2’de görüldüğü gibi ön presleme sonrası, sıcak presten hemen önce püskürtme işlemi uygulanmaktadır.



Şekil 2. Levha taslağı üzerine KAK püskürtme işlemi.

2.3. İstatistik Analizler

Yapılan analizler sonucu elde edilen verilerin istatistiki değerlendirilmesinde IBM SPSS 22 paket programı kullanılmıştır. Test edilen her bir özellik için gruplar arasındaki farklılığın anlamlı olup olmadığı basit varyans analizi ile belirlenmiştir ($p < 0.05$). Anlamlı farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için ise Duncan testi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular

Deneme levhaları üzerinde gerçekleştirilen testler sonucu ortaya çıkan fiziksel özelliklere ait yoğunluk, rutubet, KAO (2 ve 24 saat), SAO (2 ve 24 saat) ve YA ile ilgili değerler incelenmiştir. Çizelge 3’te farklı oranlarda KAK ilavesi ile üretilen yongalevhaların bazı fiziksel özelliklerine ait ortalama, standart sapma, homojenlik grupları verilmiştir. Yapılan basit varyans analizi değerlendirmelerine göre her bir levha türüne ait ortalama yoğunluk değeri, 2-24 saatlik SAO, 2 saatlik KAO ve YA değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$, Çizelge 5). Ancak levha türlerine ait rutubet miktarı ve 24 saatlik KAO’ları bakımından gruplar arasındaki farklılığın %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu anlaşılmıştır ($p < 0.05$, Çizelge 5).

Çizelge 3. Levha gruplarının bazı fiziksel özelliklerine ait istatistiki verileri.

Levha Grupları	YD (kg/m ³)	RM (%)	SAO _{2saat} (%)	SAO _{24saat} (%)	KAO _{2saat} (%)	KAO _{24saat} (%)	YA (mm)
A (KONTROL)	634 a* (12.9)**	8.18 a (0.01)	62.4 a (11.62)	94.2 b (2.92)	12.3 a (0.92)	19.2 a (0.30)	403 a (35.1)
B	633 a (12.1)	7.32 b (0.10)	56.5 a (2.57)	89.7 b (1.60)	11.7 a (0.91)	17.8 b (0.56)	415 a (56.3)
C	639 a (15.2)	7.38 b (0.22)	59.2 a (5.36)	90.1 b (3.97)	11.6 a (0.55)	18.1 b (0.55)	417 a (46.5)
D	632 a (15.5)	7.42 b (0.20)	56.3 a (9.12)	89.9 b (7.21)	11.6 a (1.40)	17.9 b (1.15)	427 a (37.9)
E	636 a (14.5)	7.29 b (0.19)	57.3 a (4.35)	90.0 b (2.01)	11.1 a (0.49)	18.1 b (0.52)	440 a (22.9)
F	634 a (15.2)	7.50 b (0.15)	57.8 a (2.30)	89.8 b (1.71)	11.2 a (0.89)	17.8 b (0.43)	455 a (49.2)

*: Sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **: Standart sapma değerleri parantez içerisinde verilmiştir, YD: Yoğunluk değeri, RM: Rutubet miktarı, SAO: Su alma oranı, KAO: Kalınlık artış oranı, YA: Yüzey absorpsiyonu.

Üretilen levhalarda hedeflenen yoğunluk değeri 630 kg/m³'dür. TS EN 312 (2012)'e göre levhadaki ortalama yoğunluk sapması \pm %10 olarak belirtilmektedir. Tüm levha türlerinde bu değer üstünde veya altında bir yoğunluk sapması görülmemektedir. En düşük ortalama yoğunluk değeri 632 kg/m³ olarak D grubu levhalarda görülürken, en yüksek ortalama yoğunluk değeri ise 639 kg/m³ ile C grubu levhalarda elde edilmiştir.

A grubu deneme levhaları (Kontrol grubu) dışında tüm levha gruplarının rutubet değerleri arasında istatistiksel anlamda herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Kontrol grubu levhaların rutubet değerleri, diğer tüm gruplardan istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur (p<0.05). TS EN 312 (2012)'e göre yongalevhaların ortalama rutubet değerleri % 5-13 arasında olması istenmektedir. Üretilen tüm levha gruplarına ait deney levhalarının ortalama rutubet değerleri de standartta belirtilen asgari şartlara uygun olduğu görülmüştür. A grubu (Kontrol grubu) levhalardaki ortalama rutubet değeri % 8.18 ile diğer tüm gruplardan yüksek bulunmuştur.

Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik her iki suda bekleme süresi birlikte değerlendirildiğinde, tüm test levhalarının SAO'ları üzerine suda bekleme süresinin etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür. Bekleme süresinin 2 saatten, 24 saate çıkması ile

birlikte test örneklerinin SAO'larında artışlar görülmüştür. En düşük SAO değerleri 2 saatlik suda bekleme süresinde % 56.3 ile D grubu levhalarda elde edilmiştir. En yüksek SAO değerleri ise suda bekleme süresinin 24 saat olduğu test örneklerinden A (Kontrol) grubu levhalarda (%94.2) görülmüştür. Literatürde yongalevhalarla ilgili, bekleme süresinin artışına bağlı olarak SAO ve KAO'larda artışların meydana geldiği farklı çalışmalarda da belirtilmektedir (Günaydın, 2021; Yaglıca, 2019; Mesquita vd., 2019 ve Güler vd., 2016). Ancak ilgili standartlarda yongalevhaların SAO'larına ilişkin herhangi bir sınırlama bulunmamaktadır.

Her iki suda bekleme süresi birlikte değerlendirildiğinde, tüm test levhalarının KAO'ları üzerine suda bekleme süresinin etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür. Bekleme süresinin 2 saatten, 24 saate çıkması ile birlikte test örneklerinin KAO'larda artışlar görülmüştür. En düşük KAO'ları 2 saatlik suda bekleme süresinde % 11.1 ile E grubu levhalarda elde edilmiştir. En yüksek KAO'lar ise SAO değerlerine benzer şekilde, suda bekleme süresinin 24 saat olduğu test örneklerinden A (Kontrol) grubu levhalarda görülmüştür (% 19.2). TS EN 312 (2012) standardına göre 18 mm kalınlığındaki yongalevhalarla ait KAO'ların % 15'in (Tip P4, Tip P6 kullanımları için) altında kalması istenmektedir. Araştırma kapsamında üretilen tüm test levhaların 2 saatlik KAO'ları, standardın belirtmiş olduğu minimum değerinin altında bulunmuş iken 24 saatlik KAO'ları ise bu değerinin üzerinde bulunmuştur.

Deneme levhalarında hedeflenen YA değeri 150 mm'nin üzerinde olmasıdır. Üretilen tüm levha gruplarının YA değerleri standartta belirtilen sınır değerlerinin üzerindedir. En düşük değer 403 mm ile kontrol grubu levhalarda, en yüksek değer ise 455 mm ile F grubu levhalarda tespit edilmiştir. Yongalevha üretiminde kullanılan KAK oranı arttıkça yüzey yonga rutubeti de artmakta, sıcak preslerde yüksek sıcaklık nedeni ile daha düzgün yüzeyler elde edilmekte böylece YA değerlerinde iyileşmeler görülmektedir. Aydın (2016) tarafından yapılan bir çalışmada benzer sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir. Gündüz ve Masraf (2005) üretim parametrelerinin üç tabakalı yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, toluen testi uygulamaları sonucunda YA değerlerinin levha üst tabakalarında 318-409 mm arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

3.2 Mekanik Özelliklere Ait Bulgular

Araştırma sonucu ortaya çıkan levhaların mekanik özelliklerinden, ED, EM, YDÇD, VTD, YS ile ilgili bulgular incelenmiştir. Çizelge 4'te farklı oranlarda KAK ilavesi ile

üretileen yongalevhaların mekanik özelliklerine ait ortalama, standart sapma ve homojenlik grupları verilmiştir.

Çizelge 4. Levha gruplarının bazı mekanik özelliklerine ait istatistiki verileri.

Levha Grupları	ED (N/mm ²)	EM (N/mm ²)	YDÇD (N/mm ²)	YDVTD (N)	YPVTD (N)	YS (N/mm ²)
A (KONTROL)	13.4 a* (1.97)**	2350 a (350)	0.41 a (0.04)	935 a (73.6)	665 a (83.9)	1.40 ab (0.08)
B	14.3 a (2.25)	2467 a (348)	0.41 a (0.02)	973 a (155.9)	744 ab (41.0)	1.35 a (0.13)
C	14.5 a (2.09)	2562 a (330)	0.39 a (0.05)	964 a (72.2)	765 ab (33.7)	1.42 ab (0.10)
D	14.5 a (2.70)	2502 a (365)	0.44 a (0.05)	1025 a (152)	721 a (90.6)	1.50 b (0.11)
E	14.8 a (2.10)	2633 a (317)	0.41 a (0.02)	986 a (125.4)	864 b (64.6)	1.49 b (0.10)
F	14.9 a (1.59)	2633 a (298)	0.42 a (0.03)	993 a (58.9)	698 a (84.1)	1.31 a (0.05)

*: Sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistikselsel olarak birbirinden farksız ($p < 0.05$), **: Standart sapma değeri parantez içerisinde verilmiştir, ED: Eğilme direnci, EM: Elastikiyet modülü, YDÇD: Yüzeeye dik çekme direnci, YDVTD: Yüzeeye dik yönde vida tutma direnci, YPVTD: Yüzeeye paralel yönde vida tutma direnci, YS: Yüzeeye sağlamlığı.

Yapılan basit varyans analizi değerdendirmelerine göre her bir levha türüne ait ortalama ED, EM, YDÇD ve YDVTD değeri arasındaki farklılık %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı anlaşılmıştır ($p > 0.05$, Çizelge 5). Ancak levha gruplarına ait YPVTD ve YS değeri arasında ise istatistikselsel olarak farklılığın anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$, Çizelge 5).

Deneme levhalarına ait ED değeri en düşük A (Kontrol) grubu levhalarda 13.4 N/mm², en yüksek ise F Grubu levhalarda 14.9 N/mm² olarak ölçülmüştür (Çizelge 4). İlgili standardın Tip P2 kullanımları (kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar) için belirtmiş olduğu minimum ED değeri 11 N/mm²'dir. Çalışma kapsamında üretilen tüm levha gruplarının bu standartta belirtilmiş minimum değeri sağladığı görülmüştür (TS EN 312, 2012). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, KAK katılım oranına bağlı olarak ED'değerinde maksimum %11.2 oranında bir artış görülmüştür. Ancak bu artışlar istatistikselsel olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 5). Levhaların ED değeri üzerine levhaların yoğunluğunun önemli bir etkisi bulunmaktadır. Levha yoğunluğu arttıkça,

levhanın mekanik özellikleri de artmaktadır. Bu çalışmada KAK kullanımının levha yoğunluğu üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz çıkması, elde edilen ED değerleri ile uyumlu bulunmuştur.

Deneme levhalarında EM değeri en düşük A (Kontrol) grubu 2350 N/mm², en yüksek ise 2633 N/mm² olarak E ve F grubu levhalarda tespit edilmiştir (Çizelge 4). Kuru şartlarda ve iç mekân ahşap alanlarında (Tip P2) kullanılmak üzere üretilen levhalar için belirlenen EM değeri 1600 N/mm² ve üzeridir (TS EN 312 (2012)). Analiz sonuçları da standardın belirtmiş olduğu minimum değer üzerindedir ve KAK'ın EM değeri üzerine etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Test levhalarında YDÇD'leri en düşük 0.39 N/mm² ile C grubu levhalarda elde edilir iken en yüksek değerler ise 0.44 N/mm² ile D grubu levhalarda tespit edilmiştir (Çizelge 4). Kuru şartlarda ve iç mekân ahşap alanlarında (Tip P2) kullanılmak üzere üretilen levhalar için belirlenen YDÇD değeri 0.35 N/mm² ve üzerinde olması istenmektedir (TS EN 312 (2012)). Üretilen tüm levha grupları hedeflenen alt limit sınırı olan 0.35 N/mm²'nin üzerinde olduğu ve ortalama YDÇD değeri ise 0.41 N/mm² olarak belirlenmiştir. ED ve EM değerlerine benzer şekilde, yüzeye uygulanan KAK miktarının YDÇD değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($p < 0.05$, Çizelge 5).

Deneme levhalarına ait YDVTD en yüksek D grubu levhalarda (1025 N), en düşük ise A (kontrol) grubu levhalarda (935 N) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). BS 2604 nolu standartta 20 mm kalınlığındaki yonga levhalarda levha kenarından vida tutma gücünün en az 360 N olması öngörülmektedir. Levha yüzeyine dik vida tutma gücünün ise bu değerden % 100-% 125 daha fazla olması istenmektedir (Nemli vd., 2004). Buna göre levha yüzeyine dik yönde deney levhaların tamamına ait YDVTD değerleri standartta belirtilen limitlerin üstünde ölçülmüştür. Tüm levhalar göz önüne alındığında YDVTD ortalama 979 N olarak belirlenmiştir. Güler ve İbiş (2018) kapak tahtası kullanım oranına bağlı olarak ürettiği oldukları yongalevhaların YDVTD değerlerinin 1040-1142 N arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre deneme levhalarının YPVTD değerleri arasındaki farklılığın % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$, Çizelge 5). Bu sebeple ortaya çıkan anlamlı farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için Duncan analiz testi uygulanmıştır (Çizelge 4). Duncan analiz testi sonuçlarına bakıldığında, deneme levhalarının YPVTD değerleri için, A, B, C, D ve F grupları ile B, C, E gruplarının kendi aralarında istatistiksel anlamda herhangi bir farklılık tespit edilememiştir. Ancak E grubu deneme levhalarına ait YPVTD değerleri ise diğer tüm

gruplardan yüksek bulunmuştur. Test levhalarının YPVTD en düşük A (kontrol) grubu levhalarda 665 N olarak, en yüksek ise E grubu levhalarda 864 N olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar ayçiçek sapı ve kızılçam yongası kullanılarak üretilen yongalevhalarda elde edildiği bildirilmiştir (Güler vd., 2006). Hedeflenen alt limit YPVTD için 360 N olduğu düşünüldüğünde, deney levhaların tamamında bu değer standartta belirtilen limitlerin üzerinde ölçülmüştür (BS 2604, 1970). Tüm levhalar göz önüne alındığında levha YPVTD ortalama 743 N olarak belirlenmiştir. Kalaycioglu vd. (2005) pavlonya odunundan üretilmiş yongalevhaların yüzey ve kenar vida tutma gücü değerlerinin ilgili standardı karşıladığı ifade edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarındaki anlamlı farklılıklara bağlı olarak gerçekleştirilen Duncan testi sonuçları, A, B, C ve F grupları ile A, C, D ve E gruplarının kendi aralarında YS değerleri bakımından istatistiksel anlamda herhangi bir farklılığın olmadığını göstermiştir (Çizelge 4). D grubu levhalarına ait YS değerleri ise diğer tüm gruplardan yüksek bulunmuştur (1.50 N/mm^2). En düşük YS değeri (1.31 N/mm^2) ise F grubu levhalarda görülmüştür. Kuru şartlarda ve iç mekân ahşap alanlarında (Tip P2) kullanılacak levhalar için belirlenen YS değeri 0.8 N/mm^2 ve üzerinde olması istenmektedir (TS EN 312, 2012). Üretilen tüm levha gruplarına ait yüzey sağlamlığı değerleri, standardın belirttiği alt limit sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. KAK kullanılarak üretilen yongalevhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait basit varyans analiz sonuçları.

Test Türü	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	P- değeri
YD	674.5	5	134.9	0.661	0.653
RM	1.66	5	0.33	12.95	0.000
SAO 2 saat	128.9	5	25.8	0.56	0.732
SAO 24 saat	76.8	5	15.36	1.075	0.399
KAO 2 saat	4.4	5	0.89	1.072	0.401
KAO 24 saat	6.6	5	1.31	3.169	0.025
YA	5278	5	1055.6	0.578	0.716
ED	8.3	5	1.659	0.361	0.871
EM	355676	5	71135	0.632	0.677
YDÇD	0.01	5	0.002	1.023	0.422
YDVTD	13796	5	2759.2	0.21	0.950
YPVTD	71048	5	14209.6	2.91	0.049
YS	0.17	5	0.03	3.485	0.013

3.3. Levha Üretim Hızına Ait Bulgular

Araştırma sonucunda mevcut tesis şartlarında tüm parametreler sabit tutularak yalnızca KAK oranı artırıldıkça levha üretimine kazandırılan hız ile ilgili bulgular incelenmiştir. Çizelge 6’da farklı oranlarda KAK ilavesi ile levha üretim hattının, kalite şartlarını da göz önüne alarak yongalevha tesisinde ölçülen üretim hızı değerleri verilmiştir.

Çizelge 6. KAK kullanım miktarlarına bağlı olarak ölçülen tesis üretim hızları.

Levha Türü	Üretim hızı (mm/sn)
A (Kontrol) Grubu	550
B Grubu	580
C Grubu	620
D Grubu	650
E Grubu	690
F Grubu	730

En düşük levha üretim hızı KAK verilmeyen A grubu (0 gr/m²) kontrol levhaların üretiminde görülürken, maksimum levha üretim hızı ise KAK kullanım miktarı en yüksek olan F grubu (25 gr/m²) levha üretiminde ölçülmüştür. KAK kullanım miktarının artışına bağlı olarak levha üretim hızlarında artışlar tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında levha üretim hızında %32.73’lük bir artış elde edilmiştir.

4. Sonuçlar

Bu araştırma kapsamında sürekli pres ile yongalevha üretiminde KAK kullanımının üretilen levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Levha üretiminde, levha taslağının her iki yüzeyine KAK püskürtülerek testler gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, rutubet değeri, 24 saatlik KAO, YPVTD ile YS değerleri bakımından kontrol ve test levhaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu anlaşılmıştır ($p < 0.05$, Çizelge 5). Ancak bu analizler dışındaki tüm özelliklere ait test değerleri istatistiksel olarak birbirine benzer olduğu görülmüştür ($p > 0.05$, Çizelge 5).

YA değerlerinin KAK katılımı ile doğru orantılı olarak önemli miktar (%12.9) yükseldiği görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında KAK miktarı arttıkça yüzey düzgünlüğünün arttığı ve levhaların daha pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğunu göstermektedir.

KAK miktarı arttıkça ED, EM ve YDÇD değerlerinde görece olarak artışlar gözlenmiştir. Ancak bu artışlar istatistiksel düzeyde anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca üretilen deneme levhalarına ait 24 saatlik KAO dışındaki tüm fiziksel ve mekanik özellikler, ilgili standartların belirlemiş olduğu sınır değerleri karşıladığı görülmüştür.

Üretim esnasında yapılan analizlere göre, levha bandı ve pastası üzerine KAK verilmediğinde (A grubu levhalar) mevcut üretim için pres hattındaki en yüksek hız olarak 550 mm/sn'ye çıktığı görülmüştür. Yongalevhaların alt ve üst yüzeylerine 25 gr/m² olacak şekilde KAK püskürtüldüğünde (F grubu levhalar) ise üretim hızınının 730 mm/sn'ye çıkılabildiği tespit edilmiştir. Bu durum daha hızlı levha üretimine imkân sağlayarak üretim kapasitenin artırılmasına yardımcı olmuştur.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre, fiziksel ve mekanik özellikleri yeterli, %32,73'lük levha üretim hızı artışı kazandırması da göz önüne alındığında, deneme üretimlerinin gerçekleştirildiği tesis şartlarında optimum KAK kullanım miktarının 25 gr/m² (F grubu) olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma ile yongalevha üretimi ile ilgili bir araştırmada ilk defa KAK kullanımının levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri bakımından hem literatüre hem de orman ürünleri endüstrisine önemli bilgiler sunulduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, (2023). <https://concentrol.com/en/water-based-mold-release-agents-for-production-of-wood-particleboards-with-urea-or-melamine-resins/>. Erişim Tarihi: 01.11.2023.
- Aydın, U. (2016). 'Yonga geometrisi ve taslak rutubet değişimlerinin yonga levha özelliklerine etkisi' Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Bardak, S. (2010). *Bazı faktörlerin yonga levhanın teknolojik özellikleri üzerine etkileri*. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: V, 1887-1898, Artvin.
- Bektas, I., Guler, C., Kalaycioğlu, H., Mengeloglu, F., & Nacar, M. (2005). The manufacture of particleboards using sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) and poplar wood (*Populus alba* L.). *Journal of Composite Materials*, 39(5), 467-473.
- BS 2604, Resin Bonded Wood Chipboard, British Standard Institution, London, 1970
- Cerpnjak, K., Zvonar, A., Vrečer, F., & Gašperlin, M. (2015). Development of a solid self-microemulsifying drug delivery system (SMEDDS) for solubility enhancement of naproxen. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 41(9), 1548-1557.

- Chaydarreh, K. C., Shalbfan, A., & Welling, J. (2017). Effect of ingredient ratios of rigid polyurethane foam on foam core panels properties. *Journal of Applied Polymer Science*, 134(17), 224-675.
- de Damborenea, J., Bastidas, J. M., & Vazquez, A. J. (1997). Adsorption and inhibitive properties of four primary aliphatic amines on mild steel in 2 M hydrochloric acid. *Electrochimica Acta*, 42(3), 455-459.
- Er, E. (2016). 'Yonga levha endüstrisi atık sularının kimyasal arıtımı ve yanıt yüzey yöntemi ile optimizasyonu'. Yüksek Lisan Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Figueiredo, L., Bandeira, P., Mendes, A., Bastos, M. M., & Magalhães, F. D. (2012). Use of fluoropolymer permanent release coatings for molded polyurethane foam production. *Journal of Coatings Technology and Research*, 9(6), 757- 764.
- Gokdai, D., Borazan, A. A., & Acikbas, G. (2017). Effect of marble: pine cone waste ratios on mechanical properties of polyester matrix composites. *Waste and Biomass Valorization*, 8(5), 1855-1862.
- Guler, C., Sahin, H. I., & Yeniay, S. (2016). The Potential for using corn stalks as a raw material for production particleboard with industrial wood chips. *Wood Research*, 61(2), 299-306.
- Guler, C., Bektas, I., & Kalaycioglu, H. (2006). The experimental particleboard manufacture from sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) and Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.). *Forest Products Journal*, 56(4), 56-60.
- Güler, C., ve İbiş, M. (2018). Yongalevha üretiminde hammadde kaynaklarının optimizasyonu ve teknolojik yönden incelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(4), 808-817.
- Günaydın, B. (2021). 'Hidro-Termal işlem uygulanmış ayçiçeği saplarından üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi'. Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Düzce.
- Gündüz, G., ve Masraf, Y. (2005). Üç tabakalı yatık yongalı yongalevha üretiminde üretim şartlarının değiştirilmesinin levhaların mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7(8), 58-71.
- İstek A., Aydemir, D., & Aksu, S. (2010). The effect of paper pattern and resin type on the physical, mechanical and surface quality properties of the particleboard coated with impregnated decor papers. *BioResources*, 5(2), 951-960.

- Kalaycioglu, H., Deniz, I., & Hiziroglu, S. (2005). Some of the properties of particleboard made from paulownia. *Journal of Wood Science*, *51*, 410-414.
- Kowaluk, G., Szymanowski, K., Kozlowski, P., Kukula, W., Sala, C., Robles, E., & Czarniak, P. (2020). Functional assessment of particleboards made of apple and plum orchard pruning. *Waste and Biomass Valorization*, *11*, 2877–2886.
- Liang, B., Yang, Y., & Li, J. (2022). *Research progress of water-based release agents*. In MATEC Web of Conferences, Vol. 358 (01033), Tianjin, China.
- Mesquita, R. G. D. A., Sanadi, A. R., Marconcini, J. M., Correa, A. C., César, A. A. D. S., Andrade, L. M. F., Lopes, T. A. Simão, J. A., & Mendes, L. M. (2019). The effect of cellulose nanocrystals in sugarcane bagasse particleboards of pith and fibers. *Cerne*, *25*, 203-213.
- Nemli, G., Demirel, S., ve Zekoviç, E. (2006). Yonga rutubeti, parafin kullanımı ve ağaç cinsinin yongalevhanın bazı teknolojik özellikleri üzerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, *7(2)*, 81-93.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu H., ve Akbulut, T. (2004). Pres çeşidinin yonga levha teknik özellikleri üzerine etkisi. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, *1-2*, 89-85.
- Sanabria, S. J. U., Hilbers, J., Neuenschwander, P., Niemz, U., Sennhauser, H., Thömen, J. L., & Wenker, J. (2013). Modeling and prediction of density distribution and microstructure in particleboards from acoustic properties by correlation of non-contact high-resolution pulsed air-coupled ultrasound and X-ray images. *Ultrasonics*, *53(1)*, 157-70.
- Şahin, H. İ. (2020). The potential of using forest waste as a raw material in particleboard manufacturing. *BioResources*, *15(4)*, 7780-7795.
- TS EN 310, (1993). Ahşap esaslı levhalar, eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modulünün tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 311, (2005). Ahşap esaslı levhalar, yüzey sağlamlığı-deney metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 312, (2012). Yonga levhalar - Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 317, (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 319, (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- TS EN 320, (2011). Yonga levhalar ve lif levhalar-Vida tutma mukavemetinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 322, (1999). Ahşap levhalar, rutubet miktarının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 323, (1999). Ahşap esaslı levhalar-Birim hacim ağırlığının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 382-1, (1999). Lif levhalar, yüzey absorpsiyonu tayini; Bölüm 1: Kuru metotla üretilen lif levhalarda deney metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yaglıca, N. (2019). 'Kültür mantarı üretiminde oluşan kompost atığının yongalevha üretiminde değerlendirilmesi'. Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

Batı Karadeniz Bölgesinde Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) Popülasyonlarının Ekolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Ecological Characteristics of Turkish Hazelnut (*Corylus colurna* L.) Populations in the Western Black Sea Region

 Mustafa ARSLAN¹

Özet

Ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) fındık türlerimiz içinde tek gövde yapısı ve kalın çap (30-35 m boy, 1.58 m çap (d_{1,3})) yapabilme özelliğine sahip tek ağaç türümüzdür. Ormancılığımız bakımından değerli odun hammaddesi yanında meyveli bir tür oluşu hem insanlar hem yaban hayatı için büyük önem taşımaktadır. Türün yayılışının artırılması, kültüre edilebilmesi, çok yönlü faydalanmanın sağlanabilmesi için öncelikle yetişme ortamı koşullarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Türk Fındığı'nın Türkiye'de en yaygın olduğu Batı Karadeniz Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesinde 780-1460 m yükseltiler arasında, on adet popülasyonu örneklenmiştir. Türk Fındığı'nın örneklenen popülasyonlarının toprak ve iklim özellikleri değerlendirilerek Türk Fındığı'nın ekolojik istekleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre popülasyonların kireç taşı, marn, bazalt ve dasit anakaya yapısına sahip, toprakların killi bünyede ve toprak pH'nın 5.4-7.9 arası değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca yayılış alanlarında yıllık ortalama yağışın 550-908mm, yıllık ortalama sıcaklığın 6.5-10.1°C, vejetasyon süresinin 117-176 gün arasında değişen popülasyonların çoğunlukla kuzeydoğu bakıda yayılış gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türk Fındığı, *Corylus colurna* L., toprak, iklim, ekoloji.

Abstract

Turkish Filbert or Turkish Hazelnut (*Corylus colurna* L.) is one of our tree species that naturally spreads in Turkey. It is easily distinguished from other hazelnut species with its single-stem and thick diameter (30-35 m height, 1.58 m diameter (d_{1,3})) feature. It is of great importance for both humans and wildlife as it is a fruit-bearing species as well as the valuable wood of our forestry. In order to increase the distribution of the species, to cultivate it, and to provide versatile use, it is necessary to first determine the site conditions. In this study, ten hazelnut population were selected in the Western Black Sea Region and The Central Anatolia Region, where the species is widely distributed between 780-1460 m. above sea level. The ecological requirements of Turkish Hazelnut were determined by evaluating the soil and climate characteristics of the sampled populations of Turkish Hazelnut. When the results were evaluated, it was determined that the populations had limestone, marl, basalt and dacite bedrock type, the soils were clayey and the soil pH ranging between 5.4-7.9. In addition, it has been determined that the populations, with the mean annual rainfall ranging from 550-908mm, the mean annual temperature between 6.5-10.1°C, and vegetation period ranging from 117-176 days, are mostly distributed in the northeastern aspect.

Keywords: Turkish Hazelnut, *Corylus colurna* L., soil, climate, ecology.

1. Giriş

Bir ülkenin zenginliği ve yaşam düzeyi, o ülkenin sahip olduğu doğal yeraltı ve yerüstü kaynaklarının verimli kullanımı ile doğru orantılıdır. Diğer bir deyişle, doğal kaynaklar insan yaşamında çok büyük rol oynamaktadır. İnsanoğlunun ilk keşfettiği ve yararlanmaya koyulduğu doğal kaynakların başında orman gelmektedir (Aslankara, 1998).

Anonim'e (2023) göre ülkemizin orman varlığı yaklaşık 23.3 milyon ha. ile ülke yüzölçümünün %29,8'ini kaplamaktadır. Bunun yaklaşık %59'u normal, %41'i boşluklu kapalı orman alanı olduğu ifade edilmektedir. Ülkemiz ormanlarında normal koru niteliğindeki yapraklı orman miktarının toplam orman alanı içindeki payının sadece %20,4 olduğu dikkate alınır, nitelikli yapraklı ormanlarımızın yeterli olmadığı görülmektedir.

Ormanlarımızda geniş alanlarda saf veya karışık meşcereler kuran türlere asli türler; bunun yanında belirli yetişme ortamlarında saf meşcereler kurabilen veya asli ağaç türlerinin meşcerelerinde münferit veya büyüklü küçüklü gruplar halinde yer alan türlere de tali türler denilmektedir. Tali türler, uygun yetişme ortamlarında tekniğine uygun olarak yetiştirildiğinde asli ağaçlardan kârlı olabilmektedir. Değerli odunları yanında, biyolojik çeşitlilik açısından da oldukça önemli türlerdir (Atay, 1984). Yerli kaynaklarda genel olarak tali türler olarak adlandırılırlar da bazı kaynaklarda 'asil ağaçlar' olarak adlandırılmaktadır. Silvikültürel açıdan tali türlerin büyük kısmı hem ekonomik ve hem de biyolojik anlamda değerli karışım türleri olarak görülmektedir (Saatçioğlu, 1976).

Türk Fındığı (*Corylus colurna* L., TF) ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren yapraklı ağaç türlerimizdendir. Diğer fındık türlerimizden kalın çaplı (158 cm (d_{1.30})) (Tosun ve Arslan, 2007) ve boy lu (30-35 m) (Anşin ve Özkan, 1993) tek gövdeli yapıya sahip oluşu ile kolaylıkla ayrılmaktadır. TF ülkemizde 380 m'den 2000 m'ye kadar değişen rakımlarda münferit, küme ve gruplar halinde yayılış göstermektedir (Davis, 1982; Yaltırık, 1993; Anşin ve Özkan, 1993; Genç ve ark., 1998; Arslan 2005, Polat ve Güney, 2015; Ayan ve ark., 2016, Aydınöz 2017, Temel ve ark., 2017, Kabak ve ark., 2020).

Türün Batı Karadeniz Bölgesinde, kırsal kesimde serbest büyüyen, geniş tepeli ve bol meyve veren bireyleri bulunmaktadır. Yöre halkı meyvesinden dolayı TF ağaçlarını korumakta, doğal olarak gelen yabancı fidanları sökerek bahçe ve tarlalarına dikmektedirler. Orman arazisinde yetişen ağaçlar köylüler tarafından sahiplenilmekte (meyve toplamak üzere) hatta aynı ağaçtan birden fazla aile faydalanmaktadır. Pek çok yörede meyvesi çerez olarak tüketilmekte, ayrıca Bolu yöresinde 'findık şekeri' ve 'Bolu çikolataşı' şekerlemelerinin anamaddesini oluşturmaktadır. Köylüler, topladıkları fındıkları bu

şekerlemeleri yapan imalatçılara satarak gelir elde etmektedir. Ayrıca meyvelerinin yöre ekonomisine sağladığı katkılar yanında yaban hayatına besin kaynağı olması bakımından biyolojik çeşitliliğe katkılar sunmaktadır. Çeşitli besin maddelerini, fenolik bileşenleri içeren meyvesi ile birlikte yapraklarında tıbbi bakımdan değerli flavanoidler içermektedir (Arslan 2006).

TF'nin kuraklığa ve düşük sıcaklıklara (-20°C) dayanıklı olup (Maurer, 1975), zararlı gaz emisyonlarına toleranslıdır (Jy 1984). Toprak isteği bakımından kanaatkar oluşu, eğimli yerlerin stabile edilmesi (Tokar 1978), kurak yerlerin rehabilite edilmesi (Ghimessy 1980) için uygun bir türdür. Oval piramidal bir görünüşe sahip olması, sonbaharda yaprakların altın sarısı renk almasından dolayı yurt dışında park ve bahçelerde peyzaj düzenleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Pamay,1992, Arslan, 2006, Şahin ve ark., 2020).

TF diğer fındık türlerinin özellikle *C. avellana*'nın kültüre edilmesinde altlık olarak kullanılmakta ve her geçen gün önemi artmaktadır (Maurer, 1975, Lagerstedt, 1990). Özellikle ülkemizde fındık bahçelerinde sürgün temizleme masraflarının fazla oluşu nedeniyle TF üzerine aşılama yoluna gidilmektedir. Bu yönüyle aşı altlığı için aranılan bir tür olması nedeniyle köylüler fidan yetiştiriciliği yaparak ek gelir elde etmektedir. Esasen kültürü yapılan fındığa göre yetiştirme ortamı isteği bakımından kanatkar olması, güçlü yatay ve dikey kök sistemine sahip oluşu nedeniyle ekolojik koşulların kültür fındığı için iyi olmadığı bazı yerlerde tercih edilebilecek bir türdür.

Türün korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımı için türle ilgili araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmanın amacı Batı Karadeniz Bölgesinde doğal olarak yayılış gösteren TF popülasyonlarının toprak ve iklim özelliklerinin incelenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Sahası

Bu çalışmada, Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) (TF)'nin Türkiye'de en yoğun yayılışta bulunduğu Batı Karadeniz Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesindeki popülasyonları incelenmiştir. Bu amaçla toplam on adet popülasyon örneklenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Örnek alanların tanıtımına ait bilgiler.

Ö.A. No	Yer Bilgisi	Yükselti (m)	Bakı	Eğim (%)	Ö.A. No	Yer Bilgisi	Yükselti (m)	Bakı	Eğim (%)
1	Bolu-Çele	780	KB	65	6	Bolu-Sazakiçi	820	KD	37
2	Bolu-Belkaraağaç	1030	KD	61	7	Bolu-Kale	1240	KD	70
3	Bolu-Belkaraağaç	1260	GD	62	8	Karabük-Yenice-Kavaklı	1260	KD	31
4	Ankara-Nallıhan-Erenler	1460	K	65	9	Çorum-İskilip Oğuzlar	1150	KD	92
5	Bolu-Seben-Taşlıyayla	1260	D	42	10	Kastamonu-Pınarbaşı-Kurtgirmez	1160	GD	45

Çalışma için örnek alanların seçiminde ‘bilinçli örnekleme metodu yoğunluk yöntemine’ göre yapılmıştır. Metoda göre TF’nın birey olarak daha çok bulunduğu, kapalılık ve sıklığın normal düzeyde olduğu meşçerelere öncelik verilmiştir. Bunun mümkün olmadığı, zorunlu durumlarda da daha düşük sıklık ve kapalılıktaki meşçerelerden de örnek alanlar alınmıştır.

2.2. Jeolojik Yapı ve Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi

Örnek alanların jeolojik yapısının tespitinde Erentöz (1966) ve Anonim (2002)’den yararlanılmıştır. Açılan toprak profillerinden alınan anakaya örneklerinin teşhisi Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Jeoloji Mühendisliği bölümünde yapılmıştır. Ayrıca teşhis edilen anakaya örnekleri Anonim’e (2002) göre de karşılaştırılmıştır.

TF’nın doğal olarak yayılış gösterdiği alanların toprak özelliklerinin tespit edilebilmesi için her örnek alanda birer adet toprak profili açılmıştır. Toprak örnekleri genetik horizonlaşmanın belirgin olduğu durumlarda horizonlarına göre aksi taktirde derinlik kademelerine göre alınmıştır. Toprak profilleri 120 cm derinliğe kadar kazılmış fakat anakayanın derinde olmadığı durumlarda anakayaya kadar açılmıştır (Irmak 1970, Çepel 1966). Arazide toprak derinliği ile birlikte toprak taşlılığı, toprak strüktürü ve toprak tipi de belirlenmiştir. Alınan toprak örneklerinin fiziksel (toprak tekstürü) ve kimyasal özelliklerinin (pH, Kireç (toplam), Tuzluluk, Azot (toplam), Fosfor, Magnezyum, Potasyum, Sodyum, Demir, Mangan, Çinko ve Bakır) belirlenmesi için Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarında analiz edilmiştir (Arslan 2005).

2.3. İklim Özellikleri ve İklim Tiplerinin Belirlenmesi

2.3.1. Sıcaklık ve Yağış

Türlerin yayılışları üzerinde etkili olan iklimin belirlenmesinde iklim elemanlarından sıcaklık ve yağışın önemi daha büyüktür. Bundan dolayı örnek alanların bazı sıcaklık ve

yağış özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlara mesafe ve rakımsal olarak en yakın meteoroloji istasyonları belirlenerek veriler (ortalama toplam yağış, ortalama sıcaklık ve ortalama yüksek sıcaklık) enterpole edilmiştir.

Rubner'a (1960) göre vejetasyon devresi, Erinç'e (1996) göre vejetasyon süresi belirlenmiştir.

Vejetasyon süresinin belirlenmesinde farklı bir yöntem daha kullanılmıştır. Wiersma 'ya (1963) atfen Küçük'ün (1989) yaptığı çalışmada büyüme süresi, istenilen yerin enlem derecesi ve rakımla ilişkili olarak hesaplanabilmektedir.

$$N = 510 - 5.75 (L + H / 100) \text{ dir}$$

N = Büyüme süresi (Ortalama sıcaklık $> + 10^{\circ}\text{C}$ olduğu gün sayısı olarak),

L = Enlem derecesi (Desimal),

H = Denizden yükseklik (m).

Bu formülde yükselti ve enlem derecesi arttıkça büyüme süresi düşmektedir. Buna göre örnek alanların büyüme süreleri hesap edildiğinde daha yüksek değerler çıkmaktadır.

Denizden yükseldikçe yağış miktarı artmaktadır (Çepel 1995). Schreiber tarafından geliştirilen formüle göre veriler enterpole edilerek örnek alanların yağış miktarı hesaplanmıştır. Bu formüle göre yıllık yağış 54 mm/100 m artmaktadır. Türkiye için 54 mm ye ait katsayı uygun olmadığı bunun yerine 45 mm/100m (yıllık) olacağı bildirilmektedir (Erinç 1996). Aylık katsayı için $45/12 = 3.75$ olarak kullanılmaktadır. Uyarılama işlemi için meteoroloji istasyonundan yukarıda olan yerler için +, alçakta olan yerler için - işlem yapılmıştır.

2.3.2. İklim Tipleri

Her örnek alanın iklim elemanlarıyla olan ilişkisini belirlemek için meteoroloji istasyonu verileri uyarlanarak Erinç (1965) ve Walter'ın (1970) klimatolojik yöntemleri kullanılarak iklim tipleri belirlenmiştir.

Erinç Yöntemine göre iklim tipleri

Erinç'e (1965) göre yağış müessiriyeti (etkenliği) (Im) indisi kullanılarak iklim tipleri tanımlanmıştır. Bunun için aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Erinç 1965'e atfen Çepel 1995).

$$Im = \frac{P}{Tom}$$

Im = Yağış etkenliği indisi

P = Yıllık ortalama yağış miktarı (mm)

Tom = Yıllık ortalama yüksek sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)

Erinç'e (1965) göre yağış etkenliği sınıflandırması ve buna bağlı olarak bitki örtüsü aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Erinç'e (1965) göre yağış etkenliği sınıfları.

Yağış etkenliği sınıfı	Yağış etkenliği indisi	Bitki örtüsü
Kurak	$Im < 8$	Çöl
Yarı kurak	$8 < Im < 23$	Step
Yarı nemli	$23 < Im < 40$	Park görünümlü kurak orman
Nemli	$40 < Im < 55$	Nemcil orman
Çok nemli	$Im > 55$	Çok nemcil orman

Walter Yöntemine göre iklim tipleri

Bu yöntemde yağış etkenliği grafik yolla ifade edilmektedir (Walter, 1970). Bunun için her örnek alan için aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri kullanılarak grafikleri çizilmiştir (Şekil 1). Grafiklerde sıcaklık ve yağış eğrilerinin birbirleriyle kesiştiği alanlarda üst eğrinin yağış, alt eğrinin sıcaklık olduğu durumda 'nemli', tersi durumda ise 'kurak' devreyi (mutlak su noksanı, su açığı) göstermektedir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Jeolojik Yapı ve Anakaya Özellikleri

Örnek alanların bulunduğu yerlerin jeolojik yapı ve anakaya özelliklerine ilişkin bilgiler Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Örnek alanların jeolojik yapısı ve anakaya özellikleri.

ÖA No	Jeolojik Zaman	Jeolojik Devre	Anakaya
1	Tersiyer	Paleosen-Orta eosen	Kireçtaşı
2	Tersiyer	Paleosen	Kireçtaşı
3	Tersiyer	Paleosen	Kireçtaşı
4	Mesozoyik	Kretase-Jura	Marn
5	Tersiyer	Neojen-Alt miyosen-Orta miyosen	Bazalt
6	Mesozoyik	Üst Kretase	Kireçtaşı
7	Paleozoyik	Prekambriyen	Dasit
8	Mesozoyik	Kretase	Kireçtaşı
9	Mesozoyik	Jura	Dasit
10	Mesozoyik	Kretase	Kireçtaşı

Erguvanlı'ya (1950) atfen Aydınöz (2017) de TF doğal yayılış gösterdiği Harşit çayı ve çevresinde jeolojik yapısının sade ve farklı yaş ve çeşitte plutonik (granit, granodiorit, kuvarstlı diorit, siyenit, monzonit) ile volkanik kayalar (andezit, dasit, bazalt ve bunların meydana getirdikleri kompleks) yer aldığı ifade edilmektedir. Kaya (1972)'ye atfen Polat (2014) da Budağan Dağında TF doğal yayılış gösterdiği alanının üst kretase yaşlı kireçtaşı

olduğu ve kalkerden oluştuğu bildirilmektedir. Kabak ve ark. (2020)'de TF'nin yayılış gösterdiği Dişkaya Tepe'nin yapısının Paleozoik şistler, kireçtaşları ve akarsu kökenli tortullar oluşturduğu ve kireçtaşlarının Trias dönemine ait olduğu (Konak, 1982; Semiz, 2011; Soyakıl, 2018) ifade edilmektedir. Akkan'a (1975) atfen Ayan ve ark. (2016) TF'nin doğal yayılış gösterdiği Küre dağlarının jeolojik yapısının oldukça sade olduğu ve bu dağların formasyonunda en yaygın Üst Kretase fliş olduğu, Üst Kretase fliş ve kalkerlerinden oluşmuş bu ana kütle, kuzeyde ve güneyde dağların uzanışına paralel Eosen yaşlı serilerin çevrelediği belirtilmektedir.

Örnek alanlara ait anakaya örnekleri teşhis edildiğinde dört farklı anakaya tipi ve çoğunun kireç taşından oluşturduğu belirlenmiştir. Bu anakaya tipleri genel olarak bazik nitelik taşımaktadır (Çizelge 3). Anonim'e (1981) atfen Aydınöz (2017) de TF doğal yayılış gösterdiği kahverengi orman topraklarını oluşturan kayaların çoğunlukla kireç bakımından zengin ana materyaller olduğu ifade edilmektedir.

Genel olarak yapraklı türlerin en iyi yayılışını alkalin karakterli topraklarda yaptığı bilinmektedir. TF'nin yayılış gösterdiği örnek alanlarda yapılan tespitlerle TF'nin doğal yayılışının genel olarak alkalin karakterli anakaya yapısına sahip topraklarda yaptığı söylenebilir.

TF'nin mutlak toprak derinliğinin sığ olduğu örnek alanlardan 1'de dikey tabakalı, 3 ve 8'de çatlaklı, 9'da anakayanın parçalanmaya ve ufalanmaya müsait olduğu gözlenmiştir. Anakayaların bu yapısı, TF köklerinin daha derinlere gitmesini sağlayarak fizyolojik derinliği arttırmakta, TF için daha uygun koşullar oluşturmaktadır. Polat (2014) da TF'nin Budağan dağındaki yetişme ortamında dolinlerde, ana kayanın kalker nitelikte olduğu, taşlık-kayalık yerlerdeki kaya çatlakları arasında tutunabildiği ve sığ topraklı alanlarda yaşayabildiğini ifade etmektedir.

3.2. Çeşitli Toprak Özellikleri

3.2.1. Fiziksel Toprak Özellikleri

Alınan toprak örneklerinin analizi sonucunda elde edilen fiziksel toprak özellikleri Çizelge 4'te verilmiştir (Arslan 2005).

Örnek alanlarda açılan toprak profillerinde yapılan incelemelerde toprak taşlılığının 'çok az taşlı' dan 'iskelet toprağı'na kadar değiştiği gözlemlenmiştir. En yaygın taşlılık %10-30 arasında olup 'orta taşlılık' olarak tespit edilmiştir. Genel olarak A horizonundan C horizonuna doğru taşlılığın arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. Örnek alanların çeşitli fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri.

Ö A No	Horizon	Derinlik (cm)	FİZİKSEL ANALİZLER				KİMYASAL ANALİZLER											
			Kum %	Toz %	Kil %	Toprak Türü	pH	Kireç	Tuzluluk	Azot	P ₂ O ₅	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Fe ⁺²	Mn ⁺²	Zn ⁺²	Cu ⁺²
								Toplam (%)	mS/cm	Toplam (%)	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	A	0-16	24.6	22.1	53.3	Kil	7.5	58.4	0.95	0.44	62	499	457	15.6	0.5	7.3	14.7	1.0
2	1	0-30	22.3	20.1	57.6	Kil	7.7	15.0	0.66	0.29	29	204	724	15.6	0.3	4.4	3.9	0.4
	2	30-60	12.4	22.1	65.6	Kil	7.7	17.9	0.54	0.16	85	126	332	20.7	0.5	2.0	5.3	0.4
	3	60-90	26.9	20.0	53.2	Kil	7.7	17.9	0.50	0.16	26	140	368	20.7	0.5	3.6	4.0	0.4
	4	90-120	20.2	18.0	61.8	Kil	7.6	16.5	0.48	0.15	33	141	407	20.9	0.4	4.0	5.3	0.3
3	A	0-28	32.1	18.2	49.7	Kil	7.4	4.6	1.07	0.67	87	399	1631	21.0	0.7	16.6	2.7	0.5
4	A	0-24	47.1	21.0	31.9	Balçıklı Kil	7.2	7.9	0.83	0.96	110	572	763	21.8	1.6	10.6	2.3	0.5
	(B)	24-74	15.5	24.4	60.1	Kil	7.5	4.5	0.54	0.29	24	256	147	36.7	0.4	2.4	8.7	0.3
	B/C	74-110	18.3	20.1	61.7	Kil	7.6	13.5	0.47	0.17	17	162	177	31.2	1.0	5.0	2.1	0.4
5	1	0-30	65.0	19.6	15.5	Kumlu Killi Balçık	7.0	0.0	0.69	0.15	74	233	608	15.2	0.1	20.0	2.3	0.2
	2	30-60	61.0	21.5	17.5	Killi Balçık	7.0	0.0	0.33	0.07	76	253	395	20.2	0.4	4.5	6.3	0.1
	3	60-90	63.4	16.2	20.3	Kumlu Killi Balçık	7.1	0.0	0.47	0.07	78	271	312	20.1	0.5	3.2	7.1	0.1
6	Ah	0-22	41.4	20.0	38.6	Balçıklı Kil	7.2	7.5	1.15	0.35	40	190	331	15.5	0.6	19.3	1.4	0.4
	(B)	22-60	43.9	21.9	34.2	Balçıklı Kil	7.5	10.4	0.68	0.16	14	110	190	15.4	0.8	4.0	0.4	0.3
	(B)/C	60-120	52.4	19.7	27.9	Balçıklı Kil	7.9	16.9	0.36	0.06	9	124	102	15.3	0.5	1.7	0.6	0.2
7	Ah/B	0-60	82.7	7.6	9.7	Kumlu Balçık	5.4	0.0	0.32	0.75	69	222	198	31.3	2.2	12.4	4.8	0.1
	(B)/C	60-120	72.8	15.7	11.6	Kumlu Balçık	6.1	0.0	0.47	0.42	47	274	287	15.4	0.8	13.0	2.1	0.2
8	Ah	0-16	9.1	27.2	63.8	Kil	6.1	0.0	0.39	0.38	32	263	172	26.9	0.9	13.8	1.5	0.2
	B	16-66	1.3	14.5	84.2	Kil	6.2	0.0	0.25	0.13	7	168	191	27.3	0.2	5.5	0.4	0.3
	B/C	66-116	3.5	20.2	76.3	Kil	7.1	0.0	0.35	0.14	10	130	207	27.2	0.7	1.0	0.7	0.3
9	Ah	0-30	43.1	15.2	41.7	Balçıklı Kil	7.5	1.5	0.50	0.20	24	1356	678	26.1	0.4	2.0	0.5	0.3
	B	30-60	56.2	12.9	30.9	Kumlu Kil	7.7	6.7	0.44	0.12	12	1205	247	36.0	1.0	1.3	2.9	0.4
	B-C	60-75	74.9	8.7	16.3	Kumlu Killi Balçık	7.7	11.8	0.48	0.07	7	1143	189	35.7	0.4	2.7	3.2	0.3
10	Ah	0-16	28.2	22.2	49.6	Kil	7.0	7.8	1.31	0.70	81	345	534	32.3	1.1	30.0	1.5	0.5
	B	16-28	11.9	26.2	61.9	Kil	7.4	10.8	0.63	0.36	17	245	342	42.7	0.9	9.2	0.9	0.6
	Cv	28-54	23.8	19.5	56.7	Kil	7.4	25.7	0.68	0.30	24	162	252	26.3	0.6	11.6	1.4	0.6

Örnek alanların toprak tekstürü bakımından en hafif ‘kumlu balçık’ (kollovial toprak)’tan ‘kumlu killi balçık’, ‘killi balçık’, ‘kumlu kil’, ‘balçıklı kil’, en ağır olan ‘kil (ağır kil)’ tekstürüne kadar değiştiği belirlenmiştir. En yaygın toprak tekstürleri ise ‘kil’ daha sonra ‘balçıklı kil’ olmuştur. Bilindiği gibi orta ve ağır bünyeli topraklar hafif bünyeli topraklara göre toprak rutubetini daha geç kaybederler. Yağışın az olduğu 1 ve 6 nolu örnek alanlarda toprak tekstürünün kil, balçıklı kil olması TF için olumlu etki sağlamış olabilir.

Toprak profillerinde ‘granular’, ‘granular’ ile ‘yarı köşeli bloklu’ toprak strüktürlerinin daha yaygın olduğu belirlenmiştir. Genel olarak granüler yapıya sahip A horizonundan alt horizonlara doğru ‘yarı köşeli bloklu’ ve ‘blokumsu’ strüktürleri tespit edilmiştir.

Toprak profilleri toprak derinliği bakımından değerlendirilirken mutlak ve fizyolojik olmak üzere iki tür derinlik baz alınmıştır. Her iki tür derinlik tipinde ‘sığ’ dan ‘derin’e kadar değişen derinlik kademeleri görülmektedir. Örnek alanlarda tespit edilen mutlak ve fizyolojik derinlik için en yaygın olan ‘derin’ sonrasında ‘orta derin’ ile ‘sığ’ olarak belirlenmiştir. Örnek alanlarda açılan toprak profilleri üzerinde yapılan değerlendirmeler sonucu TF yayılış alanlarında toprak tipinin kireçli ve kireçsiz esmer orman toprağı, rendzina ve kollovial toprak olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Örnek Alanlara Ait Anakaya ve Toprak Tipleri

Örnek Alan		
No	Anakaya	Toprak Tipi
1	Kireçtaşı	Rendzina
2	Kireçtaşı	Genç kireçli kollovial toprak
3	Kireçtaşı	Rendzina
4	Marn	Kireçli esmer orman toprağı
5	Bazalt	Kireçsiz esmer orman toprağı
6	Kireçtaşı	Rendzina
7	Kireçtaşı	Kireçli esmer orman toprağı
8	Kireçtaşı	Kireçsiz esmer orman toprağı
9	Dasit	Kireçli esmer orman toprağı
10	Kireçtaşı	Rendzina

Anonim’e (1981) atfen Aydınöz (2017) de Harşit çayı ve çevresinde TF doğal yayılış alanında hakim olan toprak tipinin gri-kahverengi podzolik toprak tipi olduğu ve yüksek miktarda kireç içeren ana madde üzerinde oluştuğu ifade edilmektedir.

Anonim’e (1992) atfen Kabak ve ark. (2020) Kütahya Şaphane Dağı kuzeyinde TF’nın doğal yayılış gösterdiği Dişkaya Tepe ve çevresinin kahverengi orman toprağı ile örtülü

olduğu belirtilmektedir. Šeho ve ark. (2017) da Bulgaristan'da rendzina, gri luvisoller üzerinde, Stara Planina'nın doğu kesiminde kireçli topraklar üzerinde yayılışı olduğu bildirilmektedir. Ayan ve ark. (2016) TF yayılış alanlarındaki toprakların kahverengi orman toprağı olduğunu ifade etmişlerdir. Palashev ve Nikolov (1979) Bulgaristan'da karstik arazilerde doğal yayılışının olduğu ifade edilmektedir.

3.2.2. Kimyasal Toprak Özellikleri

Toprak profillerinden alınan toprak örneklerinin pH değeri 5.4 (ÖA 7) (kolloidal toprak hariç tutulduğunda 6,1 - 7.9 (ÖA 6) arası değişmektedir (Çizelge 4). A horizonundan C horizonuna doğru pH değeri artmaktadır. Bulgaristan'da TF popülasyonlarının alkaliden nötre değişen topraklarda doğal yayılış gösterdiği bildirilmektedir (Šeho 2017). Godet (2004)'e atfen Šeho ve ark. (2019) da TF için optimal pH aralığının 5.5-8.0 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Anonim'e (1971) atfen Kabak ve ark. (2020) TF yayılış alanındaki toprakların kireç ihtiva ettiği ve hafif alkali özellikte olduğu belirtilmektedir. *Corylus* spp. için genel olarak toprak pH değeri 6-7 arası daha uygun olmaktadır (Türüdü 1993).

Elde edilen analiz sonuçlarına göre, anakayanın toprak pH değerleri üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Anakayası marn ve kireçtaşı belirlenen örneklerin pH değeri alkali çıkmıştır. Ayrıca örnek alanlar içerisinde yıllık ortalama yağış miktarının yüksek olduğu yerlerde pH değerinin düşük; az olduğu yerlerde ise pH değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun en önemli nedeni yağış nedeniyle toprakta meydana gelen yıkanma olduğu belirtilebilir.

Örnek alanlar genel olarak değerlendirildiğinde, kireç miktarı %0-17.9 arası yoğunlaşmaktadır (ÖA 5, 7 ve 8 kireçsiz). En yüksek kireç miktarı ÖA 1'de %58.4 (A horizonunda) belirlenmiştir. Açılan toprak profillerinde genel olarak A horizonundan C horizonuna doğru kireç miktarı artmaktadır (Çizelge 4). Ana kayanın marn ve kireçtaşı olduğu toprak örneklerinde kireç miktarı yüksek çıkmıştır (8 nolu örnek alan hariç). Yetiştirme ortamlarında yağış miktarının yüksek oluşuna bağlı olarak anakaya kireçtaşı olsa da yıkanmadan dolayı üst horizonlar düşük kireç ya da kireçsiz olarak nitelendirilebilmektedir.

Toprak tuzluluk miktarı 0.25 mS/cm (ÖA 8)-1.31 mS/cm (ÖA 10) arası değişmektedir (Daha çok 0.32-0.69 mS/cm yoğunlaşmaktadır) (Çizelge 4). Analiz sonuçlarına örnek alanlar toprak tuzluluğu bakımından 'tuzsuz' olarak nitelendirilmiştir (Tacenur ve Yılmaz 1994).

Örnek alan topraklarının toplam azot miktarı %0.06- %0.96 arası değişmektedir (daha çok %0.07-0.44 arası yoğunlaşmaktadır). Toplam azot miktarı A horizonundan C

horizonuna doğru düşmektedir. En yüksek azot miktarı ÖA 4'te, en düşük ÖA 5'te olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Yetiştirme ortamlarında Ö.A.5 (düşük-orta) dışında toplam azotun yeterli miktarda olduğu görülmektedir (Anonim 1990).

Analiz sonuçlarına göre topraktaki fosfor miktarı (P_2O_5) 7-110 ppm arası değişmektedir. Örnek alanlarda fosfor miktarı daha çok 7-33 ppm arası tespit edilmiştir. Fosfor miktarı bakımından en yüksek değer 4, en düşük 9 nolu örnek alanda belirlenmiştir (Çizelge 4). Genel olarak fosfor miktarı A horizonundan C horizonuna doğru düşmektedir. Yetiştirme ortamlarında fosfor bakımından Ö.A. 6, 8 ve 9'da B ve C horizonlarında düşük ve orta derecede olduğu görülmektedir (Ülgen ve Ateşalp 1972).

Toprak analizi sonuçlarına göre Mg^{+2} miktarı 110-1356 ppm arası değişmektedir. Örnek alanlarda Mg^{+2} miktarı daha çok 110-274 ppm arası tespit edilmiştir. A horizonundan C horizonuna doğru düşen Mg^{+2} miktarı, en yüksek 9, en düşük 6 nolu örnek alanda belirlenmiştir (Çizelge 4). Yetiştirme ortamları magnezyum bakımından değerlendirildiğinde Ö.A. 1, 4, 9 ve 10 dışında düşük ve orta derecede olduğu görülmektedir (Anonim 1990).

Örnek alanların K^+ miktarı 102-1631 ppm arası değişmektedir. Ölçülen değerlerin 102-407 ppm arasında yoğunlaştığı görülmektedir. K^+ miktarı en yüksek 3, en düşük 6 nolu örnek alanda tespit edilmiştir (Çizelge 4). Yetiştirme ortamlarında besin elementlerinden K^+ miktarı bakımından Ö.A. 7, 8 nolu örnek alanlarda orta derecede; diğer örnek alanlarda ise yeterli olduğu (Ö.A. 4 ve 6'da B ve C horizonlarında orta derecede) belirlenmiştir (Anonim 1990).

Analiz sonuçlarına göre Na^+ miktarı 15.2-42.7 ppm arası değişmektedir. Örnek alanlarda Na^+ miktarı daha çok 15.2-27.3 ppm arası yoğunlaşmaktadır. Na^+ miktarı en yüksek 10, en düşük 5 nolu örnek alanlarda belirlenmiştir. (Çizelge 4). Na^+ miktarı A horizonundan B horizonuna doğru artmakta daha sonra C horizonuna doğru düşmektedir.

Topraktaki Fe^{+2} miktarı 0.1-2.2 ppm arasında değişmektedir. Ölçülen değerlerin 0.41-1.08 ppm arası yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Fe^{+2} miktarı en yüksek 7 ve 4, en düşük 5 nolu örnek alanda belirlenmiştir (Çizelge 4). Yetiştirme ortamlarının tümü Fe^{+2} elementi bakımından düşük seviyede olduğu görülmektedir (Lindsay ve Norvell 1978).

Toprak Mn^{+2} değeri 1.0-30.0 ppm arası tespit edilmiştir. En yüksek miktar 10, en düşük 8 ve 9 nolu örnek alanlarda belirlenmiştir (Çizelge 4). Yetiştirme ortamları Mn^{+2} miktarı bakımından Ö.A.9 çok düşük, diğerleri düşük ve orta derecede yer almaktadır (Anonim 1990).

Analiz sonuçlarına göre Zn^{+2} değeri 0.4-14.7 ppm arasında belirlenmiştir. Zn^{+2} miktarı en yüksek 1, en düşük 6 nolu örnek alanda tespit edilmiştir (Çizelge 4). Yetiştirme ortamları

besin maddelerinden Zn^{+2} bakımından 6, 8, 10 nolu örnek alanlar (orta) hariç diğerlerinde yeterli görülmektedir (Anonim 1990).

Analiz sonuçlarına göre örnek alanlardaki Cu^{+2} miktarı 0.1-1.0 ppm arası tespit edilmiştir. Cu^{+2} miktarı en yüksek 1, en düşük 5 ve 7 nolu örnek alanlarda görülmüştür (Çizelge 4). Yetiştirme ortamları Cu^{+2} miktarı bakımından 5 ve 7 nolu örnek alanlar hariç diğerlerinde yeterli görülmektedir (Follet, 1969).

3.3. İklim Özellikleri ve İklim Tipleri

3.3.1. İklim Özellikleri

Türlerin yayılışları üzerinde etkili olan iklimin belirlenmesinde sıcaklık ve yağış önemli rol oynamaktadır. Örnek alanlara ilişkin sıcaklık ve yağış değerleri Çizelge 6'da verilmiştir (Arslan, 2005).

Çizelge 6. Örnek alanların sıcaklık ve yağış değerleri.

ÖA No	Vejetasyon Periyodu	Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm)		Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)	Yıllık Ortalama Yüksek Sıcaklık (°C)
		Vejetasyon Periyodu	Yıllık		
1	Mayıs-Ekim	235.1	549.8	10.1	16.7
2	Mayıs-Ekim	291.5	662.3	8.9	15.5
3	Mayıs-Ekim	284.4	765.8	7.7	14.3
4	Mayıs-Eylül	224.7	654.1	8.3	15.0
5	Mayıs-Eylül	233.6	689.3	8.3	15.7
6	Mayıs-Eylül	244.1	567.8	9.9	16.5
7	Mayıs-Eylül	280.9	756.8	7.8	14.4
8	Mayıs-Eylül	381.3	908.3	9.3	16.6
9	Mayıs-Ekim	267.6	664.8	10.1	15.7
10	Haziran-Eylül	207.0	760.3	6.5	13.5

Sıcaklık

Vejetasyon süresi, yerel ölçümlere göre en uzun İskilip (ÖA 9) ve en kısa ise Kurtgirmez'de (ÖA 10) da belirlenmiştir (Çizelge 7). Yaklaşık aynı yükseltide olmasına rağmen vejetasyon süreleri arasındaki önemli farklılığın sıcaklıktan kaynaklandığı söylenebilir (Çizelge 6 ve 7). Ancak, vejetasyon süresi Wiersma formülüne göre değerlendirildiğinde iki örnek alan arasındaki fark azalmaktadır.

Çizelge 7. Örnek alanların vejetasyon dönemi ve süreleri.

ÖA No	Yükselti (m)	Vejetasyon Dönemi ¹	Vejetasyon Süresi ¹ (gün)	Vejetasyon süresi ² (gün)
1	780	Mayıs-Ekim	169	232
2	1030	Mayıs-Ekim	169	218

3	1260	Mayıs-Eylül	148	205
4	1460	Mayıs-Eylül	151	195
5	1260	Mayıs-Eylül	149	205
6	820	Mayıs-Ekim	169	230
7	1240	Mayıs-Eylül	148	205
8	1260	Mayıs-Eylül	153	201
9	1150	Mayıs-Ekim	176	211
10	1160	Haziran-Eylül	117	205

¹: Yerel ölçümlere göre, ²: Wiersma'ya göre

Bitki büyümesi için yeterli sıcaklık ile birlikte yeterli miktarda suyun da bulunması gerekmektedir. Walter grafiklerinde de görüleceği gibi Vejetasyon döneminde yaşanan kurak dönemler, bitkinin su ihtiyacını karşılayamadığından su açığına neden olabilmekte, bitki gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir. Fakat yapılan incelemelerde vejetasyon süresi bakımından diğerlerine göre daha uzun olan ÖA 9'da Şekil 1'de görüleceği üzere vejetasyon döneminde 3 ay kuraklık görülmesine rağmen çap artımı diğer örnek alanlardan daha fazladır (Arslan 2005). Bu durum örnek alan 9'da yaşanan kuraklığın büyüme engelleyemediğini göstermektedir. Vejetasyon süresi Wiersma'ya göre değerlendirildiğinde en uzun vejetasyon süresinin ÖA 9 da değil ÖA 1 de olduğu görülmektedir. Fakat TF'da yapılan çap artımı tespitlerinde ÖA 9'un bütün örnek alanlardan ve ÖA 1'den daha fazla çap artımı yaptığı tespit edilmiştir (Arslan 2005). Bu nedenle yerel ölçümlere göre hesaplanan vejetasyon süresinin Wiersma'ya göre daha doğru olduğu söylenebilir.

Yıllık-Aylık ortalama sıcaklık

Örnek alanların yıllık ortalama sıcaklık değerleri 6.5°C ile 10.1°C arasında değişmektedir (Çizelge 6). Kabak ve ark. (2020), TF'nin yayılış alanındaki yıllık ortalama sıcaklığın 11-13°C olduğu belirtilmiştir. Palashev ve Nikolov (1979), Bulgaristan'da TF yayılış alanlarında yıllık ortalama sıcaklığın 5-13°C olduğunu bildirmektedir. Šeho ve ark. (2019) TF'nin tohum meşçerelerinin bulunduğu alanların yıllık ortalama sıcaklığın 10-12.1°C olduğunu belirtmektedir. Šeho ve ark. (2019) yaptıkları araştırmada Bulgaristanda TF yayılış alanında yıllık ortalama sıcaklığın 10.2-10.8°C; Bosna Hersek'te 10.2-12.7°C; Romanya'da 10.5°C; Türkiye'de (Tosya, Araç, Tunuslar, Müsellimler, Afyon) 8.5-11.2°C; Sırbistan'da 10.3-11.8°C; Gürcistan'da 5.5°C, Ermenistan'da 12.3°C olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda Örnek alanların hepsinde Ocak ayı aylık ortalama sıcaklığın en düşük görüldüğü ay olarak belirlenmiştir. Aylık ortalama en düşük sıcaklık (-3.0°C) 10 nolu ÖA'da Ocak ayında belirlenmiştir. Örnek alanların aylık ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde; 1 ve 6 nolu ÖA'da 0°C'nin altına düşmediği görülmektedir

Aylık ortalama sıcaklığın yüksek olduğu ay ÖA 1-4, 6, 7'de Temmuz ve Ağustos ayları, ÖA 5, 8, 10'da Temmuz ayı, ÖA 9'da Ağustos ayı belirlenmiştir (Arslan 2005).

Aylık ortalama yüksek sıcaklık

Örnek alanlar için yapılan enterpolasyon sonucu aylık ortalama yüksek sıcaklık değerlerinin 24.5-29.3°C arasında değiştiği saptanmıştır. Tespit edilen en yüksek değerler Temmuz (ÖA 4 ve 8) ve Ağustos ayında (diğerleri) belirlenmiştir (Arslan 2005).

Yağış

Örnek alanlara ait yağış değerleri incelendiğinde, en düşük Ağustos ve Eylül, en yüksek ise Ocak, Mayıs, Ekim ve Aralık aylarında (genel olarak en yüksek Aralık) yağış aldığı tespit edilmiştir. Aylık ortalama yağış miktarı en az 19.7 mm (Ağustos ayında, ÖA 9'da) ile en çok 103.4 mm (Mayıs ayında, ÖA 7'de) arası değişmektedir. Örnek alanların yıllık yağış miktarları ise 550-908 mm arasında değişmektedir. Temel ve ark.'nın (2017) ülkemizdeki TF yayılış alanlarının WorldClim (Hijmans ve ark., 2005) yöntemine göre belirlemiş oldukları yıllık yağış miktarı 477-952 mm arasında değişmektedir. Anonim'e (1981) atfen Aydınözü (2017) de TF doğal yayılış gösterdiği bölgede ortalama yağışın 500-800 mm. olduğu belirtilmektedir. Kabak ve ark. (2020), TF'nin yayılış alanındaki yıllık yağış miktarının 445-769mm olduğu ifade edilmiştir. Palashev ve Nikolov (1979), Bulgaristan'da TF'nin en az 500 mm yağış alan alanlarda yayılışı olduğu bildirilmektedir. Šeho ve ark. (2019) Bulgaristandaki TF tohum meşcerelerinin bulunduğu alanlarda yıllık ortalama yağışın 572-750 mm. olduğu ifade edilmektedir. Šeho ve ark. (2019) yaptıkları araştırmada Bulgaristanda TF yayılış alanında yıllık yağış miktarı 586-623 mm; Bosna Hersek'te 1006-1211mm; Romanya'da 625-699 mm; Türkiye'de (Tosya, Araç, Tunuslar, Müsellimler, Afyon) 440-668 mm; Sırbistan'da 550-896 mm. Gürcistan'da 1010 mm, Ermenistan'da 435mm olduğu belirtilmiştir.

Sıcaklık ve yağış değerleri vejetasyon döneminde birlikte değerlendirildiğinde; Vejetasyon süresi 6 ay (Mayıs-Ekim) olan örnek alanların vejetasyon döneminde ortalama sıcaklıkları 1 (16°C), 2 (14.9°C), 6 (15.9°C) ve 9 (17.6°C)'dir. Vejetasyon dönemi yağış miktarının yıllık yağış miktarına oranı ise sırası ile %42.8, %44, %43 ve %40.3 olup birbirine yakın değerler göstermektedir.

Vejetasyon süresi yaklaşık beş ay (Mayıs-Eylül dönemi) olan örnek alanların vejetasyon döneminde ortalama sıcaklıkları ise 3 (14.6°C), 4 (16.3°C), 5 (16.2°C), 7 (14.7°C) ve 8 (17.3°C)'dir. Vejetasyon dönemi yağış miktarının yıllık yağış miktarına

oranları da %37.1, %34.4, %33.9, %37.1 ve %42'dir (Çizelge 6). Örnek alanlar içerisinde en kısa vejetasyon süresi 10 nolu örnek alanda yaklaşık dört ay (Haziran-Eylül) olarak tespit edilmiştir. 10 nolu örnek alanda vejetasyon dönemi ortalama sıcaklığı 14.1°C, yağış 207 mm'dir. Vejetasyon dönemi yağış miktarının yıllık yağış miktarına oranı ise %27.2'dir.

Örnek alanlar genel olarak değerlendirildiğinde, TF'nin vejetasyon dönemi ortalama sıcaklığı 14.1-17.6°C, yağış miktarı 207-381 mm ve vejetasyon dönemi yağış miktarının yıllık yağış miktarına oranı %27.2-44'ü arasında değişmektedir. Šeho ve ark. (2019) Bulgaristan'da TF tohum meşcerelerinde vejetasyon döneminde ortalama sıcaklığın 16.7-19.3°C, vejetasyon dönemi yağış miktarı ise 349-374mm olduğu ifade edilmekte ve vejetasyon dönemi yağış miktarının yıllık yağış miktarına oranı %50-62 olduğu görülmektedir. Ülkemize göre Bulgaristan'da vejetasyon dönemindeki sıcaklık ve yağışın daha yüksek, büyüme koşullarının daha iyi olduğu görülmektedir.

3.3.2. İklim Tipleri

Erinç'e (1962) göre iklim tipleri

Erinç formülüne göre elde edilen yağış etkenliği indisi (Im) değerleri ile bu değerlerin gösterdiği yağış etkenliği sınıfı ve bitki örtüsü Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Örnek alanların Erinç'e (1962) göre iklim tipleri.

ÖA No	Yağış etkenliği indisi (Im)	Yağış Etkenliği Sınıfı	Bitki Örtüsü
1	33	Yarı Nemli	Park Görünümlü Kurak Orman
2	43	Nemli	Nemcil Orman
3	54	Nemli	Nemcil Orman
4	44	Nemli	Nemcil Orman
5	44	Nemli	Nemcil Orman
6	34	Yarı Nemli	Park Görünümlü Kurak Orman
7	53	Nemli	Nemcil Orman
8	55	Nemli	Nemcil Orman
9	42	Nemli	Nemcil Orman
10	56	Çok Nemli	Çok Nemcil Orman

Walter'a göre iklim tipleri

Her bir örnek alan için Walter yöntemine göre su bilançosu grafikleri çizilmiştir (Şekil 1). Su bilançosu grafikleri incelendiğinde kurak devre görülen örnek alanlar 1, 6 ve 9 (sadece Temmuz-Eylül döneminde), 2 (Ağustos ayında), 5 (Temmuz ayında)'dir. Diğer örnek alanlarda (3, 4, 7, 8 ve 10) ise su açığı bulunmamaktadır.

TF'nin yayılış gösterdiği yetiştirme ortamlarında genellikle hakim bakı 'kuzey doğu' dur. Rutubet koşullarının elverişsiz olduğu güneşli bakılarda bulunmamaktadır. Bu durum TF'nin kurak bakılardan kaçındığını gösterebilir (Arslan, 2005).

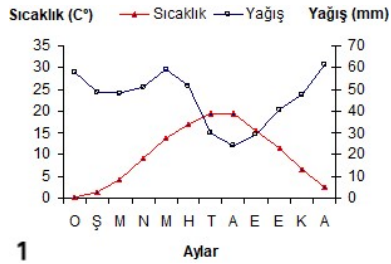
Walter'a (1975) 1-7 ve 9 nolu örnek alanlar 'Submediteran kışın yağışlı bölge'; 8 ve 10 nolu örnek alanlar 'Sıcak nemli kuşak' özelliği göstermektedir (Mayer ve Aksoy, 1998).

Çepel (1995), orman ekosistemlerinin hangi makro iklim bölgesi içinde bulunduğu ve bu makro iklimin genel özelliklerinin bilinmesinin önemli olduğunu belirtmektedir.

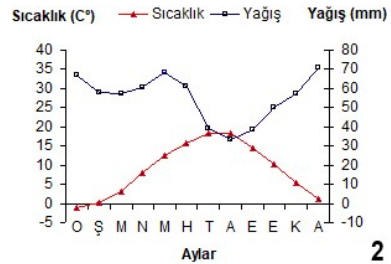
Erinç'e (1962) göre; 9 nolu örnek alan 'İç Anadolu Step İklim' tipine, diğer örnek alanlar ise 'Batı Karadeniz İklimi'ne girmektedir (Erinç, 1962). Bu bilgiler ışığında, TF'nin genel olarak karadeniz iklimi etkisi altındaki alanlarda yetiştiği söylenebilir.

Atalay (2002), Türkiye'yi ekolojik yönden iklim bölgelerine ayırmıştır. Örnek alanlardan 1-3, 5-8 ve 10 'Karadeniz Bölgesi'ne; 4 'Marmara Geçiş Bölgesi'ne ve 9 ise 'İç Anadolu Bölgesi' iklim bölgesine girmektedir (Atalay, 2002).

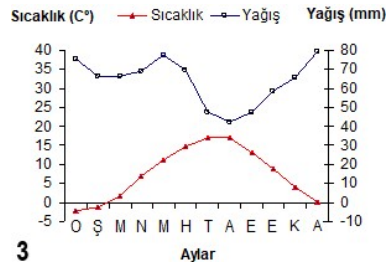
Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün uzun yıllar (1951-1980) ortalamasını içeren veriler yardımı ile ortaya çıkardığı iklim bölgeleri haritasına göre (Anonim, 1989); 1-3 ve 5-9 nolu örnek alanlar Karadeniz Etkili İklimlerden 'Karadeniz Ardı İklimi' bölgesi; 4 nolu örnek alan 'Akdeniz Etkili İklimler'den 'Marmara İklimi' bölgesi; 10 nolu örnek alan 'Karadeniz Etkili İklimler'den 'Batı Karadeniz İklimi' bölgesine girmektedir. Burada, örnek alanlardan 8 ve 10 'Karadeniz Ardı İklim' bölgesine sınırda, geçiş bölgesinde yer almaktadır.



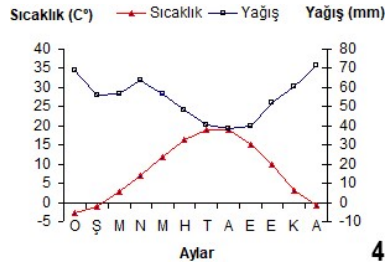
1



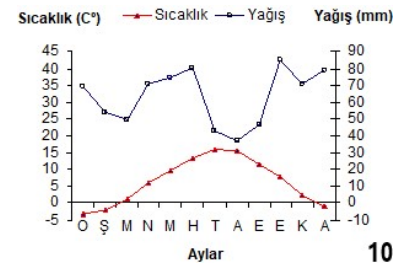
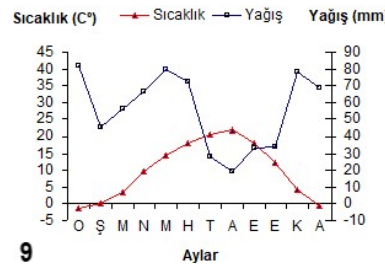
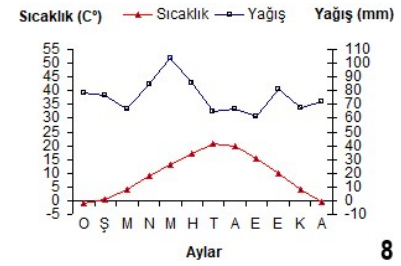
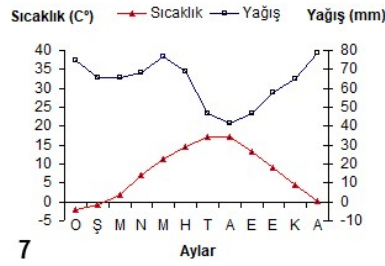
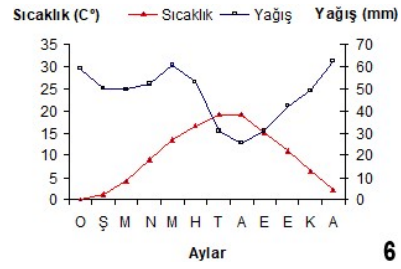
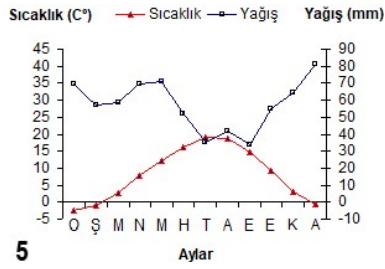
2



3



4



Şekil 1. Walter yöntemine göre örnek alanların (1-10) su bilançosu grafikleri.

4. Sonuç ve Öneriler

TF, kaliteli ve dayanıklı odun hammaddesi yanında meyvesi bakımından da değerli bir ağaç türüdür. Meyvesi insanlar için bir besin kaynağı, ticari olarak değerlendirilen ürün olmakla birlikte yaban hayatı için besin olması ve biyolojik çeşitliliğe katkı sağlaması bakımından da önemli bir türümüzdür. Ormancılığımızda ve tarım sektöründe bu türe gereken önemin verildiği söylenemez. Türün doğal yayılış alanlarında yapılan bu çalışma ile elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

Örneklenen TF yayılış alanlarında anakaya yapısı kireç taşı daha yaygın görülmekle birlikte marn, bazalt ve dasit'te tespit edilmiştir. Toprak pH'sı 5.4-7.9 arasında değişmektedir (çoğunlukla 7'den yüksektir). Dolayısı ile TF 'hafif alkali' topraklarda yayılış göstermektedir. Toprak tuzluluğu değerlendirildiğinde, topraklar 'tuzsuz' sınıfında yer almaktadır.

Tespit edilen toprak tipleri kireçli ve kireçsiz esmer orman toprağı, rendzina ve kolloidal topraktır. Toprak tekstürü 'kumlu balçık' tan 'kil' toprağına kadar değişmekte, en

yaygın olanları ‘kil’ ve ‘balçıklı kil’ topraklarıdır. Genel olarak populasyonların fakir yetiştirme ortamlarında yer aldığı dikkate alınır, topraktaki mevcut kilin su tutma kapasitesini arttırdığı ve bitki beslenmesi bakımından önemli avantaj sağladığı söylenebilir.

TF daha çok, toprak isteği ve rekabet gücü fazla olan, kayın ve göknar türleri için optimal olmayan yetiştirme ortamlarında görülmektedir. Toprak derinliği ‘sığ’ ve ‘derin’ arasında değişmektedir. Mutlak toprak derinliği sığ vasıfta olsa da özellikle anakayanın çatlaklı ve dikey tabakalı olması toprağın fizyolojik derinliğini arttırmakta ve daha iyi beslenme olanağı sağlamaktadır. Yayılış gösterdiği alanlardaki toprakların çok kireçli (%58.4)’den kireçsiz’e kadar değişen oranlarda olduğu tespit edilmiştir. Toprak tuzluluğu bakımından da tüm örnek alanlar tuzsuz sınıfında yer almıştır.

Örneklenen popülasyonlarda toprağın Fe^{+2} elementi bakımından yetersiz; Mn^{+2} elementi bakımından yeterli; toplam azot miktarı bakımından Ö.A.5 haricinde yeterli tespit edilmiştir. Fosfor (P_2O_5) bakımından 6, 8 ve 9 hariç yeterli; K^+ miktarı bakımından 4, 6, 7 ve 8 hariç yeterli; Zn^{+2} miktarı bakımından 6, 8 ve 10 hariç yeterli; Cu^{+2} miktarı bakımından 5 ve 7 hariç yeterli; Mg^{+2} miktarı bakımından 1, 4, 9 ve 10 nolu örnek alanlarda yeterli olduğu belirlenmiştir.

TF doğal yayılış alanlarından örneklenen populasyonlar 780-1460 m yükseltiler arasında, kümeler ve gruplar halinde yayılış göstermektedir. Ancak Yenice’de münferit olarak daha düşük yükseltilere (380 m) inebilmesi yeterli yağış miktarına bağlanabilir. TF yayılış alanlarında yıllık ortalama yağış miktarı 550-908 mm, yıllık ortalama sıcaklık 6.5-10.1°C ve vejetasyon süresi 117-176 gün arası belirlenmiştir. Populasyonların Erinç yöntemine göre iklim tipi genellikle ‘nemli’dir. Walter yöntemine göre ise bazı örnek alanlarda 3 aylık kurak devrenin yaşandığı tespit edilmiştir. Bu durum TF’nin bir miktar kuraklığa dayandığını gösterebilir.

Örnek alanlarda TF genellikle ‘kuzey doğu’ bakıda yer almaktadır. Rutubet koşullarının daha elverişsiz olduğu güneşli bakılarda rastlanmamıştır. Bu durum TF’nin esasında kurak bakılardan kaçındığı şeklinde yorumlanabilir.

Çok değerli odunu ve meyvesi nedeniyle, TF doğal yayılış alanlarında korunmalı ve geliştirilmelidir. Tespit edilen yetiştirme ortamı özellikleri göz önüne alınarak ağaçlandırma veya suni gençleştirme çalışmalarında türe mutlaka yer verilmelidir. Özellikle iyi yetiştirme ortamlarında yer alan bozuk yapıdaki kayın meşcerelerinin gençleştirilmesi çalışmalarında tür mutlaka belirli oranlarda kullanılmalıdır. Diğer taraftan dikey ve yatay yönde kuvvetli kök yapısı oluşturması, hayatiyeti tehlikeye girdiğinde kök ve kütük sürgünü verme yeteneğinde olması nedeniyle erozyon kontrolü çalışmalarında da kullanılabilir.

TF değerli meyvesi nedeniyle, yetiştirme ortamı koşulları da göz önünde bulundurularak, sosyal problemlili sahaların ağaçlandırılmasında kullanılabilir. Hava kirliliği, özellikle egzoz gazlarına dayanıklı oluşu ve ayrıca güzel görünüşlü bir süs ağacı oluşu nedeniyle yurt dışında çevre düzenleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla TF ülkemizde de kullanılmaya başlandı.

Günümüzde etkilerini görmeye başladığımız ve artarak devam etmesi olası olan küresel iklim değişikliği, kuraklık nedeniyle meydana gelen olumsuz ekolojik koşullar sebebiyle yapılacak ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarında, yetiştirme ortamı isteği bakımından kanaatkâr olması nedeniyle TF yaygınlaştırılabilecek bir türdür. Ayrıca kültürü yapılan fındık için aşu altlığı olarak kullanılıp, kültür fındığına elverişli olmayan daha fakir yetiştirme ortamları değerlendirilebilir. Ayrıca tek gövde yapısına sahip oluşu nedeniyle fındık bahçelerinde bakım bakım masrafları azaltılabilir. Bu amaçla aşu altlığı ile meyve üretiminde kullanılacak birbirleri ile uyumlu, verimi yüksek fındık genetik kaynakların belirlenmesi konusunda çalışmalar yapılabilir. Çoğul amaçlı kullanılabilen türün tohum verimi, tohum teknolojisi, fidanlık ve ağaçlandırma tekniği vb. konularda daha fazla araştırma yapılabilir.

Teşekkür

Yazar, Yüksek lisans tezinden üretilen bu çalışmaya proje ile destek sağlayan T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı) Orman Genel Müdürlüğü'ne bağlı Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalında tez danışmanı Prof. Dr. Emrah ÇİÇEK'e teşekkür eder.

Bu çalışma, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Batı Karadeniz Bölgesinde Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) Popülasyonlarının Silvikültürel ve Ekolojik Yönden İncelenmesi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akkan, E. (1975). *Sinop Yarımadasının Jeomorfolojisi*. A. Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fak. Yay. No: 261, Ankara.
- Anonim, (1971). *Susurluk Havzası Toprakları*. Topraksu Genel Müdürlüğü. Köy İşleri Bakanlığı Yayınları: 174, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları: 258, Ankara.
- Anonim, (1981). *Doğu Karadeniz Havzası Toprakları*. Köy İşleri Bakanlığı Yayınları Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları: 230-310, Raporlar Serisi 92, Ankara.

- Anonim, (1989). *Türkiye Klima Atlası*. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim, (1990). *Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study*.
FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.
- Anonim, (1992). *Kütahya İli Arazi Varlığı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim, (2002). *Bolu İli Coğrafi Bilgi Sistemi (BCBS) Temel Katmanlarının Kurulması ve Yerleşim Uygunluk Belirlenmesi*. TUBİTAK. Gebze-Kocaeli.
- Anonim, (2023). *2022 Yılı İdare Faaliyet Raporu*. OGM. Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. Ankara.
- Anşin, R., ve Özkan, Z.C. (1993). *Tohumlu Bitkiler*. Odunsu Taksonlar. KTÜ Genel Yayın No: 167, Orman Fak. Yayın No: 19. KTÜ Basımevi. Trabzon.
- Arslan, M. (2005). 'Batı Karadeniz Bölgesindeki Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) Popülasyonlarının Ekolojik ve Silvikültürel Yönden İncelenmesi'. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Arslan, M. (2006). Geçmişle Paylaştığımız ve Geleceği Miras Bırakmamız Gereken Doğal Türlerimizden Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu. KTÜ. Trabzon.
- Aslankara, M.S. (1998). *Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız*. Orman Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı. Orman Bakanlığı Yayın No. 120, Ankara.
- Atalay, İ. (2002). *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri*. Orman Bakanlığı Yayınları. Yay. No. 163. Meta Basımevi, Bornova, İzmir.
- Atay, İ. (1984). Tali Türlerimizden Dişbudağın Önemi ve Silvikültürel Özellikleri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri. B, Cilt. 34, Sayı. 3, İstanbul*.
- Ayan, S., Aydınöz, D., Yer, E.N., & Ünal, E. (2016). Turkish Filbert (*Corylus colurna* L.) a new distribution area in Northwestern Anatolia Forests: (Provinces of Müsellimler, Tunuslar in Ağlı, Kastamonu/Turkey). *Biological Diversity and Conservation* 9:128-135.
- Aydınöz, D. (2017). Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.)'nın Harşit Çayı ve Çevresindeki Doğal Yayılış Alanları. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl 5; 51, 22-31*.
- Çepel, N. (1966). *Orman Yetiştirme Muhiti Tanıtımının Pratik Esasları ve Orman Yetiştirme Muhiti Haritacılığı*. Kutulmuş Matbaası. İstanbul.
- Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi*. İ.Ü. Yayınları Yay. No: 3886, Orm. Fak. Yayın No: 433, İstanbul.
- Davis, P.H. (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands I*: Edinburgh Univ. Press.



- Erentöz, C. (1966). Contribution a la Stratigraphie de la Turquie: Bull. Min. Res. Exp. Inst., 66, s. 1-20.
- Erguvanlı, K. (1950). *Trabzon- Gümüşhane Arasındaki Bölgenin Jeolojik Etüdü*. MTA. Raporları, Ankara.
- Erinç, S. (1962). *Klimatoloji ve Metodları*, Baha Matbaası, İstanbul
- Erinç, S. (1965). *Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis*. İ. Ü. Coğrafya Enstitüsü Yayınları. Yay. No. 41. Baha Matbaası, İstanbul.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları*. 4. Baskı. Alfa Basım Yayım Dağıtım. İstanbul.
- Follet, R.H. (1969). *Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils*. Ph. D. Dissertation. Colorado State University.
- Genç, M., Güner, Ş.T., Gülcü, S., ve Fakir, H. (1998). Afyon-Dereçine Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) Bükü. *Orman ve Av* 74:13-19.
- Ghimessy, L. (1980). Turkish Filbert (*Corylus colurna*) as a Valuable Reserve Tree Species in Hungary. *Erdo. No. 29: 8*, 365-369; 2 pl. Hungary.
- Godet, J.D. (2004). *Knospen und Zweige*. 10. Aufl. Braunschweig: Talacker Medien.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., & Jarvis A. (2005). Very high Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- Irmak, A. (1970). *Orman Ekolojisi*. İ.Ü. Yayınları Yay. No:1650, Orm. Fak. Yay. No:149. Taş Matbaası.
- Jy. (1984). An Encounter with Trees. The Tree Hazel or Turkish Hazel, a Street Tree of The Future?. *Gartnermeister. No. 20*, 511-512; 5 pl. Europe.
- Kabak, B, Polat, S., ve Aydınözü, D. (2020). Türk Fındığı'nın (*Corylus colurna*) Yeni Bir Yayılış Alanı: Şaphane Dağı (Kütahya). *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 8, Sayı: 109*, s. 376-396.
- Kaya, O. (1972). *Tavşanlı Yöresi Ofiyolit Sorununun Ana Çizgileri*. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni V. 15, 26-108, Ankara.
- Konak, N. (1982). Simav Dolayının Jeolojisi ve Metamorfik Kayaçlarının Evrimi. *İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi*, 3: 313-337.
- Küçük, M. (1989). *Maçka-Meryemana ve Altındere Vadisi Milli Parkı'nın Önemli Ağaç Türleri Üzerinde Fenolojik Gözlemler ve Sonuçları*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Raporlar Serisi. No.47, Ankara.
- Lagerstedt, H. (1990). *Filbert Rootstock and Cultivar Introductions in Oregon*. Annual Report of the Northern Nut Growers Association, 81: 60-63.

- Lindsay W.L., & Norvell W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Proceeding*, 42: 421-428.
- Maurer, K.J. (1975). Turkish Hazel, *Corylus colurna*, as a Pioneer Plant. *Mitteilungen-Rebe-und-Wein,-Obstbau-und-ruchteverwertung*. 1975, 25: 2, 139-148 + 4 pl.; 19 ref.
- Mayer, H., ve Aksoy, H. (1998). *Türkiye Ormanları*. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü. Muhtelif Yayın No:1.
- Paleshev, I., & Nikolov, V. (1979). The Distribution, Ecology and Biological Features of *Corylus colurna* in Bulgaria. *Gorskostopanska-Nauka*. 1979, 16: 5, 26-42; 21 ref
- Pamay, B. (1992). *Bitki Materyali I. Ağaç ve Ağaçcıklar Bölümü*. Uycan Matbaası. İstanbul.
- Polat, S. (2014). A New Distribution Area of Turkish Filbert (*Corylus colurna*) in Turkey. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 29:136-149.
- Polat, S., & Güney, Y. (2015). A new distribution area of Turkish filbert (*Corylus colurna*) in Turkey. *The Journal of Academic Social Science* 3:449-460
- Rubner, K. (1960). *Die Pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues Radebeul*, Berlin.
- Saatçioğlu, F. (1976). *Silvikültür I. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No. 2187/22. Sermet Matbaası. İstanbul.
- Šeho, M., Huber, G., Baier, R., & Petkova, K. (2017). *Turkish Hazel in Bulgaria an Autochthonous and Valuable Tree Species for The Climate Change*. IUFRO 125th Anniversary Congress, Freiburg.
- Šeho, M., Ayan, S., Huber, G., & Kahveci, G. (2019). A Review on Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.): A Promising Tree Species for Future Assisted Migration. *Review Paper. South-East European Forestry. Vol.10, No.1:p*, 53-63.
- Semiz, B. (2011). ‘Simav ve Gediz Arasındaki (Kütahya-Batı Anadolu) Magmatik Kayaların Jeolojik, Petrografik ve Petrokimyasal Olarak İncelenmesi’. Doktora Tezi yayımlanmamış, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Soyakıl, M. (2018). ‘Gediz (Kütahya) Kuzeyindeki Miyosen Yaşlı Volkanitlerin Petrografisi ve Jeokimyası’. Yüksek Lisans Tezi, yayımlanmamış, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Şahin, E.K., Bekar, M., ve Güneroğlu, N. (2020). Türk Fındığı’nın (*Corylus colurna* L.) Peyzaj Mimarlığında Kullanım Olanakları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. 22(1), 91-99.
- Tacnur, İ.A., ve Yılmaz, H. (1994). *Toprak Tuzluluğu ve Analiz Yöntemi*. Orman Toprak Laboratuvarlarının Kuruluş Esasları ve Laboratuvar Teknikleri Semineri. Eskişehir.

- Temel, F., Arslan, M., & Çakar, D. (2017). Status of Natural Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.) Populations in Turkey. *Artvin Coruh University Journal of Forestry Faculty*. Vol: 18, Issue: 1, Pages:1-9.
- Tokar, F. (1978). *Acta-Dendrobiologica*. No. 1-2, 117, 119-146; 35 ref. Çekoslovakya.
- Tosun, S., ve Arslan, M. (2007). Göreni Şaşırtan Görkemli Türk Fındığı. *Çevre ve İnsan Dergisi*. 2, 69.
- Türüdü, Ö.A. (1993). *Bitki Beslenmesi ve Gübreleme Tekniği*. K.T.Ü. Meslek Yüksekokulları Serisi. Yayın No.171/13. Trabzon.
- Ülgen, N., ve Ateşalp, M. (1972). *Toprak ve Gübre*. Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınlar Serisi Sayı: 21 Metin Matbaası, Ankara.
- Walter, H. (1970). *Vegetationszonen und Klima*. E. Ulmer, Stuttgart.
- Walter, H. (1975). Zur Moosvegetation der Liquidambarwälder Südwest-Anatoliens. *Phytocoenologia* 2/1-2.
- Wiersma, J.H. (1963). A New Method of Dealing With Results of Provenance Test, *Silvae Genetica* 12.
- Yaltırık, F. (1993). *Dendroloji Ders Kitabı 2. Angiospermae Bölüm 1* İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları No. 3767/420. Matbaa Teknisyenleri Koll.Sti. İstanbul.

Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişiminin Ekosistem Hizmetleri Bağlamında Değerlendirilmesi: Bilecik İli Örneği

Evaluation of Land Cover/Land Use Change in the Context of Ecosystem Services: Case of Bilecik Province

 Gamze ÇOBAN¹,  Osman UZUN²

Özet

Günümüzde nüfusun kentsel alanlarda yoğunlaşması, arazi örtüsü/ alan kullanımında değişikliklere neden olmaktadır. Bu bağlamda arazi örtüsünde yaşanan değişimlerin belirlenmesi geleceğe yönelik sürdürülebilir bir arazi kullanımının planlamaları için son derece önemlidir. Bu çalışmada CORINE sistemine göre Bilecik ilinde arazi örtüsü/arazi kullanımında 1990 - 2018 yılları arasında meydana gelen değişimin tespit edilmesi ve bu değişim sonucunda ekosistem hizmetleri bağlamında kapasiteleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Bilecik ilinin 1990-2018 yılları arasında yapay ve tarımsal alanlarda artış olduğu belirlenirken, orman ve yarı-doğal alanlarda ise azalış tespit edilmiştir. Ayrıca 28 yıllık süreçte arazi örtüsündeki değişimlerin büyük çoğunluğu orman-yarı doğal alanların tarımsal alanlara dönüştüğü belirlenmiştir. Bilecik ili arazi örtüsündeki değişimler kaynak sağlayan, düzenleyen ve kültürel ekosistem hizmet kapasiteleri bağlamında farklı etkiler oluşmaktadır. Dolayısıyla ekosistemlerin sağlıklı fonksiyonlarını getirebilmesi için arazi kullanım değişikliği ve ekosistem hizmetleri kapasiteleri birlikte değerlendirilmesi mekânsal planlamalarda önemli bir yol göstericidir.

Anahtar Kelimeler: Arazi örtüsü/kullanımı, Ekosistem servisi, CORINE.

Abstract

Nowadays, the concentration of the population in urban areas causes changes in land cover / land use. In this context, determining the changes in the land cover is extremely important for the planning of a sustainable land use for the future. In this study, the change in land cover/land use in Bilecik province between 1990 and 2018 according to the CORINE system was determined and the effects of this change in the context of ecosystem services were evaluated. According to the results obtained, it was determined that there was an increase in artificial and agricultural areas in Bilecik province between 1990-2018, while a decrease was determined in forest and semi-natural areas. In addition, it was determined that the majority of the changes in the land cover in the 28-year period were transformed into agricultural areas from forest-semi-natural areas. Changes in the land cover of Bilecik province have different effects in terms of resource providing, regulating and cultural ecosystem service capacities. Therefore, the evaluation of land use change and ecosystem services capacities together is an important guide in spatial planning so that ecosystems can bring healthy functions.

Keywords: Land cover/use, Ecosystem service, CORINE.

1. Giriş

İnsanoğlu tarihsel süreç boyunca doğa ile etkileşim içerisinde olup, yerleşim alanlarını zaman içerisinde ihtiyaçları doğrultusunda belirlemiştir. İnsanoğlunun yerleşim alanı seçim yaparken geçmişten günümüze değişim göstermiştir. İlk başlarda yerleşimlerde tarıma elverişli alanları tercih ederken, günümüze geldiğimizde ise eğitim, sağlık ve ulaşım gibi sosyo-ekonomik şartların gelişmiş olduğu alanlara doğru değişmiştir (Keleş ve Durduran, 2019). Bu yüzden nüfusun kentsel alanlarda yoğunlaşması kentsel alanların büyümesine ve arazi örtüsünde değişikliklere neden olmaktadır. Kentsel büyümenin kontrolsüz artışı doğal kaynaklar üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır.

Arazi kullanımı/örtüsü insan faaliyetleri sonucunda şekillenen ve ekosistem hizmetleri sağlayan önemli arazi parçalarıdır (Hasan ve ark., 2020). Zaman içerisinde arazi örtüsünde meydana gelen değişimler, ekosistemlerin gıda üretimini sürdürme, tatlı su ve orman kaynaklarını koruma, iklim ve hava kalitesini düzenleme açısından tüm süreçleri etkilemektedir (Nwokoro ve Dekolo, 2012).

Ekosistem hizmetleri, insanların yaşamsal faaliyetlerini ve refahını sağlayabilmesi için ekosistemlerden doğrudan ya da dolaylı olarak yararlandığı süreçleri kapsamaktadır (Aziz, 2021; Albayrak, 2012). Ekosistem hizmetleri, toplumun yaşamını sürdürebilmesi için dört temel hizmet sunmaktadır. Bunlar; kaynak sağlayan, düzenleyici, habitat veya destekleyici, kültürel hizmetler olarak sınıflandırılmıştır (Yılmaz Kaya ve Uzun, 2019). Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi (MEA, 2005) tarafından hazırlanan raporda ekosistem hizmetleri dört temel bileşene ilişkin otuz alt sınıfa ayrılmıştır (Arslan Muhacir ve Tazebay, 2017; Tülek ve Ersoy Mirici, 2019). Bu sınıflandırma Çizelge 1’de yer almaktadır.

Çizelge 1. Ekosistem hizmetlerinin temel ve alt bileşenleri (Tülek ve Ersoy Mirici, 2019).

KAYNAK SAĞLAYAN HİZMETLER	DÜZENLEYİCİ HİZMETLER	DESTEKLEYİCİ HİZMETLER	KÜLTÜREL HİZMETLER
Gıda	Hava kalitesi düzenleme	Besin döngüsü	Rekreasyon ve Ekoturizm
Biyolojik hammadde	İklim düzenleme	Su döngüsü	Manevi ve etik değerler
Dekoratif kaynaklar	Su akışı kontrolü	Fotosentez	Sosyal ilişkiler
Genetik kaynaklar	Erozyon kontrolü	Toprak formasyonu	Bilgi sistemi
Tatlı Su	Su arıtımı ve atık kontrolü	Birincil üretim	Eğitim değeri
Biyokimyasal ve tıbbi ürünler	Salgın hastalık kontrolü		Yer ve Mekan Hissi
	Zararlı kontrolü		Estetik Değerler
	Polenleme		İlham
	Doğal risk azaltma		Kültürel miras değeri
			Kültürel çeşitlik

Ekosistem hizmetlerinin dört temel bileşeni farklı açılardan katkılar sunmaktadır. Bunlardan ilki kaynak sağlayan hizmetler, toplumun doğal kaynaklardan ihtiyaçlarını temin ettiği, işlemeden ya da işleyerek kullanıp doğrudan faydalandıkları ürünler olarak tanımlanmaktadır. İkincisi düzenleyici hizmetler de hava, ekosistemlerin bileşenleri hava ve toprak kalitesini etkilemekte olup, iklimlerin düzenlenmesi etki eden yeryüzü ve atmosferik süreçleri kapsamaktadır. Üçüncüsü kültürel hizmetler ise, toplum yaşadığı çevreyi şekillendirip, rekreasyonel faaliyetler sunarak insan refahını katkı sağlayan süreçleri kapsamaktadır. Son olarak destekleyici hizmetler de, kaynak sağlayan, düzenleyen ve kültürel hizmetlere destek olarak ekosistemin işlevlerine katkı sağlayan süreçleri kapsamaktadır (Tülek ve Ersoy Mirici, 2019).

Arazi örtüsü/alan kullanımı ve bu alanların zaman içindeki değişimlerinin incelenmesi, insanların çevre üzerinde oluşturduğu baskıların ortaya çıkartılmasında oldukça önemlidir. Sürdürülebilir kalkınmanın temeli doğal kaynakların rasyonel kullanımını sağlayarak gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurmaya dayanmaktadır. Dolayısıyla yanlış arazi kullanımı ve yıkımı, ekolojik denge, türlerin yok olması, sel, kuraklık, kum fırtınaları, küresel ısınma ve kirlilik gibi sorunlar hem çevreye hem de insan refahına büyük zararlar verebilir. Bu yüzden arazi örtüsü/kullanımı sürdürülebilirlik çerçevesinde ele alınarak doğal kaynakların korunmasına yönelik politika kararları ve düzenlemeler yapılmalıdır. Nitekim Li ve ark. (2014), yerel ve ulusal düzeyde karar alma süreçlerini yol gösterici olması için arazi kullanım değişikliği ve ekosistem hizmetleri kapasiteleri bütünlüklü değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Bilecik il sınırları içerisinde 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait CORINE verileri bağlamında arazi örtüsünün zamansal değişimin belirlenmesini ve yıllar içerisindeki değişen alanların ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirilmesini kapsamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

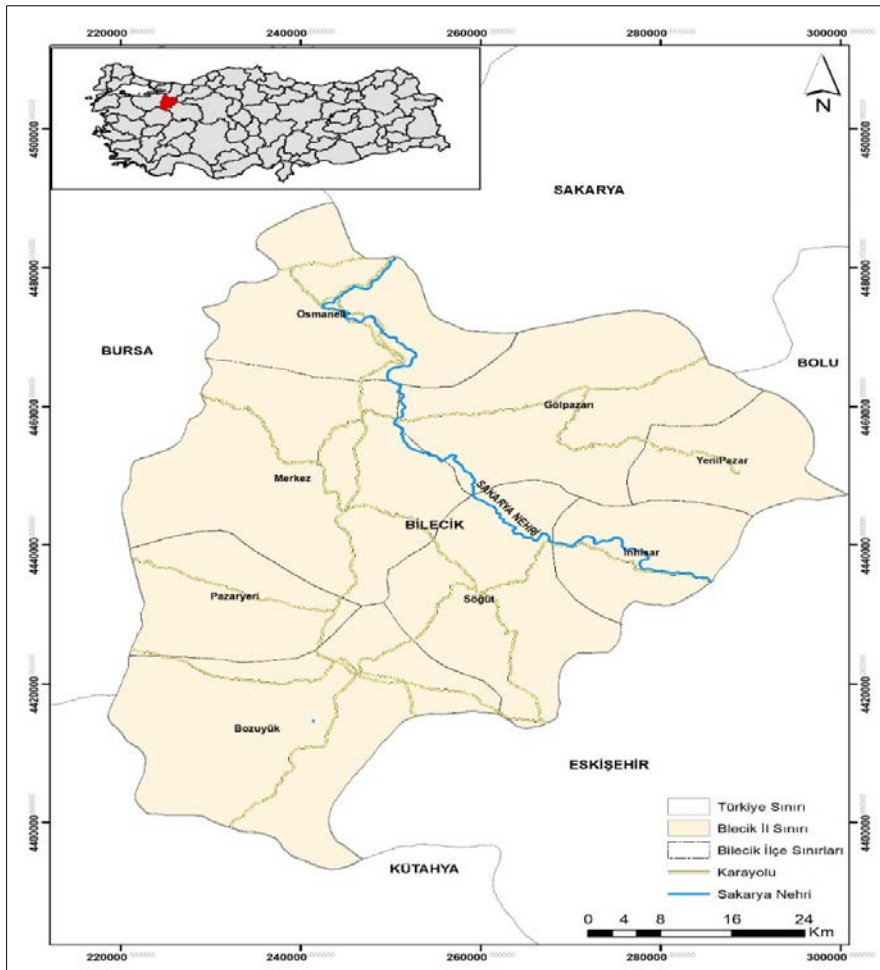
2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Marmara Bölgesinde yer alan Bilecik il sınırı oluşturmaktadır. Bilecik ili 39° 39' ve 40° 31' kuzey enlemleriyle 29° 43' ve 30° 40' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. İlin kuzeyinde Sakarya, doğusunda Bolu, güneydoğusunda Eskişehir, güneyinde Kütahya, batısında ise Bursa illeri yer almaktadır.

Bilecik ilinin yüzölçümü 4.321 km² alana sahiptir. Çalışma alanın Türkiye'deki konumu Şekil 1'de verilmektedir.

Bilecik ili, Merkez ilçe dâhil, Bozüyük, Gölpaazarı, İnhisar, Osmaneli, Pazaryeri, Söğüt ve Yenipazar olmak üzere toplam 8 ilçeden oluşmaktadır. 8 ilçe ve 3 belde belediyesi ile toplam 11 belediyenin bulunduğu il bütününde, toplam 61 mahalle ve 249 köy yerleşimi bulunmaktadır. TÜİK verilerine göre 2022 yılındaki il nüfusu 228.673'tür. Bu nüfusun 117.618 erkek ve 111.055 kadından oluşmaktadır. İlin ekonomik yapısı tarım ve hayvancılığın yanı sıra madencilik, ormancılık, dericilik, bıçakçılık, mermer, tuğla, seramik ve tahta işlemeciliği sektörleri önemli bir paya sahiptir (BEBKA, 2023).

Bilecik ili topoğrafik açıdan dik ve derin vadilerle ayrılmış, tepelik alanlardan oluşmaktadır. Kentsel yayılımın topoğrafik etkenlerden dolayı zor olmasına karşın, maden sektörünün hızla gelişimi arazi örtüsünde değişikliklere neden olmaktadır. İl yüzölçümünün yaklaşık yarısı (% 47) ormanlık alanlardan oluşmaktadır. Bu bağlamda orman ekosisteminin varlığı, önemli ekosistem hizmeti sağlamaktadır.



Şekil 1. Çalışma Alanının konumu.

2.2.Yöntem

Bu çalışma, Bilecik ilinin arazi örtüsünün yıllar içerisindeki değişim oranlarının ortaya koymak amacıyla CORINE arazi örtüsünün 1990-2000-2006-2012-2018 yıllara ilişkin verilerinden yararlanılarak yapılmıştır. CORINE (Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi) AB Komisyonu tarafından 1985 yılında uygulamaya başlanılmış olup, tüm Avrupa kara parçasının arazi örtüsüne ilişkin bir veri tabanıdır (Yılmaz Kaya, 2019). CORINE programının temel amacı, üye devletler için uluslararası düzeyde verilerin düzenlenmesi ve belirli konularda önceliği olana çevrenin durumunu hakkında bilgileri toplanmasını sağlamaktadır (Cieślak ve ark., 2020).

Çalışmada, arazi örtülerini üç farklı düzeyde sınıflandıran CORINE sisteminin birinci düzeyi esas alınmıştır. Bu düzeyde araziler 5 ana sınıfa göre ayrılmıştır. Bu sınıflar yapay alanlar, tarımsal alanlar, orman ve yarı-doğal alanlar, sulak alanlar ile su yüzeyleridir (Çizelge 2).

Çizelge 2. CORINE birinci düzey arazi sınıfları ve kapsamaları

CORINE Arazi Sınıfı	Arazi Sınıfının Kapsamı
1.Yapay Alanlar	Sürekli ve süreksiz kent yapısı; endüstri ve ticaret birimleri; limanlar, havaalanları, maden ocağı, boşaltım ve inşaat alanları; kentsel yeşil alanlar
2.Tarımsal Alanlar	Ekilebilir alanlar; pirinç tarlaları; üzüm bağları; meyve bahçeleri; zeytinlikler; meralar; karışık tarımsal alanlar
3.Orman ve Yarı-doğal Alanlar	Geniş yapraklı ormanlar; iğne yapraklı ormanlar; karışık ormanlar; çayırıklar, fundalıklar; sahiller; kumullar; yanmış alanlar; kalıcı karlı ve buzul alanları
4.Sulak Alanlar	Bataklıklar; turbalıklar; tuzlalar; gelgit sonucu oluşan düzlükler
5.Su Yüzeyleri	Suyolları; su kütleleri; kıyı lagünleri; nehir ağızları; deltalar, denizler, okyanuslar

Çalışmanın yöntemi dört aşamadan oluşmakta olup, Şekil 2’de verilmiştir. Bu şemaya göre;

- İlk aşama Bilecik ilinin arazi örtüsünün hazırlanma sürecini oluşturmaktadır. Bu bölümde CORINE arazi örtüsü beş temel sınıfa göre ayrılmıştır.
- İkinci aşamada, 1990- 2000, 2000-2006, 2006-2012, 2012 - 2018 ve 1990- 2018 yılları arasındaki arazi örtüsünün yıllar arasındaki değişim yüzdesi ve ArcGIS yazılımı ile arazi örtüsü raster verilere dönüştürülmüş daha sonra Raster calculator aracılığıyla arazi örtüsünün/ kullanımının hangi alana dönüştüğü yüzdesi belirlenmiştir (Yeşil ve Güzel, 2021).
- Üçüncü aşamada ise arazi örtüsü değişim alanlarının ekosistem hizmetleri kapasiteleri belirlenmesi aşamasıdır. 1990 ve 2018 yıllarındaki arazi örtüsündeki her bir alan kullanımı kaynak sağlayan, düzenleyen ve kültürel ekosistem hizmetlerine

göre bir puan değeri olarak ekosistem hizmet kapasitesi belirlenmiştir. Ekosistem Hizmet kapasiteleri Yılmaz Kaya (2019)'nın yapmış olduğu 'Peyzaj Planlamada Ekosistem Hizmetleri Yaklaşımı: Düzce İli Örneği' adlı yüksek lisans tezindeki yöntem bölümü temel alınmıştır. Yılmaz Kaya (2019), çalışmasında 13 kaynak sağlayan, 9 düzenleyen ve 6 kültürel ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirme yapmıştır. Çalışma alanındaki her bir arazi örtüsünün sahip olduğu ekosistem hizmetlerinin ölçülebilmesi için 0-5 (0=ilgili kapasite yok, 1=düşük ilgili kapasite, 2=ilgili kapasite, 3=orta derecede ilgili kapasite, 4=yüksek ilgili kapasite ve 5=çok yüksek ilgili kapasite) aralığında bir puanlama sistemi geliştirmiştir. Daha sonra ekosistem hizmetlerinin önceliklerinin belirlenmesi için AHS yönteminden yararlanılmıştır. Böylece her bir arazi örtüsünün ekosistem hizmet kapasite değerleri ile AHS tekniğinde elde edilen öncelikli ekosistem hizmetlerinin ağırlık katsayıları çarpılarak, çalışma alanına ilişkin ekosistem hizmeti kapasite değerleri elde edilerek ArcGIS ortamında çalışma alanına veri girişi sağlanarak haritalandırılmıştır. Bilecik ve Düzce illeri ülkemizdeki konumu gereği yakın mesafede olmasından dolayı ekosistem hizmet kapasitelerindeki değerler çalışmanın bu aşamasında temel alınmıştır. Bu çalışmada farklı olarak 1990 ve 2018 yıllarına ekosistem hizmet kapasiteleri hesaplanarak ArcGIS aracılığıyla haritalandırılmış ve alansal olarak ekosistem hizmet kapasitelerinde artma veya azalma fonksiyonları belirlenmiştir. Son olarak her bir ekosistem hizmeti toplanarak bütünlük ekosistem hizmet kapasiteleri ortaya çıkarılmıştır.

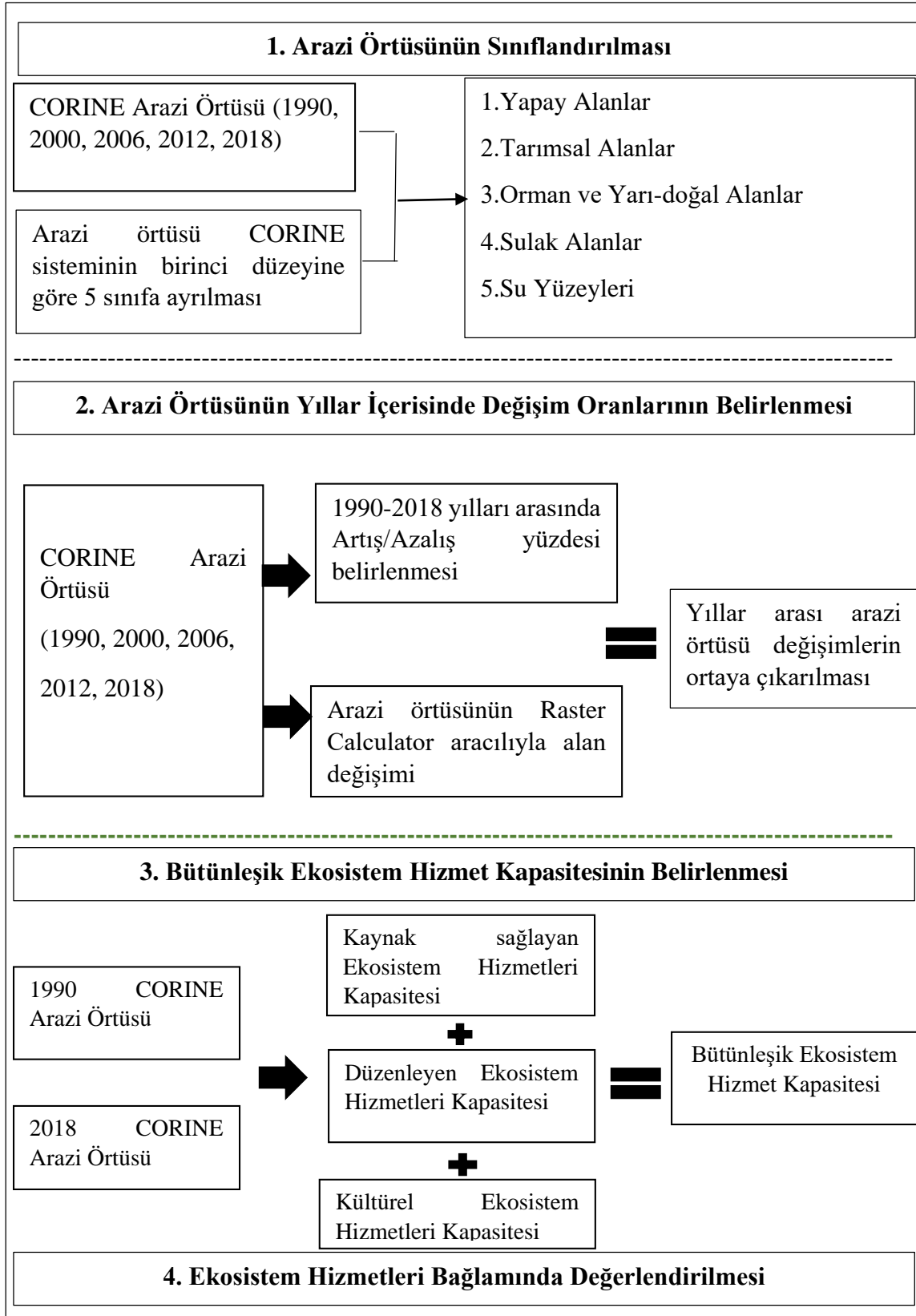
- Dördüncü ve son aşamada ise bütünlük ekosistem hizmetlere ilişkin Bilecik ilindeki mekânsal gelişmeler bağlamında değerlendirmeler yapılmıştır.

3. Bulgular

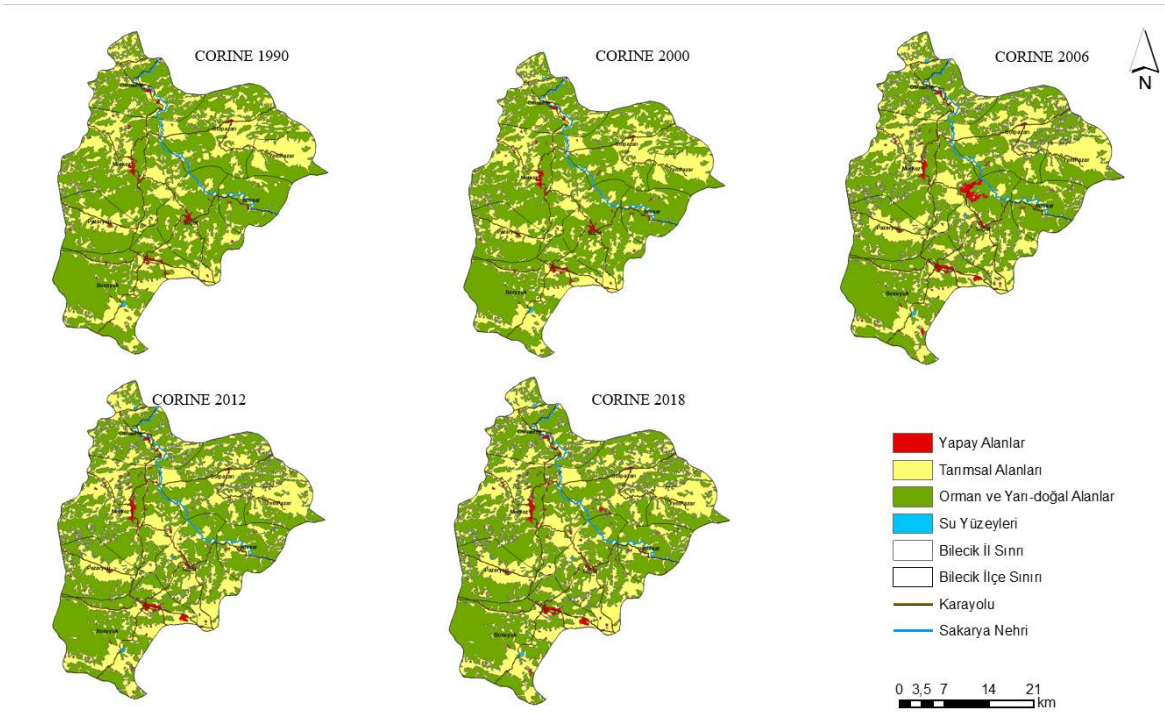
Bu bölümde yöntemde belirtilen aşamalara yönelik yapılan çalışmalar alt başlıklarda açıklanmıştır.

3.1.Arazi Örtüsünün Sınıflandırılması

Çalışmanın ilk aşamasında CORINE veri tabanından elde edilen arazi örtüleri beş ana sınıfa göre ayrılmıştır. Bu veri tabanında 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ilişkin arazi örtülerine bulunmakta olup, mevcut yıllar arasında arazi örtüsünün değişimleri incelenmiştir. Bilecik ilinin belirtilen yıllar arasında arazi örtüsü haritaları ArcGIS10.2 programı kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 3).



Şekil 2. Çalışma Yöntem Akış Şeması.



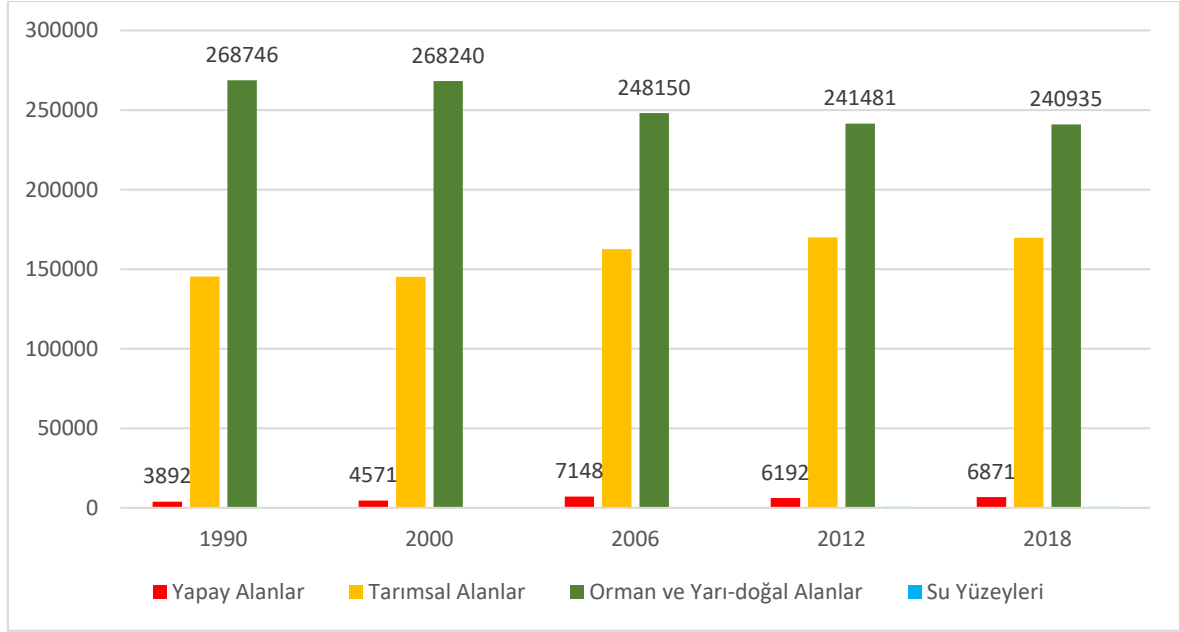
Şekil 3. Bilecik ili yıllara göre Arazi Örtüsü Değişimleri.

1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılları arasında verilere göre yapılan incelemeler doğrultusunda CORINE arazi örtüsünün kapladıkları alanlar hesaplanmıştır. Buna göre Bilecik ilindeki yıllara göre arazi örtüsünün alan büyüklükleri Çizelge 3’de verilmiştir. 2006 yılında yapay alanların en fazla büyüklüğe sahip olduğu görülmekte olup, 2012 yılında bu alan örtüsünde biraz azalma olduğu tespit edilmiştir. 1990 yılına ait arazi örtüsündeki orman ve yarı-doğal alanlar 268746 ha olup, il yüzeyinin % 64,24’ü karşılık gelmektedir. Ancak bu oran 2018 yılına gelindiğinde 240935 ha olup, il yüzeyinin 57,6’sını oluşturmaktadır. Bu bağlamda 27811 hektar büyüklüğünde orman ve yarı-doğal nitelikteki alanın diğer arazi örtüsü/alan kullanımı sınıflarına dönüştüğü anlaşılmaktadır.

Çizelge 3. Arazi örtüsü/alan kullanımı sınıflarının yıllara göre alan büyüklüğü.

Arazi Örtüsü /Alan Kullanımı	Alan Büyüklüğü (ha)				
	1990	2000	2006	2012	2018
Yapay Alanlar	3892	4571	7148	6192	6871
Tarımsal Alanlar	145469	145226	162597	169937	169802
Orman ve Yarı-doğal Alanlar	268746	268240	248150	241481	240935
Su Yüzeyleri	235	304	445	732	732

Şekil 4’te arazi örtüsünün yıllara göre kapladığı hektar büyüklükleri verilmektedir. Bilecik ilindeki arazi örtüsü 1990- 2018 yılları arasında değerlendirildiğinde orman ve yarı doğ al alanların zaman içerisinde azaldığı görülmektedir. Buna karşın yapay ve tarımsal alanların yıllar içerisinde artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. Bilecik ili Yıllara göre Arazi Örtüsü Alan Büyüklükleri.

Bilecik ilinin 28 yıllık dönemde yapay alanların miktarının artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Yapay alanlar büyüklüğü 1990 yılında 3892 hektar olup, 2018 yılı itibariyle 6871 hektara ulaşmıştır. Nitekim Yeşil ve Güzel (2021), Ordu ilinin 1990- 2018 yılları arasındaki yapay alanların artış eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Bayar ve Karabacak (2017) ise, 2000-2012 yılları arasındaki arazi örtüsünü incelendiğinde yerleşim alanları en fazla büyüyen arazi örtüsü sınıfı olduğunu vurgulamaktadır.

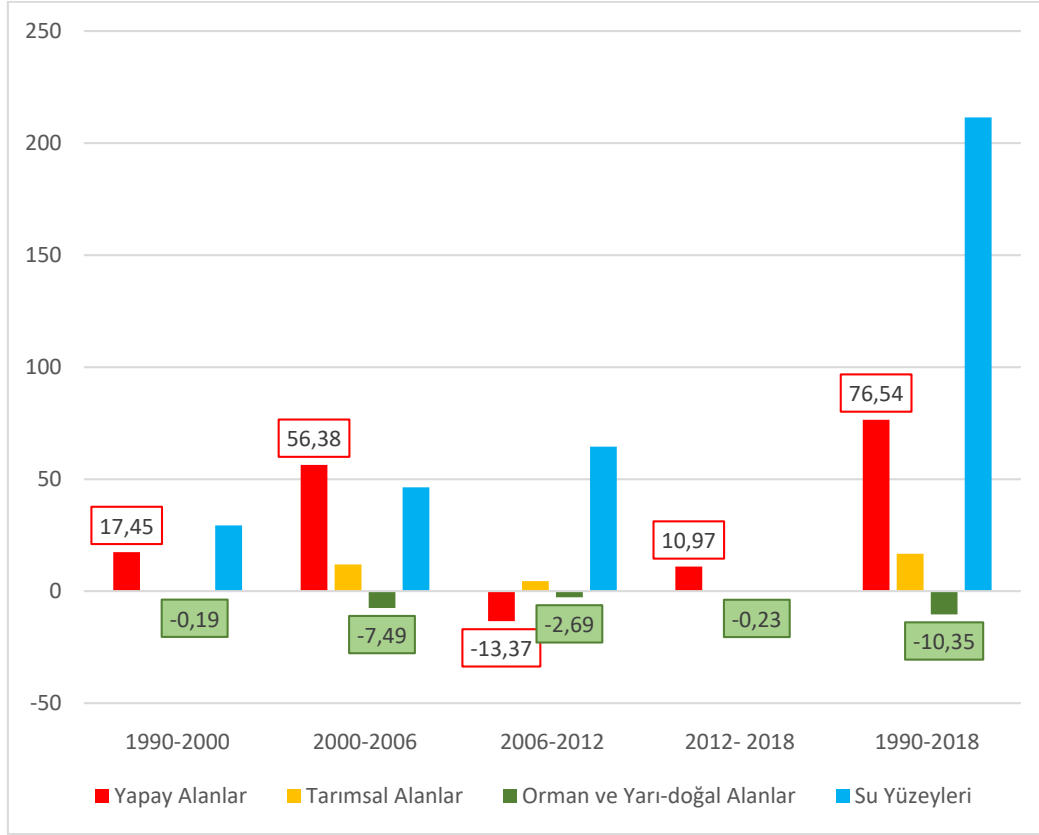
3.2. Arazi Örtüsünün Yıllar İçerisinde Değişim Oranlarının Belirlenmesi

Çalışmanın ikinci aşamasında arazi örtüsü/ kullanımlarının yıllar arasındaki değişim yüzdesi incelenmiştir. Bu bağlamda Bilecik ilinin 1990- 2000, 2000-2006, 2006-2012, 2012 - 2018 ve 1990- 2018 yılları arasındaki yüzde değişim oranları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Arazi örtüsü/alan kullanımının yıllar arasındaki değişim yüzdesi.

Arazi Örtüsü /Alan Kullanımı	Yıllar Arası Yüzde Alan Değişimleri (%)				
	1990-2000	2000-2006	2006-2012	2012- 2018	1990-2018
Yapay Alanlar	17,45	56,38	-13,37	10,97	76,54
Tarımsal Alanlar	-0,17	11,96	4,51	-0,08	16,73
Orman ve Yarı-doğal Alanlar	-0,19	-7,49	-2,69	-0,23	-10,35
Su Yüzeyleri	29,36	46,38	64,49	0	211,49

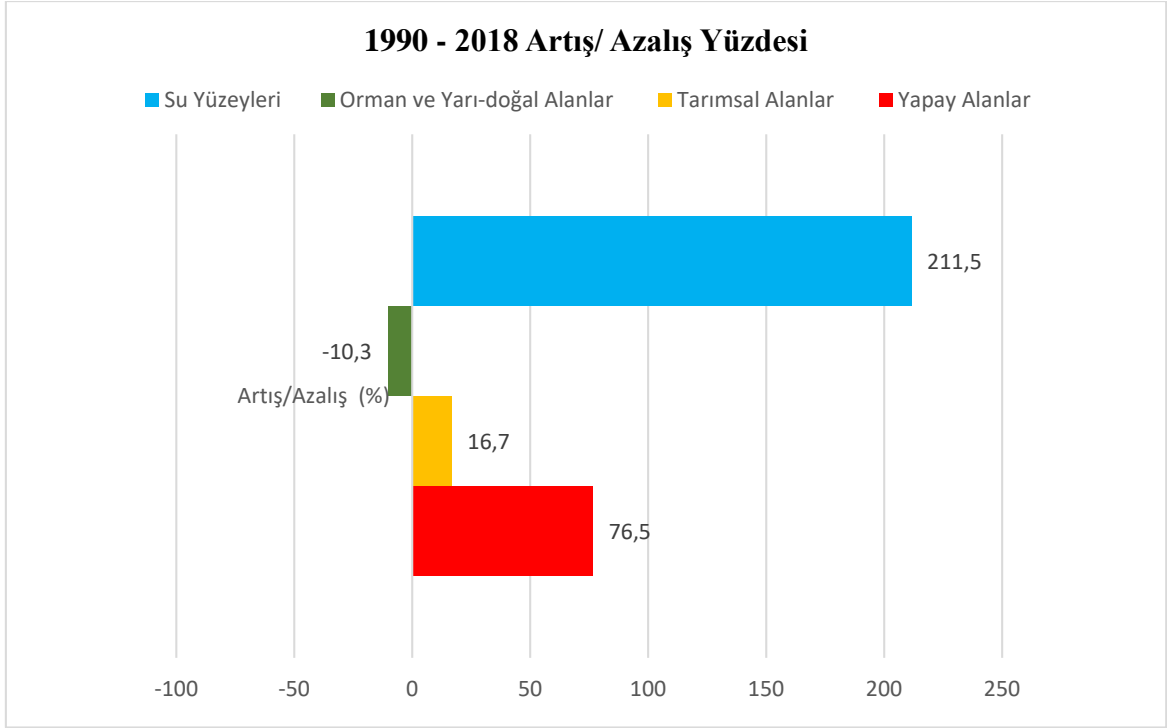
Şekil 5'te belirtilen yıllar arasında arazi örtüsü/ kullanımların değişim alanlarının yüzde oranlarının grafiği verilmiştir. Buna göre yapay alanların artışı ve orman- yarı doğal alanların azalış oranlarına dikkat çekilerek, etiketlenerek verilmiştir.



Şekil 5. Bilecik ili Arazi Örtüsü/ Kullanımların Değişim Yüzde Grafiği.

Bilecik ilindeki arazi örtüsünde 2000 -2006 yılları arasında önemli artış ve azalışların yaşandığı süreç olarak görülmektedir. Bu yıllar arasında yapay alanların en büyük artış oranı % 56,38 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde tarımsal alanlarda en büyük artış 2000 -2006 yılları arasında olup, %11,96 oranında gerçekleşmiştir. Öte yandan bu yıllar arasında orman-yarı doğal alanlarda % 7,49 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla kentleşme sürecinin 2000 yılından itibaren hızlı geliştiği görülmektedir. Bu süreçten sonra yapay alanlarda 2006- 2012 yılları arasında ise % 13,37 oranında bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Şekil 6'da 1990 -2018 yılları arasında arazi örtüsü /kullanımının genel artış/ azalış yüzdesi verilmiştir. Buna göre Bilecik ilinin yapay alanlarında % 75'in üzerinde artış olduğu görülürken, orman- yarı doğal alanlarında ise % 10,3 oranında azalış yaşanmıştır.



Şekil 6. 1990-2018 Yılları Arası Arazi Örtüsü Değişim Oranı.

Arazi örtüsünün/kullanımının yıllar içerisindeki değişimi insan etkileriyle birlikte yapay alanlarda artış olduğunu göstermektedir. Nitekim Ekren (2022) ise çalışmasında Kahramanmaraş ilindeki arazi kullanımı değişimlerinin 1990'dan 2018'e doğru kentsel alanların %95,58 arttığını belirtmektedir. Buna bağlı olarak kentleşmenin birçok çevre sorununu neden olduğunu vurgulamıştır. Kentleşme ile artan geçirimsiz yüzeyler, son yıllarda meydana gelen sel ve taşkınların en önemli nedenleri arasındadır. Bu bağlamda kentlerde yeşil alt yapı sistemleriyle birlikte ele alınarak yapılması önem arz etmektedir.

Orman alanlarının yıllar içerisindeki azalması iklim değişikliği gibi önemli etkiler oluşturmaktadır. Atak ve Tonyaloğlu (2020), alan kullanımı / arazi örtüsünde (AK/AÖ) önemli değişiklikler ile birlikte kentleşme atmosferde sera gazlarının birikiminin artışına neden olmakta ve iklim değişikliği sorunu ortaya çıktığını belirtmektedir. Dolayısıyla Başkent (2022), iklim değişikliği ile mücadelede ve karbondioksitin depolanmasında orman ekosisteminin önemli rol oynadığını vurgulamaktadır.

Yöntemin ikinci aşamasında yıllar arasında değişim yüzdelerinin yanı sıra arazi örtüsünün hangi alan kullanımına dönüştüğü de incelenmiştir. Bu bağlamda beş temel arazi örtüsüne sınıflandırılan CORINE verileri raster formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra 1990 ve 2018 yıllarına ait arazi örtüleri Raster Reclassify menüsü altında Reclassify yapılarak her arazi örtüsüne karşılık yeni bir değer ataması yapılmıştır. Bu bağlamda arazi örtüsüne göre yapay alanlara 1, tarımsal alanlara 3, orman- yarı doğal alanlara 7, su

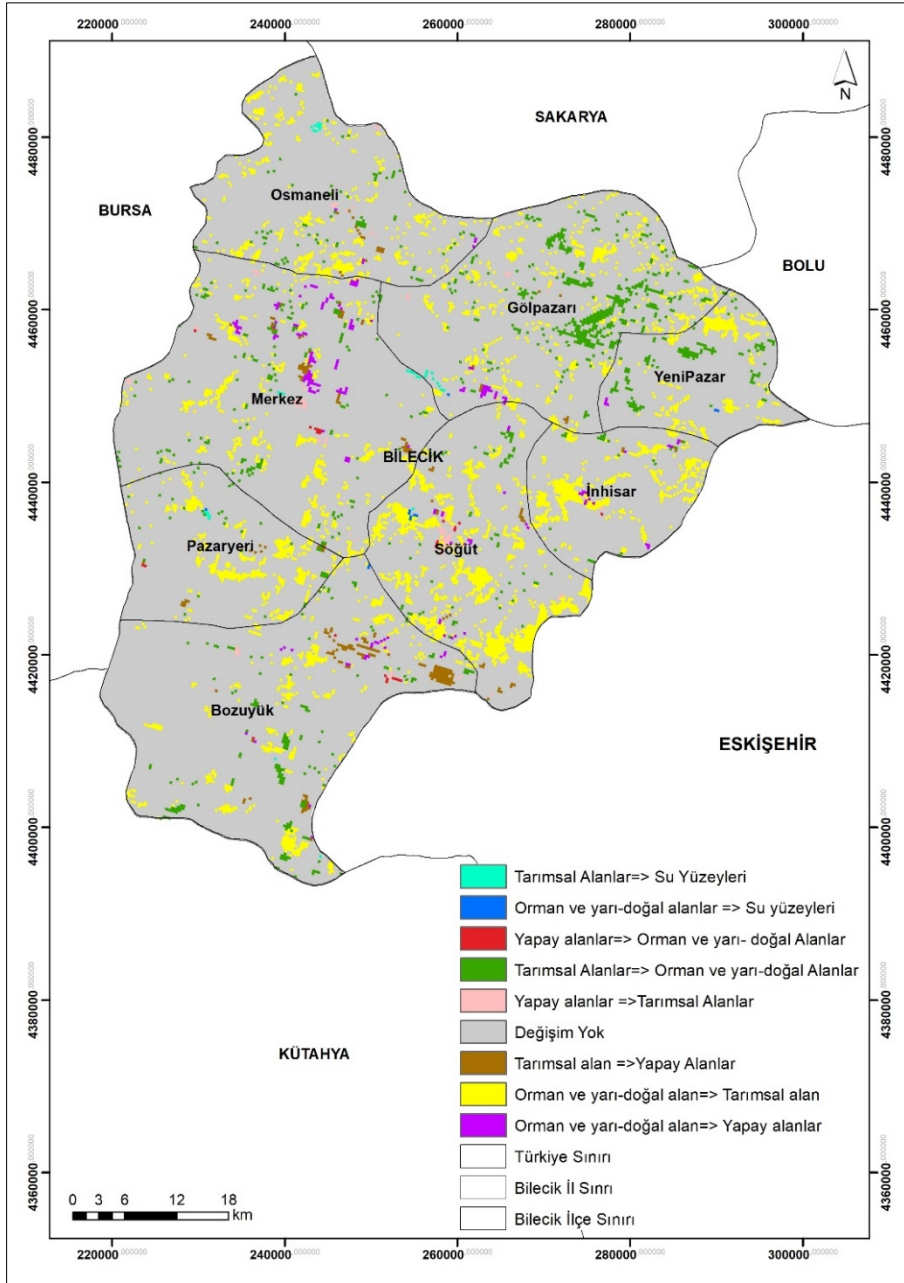
yüzeylerine 39 değeri verilmiştir. Spatial Analyst Tools menüsü altında Raster Calculator aracılıyla 1990 yılına ait arazi örtüsünden 2018 yılına ait arazi örtüsü çıkarılarak değişim alanlarının haritası elde edilmiş olup, Şekil 7’de verilmiştir. Çizelge 4’te 1990 – 2018 yılları arasında arazi örtüsünün değişim alanlarının yüzdeleri verilmiştir.

Çizelge 4. Arazi örtüsü/alan kullanımının 1990-2018 yıllar arasındaki değişim yüzdesi.

Arazi Örtüsü/ kullanımı Değişimleri	Değişim	Alan(ha)	Yüzde (%)
Tarımsal alanlar => Su yüzeyleri	-36	273,12	0,60
Orman- yarı doğal alanlar => Su yüzeyleri	-32	84,44	0,19
Yapay Alanlar => Orman- yarı doğal alanlar	-6	174	0,38
Tarımsal alanlar => Orman- yarı doğal alanlar	-4	8463,88	18,55
Yapay Alanlar => Tarımsal Alanlar	-2	874,06	1,92
Tarımsal alanlar => Yapay alanlar	2	2045,48	4,48
Orman- yarı doğal alanlar => Tarımsal alanlar	4	32067,69	70,27
Orman- yarı doğal alanlar => Yapay alanlar	6	1653,22	3,62
Değişim Alanlarının Toplamı		45635,89	
Değişim yok		372616,8	

Çizelge 4’e göre Bilecik ilinde 1990 ve 2018 yılları arasında arazi örtüsünde 45635,89 hektarlık bir değişim yaşanmıştır. Arazi örtüsündeki en büyük değişim oranı %70,27 ile orman- yarı doğal alanların tarımsal alanlara değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca 28 yıllık süreç içerisinde 2045,48 ha tarımsal alan ve 1653,22 ha orman- yarı doğal alanlar ise yapay alanlara dönüştüğü görülmektedir.

İlçelere göre orman- yarı doğal alanların tarımsal alanlara değişim yüzde dağılımları incelendiğinde sırasıyla İnhisar ilçesinde % 90,85 oranında, Söğüt ilçesinde % 87, 35 oranında, Pazaryeri ilçesinde % 85,30 oranında, Osmaneli ilçesinde %78,51 oranında, Yenipazar ilçesinde % 67,75 oranında, Merkez ilçede % 57,66 oranında, Bozüyük ilçesinde % 56,31 oranında, Gölpazarı ilçesinde % 52,03 oranında olduğu belirlenmiştir. Merkez ilçede ise yapay alanların orman- yarı doğal alanlardan dönüşümün en fazla yaşandığı ilçe olduğu görülmektedir.



Şekil 7. 1990-2018 yıllarındaki arazi örtüsünün değişim alanları haritası.

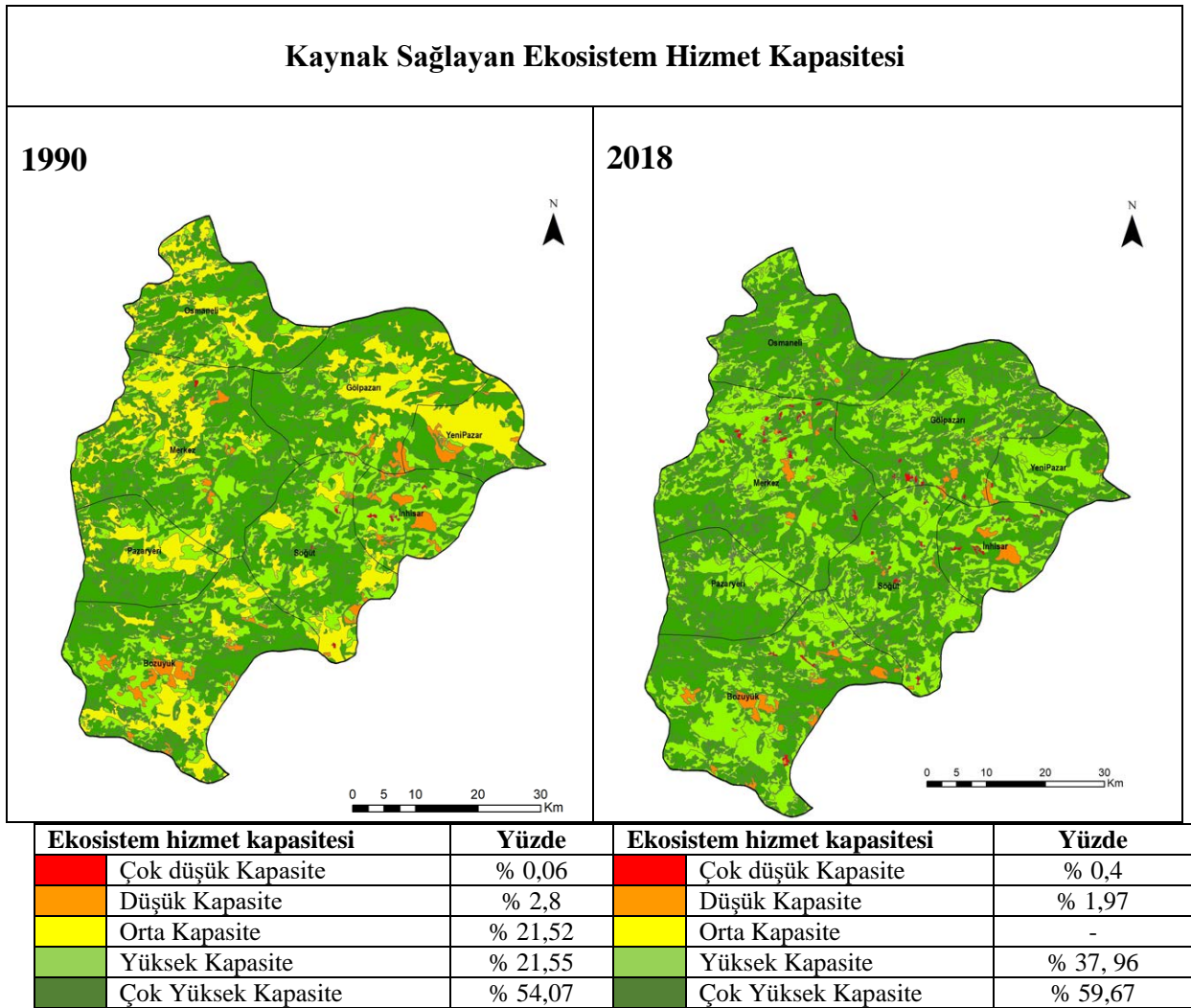
3.3. Bütünleşik Ekosistem Hizmet Kapasitesinin Belirlenmesi

Ekosistem hizmetleri kavramı 1981 yılında Ehrlich ve Ehrlich (1981) tarafından kullanılmaya başlanılmıştır (Tülek ve Ersoy Mirici, 2019). Ekosistem hizmetleri temelini ekosistemlerin insanoğluna sağladığı faydalar bütünü olarak tanımlanabilir. Nitekim Yılmaz Kaya (2019), ekosistem hizmetlerini, ekosistemlerden sürdürülebilirlik anlayışıyla yararlanılması gerektiğini vurgulayarak, topluma fayda sağlayan süreçlerin bir sonucu olarak tanımlamaktadır.

Yöntemin üçüncü aşamasında arazi örtüsündeki değişimlerin ekosistem hizmet kapasiteleri belirlenmiştir. Bu bağlamda CORINE verileri doğrultusunda 1990 ve 2018 yılları arasındaki arazi örtüsüne göre ekosistem hizmetleri kapasiteleri bir puanlama sistemiyle belirlenmiştir. Bu puanlama ölçeği Yılmaz Kaya (2019), yapmış olduğu tez çalışmadan yararlanılmıştır. CORINE arazi örtüsüne her bir alan kullanımı ekosistem hizmetleri 0-5 değerleri arasında puanlandırmayı uzmanlar tarafından yapılmıştır. Böylece ekosistem hizmetlerinin kapasiteleri ortaya çıkarılmıştır.

Bilecik ilinin 1990 ve 2018 yıllarına ait CORINE arazi örtüsüne göre kaynak sağlayan ekosistem hizmet kapasitesine ilişkin bulgular Çizelge 5'te yer almaktadır. Alanın iki yıla göre haritaları ArcGIS 10.2 aracılığıyla oluşturularak, ekosistem hizmet kapasiteleri çok yüksek kapasite, yüksek kapasite, orta kapasite, düşük kapasite ve çok düşük kapasite olmak üzere beş sınıfa ayrılmıştır.

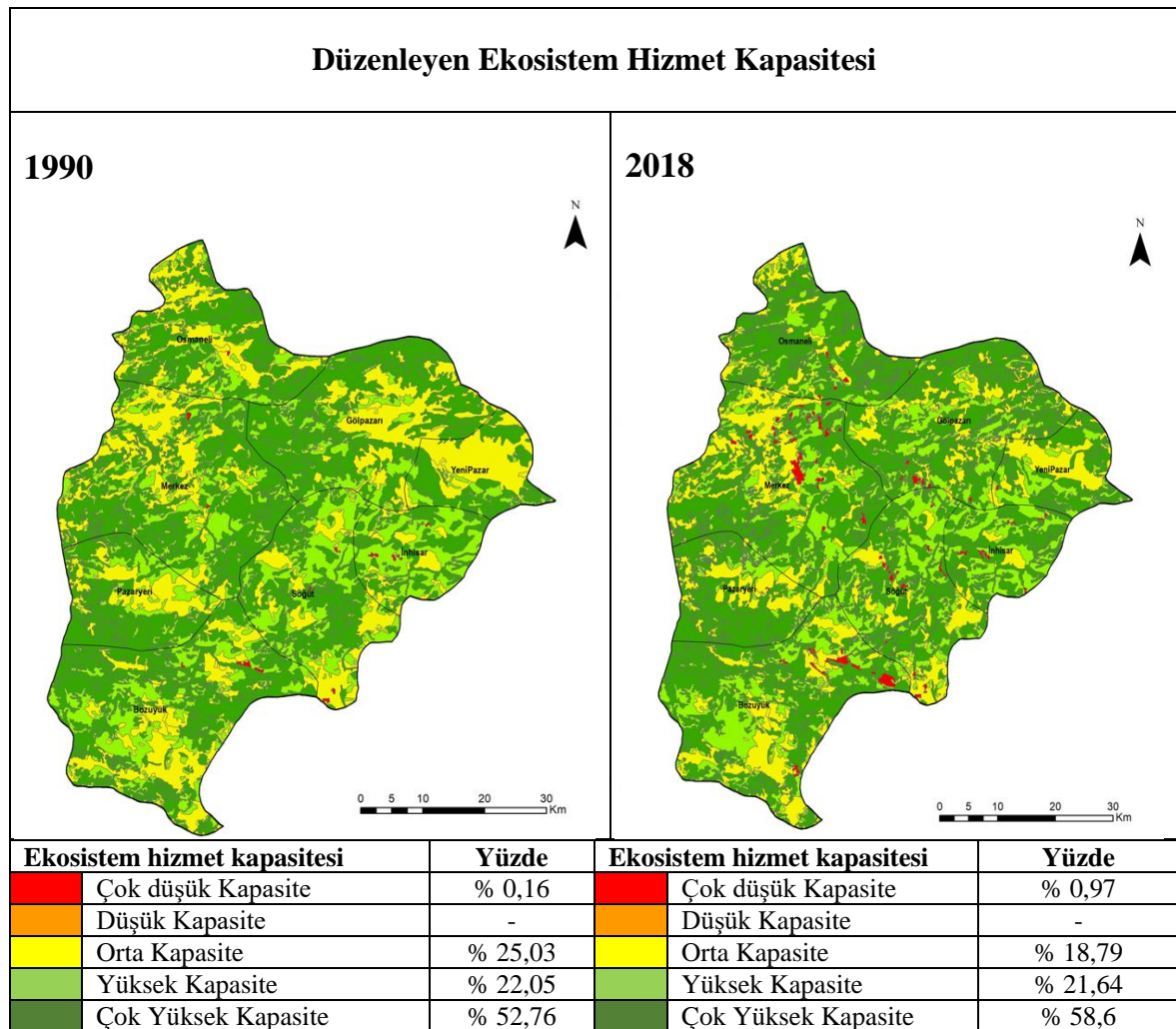
Çizelge 5. 1990- 2018 Yıllarına göre Kaynak Sağlayan Ekosistem Hizmet Kapasitesi.



Çizelge 5'e göre çalışma alanının 1990 yılına göre % 54,07 oranında çok yüksek kaynak sağlayan ekosistem hizmeti kapasitesinin olduğu belirlenirken, 2018 yılına gelindiğinde bu oran % 59,67 olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda çok yüksek kaynak sağlayan ekosistem kapasitesi arttığını görülmektedir. Ekosistem hizmetleri toplumun sosyo-ekonomik refahını şekillendirmektedir. Bilecik ili maden sektörünün hızla gelişmekte olup, kentin ekonomik yapısını oluşturmaktadır. Bu bağlamda arazi örtüsünde maden çıkarım alanların artışı ekosistem hizmet kapasitesini arttırdığını düşülmektedir. Aynı zamanda kaynak sağlayan ekosistem hizmetlerinde doğal bitki örtüsüyle bulunan tarım alanları ve mera alanların varlığı önemli katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla zaman içerisinde bu alanların artışı kaynak sağlayan ekosistem hizmet kapasitesini olumlu etki sağladığı görülmektedir.

Ekosistem hizmetlerinden temel bileşenlerinden biri de düzenleyen ekosistem hizmetleridir. Bu bağlamda çalışma alanının 1990- 2018 yıllarına göre düzenleyen ekosistem hizmet kapasiteleri Arc-GIS aracılığıyla oluşturularak, Çizelge 6'da bulgular yer almaktadır.

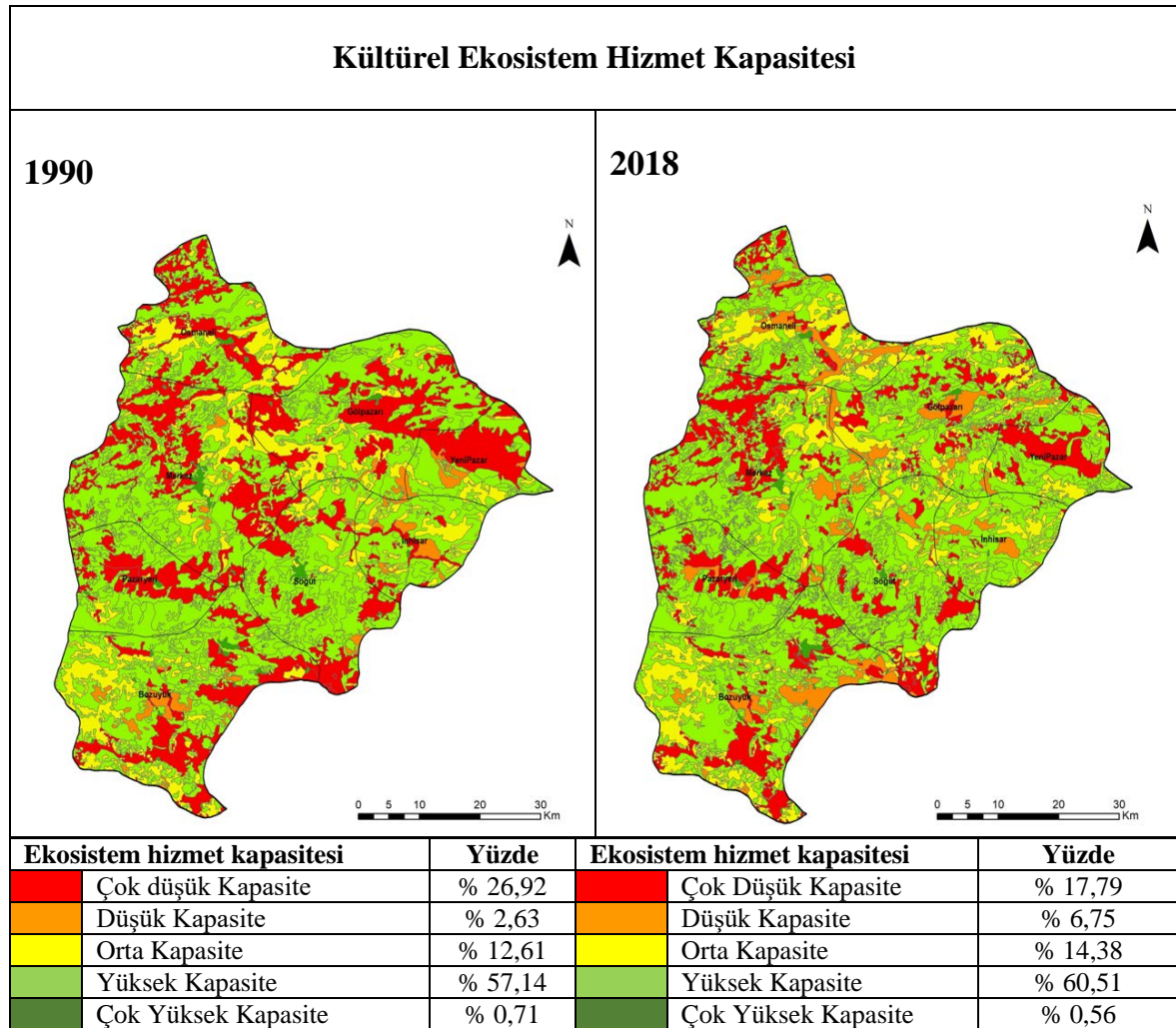
Çizelge 6. 1990- 2018 Yıllarına göre Düzenleyici Ekosistem Hizmet Kapasitesi.



Çizelge 6'a göre çalışma alanı 1990 yılında % 52,76 oranında çok yüksek düzenleyen ekosistem hizmeti kapasitesinin olduğu görülmektedir. 2018 yılında ise % 58,6 oranında çok yüksek düzenleyen ekosistem hizmeti kapasitesi tespit edilmiş olup, yıllar arasında artış olduğu belirlenmiştir. Düzenleyen ekosistem hizmet kapasitelerinde doğal bitki örtüsüyle bulunan tarım alanları varlığı önemli işlevler sağlamaktadır. Bu alanların artışı özellikle erozyon kontrolü sağlama, hava kalitesini düzenleme ve besin düzenleme gibi düzenleyen ekosistem hizmet kapasitesinde olumlu etkiler sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında ekosistem hizmetlerinden kültürel bileşeni de incelenmiştir. Bu bağlamda çalışma alanının 1990-2018 yıllarına göre kültürel ekosistem hizmet kapasiteleri ArcGIS aracılığıyla oluşturularak, Çizelge 7'de bulgular yer almaktadır.

Çizelge 7. 1990- 2018 Yıllarına göre Kültürel Ekosistem Hizmet Kapasitesi.

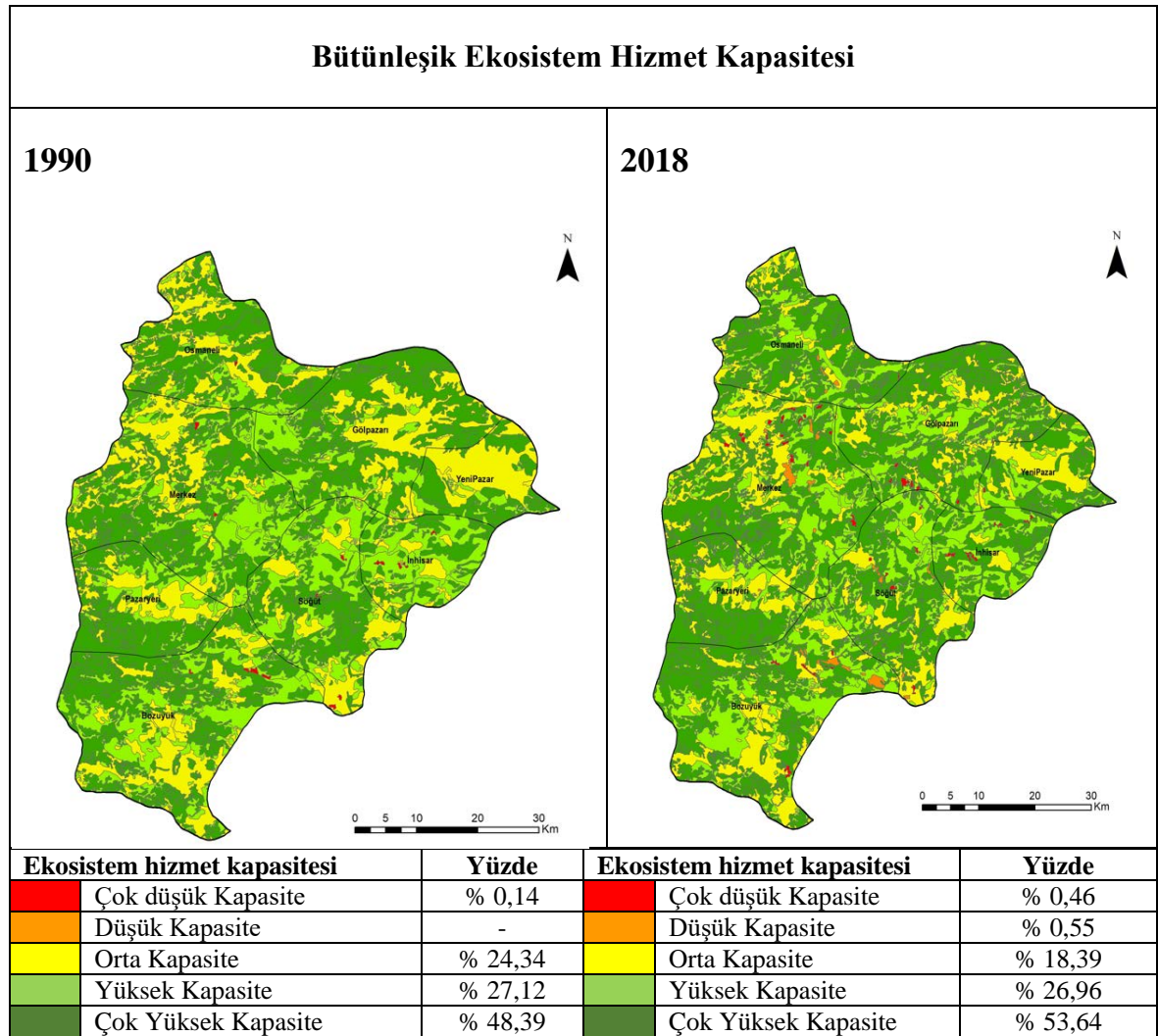


Çizelge 7'de çalışma alanının 1990 yılına göre % 57, 14 oranında yüksek kültürel ekosistem hizmet kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bilecik ilinin 2018 yılındaki arazi örtüsüne göre % 60,51 oranında yüksek kültürel ekosistem hizmet kapasitesine sahip

olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla yıllar arasında kültürel ekosistem hizmet kapasitesi sınıflandırmasına göre yüksek kapasite artış gösterirken, çok düşük kapasite oranında ise düşüş yaşandığı görülmektedir. Kültürel ekosistem hizmetlerinden doğal miras ve doğal çeşitlilik servisi, doğal bitki örtüsüyle bulunan tarım alanlarıyla ilişkili olup, bu bağlamda kapasitesini arttırdığı düşünülmektedir. Ayrıca su kütlelerindeki artış kültürel çeşitlilik ve kültürel miras hizmetin kültürel ekosistem kapasitesine değerli katkı sağladığı uzmanlar tarafından ortaya koyulmuştur.

Son olarak çalışma alanında bütünleşik ekosistem hizmet kapasitesi, kaynak sağlayan, düzenleyen ve kültürel ekosistem hizmetlerinin arazi örtüsüne göre aldığı puanların toplamıyla elde edilmiştir. Çizelge 8’de elde edilen bulgular yer almaktadır.

Çizelge 8. 1990- 2018 Yıllarına göre Bütünleşik Ekosistem Hizmet Kapasitesi.



Çizelge 8’e göre Bilecik ilinin 1990 yılına göre % 48,39 oranında çok yüksek bütünleşik ekosistem hizmet kapasitesi olduğu belirlenirken, 2018 yılında ise bu oran %

53,64 oranında olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda toplam ekosistem hizmet kapasitesinin çok yüksek sınıf aralığında arttığı gözlenmektedir. Arazi örtüsündeki değişimler diğer sınıflandırmadaki kapasite oranlarını da etkilemiştir.

Uzmanların değerlendirmelerine göre bütünleşik ekosistemlerin hizmet açısından doğal bitki örtüsüyle bulunan tarım alanları ve mera alanların değerli olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu alanların artışı ekosistem kapasitesini de arttırdığı görülmektedir. Bu yüzden sürdürülebilir kentsel gelişimin sağlanmasında ekosistem hizmet kapasitelerinin yüksek olduğu arazi örtülerini koruma ve geliştirme yönünde peyzaj planlamaların oluşturulması gereklidir.

4. Tartışma ve Sonuçlar

İnsanoğlunun zamana bağlı olarak ihtiyaçlarının artması, doğal kaynakların rasyonel kullanımı öne çıkarmaktadır. Ancak artan nüfusun taleplerini karşılayabilmek için arazi örtüsünde değişimler meydana gelmektedir. Ortaya çıkan değişimler ekosistemin yapı ve işleyişinde farklı etkiler oluşturmaktadır. Dolayısıyla zaman içerisinde arazi örtüsündeki değişimlerin incelenmesi, ekosistem hizmetlerinin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amaçlarından birisi Bilecik ilindeki yıllar içerisindeki arazi örtüsündeki değişim oranlarını belirlemektir. Bu bağlamda ilin arazi örtüsündeki değişimleri CORINE veri tabanından yararlanarak ortaya çıkarılmıştır. 1990- 2018 yılların arasındaki 28 yıllık süreçte yapay alanların % 76,5 oranında arttığı tespit edilmiştir. Arazi örtüsü/kullanımındaki değişimlerin yıllara göre değişim yüzdeleri ortaya koyan çalışmalar yer almaktadır. Nitekim Timur vd. (2021), çalışmada Aydın ili Nazilli ilçesindeki arazi örtüsü/alan kullanımının (AÖ/AK) mekânsal ve zamansal değişimini yüzde olarak tespit etmiştir. 2004-2019 yılları arasında sanayi ve yerleşim alanlarının arttığını belirtmektedir. Benzer şekilde Yeşil ve Güzel (2021), Ordu ilinin 1990-2018 yılları arasında gerçekleşen arazi örtüsü değişimlerinin CORINE verileri kullanılarak yüzde değişimlerini ortaya çıkarmıştır. Ordu ilinin yapay alanlarının %92 oranında artış gösterdiğini belirterek, 2013 yılında ilin büyükşehir statüsü kazanmasıyla kentleşmenin hız kazandığını vurgulamaktadır. Demir (2021), Kars ilindeki arazi örtüsü/arazi kullanımını CORINE veri tabanından yararlanarak meydana gelen değişimleri tespit ederek, 2040 yılındaki arazi kullanımının projeksiyonlarını ortaya koymuştur.

Literatürde arazi örtüsündeki değişimlerin yıllık değişim oranlarına ilişkin de çalışmalar yer almaktadır. Nitekim Karabacak (2018) ve Bayar ve Karabacak (2017) çalışma

alanlarındaki arazi örtüsü türünün Puyravaud formülünden yararlanarak yıllık değişim oranları belirlemiştir. Arunyawat ve Shrestha (2018), çalışmalarında yıllık arazi kullanım değişim oranı Trisurat (2009) belirttiği formül aracılığıyla tespit etmiştir.

Bu çalışmanın diğer amacı, arazi örtüsündeki değişimlerin ekosistem hizmet kapasiteleri bağlamında değerlendirmeleri içermektedir. Bu bağlamda her bir arazi örtüsünün kaynak sağlayan, desteleyen ve kültürel ekosistem hizmetleri bağlamında bir puanlama sistemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler arazi örtüsünün ekosistem hizmet kapasitesini ortaya çıkarmıştır. Arazi örtüsü değişikliğinin ekosistem hizmetleri açısından çalışmalar önem kazanmaktadır. Nitekim, Van der Biest ve ark. (2015), Cabral ve ark. (2016), Fang ve ark. (2022) ve Li ve ark. (2014), çalışmalarında arazi kullanımında değişimlerin ekosistem hizmetlerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Bu bağlamda Van der Biest ve ark. (2015), çalışmalarında arazi kullanımına yönelik puanlama yaparak ekosistem hizmetlerinin haritalanmasına istatistiksel olarak ortaya koymaktadır. Cabral ve ark. (2016) ise, arazi örtüsünün 1990-2006 yılları arasındaki değişimin ekosistem hizmet değerleri hesaplanarak haritalanmasını ortaya koymaktadır.

Bilecik ilinde 1990 ve 2018 yılları arasındaki kaynak sağlayan ekosistem hizmetlerindeki çok yüksek kapasite sınıfının artmasının nedeni tarım ve hayvancılık faaliyetlerin varlığı olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla doğal bitki örtüsüyle bulunan tarım alanları ve mera arazi örtülerinin artışı kaynak sağlayan ekosistem hizmetlerine olumlu etkilemiştir.

Bilecik ilinde 1990 ve 2018 yılları arasındaki düzenleyen ekosistem hizmetleri çok yüksek kapasite sınıfının artmasının sebebi orman ekosisteminde iğne yapraklı orman varlığının artışı ile doğal bitki örtüsüyle bulunan tarım alanlarının artışı önemli katkı sağladığı düşünülmektedir. Özellikle iklim ve hava kalitesini düzenleme, erozyon kontrolünün sağlanmasını yönündeki ekosistem hizmetleriyle olumlu etkiler oluşturmaktadır.

Bilecik ilinde 1990 ve 2018 yılları arasındaki kültürel ekosistem hizmetlerindeki doğal bitki örtüsüyle birlikte bulunan tarım alanlarının artışı ekoturizm gibi faaliyetlerinin gerçekleştirilmesine imkân veren alanların olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla kültürel ekosistem hizmetlerine olumlu katkılar sağlamaktadır.

Bilecik ilinde 1990 ve 2018 yılları arasındaki bütünleşik ekosistem hizmetlerindeki çok yüksek kapasite sınıfının artmasının nedeni orman ekosistemleri varlığı ve doğal bitki örtüsüyle bulunan tarım alanlarının artışıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Böylece toplam ekosistem hizmetlerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır.

Arazi örtüsü/arazi kullanım değişimlerin ortaya çıkarılması ve ekosistem hizmetleri konuları mekânsal planlama çalışmalarıyla bütünleştirilmesi son yıllarda önem kazanmaktadır. Nitekim Yılmaz Kaya ve Uzun (2019), ekosistem hizmetlerinin haritalanması ve modellenmesi gibi farklı yöntemlerden yararlanılması mekânsal planlama sürecinde önemli katkılar sağladığını vurgulamaktadır. Aktaş ve ark. (2022), Aydın ilinin Didim ilçesinde, kentleşme sürecinin artmasıyla ekosistem hizmetlerinin zaman içerisinde değişimlerin mekânsal dinamikler üzerinde etkilerini ortaya çıkarmıştır. Çağlayan ve ark. (2020) çalışmalarında ise, Çankaya ilçesindeki yaşanan kentleşme baskısının ekosistemler üzerinde oluşturduğu etkileri belirleyebilmek için ekosistem hizmetlerinin mekânsal dağılımının ortaya çıkarılması ve bu doğrultuda kentsel arazi kullanım planlaması ve stratejilerin yeşil altyapı sistemleriyle bütünleştirerek ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Çilek (2021), çalışmasında insan faaliyetlerinin artışıyla birlikte yanlış arazi kullanımı toprağın işlevlerini etkileyerek erozyonların oluşumuna neden olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda Göksu Havzasında düzenleyici ekosistem hizmeti olarak erozyon riskini haritalandırılmıştır. Böylece havzanın yıllık toprak kaybının belirleyerek mekânsal planlamalara yönelik öneriler getirmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmanın çıktıları, arazi örtüsündeki değişimlerin izlenmesi ve ekosistem hizmetlerin sürdürülebilir şekilde yerine getirebilmesi açısından değerlendirmeler sunmaktadır. Böylece ilin yerel veya ulusal düzeydeki karar mekanizmalarına mekânsal planlama süreçlerinde önemli yol gösterici niteliğindedir.

Kaynaklar

- Aktaş, R., Öztürkci, A., ve Tonyaloğlu, E. E. (2022). Kentsel Alanlarda Çoklu Ekosistem Hizmetlerinin Değerlendirilmesi: Didim/Aydın Örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 275-281.
- Albayrak, İ. (2012). 'Ekosistem Servislerine Dayalı Havza Yönetim Modelinin İstanbul Ömerli Havzası Örneğinde Uygulanabilirliği.' Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Arslan Muhacir, S., ve Tazebay, İ. (2017). Kırsal turizm türlerinin belirlenmesinde bir araç: Ekosistem hizmetleri yaklaşımı. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 18(1), 74-81.
- Arunyawat, S., & Shrestha, R. P. (2018). Simulating future land use and ecosystem services in Northern Thailand. *Journal of Land Use Science*, 13(1-2), 146-165.
- Aziz, T. (2021). Changes in land use and ecosystem services values in Pakistan, 1950–2050. *Environmental Development*, 37, 100576.

- Başkent, E. (2022). Karbon Tutulumunun Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu. *Artgrid-Journal of Architecture Engineering And Fine Arts*, 4(2), 324-342.
- Bayar, R., ve Karabacak, K. (2017). Ankara ili arazi örtüsü değişimi (2000-2012). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15(1), 59-76.
- BEBKA (2023). Bilecik. Erişim adresi: <https://bebka.org.tr/bilecik/>. Erişim Tarihi: 14.01.2023.
- Cabral, P., Feger, C., Levrel, H., Chambolle, M., & Basque, D. (2016). Assessing the impact of land-cover changes on ecosystem services: A first step toward integrative planning in Bordeaux, France. *Ecosystem Services*, 22, 318-327.
- Cieślak, I., Biłozor, A., Żróbek-Sokolnik, A., & Zagroba, M. (2020). The use of geographic databases for analyzing changes in land cover—A case study of the region of Warmia and Mazury in Poland. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), 358.
- Çağlayan, S.D., Balkız, Ö., Arslantaş, F., Sanalan, K.C., Lise, Y., ve Zeydanlı, U. (2020). Şehir Planlama Aracı Olarak Ekosistem Hizmetleri: Çankaya İlçesi Örneği. Ankara, Doğa Koruma Merkezi, 236 sayfa.
- Çilek, A. (2021). Düzenleyici ekosistem hizmetlerinde toprak erozyonunun haritalanması: Göksu Havzası örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(2), 409-419.
- Demir, M. (2021). CORINE Sistemine Göre Kars İlinde Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı, Değişimi ve Projeksiyonu. *Coğrafya Dergisi*, (43), 93-110.
- Ekren, E. (2022). *Investigation of Land Cover Change in Kahramanmaraş Province (Turkey)*. Proceedings of the 8th International Exchange and Innovation Conference on Engineering & Sciences (IEICES 2022), 407-411.
- Fang, Z., Ding, T., Chen, J., Xue, S., Zhou, Q., Wang, Y., ... & Yang, S. (2022). Impacts of land use/land cover changes on ecosystem services in ecologically fragile regions. *Science of the Total Environment*, 831, 154967.
- Hasan, S. S., Zhen, L., Miah, M. G., Ahamed, T., & Samie, A. (2020). Impact of land use change on ecosystem services: A review. *Environmental Development*, 34, 100527.
- Karabacak, K. (2018). *Girne İlçesi'nde (KKTC) Arazi Örtüsü Değişimi*. In International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM (pp. 692-703).
- Keleş, B., ve Durduran, S. S. (2019). Osmaniye ilinin arazi örtüsü ve kullanımındaki zamansal değişimin Uzaktan Algılama teknikleri ile araştırılması. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1), 32-52.

- Li, F., Ye, Y. P., Song, B. W., Wang, R. S., & Tao, Y. (2014). Assessing the changes in land use and ecosystem services in Changzhou municipality, Peoples' Republic of China, 1991–2006. *Ecological Indicators*, 42, 95-103.
- MEA (2005). Ecosystems and Human Well-Being - Biodiversity Synthesis, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington DC.
- Nwokoro, I. I. C., & Dekolo, S. O. (2012). Land use change and environmental sustainability: The case of Lagos Metropolis. *The sustainable city VII: Urban regeneration and sustainability*, 1, 157-167.
- Timur, O., Aytaş, İ., ve Burhan, A. C. E. T. (2021). Arazi Kullanımının Zamansal ve Mekânsal Değişimi: Nazilli İlçesi Örneği. *Kent Akademisi*, 14(1), 230-240.
- Tülek, B., ve Ersoy Mirici, M. (2019). Kentsel sistemlerde yeşil altyapı ve ekosistem hizmetleri. *Peyzaj*, 1(2), 1-11.
- Van der Biest, K., Vrebos, D., Staes, J., Boerema, A., Bodí, M. B., Fransen, E., & Meire, P. (2015). Evaluation of the accuracy of land-use based ecosystem service assessments for different thematic resolutions. *Journal of environmental management*, 156, 41-51.
- Yeşil, P., ve Güzel, M. (2021). Ordu ili arazi örtüsü/alan kullanımı değişiminin (1990-2018) CORINE verileri kullanılarak değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(3), 492-498.
- Yılmaz Kaya, M. (2019). 'Peyzaj Planlamada Ekosistem Hizmetleri Yaklaşımı: Düzce İli Örneği,' Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Yılmaz Kaya, M. ve Uzun, O. (2019). Ekosistem hizmetleri ve mekânsal planlama ilişkisinin peyzaj planlama çerçevesinde değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 2166-2193.

Antioxidant Defense System and Physiological Insights to Drought Stress in *Urtica dioica* L.

Urtica dioica L.'da Kuraklık Stresine İlişkin Antioksidant Savunma Sistemi ve ve Fizyolojik Yaklaşımlar

 Hülya Torun¹

Abstract

Urtica dioica L. (stinging nettle), is an herbaceous and dioecious perennial flowering plant, has been used as herbal medicine since ancient times. The aim of the present study was to investigate drought responses and tolerance mechanism of *U. dioica*. For this purpose, growth, water status, osmotic potential, chlorophyll fluorescence, lipid peroxidation (TBARS), hydrogen peroxide (H₂O₂) content and antioxidant enzyme activities were determined under drought stress. Relative growth rate, water content, osmotic potential and chlorophyll fluorescence were significantly reduced with drought treatment. Additionally, drought lead to increase in TBARS and H₂O₂ level. Moreover, the increment in H₂O₂ content under drought was accompanied by increased in superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione reductase (GR) activities. On the other hand, drought stress caused a reduction in ascorbate peroxidase (APX) activity, while there was no significant change in peroxidase (POX) activity. These results suggest that *U. dioica* has an efficient drought tolerance, as displayed by enhanced antioxidant enzyme activities. In this study, antioxidant defence and ROS detoxification capacity have been elucidated in *U. dioica* under drought stress.

Keywords: Antioxidant defence system, Drought stress, *Urtica dioica*, Stinging nettle

Urtica dioica L. (ısırgan otu), otsu, dioik, çok yıllık çiçekli bir bitki olup eski çağlardan beri bitkisel ilaç olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, *U. dioica*'nın kuraklığa tepkilerini ve tolerans mekanizmasını araştırmaktır. Bu amaçla, kuraklık stresi altında büyüme, su durumu, ozmotik potansiyel, klorofil floresansı, lipid peroksidasyonu (TBARS), hidrojen peroksit (H₂O₂) içeriği ve antioksidan enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Nispi büyüme oranı, su içeriği, ozmotik potansiyel ve klorofil floresansı kuraklık uygulaması ile önemli ölçüde azalmıştır. Ek olarak, kuraklık TBARS ve H₂O₂ seviyesinde artışa yol açmıştır. Ayrıca, kuraklık altında H₂O₂ içeriğindeki artışa süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon redüktaz (GR) aktivitelerindeki artış eşlik etmiştir. Öte yandan, kuraklık stresi askorbat peroksidaz (APX) aktivitesinde azalmaya neden olurken, peroksidaz (POX) aktivitesinde önemli bir değişiklik meydana getirmemiştir. Bu sonuçlar, *U. dioica*'nın artan antioksidan enzim aktivitelerinin de gösterdiği gibi etkili bir kuraklık toleransına sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, kuraklık stresi altında *U. dioica*'da antioksidan savunma ve ROS detoksifikasyon kapasitesi aydınlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan savunma sistemi, Kuraklık stresi, *Urtica dioica*, Isırgan

Özet

Received: 16.12.2023, Revised: 21.12.2023, Accepted: 22.12.2023

Address: ¹Duzce University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Düzce, Turkey,
 E-mail: hulyatorun@duzce.edu.tr

1. Introduction

Plants can be subjected to various abiotic stress factors, including drought, salinity, chemical pollution, and extreme temperatures, which can negatively impact crop yield and quality. Water scarcity has a devastating impact on both humans and the environment, causing drought stress and it is a significant factor that must be addressed. Drought is the main stress factor that adversely affects plant growth and development, resulting in crop losses, and also triggers secondary stresses such as osmotic, ionic and oxidative stresses (Mahajan and Tuteja, 2005; Ahluwalia et al., 2021). Many physiological processes from seed germination to maturity such as membrane integrity, transpiration, water use efficiency, photosynthetic activity, and respiration were affected by drought stress (Fracasso et al., 2016). Reactive oxygen species (ROS) such as hydrogen peroxide, superoxide and hydroxyl radical are formed during oxidative stress associated with drought (Mattos and Moretti, 2015). At high levels in cells, ROS frequently lead to impaired physiological functions of proteins, lipids and DNA, resulting in cell death (Juan et al., 2021). In plant cells, enzymatic (ascorbate peroxidase (APX; EC 1.11.1.11), catalase (CAT; EC 1.11.1.6), glutathione reductase (GR; EC 1.6.4.2), peroxidase (POX; EC.1.11.1.7), superoxide dismutase (SOD; EC.1.15.1.1)) and non-enzymatic antioxidants (ascorbic acid, carotenoids, glutathione and tocopherols) are activated to detoxify ROS and protect cellular mechanisms (Mittler, 2002; Gill and Tuteja, 2010; Hasanuzzaman et al., 2020).

Urtica dioica L. (stinging nettle), belonging to Urticaceae family, is an herbaceous, dioecious perennial flowering plant that is widely distributed from Asia, America, Europe, to Africa (Oñate and Munné-Bosch, 2009). Stinging nettle plants are considered as ancient medicinal plant and commonly used food and textile industries for its quality fibers (Bacci et al., 2009; Jaiswal and Lee, 2022). Leaves and roots of *U. dioica* has been used for its ethno-pharmacological features (Upton, 2013; Vajic et al., 2018). The plant has the potential to be used as a fertilizer and for biological pest control (Bán et al., 2010). Due to its dioecious nature, many studies were focused on male and female flowers of this species (Oñate and Munné-Bosch, 2009; Simancas et al., 2016). Although much knowledge is to be obtained with respect to the bioactive compounds and antioxidant activity in stinging nettle, the interactions of antioxidant defense system and ROS detoxifying are still limited and need further explanation for this species under drought stress.

Therefore, because of limited data on the antioxidant defense system power of *U. dioica*, the aim of this study was to examine the physiological and biochemical features under

drought stress in this plant species. For this purpose, APX, CAT, GR, POX and SOD enzyme activities, lipid peroxidation level and hydrogen peroxide content were determined in *U. dioica* under drought stress. In addition, the relative growth, water content of the leaves, chlorophyll fluorescence and osmotic potential were measured for this aim.

2. Material and Method

2.1. Plant Material and Growth Conditions

A controlled greenhouse experiment (27/22 °C, day/night, 16/8 h; 70%, relative humidity) was performed with stinging nettle (*Urtica dioica* L.). Seeds of *U. dioica* were obtained from nature and cleaned by rinsing them with deionized water to eliminate any dirt or debris. After sterilization with 5% NaOCl, seeds were rinsed with deionized water to remove bleach. Then, sterilized seeds were planted in 16-cm pots filled with peat+perlite+torf (1:1:1). Drought stress treatments were started when plants were three-month old and leaving plants without water was considered as a drought treatment. After three-week drought stress period, plants were harvested. Mature leaves of *U. dioica* were used for analyses and harvested leaves immediately frozen in liquid nitrogen (-196 °C) and stored at -80 °C for further analyses.

2.2. Relative Growth Rate, Relative Water Content, Osmotic Potential and Chlorophyll Fluorescence

Before drought period started (on day 0), 10 random plants from control and drought plants were harvested to determine the relative growth rate (RGR). When drought period ended (on day 21), another 10 random plants from control and drought plants were harvested to be used for the growth analyses.

Ten leaves from control and drought-stressed plants during the harvest were weighed and fresh weights (FW) were recorded. After that, leaves were put in water for at least 8 h and turgid weights (TW) of leaves were determined. Then, leaves were dried (70°C; 72 h) and dry weights were obtained. Relative water content (RWC) was calculated as $((FW - DW) / (TW - DW)) \times 100$.

Leaf osmotic potential (Ψ_s) was measured after harvest using an osmometer (Wescor Vapro Pressure Osmometer 5600). Ten leaves from control and drought-stressed plants were extracted with a glass rod and then centrifuged. The readings for Ψ_s from the instrument were measured according to Santa-Cruz et al. (2002).

Ten leaves from control and drought-stressed plants were used for chlorophyll fluorescence (Fv/Fm) analyses. After the leaves adapted to the dark at least 20 min, Fv/Fm was measured with Plant Efficiency Analyzer of Hansatech (UK).

2.3. Lipid Peroxidation and Hydrogen Peroxide Content

Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) were used to determine lipid peroxidation levels in control and drought-stressed *Urtica dioica* (Heath and Packer, 1968). Briefly, fresh leaves were extracted in trichloroacetic acid (TCA). They were then centrifuged at 12000 g for 15 min at 4 °C. Supernatant was mixed with 20% TCA and 0.5% TBA. After 30 min at 95°C, the samples were cooled. Absorbance at 532 and 600 nm was recorded for TBARS.

Fresh leaves were extracted in TCA and then centrifuged at 12000 g for 15 min at 4 °C to determine the hydrogen peroxide (H₂O₂) content of control and drought-stressed plants (Liu et al., 2000). The supernatant was mixed with a TiCl₄ solution prepared with 20% H₂SO₄ after centrifugation. The H₂O₂ content was determined using a standard curve prepared on a UV-VIS spectrophotometer and the absorbance was recorded at 410 nm.

2.4. Antioxidant Enzyme Assays

Fresh leaves from control and drought-stressed *Urtica dioica* were extracted ice-cold phosphate buffer (50 mM; pH 7.0) consisting 1 mM EDTA and polyvinylpyrrolidone (1%). 2 mM ascorbate was added to the buffer for APX activity assay. Samples were centrifuged at 14000 g for 30 min. Protein and enzyme activity assays were performed on the supernatants. Protein was estimated from the extracts using the bovine serum albumin method (Bradford, 1976).

The activity of SOD was measured according to the procedure described by Beauchamp and Fridovich (1971). The reaction mixture consisted of 50 mM phosphate buffer (pH 7.0), 13 mM methionine, 0.1 mM EDTA, 0.075 mM nitroblue tetrazolium (NBT) and 2 µM riboflavin. The activity was measured by recording the absorbance at 560 nm. The amount of enzyme required to produce 50% inhibition of NBT was defined as one unit of activity. The POX activity was carried out using the procedure described by Mika and Lühje (2003). The reaction mixture consisted of 25 mM sodium acetate (pH 5.0), 10 mM guaiacol, and 10 mM H₂O₂. Absorbance was measured at 470 nm and the activity was defined as one unit decomposing 1 µmol H₂O₂ in 1 min. The CAT activity was measured using the Aebi (1984) procedure. The reaction mixture consisted of 50 mM phosphate buffer (pH 7.0) and 10 mM H₂O₂. Absorbance was recorded at 240 nm and the amount required to decompose

1 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ in 1 minute was defined as 1 unit of CAT activity. The APX activity was measured using the procedure of Nakano and Asada (1981). The reaction mixture consisted of 50 mM phosphate buffer (pH 7.0), 250 μM ascorbate, and 5 mM H_2O_2 . Absorbance was recorded at 290 nm and the amount required to oxidise 1 μmol ascorbate in 1 minute was defined as one unit of APX. The GR activity was determined using the procedure of Foyer and Halliwell (1976). The reaction mixture consisted of 50 mM Tris-HCl buffer (pH 7.6), 5 mM NADPH, and 10 mM oxidized glutathione (GSSG). Absorbance was measured at 340 nm and the unit of GR was defined as the amount required to reduce 1 μmol GSSG in 1 min.

2.5. Statistical Analysis

Statistical analyses were conducted using analysis of variance. Significant differences among treatments were compared using Duncan's Multiple Range test at the $P < 0.05$ probability level. All analyses were performed using SPSS 22.0 (IBMTM) software. Results were presented as means with standard error of the mean (\pm SEM) shown using error bars. The experimental design consisted of a randomized block with three replicates. Each replication included seven seedlings, resulting in a total of 21 seedlings for each individual treatment.

3. Results and Discussion

Drought adversely affected physiological and biochemical processes in *Urtica dioica*. In the current study, *U. dioica* plants exhibited noteworthy adaptations in response to drought stress. When faced with drought, relative growth rate, leaf water content, osmotic potential and chlorophyll fluorescence reduced in stinging nettle (Figure 1). Drought stress significantly decreased growth in *U. dioica* by 76.5%. Similar to present results, drought-induced reduction was recorded in tomato (Rady et al., 2020), wheat (Hassan et al., 2020) and pepper (Kaya, 2021) in plant growth. The inhibition of plant growth under drought stress was mainly due to a reduction in plant water content. Reduced water uptake and loss of turgor under drought stress could be a possible reason for the reduction in growth (Ings et al., 2013). RWC of *U. dioica* supports our remarks in terms of plant growth under drought. There was a slight decrease (5.3%) in leaf RWC (Figure 1B). RWC is positively correlated with drought tolerance (Askari and Ehsanzadeh, 2015). In our study, the greater RWC was recorded as 72% in drought-treated *U. dioica*. Stinging nettle may have maintained leaf water status under drought conditions through the synthesis of osmolytes that can easily replace water in the cytoplasm. In general, plant biomass is most directly related to plant

photosynthesis (Heyneke and Fernie, 2018). In this study, chlorophyll fluorescence value was measured to elucidate the effects of drought stress on the photosystem II apparatus. Chlorophyll fluorescence of *U. dioica* was reduced by 1.8% as compared to control plants under drought stress (Figure 1C). The decrease in photosynthetic efficiency may be due to a reduction in leaf growth parameters, resulting in a decrease in the number of chloroplasts per unit area. Moreover, drought stress also significantly decreased leaf osmotic potential by 17.6% (Figure 1D).

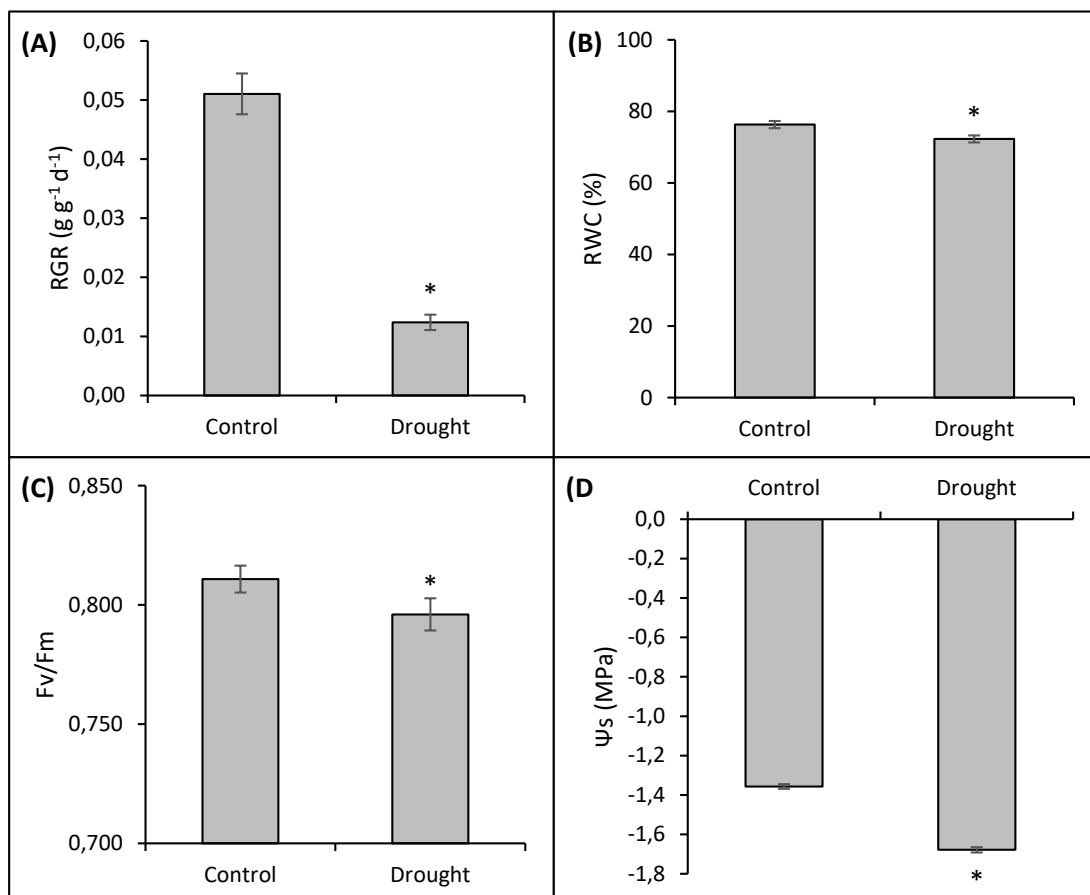


Figure 1. Effects of drought stress on relative growth (RGR, A), relative water content (RWC, B), chlorophyll fluorescence (Fv/Fm, C) and osmotic potential (Ψ_s , D) of *Urtica dioica*. Data represent the mean \pm standard deviation. The asterisk is used to represent a statistically significant result at $P < 0.05$.

Drought can induce oxidative stress in plants, resulting in increased levels of hydrogen peroxide (H_2O_2) and thiobarbituric acids reactive substances (TBARS). H_2O_2 , a type of reactive oxygen species, has been shown to have a destructive effect on plants (Kaiser, 1979). Excessive accumulation of H_2O_2 can lead to increased TBARS in plant cells, which is indicative of oxidative damage to membrane lipids (Amoah et al., 2019; Killi et al., 2020). In this study, we found that drought stress significantly increased H_2O_2 and TBARS

levels in *U. dioica* by 33% and 25.3%, respectively, compared to control conditions (Figure 2A and B). Our results are consistent with previous studies that have reported high accumulation of H₂O₂ and TBARS content in *Oryza sativa* (Basu et al., 2010), *Solanum lycopersicum* (Rady et al., 2020), and *Triticum aestivum* (Hassan et al., 2020) under drought stress.

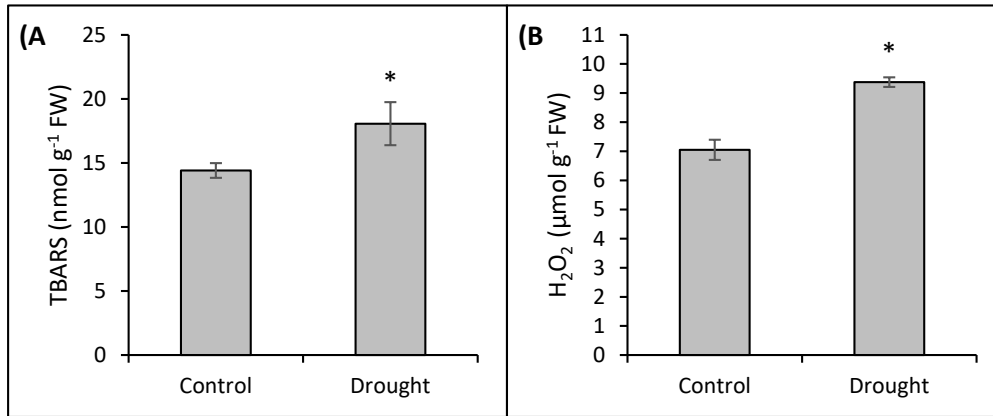


Figure 2. Effects of drought stress on lipid peroxidation (TBARS, A) and hydrogen peroxide (H₂O₂, B) of *Urtica dioica*. Data represent the mean ± standard deviation. The asterisk is used to represent a statistically significant result at $P < 0.05$.

Plants can suffer a variety of negative effects from drought stress, including osmotic and oxidative stress. As a result of drought, excessive production of ROS occur in chloroplasts and peroxisomes. Plants have antioxidant defence mechanisms to regulate the accumulation of ROS in plant cells. In order to determine whether drought affects the antioxidant defense system, antioxidant enzyme activities such as SOD, POX, CAT, APX and GR were examined in the current study. These enzymes protect plants from oxidative stress damage in adverse environments by reducing ROS levels in cells (Liu et al., 2014). SOD is a crucial enzyme that converts O₂⁻ to H₂O₂ in the cell, reducing the likelihood of ·OH formation (Gill et al., 2015). Antioxidant enzymes must scavenge stress or dismutation-generated H₂O₂ (Mittler, 2002; Mittler et al., 2004). However, the activity of superoxide dismutase (SOD) not only scavenges superoxide to produce H₂O₂, but also contributes to the production of H₂O₂ in several compartments of plant cells through glycolate oxidase activity in peroxisomes, β-oxidation of fatty acids in glyoxysomes, and NADPH oxidase enzyme activity (Mittler et al., 2002; Hasanuzzaman et al., 2020). In our study, while SOD, CAT and GR activities were increased, APX activity was reduced (Figure 3). SOD and CAT were increased by 26% and 78.6%, respectively, as compared to control. Moreover, APX activity was reduced by 15.4%. The study suggests that an increase in H₂O₂ content due to drought may be linked to a decrease in APX activity and an increase in SOD activity. On the other

hand, POX activity did not show any significant change when compared to non-drought-treated control plants. Among antioxidant enzymes, enzyme activity increases were more pronounced in GR. When compared to control plants, GR activity was increased by 2.1-fold. In line with our findings, drought stress increased the SOD activity in various species such as alfalfa (Wang et al., 2009), tomato (Torre-González et al., 2017), and *Amaranthus tricolor* (Sarker and Oba, 2018). The increase in SOD enzyme activity might be one of the reasons for the strong defense in drought-treated *U. dioica*. CAT catalyses the conversion of H₂O₂ to water and is localised in peroxisomes (Mittler et al., 2004). Similar results were found in *Amaranthus tricolor* (Sarker and Oba, 2018), *Brassica napus* (Ayyaz et al., 2021), and pepper (Kaya, 2021) under drought stress, indicating enhanced activity of CAT and GR and improved protection against oxidative stress. A number of studies have shown a positive correlation between drought stress tolerance and the levels of antioxidant enzyme activities in the tissues of different plant species (Fan et al., 2022; Kaya and Shabala, 2023). Furthermore, it appears that the high activities of SOD, CAT, and GR in *U. dioica* leaves are adequate for maintaining the water status of the leaves.

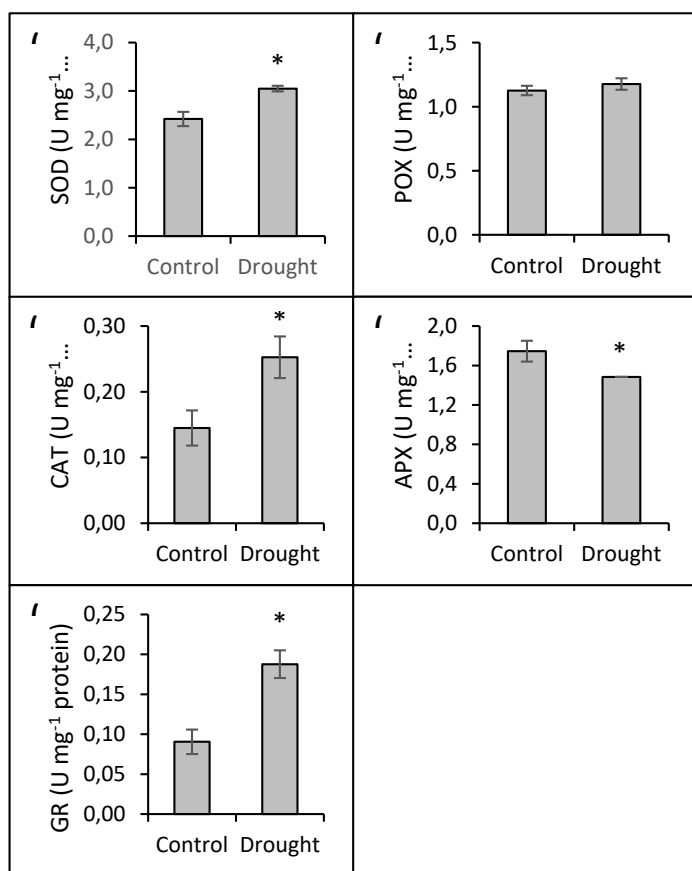


Figure 3. Effects of drought stress on superoxide dismutase (SOD, A), guaiacol peroxidase (POX, B), catalase (CAT, C), ascorbate peroxidase (APX, D) and glutathione reductase (GR, E) of *Urtica dioica*. Data represent the mean \pm standard deviation. The asterisk is used to represent a statistically significant result at $P < 0.05$.

4. Conclusion

In our study, we found that drought stress had significant effects on the physiological and biochemical processes of *Urtica dioica*. Specifically, we observed a reduction in leaf relative growth rate, water content, osmotic potential, and chlorophyll fluorescence under drought conditions. Additionally, we noted an increase in H₂O₂ and TBARS levels, as well as an enhancement in SOD, CAT, and GR enzyme activities and a reduction in APX activities. The results indicate that the *Urtica dioica* plant exhibits efficient drought tolerance, as evidenced by increased antioxidant enzyme activities despite a slight decrease in leaf water status and chlorophyll fluorescence during drought. Future studies should investigate the involvement of non-enzymatic antioxidants, phytohormones, and other signal molecules in *Urtica dioica* under drought stress.

References

- Aebi, H. (1984). Catalase in vitro. In: *Methods in Enzymology*. (eds) Colowick, S. P., Kaplan, N. O., Orlando: Academic Press, 114–121.
- Ahluwalia, O., Singh, P. C., & Bhatia, R. (2021). A review on drought stress in plants: Implications, mitigation and the role of plant growth promoting rhizobacteria, *Resources, Environment and Sustainability*, 5, 100032.
- Amoah, J. N., Ko, C. S., Yoon, J. S., & Weon, S. Y. (2019). Effect of drought acclimation on oxidative stress and transcript expression in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Interactions*, 14(1), 492-505.
- Askari, E., & Ehsanzadeh, P. (2015). Drought stress mitigation by foliar application of salicylic acid and their interactive effects on physiological characteristics of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) genotypes. *Acta Physiologia Plantarum*, 37, 4.
- Ayyaz, A., Miao, Y., Hannan, F., Islam, F., Zhang, K., Xu, J., Farooq, M. A., & Zhou, W. (2021). Drought tolerance in *Brassica napus* is accompanied with enhanced antioxidative protection, photosynthetic and hormonal regulation at seedling stage. *Physiologia Plantarum*, 172(2), 1133–1148.
- Bacci, L., Baronti, S., Predieri, S., & Di Virgilio, N. (2009). Fiber yield and quality of fiber nettle (*Urtica dioica* L.) cultivated in Italy. *Industry Crops and Products*, 29, 480–484.

- Bán, G., Fetykó, K., & Tóth, F. (2010). Predatory arthropod assemblages of alfalfa and stinging nettle as potential biological control agents of greenhouse pests. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, *45*, 159–172.
- Basu, S., Roychoudhury, A., Saha, P. P., & Sengupta, D. N. (2010). Differential antioxidative responses of indica rice cultivars to drought stress. *Plant Growth Regulation*, *60*, 51.
- Beauchamp, C., & Fridovich, I. (1971). Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Analytical Biochemistry*, *44*, 276–287.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of the protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, *72*, 248–254.
- Fan, S., Wu, H., Gong, H., & Guo, J. (2022). The salicylic acid mediates selenium-induced tolerance to drought stress in tomato plants. *Scientia Horticulturae*, *300*, 111092.
- Foyer, C. H., & Halliwell, B. (1976). The presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts: A proposed role in ascorbic acid metabolism. *Planta*, *133*, 21–25.
- Fracasso, A., Trindade, L., & Amaducci, S. (2016). Drought tolerance strategies highlighted by two *Sorghum bicolor* races in a dry-down experiment. *Journal of Plant Physiology*, *190*, 1–14.
- Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, *48*, 909–930.
- Gill, S. S., Anjum, N. A., Gill, R., Yadav, S., Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Mishra, P., Sabat, S. C., & Tuteja, N. (2015). Superoxide dismutase-mentor of abiotic stress tolerance in crop plants. *Environmental Science and Pollution Research*, *22*, 10375–10394.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A., Fujita, M., & Fotopoulos, V. (2020). Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the crucial role of a universal defense regulator. *Antioxidants*, *9*(8), 681.
- Hassan, N., Ebeed, H., & Aljaarany, A. (2020). Exogenous application of spermine and putrescine mitigate adversities of drought stress in wheat by protecting membranes and chloroplast ultra-structure. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *26*, 233–245.

- Heath, R. L., & Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts, I. kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives in Biochemistry and Biophysics*, *125*, 189-198.
- Heyneke, E., & Fernie, A.R. (2018). Metabolic regulation of photosynthesis. *Biochemical Society Transactions*, *46*, 321–328.
- Ings, J., Mur, L. A., Robson, P. R., & Bosch. M. (2013). Physiological and growth responses to water deficit in the bioenergy crop *Miscanthus × giganteus*. *Frontiers and Plant Science*, *4*, 468–475.
- Jaiswal, V., & Lee, H. -J. (2022). Antioxidant activity of *Urtica dioica*: An important property contributing to multiple biological activities. *Antioxidants*, *11*, 2494.
- Juan, C. A., Pérez de la Lastra, J. M., Plou, F. J., & Pérez-Lebeña, E. (2021). The chemistry of reactive oxygen species (ROS) revisited: Outlining their role in biological macromolecules (DNA, lipids and proteins) and induced pathologies. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*, 4642.
- Kaiser, W. M. (1979). Reversible inhibition of the Calvin cycle and activation of oxidative pentose phosphate cycle in isolated intact chloroplasts by hydrogen peroxide. *Planta*, *145*, 377–382.
- Kaya, C. (2021). Nitrate reductase is required for salicylic acid-induced water stress tolerance of pepper by upraising the AsA-GSH pathway and glyoxalase system. *Physiologia Plantarum*, *172*, 351–370.
- Kaya, C., & Shabala, S. (2023). Sodium hydrosulfide-mediated upregulation of nitrogen metabolism improves drought stress tolerance in pepper plants. *Environmental and Experimental Botany*, *209*, 105305.
- Killi, D., Raschi, A., & Bussotti, F. (2020). Lipid peroxidation and chlorophyll fluorescence of photosystem II performance during drought and heat stress is associated with the antioxidant capacities of C3 sunflower and C4 maize varieties. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*, 4846.
- Liu, J., Lu, B., & Xun, A. L. (2000). An improved method for the determination of hydrogen peroxide in leaves. *Progress in Biochemistry and Biophysics*, *27*, 548–551.
- Liu, N., Lin, Z., Guan, L., Gaughan, G., & Lin, G. (2014). Antioxidant enzymes regulate reactive oxygen species during pod elongation in *Pisum sativum* and *Brassica chinensis*. *PLOS ONE*, *9*(2): e87588.
- Mahajan, S., & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: An overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *444*, 139.

- Mattos, L. M., & Moretti, C. L. (2015). Oxidative stress in plants under drought conditions and the role of different enzymes. *Enzyme Engineering*, 5, 1.
- Mika, A., & L uthje, S. (2003). Properties of guaiacol peroxidase activities isolated from corn root plasma membranes. *Plant Physiology*, 132, 1489–1498.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7, 405–410.
- Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M., & Van Breusegem, F. (2004). The reactive oxygen gene network in plants. *Trends in Plant Science*, 9, 490–498.
- Nakano, Y., & Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*, 22, 867–880.
- O ate, M., & Munné-Bosch, S. (2009). Influence of plant maturity, shoot reproduction and sex on vegetative growth in the dioecious plant *Urtica dioica*. *Annals of Botany*, 104, 945-956.
- Rady, M. M., Belal, H. E. E., Gadallah, F. M., & Semida, W. M. (2020). Selenium application in two methods promotes drought tolerance in *Solanum lycopersicum* plant by inducing the antioxidant defense system. *Scientia Horticulturae*, 266, 109290.
- Santa-Cruz, A., Martinez-Rodríguez, M. M., Perez-Alfocea, F., Romero-Aranda, R., & Bolarin MC (2002). The rootstock effect on the tomato salinity response depends on the shoot genotype. *Plant Science*, 162, 825–831.
- Sarker, U., & Oba, S. (2018). Catalase, superoxide dismutase and ascorbate-glutathione cycle enzymes confer drought tolerance of *Amaranthus tricolor*. *Scientific Reports*, 8, 16496.
- Simancas, B., Juvany, M., Cotado, A., & Munné-Bosch, S. (2016). Sex-related differences in photoinhibition, photo-oxidative stress and photoprotection in stinging nettle (*Urtica dioica* L.) exposed to drought and nutrient deficiency. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 156, 22–28.
- Torre-González, A., Navarro-León, E., Albacete, A., Blasco, B., & Ruiz, J. M. (2017). Study of phytohormone profile and oxidative metabolism as key process to identification of salinity response in tomato commercial genotypes. *Journal of Plant Physiology*, 216, 164-173.
- Upton, R. (2013). Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): Extraordinary vegetable medicine. *Journal of Herbal Medicine*, 3, 9-38.

- Vajic, U. -J., Grujic-Milanovic, J., Miloradovic, Z., Jovovic, D., Ivanov, M., Karanovic, D., Savikin, K., Bugarski, B., & Mihailovic-Stanojevic, N. (2018). *Urtica dioica* L. leaf extract modulates blood pressure and oxidative stress in spontaneously hypertensive rats. *Phytomedicine*, *46*, 39–45.
- Wang, W. B., Kim, Y. H., Lee, H. S., Kim, K. Y., Deng, X. P., & Kwak, S. S. (2009). Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*, *47*(7), 570-577.

Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi Üzerine Bir İnceleme: Edirne Örneği*

An Examination on Sustainable Rainwater Management: The Case of Edirne

 Cansu KONYALI DERELİ¹,  Rukiye Duygu ÇAY²

Özet

Yaşamın bir kaynağı olan su; plansız kentleşmenin sonucunda artan geçirimsiz yüzeyler ve azalan bitkisel doku ile birlikte doğal döngüsünü gerçekleştirememektedir. Su varlığını tehlikeye sokan bu durum, aynı zamanda kentler üzerinde sel ve taşkınlara da sebep olmaktadır. Bunun sonucunda dünya ülkelerinde sürdürülebilir yağmur suyu sistemlerine ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Çalışma alanı olarak Edirne ilinin Merkez ilçesinde kentsel alan olarak yoğun olan ve taşkın yönetimine ihtiyaç duyan Şükrüpaşa, Fatih ve Kocasinan mahalleleri seçilmiştir. Kentin en yüksek kotundan en düşük kotuna kadar yağmur suyunun infiltrasyonunu sağlamak ve yüzeysel akışı azaltmak hedeflenmiştir. Çalışma alanının meteoroloji verileri, uydu görüntüleri, topoğrafyası, altyapı durumuna bakılarak mevcut durum incelenmiştir. Alanın havza yapısı ve topoğrafya verilerine bakılarak taşkın riskini gösteren caddeler saptanmıştır. Arazi incelemeleri sonucunda yağmur suyu için yüzeysel akış yönü tespit edilmiştir. Caddelerin mevcut bitki doku durumu alanda incelenerek analiz edilmiştir. Çalışma alanı boyunca kentsel yeşil alan, çatı yüzeyi ve sert zemin miktarları hesaplanarak depolayarak toplanacak yağmur suyu miktarı tespit edilmiştir. Tüm veriler doğrultusunda, alanın yağmur suyu kazanım potansiyeli tespit edilerek yüzeysel akış gösteren bölgelerde akışı azaltacak çözümler önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi, Su duyarlı kentsel tasarım, Taşkın suyu yönetimi, Edirne

Abstract

Water, which is a source of life, cannot realize its natural cycle with increasing impervious surfaces and decreasing vegetation as a result of unplanned urbanization. This situation, which jeopardizes water availability, also causes floods and overflows in cities. As a result, sustainable rainwater systems are needed in countries around the world. Şükrüpaşa, Fatih and Kocasinan neighborhoods, which are dense urban areas in the central district of Edirne province and in need of flood management, were selected as the study area. It is aimed to ensure the infiltration of rainwater from the highest elevation to the lowest elevation of the city and to reduce surface runoff. The current situation of the study area was examined by looking at meteorological data, satellite images, topography and infrastructure. By looking at the basin structure and topography data of the area, streets showing flood risk were identified. As a result of the field investigations, the surface flow direction for rainwater was determined. The existing vegetation cover of the streets was analyzed in the field. The amount of urban green space, roof surface and hard surface throughout the study area was calculated and the amount of rainwater to be collected by storage was determined. In line with all the data, the rainwater harvesting potential of the area was determined and solutions were proposed to reduce runoff in areas with surface runoff.

Keywords: Sustainable rainwater management, Water sensitive urban design, Stormwater management, Edirne

Geliş Tarihi: 07.12.2023, Düzeltme Tarihi: 02.10.2023, Kabul Tarihi: 19.12.2023

Adres: ¹Trakya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Edirne

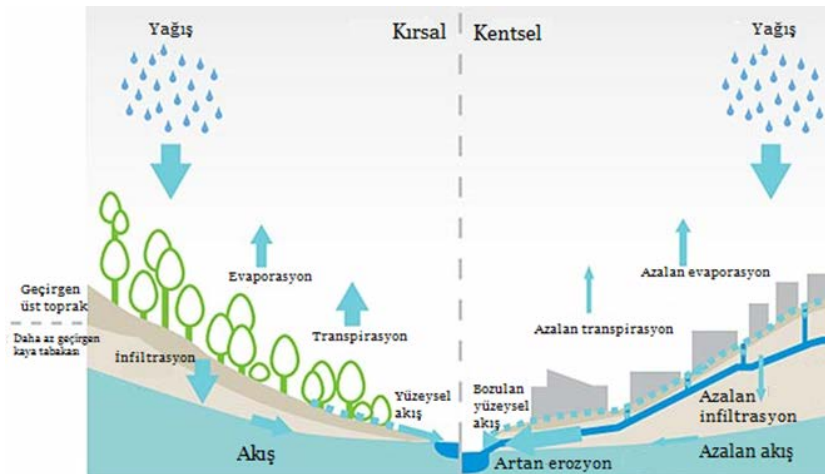
²Trakya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Edirne

E-mail: rduyguca@trakya.edu.tr

*Bu çalışma, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı'nda "Su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı kapsamında sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi: Edirne kent örneği" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

İnsan faaliyetleri ile birlikte suyun doğal döngüsünde bozulmalar başlamıştır. Tarım ve sanayi alanlarında bilinçsiz su kullanımı su kaynakları açısından risk oluşturmaktadır. Aynı zamanda orman alanların tahrip edilmesi ve bu alanlarda bilinçsiz inşaat yapılması gibi nedenlerle havza davranışları bozulmaktadır. Ormansızlaşma, evapotranspirasyon (terleme+buharlaşma) seviyesinin azalmasına ve yüzeysel akışın artmasına sebep olmaktadır. İklim değişikliği de günümüzün en büyük nedenleri arasında gelmektedir. Aynı şekilde göller ve nehirler gibi kaynaklarının doğal yataklarının değişmesi de bozulma etkenlerindedir. İnsanlık tarihine bakıldığında kentleşme en büyük olumsuz etki olmuştur. Hidrolojik döngü hızlı artan kentleşme sonucunda bozulmaktadır (Radcliffe, 2019). Plansız kentleşme ile birlikte havza alanlarında kentleşerek yerel bitki örtüsünün giderek azalması ve bu alanlarda geçirimsiz (çatı, asfalt yüzey, kaldırım, otopark vb.) yüzeylerin oluşturulması doğal hidrolojiyi bozarak suyun döngüsünü olumsuz etkilemektedir (Poletto ve Tassi, 2012).



Şekil 1. Kentleşmenin su döngüsü üzerindeki etkileri (Melbourne Water, 2009'dan uyarlanmıştır).

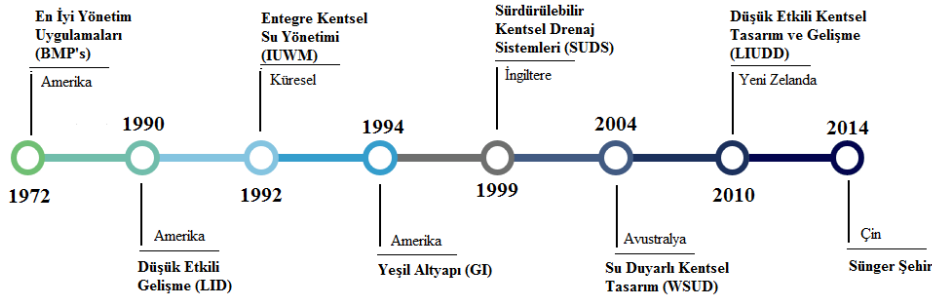
Bitki örtüsünün az, geçirimsiz yüzeylerin çok olduğu alanlar yağmur suyunun toprağa sızmasına engel olmaktadır. Bu sebeple kentleşme olan bölgelerde geçirimsiz yüzeyler yoğun olduğu için yağmur suyu hacmi ve akış hızı artarak ilerlemektedir (Poletto ve Tassi, 2012). Günümüzde sudan sonra en çok beton malzeme tüketilmeye başlanmıştır (Naik, 2008). Kentleşmenin olumsuz sonuçları yeşil alan miktarının artırılması ile bertaraf edilebilir (Çakır, Arabulan ve Delibaş, 2015).

Çalışma alanı açısından yağışlı günlerin yoğun olduğu Edirne ili seçilmiştir. Edirne ili için taşkın riskinin bulunduğu Şükrüpaşa Mahallesi, Fatih Mahallesi ve Kocasinan

Mahallesi irdelenmiştir. Geçmiş yıllarda taşkın görülen bu bölgede, iklim değişikliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkan öngörülemez yağışlar da taşkınları tetiklemektedir. Çalışma alanında en yüksek kottan başlayarak en düşük kota doğru yağışın yüzeysel akışa geçtiği ve yağmur suyu tutma yöntemlerinin uygulanabileceği alanlar tespit edilmiştir. Bu kapsamda arazi ve iklim koşullarına uygun olarak sürdürülebilir yağmur suyu yöntemleri önerilmiştir. Sonuç olarak iklim değişikliği ve çevre sorunları ile mücadele eden kentlerde yağmur suyunu konusunda yaşanan sorunlar ve önerilerin getirildiği, gelecekte yapılacak çalışmalara örnek olabilecek bir yaklaşım sunulmaktadır.

1.1. Su Yönetimi ile İlgili Kavramlar

1990 yıllarından itibaren bu sorunlara çözüm bulmak adına yağmur suyunu yöneten ve taşkınları azaltmayı hedefleyerek doğal hidrolojiyi taklit eden sürdürülebilir sistemler kabul edilmeye başlamıştır (Poletto ve Tassi, 2012). Sürdürülebilir su yönetimi için farklı ülkelerde yeni yaklaşımlar benimsenmiş ve farklı isimlerle ele alınmaya başlanmıştır. 1972 yılında ABD’de Temiz Su Yasası çıkarılarak, yağmur suyu kavramı incelenmiştir. Amerika’da ayrıca ‘‘En İyi Yönetim Uygulamaları’’ kavramı ile başlayarak ‘‘Düşük Etkili Kentsel Gelişim’’ kavramı gibi farklı kavramlarda ortaya çıkmaya başlamıştır. Daha sonra ülkede ‘‘Yeşil Altyapı’’ kavramı ortaya çıkmış ve bununla birlikte yağmur suyu bir altyapı sistemi olarak ele alınmıştır. İngiltere için ‘‘Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemleri’’ kavramı su ile havza yönetimi konusunda planlamacılar ve ülke yönetiminin birlikte çalıştığı bir kavram oluşturmuştur. Avustralya ‘‘Suya Duyarlı Kentsel Tasarım’’ ile her bölgenin kendi altyapısına, havzasına, iklimine, yerel su döngüsüne ve toplumun beklentilerine uygun stratejiler oluşturulmuştur. Yeni Zelanda için ‘‘Düşük Etkili Kentsel Tasarım ve Gelişim’’ ile biyoçeşitliliği destekleyerek doğal su döngüsünü kopyalayan bir kavram benimsemiştir. Küresel olarak bakıldığında ‘‘Entegre Kentsel Su Yönetimi’’ kavramı ile doğal su döngüsünü tüm aşamalarıyla bütün olarak ele alan sistemler olmuştur. Çine bakıldığında, sel baskınları ve hızla artan kentleşme ile mücadele ederken yağmur suyunun sızmasını, arıtılmasını ve doğal olarak korunmasını sağlayan ‘‘Sünger Şehirler’’ kavramını benimsemiştir (Radcliffe, 2019). Dünyanın farklı ülkelerinde farklı isimlerle ortaya çıkan stratejik terimlerin temelde savunduğu şey aynıdır. Yerel hidroloji ve doğal su döngüsünün sağlanması, su kalitesinin iyileştirilmesi, yeraltı su seviyelerinin desteklenmesi ve sel baskınları ile mücadele temel hedef olmuştur (Fletcher ve ark., 2015).



Şekil 2. Sürdürülebilir yağmur suyu açısından gelişen yaklaşımlar (Fletcher ve ark., 2015; Hoyer ve ark., 2011; TU Delft, 2018; Radcliffe, 2019'dan oluşturulmuştur).

1.2. Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yöntemleri

Sürdürülebilir yağmur suyu sistemleri, araziye uygun stratejilerin geliştirilerek, yüzeysel akışı azaltan, kirletici maddeleri absorbe eden, estetik değer oluşturan ve bitki örtüsü ile tasarlanan sistemlerdir. Bu yöntemlerin alanda uygulanabilmesi için alanla ilgili meteorolojik verilerin, toprak koşullarının, yağış rejiminin, iklimin, topoğrafyanın ve eğim özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Uygulama alanını tanıyarak ve o alandaki fırsatları ve kısıtlamaları inceleyerek tasarım yapmak büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda alanın özelliklerine uygun olarak su yönetimi yöntemlerinin seçilmesi gerekmektedir (NSW Government, 2017).

Çizelge 1. Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yöntemleri.

Yağmur Suyu Tankı	Yağmur suyu, binanın çatısından oluk sistemiyle yakalanarak, depoda toplandıktan sonra arıtılarak binada içme suyu veya arıtılmadan kullanım suyu olarak fayda sağlamaktadır. Ülkemizde yağmur suyu depolarının hacminin bulunmasında DIN normunda (DIN, 1989) hesaplamaların kullanılması tavsiye edilir. Çatının yüzeyinden hasat edilebilecek yağmur suyunu hesaplamak için; $\text{Yağmur suyu verimi (m}^3\text{)} = \text{Yağmur toplama alanı (m}^2\text{)} \times \text{Yıllık yağış miktarı (mm)} \times 0,8 \times 0,9$ şeklindeki formül uygulanmaktadır (Tema, 2017).
Yağmur Bahçesi	Yağmur suyunun işlem görmemiş olarak doğrudan toprağa infiltre edildiği ve içinde bitkilerin yetiştiği derin olmayan çukurlara yağmur bahçesi denilmektedir. Konut bahçesinden otopark alanlarına kadar birçok ölçekte tasarlanabilen yağmur bahçeleri farklı iklim koşulları ve toprak türlerine uygun olarak tasarlanabilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018b).
Bitkili Su Hendeği	Bitkili su hendekleri açık, sığ ve doğrusal kanallar olarak zeminde kenar eğimleri ve içinde bitki örtüsü bulunduran, yüzeysel akışa geçen yağmur suyunu toplayan ve yavaşlatarak ileten sistemlerdir. Yüzey pürüzlülüğünü artırır ve yüzey temas süresini uzatır, bu sayede su kalitesini artırırken, buharlaşma terleme ve sızmayı da sağlar (Sadeghnazhad, 2019).
Geçirgen Kaplama	Geçirimli kaplamalar yüzeyinden hava ve suyu geçirerek suyun alt tabakalara inmesine izin veren sistemlerdir. Yüzeysel akışın debisini ve miktarını azaltır, kirleticilerin inmesini engelleyerek suyu infiltre eder (Scholz ve Grabowiecki, 2007).
İnfiltrasyon Hendeği	Yer çekiminin etkisi ile toprak profili boyunca süzülen suların toprak yüzeyden aşağıya doğru inmesine infiltrasyon denir. Çakıl veya taş ile dolu yer altı depolama bölgelerine infiltrasyon haznesi adı verilmektedir (Chahar ve ark., 2012).
Yeşil Çatı	Yapıların çatı alanlarına kurulan ve yaşayan bitki örtüsüne sahip olan yeşil çatılar, ekolojik ve

	görsel olarak değer sağlayan, iklime duyarlı ve hava kalitesini artıran, biyoçeşitliliğe fayda sağlayan, yapının enerji tasarrufuna yardımcı olan ve yüzeysel akışı tutan sistemlerdir (Woods Ballard ve ark., 2015).
Mavi Çatı	Yağmur suyunu tutarak sisteme vermek üzere tasarlanan mavi çatılar, savak, menfez ve diğer çıkış sistemleri tarafından yüzeysel akışı kontrol eden bitkisiz sistemlerdir (Shafique ve ark., 2016).
Yeşil Duvar	Bina cephelerinde toprakta, doğrudan duvar yüzeyinde veya saksı içinde büyüyen bitkisel elemanların olduğu yapı kaplamasına yeşil duvar ya da dikey bahçe denmektedir. Yeşil duvarlar yapıda enerji verimliliğini sağlar, yüzeysel akışı azaltarak tutar, hava kalitesini artırır ve estetik değer sağlar (Erdoğan ve Çetiner, 2014).
Yapay Sulak Alanlar	Doğal sulak alanları hidrolojik ve ekolojik işlev açısından taklit eden, suyu infiltre ederek doğal sulak alanların ekosisteme sağladığı faydaları sağlamaktadır (Sponge, 2019).
Yol Ağacı ve Bitki Kutusu	Küçük ölçekli yağış sularını tutan ve kentsel su kalitesini iyileştiren ağaçlar, suyu temizleyerek infiltre etmektedir. Yol ağaçları havayı temizler, estetik değer sağlar ve yüzeysel akışı yönetir (Woods Ballard ve ark., 2015).

2. Materyal ve Yöntem

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Edirne ili, Marmara Bölgesi'ndedir. Edirne yapısı itibariyle basık tepeler ve geniş düzlüklerin olduğu bir havzada bulunmaktadır. Bu havza, batıdan Rodop Dağları ve kuzey-doğu'dan da Istranca'lar ile çevrilidir. Havzanın kuzey-batısında Istranca ve Rodop kitleleri birbirine yaklaşır ve aralarında Meriç Vadisi bulunur (Edirne Tarım İl Müdürlüğü, 2005). Edirne ilinde Merkez ilçede Şükrüpaşa Mahallesi, Fatih Mahallesi ve Kocasinan Mahallesi çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Çalışma alanı.

Son yıllarda iklim değişikliği ile birlikte sel ve su baskını olaylarında artış görülmüştür. Çalışma alanının uzun yıllar yağış ortalaması incelendiğinde 602.8 mm yağış alan, en yağışlı geçen Kasım ayı için 69.7 mm ve en kurak geçen Ağustos ayı için 23.0 mm yağış miktarı gösteren bir şehirdir. Türkiye genelinde yıllık ortalama yağış 574 mm olduğuna göre, Edirne'nin yıllık olarak yağış oranının yüksek olduğu görülmektedir

(Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020). Edirne il merkezinde bulunan Meriç nehri, kentsel yerleşim bölgesinde yer almaktadır. Meriç Nehri hidrolojik, jeomorfolojik ve klimatolojik tabanlı sebeplerle taşkın riski yüksek olan bir akarsudur. Bu nedenle Edirne taşkın riski gösteren bölgelerden sayılabilir. Doğal alanların plansız yapılaşması ve bu alanlarda doğal eğim şartlarının değiştirilmesi, suyun doğal infiltrasyon kanallarını da bozmaya başlamıştır. Plansız kentleşmiş bölgelerde yağmur suyu yolları yapılar ile işgal edilerek zaman içerisinde akış hattının farklılaşmasına ve yağmur suyunun yüzeysel akış hızının artarak infiltrasyon yüzeyinin azalmasına sebep olmaktadır (Erkal ve Topgül, 2020). Türkiye genelinde 2006 ve 2013 yıllarına bakıldığında kentleşme durumu %134 artarken, Edirne ilinde bu oran %163 olarak görülmüştür (İzmen, 2014). Geçtiğimiz 15 yıl içinde kentleşen alanlara bakıldığında çalışma alanı için seçilen mahallelerin olduğu bölgede en yoğun kentleşme yaşanmıştır.

2018 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından sunulan “Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu”na göre; Edirne ilinin çevre sorunları arasında birinci öncelikli olarak su kirliliği gelmektedir. Meriç-Ergene havzasında yoğun kirlilik bulunmaktadır. Yine aynı raporda ikinci öncelikli çevre sorununun da hava kirliliği olduğu belirtilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018a).

Devlet Su İşleri 11. Bölge Müdürlüğü'nün (2012) yaptığı ‘Edirne-Merkez Fatih ve Kocasinan Mahallesi Yerleşim Alanının Helvacı Dere Taşkınlarından Korunmasına Ait Ön İnceleme Raporu’nda Helvacı Deresinin Sentetik Yöntem ile taşkın debisinin hesaplanmasında pik debi miktarı 1,384 m³/s/mm olarak belirlenmiştir. Yine aynı raporda proje sahasında Edirne Merkez Fatih ve Kocasinan Mahallelerinde taşkına neden olan derenin Helvacı dere olduğu belirtilmektedir. Edirne Belediyesi'nin Fatih, Kocasinan ve Şükrüpaşa Mahallelerini kapsayan Yağmur Suyu toplama Projesi kapsamında Yağmur Suyu Deşarjları çeşitli noktalardan Helvacıdere'ye verilmektedir (DSİ 11. Bölge Müdürlüğü, 2012). Yine Edirne Belediyesi Yağmur suyu altyapısı projesindeki yağmur suyu debisi 1,65 m³/s/mm olduğu belirtilmektedir (Edirne Belediyesi, 2023). Bu durumda kentteki yağmur suyunu düşüğü alanda yönetecek çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışma kapsamında bölgenin yerel arazi koşulları, mahallelerin havza durumu ve geleneksel yağmur suyu sisteminin altyapı planları, topoğrafya durumu ve mevcut imar planları ile mahallelerin havza sınırlarına bakılmıştır. Öncelikli olarak havza sınırları ve imar planları incelenerek yüzeysel akış gösteren caddeler belirlenmiştir. Yağışlı günlerde arazi çalışmaları yapılarak yağmur suyunun caddelerdeki hareketi incelenmiş ve topoğrafya haritasından eğimlere göre tespit edilen caddelerde yüzeysel akış durumu ve

yönü tespit edilmiştir. Mevcut durumu anlayabilmek adına yüzeysel akışın olduğu caddelerde arazi çalışması yapılarak yeşil alanlar ve bitkisel doku yerinde tespit edilmiştir. Güncel imar planları ve uydu fotoğrafları incelenerek çalışma alanındaki çatı yüzeyi miktarı, sert zemin miktarı ve yeşil alan miktarları hesaplanmıştır. Türkiye’de yağmur suyu depo hacimlerinin hesaplanmasında DIN normunda (DIN, 1989) değerlerin kullanılması tavsiye edilmektedir. Çatı yüzeyinden toplanabilecek su miktarını hesaplamak için; Yağmur suyu verimi (m^3) = Yağmur toplama alanı (m^2) x Yıllık yağış miktarı (mm) x 0,8 x 0,9 formülü kullanılmaktadır (Tema, 2017).

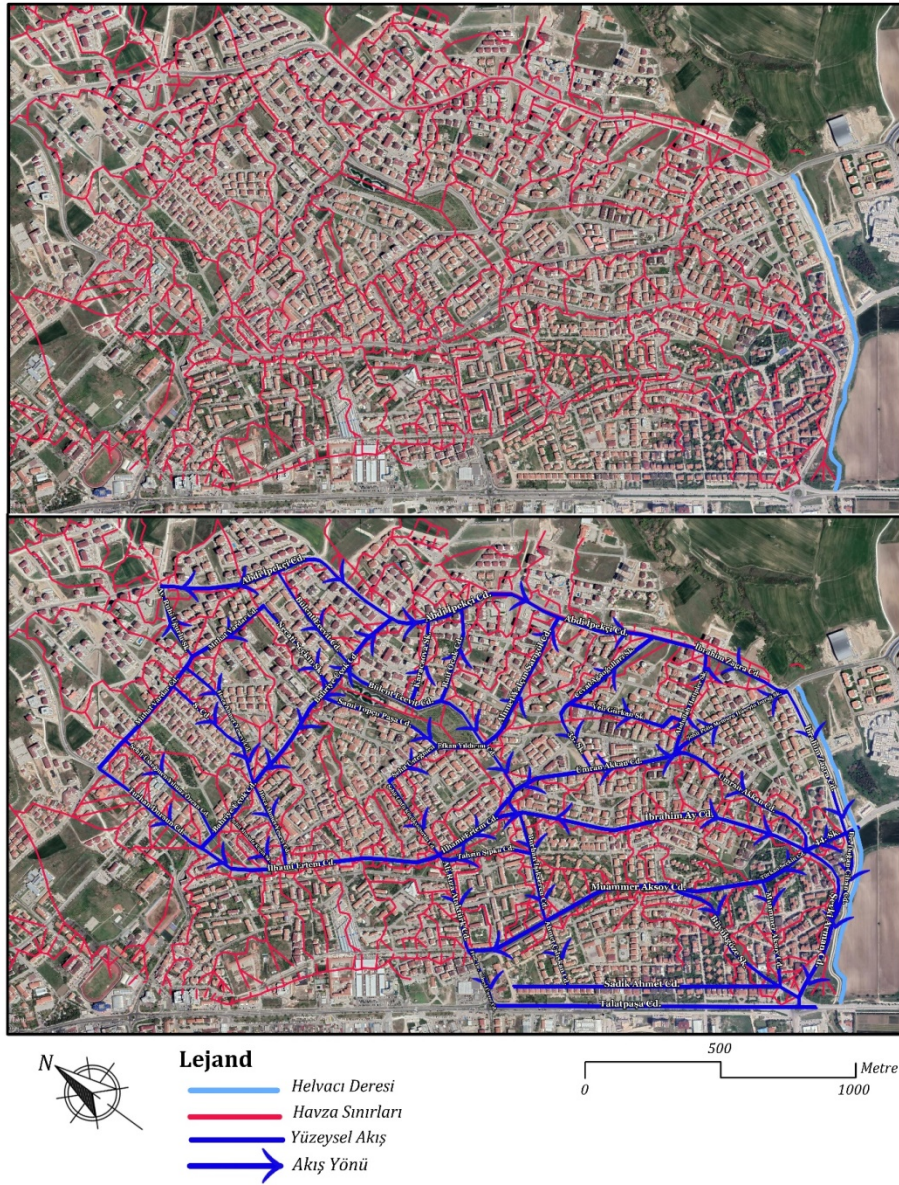
Bununla birlikte mahallelerde mevcut yeşil alan ve kurgulanacak yeşil alanlarda sürdürülebilir yağmur suyu yöntemleri kapsamında çözüm önerileri sunulmuştur. Çalışmada ana materyal olarak kamu kurumlarından elde edilen veriler, haritalar ve istatistiki veriler, arazi incelemeleri, alan fotoğrafları kullanılmış olmakla birlikte, AutoCAD 2019 verilerin işlenmesinde ve Adobe Photoshop CS5 programı da verilerin tasarım ve düzenlenmesinde kullanılmıştır. Bu kapsamda yağmur suyunun sürdürülebilir yönetimini mevcut verileri baz alarak en doğru şekilde yönetmek hedeflenmiştir. Çalışma alanını kapsayan mahallelerin belirlenmesindeki temel etken en yüksek kottan yüzeysel akışı toplayarak en düşük kota kadar yöneterek infiltrasyonunu sağlamaktır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında yağmur suyu en yüksek noktada Şükrüpaşa Mahallesi’nden eğimle birlikte Kocasinan Mahallesi’ne akışa geçerek, çalışma alanı olarak belirlenen sınırlar içerisinde tüm havzalar tek bir noktaya iniş yapmaktadır. Burada Edirne’nin en alçak noktasında yer alan Kocasinan Mahallesi tüm yüzeysel akışı toplamaktadır. Kocasinan Mahallesi ova gibi düz bir alan olduğundan toplama alanı işlevi görmektedir. Çalışma alanında yapılaşma ile gelen kazı ve dolgu işlemleri sebebi ile doğal eğim durumu değişmiştir. Sert zeminlerin artması ve betonlaşma da doğal eğimde değişikliklere sebep olmuştur. Bu yapılaşmalar havza bölünmesine sebep olduğundan doğal akış yönleri değişmiş ve yüzeysel drenajda bozulmalar meydana gelmiştir. Kentleşme havza alanlarını bölerek doğal akışın değişmesine ve doğal drenajın dışında akış hatlarının oluşmasına neden olmaktadır.

Havza sınırlarının belirlenmesinde, Edirne Belediyesi’nde yağmur suyu altyapı çalışmalarında kullanılan havza sınırları haritaları temin edilerek çalışmada kullanılmıştır. Çalışma alanına ait havza planları, eğim durumu planı ve arazi yapılan incelemeler ile yüzeysel akışın olduğu caddeler belirlenmiş ve bu doğrultuda havza hareketleri ve arazide

hareketinin izlenmesi üzerine caddelerin yüzeysel akış hatları ve akış yönleri Şekil 4'te verilmiştir. Alanda öncelikle arazi incelemesi yapılarak mevcut arazi durumu ve bitkisel doku durumu tespit edilmiştir.






Şekil 4. Çalışma alanı havza yapısı ve yüzeysel akış durumu.

3.1. Şükrüpaşa Mahallesi Çatı, Sert Zemin, Yeşil Alan ve Bitkisel Doku Analizi

Arazi incelemeleri doğrultusunda yüzeysel akış gösteren caddelerde mevcut bitki türleri belirlenmiştir. Buna göre;

Çizelge 2. Şükrüpaşa Mahallesi Bitki Türleri.

 <p>Bülent Ecevit Cad, Sami Topçu Paşa Cad, Necati Seçkin Sok. bitkisel doku</p>	<p>Bülent Ecevit Caddesi: <i>Tilia spp.</i> (Ihlamur), <i>Cupressus spp.</i> (Servi), <i>Elaeagnus angustifolia</i> (İğde), <i>Acer spp.</i> (Akçaağaç), <i>Acer spp.</i> (Akçaağaç), <i>Prunus cerasifera</i> (Süs eriği), <i>Cercis siliquastrum</i> (Erguvan), <i>Robinia pseudoacacia</i> (Top Akasya), <i>Cedrus spp.</i> (Sedir), <i>Platanus spp.</i> (Çınar), <i>Tilia spp.</i> (Ihlamur), <i>Aesculus hippocastanum</i> (At kestanesi), <i>Catalpa bignonioides</i> (Katalpa), <i>Thuja spp.</i> (Mazı), <i>Populus spp.</i> (Kavak), <i>Lolium perenne</i> (Çim)</p> <p>Sami Topçu Paşa Caddesi: <i>Cedrus spp.</i> (Sedir), <i>Cupressus spp.</i> (Servi), <i>Pinus spp.</i> (Çam), <i>Fraxinus excelsior</i> (Dişbudak), <i>Ligustrum vulgare</i> (Adi kurtbağrı)</p> <p>Necati Seçkin Sokak: Bitki mevcut değildir.</p>
 <p>Abdi İpekçi Cad. bitkisel doku</p>	<p>Abdi İpekçi Caddesi: <i>Robinia pseudoacacia</i> (Top akasya), <i>Fraxinus excelsior</i> (Dişbudak), <i>Platanus orientalis</i> (Çınar)</p>
 <p>Bahriye Üçok Cad. bitkisel doku</p>	<p>Bahriye Üçok Caddesi: <i>Cupressus spp.</i> (Servi), <i>Cedrus spp.</i> (Sedir), <i>Robinia pseudoacacia</i> (Top akasya)</p>

Şükrüpaşa Mahallesi'nde güncel imar planları ve google earth görüntüleri üzerinden binaların çatılarının, toplam sert zemin ve yeşil alanların miktarları tespit edilmiştir. Bu sayede binaların çatılarından ve sert zeminlerinden depo yardımı ile toplanabilecek yağmur suyu miktarı hesaplanmıştır.



Şekil 5. Şükrüpaşa Mahallesi alan analizi.

Şükrüpaşa Mahallesinde'ki binaların çatı yüzeyleri için toplam miktar 318.713 m²'dir. Sert zeminlerin toplam miktarı 314.655 m²'dir. Yeşil alanlar ise 194.262 m²'dir. Bu doğrultuda mahallenin toplam sert zemin miktarı yeşil alan miktarından fazladır. Konut bahçeleri hesap dışı bırakılmıştır. Binaların çatı yüzeyleri ele alındığında çatıdan hasat edilecek yağmur suyu için formül uygulandığında;

Yağmur suyu verimi (m^3) = $318.713 m^2 \times 602.8 mm \times 0,8 \times 0,9 = 138.326.541,00 m^3$ şeklinde sonuç vermektedir.




Sert zeminler için formül uygulandığında;

Yağmur suyu verimi (m^3) = $314.655 m^2 \times 602.8 mm \times 0,8 \times 0,9 = 136.565.304,00 m^3$ su toplanabilir.

3.2. Fatih Mahallesi Çatı, Sert Zemin, Yeşil Alan ve Bitkisel Doku Analizi

Arazi incelemeleri doğrultusunda yüzeysel akış gösteren caddelerde mevcut bitki türleri belirlenmiştir. Buna göre;

Çizelge 3. Fatih Mahallesi Bitki Türleri.

	<p>Ümran Akkan Caddesi: <i>Cupressus spp.</i> (Servi), <i>Platanus orientalis</i> (Çınar), <i>Fraxinus Excelsior</i> (Dişbudak), <i>Tilia tomentosa</i> (İhlamur), <i>Catalpa bignonioides</i> (Katalpa)</p>
	<p>İbrahim Zagra Caddesi: <i>Cedrus spp.</i> (Sedir)</p>
	<p>İbrahim Ay Caddesi: <i>Cupressus spp.</i> (Servi), <i>Platanus orientalis</i> (Çınar), <i>Cedrus spp.</i> (Sedir), <i>Fraxinus excelsior</i> (Dişbudak), <i>Robinia pseudoacacia</i> (Top akasya), <i>Pinus spp.</i> (Çam), <i>Acer spp.</i> (Akçaağaç), <i>Aesculus hippocastanum</i> (At kestanesi), <i>Ligustrum vulgare</i> (Adi kurtbağrı), <i>Lolium perenne</i> (Çim)</p> <p>İlhami Ertem Caddesi: <i>Cercis siliquastrum</i> (Erguvan), <i>Robinia pseudoacacia</i> (Top akasya), <i>Cupressus spp.</i> (Servi), <i>Aesculus hippocastanum</i> (At kestanesi), <i>Catalpa bignonioides</i> (Katalpa), <i>Lolium perenne</i> (Çim)</p>

Fatih Mahallesi'nde güncel imar planları ve google earth görüntüleri üzerinden binaların çatılarının, toplam sert zemin ve yeşil alanların miktarları tespit edilmiştir. Bu sayede binaların çatılarından ve sert zeminlerinden depo yardımı ile toplanabilecek yağmur suyu miktarları hesaplanmıştır.



Şekil 6. Fatih Mahallesi alan analizi.

Fatih Mahallesi'ndeki binaların çatı yüzeyleri için toplam miktar 211.631 m²'dir. Sert zeminlerin toplam miktarı 186.566 m²'dir. Yeşil alanlar ise 120.337 m²'dir. Bu doğrultuda mahallenin toplam sert zemin miktarı yeşil alan miktarından fazladır. Konut bahçeleri hesap dışı bırakılmıştır. Binaların çatı yüzeyleri ele alındığında çatıdan hasat edilecek yağmur suyu için formül uygulandığında;

Yağmur suyu verimi (m³) = 211.631 m² x 602.8 mm x 0,8 x 0,9 = 91.851.240,00 m³ şeklinde sonuç vermektedir.

Sert zeminler için formül uygulandığında;



Yağmur suyu verimi (m³) = 186.566 m² x 602.8 mm x 0,8 x 0,9 = 80.972.629,00 m³ su toplanabilir.

3.3. Kocasinan Mahallesi Çatı, Sert Zemin, Yeşil Alan ve Bitkisel Doku Analizi

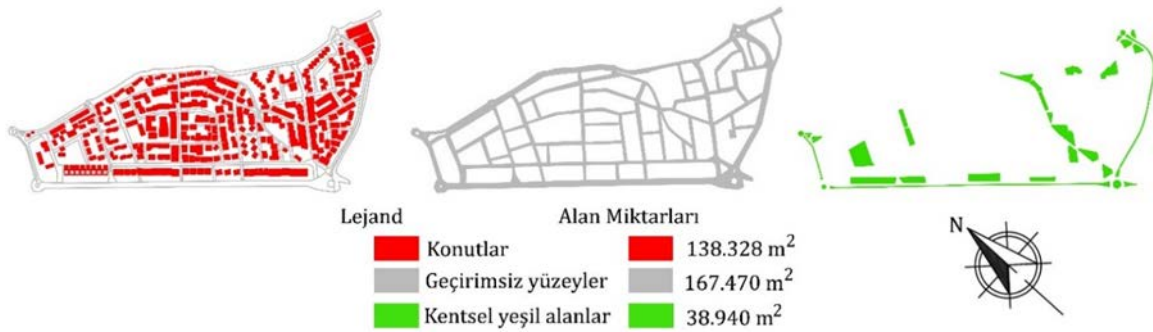
Arazi incelemeleri doğrultusunda yüzeysel akış gösteren caddelerde mevcut bitki türleri belirlenmiştir. Buna göre;

Çizelge 4. Kocasinan Mahallesi Bitki Türleri.

	<p>Talatpaşa Caddesi: <i>Tilia tomentosa</i> (Ihlamur), <i>Platanus orientalis</i> (Çınar), <i>Thuja spp.</i> (Mazı), <i>Cupressus spp.</i> (Servi), <i>Prunus cerasifera</i> (Süs eriği), <i>Acer spp.</i> (Akçaağaç), <i>Ligustrum vulgare</i> (Adi kurtbağrı), <i>Robinia pseudoacacia</i> (Top akasya), <i>Juniperus spp.</i> (Ardıç), <i>Cedrus spp.</i> (Sedir), <i>Lolium perenne</i> (Çim)</p>
<p>Talatpaşa Cad. bitkisel doku</p>	

 <p>Şevki Arman Cad, Türkan Seçkin Cad. ve 44. Sok. bitkisel doku</p>	<p>Şevki Arman Caddesi: <i>Robinia pseudoacacia</i> (Top akasya), <i>Acer spp.</i> (Akçaağaç), <i>Tilia tomentosa</i> (Ihlamur), <i>Catalpa bignonioides</i> (Katalpa), <i>Platanus orientalis</i> (Çınar)</p> <p>Türkan Seçkin Caddesi: <i>Ligustrum vulgare</i> (Adi kurtbağrı)</p> <p>44. Sokak: <i>Salix spp.</i> (Söğüt), <i>Aesculus hippocastanum</i> (At kestanesi)</p>
 <p>Prof. Dr. Süheyl Ünver Cad ve Ahmet Çalışkan Cad. bitkisel doku</p>	<p>Prof. Dr. Süheyl Ünver Caddesi: <i>Cupressus spp.</i> (Servi), <i>Acer spp.</i> (Akçaağaç), <i>Aesculus hippocastanum</i> (At kestanesi)</p> <p>Ahmet Çalışkan Caddesi: <i>Robinia pseudoacacia</i> (Top akasya), <i>Catalpa bignonioides</i> (Katalpa), <i>Acer spp.</i> (Akçaağaç), <i>Platanus orientalis</i> (Çınar), <i>Tilia tomentosa</i> (Ihlamur), <i>Cercis siliquastrum</i> (Erguvan)</p>

Kocasinan Mahallesi'nde güncel imar planları ve google earth görüntüleri üzerinden binaların çatılarının, toplam sert zemin ve yeşil alanların miktarları tespit edilmiştir. Bu sayede bina çatılarından ve sert zeminlerinden depo yardımı ile toplanabilecek yağmur suyu miktarları hesaplanmıştır.



Şekil 7. Kocasinan Mahallesi alan analizi.

Kocasinan Mahallesi'ndeki bina çatı yüzeyleri için toplam miktar 138.328 m²'dir. Sert zemin için toplam miktar 167.470 m²'dir. Yeşil alanlar ise 38.940 m²'dir. Bu doğrultuda mahallenin toplam sert zemin miktarı yeşil alan miktarından fazladır. Konut bahçeleri hesap dışı bırakılmıştır. Binaların çatı yüzeyleri ele alındığında çatıdan hasat edilecek yağmur suyu için formül uygulandığında;

Yağmur suyu verimi (m³) = 138.328 m² x 602.8 mm x 0,8 x 0,9 = 60.036.565,00 m³ şeklinde sonuç vermektedir.

Sert zeminler için formül uygulandığında;

Yağmur suyu verimi (m^3) = $167.470 m^2 \times 602.8 mm \times 0,8 \times 0,9 = 72.684.659,00 m^3$ su toplanabilir.

Çalışma alanında bina çatılarından depo yardımı ile bu miktarlarda su depolanabilir ve bu su arıtılarak içme suyu olarak kullanılabilmesi gibi, arıtılmadan da bahçe sulama, evsel kullanım, araba yıkama ve havuz doldurma gibi işlemlerde kullanılabilir. Yine sert zeminlerden yüzeysel akışa geçen su yakalanıp depolanarak yeşil alanların sulanmasında kullanılabilir. Sürdürülebilir yağmur suyu sistemleri, yapıların çatılarından gelen suyu depolar yardımı ile toplarken, kentte yağmur suyunu indiği yüzeyde yönetmek için toprağı ve bitki örtüsünü kullanmaktadır.

Yağmur suyunun infiltrasyonunun sağlanması ve sürdürülebilirliğinin devamı için bitkisel elemanlar tasarımda önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle Edirne ilinde ekolojik koşullara uygun olarak yetişebilen ve sürdürülebilir yağmur suyu tasarımı için uygun bitkilerin listesi verilmiştir.

Çizelge 5. Edirne’de sürdürülebilir yağmur suyu tasarımı için uygun bitkiler (Smith ve Larson, 2003; Weinstein, 1999; Proctor, 1996; Wade ve ark., 2010; Wong, 2008).

Edirne İlinin Ekolojik Koşullarına Uygun Yetişebilen Bitkiler			
	Yüksek Su Talebi	Orta Su Talebi	Düşük Su Talebi
Ağaç Ağaççık	<ul style="list-style-type: none"> <i>Catalpa bignonioides</i> <i>Cercis siliquastrum</i> <i>Fraxinus excelsior</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Cedrus spp.</i> <i>Prunus cerasifera</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Tilia tomentosa</i> <i>Pinus spp.</i> <i>Acer negundo</i>
Çalı	<ul style="list-style-type: none"> <i>Cortaderia selloana</i> <i>Rosa spp.</i> <i>Spiraea vanhouttei</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Thymus vulgaris</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Lavandula angustifolia</i> <i>Gaura lindheimeri</i> <i>Artemisia absinthium</i>
Yer örtücü	<ul style="list-style-type: none"> <i>Viola tricolor</i> <i>Antirrhinum majus</i> <i>Festuca glauca</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Coreopsis grandiflora</i> <i>Oenothera speciosa</i> <i>Portulaca grandiflora</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Sedum rupestre</i> <i>Delosperma cooperi</i> <i>Jacobaea maritima</i>

4. Sonuçlar ve Öneriler

Edirne ili fiziksel, coğrafi ve jeolojik koşullarına bakıldığında yağış miktarı ve yağışlı günlerinin sayısı fazla olan, yine Meriç havzasını içinde bulundurduğu için taşkın riski bulunan bir şehirdir. Hızlı nüfus artışı ile birlikte plansız kentleşme sonucunda doğal arazi koşulları ile uyumsuz yerleşim alanları oluşmuştur. İklim değişikliği gibi çevresel

nedenlerden dolayı şiddetlenen hava olayları olumsuz durumlar yaratmaktadır. Ayrıca dünya genelinde içilebilir su kaynakları yoğun ve sürekli kullanım sebebi ile azalmaktadır. Su kirliliğinin birinci öncelikli, hava kirliliğinin ikinci öncelikli bir çevre sorunu olması çalışma alanında sürdürülebilir çözüm yöntemlerinin uygulanması için büyük önem arz etmektedir. Sürdürülebilir yağmur suyu sistemleri ile yeraltına inen yağış temiz bir şekilde infiltre olmaktadır. Bu kapsamda son yıllarda yoğun kentleşmenin görüldüğü, en yüksek kottan en düşük kota doğru yüzeysel akışı yönetmek adına Şükrüpaşa, Fatih ve Kocasinan mahalleleri için çözüm yöntemleri sunulmuştur. Mahalleler için önerilen bitki türleri kurakçıl peyzajlarda kullanılan, yerel iklim koşullarına uyumlu, az su isteyen ve sulama suyunu hızlı infiltre eden bitkilerden oluşmaktadır.

4.1. Şükrüpaşa Mahallesi Önerileri

Şükrüpaşa Mahallesi için sürdürülebilir su yönetimi yöntem önerileri aşağıdaki verilmiştir. Yüzeysel akışın olduğu caddelerde drenaj kanallarına yer vermek, açılacak yollara asfalt zemin yerine geçirgen yol kaplama malzemeleri uygulamak ve mevcut ağaçlara ağaç dibi mazgal uygulaması önerilmiştir.

Çizelge 6. Şükrüpaşa Mahallesi önerileri.

<p>Yol Ağacı Prunus cerasifera (Süs eriği)</p> <p>Yağmur Bahçesi Artemisia absinthium (Pelin otu) Lavandula angustifolia (Lavanta) Delosperma cooperi (Buz çiçeği)</p> <p>Bitkili Su Hendeği Jacobaea maritima (Bahçe külü) Sedum rupestre (Sarı dam kuruğu)</p> <p>Biyolojik Gölet Salix babylonica (Salkım söğüt) Cortaderia selloana (Pampas otu)</p> <p>Drenaj Kanalı Ağaç Dibi Mazgal</p> <p>Bülent Ecevit Cad, Sami Topçu Paşa Cad, Necati Seçkin Sok. önerileri</p>	<p>Bülent Ecevit Caddesi: <i>Prunus cerasifera</i> (Süs eriği), <i>Lavandula angustifolia</i> (Lavanta), <i>Jacobaea maritima</i> (Bahçe külü), <i>Delosperma cooperi</i> (Buz çiçeği), <i>Sedum rupestre</i> (Sarı dam kuruğu), <i>Artemisia absinthium</i> (Pelin otu)</p> <p>Geniş yeşil bir alan olan Gölet Parkı'nda mevcut bulunan göletin biyolojik gölet olarak dönüştürülmesi önerilmektedir. Biyolojik gölet, bulundurduğu bitkiler sayesinde kendini temizleyen bir sistemdir. Bu kapsamda biyolojik gölet için akışı tutmak adına <i>Cortaderia selloana</i> (Pampas otu) ve <i>Salix babylonica</i> (Salkım söğüt) tercih edilebilir.</p>
--	---

<p style="text-align: center;">Yağmur Bahçesi</p> <p style="text-align: center;">Bitkili Su Hendeği</p> <p style="text-align: center;">Abdi İpekçi Cad. öneri</p>	<p>Yağmur bahçeleri: <i>Rosmarinus officinalis</i> (Biberiye), <i>Thuja orientalis</i> (Doğu mazısı), <i>Forsythia x intermedia</i> (Altın çanak), <i>Jacobaea maritima</i> (Bahçe külü), <i>Gaura lindheimeri</i> (Gavura çiçeği), <i>Sedum rupestre</i> (Sarı dam kuruğu)</p> <p>Bitkili su hendeği: <i>Artemisia absinthium</i> (Pelin otu), <i>Coreopsis grandiflora</i> (Sarı dam kuruğu), <i>Delosperma cooperi</i> (Buz çiçeği)</p>
<p style="text-align: center;">Yağmur Bahçesi</p> <p style="text-align: center;">Yol Ağacı</p> <p style="text-align: center;">Bahriye Üçok Cad. öneri</p>	<p>Yol ağacı ve bitki kutusu: <i>Tilia tomentosa</i> (Gümüş ihlamur) ve <i>Prunus cerasifera</i> (Süs eriği)</p> <p>Yağmur bahçesi: <i>Lavandula officinalis</i> (Lavanta), <i>Nerium oleander</i> (Zakkum), <i>Jacobaea maritima</i> (Bahçe külü), <i>Artemisia absinthium</i> (Pelin otu)</p>

4.2. Fatih Mahallesi Önerileri

Fatih Mahallesi için sürdürülebilir su yönetimi yöntem önerileri aşağıdaki verilmiştir. Yüzeysel akışın olduğu caddelerde drenaj kanallarına yer vermek, açılacak yollara asfalt zemin yerine geçirgen yol kaplama malzemeleri uygulamak ve mevcut ağaçlara ağaç dibi mazgal uygulaması önerilmiştir.

Çizelge 7. Fatih Mahallesi önerileri.

<p>Yol Ağacı Tilia tomentosa (Gümüşi ıhlamur)</p> <p>Bitkili Su Hendeği Coreopsis grandiflora (Sarı çiçekli kız gözü) Sedum rupestre (Sarı dam kuruğu)</p> <p>Yağmur Bahçesi Yucca filamentosa (Avize çiçeği) Thymus vulgaris (Kekik) Gaura lindheimeri (Gavura çiçeği) Jacobaea maritima (Bahçe külü)</p> <p>Drenaj Kanalı Ağaç Dibi Mazgal</p> <p>Ümraniye Akkan Cad. öneri</p>	<p>Yol ağacı: <i>Tilia tomentosa</i> (Gümüşi ıhlamur)</p> <p>Bitkili su hendeği: <i>Sedum rupestre</i> (Sarı dam kuruğu), <i>Coreopsis grandiflora</i> (Sarı çiçekli kız gözü)</p> <p>Yağmur bahçesi: <i>Gaura lindheimeri</i> (Gavura çiçeği), <i>Yucca filamentosa</i> (Avize çiçeği), <i>Jacobaea maritima</i> (Bahçe külü), <i>Thymus vulgaris</i> (Kekik)</p>
<p>Yağmur Bahçesi Thuja orientalis (Doğu Mazısı) Ligustrum vulgare (Adi kurtbağrı) Thymus vulgaris (Kekik) Jacobaea maritima (Bahçe külü) Oenothera speciosa (Pembe Çuha Çiçeği)</p> <p>Bitkili Su Hendeği Portulaca grandiflora (İpek çiçeği) Artemisia absinthium (Pelin otu) Delosperma cooperi (Buz çiçeği)</p> <p>Drenaj Kanalı Ağaç Dibi Mazgal</p> <p>İbrahim Zagra Cad. öneri</p>	<p>Bitkili su hendeği: <i>Delosperma cooperi</i> (Buz çiçeği), <i>Portulaca grandiflora</i> (İpek çiçeği), <i>Artemisia absinthium</i> (Pelin otu)</p> <p>Yağmur bahçesi: <i>Ligustrum vulgare</i> (Adi kurtbağrı), <i>Oenothera speciosa</i> (Pembe çuha çiçeği), <i>Jacobaea maritima</i> (Bahçe külü), <i>Thymus vulgaris</i> (Kekik), <i>Thuja orientalis</i> (Doğu mazısı)</p>
<p>Bitkili Su Hendeği Delosperma cooperi (Buz çiçeği) Artemisia absinthium (Pelin otu)</p> <p>Yağmur Bahçesi Juniperus horizontalis (Yayılcı ardıç) Rosmarinus officinalis (Biberiye) Viburnum tinus (Kartopu) Coreopsis grandiflora (Sarı çiçekli kız gözü) Sedum rupestre (Sarı dam kuruğu)</p> <p>Drenaj Kanalı Ağaç Dibi Mazgal</p> <p>İbrahim Ay Cad. ve İlhami Ertem Cad. önerileri</p>	<p>Bitkili Su Hendeği: <i>Delosperma cooperi</i> (Buz çiçeği), <i>Artemisia absinthium</i> (Pelin otu)</p> <p>Yağmur bahçesi: <i>Rosmarinus officinalis</i> (Biberiye), <i>Coreopsis grandiflora</i> (Sarı çiçekli kız gözü), <i>Sedum rupestre</i> (Sarı dam kuruğu), <i>Juniperus horizontalis</i> (Yayılcı ardıç), <i>Viburnum tinus</i> (Kartopu)</p>

4.3. Kocasinan Mahallesi Önerileri

Kocasinan Mahallesi için sürdürülebilir su yönetimi yöntem önerileri aşağıdaki verilmiştir. Yüzeysel akışın olduğu caddelerde drenaj kanallarına yer vermek, açılacak yollara asfalt zemin yerine geçirgen yol kaplama malzemeleri uygulamak ve mevcut ağaçlara ağaç dibi mazgal uygulaması önerilmiştir.

Çizelge 8. Kocasinan Mahallesi önerileri.

 <p>Talatpaşa Cad. öneri</p>	<p>Bitkili su hendeği: <i>Portulaca grandiflora</i> (İpek çiçeği), <i>Jacobaea maritima</i> (Bahçe külü), <i>Artemisia absinthium</i> (Pelin otu), Yağmur bahçesi: <i>Lavandula officinalis</i> (Lavanta), <i>Thuja orientalis</i> (Doğu mazısı), <i>Thymus vulgaris</i> (Kekik), <i>Delosperma cooperi</i> (Buz çiçeği), <i>Sedum rupeste</i> (Sarı dam kuruğu),</p>
 <p>Şevki Arman Cad, Türkan Seçkin Cad. ve 44. Sok. önerileri</p>	<p>Bitkili su hendeği: <i>Delosperma cooperi</i> (Buz çiçeği), <i>Thymus vulgaris</i> (Kekik) Yağmur bahçesi: <i>Rosmarinus officinalis</i> (Biberiye), <i>Viburnum tinus</i> (Kartopu), <i>Coreopsis grandiflora</i> (Sarı çiçekli kız gözü), <i>Sedum rupeste</i> (Sarı dam kuruğu), <i>Juniperus horizontalis</i> (Yayılıcı ardıç)</p>
 <p>Prof. Dr. Süheyl Ünver Cad., Ahmet Çalışkan Cad. önerileri</p>	<p>Yol ağacı ve bitki kutusu: <i>Prunus cerasifera</i> (Süs eriği) Bitkili su hendeği: <i>Delosperma cooperi</i> (Buz çiçeği), <i>Thymus vulgaris</i> (Kekik)</p>

Günümüzde, içebildiğimiz suyun tükenmesi ve içemediğimiz suyun şehirlerimizi istila etmesi sorunu ile yüz yüzeyiz. Bu kapsamda çalışma alanında yüzeysel akışı yönetme ve yağmur suyunu depolama yöntemleri üzerinde çalışılmıştır. Plansız yapılaşmanın olduğu caddeler yapısal olarak farklılık göstermektedir. Yüzeysel akışın olduğu caddelerde yağmur suyunun infiltrasını kolaylaştırmak adına bitkisel öneriler sunulmuştur. Önerilen bitki türleri yerel iklim koşullarına uygun, çok suya ihtiyaç duymayan ve yaşadığı yere uyum sağlayan doğal türlerdir. Çalışma alanı boyunca, su toplama deposu, yol ağacı ve bitki kutusu, yağmur bahçesi, bitkili su hendeği, geçirimli zemin döşeme gibi yöntemler önerilmiştir. Yağmur suyunun düştüğü alanda bitkiler ile infiltrasyonunu sağlayarak hızlı yüzeysel akışa geçmesi engellenecektir. Bu yöntemler sayesinde yağmur suyunu yağışlı dönemlerde bitkilerin altına yerleştirilen bir depo yardımıyla depolayarak, kurak dönemlerde bitkilerin sulaması sağlanabilir. Yine mahallelerdeki binaların çatılarından depo yardımı ile su toplanabilir. Bu sayede Şükrüpaşa Mahallesi'nin binalarından 138.326.541,00 m³, Fatih Mahallesi'nin binalarından 91.851.240,00 m³ ve Kocasinan Mahallesi'nin binalarından 60.036.565,00 m³ su toplanabilir. Toplanan su bina içinde arıtılmış ya da bina dışında arıtılmadan kullanılabilir. Edirne için su ve hava kirliliğini de göz önünde bulundurulduğunda, önerilen çözüm yöntemleri hem yağmur suyunun konutlar için kullanımına hem de yeşil alanlar için toplanarak sulanmasına imkan sağlayacaktır. Ayrıca bitkisel elemanlar su ve hava kirliliğini azaltacaktır. Günümüzün en büyük sorunlarından olan iklim değişikliği konusunda mücadele etmek adına kentlerimizi doğayla uyumlu bir şekilde geliştirmeliyiz. Bu nedenle kentsel alanların doğru planlanması ve yağmur suyu yönetimi gelecek için büyük önem taşımaktadır. Sonuçta Edirne ili Merkez ilçesi için kentsel alanda çözüm önerileri sunulmuştur. Bu öneriler farklı kentler için örnek oluşturması bakımından önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Chahar, B. R., Grailot, D., & Gaur, S. (2012). Storm-water management through infiltration trenches. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 138(3), 274-281.
- Çakır, H. K., Arabulan S., Delibaş N. (2015). Kamusal Yeşil Alanların Yapısal Olarak Sınırlandırılması. IX. Uluslararası Sinan Sempozyumu, Edirne.181-188.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2018a). Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu. Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Yayın no:40.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2018b). Yağmur Bahçesi Hazırlama Kılavuzu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü Kentsel Tasarım Dairesi Başkanlığı. Nisan.
- Devlet Su İşleri 11. Bölge Müdürlüğü, (2012). Edirne-Merkez Fatih ve Kocasinan Mahallesi Yerleşim alanının Helvacı Dere Taşkınlarından Korunmasına ait Ön İnceleme Raporu. Haziran, 2012.
- DIN (1989). Rainwater Harvesting Systems - Part 1: Planning, Installation, Operation and Maintenance. German Institute for Standardisation (Deutsches Institut für Normung).
- Edirne Belediyesi (2023). Yağmur Suyu Altyapı Uygulama Projesi, Su Kanalizasyon Müdürlüğü. Haziran, 2023.
- Edirne Tarım İl Müdürlüğü (2005). Edirne Tarım Master Planı. İl Tarım ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi, Edirne.
- Erdoğan, E., & Çetiner, İ. (2014). Düşey Yeşil Sistemlerin Enerji Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*.
- Erkal, T., & Topgül, İ. (2020). Aşağı Meriç Nehri akımlarının mevsimsel ve yıllık değişiminin taşkınlar üzerine etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (74), 33-38.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Bertrand-Krajewski, J.-L. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more–The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525-542.
- Hoyer, J., Dickhaut, W., Kronawitter, L., & Weber, B. (2011). Water sensitive urban design: principles and inspiration for sustainable stormwater management in the city of the future: Jovis Berlin.

- İzmen, Ü. (2014). Bölgesel Kalkınma Dinamikleri: Edirne için orta gelir tuzağından çıkış stratejileri ve 2023 senaryoları. Trakya Kalkınma Ajansı, 2014.
- Melbourne Water (2009). *Water Sensitive Urban Design Guidelines (South East Growth Councils)*. Prepared by Parsons Brinckerhoff for Melbourne Water and the shires of Bass Coast, Cardinia, Mornington Peninsula and South Gippsland, January.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2020). 2020 Sonbahar Mevsimi Yağış Değerlendirmesi. Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yagisraporu.aspx?b=m>
- Naik, T. R. (2008). Sustainability of concrete construction. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 13(2), 98-103.
- NSW Government (2017). Water sensitive urban design guideline, Applying water sensitive urban design principles to NSW transport projects. Roads and Maritime Services, May 2017.
- Poleto, C., & Tassi, R. (2012). Sustainable urban drainage systems. *Drainage Systems*, 55-72.
- Proctor, R. (1996). *Xeriscape plant guide*. Fulcrum Publishing.
- Radcliffe, J. C. (2019). History of water sensitive urban design/low impact development adoption in Australia and internationally. In *Approaches to Water Sensitive Urban Design* (pp. 1-24): Elsevier.
- Sadeghiazhad, S. (2019). Low impact development (LID) practices in flood control of urban areas using SWMM. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Scholz, M., & Grabowiecki, P. (2007). Review of permeable pavement systems. *Building and environment*, 42(11), 3830-3836.
- Shafique, M., Lee, D., & Kim, R. (2016). A field study to evaluate runoff quantity from blue roof and green blue roof in an urban area. *International Journal of Control and Automation*, 9(8), 59-68.
- Smith, C.R and Larson, R. 2003. *Xeriscape Plant Selections and Ideas*, North Dakota University, USA.
- Sponge, T. (2019). *The Sponge Handbook: Chennai-Using the Landscape Approach to transform the South Buckingham Canal Area*. Cities Fit for Climate Change (CFCC) of GIZ.
- Tema (2017). Geleceğin Suyu. Erişim adresi: https://sutema.org/resources/Document/FileName/2015-12-01_22-11-14-692%20GeleceginSuyu.pdf.

- TU Delft (2018). ErQi Sponge City Final Report. Multidisciplinary Project. TU Delft with the collaboration of Arcadis. November, 2018.
- Wade, G. L., Midcap, J. T., Coder, K. D., Landry, G. W., Tyson, A. W., & Neal Jr, W. (2010). Xeriscape: a guide to developing a water-wise landscape. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences and the U.S. Department of Agriculture cooperating.
- Weinstein, G. (1999). Xeriscape handbook: a how-to guide to natural, resource-wise gardening. Fulcrum Publishing.
- Wong, M. Xeriscape Plants; Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai'i at Manoa: Honolulu, HI, USA, 2008. Google Scholar.
- Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R., & Kellagher, R. (2015). The SuDS Manual; CIRIA: London, UK, 2015. Google Scholar.

Termal Konfor Açısından Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Zihni Derin Yerleşkesinin Görüntü İşleme Yöntemleri ile Analizi

Analysis of RTEÜ Zihni Derin Campus with Image Processing Methods in Terms of Thermal Comfort

 Gülçay Ercan OĞUZTÜRK¹,  Caner MURAT²

Özet

Son dönemlerde artan yapılaşmalar, çevre kirlilikleri vb. çevre sorunları ile kentlerin termal konforu olumsuz etkilenmektedir. Rize kenti için önemli bir yere sahip olan Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi (RTEÜ) Zihni Derin yerleşkesinde farklı özelliklere sahip alanlar, farklı yapı malzemeleri ve bitki dokuları termal kamera ile görüntülenmiştir. 2023 yılı ağustos ayı içerisinde aynı bakı, yükseklik ve yakın fiziksel özelliklere sahip (yeşil alan, gölgelendirme ve malzeme tipi) alanlardan seçilen mekânların yüzey sıcaklık değişimleri, 10 farklı alanda termal kamera kayıtlarının görüntü işleme metotları ile analiz edilmesiyle ortaya koyulmuştur. Aynı gün içerisinde 15:00-16:00 saatleri arasında yapılan ölçümler sonucu yeşil alan, sert zeminler ve yapı malzemeleri arasındaki yüzey sıcaklık farkları belirlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda ölçümü yapılan bölgelerin termal konfor bakımından ideal aralıkta olma durumları tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda kentsel alanlardaki termal konfor açısından bitkilerin önemli olduğu, yapılan tasarımlarda bitkisel alanların, ahşap zeminlerin ve gölgelendirmelerin artırılması gerektiği görülmüştür. Bu çalışmanın benzer çalışmalar için öncü olması düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Üniversite yerleşkeleri, Termal Kamera, Termal Konfor, Görüntü İşleme

Abstract

Recently, increasing construction, environmental pollution, etc. As environmental problems increase, the thermal comfort of cities is negatively affected. Areas with different characteristics, different building materials and plant tissues were imaged with a thermal camera in the Zihni Derin campus of Recep Tayyip Erdoğan University (RTEÜ), which has an important place for the city of Rize. In August 2023, the surface temperature changes of places selected from areas with the same aspect, elevation and similar physical properties (green area, shading and material type) were revealed by analyzing thermal camera records in 10 different areas with image processing methods. As a result of the measurements made between 15:00-16:00 on the same day, surface temperature differences between green areas, hard floors and building materials were determined. In line with this data, it has been determined that the measured areas are within the ideal range in terms of thermal comfort. As a result of these evaluations, it was seen that plants are important in terms of thermal comfort in urban areas and that plant areas, wooden floors and shading should be increased in the designs. This study is thought to be a pioneer for similar studies.

Keywords: University campuses, Thermal Camera, Thermal Comfort, Image Process

Geliş Tarihi: 06.12.2023, Düzeltme Tarihi: 18.12.2023, Kabul Tarihi: 21.12.2023

Adres¹: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü
 Adres²: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Müh. Bölümü

E-mail: caner.murat@erdogan.edu.tr

1. Giriş

Son yıllarda görülen nüfus artışı, kentsel alanlardaki çevre ve hava kirliliği gibi faktörler, bu alanlarda yaşayan kişilerin yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Artan yapılaşma ve yol ağlarının genişlemesi ile yeşil alanların kısıtlı alanlarda kalması sonucu kentsel alanlarda termal konforun azalması ve çeşitli çevresel sorunların yaşanmasına sebep olmaktadır (Takebayashi, 2009). Kentsel alanlar için önemli bir yere sahip olan yeşil alanlar, kullanıcılara fiziksel ve psikolojik olarak avantaj sunmalarının yanı sıra (Parsons, 2002; Payton, 2008; Carlson, 2010; Nordh, 2011) termal konfor açısından da katkı sağlamaktadırlar.

Bu bağlamda yeşil alanlar sadece estetik açıdan değil, termal konfor açısından da oldukça önemlidir (Yılmaz, 2007; Canan, 2019).

Üniversiteler, kentsel alanlar için önemli rol oynamakta olup, alternatif yeşil alan oluşturmak için yüksek potansiyele sahip, kentsel ekosistemlerin bileşenleridir (Oğuztürk G. E., 2023). Kentlerde alternatif yeşil alanlar sunarak; suyun etkin kullanılması, hava kalitesinin artırılması, sürdürülebilir yeşil alanlar oluşturması, doğal bitki türlerine kullanarak ekolojik sürdürülebilirlik vb. kent konforu üzerinde etkili bir faktördür ve bütüncül olarak değerlendirilmeleri önemlidir (Çorbacı Ö. L., 2017; Çorbacı Ö. L., 2018; Güneroğlu, 2018; Çorbacı Ö. L., 2021; Oğuztürk G. E., 2022; Oğuztürk G. E., 2023). Son dönemlerde kentsel konfor çalışmaları kapsamında yöntem olarak termal kamera kullanımı ön plana çıkmıştır. Termal kameralar aracılığı ile yüzey sıcaklık ölçümleri yapılarak, bu veriler ışığında kentsel yaşam alanlarının mevcut durumları tespit edilerek geleceğe yönelik iyileştirmelerin yapılması açısından önemli bilgiler sağlamaktadır (Smigaj, 2015).

Peyzaj planla ve tasarım bağlamında, termal görüntüleme, karmaşık görüntü işleme yöntemleri tarafından desteklenen önemli bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Termal analiz uygulaması, açık hava ortamlarındaki sıcaklık dinamiklerinin incelenmesinde ince detaylar sağlamaktadır. İnvaziv olmayan yöntemlerle, bu yöntem mikro iklim nüansları, termal konfor eşiklerini ve enerji dağılımını ayırt eder. Kızılötesi termal görüntülemenin hızlı sağladığı bilgiler, açık alanların optimizasyonunda bilinçli kararlar alınmasına katkıda bulunur; bu da insan konforu, bitki büyüme parametreleri ve enerji korunumu için düşünce noktalarını içerir. Bu, termal görüntülemenin geleneksel sektörlerin ötesindeki adaptasyonunu vurgular ve özellikle sürdürülebilir peyzaj tasarımı ve planlama bağlamında akademik alandaki önemini kurar (Vadivambal, 2011).

Son yıllardaki nüfus artışı ve buna bağlı olarak kentsel alanlardaki hava ve çevre kirliliği, enerji tüketiminin artması gibi birçok sebep bu alanlardaki yaşam kalitesini düşürmektedir. Bu alanlarda yaşayan kişilerin ihtiyaçlarını karşılamak için artan konut, yol, ticaret alanları vb. alanların genişlemesi ile yeşil alanların azalması ve yetersizliği daha da ön plana çıkmaktadır. Bu da kentsel alanlarda termal açıdan konforsuz ve birçok çevre sorununu beraberinde getirmektedir. Kentsel alanlardaki yeşil alanlar kent konforu açısından oldukça önemlidir. Bu konuda birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir (Yılmaz, 2007; Canan, 2019)

Kentsel alanlar için önemli bir yere sahip olan Üniversite yerleşkeleri karbon döngüsü, su yönetimi, doğal bitki kullanımı ve sürdürülebilir yeşil alan kullanımları bakımından kent konforu için oldukça önemli bir yere sahiptir. Son dönemlerde kentsel konfor çalışmalarında birçok yöntem kullanılmaktadır. Termal konforlu alanları belirlemede termal kamera kullanımı da son dönemlerde hız kazanmıştır. Termal kameralar ile yüzey sıcaklık ölçümleri yapılmaktadır. Kentsel yaşam alanlarının mevcut durumlarını tespit ederek ileriye dönük iyileştirmeler yapmak açısından kullanılmaktadır (Smigaj, 2015)

Bu çalışma kapsamında da Rize için önemli bir yere sahip olan RTEÜ Zihni Derin yerleşkesindeki seçili alanların yüzey sıcaklığı ölçülerek kent konforuna olan katkısı ortaya koyulmuştur. Termal kamera ölçümlerinin değerlendirilmesiyle Rize kentsel mekânları açısından yaz aylarında yaşanan yüzey sıcaklığının azaltılması ve termal konfor seviyesinin artırılması için öneriler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda termal konforu yüksek kent ortamı yaratmayı ön plana çıkartan ve yeşil alan kullanımını destekleyen yaklaşımın gerekliliği vurgulanmıştır. Bu veriler ışığında elde edilen bilgilerin kent alanlarındaki planlamalarda öncü olacağı, benzer çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı olarak Rize ili Fener mahallesinde yer alan RTEÜ Zihni Derin yerleşkesi seçilmiştir. Yerleşkede Spor Bilimleri Fakültesi, Hukuk Fakültesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İlahiyat Fakültesi, Su Ürünleri Fakültesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Adalet Meslek Yüksekokulu, Yabancı Diller Yüksekokulu, Rektörlük binası ve idari binalar yer almaktadır.

Yürütülen bu çalışmada yerleşke içerisinde seçilen farklı özelliklerdeki alanların 2023 Ağustos ayında yapılan termal kamera ölçümleri değerlendirilmiştir. Çalışma alanında açık havada yapılmış olan ölçümler yerden 1,5 m yükseklikte ve saat 15:00-16:00

civarlarında aynı bakı, yükseklik ve yakın fiziksel özelliklere sahip (yeşil alan, gölgelendirme ve malzeme tipi) alanlardan seçilmeye özen gösterilmiştir. Ölçüm noktaları yerleşke içerisinde seçilen alanlar; 1: Kütüphane yanı dinlenme alanı, 2: İlahiyat Fakültesi dinlenme alanı, 3: Cami çevresi dinlenme alanı, 4: Lisansüstü Eğitim Enstitüsü dinlenme alanı, 5: Kütüphane önü dinlenme alanı, 6: Sera üst yolu, 7: Kültür merkezi binası batı tarafı, satranç alanı, 8: Lojman yolu merdivenleri, 9: Sera alt yolu, 10: İlahiyat Fakültesi yürüme yolu olarak numaralar halinde tanımlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Lokasyon Haritası.

Bu alanların ölçümü için UTİ165 A model termal kamera kullanılmıştır. Bu doğrultuda alanların sıcaklıkları ölçülmüştür.

Termal Konfor (TS) Hesabı

Çalışma alanında termal konforu etkileyen önemli faktörler sıcaklık ve rüzgâr olduğu için alan içerisindeki rüzgâr yönü tespiti ve sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Araştırma alanı için Rize Meteoroloji 12.Bölge Müdürlüğüne tespit edilen rüzgâr yönünün Kuzey batı ve sıcaklığın ise 33 °C olduğu belirlenmiştir.

Givoni arkadaşlarının 2003 yılında yaptıkları çalışmada, Japonya ve İsrail gibi iki çok farklı bölgede dış mekân konforu üzerine araştırmalar yapmıştır. Bulgularına dayanarak, Givoni, insanların dış mekânda termal konfor durumunu hava sıcaklığı, güneş radyasyonu ve rüzgâr hızı fonksiyonu olarak tahmin etmek için Denklem 1'de gösterilen formülü geliştirmiştir.

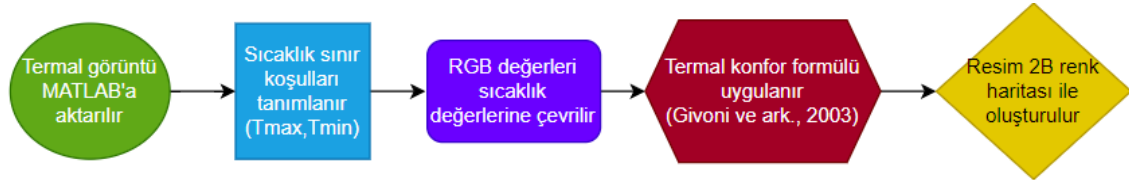
Çalışmanın sonuçlarına göre, göreceli nemin konfor algısı üzerinde istatistiksel olarak anlamsız bir etkisi olduğu gösterilmiştir (Givoni, 2003; Cheng, 2006).

$$TS=1.2+0.1115*T_a+0.0019 * S - 0.3185 * u \quad (\text{Denklem 1})$$

Burada TS, termal konfor; T_a , havanın anlık sıcaklığı; S, Güneş radyasyonu (W/m^2) ve u, rüzgâr hızıdır (m/s). TS, 1 ile 7 arasında değerler oluşturmakta ve bu değerler aşağıdaki gibi nitelendirilmektedir: 1 (aşırı soğuk), 2 (soğuk), 3 (serin), 4 (normal), 5 (sıcak), 6 (çok sıcak), 7 (dayanılmaz sıcak).

Denklem 1, Rize bölgesi için uyarlandığında rüzgâr hızı Ağustos ayında 1 m/s, ve güneş radyasyonu ise 200 W/m^2 olarak kullanılmıştır.

Termal kamera görüntüsünden termal konfor hesaplatan bir görüntü işleme algoritması MATLAB (matris laboratuvarı) kodu ile gösterilmiştir (Şekil 2). Bu algoritma, BMP dosya uzantılı bir görüntüsü üzerinden sıcaklık analizi yaparak, belirli bir sıcaklık aralığı içinde termal konfor haritalarını üretir. İlk olarak, görüntü işleme süreci için gerekli olan veriler yüklenir ve belirlenen sıcaklık aralığına dönüştürülür. Oluşturulan sıcaklık haritaları, orijinal görüntü ile birlikte görselleştirilir, ardından termal konfor haritası hesaplanır. Bu kod parçası, sıcaklık analizi için temel bir rehber sağlayarak, kentsel mekânlarda konforun değerlendirilmesine ve iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır.



Şekil 2. Termal kamera görüntüsünden termal konfor hesaplatan görüntü işleme algoritması.

Şekil 2’de algoritması verilen MATLAB kodu, termal konfor analizinde kullanılan bir görüntü işleme sürecini gerçekleştirir. İlk olarak, “imageData” değişkenine belirtilen dosya yolundaki bir BMP görüntüsü yüklenir. Ardından, sıcaklık aralığı “maxTemperature” ve “minTemperature” değişkenleriyle belirlenir. Daha sonra, “convertRGBtoTemperature” fonksiyonu çağrılarak RGB renk değerleri belirtilen sıcaklık aralığına dönüştürülür. Oluşturulan sıcaklık verileri, orijinal görüntü ve sıcaklık haritası olarak iki ayrı figürde görselleştirilir. İlk olarak, orijinal görüntü “imshow” fonksiyonu ile görüntülenir ve başlık eklenir. Ardından, sıcaklık verileri renkli bir harita ile gösterilir, renk aralığı belirtilen sıcaklık değerleri arasında olacak şekilde ayarlanır. Daha sonra, termal duygu haritası hesaplanır. Güneş radyasyonu (S) ve rüzgâr hızı (u) belirlenen sabit değerlerle birlikte kullanılarak, Denklem 1’e göre termal duygu değerleri hesaplanır. Elde edilen termal duygu

haritası da bir figür üzerinde renkli bir harita olarak gösterilir. Son olarak, “convertRGBtoTemperature” fonksiyonu, RGB renk değerlerini sıcaklık değerlerine dönüştüren özel bir fonksiyon olarak tanımlanmıştır. Bu fonksiyon, görüntüdeki kırmızı renk kanalındaki yoğunluğu kullanarak belirtilen sıcaklık aralığına doğrusal bir dönüşüm uygular. Bu kod parçası, görüntü işleme ve sıcaklık analizi konularında temel bir anlayış sunarak, termal konfor değerlerinin belirlenmesi ve görselleştirilmesi için bir rehber niteliğindedir.

3. Bulgular

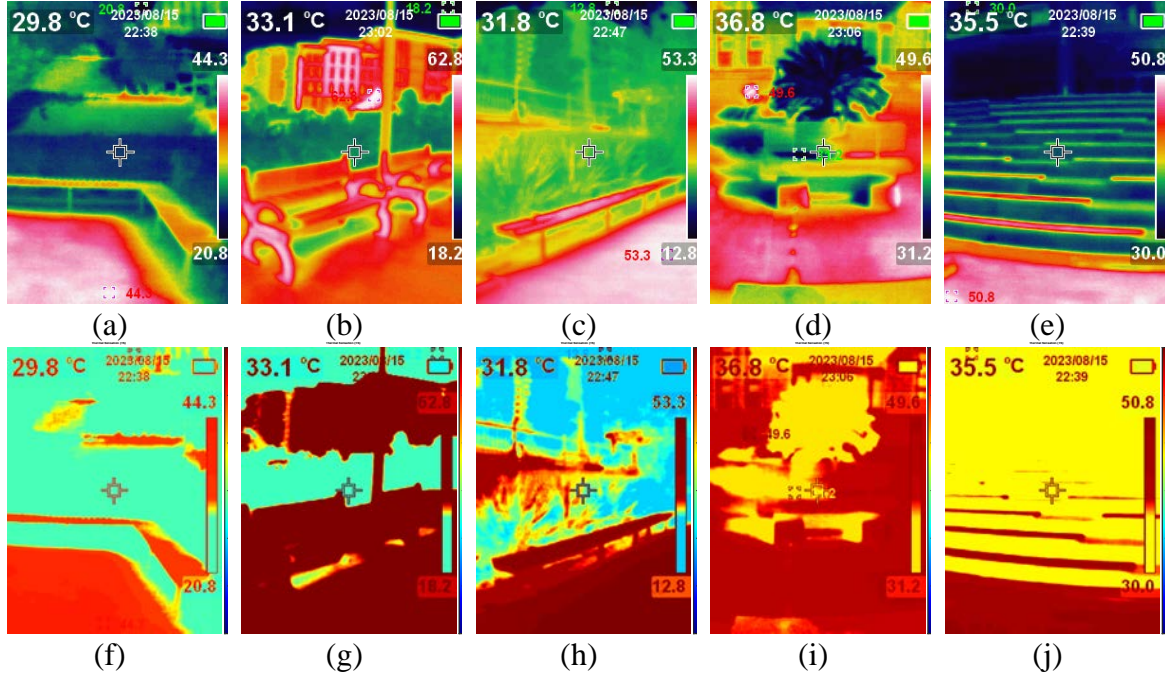
Materyal ve Yöntem bölümünde tanımlanan çalışmalar sonucunda ilgili bölgelerdeki en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklıklar tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu sıcaklık ölçüm değerleri yeşil alan, malzeme tipi ve gölgelendirmenin mevcudiyetine göre farklı sonuçlar oluşturmuştur. Bu fiziksel özellikler sonucunda farklı sıcaklık ölçümlerinin oluşması tasarım açısından önemli bir veridir. Böylece yapılacak olan kentsel alan çalışmalarına öncülük olarak kullanıcılar için termal konforu ideal aralıkta olan mekânlar oluşturulacaktır.

Çizelge 1. RTEÜ Zihni Derin Yerleşkesinde 2023 Ağustos ayında termal kamera ile yapılan yüzey sıcaklık ölçüm değerleri (1 nolu alan kütüphane yanı dinlenme alanı, 2 nolu alan ilahiyat fakültesi dinlenme alanı, 3 nolu alan cami çevresi dinlenme alanı, 4 nolu alan lisansüstü eğitim enstitüsü dinlenme alanı, 5 nolu alan kütüphane önü dinlenme alanı, 6 nolu alan sera üst yolu, 7 nolu alan satranç alanı merdivenleri, 8 nolu alan lojman yolu merdivenleri, 9 nolu alan sera alt yolu, 10 nolu alan ilahiyat fakültesi yürüme yolu; TS: Termal Konfor).

Bitkisel Ve Yapısal Alan	Malzeme Tipi	Ağaçlandırma	Gölgelendirme	En Düşük Yüzey Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Yüzey Sıcaklığı (°C)	Ortalama Yüzey Sıcaklığı (°C)	TS
1	Tahta	Var	Var	20.8	44.3	29.8	3
2	Tahta	Var	Yok	18.2	62.8	33.1	3
3	Tahta	Var	Yok	12.8	53.3	31.8	2
4	Demir	Var	Yok	31.2	49.6	36.8	5
5	Beton	Yok	Var	30.0	50.8	35.5	5
6	Beton	Var	Yok	46.4	12.5	30.6	6
7	Beton	Var	Var	55.6	10.6	37.0	4
8	Beton	Yok	Var	47.1	30.4	33.2	5
9	Beton	Var	Yok	46.3	3.9	29.0	6
10	Taş	Yok	Yok	57.6	18.1	41.5	7

RTEÜ Zihni Derin yerleşkesinde gerçekleştirilen termal kamera ölçümleri, çeşitli alanlarda yapılan incelemelerle elde edilen verileri içermektedir. Şekil 3'de sunulan termal kamera ölçüm görüntüleri, kütüphane yanı, ilahiyat fakültesi, cami alanı, lisansüstü eğitim enstitüsü ve kütüphane önü oturma alanlarına aittir. Bu alanlarda gerçekleştirilen termal kamera ölçümleri kullanılarak görüntü işleme metotları ile termal konfor haritalarını

hesaplanmıştır. Elde edilen termal konfor haritaları, yapılan ölçümler sonucu belirlenen sıcaklık değişimlerini göstermektedir. Bu termal kamera ölçüm görüntüleri ve elde edilen termal konfor haritaları, kentsel alanlardaki termal konfor açısından önemli bilgiler sunmaktadır. Özellikle yapılan önerilerin uygulanmasıyla, çevresel faktörlerin etkisi altında olan kentlerde daha sağlıklı ve konforlu açık alanlar oluşturulması hedeflenmektedir. Bu veriler, planlama ve tasarım süreçlerinde bitkisel alanların ve çeşitli yüzey özelliklerinin kullanımının artırılması konusunda yol gösterici olacaktır.

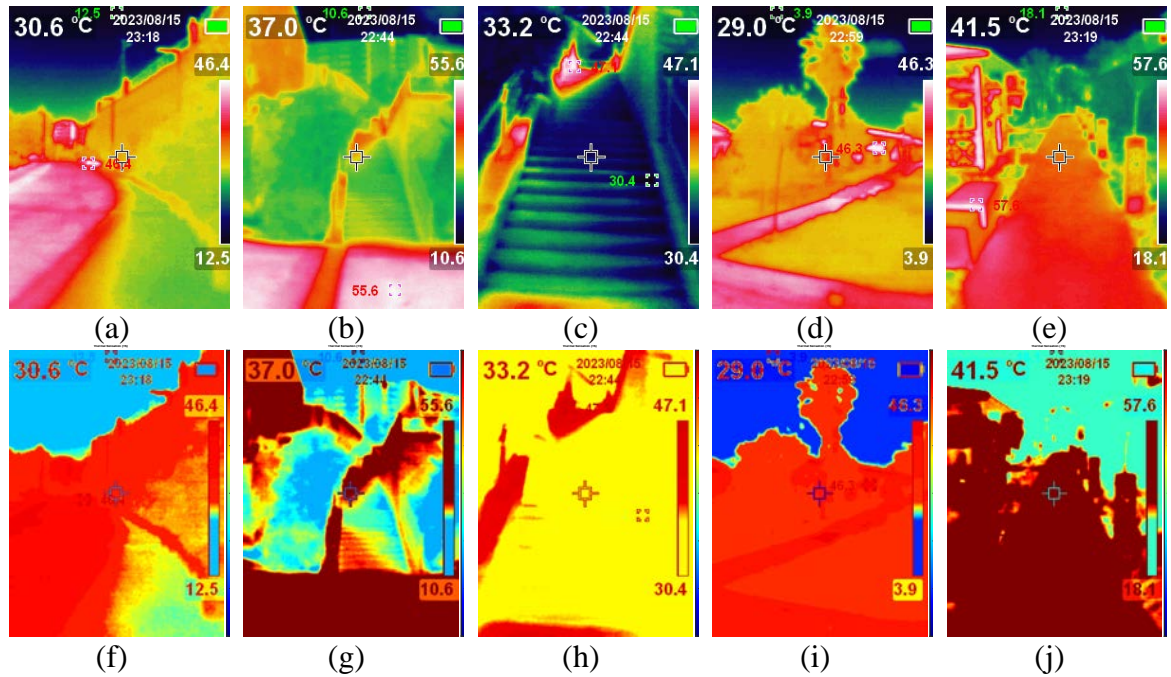


Şekil 3. (a) kütüphane yanı, (b) ilahiyat fakültesi, (c) cami alanı, (d) lisansüstü eğitim enstitüsü, (e) kütüphane önü oturma alanlarının termal kamera ölçüm görüntüleri ve sırası ile bunlara karşılık gelen görüntü işleme sonucu elde edilmiş termal konfor haritası (f), (g), (h), (i), (j).

Şekil 3(f)'deki 1 nolu kütüphane yanı oturma alanının termal konfor analizi, oturma ve zemin bölgelerinde 6 birimlik termal konforun çok sıcak olarak tanımlandığını, aynı zamanda baş, gövde ve bacakları kapsayan geniş bir bölümde 3 birimlik termal konforun normal seviyede olduğunu göstermiştir. Şekil 3(g)'deki 2 nolu ilahiyat fakültesi oturma alanının termal konfor analizinde ise, oturma ve zemin bölgelerinde dayanılmaz sıcak olarak belirlenen 7 birimlik termal konfor değeri ile birlikte, baş, gövde ve bacakları kapsayan geniş bir bölümde 3 birimlik termal konforun gözlemlendiği tespit edilmiştir. Şekil 3(h)'deki 3 nolu cami alanı oturma alanının termal konfor analizinde oturma, zemin ve bacak bölgelerinde tanımlanan termal konfor değeri 7 birimdir, bu bölgelerde çok sıcak olarak belirlenen bir termal konfor durumu mevcuttur. Baş ve gövde bölgelerinde ise serin olarak tanımlanan 2 birimlik termal konfor belirlenmiştir. Son olarak, Şekil 3(i)'deki 4 nolu

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü ve Şekil 3(j)'deki 5 nolu kütüphane önü oturma alanlarının termal konfor analizi incelendiğinde; oturma, zemin ve bacak bölgelerinde dayanılmaz sıcak olarak belirlenen 7 birimlik termal konfor değeri hesaplanmıştır. Aynı alanlarda baş ve gövde bölgelerinde ise 5 birimlik termal konfor değeri belirlenmiştir. Bitki ve gölgelendirmenin termal konforu olumlu yönde etkilediğini gösteren bu sonuçlar, bu öğelerin kullanılmadığı bölgelerin özellikle yaz aylarında kullanılmadığını ve kentsel tasarım süreçlerinde bitki ve gölgelendirmenin önemli bir strateji olarak ele alınması gerektiğini öne sürmektedir.

Şekil 3'de incelenen oturma alanlarına odaklı termal konfor analizine ek olarak, Zihni Derin Yerleşkesinde bulunan yürüme yolları ve merdivenlerin termal konfor analizi Şekil 4'de gerçekleştirilmiştir. Yürüme yolları ve merdivenlerin peyzaj tasarımı, gölgelendirmesi ve yapısında kullanılan malzemeler termal konfor üzerinde doğrudan etkisi olmuş ve sonuçlar analiz edilmiştir.



Şekil 4. (a) sera üst yolu, (b) satranç sahası merdiveni, (c) lojman merdiveni, (d) sera alt yolu, (e) ilahiyat fakültesi yürüme yolu termal kamera ölçüm görüntüleri ve sırası ile bunlara karşılık gelen görüntü işleme sonucu elde edilmiş termal konfor haritası (f), (g), (h), (i), (j).

Şekil 4(f)'deki 6 nolu sera üst yolunun termal konfor analizi, 6 birimlik termal konforun çok sıcak olarak değerlendirildiğini göstermiştir. Bu görselde yolun sadece sağ tarafında yeşil alan bulunduğundan termal konforu istenilen seviye yaklaştırmaya yetmemiştir. Sol tarafında bitki grubu bulunan ve her iki tarafında gölgelendirme bulunan Şekil 4(g)'deki 7 nolu satranç sahası merdiveni termal konfor analizi incelendiğinde, bu

alanın termal konfor değerinin 3-4 birim arası olarak serin belirlendiği görülmüştür. Şekil 4(h)'deki 8 nolu lojman merdiveninin ise her iki tarafında gölgelendirme olup, yeşil alan olmaması termal konfor analizinde sıcak olarak tanımlan 5 birime yakın sonuçlar oluşmasını sağlamıştır. Şekil 4(i)'deki 9 nolu sera alt yolunda termal konforu yeşil alan olmasına rağmen gölgelendirme olmamasından dolayı çok sıcak olarak belirlenen 6 birimlik termal konfor değerine ulaştığı belirlenmiştir. Son olarak Şekil 4(j)'deki 10 nolu gölgelendirme ve bitki grubundan yoksun ilahiyat fakültesi yürüne yolunun 7 birimlik dayanılmaz sıcak olarak tanımlanan termal konfor seviyesi hesaplanmıştır. Şekiller aracılığıyla elde edilen termal konfor analiz sonuçları, yerleşke içindeki çeşitli bölgelerde farklılık göstermektedir. Bu çeşitlilik, dış mekân yolları ve merdivenlerin termal konforunu etkileyen çeşitli tasarım unsurlarından kaynaklanmaktadır. Yapılan değerlendirmeler, açık alan tasarımının ve peyzaj düzenlemelerinin, sıcaklık ve konfor seviyelerini belirlemede kritik bir etken olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, kentsel planlama süreçlerinde bu analiz sonuçlarının dikkate alınması, sürdürülebilir ve konforlu kentsel mekânlar oluşturmak adına önemlidir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerde gölgelendirmelerin termal konfor üzerinde en büyük etki oluşturduğu ve ardından yeşil alan mevcudiyetinin termal konforun ideal olmasını sağlayan faktörlerden olduğu görülmüştür. Malzeme tipi termal konforu değiştiren temel bir faktör olmasına rağmen, gölgelendirme ve yeşil alana kıyasla daha az etki ettiği saptanmıştır. Bu doğrultuda yapılacak olan kentsel alan çalışmalarında gölgelendirme ve yeşil alan miktarları artırılıp, kullanılacak olan yapı materyallerinde ahşap ağırlıklı seçim yapılarak termal konfor açısından ideal seçenekler oluşturulabilir.

Kentsel alanlarda termal konfor o alanda yaşayanlar için oldukça önemlidir. Termal konforu ideal olan alanlar kişilerin yaşam kalitelerini olumlu etkilediği gibi verimlilik ve üretkenliklerine de katkı sağlamaktadır. Bu yüzden bu alanların artması kent kullanıcıları açısından önem arz etmektedir. Yerleşkeler kentler açısından temsil niteliğindeki alanlar olduğu için yerleşkelerin dinlenme alanlarında ve yürüyüş yollarında bu etkilerin artırılması açısından yeşil alanlara geniş yer verilmesi, malzeme tiplerinin bu alanlara göre seçilmesi kent kullanıcıları ve yerleşke kullanıcıları açısından önemlidir. Üretkenliğin ön planda olduğu yerleşke alanlarında bu verimliliği arttırmak ve kullanıcılara çalışmalarında sosyal olarak destek sağlamak açısından yapılacak olan tasarım ve planlama çalışmalarında bu faktörler göz önüne alınmalıdır.

Kaynaklar

- Canan, F., Golasi, I., Ciancio, V., Coppi, M., & Salata, F. (2019). Outdoor thermal comfort conditions during summer in a cold semi-arid climate. A transversal field survey in Central Anatolia (Turkey). *Building and Environment*, 148(1), 212-224.
- Carlson, A. (2010). Contemporary Environmental Aesthetics and the Requirements of Environmentalism. *Environmental Values*, 19, 289-314.
- Cheng, V., & Ng, E. (2006). Thermal comfort in urban open spaces for Hong Kong. *Architectural Science Review*, 49(3), 236-242.
- Çorbacı, Ö. L., (2017). A Review of Karabuk University Iron And Steel Campus According To Planting Design Principles. E. M. Peter Lang içinde, *Sustainable Landscape Planning and Desing*.
- Çorbacı, Ö. L., & Ertekin M. (2018). The Most Recent Studies in Science and Art. A. A. Hasan Arapgırlıoğlu içinde, (*Sustainable Green Campuses*) Gece Publishing.
- Çorbacı, Ö. L., & Bayramoğlu E. (2021). Drought Tolerant Landscape Design Approach Example of RTE Campus. *Fresenius Environmental Bulletin*, 11948-11955.
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., & Becker, S. (2003). Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 77-86.
- Güneroğlu, N., Bekar, M., Aktürk, E., & Dihkan, A. (2018). Kentsel Yeşil Alan Sistemlerinde Hobi Bahçeleri; Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni Kampüs Örneği. *International Journal Of Social And Humanities Sciences Research (Jshsr)*, 2253-2263.
- Nordh, H., Alalouch, C., & Hartig, T. (2011). Assessing restorative components of small urban parks using conjoint methodology. *Urban Forestry & Urban Greening*, 95-103.
- Oğuztürk, G. E., & Pulatkan, M. (2022). Üniversite Yerleşkelerinin Bütüncül Planlama Yaklaşımıyla Değerlendirilmesinin Bibliyometrik Analiz İle İrdelenmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 18(2), 1-13.
- Oğuztürk, G. E., & Pulatkan, M. (2023). Evaluation Of Urban University Campuses Within The Scope Of Sustainability; Some Urban Campus Examples. *In Landscape Research III*, Lyon: Livre de Lyon, 111-134.
- Oğuztürk, G. E., & Pulatkan, M. (2023). Interaction of Urban and University Campuses; KTU Kanuni Campus Example. *Architectural Sciences and Urban/Environmental Studies-I*, 22-43.

- Parsons, R., & Daniel, T. C. (2002). Good looking: in defense of scenic landscape aesthetics. *Landscape and Urban Planning*, 60(1), 43-56.
- Payton, S., Lindsey, G., Wilson, J., Ottensmann, J. R., & Man, J. (2008). Valuing the benefits of the urban forest: a spatial hedonic approach. *Journal of environmental planning and management*, 51(6), 717-736.
- Smigaj, M., Gaulton, R., Barr, S.L., & Suárez, J. C. (2015). Uav-Borne Thermal Imaging for Forest Health Monitoring: Detection of Diseaseinduced Canopy Temperature Increase. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial information*, 40(3), 349-354.
- Takebayashi, H., & Moriyama, M. (2009). Study on the urban heat island mitigation effect achieved by converting to grass-covered parking. *Solar Energy*, 83(8), 1211-1223.
- Vadivambal, R., & Jayas, D. S. (2011). Applications of thermal imaging in agriculture and food industry—a review. *Food and bioprocess technology*, 186-199.
- Yilmaz, S., Toy, S., & Yilmaz, H. (2007). Human Thermal Comfort over Three Different Land Surfaces during summer in the City of Erzurum, Turkey. *Atmosfera*, 20(3), 289-297.

CNC Makineleri ile Ahşap Yüzeylerin Şekillendirilmesinde Çözünürlük ve Tolerans Değerlerinin Önemi*

The Importance of Resolution and Tolerance Values in the Shaping of Wood Surfaces with CNC Machines

 Tuncay BOSTAN¹,  Bekir Cihad BAL²

Özet

Bu çalışmanın amacı, CNC makineleri ile masif ahşap yüzeylerin şekillendirilmesinde çözünürlük ve tolerans değerlerinin etkisini belirlemektir. Önceki çalışmalarda, masif ahşap ve ahşap esaslı levhaların yüzeylerinin düz işlenmesinde oluşan yüzey pürüzlülüğü ve süre üzerine etki eden faktörler üzerine araştırmalar yapılmıştır. Önceki çalışmalarda ahşap yüzeylerin rölyef işlenmesinde çözünürlük ve toleransın etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Denemelerde, 3 farklı tolerans değerinde ve 3 farklı çözünürlük değerinde çalışma planı oluşturulmuştur. CNC makinesi kesme parametreleri sabit tutulmuştur. Elde edilen verilere göre; çözünürlüğün artması ile genel olarak pürüzlülük değerinde (R_a) bir azalma olduğu belirlenmiştir. Fakat tolerans arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmektedir. Çözünürlüğün süre ve enerji tüketimi üzerine çok fazla etki etmediği tespit edilmiştir. Toleransın ise enerji ve süreyi etkilediği ve tolerans arttıkça enerji tüketimi ve sürenin azaldığı tespit edilmiştir. Genel olarak, enerji tüketimi ve süre arttıkça yüzey pürüzlülüğünün azaldığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: CNC makinesi, mobilya, rölyef oymacılık

Abstract

The aim of this study is to determine the effect of resolution and tolerance values on the shaping of solid wood surfaces by CNC machines. In the previous studies, the surface roughness and the factors affecting the duration of the surface treatment of the solid wood and wood based boards were studied. In previous studies, there is no study on the effect of resolution and tolerance on the processing of wood surfaces. According to the data obtained, it is seen that there is a decrease in the roughness value (R_a) in general with the increase in resolution. However it is seen that the surface roughness also increases as the tolerance increases. It has been found that the resolution does not have much effect on processing time and energy consumption. It is determined that the tolerance affects the energy consumption and time, and the tolerance decreases as the energy consumption and duration decrease. In general, it can be said that the surface roughness decreased as energy consumption and time increased.

Keywords: CNC machines, furniture, relief carving

Geliş Tarihi: 14.09.2023, **Düzeltilme Tarihi:** 23.11.2023 **Kabul Tarihi:** 24.11.2023

Adres: ¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Müh. ABD, Kahramanmaraş/Türkiye, ²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Malzeme Bölümü

E-mail: bcbal@hotmail.com

*Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "CNC makineleri ile ahşap yüzeylerin şekillendirilmesinde çözünürlük ve tolerans değerlerinin önemi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Mobilyaları estetik gösteren en önemli unsurlardan birisi yüzey süslemeleridir. Yüzey süslemeleri eski yöntemlerle yapıldığında çok uzun zaman almakta ve maliyeti yüksek olmaktadır. Teknolojik gelişmelerle beraber yüzey süslemeciliğinde el işçiliğinin yerini makineler almaya başlamıştır. Günümüzde yüzey süslemeciliğinde CNC makineleri kullanılmaktadır. CNC makinelerini doğru şekilde çalıştırabilmek için farklı takım yolu kodları oluşturulması gerekmektedir. Bunlar; bıçak motoru hızı, dalma hızı, besleme hızı, bıçak dalma miktarı, bıçak adımı, işleme metodu, işleme stratejisi vs. dir. Yapılan bu takım yolu ayarların değişmesi ile CNC makinelerinde işlenen parça için yüzey kalitesi ve işlem süresi değişmektedir.

Önceki çalışmalarda, ahşap veya ahşap esaslı malzemelerin yüzeylerinin düz (2 boyutlu) işlenmesi esnasında oluşan yüzey pürüzlülüğü ve süre üzerine etki eden faktörler üzerine çalışılmıştır. Örneğin; Mitchell ve Lemaster (2002) tarafından, Akçağaç odununun CNC makinesinde işlenmesi sırasında işleme parametrelerinin yüzey kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen verilere; göre takım yolu stratejisinin etkisi göz önüne alındığında, düz yüzeylerde aynı yönlü işlemenin zıt yönlü işlemeye göre yüzey kalitesini iyileştirdiğini belirlemişlerdir. Kılıç ve Demirci (2003), kestane ve sarıçam ağacından hazırlanan test örnekleri üzerinde, ağaç türünün, testere diş sayısının ve besleme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri tespit edilmiş ve en düzgün yüzey sarıçamdan elde edilen test örneklerinde 40 dişli testere ile işlem gören gruplarda elde edilmiştir. Ohuchi ve Murase (2006), yapraklı ve ibreli ağaç türlerinden hazırlanmış masif panellerin CNC tezgâhlarda işlenmesin de uygulanan işleme parametrelerinin işlenen ağacın yüzeyinde oluşan pürüzlülüğe olan etkisini istatistiksel olarak değerlendirmişlerdir. Aydemir (2006), bıçakların yıpranması ve uygun kesici takım seçilmesi, işleme süresini ve maliyeti azaltması gibi sebepler dışında yüzey kalitesinin artması açısından da çok önemli olduğunu belirtmiştir. Efe ve Gürleyen (2007), sarıçam, meşe, akasya ve doğu kayını ağaç türleri, 2'li ve 4'lü kesici sayısı ile 4400 dev/dk, 6000 dev/dk, 7800 dev/dk, 10000 dev/dk'lık parametrelere bağlı olarak deneyler yapmışlardır. Elde edilen verilere göre; kesici sayısı, devir sayısı ve kesiş yönü etkileşimlerine bağlı en iyi sonucun sarıçam ağacından elde edildiğini belirtmişlerdir. Aknouche ve ark. (2009), tarafından yapılan çalışmada deney örneği olarak Halep çamı kullanmışlardır. Halep çamı ağacının CNC ile işlenmesi sırasında kesme kuvvetinin, kesici bıçağın aşınması üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda kesme kuvveti ile bıçak aşınması arasında bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Davim ve ark. (2009), CNC

ile yapılan dik işlemede devir sayısının ve besleme hızının yüzey pürüzlülüğünü etkilediğini belirlemişlerdir. Düşük besleme hızında ve yüksek devirde yüzey kalitesinin arttığı gözlenmiştir. Sütçü ve Karagöz (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, masif ahşap panellerin (kayın, kestane ve ceviz) üzerine yinyang modeli CNC ile işlenerek kesme genişliği, kesme derinliği, kesme yönü, besleme hızı ve bıçak motoru hızı gibi bazı takım yolu ayarlarının ahşap yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelenmiştir. Sofuoğlu (2015), yaptığı çalışmada, Avrupa karaçam ağacında taguchi yöntemini kullanarak belirlenen işleme parametrelerin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılarak optimum değerleri belirlemiştir. Bu çalışma sonucunda, devir hızı arttıkça R_a ve R_z değerlerinin iyileştiği, besleme hızının artmasıyla R_a ve R_z değerlerinin arttığı, takım yollarından offset işleme stratejisinin zigzag işleme stratejisine göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Çakıroğlu (2022) tarafından, kültürel mimari yapılardaki motiflerin modern yapılarda kullanılması alanında bir çalışma yapılmış ve bu çalışmada, bazı cami mobilya yüzeylerinin CNC makineleri kullanılarak işlenmesinde, farklı bıçak çapları ile farklı kesme ve besleme hızlarında işlenen yüzeylerin pürüzlülüğü, ıslanabilirliği ve makinenin enerji tüketimi belirlenmeye çalışılmıştır.

Yukarıda verilen masif ağaç malzemenin işlenmesi ile ilgili çalışmalar haricinde, ayrıca, CNC makineleri ile MDF levha yüzeylerinin işlenmesi esnasında işlem süresi üzerine (Bal 2018; Bal Dumanoglu 2019) ve MDF levhaların yüzey pürüzlülüğü üzerine (Bal ve Akçakaya 2018; Bal ve Gündeş 2019; Aras ve Sofuoğlu 2021) çalışmalar yapılmıştır.

Günümüzde CNC ile rölyef işleme (3 boyutlu) yapan iş yerlerinde yüzey pürüzlülüğü ve parçanın işlem süresinin bilinmesi de son derece önemlidir. Önceki çalışmalarda, CNC makineleri ile masif ahşap yüzeylerin şekillendirilmesinde çözünürlük ve tolerans değerlerinin önemi konusunda bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın temel amacı; CNC makineleri ile masif ahşap yüzeylerin rölyef olarak şekillendirilmesinde çözünürlük ve tolerans değerlerinin önemini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak masif çam kerestesi kullanılmıştır. Masif çam kereste çalışmanın amacına uygun olarak, sarıçamdan (*Pinus sylvestris* L.) hazırlanmıştır. Kullanılan sarıçam kereste, Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren bir esnaftan satın alma yolu ile tedarik edilmiştir. Elde edilen kerestelerden test örnekleri 15 x 160 x 200 mm (kalınlık x

genişlik x uzunluk) ölçülerinde hazırlanmıştır. Bu örnekler 3 metre uzunluğundaki keresteden ard arda kesilen parçalar olarak hazırlanmıştır. Böylece homojen test grupları oluşturulmaya çalışılmıştır.

Çalışmada, test örneklerinin işlenmesinde kullanılan CNC makinesi özel üretim bir makinedir. CNC makinesinin maksimum hareket hızı 10 m/dk'dır. CNC makinesinin çalışması sırasında meydana gelen talaş tozlarını ortamdaki uzaklaştırmak için bir elektrikli süpürge ile bıçak etrafına vakum uygulanmıştır. CNC makinesi bilgisayar tarafından 'Mach3' programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Makinenin eksen hareketleri yüksek hassasiyetli servo motorlarla oluşturulmuştur. Makinenin genel görünümü Şekil 1'de verilmiştir.

Testlerin yapılması esnasında bıçakların körelmesinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini önleyebilmek için, her grup için bir bıçak kullanılmıştır. Çalışma da toplam 9 adet, karbür alaşımlı, 6 mm çapında, iki kanatlı düz uçlu bıçak kullanılmıştır. Bıçaklar Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren bir firmadan tedarik edilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan CNC makinesi ve kontrol programı görüntüsü.

2.2. Metot

Pürüzlülük testlerinin yapılmasında, her deneme grubu için 10 tane deneme materyali hazırlanmıştır. Test örnekleri 15 x 160 x 200 mm ölçülerinde kesilmiştir. Her bir grup için 10 adet test örneği hazırlanmıştır. Toplamda 9 farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Test örneklerinde 100 x 100 mm ölçüsünde bir alan CNC makinesinde 6 mm kesme derinliğinde işlem görmüştür. Merkezine 80 mm çapında bir daire oluşturulmuş (Şekil 2) ve bu daire rölyef işleme yöntemi ile üç boyutlu olarak işlenmiştir. Daha sonra bu işlem gören daire

alanın yüzey pürüzlülüğü 4 farklı noktasında Şekil 4’de görüldüğü gibi ölçülmüştür. Test verileri 2 yönlü ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir.



Şekil 2. Rölyef olarak işlenmiş bir test örneği.

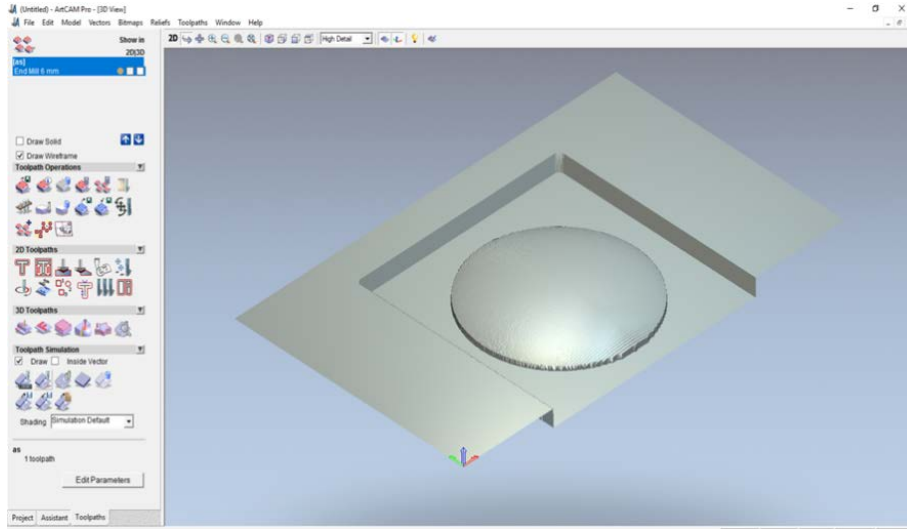
2.2.1. CNC makinası için kod dosyalarının oluşturulması

Test örneklerinin CNC makinesinde işlem görmesi için gerekli kod dosyası ArtCAM programında oluşturulmuştur. Oluşturulan G-kod dosyası Mach3 CNC kontrol programına aktarılmış ve makine bu program ile çalıştırılmıştır. Oluşturulan modelin simülasyonu Şekil 3’de verilmiştir. CNC makinesinin bıçak motor devri 12000 d/dk, besleme hızı 1 m/dk, bıçak adımı %10, güvenli Z yüksekliği 10 mm, işleme stratejisi composite relief, raster in X olarak ayarlanmıştır. Kesme derinliği 6 mm olan rölyef işleme kod dosyası oluşturulmuştur.

Denemeler 3 farklı çözünürlükte (400 x 400, 2004 x 2004 ve 4000 x 4000 piksel) ve 3 farklı tolerans değerinde (0.01, 0.1 ve 1) olmak üzere toplam 9 grupta yapılmıştır. Çözünürlük değerleri modelin çözünürlük değerini göstermektedir.

Çözünürlük değeri, üç boyutlu işleme yöntemi kullanılarak kod dosyası oluşturulurken özellikle, eğik şekillerin oluşturulması esnasında, eğik yüzeyi veya kenarı oluşturmak için kaç adet koordinat noktası oluşturulacağını belirlemektedir. Minimum çözünürlükte bu koordinat noktaları sayısı en az üç olmaktadır. Çözünürlük değeri artırdıkça eğik kenarı oluşturmak için daha fazla sayıda koordinat noktası oluşturulmakta ve bu yüzey veya kenar daha düzgün görünmektedir. Tolerans değeri ise, şekli işlemek için oluşturulan takım yolunun, oluşturulan Bezier eğrilerine ne kadar yakından geçeceğini belirlemek için kullanılan bir değerdir. Tolerans değeri küçüldükçe takım yolu Bezier eğrilerine çok daha

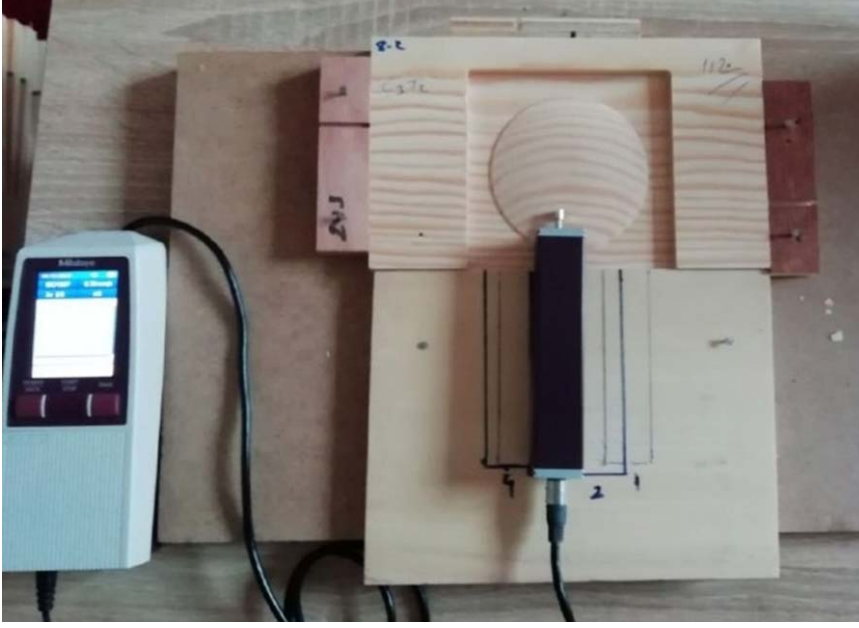
yakın geçer. Çözünürlük değeri büyüdükçe ve tolerans değeri küçüldükçe bilgisayarın yaptığı işlem sayısı artmaktadır.



Şekil 3. ArtCAM programında test örneği simülasyonu.

2.2.2. Pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi

Pürüzlülük ölçümlerinde Mitutoyo surfest SJ-210 (Kanagawa-Japan) model cihaz kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülük ölçümlerinde R_a ortalama pürüzlülük parametresi hesaplanmıştır. Bu parametre, TS 971'e göre; numune uzunluğu içerisinde profil sapmaları mutlak değerinin aritmetik ortalaması olarak tanımlanmıştır. Yüzey pürüzlülük ölçümleri her bir test örneğinde farklı noktalarda 4 defa yapılmıştır. Ölçümler TS 971'e göre yapılmıştır. Bu dört değer ortalaması hesaplanmış ve çizelgelerde gösterilmiştir. Ölçümler test örneğinin üzerinde işleme yönüne dik bir doğrultuda yapılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Mitutoyo SJ-210 model pürüzlülük ölçüm cihazı ve test örneği.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada elde edilen pürüzlülük (R_a), enerji tüketimi (ET) ve işlem süresine (İS) ait veriler Çizelge 1’de gösterilmiştir. Çizelgede ki veriler incelendiğinde, çözünürlüğün artması ile genel olarak pürüzlülük değerlerinde bir azalma olduğu görülmektedir. Fakat tolerans arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmektedir. Çözünürlüğün süre ve enerji tüketimi üzerine çok fazla etki etmediği, toleransın ise enerji ve süre üzerine etki ettiği ve tolerans azaldıkça enerji tüketimi ve süreninde arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak enerji tüketimi ve süre arttıkça yüzey pürüzlülüğünün azaldığı tespit edilmiştir. Bir başka deyişle, pürüzlülük değerleri ile tolerans değerleri arasında doğru orantılı bir ilişki ve pürüzlülük değerleri ile çözünürlük arasında ters orantılı bir ilişki olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Pürüzlülük, enerji tüketimi ve işlem süresine ait bulgular (Bostan, 2019).

Tolerans	Çözünürlük								
	400x400 piksel			2004x2004 piksel			4000x4000 piksel		
	R_a	ET	İS	R_a	ET	İS	R_a	ET	İS
%	μm	Wh	sn	μm	Wh	sn	μm	Wh	sn
1	11.7*	73.6	1030	10.4	72.1	1032	10.4	72.6	1032
	<i>1.1**</i>	<i>0.5</i>	<i>0.52</i>	<i>1.1</i>	<i>0.7</i>	<i>0.52</i>	<i>1.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.53</i>
0.1	9.3	73.1	1044	8.4	73.6	1045	7.9	74.9	1045
	<i>0.7</i>	<i>0.3</i>	<i>0.42</i>	<i>1.4</i>	<i>0.5</i>	<i>0.42</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>	<i>0.32</i>
0.01	9.3	72.6	1044	7.7	73.5	1047	7.2	73.2	1047
	<i>0.7</i>	<i>0.5</i>	<i>0.32</i>	<i>0.4</i>	<i>0.7</i>	<i>0.42</i>	<i>0.8</i>	<i>0.6</i>	<i>0.53</i>

R_a : Pürüzlülük, ET: Enerji tüketimi, İS: İşlem süresi,
*: Aritmetik ortalamalar koyu, **: Standart sapmalar italik formda verilmiştir.

Test örnekleri üzerinde yapılan denemeler sonunda elde edilen çözünürlük ve tolerans ile ilgili veriler ANOVA testi ile değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, Toleransın R_a değeri üzerine etkisinin çok önemli olduğu ($P<0.001$) görülmektedir. Çözünürlüğün etkisinin de çok önemli ($P<0.001$) olduğu belirlenmiştir. Her iki faktörün etkileşiminin ise önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Çizelgede ayrıca etki boyutu (PES) değerleri de verilmiştir. Bu etki boyutu sonuçlarına göre, CNC makinesinde R_a üzerine en fazla etkili olan faktörün 0.618 değeri ile tolerans faktörü olduğu görülmektedir. Çözünürlüğün etki boyutu ise 0.359 olarak görünmektedir. Çözünürlük ve toleransın etkileşiminin etki boyutu ise 0.034 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 2. R_a değeri üzerine çözünürlük ve toleransın etkisini gösteren ANOVA testi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi	Etki Boyutu (PES)
Çözünürlük (Ç)	45.109	2	22.554	22.439	0.000	0.359
Tolerans (T)	129.853	2	64.926	64.595	0.000	0.618
Ç * T	2.854	4	0.713	0.710	0.588	0.034
$R^2 = 0.691$						

Çözünürlük ve tolerans faktörünün R_a değeri üzerine etkisine ilişkin gruplar arası farkları gösteren Duncan testi sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre orta ve en yüksek çözünürlük grupları arası bir farklılığın olmadığı, en düşük çözünürlük grubunun ise diğer gruplara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük R_a değeri (grup ortalamaları) 8.5 μm olarak en büyük çözünürlüğe ait grupta elde edilmiştir. En yüksek R_a değeri ise 10.2 μm olarak en küçük çözünürlüğe ait gruplarda görülmektedir. Tolerans faktörünün R_a değeri üzerine etkisine ilişkin gruplar arası farkları gösteren Duncan testi sonuçlarına göre her üç tolerans grubunda da farklılık olduğu görülmektedir. En düşük R_a değeri (grup ortalamaları) 8.1 μm olarak en düşük toleransa ait grupta elde edilmiştir. En yüksek R_a değeri ise 10.8 μm olarak en yüksek toleransa ait gruplarda görülmüştür.

Çizelge 3. Pürüzlülük üzerine çözünürlük ve toleransın etkisine dair Duncan testi sonuçları.

Çözünürlük (Piksel)	Adet (N)	R_a (μm)	HG	Tolerans (%)	Adet (N)	R_a (μm)	HG
400x400	30	10.2	B**	0.01	30	8.1	A*
2004x2004	30	8.8	A*	0.1	30	8.5	B
4000x4000	30	8.5	A	1	30	10.8	C**
<i>HG</i> : Homojenlik grubu, *: En büyük değer, **: En küçük değer							

Çözünürlük ve tolerans faktörlerinin enerji tüketimi üzerine etkisini gösteren ANOVA testi sonuçları Çizelge 4’de gösterilmiştir. Elde edilen verilere göre, çözünürlük ve tolerans faktörünün enerji tüketimi üzerine etkisi çok ileri düzeyde önemli olarak ($P<0.001$) belirlenmiştir. Çözünürlük ve toleransın etki boyutu değerleri incelendiğinde ise

çözünürlüğün etki boyutu 0.151 olduğu, tolerans faktörünün etki boyutu ise 0.420 olarak belirlenmiştir. Bu etki boyutu değerlerine göre, enerji tüketimi değeri üzerine, tolerans faktörünün etkisi çözünürlük değerinin etkisine göre daha yüksektir. Çözünürlük ve tolerans faktörlerinin beraber etkisine baktığımızda ise 0.519 olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ölçülen R^2 belirtme katsayısı değeri 0.66 olarak hesaplanmış ve çizelgenin altında verilmiştir. Bu değere göre; enerji tüketimi üzerine çözünürlük ve tolerans faktörlerinin etkisi %66'dır.

Çizelge 4. Enerji tüketimi üzerine çözünürlük ve toleransın etkisini gösteren ANOVA testi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi	Etki Boyutu (PES)
Çözünürlük (Ç)	4.689	2	2.344	7.193	0.001	0.151
Tolerans (T)	19.089	2	9.544	29.284	0.000	0.420
Ç*T	28.444	4	7.111	21.818	0.000	0.519
$R^2 = 0.66$						

Çözünürlük faktörünün enerji tüketimi değeri üzerine etkisine ilişkin gruplar arası farkları gösteren Duncan testi sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en düşük ve orta çözünürlük grupları arası bir farklılığın olmadığı, en yüksek pikseldeki grubun ise diğer gruplara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük enerji tüketimi değeri (grup ortalamaları) 73.1 Wh olarak en düşük çözünürlüğe ait grupta elde edilmiştir. En yüksek enerji tüketimi değeri ise 73.5 Wh olarak en yüksek çözünürlüğe ait gruplarda belirlenmiştir. Tolerans faktörünün enerji tüketimi değeri üzerine etkisine ilişkin gruplar arası farkları gösteren Duncan testi sonuçlarına göre en düşük ve orta tolerans grupları arası bir farklılığın olmadığı, en yüksek tolerans grubunun ise diğer gruplara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük enerji tüketimi değeri (grup ortalamaları) 72.7 Wh olarak en düşük toleransa ait grupta elde edilmiştir. En yüksek enerji tüketimi değeri ise 73.8 Wh olarak orta toleransa ait gruplarda belirlenmiştir.

Çizelge 5. Enerji tüketimi üzerine çözünürlük ve toleransın etkisine dair Duncan testi.

Çözünürlük (Piksel)	Adet (N)	ET (Wh)	HG	Tolerans (%)	Adet (N)	ET (Wh)	HG
400x400	30	73.1	B	0.01	30	73.1	A
2004x2004	30	73.06	B**	0.1	30	73.8	A*
4000x4000	30	73.5	A*	1	30	72.7	B**
<i>HG</i> : Homojenlik grubu, *: En büyük değer, **: En küçük değer							

Çözünürlük ve tolerans faktörlerinin işlem süresi üzerine etkisini gösteren ANOVA testi sonuçları Çizelge 6’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çözünürlük ve tolerans faktörünün işlem süresi üzerine etkisi çok ileri düzeyde önemli olarak ($P < 0.001$)

belirlenmiştir. Çözünürlük ve toleransın etki boyutu değerleri incelendiğinde ise çözünürlüğün etki boyutu 0.790 olduğu, tolerans faktörünün etki boyutuna baktığımızda ise 0.996, olarak belirlenmiştir. Bu etki boyutu değerlerine göre, işleme süresi üzerine, tolerans faktörünün etkisi çözünürlük değerinin etkisine göre daha yüksektir. Çözünürlük ve tolerans faktörlerinin beraber etkisine baktığımızda ise 0.385 olarak belirtilmiştir. Ayrıca, ölçülen R^2 belirtme katsayısı değeri 0.99 olarak hesaplanmış ve çizelgenin altında verilmiştir. Bu değere göre işlem süresi, %99 oranında çözünürlük ve tolerans faktörlerinden etkilenmektedir.

Çizelge 6. İşlem süresi üzerine çözünürlük ve toleransın etkisini gösteren ANOVA testi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi	Etki Boyutu (PES)
Çözünürlük (Ç)	61.667	2	30.833	152.287	0.000	0.790
Tolerans (T)	3964.067	2	1982.033	9789.311	0.000	0.996
Ç*T	10.267	4	2.567	12.677	0.000	0.385
$R^2 = 0.99$						

Çözünürlük faktörünün işlem süresi üzerine etkisine ilişkin gruplar arası farkları gösteren Duncan testi sonuçları Çizelge 7’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en düşük ve orta piksel grupları arası bir farklılığın olmadığı, en yüksek pikseldeki grubun ise diğer gruplara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük işleme süresi değeri (grup ortalamaları) 1039 sn olarak en yüksek çözünürlüğe ait grupta elde edilmiştir. En yüksek işlem süresi değeri ise 1041 sn olarak en düşük ve orta çözünürlüğe ait gruplarda görülmüştür. Tolerans faktörünün işleme süresi üzerine etkisine ilişkin gruplar arası farkları gösteren Duncan testi sonuçlarına göre üç tolerans grubu arasında farklılık olduğu görülmektedir. En düşük işleme süresi değeri (grup ortalamaları) 1031 sn olarak en yüksek çözünürlüğe ait grupta elde edilmiştir. En yüksek işlem süresi değeri ise 1045 sn olarak en düşük ve orta çözünürlüğe ait gruplarda görülmüştür.

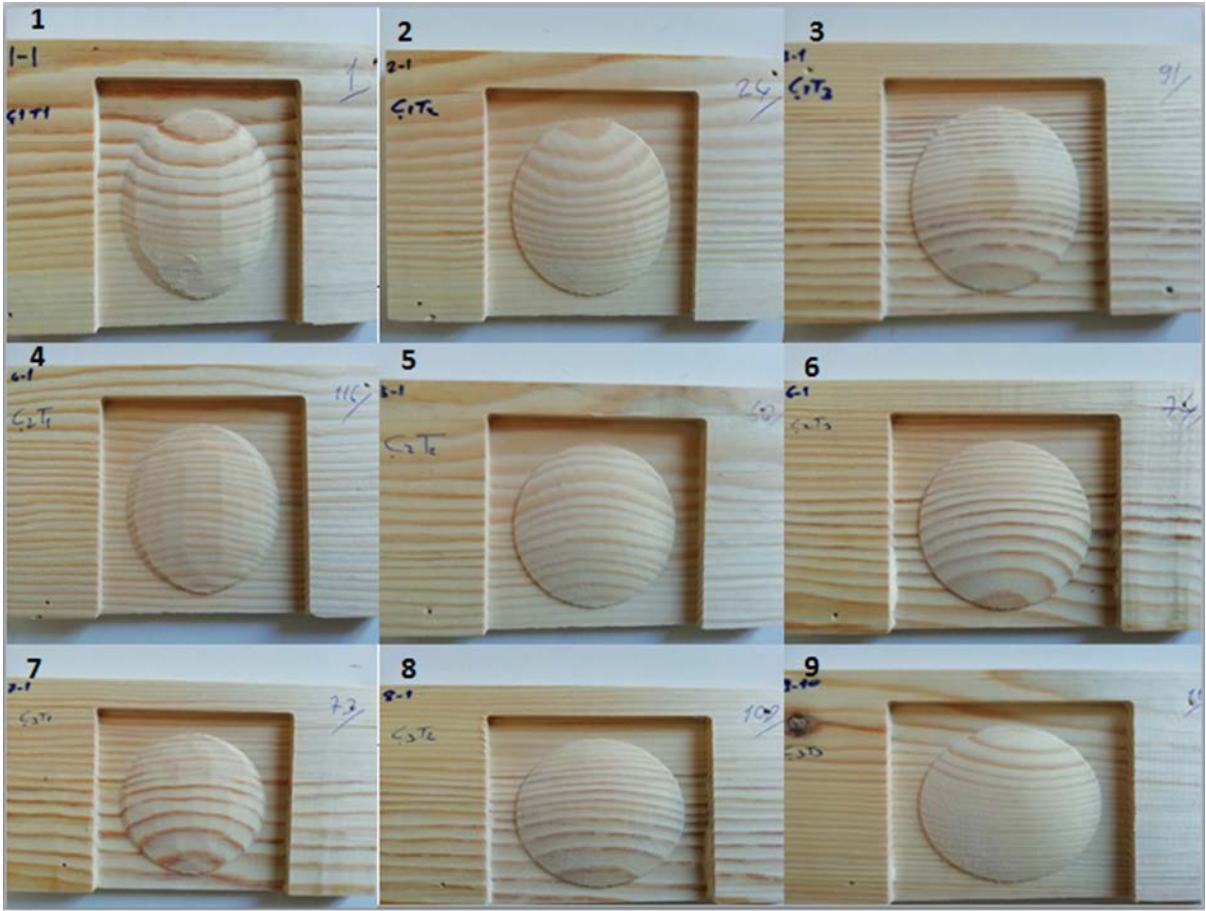
Çizelge 7. İşleme süresi üzerine çözünürlük ve toleransın etkisine dair Duncan testi.

Çözünürlük (Piksel)	Adet (N)	Süre (sn)	HG	Tolerans (%)	Adet (N)	Süre (sn)	HG
400x400	30	1039 A	A*	0.01	30	1045	A*
2004x2004	30	1041 B	B**	0.1	30	1044	B
4000x4000	30	1041 B	B**	1	30	1031	C**
<i>HG</i> : Homojenlik grubu, *: En büyük değer, **: En küçük değer							

Test Örneklerinin Görsel Muayene Sonuçları

Her gruptan bir test örneğinin CNC makinesinde işlenmesinden sonraki görüntüsü aşağıda Şekil 5’de verilmiştir. Çıplak gözle yapılan görsel muayene sonunda test örneklerinin işlenen yüzeylerinde yüzey pürüzlülüğü bakımından çok kolay ayırt

edilebilecek bir farklılık olduğu görülmektedir. Pürüzlülük (R_a) sonuçlarına göre en kötü yüzeylerin çözünürlüğü en düşük ve toleransı en büyük olarak işlenen test örneklerinden elde edildiği önceki bölümlerde verilmiştir. Bu yüzey pürüzlülüğü farklılıkları çıplak gözle de çok kolay ayırt edilmektedir. Çıplak gözle de görüleceği gibi düşük çözünürlük ve yüksek tolerans değerlerinde işlenen parçaların yüzeylerinde şekil bozuklukları görülmektedir. Bu düzensiz kısımlar özellikle tolerans değerinin 1 olarak ayarlandığı test örneklerinde çok daha belirgindir. Diğer tolerans değerlerine ait (0.1 ve 0.01) test örnekleri arasında çıplak gözle ayırt edilebilecek çok belirgin bir farklılık bulunmamaktadır. Yüzey pürüzlülük ölçümlerinde küçük farklar ölçülmüştür. Ancak, görsel muayenede çok belirgin fark belirlenmemiştir. Çözünürlük değerinin farklı ayarlandığı (400 x 400, 2004 x 2004 ve 4000 x 4000) gruplar arasındaki görsel muayene sonucunda belirgin bir farklılık tespit edilememiştir. Diğer parametrelerin aynı olduğu ve sadece çözünürlük değerinin farklı olduğu gruplara ait test örnekleri arasında (1, 4 ve 7 veya 2, 5 ve 8 veya 3, 6 ve 9) çok belirgin bir farklılık bulunmamaktadır.



Şekil 5. Her gruptan bir test örneğinin görüntüsü.

Yapılan bu çalışma sonucunda tolerans ve çözünürlük değerlerinin farklı seviyelerde ayarlanması ile yüzey pürüzlülük değerlerinin, CNC makinesinin harcadığı enerji miktarının ve her bir iş parçası için işlem süresinin nasıl etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma planlanırken özellikle en düşük seviyeler ile en büyük seviyeler arasında, enerji tüketimi ve işlem süresinin çok fazla farklılık göstereceği ön görülmüştür. Özellikle, ArtCAM programında oluşturulan Gkod dosyalarının büyüklükleri göz önüne alındığında önemli farklılıklar vardır. Bu kadar önemli farklılıklar olmasına rağmen. Elde edilen veriler arasındaki farklılıklar ön görülden çok daha düşük gerçekleşmiştir. Ancak, elde edilen sonuçların çalışılan konuya pozitif katkısı vardır. Tolerans değerinin küçük ve çözünürlük değerinin büyük ayarlanması pürüzlülük değerlerini çok olumlu etkilemektedir. Elektrik tüketimi ve işlem süresini ise negatif etkilememektedir.

4. Sonuçlar

CNC makinesinde işleme sürecinde kullanılan parametreler işlenen yüzeyin kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda en uygun sürede kabul edilebilir yüzey kalitesi düzeyini sağlayan işleme parametrelerinin bilinmesi CNC işleme için verimlilik, üretim ve maliyetin belirlenmesi açısından çok önemlidir. Bu çalışmada, CNC makineleri ile ahşap yüzeylerin şekillendirilmesinde çözünürlük ve tolerans değerlerinin önemi araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre şu sonuçlar söylenebilir; çözünürlüğün artması ile genel olarak pürüzlülük değerlerinde (R_a) bir azalma olduğu görülmektedir. Fakat tolerans arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmektedir. Çözünürlüğün süre ve enerji tüketimi üzerine çok fazla etki etmediği toleransın ise enerji ve süre üzerine etki ettiği ve tolerans azaldıkça enerji tüketimi ve süreninde arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak enerji tüketimi ve süre arttıkça yüzey pürüzlülüğünün azaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çözünürlük ve toleransa ait bulguları değerlendirdiğimizde, çözünürlüğün işlem süresi üzerinde ileri düzeyde önemli etkisi olmadığı, fakat yüzey kalitesinin belirlenmesinde etkili olduğu görülmüştür. Çözünürlüğün artması ile yüzey kalitesinin iyileştiği, tolerans değerinin azalması ile de yüzey kalitesinin iyileştiği aynı zamanda işlem süresinin arttığı tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Başkanlığı tarafından 2017/2-32 YLS numaralı proje ile desteklenmiştir. Bu desteğinden dolayı KSÜ BAP birimine teşekkür ederiz. Bu çalışmada sunulan veriler, Tuncay Bostan isimli yazarın yüksek lisans tezinden alınmıştır.

Kaynaklar

- Aknouche, H., Nouveau, C., Marchal, R., Zerizer, A., & Butaud, J. (2009). Tool wear effect on cutting forces: in routing process of Aleppo pine wood, *Journal of Materials Processing Technology*, 209, 2918-2922.
- Aras, O. ve Sofuoğlu, S. D. (2021). Anadolu kestanesi (*Castenia sativa* Mill.) ağaç türünün CNC ile işlenmesinde yüzey pürüzlülüğünün işleme parametreleri ile ilişkisi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 114-125.
- Bal, B.C. (2018). CNC makinelerinin bazı ayarlarının parça işleme süresi ve lif levhanın yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 21-30.
- Bal, B.C., & Akçakaya E. (2018). The effects of step over, feed rate and finish depth on the surface roughness of fiberboard processed with CNC machine, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 86-93.
- Bal, B.C., & Dumanoğlu, F. (2019). Surface roughness and processing time of a medium density fiberboard cabinet door processed via CNC Router, and the Energy Consumption of the CNC Router, *BioResources*, 14(4), 9500-9508.
- Bal, B.C., & Gündeş, Z. (2020). Surface roughness of medium-density fiberboard processed with CNC machine, *Measurement*, 153(2020), 107421.
- Bostan, T. (2019). ‘CNC makineleri ile ahşap yüzeylerin şekillendirilmesinde çözünürlük ve tolerans değerlerinin önemi,’ Yüksek Lisans tezi, Kahramanmaraş Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Aydemir, A. O. (2006). ‘Torna ve freze tezgâhlarında bilgisayar destekli kesici takım seçimi.’ Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 94.s.
- Çakıroğlu, O.E. (2022). ‘Tarihi ve kültürel mimari yapılardaki motiflerin CNC ahşap işleme olanakları kullanılarak modern yapılarda uygulanması: Amasya Mehmet paşa camii örneği,’ Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Düzce.

- Davim, J., Clemente, V., & Silva, S. (2009). Surface roughness aspects in milling MDF (medium density fibreboard), *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 40(1-2), 49-55.
- Efe, H., ve Gürleyen, L. (2007). Rendeleme işleminde kesiş yönü, kesici sayısı ve devir sayısının bazı ağaç malzemelerin yüzey düzgünlüğüne etkileri, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1-15.
- Kılıç, Y., ve Demirci, S. (2003). Sarıçam ve kereste odunlarının yüzey pürüzlülük değerlerinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 16(3), 553-558.
- Mitchell, P., & Lemaster, R. (2002). Investigation of Machine Parameters on The Surface Qualityin Routing Soft Maple, *Forest Products Journal* 52(6), 85-90.
- Ohuchi, T., & Murase, Y. (2006). Milling of Wood and Wood-Based Material Swith a Computerized Numerically Controlled Router V: Development of Adaptive Control Grooving System Corresponding to Progression of Tool Wear, *Journal of Wood Science*, 52, 395-400.
- Sofoglu, S. (2015). Determination of optimal machining parameters of massive wooden edge-glued panels made of European Larch (*Larix decidua* Mill.) Using Taguchi Design Method, *BioResources*, 10(4), 7772-7781.
- Sütçü, A., ve Karagöz, Ü. (2013). The İnfluence of Process Parameters on The Surface Roughness in a Esthetic Machining of Wooden Edge-Glued Panels (EGPs), *BioResources*, 8(4), 5435-5448.
- TS 971, Yüzey pürüzlülüğünün–parametreler ve pürüzlülük tespiti kuralları, TSE Standardı, Ankara, 1988.

Geleneksel Türk Motiflerinin CNC Makinası ile Ahşap Kapılarda Uygulanması: Bafra Kongre Merkezi Örneği

Application of Traditional Turkish Motifs on Wooden Doors with CNC Machines: The Example of Bafra Congress Center

 Evren Osman Çakıroğlu¹,  Taner Taşdemir¹,  Birgül Çakıroğlu²

Özet

Geleneksel Türk motifleri, Türklerin Anadolu'ya gelmesinden sonra Anadolu Selçuklu dönemi, Beylikler dönemi ve Osmanlı döneminde (erken-klasik-son) birçok eserde görülmektedir. Bu motifler; taş, mermer, çini ve ahşap gibi malzemelerde uygulanmıştır. Bu çalışmada; Samsun Bafra'da konumlanmış kongre ve kültür merkezinin tüm ahşap kapılarına, CNC makinası ile geleneksel motiflerimizi uygulayarak özgün bir eser ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Erken Osmanlı döneminde yapılan Mehmet Paşa Cami minberinin bazı motifleri yine son Osmanlı dönemindeki Macahel Cami minberinin bazı motifleri ve İslami birkaç motif kullanılmıştır. Çalışmada geleneksel Türk motiflerinden bazılarını kullanarak, Alphacam programı ile çizimi ve modellemesiyle birlikte tarihi yapıdaki ahengi bozmadan ahşap kapılara uygulamalar yapılmıştır. Bunlar ana kemerli taç ahşap kapı, iç mekan ahşap kemerli kapılar ve tüm kapı kasalarıdır. Tüm konstrüksiyon ve süsleme işlemlerinde sarıçam ve sapelli kerestesi kullanılmıştır. Oyma tekniği, kabartma tekniği, oluklu oyma tekniğinin görünümüne sadık kalarak geleneksel Türk motiflerinin yaşatılması ve farklı uygulama alanlarıyla diğer çalışmalarda uygulanabilirliği vurgulanmıştır. Kabartmalı süslemelerde ve konstrüksiyonda kullanılan sarıçam ve sapelli ağaç türlerinin CNC işlemlerinde, yapışmada, üst yüzey işlemlerinde iyi sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel mimari motifler, ahşap süsleme teknikleri, CNC, ahşap kapı

Abstract

Traditional Turkish motifs are seen in many works in the Anatolian Seljuk period, the Principalities period and the Ottoman period (early-classical-late) after the Turks came to Anatolia. These motifs; It has been applied to materials such as stone, marble, tile and wood. In this study; It was aimed to create an original work by applying our traditional motifs with a CNC machine to all the wooden doors of the congress and cultural center located in Bafra, Samsun. Some motifs of the Mehmet Pasha Mosque pulpit built in the early Ottoman period, some motifs of the Macahel Mosque pulpit in the late Ottoman period and a few Islamic motifs were used. In the study, some traditional Turkish motifs were used, drawing and modeling with the Alphacam program, and applications were made on wooden doors without disturbing the harmony of the historical building. These are the main arched crown wooden door, interior wooden arched doors and all door frames. Scots pine and sapele timber were used in all construction and decoration processes. The preservation of traditional Turkish motifs by remaining true to the appearance of the carving technique, relief technique, and grooved carving technique and its applicability in other studies with different application areas are emphasized. CNC machining of Scots pine and sapele wood species used in embossed decorations and construction has given good results in adhesion and surface treatments.

Keywords: Traditional architectural motifs, wood decoration techniques, pulpit, CNC, wooden door

Geliş Tarihi: 06.11.2023 Düzeltme Tarihi: 04.12.2023, Kabul Tarihi: 04.12.2023

Adres: ¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin MYO, Tasarım Bölümü, Artvin, Türkiye

²Artvin Çoruh Üniversitesi, Sanat Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Artvin, Türkiye

E-mail: 61evrenosman@artvin.edu.tr

1. Giriş

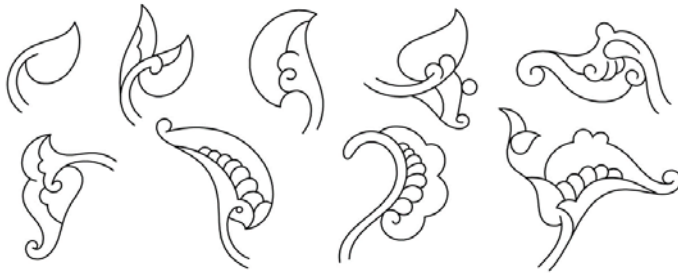
Türk motiflerimiz genel olarak cami minber, mihrap, taçkapılar, ana kapılar, iç mekan donatıları, pencereler, şadırvan, mezar taşları, türbeler, çeşmeler, kilim ve halılar gibi yerlerde uygulanmaktadır. Motiflerimizin kullanım malzemeleri genelde taş, mermer, çini, seramik, alçı, kumaş ve ahşap gibi yenilenebilir malzemelerdir. Türk İslam sanatlarındaki süslemeler motiflerine göre; geometrik süslemeler, bitkisel süslemeler, figürlü bezemeler, nesnel süslemeler, rumi-soyut şekillerle elde edilmiş süslemeler ve yazı ile teşkil edilmiş süslemeler (hat) olarak adlandırılabilirler. Bununla birlikte kullanılan malzeme ve teknik düşünülerek süsleme ve el sanatları; taş süsleme, ahşap süsleme, alçı süsleme, kalemişi ve malakari süsleme, fresk, duvar ve pano resimleri, minyatür sanatı, çini ve seramik sanatı, maden sanatı, cam sanatı, dokuma ve işleme sanatı, hat yazı sanatı, tezhip, ebru, deri ve cilt sanatı olarak kısımlara ayrılmıştır. Taş ve ahşap üzerine işlenmiş bitkisel ve geometrik ve süslemeler aynı zamanda taş ve ahşap işçiliği kapsamında, bununla birlikte çini üstündeki süslemeler de seramik ve çini sanatı veya başka bir ifadeyle toprak sanatı olarak bilinmektedir. Süslemelerde kullanılan malzeme ve tekniklerin, el sanatlarına büyük etkisi vardır. Birçok farklı malzeme kullanılmasıyla farklı tekniklerde ortaya çıkmaktadır. Yani süsleme motifinin uygulama malzemesi ahşap veya taş ise farklı teknikle; cam veya kumaş üzerine ise farklı teknikle olmaktadır (Can ve Gün, 2017).

Mimari süsleme kavramı Türk İslam sanatlarında önemli bir yere sahiptir. Birçok donatı ve yapı elemanlarında bulunan bu süslemeler; yazı, figür, bitkisel ve geometrik motiflerden meydana gelmektedir. Bu süsleme tekniklerinin ve uygulanmasında geometrik motiflere İslam öncesinde rastlanılmasına karşın asıl gelişme gösterdiği dönem Selçuklu dönemidir (Soyupak, 2016). 12. Yüzyıl Anadolu Türk Camilerinde taş süsleme en çok görülen süslemedir. Mihraplarda, taç kapılarda, harimlerde, kubbe geçiş kısımlarda yoğun bir şekilde bulunur. Bu taş süslemeler çoğunlukla yazı hatları, bitkisel ve geometrik süslemelerden oluşmaktadır. Bununla birlikte mimari kısımlara uygulanan süslemeler, çeşitli figürlerle farklı renkteki taşlar kullanılarak yapılmaktadır. Minarelerde çoğunlukla sırlı tuğla ve çinili süslemeler görülmektedir. Minberlerinde ise ahşap süslemeler dikkat çekmektedir (Güler ve Aktuğ Kolay, 2010). Anadolu Selçuklu döneminde genel hatlarıyla, mihrapta ve taç kapı mihraplarında taş süslemenin zirvesine çıktı söylenebilir. Anadolu'daki taş malzemenin zengin içerikli ve istenilen homojenlikte olmasından dolayı işlemler de birer sanat eserine dönüşmüşlerdir. Beyliklerdeki sanat anlayışı da farklı eserlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bunların zirvesi sayılabilecek eser de Sivas Divriği Cami olup

Mengücekoğulları döneminde yapılmıştır. Taç kapı ve mihraplarındaki ihtişam hat safhadadır. Mukarnas kavsaralı mihrapa sahip olup bitkisel motifler hakimdir (Çakıroğlu, 2022).

Süslemeleri ve motifleri; bitkisel motifler, geometrik motifler, yazı-kufi-sulüs ve mukarnas olarak ayırabiliriz. Selçuklu dönemi bitkisel motifleri çoğunlukla rumi, palmetler ve grift hatlara sahip dallardan meydana gelmektedir. Bütünüyle bitkisel kökenli olan Rumi, Anadolu Selçuklu mimarisinde önemli yeri bulunur. Palmet motifleriyle birlikte bütünlük oluşturur. Bununla birlikte kıvrımlı dallar ve palmetlerle bir arada görülür. Yalnız başına uygulandığı süslemelerde bulunmaktadır (Arslan, 2017).

Selçuklulara ait tezyinat olan Şekil 1’de bazı örnekleri gösterilen “rûmi”, Türk bezeme motifleri arasında yapılması zor fakat çarpıcı, ahenkli kıvraklığıyla estetik yönden kendini gösterir.

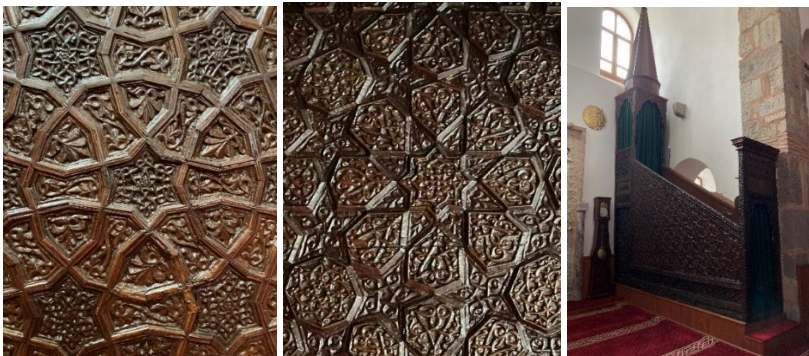


Şekil 1. Rumiler (Yazar ve Yazar, 2018).

Anadolu Türk sanatında önemli bir yeri olan ve soyut süsleme çeşitlerinden ruminin kaynağının nereden olduğu konusunda farklı görüşler hakimdir. Bir görüşe göre rumi; tam merkezinden ikiye ayrılmış palmet motiflerinin değişime uğramasıyla oluşmuş, bazılarında göre ise kuşlar gibi canlıların kanatlarından esinlenilmiştir. Palmet ve lotus motifleri ile entegre olarak kullanılmıştır (Can ve Gün, 2017). Anadolu’da ortaya koyulan mimari eserlerdeki bir motifte palmet motifidir. Yapraklı, sıkı sarmallı kıvrık dallar ile verilir. Açık palmetlerde izlenen üçgen göbeğin tabana doğru çekilmesi, ucu sarmallı kıvrık dalların kısa tutulmasıyla sağlanmıştır. Gövde ve taç yaprak genişlikleri birbirine eşit olan ve üç dilimli olarak tanımladığımız palmet türünü, dönem içindeki yapıların çoğunda, bordürlerden kapı alınlık kemerlerine, pencere alınlıklarından sütünce kaidelerine kadar çok farklı yüzeylerde görülür. Palmette düz veya kıvrımlı bir sap ile düşey yönde her iki tarafta da simetrik bir düzen oluşturan yapraklar bulunur (Özbek, 2002).

Ahşap işçiliğine Müslüman medeniyetlerin her döneminde rastlanmaktadır. Erken dönemlerden beri Türk sanatında ahşap kullanımı görülmektedir. İslamiyet öncesinde el sanatlarında ve çadırlarda sıklıkla görülen ahşap İslami devirde cami mimarisinde

yoğunlaşmıştır. Türk ahşap işçiliğinin nadide örnekleri Anadolu topraklarında verilmiş olup Selçuklu ve Beylikler döneminde oyma, eğri kesim gibi teknikler uygulanmıştır. Ceviz, şimşir, meşe, ıhlamur, armut, sedir, gül ve abanoz ağaç malzemeleri kullanılmıştır. Yine bu dönemde kapı ve pencere kanatları, mihrap, sanduka gibi örneklerde bulunmaktadır. Ürgüp Taşkın Paşa Cami Mihrabı buna örnek verilebilir. Ahşap işçiliğinin zirvelerinden künde-kari tekniği de Anadolu'da önemli eserlerde uygulanmıştır. Geometrik biçimde kesilmiş küçük ve açılı parçaların kanalları elde edilerek birbirine geçmesiyle meydana gelir. Hakiki ve taklit künde-kari diye ayrılır. Konya Alaeddin, Siirt Ulu, Divriği Ulu, Ankara Aslanhane, Beyşehir Eşrefoğlu ve Çorum Ulu Cami minberleri bu tekniğe uygun yapılmıştır. Osmanlı döneminde ahşap işçiliğinde eski dönemlere nazaran değişimler ve yenilikler görülmektedir. Bununla birlikte Selçuklu döneminde rastlanılmayan daha önceden Endülüs ve Mısır'da görülen kakma tekniği uygulanmıştır. Fildişi, sedef, altın, gümüş ve farklı renklerde ahşap malzemelerde kullanılmıştır (Can ve Gün, 2017). Süslemelerde kullanılan bir başka form da yıldızdır. Dönemden döneme köşe sayıları değişmekle birlikte Türk süslemelerinde yoğun şekilde görülmektedir. Birbiri üstünde oluşan kırık veya düz çizgilerin ortada ana yıldız şeklini meydana getirdiği birleşme biçiminde görülmektedir (Türel, 2006). Anadolu Selçuklu döneminde yoğun şekilde uygulanan altı köşeli yıldız Davut Peygamber'in oğlu Süleyman Peygamber ile özdeşleşmiştir. Devlet olmanın ve hükmetmenin simgesi olan Altı köşeli yıldız Mühr-i Süleyman İslam sanatlarında birçok malzeme üzerinde kullanılmış olup genelde kapı kanatlarında, mimaride, camilerde ve kubbeler gibi yapılarda uygulanmaktadır (Pala, 2006). Bununla birlikte sekiz köşeli yıldız da Türk mimari eserlerinde yaygın biçimde kullanılmıştır. Sivas Gök Medrese sekiz köşeli yıldızın kullanımına örnek olarak gösterilmektedir. Yine Konya Alaeddin Camii minber aynasında sekiz köşeli yıldızlar kompozisyon oluşturmaktadır. Ortahisar Fatih Camii minberinde Şekil 2'de görüldüğü gibi göbeklerde altı köşeli yıldızlar ve sekiz köşeli yıldızlar künde-kari tekniği ile uygulanmıştır.



Şekil 2. Ortahisar Fatih Camii Minberi altı ve sekiz kollu yıldız görünümü (Çakıroğlu, 2022).

Ahşap kapılardan bazı güzel örnekler de şekil 3'te görülmektedir. Arhavi Merkez Camii ahşap kapısı oyma tekniği uygulanmış ve yöresel bitkisel motifler görülmektedir. Bir diğer ahşap kapı uygulaması da Kastamonu Daday Camii ahşap kapısıdır. Bu çift kanat kapıda İslami motiflerin kıvrımlı hatları oyma tekniği ile uygulanmaktadır. Bununla birlikte kapıdaki kravat oldukça süslemeli ve belirgindir. Artvin Zeytinlik Köyü Camii ahşap kapısı oyma tekniğinin ustalıkla uygulandığı ve motiflerin hasır biçiminde görüldüğü çift kanat kapıdır.

Günümüzde Türk motifleri çoğu yerde kullanılmaktadır. Ahşap kapılarda da uygulama alanına sahip süslemeli motiflerimiz bazı teknikler ile oluşturulmaktadır. CNC makinalarıyla bu motifler ahşap malzemeye istenilen biçimde uygulanmaktadır.



Şekil 3. Arhavi Merkez Camii ahşap kapısı(solda), Kastamonu Daday Camii ahşap kapısı (ortada), Artvin Zeytinlik Köyü Camii ahşap kapısı (sağda) (Çakıroğlu, 2022).

CNC makineleri endüstride yaygın olarak kullanılan gelişmiş makinalardır. CNC ile çoğunlukla lazer, bıçak veya frezeleme matkapları kullanarak akrilik, cam, ahşap ve plaka üzerinde nesnel oluşturulabilmektedir (Ginting ve ark., 2017). CNC teknolojisinde kullanılan makinalar; kesme, oyma, delme ve diğer makinalarda olduğu gibi mekanik işler için kullanılır. Kullanıcı komutuna dayalı olarak belirli nesnelere (Rocha Junior ve ark., 2010) kontrol etmek, ayrıştırmak ve yürütmek için kullanılan bilgisayar teknolojisiyle birlikte CNC makinelerinin kullanılması artan üretimi büyük ölçüde etkilemektedir (Jayachandriah ve ark., 2014).

Bununla birlikte CNC makinası ile üç boyutlu işlemler ve kabartmalar rahatlıkla yapılmaktadır. Günümüz teknolojisiyle endüstride CAD-CAM programlarıyla birlikte CNC kullanımı artmaktadır. 3 boyutlu modeller rahatlıkla şekillendirilmektedir. CNC teknolojisiyle yapılan işlemler simüle edilmekte ve üretim sürecinde oluşacak muhtemel

hatalar önlenebilmektedir. Maliyetler ve işlem süreleri minimuma yaklaşmaktadır (Kopac ve Sali, 2003).

Ahşap malzemenin işlenmesini kolaylaştırmak için, CAM yazılımlarından yararlanılmaktadır. Modelleme, CNC uygulamasından önce hazırlık aşamaları, tasarım aşamaları gibi süreçlerden oluşur. CNC işlemlerinde maksimum verimlik ve son ürün kalitesi için optimum parametrelerin elde edilmesinde CAM programlarının önemi bulunmaktadır (Krimpenis ve Vosniakos, 2009; Fountas ve ark., 2012).

CNC makinalarıyla üretimin gerçekleştirilmesi için bazı CAD-CAM programlarına gerek vardır. CNC ler için gerekli olan g kodları bu yazılımlar ile üretilmektedir. Yüzlerce satır sayısına sahip bu kodlar ile CNC ler işlem görmektedir. Ahşap endüstrisi için çok geniş kullanım çerçevesine sahip olan CNC ler için geliştirilmiş yazılımlar vardır. Bunlardan bazıları Alphacam, Artcam, Pegasuscam, Solidcam, Top solid gibi programlardır. 3D modelleme programlarından; rhinoceros 3D, Sketchup ve 3D max programları yaygın kullanılmaktadır.

Türk-İslam motiflerinin uygulanmasında eski dönemlerde el oymacılığı, kabartma, kakma, kafes oyma tekniği gibi teknikler uygulanırdı. Günümüzde halen bu teknikler yardımıyla ahşap ve taş süslemeler yapılmaktadır. Bununla birlikte CNC uygulamaları ile bu tekniklere uygun sanatsal işlemler de görülmektedir. Çalışmamızda da bu uygulamaların en güzel örneklerinin oluşturulması düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı Samsun Bafra'da bulunan tarihi at çiftliğinin restorasyon ve yenileme çalışmaları sonucunda oluşturulan kongre ve kültür merkezinin tüm ahşap kapılarının, geleneksel Türk mimarisi motifleri kullanılarak özgün bir tasarım ile yapılabilmesidir. Bununla birlikte sarıçam ve sapelli ağaç malzemelerinin CNC işlemler, konstrüksiyon ve üst yüzey işlemleri için uygulanabilirliği incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında tüm çizimler, tasarımlar, konstrüksiyonlar, üretim işlemleri Artvin Çoruh Üniversitesi Endüstriyel Tasarımlar Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde uygulanmıştır. Çalışmada CNC makinası, daire testere makinası, şerit testere makinası, kalınlık ve planya makinası, tutkallama makinası, presleme, zımparalama makinaları, profil makinası ve çeşitli alet ve ekipmanlar kullanılmıştır. Bununla birlikte ana kemerli taç ahşap kapı, iç mekan ahşap kemerli kapılar ve tüm kapı kasalarına uygulanmak

üzere bazı motiflerden ve tekniklerden yararlanılmıştır. Bu örnekler Mehmet Paşa Camii minber korkuluk deseni, minber dik üçgen dış bordür motifleri, Macahel Camii minber dik üçgen aynası göbeği ve bazı kıvrımlı hatlara sahip anonim motifleridir.

Erken Osmanlı döneminde yapılan Mehmet Paşa Cami minberinin bazı motifleri, son Osmanlı dönemindeki Macahel Cami minberinin bazı motifleri ve islami birkaç motif uygulanmaya çalışılmıştır. Alphacam programı ile çizimi ve modellemesi yapılan kapı tasarımları, yüksek CNC teknolojisi ile birlikte tarihi yapıdaki ahengi bozmadan ahşap kapılara uygulanmıştır. Bu tasarım ve uygulamalar; ana kemerli taç ahşap kapı, iç mekan ahşap kemerli kapılar ve tüm kapı kasalarıdır. Türk mimari motiflerinin ahşap kapılara uygulanmasında sarıçam ve sapelli ağaç malzemesi kullanılmıştır.

Masif olarak kullanılan ağaç malzemelerin konstrüksiyonu ve süsleme tekniklerinde birçok yapıştırma ve laminasyon uygulanmıştır. Kapıların tüm kısımlarında masif malzeme kullanılmıştır. Laminasyonda düz, zıvanalı, yabancı çıtalı birleştirme ve kendinden çıtalı birleştirme tekniklerinden yararlanılmıştır. Dekoratif özellikleri ve renk ahengi düşünülerek Şekil 4'te görülen Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve Sapelli (*Entandrophragma cylindricum* Sprague) ağaç malzemesi kullanılmıştır. Sarıçam değerli oduna (Merev, 2003). sahip ve işlenme özellikleri çok iyi olan ağaçtır (Bozkurt ve Erdin, 2000). Yapıştırıcı olarak Würth markalı poliüretan Express tutkalından yararlanılmıştır. Birleştirilen kısımlar metal işkenceler ile birlikte yaklaşık olarak 36 saat sıkıştırılmıştır.



Şekil 4. Sarıçam ve sapelli ağaç malzemesi.

Çalışmada kullanılan bir diğer ağaç türü ise görünümü, rengi ve işlenebilme özellikleriyle ticari alanda ve mobilya sektöründe önemli yeri bulunan sapellidir. (Lemaigen, 1986; Bozkurt ve Erdin, 2000).

Çalışmada bilgisayar destekli üretimin en önemli makinası olan Şekil 5'te gösterilen CNC ahşap işleme makinası kullanılmıştır. Makina Bursa/ Türkiye' de üretilmiş olup ahşap kesme, işleme, kanal açma, 2D ve 3D modeller oluşturma gibi işlemler gerçekleştirmektedir.

Megatron 2128 4 eksen cnc işleme tezgahı adı altında ahşap işlemler yapan makinanın bazı teknik özellikleri şunlardır. 2100 X 2800 X 250 mm çalışma sınırları içinde her türlü ağaç malzemenin ve ahşap kökenli endüstriyel levhaların işlenmesi sağlanmaktadır. Bütün eksenlerde servo motorlar (Y eksen çift motor Gantry) İtalyan HSD marka 9 kw, 24.000 rpm, seramik rulmanlı, otomatik takım değiştirmeli spindle motor (iş motoru) işlem görmektedir. İtalyan HSD marka C eksen ünitesi, HSD marka agregate, DVP marka 305 m³/h vakum motoru bulunmaktadır. Kullanılan metal vakum tabla 8 odalı olup her biri ayrı ayrı otomatik valflerle kumanda edilmiştir. 8 li takım değiştirme magazin ünitesi (kesici bıçakların bulunduğu bölüm) bulunmaktadır. LNC marka cnc kontrol ünitesine sahip makinaya entegre 4 eksen el çarkı vardır. El çarkı yardımıyla hassas koordinatlar ve işlemler yapılmakta ister manuel kontrol isterse operatör kontrolünde uygulanabilmektedir (Anonim, 2023a; Anonim, 2023b).



Şekil 5. Megatron 3D CNC ahşap işleme makinası.

Taç kemerli ahşap kapı ve iç mekan kemerli ahşap kapılarda yapılan tüm uygulamalar ve kullanılan motiflerin genel görünümü Tablo 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Kongre ve toplantı merkezi ahşap kapılarının mimari motif ve uygulama teknikleri.

Uygulama yeri	Mimari motif	Bulunduğu yer	Üst yüzey işlemleri	Ahşap süsleme teknikleri	Kullanılan malzeme
Taç kemerli ahşap kapı	Mehmet Paşa Camii ve Macahel Cami minberi bazı motifleri	Taç kapı göbekleri, bordürler ve yan panolar	Boya, dolgu ve son kat verniği	CNC makinası, oyma ve kabartma tekniği, ajur ve çakma tekniği	Sarıçam ve sapelli kereste
İç mekan kemerli ahşap kapılar	Anonim İslami motifleri	Kapı göbekleri	Boya, dolgu ve son kat verniği	CNC makinası	Sarıçam kereste

2.2. Yöntem

Yapılan çalışmada; tasarım-modelleme ve kodlama için CNC makinası ile uyumlu alphacam programı kullanılmıştır. Bununla birlikte modelleme gerektiren çizimlerde Aspire uygulamasından yararlanılmıştır. Alphacam bilgisayar destekli üretim kapsamında tasarım ve üretimin yapıldığı gelişmiş bir yazılımdır. Bu programda çizimin yanı sıra üretim yapılabilmesi için g kodları oluşturulmaktadır. Tasarım, çizim, modelleme, 3D model oluşturma, kesici takımların ayarlanması, simülasyon gibi işlemler oluşturulmaktadır. 3D stl uzantılı katı cisimler elde edilir. İstenilen boyutlarda modellemeler yapılmaktadır (Çakıroğlu, 2022).

2.2.1. Amasya Mehmet Paşa Cami ve Minberi

Amasya'da Ocak 1486 tarihinde yaptırılan ve Bânisi, Sultan II. Bayezid'in veziri ve Şehzade Ahmed'in lalası olan Hızır Paşazâde Mehmed Paşa'dır. Caminin bütünü kesme taştan yapılmıştır. Eskiden külliye olan ve şimdilerde bazı kısımları bugüne ulaşan eserdeki caminin harim kısmı kare planlıdır. Bu kısma batı ve doğu kısımlarında bulunan kapılar ile girilmektedir. Son cemaat yeri, harim ve diğer odaların tamamını gören bir düzende yapılmıştır. Buradaki yedi adet mermer sütunlar sekizgen kesitlidir. Minare; sağ tarafa doğru son cemaat yeri ile tabhane yeri diye tanımlanan kısım arasındadır. Minare kesme taştan olup onaltıgen gövdeli ve şerefesi tektir. Sütun başlıklarında kabarlara ve rozetlere rastlanmaktadır. Türbesi yapıya bitişiktir (Karakaya, 2003).

Amasya Mehmet Paşa Cami genel hatlarıyla sade bir yapıda olmasına karşın minberi Şekil 6'da görüleceği üzere göz kamaştırıcıdır. Minberi ile tanınmış olan bu nadide eser Amasya'da döneminde ustalıkla yapılmıştır. Erken Osmanlı döneminde yapılan ve Selçuklu izleri taşıyan en yoğun bezemeler uygulanmış minberde beyaz mermer kullanılmıştır. Minber köşk kısmının direklerinde koyu renkli mermer taş kullanılmış olup minberin korkuluk içlerindeki çökertmeli kartuşlarda yeşilimsi yaldızlı renklendirme bulunmaktadır.



Şekil 6. Mehmet Paşa Camii minberi ve motifleri (Çakıroğlu, 2022).

Çalışmada bu tarihi caminin, eşsiz güzellikteki minber korkuluğunun içindeki Şekil 7’de tüm detayları gösterilen kartuşlardan yararlanılmıştır. Korkuluk içerisinde titizlikle işlenen kartuşlar kıvrımlı haliyle ortaya çıkmaktadır.



Şekil 7. Minber korkuluğu ve kartuş motifi (Çakıroğlu, 2022).

Korkuluk içleri ve süslemeleri bakımından eşsizdir. Minber merdiveni korkulukları içleri kıvrımlarıyla dikkat çeker. Zafer alameti olarak bilinen palmet ve kanatlı rumiler (Anadolu ve selçuklulara ait süslemeler) sıkça kullanılmıştır. Korkulukların içlerinde kartuşlar bulunmakta ve bunlar korkuluklara çöktürülmüş şekildedir. İki kartuşun tam orta kısmında bir kabara bulunmaktadır. Bu kabaranın etrafında parça dört rumi ile çevrelenmiştir. Kartuşların alt zemini farklı bir teknik ile delikli haldedir. Kafes oyma tekniği kusursuz

uygulanan bu kısım da iki kartuşta bezeme açısından farklılıklar vardır. Üst kartuşun palmet ve rumileri simetrik olarak uygulanmıştır. Alt kartuş kısmında rumiler ve palmetler aynı değildirler ve simetrik olarak da yerleştirilmemişlerdir. Kartuşların uçları sivri kemerli bir şekilde sonlanmıştır. Bununla birlikte korkuluk kartuşlarının her iki uç kısmı iki adet rumiden palmete tamamlanmıştır. Korkuluk içlerindeki kartuşlarda eğri kesim tekniği ve kafes oyma tekniği uygulanmıştır. Önceden de belirtildiği gibi bu bölümdeki kartuşlar, parça rumiler ve orta kısımdaki kabara yeşil yaldızlı renklendirme yapılarak belirginleştirilmiştir.

Korkuluklardaki kartuşları ve uç kısımlarını da sınırlandıran, konturları açığa çıkaran yuvarlak profillendirme; minberin tüm kısımlarında olduğu gibi burada da ustalıklı uygulanmıştır. Korkuluk ile minber kapısının birleştiği noktada dekoratif bir köşebent bulunmaktadır. Bu köşebent yarım palmetli şakayık şeklindedir (Çakıroğlu, 2022).

Bir başka yararlanılan motif detayı ise Şekil 8'deki minber aynasının dik üçgen kenar bordürleridir. Bu kısım; alttan-üstten birbirine geçmeli ve şaşırtmalı şekilde beş kollu çok belirgin sivri yıldızlar ve çokgenlerden oluşmaktadır. Ayrıca diğer dik üçgenin sınırında kesilen yarım sekiz kollu yıldızlar bulunmaktadır. Sonsuz halde devam eden bu süslemeler de oluklu oyma tekniği ve alçak kabartma tekniği uygulandığı görülmektedir.



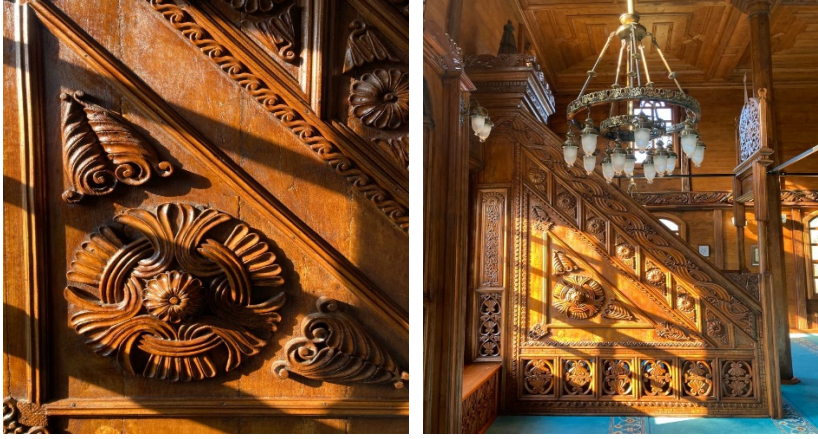
Şekil 8. Minber yan aynalık yıldızlı bordürler (Çakıroğlu, 2022).

2.2.2. Artvin Macahel (Camili) Camii ve Minberi

Artvin ile Gürcistan sınırında bulunan bu ahşap cami iki katlı olup kare şeklindedir. Yığma taş üzerine inşa edilmiş bütünüyle ahşap malzemeden yapılmış nadide örneklerdendir. Mihrap, minber, vaiz kürsüsü, kadınlar mahfili, kapılar ahşap motiflerle süslenmiştir. Artvin'de bulunan çoğu cami bağdadi kubbelidir (Kaya, 2022). Artvin Macahel (Camili) Camii' de en iyi örneklerindendir.

Şekil 9'da görülen minberde çiçek ve yaprak bezemeleri yoğun şekilde kullanılmıştır. Bunlar oyularak çakma tekniğiyle eklenmiştir. Minber dik üçgen aynasında yörenin bitkisel

çeşitliliğine atıfta bulunan papatya bulunmakta ve etrafı kıvrımlı yelpaze şeklinde süslemelerle kabartılmıştır. Bununla birlikte hemen üstte bulunan minber korkulukları yoğun şekilde dalgalı kıvrımlardan oluşmaktadır. Bu dalga yöredeki Çoruh nehrini bizlere hatırlatmaktadır. Bu dalga motifleri çoğunlukla yöredeki diğer ahşap camilerde de kullanılmıştır.



Şekil 9. Macahel Cami minberi (Çakıroğlu, 2022).

Bununla birlikte Artvin Macahel (Camili) Camii'nde kullanılan ahşap süsleme teknikleri Acara-Keda Bölgesi camilerindeki süslemeler ile yakın özellikler göstermektedir (Aytekin, 1999). Dik üçgenin içerisinde ayrıca madalyonun etrafında bulunan iki adet balıksırtı şeklinde kızılağacın yaprağını hatırlatan kabartma bulunur. Minber süpürgelik ve minber kapısı taç kısımlarında kafes oyma tekniği (ajur) uygulanarak süpürgelikte yaprak motifleri vurgulanmıştır. Macahel Camii'nin minber yan aynalık göbeği çizimi ve modellemesi yapılarak kullanılmıştır.

2.2.3. Anonim kapı deseni

Anonim kapı desenleri; kapılarda ve çoğu donatılarda kullanılmaktadır. Bu motiflerden ilham alınarak tasarımlar yapılmaktadır. Bununla birlikte bu motiflerde kullanılan tekniklere uygun çalışmalar oluşturulmaktadır. Bu çalışmanın da iç kapılarında bu motiflerden yararlanılmaktadır. Kapı kompozisyonu bitkisel motifler ve kıvrımlı hatlara sahip bir döngünün kenarlarından bordürlere çıkan iki küçük döngüyle birleşmektedir. Şekil 10'da kullanılan kapı motifi gösterilmektedir (Anonim, 2023c).



Şekil 10. Bazı kapı motifleri.

3. Bulgular ve Tartışma

Geleneksel Türk mimarisi motiflerimiz örnek alınarak özgün tasarım ve uygulamalar ile ahşap kapıların oluşturulduğu Bafra Kongre ve Toplantı Merkezi'nde Erken Osmanlı döneminde yapılan Mehmet Paşa Cami minberinin bazı motifleri yine son Osmanlı dönemindeki Macahel Cami minberinin bazı motifleri ve islami birkaç motif uygulanmaya çalışılmıştır. Bu motifleri kullanarak yüksek CNC teknolojisiyle üretimi yapılmıştır.

3.1. Bafra Kongre ve Toplantı Merkezi

Bafra Kongre ve Toplantı Merkezi aynı zamanda büyük bir sosyal yaşam alanı olarak tasarlanmıştır. Bünyesinde Şekil 11'de görüldüğü gibi lokanta, toplantı salonları, vip salonları, ahşap mimaride yapılmış konaklama yerleri, botanik park ve havuz bulunmaktadır.



Şekil 11. Kongre ve toplantı merkezinin drone çekimi ve görünümü.

3.2. Kemerli Ana Taç Kapı ve Konstrüksiyonu

Toplantı ve kongre merkezinin yanı sıra lokanta ve birçok faaliyet alanları için tasarlanmış bu yapının ana taç kapısı karşılama da önem arz etmektedir. Bundan dolayı masif olarak tasarlanmış kemerli kapının oluşturulması mevcut eski yapıya uygunluğu göz önünde bulundurularak üretilmiştir. Ağaç malzeme olarak sarıçam ve sapelli masifin kullanıldığı bu bölüm çok ince hesaplamaların yapıldığı bölümdür. Kemerli kısımların oluşturulmasında birleştirmelerin, eklemelerin, açılı kesimlerin kullanıldığı Şekil 12'deki fotoğraflardan görülmektedir.



Şekil 12. Kemerli Taç Kapının açılı birleştirme işlemleri.

Kemerli giriş olarak düşünülmüş bu yapıda mevcut yüksekliğe göre ahşap kapı tasarlanmıştır. İlk işlem olarak ölçülendirme yapılarak ne kadarlık bir alanda masif malzeme kullanılacağı kararlaştırılmıştır. Bu tasarım yapılırken mekan-boyut oranı korunarak iç mekana dışardan gelen ışığın daha homojen şekilde yansımaları sağlanmıştır. Kemerin Şekil 13'de görülen şekli ortaya çıkarılırken hesaplamalar ve kalıp üzerinden işlemler yapılarak başlanılmıştır. Birleştirmede yeterli masif malzeme kalınlığına ulaşabilmek için üst üste birleştirme uygulanmaktadır. 18x40x5 cm lik parçalar elde edilerek 87 derecelik açıyla kemer ortaya çıkarılmaktadır.



Şekil 13. Kemerli kapı kanatlarının konstrüksiyonu.

Kemerli taç kapının birleştirme işlemleri ve iskeletinin oluşturulmasından sonra kapı kanatları, kapının bütünlüğüne uygun biçimde üretime alınmıştır. Kemerli kapıya uygun çeyrek kaş şeklinde belirli açıda tasarlanmış olup üç kademeli göbeklerden oluşmaktadır. Üst ve alt göbekler sade sarıçam masif malzemeden olup derin profilendirme yapıldığı Şekil 14'teki fotoğraflardan görülmektedir. Orta göbekte ise sapelli masif malzeme tercih edilerek uygulanmak istenen kabartmalı görünümlü motif ortaya çıkarılmıştır. Ağaç türünün farklı seçilmesinin nedeni; ağaç malzemenin görünümü, rengi ve CNC makinası ile işlenebilme kabiliyetinin çok iyi olmasıdır. Bu orta göbekte kullanılan geleneksel motif, Macahel Cami minber aynası ortasında bulunan motiftir.



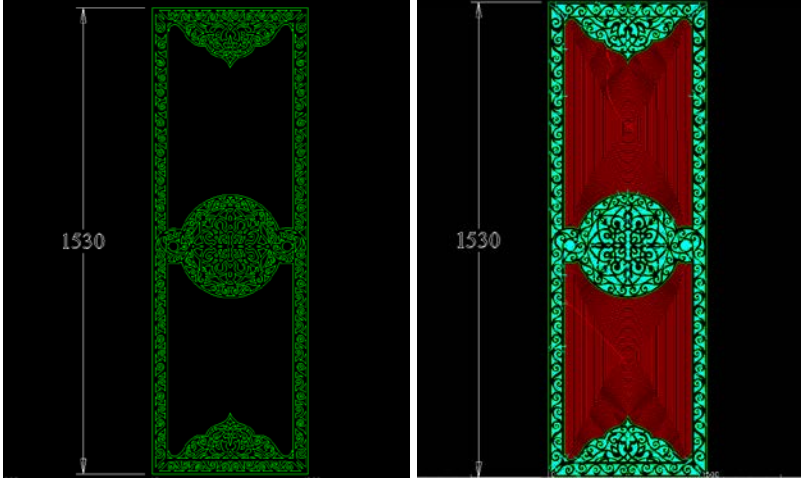
Şekil 14. Ahşap Kapı Göbekleri ve Kabartmalı Motifler.

Ahşap kemerli kapının kemer, kapı kanatı, kapı göbekleri ve çerçevelerinin yanı sıra yan panoları da dikkat çekmektedir. Bu bölümde yine sarıçam ağaç malzeme üzerine CNC makinası ile işlem görmüş sapelli masif motif uygulaması yapıldığı görülmektedir. Bu motif, kıvrımlı hatlara sahip olan Mehmet Paşa Camii'nin minber korkuluğun iç göbek bölümünden oluşmaktadır. Sarıçam masif malzeme içine kanal açılarak çakma tekniği ile yerleştirilmektedir.

Kemerli ahşap taç kapı 3.7 metre yüksekliğinde ve 3.5 metre genişliğinde çift kanattan meydana gelmektedir. Bununla birlikte tek kanatında 3 göbek bulunmakta ve sadece göbeklerin ortadakine CNC ile kabartmalı motif uygulaması yapılmıştır. Bu motif Macahel Cami minber aynasında bulunan dik üçgen kısmının kabartmalı motifin aynısıdır. Bu işlem her iki kanatta da uygulanmaktadır. Göbeklerin çerçeveleri frezeyle geçilmiş olup kıvrımlı yapıdadır. Kemer ile kapı kanatları arasında kalan bölümde cam bulunmaktadır. Bu kısım iç mekanın daha aydınlık ve dekoratif görünmesini sağlamaktadır. Ayrıca kapıda bulunan kemeri ortaya çıkaran bordür detayı uygulanmıştır.

3.2. İç Mekan Kapıları ve Konstrüksiyonu

İç mekan kapıları da yine sarıçam ağaç malzemesinden yapılmıştır. Üst kısmında kemerli bir geçiş yapılarak çift kanat olarak tasarlanmıştır. Kapı kanatlarında islami anonim motiflerimizden faydalanılmıştır. 3 göbek olarak yapılan kapı kanatlarının orta göbeği sade bırakılmıştır. Üst ve alt göbeklerde işlemler görülmektedir.



Şekil 15. İç mekan kapı kanat motif çizimi ve CNC kesici yolları.

3.3. Taç Kemerli Kapı ve İç Mekan Kapılarında Üst Yüzey İşlemleri

Sarıçam ve sapelli ağaç malzemesinden üretilen Şekil 16'da görülen kapılarda; zımparalama, boya işlemleri, dolgu verniği ve son kat vernik üst yüzey işlemleri uygulanmıştır.



Şekil 16. Üst yüzey işlemleri uygulanması.

Bütün aşamaları (malzeme seçim, tasarım, çizim, modelleme, boyutlandırma, kodlama, cnc üretim aşamaları, konstrüksiyonlar, üst yüzey işlemleri) bitirilen mimari motiflerin olduğu kapıların montajı kongre merkezinde yapılmıştır. Şekil 17'de ana taç kapı ve Şekil 18'de de iç kapılar görülmektedir.



Şekil 17. Ahşap ana taç kapı arka ve ön görünümü.



Şekil 18. İç mekan kapıları.

4. Sonuçlar

Bafra Kongre ve Toplantı Merkezi ahşap işlemlerinde CNC makinası ile birlikte motiflerin aslına uygun kabartmalı işlemleri ahşap kapılara uygulanmıştır. Aslına uygun geleneksel yöntemlerle ve konveksiyonel makinalar ile de uygulanabilen işlemler yerine bir çok kullanım avantajı olan CNC makinası tercih edilmiştir. Mimari motiflerin bulunduğu Mehmet Paşa Cami minberinin, Macahel Cami minberinin bazı motifleri ve islami anonim birkaç motifin kullanıldığı ahşap kapıların konstrüksiyonu ve CNC uygulamaları oluşturulmuştur. Sarıçam ve sapelli kerestelerinden yararlanılarak eski dönemlerdeki Türk motifleri, yeni kapı tasarımları ve üretiminde kullanılmıştır. Konstrüksiyonunda ve kabartmalı süslemelerinde kullanılan sarıçam ve sapelli ağaç türlerinin CNC işlemlerinde, yapışmada, ahşap parçaların kemer oluşturmasında son olarak üst yüzey işlemlerinde rahatlıkla uygulandığı görülmüştür.

Bu çalışmayla birlikte çıkan somut eser niteliğindeki ahşap kapılara, ahşabın doğallığını, sıcaklığını bozmadan unutulmaya yüz tutmuş motifleri uygulamak, tekrar hatırlamak, yok olmalarını önlemek ve bunların başka kullanım mekanlarında rol model olmasını sağlamak önerilmektedir. Ayrıca tarihi ve kültürel nitelikteki ahşap yapılara da

restorasyon aşamasında katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışma; Türk mimari süsleme motifleri temalı yeni ve farklı bir yorumu ulaştırmak için; ahşap süsleme tekniklerine uygun olarak üretim yapılmakta aynı zamanda da gelenekselden uzaklaşmadan yeni önerilere ilham kaynağı olabilecektir. Globalleşen ve sürekli gelişen dünyamızda marka değerinin önemi giderek artmaktadır. Geleneksel uygulamalara üsluplaşmış “kündekari tekniği” gibi, Türk motiflerini kullanarak “Geleneksel Türk motifli Ahşap Kapıları” adı altında bir kavramın oluşturulması ve bununla birlikte gerek ülkemizde gerekse yurt dışında farklı üretim alanları elde edilebilir.

Teşekkür

Bu çalışmanın uygulama kısmı Artvin Çoruh Üniversitesi Endüstriyel Tasarımlar Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesindeki mobilya dekorasyon atölyesinde yapılmıştır. Atölye uygulamalarından emeği geçen tüm sürekli işçi ve teknisyenlere teşekkür ediyoruz.

Kaynaklar

- Anonim, (2023a). <http://www.gamamekatronik.com/icerik/41/cnc-ahsap-isleme-megatron-tezga-hi.html>, Erişim Tarihi: 18.08.2023
- Anonim, (2023b). <https://www.alphacam.com/ALPHACAM-router/>, Erişim Tarihi : 12.09.2023
- Anonim, (2023c). <https://in.pinterest.com/pin/288441551124204477/>, Erişim Tarihi: 01.03.2023
- Arslan, M. (2017). “Anadolu’da Selçuklu çağı cami ve mescit mimarisi”. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aytekin, O. (1999). *Ortaçağdan Osmanlı Dönemi Sonuna Kadar Artvin’deki Mimari Eserler*, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Bozkurt, A. Y., ve Erdin, N. (2000). *Odun Anatomisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 466, İstanbul.
- Can, Y., ve Gün, R. (2017). *Ana Hatlarıyla Türk İslam Sanatları ve Estetiği*, Kayıhan Yayınları, İstanbul.
- Çakıroğlu, E.O. (2022). “Tarihi Ve Kültürel Mimari Yapılardaki Motiflerin Cnc Ahşap İşleme Olanakları Kullanılarak Modern Yapılarda Uygulanması: Amasya Mehmet Paşa Cami Örneği”. Doktora Tezi. Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Düzce.

- Da Rocha, P. A. S., e Souza, R. D. D. S., & de Lima Tostes, M. E. (2010). *Prototype CNC machine design*, 9th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications-INDUSCON, 1-5.
- Fountas, N., Kimpenis, A., Vaxevanidis, N., & Davim, J. P. (2012). Single and multi-objective optimization methodologies in CNC machining. In *Statistical and Computational Methods in Manufacturing*, Springer, 187–218.
- Ginting, R., Hadiyoso, S., & Aulia, S. (2017). Implementation 3-axis CNC router for small scale industry, *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(17), 6553-6558.
- Güler, M., ve Aktuğ Kolay, İ. (2010). 12. yüzyıl Anadolu Türk camileri, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/A*, sayı 5, 2,
- Jayachandriah, B., Krishna, O.V., Khan, P.A., & Reddy, R.A. (2014). Fabrication of Low Cost 3-Axis CNC Router, *International Journal of Engineering Science Invention*, 3(6), 1-10.
- Karakaya, E. (2003). *Mehmed Paşa Külliyesi*, TDV İslâm Ansiklopedisi, TDV İslam Araştırmaları Merkezi.
- Kaya, M. (2022). Gürcistan-Ahıska (Akhaltsikhe) Çevresi İle Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi Cami Mimarisinin Karşılaştırmalı Bir Değerlendirmesi. *Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi*, (3), 80-115.
- Kopač, J., & Šali, S. (2003). Wood: an important material in manufacturing technology, *Journal of Materials Processing Technology*, 133(1-2), 134-142.
- Krimpenis, A. A., & Vosniakos, G. C. (2009). Rough milling optimisation for parts with sculptured surfaces using genetic algorithms in a Stackelberg game, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 20(4), 447–461.
- Lemaignen, G. (1986). *Atlas Des Bois Tropicaux Tome I- Afrique*, 176-177, ATIBT (Association Internationale Technique des Bois Tropicaux).
- Merev, N. (2003). *Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı*, KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın, No: 210, Fakülte Yayın No: 32, Trabzon.
- Özbek, Y. (2002). *Osmanlı Beyliği Mimarisinde Taş Süsleme (1300-1453)*, Kültür Bakanlığı Yayınları, 92, Ankara.
- Pala, İ. (2006). *Mühr-i Süleyman*. İslam Ansiklopedisi, Türkiye Diyanet Vakfı, 31, 526, İstanbul.

- Soyupak, O. (2016). *Selçuklu Geometrik Desenleri Arasında Yer Alan Yıldız Sembolünün Günümüz Ürünleri Üzerindeki Yansımaları*, Uluslararası Geçmişten Geleceğe Sanat Sempozyumu, Çorum. 26-28 Eylül.
- Türel, İ. (2006). “Türk Sanatında Altı Köşeli Yıldız”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü, İstanbul.
- Yazar, N. E., ve Yazar, T. (2018). *Re-generating continuous rumî compositions*, In: Proceedings of Bridges 2018: Mathematics, art, music, architecture, education, culture conference, Stockholm, Sweden, 23-30.

İki Farklı Testere Diş Profili Kullanımının Kereste Üretim Verimi Üzerine Etkileri

Effects of Using Two Different Saw Tooth Profiles on Lumber Production Efficiency

 Hızır Volkan Görgün¹,  Emel Öztürk^{1*}

Özet

Üretim sistemleri, insan, malzeme, enerji ve makineler kullanılarak gerçekleşen dönüşüm süreçleridir. Bu karmaşık sürece etki eden çok fazla parametreden özellikle arızaların, üretim akışı üzerindeki etkisi çok büyüktür. Üretimde mikro duruşlar sisteme performans kaybı olarak yansır; performans kayıpları görünür değildir ama etkisi fazladır. Özellikle talaşlı üretimin yapıldığı, üretimin geri dönüşsüz olduğu süreçlerde, bu değişkenler çok daha kritik rol oynamaktadır.

Bu çalışmada, tomruktan kereste üretim sürecinde bazı parametrelerin etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, tomruk biçmede kullanılan şerit testerede, iki farklı diş profili (KV – PU) kullanımı sonucu oluşan etkiler, kullanılabilirlik ve performans parametreleri ile hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre, PU diş profiline sahip testere kullanımı ile KV diş profili kullanımına oranla bir vardiyada 120 dakika daha fazla üretim yapılabileceği, %21,1'lik bir kapasite kullanım oranı artışıyla toplamda 11,32m³ hacminde 40 adet daha fazla tomruk biçilebileceği ve 840 TL, diğer bir deyişle, 1m³ tomruk alış fiyatının %28'i kadar, ilave kazanç sağlanabileceği tespit edilmiştir. Bununla birlikte testere bileme işlemi sıklığında ve testere değişimi sayısında azalma, dolayısıyla da makina hazırlık zamanlarında azalma söz konusu olmaktadır. Sonuç olarak, kereste endüstrisi gibi düşük teknoloji grubundaki ve/veya küçük ölçekli işletmelerde, süreçlerin sistematik olarak takip edilmesi ve teknik müdahaleler ile üretim sürecinin önemli oranda iyileştirilmesi mümkündür. Bu çalışma ile iki farklı testere diş profilinin kereste üretim verimi üzerine etkisi karşılaştırılmıştır. Yumuşak ağaç türlerinin şerit testelerle biçilmesinde, stellitli PU diş profiline sahip testere kullanılması verimi artırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tomruk biçme, Verim, Süreç iyileştirme, Kullanılabilirlik, Performans.

Abstract

Production systems are transformation processes that take place using people, materials, energy and machines. Among the many parameters that affect this complex process, especially malfunctions, have a great impact on the production flow. In production, micro stops are reflected in the system as a loss of performance; performance losses are not visible, but the effect is large. These variables play a much more critical role, especially in processes where irreversible machining (material removing) is done.

In this study, it is aimed to examine the effects of some parameters in the lumber production process from log. In this context, the effects resulting from the use of two different tooth profiles (KV - PU) on the band saw used in log sawing were calculated with the usability and performance parameters.

According to the data obtained, 120 more minutes of production can be made in one shift, 40 more logs in a total volume of 11.32m³ can be cut with a capacity utilization rate of 21,1% and thus an additional income of 840 TL, in other words, 28% of the purchase price of one cubic meter of logs, can be obtained with using saws with PU tooth profile (compared to KV). In addition, there will be a decrease in the frequency of saw sharpening and the number of saw changes, thus reducing machine.

As a result, in low-tech and/or small-scale enterprises such as the lumber industry, it is possible to monitor the processes systematically and to improve the production process significantly with technical interventions. In this study, the effect of two different saw tooth profiles on lumber production efficiency was compared. It was seen that the use of saws with PU tooth profile combining stellite in band saw machines increased efficiency in softwood processing.

Keywords: Log sawing, Efficiency, Process improvement, Utility, Performance.

1. Giriş

Orman ürünleri endüstrisinin ana hammaddesi olan ahşap, hem malzeme olarak hem de kaynak açısından diğer hammaddelere göre daha farklı ve özel bir öneme sahiptir. Doğal bir malzeme olması, mikroskobik ve makroskobik açıdan heterojen yapıya sahip olması, az sayıdaki sürdürülebilir birincil hammaddelerden biri olması gibi karakteristik özellikleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, ekolojik açıdan önemi nedeniyle de, üzerinde çalışılması hassasiyet gerektiren bir malzemedir. Bu nedenle orman ürünleri endüstrisi, hem işletme hem de malzeme verimliliğinin yüksek olması gereken sektörlerden biridir.

Orman ürünleri endüstrisinin en temel üretim sınıfını oluşturan kereste (masif ahşap) endüstrisi, talaşlı imalat yapan bir endüstridir. Bazı yumuşak ağaçlardan ince tahtalar biçilmesi için, kama bıçaklarıyla talaş kaldırmayan sistemler de (örneğin rotasyon makinesi) kullanılabilir (Ünsal, 1987; Owen ve Hunter, 1993). Ancak bu yöntemler, ön işlem gerektirmesi, kusurlardan daha çok etkilenmesi, her ağaç türünde uygun sonuçlar alınamaması vb. sebeplerle pek tercih edilmemektedir. Talaşlı üretimde ise özellikle zaiyat (kayıp) oranları ön plana çıkmaktadır. Örs ve ark. (1991) tarafından kereste endüstrisi ile ilgili yapılan çalışmada; bu endüstride yapılan araştırmaların uygulamaya yeterince aktarılmamış olması ve çalışanların bilgi noksanlığı nedeniyle meydana gelen odun hammaddesi kaybının, en iyimser tahminle %20 olduğu ifade edilmiştir.

Kereste endüstrisi, Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması'na göre (NACE Rev.2) C kodlu "imalat" grubu başlığı altında, C 16.10- "Ağaçların biçilmesi ve planyalanması" olarak yer almaktadır (Eurostat, 2022). Türkiye'deki kereste endüstrisi, üretim teknolojisi açısından, orman ürünleri endüstrisi daha gelişmiş ülkelere (Almanya, Avusturya, İsveç, Kanada, ABD vb.) göre farklı bir yapıdadır. NACE sınıflandırmasının bir üst başlığı olan C 16- "Ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri imalatı (mobilya hariç); saz, saman ve benzeri malzemelerden örülerek yapılan eşyaların imalatı", aynı zamanda teknoloji bakımından en alt sınıf olan "Düşük" grubunda yer almaktadır. Bu sınıflandırma uluslararası kapsamda aynı şekilde kullanılmasına karşın, gelişmiş ülkelerde kereste fabrikaları sayıca daha az ancak daha büyük kapasitelerde olup ve tam otomatik kontrol sistemleriyle yönetilen bir teknoloji kullanımı daha yaygındır. Türkiye'de ise kereste fabrikaları genel olarak, düşük kapasite ile çalışan ve düşük teknolojiye sahip, diğer üretim sektörlerine göre daha az mühendis ve teknik eleman istihdam eden bir yapıdadır. Örneğin Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) sanayi veri tabanına göre (TOBB, 2023a); C 16.10- NACE kodunda toplamda 1652 kayıtlı üretici ve

30738 çalışan (23774 işçi, 2863 idari personel, 2727 usta, 696 teknisyen, 628 mühendis) bulunmaktadır. Bu verilere göre, her işletmede 1'in altında (teknisyen ve mühendis açısından ortalama 0,40) teknik eleman istihdam edilmesi de bunun bir göstergesidir.

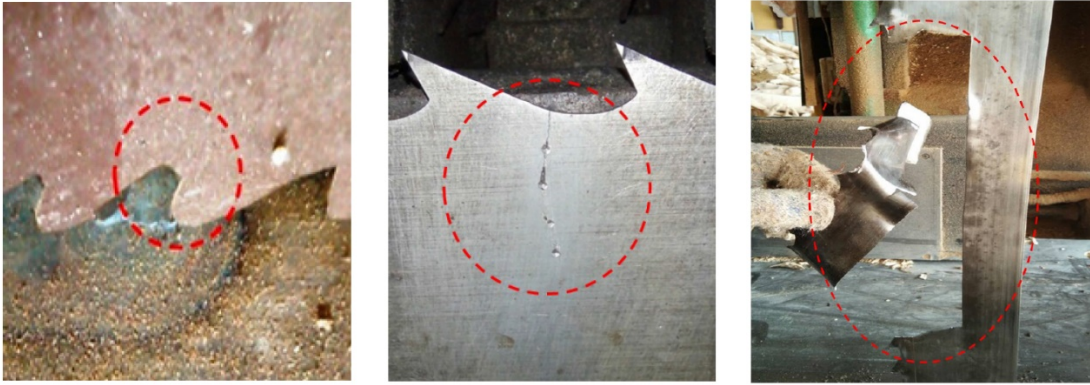
Gavcar ve Arslan (1999), kereste fabrikalarının düşük verimle çalışmasının sebebi olarak başta yeterli hammadde miktarı ve kalitesi konusunda yaşanan sıkıntılarla birlikte teknik bilgi eksikliğinin de etkili olduğunu belirtmiştir. Akkaya vd. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, teknik personel çalıştırmama nedenleri olarak; kalifiye eleman bulamama ve işgücü eksikliği ile birlikte, atıl kapasite nedeniyle daha az işçiye ihtiyaç duyulması olarak gösterilmiştir. Kalifiye çalışanların daha az sayıda olması, hatta bazı işletmelerde tercih edilmemesi, üretim tekniğine ve dolayısıyla verimliliğe yansımaktadır.

Ahşabın kaliteli olarak işlenebilmesi için, hammaddeye göre makineleri ve kesicileri tekniğine uygun olarak kullanmak gerekir. Bu nedenle, işlenecek olan ağaç malzeme, ağaç işleme teknikleri, talaş oluşumu, kesici alet geometrisi, motor devir sayısı, kesme hızı, ilerleme hızı, kesme açıları, kullanılacak kesicinin cinsi ve ömrü gibi parametreler hakkında temel bilgi birikimine sahip olunmalıdır. Ağaç malzemelerin işlenmesinde ürün kalitesini düşürmeden üretim girdilerini ve dolayısıyla maliyeti azaltmak için işleme parametrelerinin optimum olması beklenir (Gürleyen ve Efe, 2017). Optimum seviyenin belirlenebilmesi için hem ahşapta, hem de kesici takımlarında oluşan gerilimlerin tespit edilmesi gereklidir. Bu gerilimler nedeniyle, kesici takımlar ne kadar sağlam ve keskin olsa da, diğer parametrelere uyulmadığı takdirde talaş kaldırma sırasında zorlanılacaktır (Şeker, 2000).

Ürün kalitesi ve üretim randımanını doğrudan etkilediği için, kereste üretimindeki bilimsel çalışmaların testereler konusunda yoğunlaştığı görülmektedir. Ancak bu çalışmalar daha çok, kereste üretim sürecinin ikincil biçme aşamaları olan baş kesme, yan alma, çoklu dilimleme ve marangozluk işlerinde çok daha sık kullanılması nedeniyle daire testerelerde yoğunlaşmaktadır (Demirci, 1998; Demirci ve Kılıç, 2005; Sönmez ve Söğütü, 2009; Gürleyen ve Efe, 2017; Çakmak ve Malkoçoğlu, 2019). Birincil biçme aşaması olan tomruk biçme alanındaki çalışmalar ise, katrak ve daire testereye göre kullanımı daha yaygın olduğu için, şerit testerelerde yoğunlaşmaktadır. Şerit testerelerde ise diş şekli, diş ölçüleri, diş açıları, kesiş kuvvetleri, güç ve enerji ihtiyacı, biçme şekilleri, ezme ve çaprazlamanın önemi, testerelerde gerilme kuvveti, testere hızı ve itme hızı ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Lundstrum, 1985; Örs ve Alkan, 1986; Bozkurt, 1986; Burdurlu, 1995; Korkut, 1999; Çolakoğlu, 2005; Kantay, 2005; Naylor ve Hackney, 2013). Örs ve ark. (1991), şerit testere diş geometrisinin yüzey kalitesine (pürüzlülüğüne) etkisini incelemiştir. Çalışmada ezme ve egalize işlem kombinasyonlarının denendiği çalışmada; tüm dişlerin

ezilmiş ve egalize edilmiş PV diş profilli testerelerle, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) kerestelerinin biçilmesinde en iyi yüzey kalitesi elde edildiği belirtilmiştir. Kantay (2005), ağaç türüne göre farklı diş tipi tercihi yapılması gerektiğini, sert ağaçlarda daha güçlü bir diş için daha geniş kama açıları, yumuşak ağaçlarda ise daha kolay talaş uzaklaştırmak için daha geniş ve kavisli diş boşluğu önermiştir.

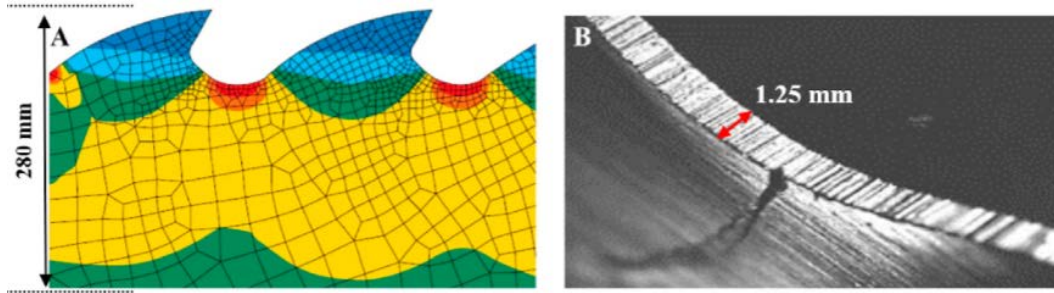
Çalışmaların testerelerde yoğunlaşmasının diğer önemli sebepleri ise, biçme sırasında oluşan yüksek gerilimler ile kısa sürede körelmesi, kusur meydana gelmesi ve ölüme varan kazalara yol açabilmesidir. Örneğin şerit testere makinelerinde testerelerin kasnak etrafında eğilmesi, kasnaklar arasında gerdirilmesi ve biçme sırasında tomruğun testereye ittirilmesi gibi önemli gerilimlere maruz kalmaktadır. Uygun testere malzemesi kullanılsa da, biçme geometrisinin uygun olmaması önemli sorunlar oluşturabilmektedir. Örneğin, asimetric testere diş düzeni nedeniyle testerede oluşan diş kırılması, diş dibi çatlağı ve bölgesel testere kopması gibi deformasyonlar Şekil 1’de gösterilmiştir (Nor-Marzuina ve Mohd-Jamil, 2019).



Şekil 1. Testerelerde oluşan bazı deformasyonlar (Sol: Diş kırılması, Orta: Diş dibi çatlağı, Sağ: Bölgesel testere kopması).

Testere diş geometrisinin en önemli özelliklerinden biri, testere tomruk içerisinde geçerken talaşın alınması, taşınması ve atılmasının sağlanmasıdır. Bu bileşenlerden talaşın taşınması işlemi, talaş boşluğu tarafında gerçekleşmektedir. Ancak her ne kadar testereyle biçme işlemi hızlı olsa da, talaş için yeterli miktarda alan açılmadığı takdirde bu bölgeye baskı yapmaktadır. Bu baskı neticesinde belirtilen gerilmelerden dolayı özellikle diş dibi çatlağı oluşmakta ve bu çatlak, önlem alınmadığı takdirde, testere kopmalarına sebep olmaktadır (Şekil 1). Yumuşak ağaç grubundaki ağaç malzeme biçilmesi esnasında oluşan “talaş kabarma faktörü” nedeni ile talaş boşluğu kısmına daha fazla baskı olmaktadır. Bu nedenle, Kantay (2005) yumuşak ağaç grubundaki tomrukların biçilmesinde diş dibi boşluğu daha geniş olan PU, NU, KU tipi diş profillerini önermiştir. Aynı zamanda testerenin diş dibi

boşluğu genişlemesi ile kama (diş) açısının azalmasına bağlı olarak direnci düşmektedir. Ancak bu durum yumuşak ağaçların işlenmesinde bir sorun teşkil etmemektedir. Son yıllarda ilerleyen teknolojiyle birlikte işlevleri gelişen sensörler, tahmin ve analiz yöntemlerinin (makine öğrenmesi, yapay zekâ vb.), biçme sırası ve sonrasında testere davranışının incelenmesi konusunda da kullanılmaya başlanmıştır (Nasir ve Cool, 2020; Licow vd., 2020).



Şekil 2. A: Şerit testerede oluşan gerilimler, B: Diş dibinin pürüzlü bilenmesi sonucu oluşan çatlak.

Şekil 2A'da, sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan bir analiz sonucunda şerit testelerde oluşan gerilimler görülmektedir. Kırmızı renk yüksek gerilimi, mavi renk ise basınç ve darbe gerilimlerini göstermektedir. Şekil 2B'de ise, diş dibinin yeterince pürüzsüz bilenmemesi nedeni ile oluşan dalgalı yüzey ve bunun sonucu oluşan çatlak yer görülmektedir (Sandvik, 1999; Trejo vd., 2021). Örneklerde de görüldüğü gibi biçme işlemi, maruz kalınan gerilmeler ve üründeki beklentiler nedeniyle milimetrik hassasiyette ele alınması gereken bir işlemdir. Parametrelerin çok sayıda olması ve yüksek hassasiyet gerektirmesi nedeniyle optimum düzeylerin belirlenmesinde, kalifiye teknik personelin varlığı ve profesyonel üretim yönetimi yaklaşımı önemlidir.

Takım tezgâhlarından, iş parçalarını, istenilen teknik gereksinimlere uygun biçimde üretebilmelerinin yanı sıra bunları en ucuza işleyebilmeleri de istenir. Tezgâh seçiminde tezgâhın teknik ve ekonomik etkinliği birlikte aranır (Karabay, 1986). İş etüdü çalışmaları üretim verimliliğini arttırmak için önemli bir araştırma yöntemidir. Üretim sistemlerinin doğru yönetilebilmesi için ölçülebilir parametreler gereklidir. İş ölçümü ile bir işlemi ya da işlemler dizisinin yapılmasında harcanan zaman ile etken olmayan süre ortaya çıkarılmakta ve etken süreden ayrılacak şekilde ölçüler belirlenmektedir (Kanawaty, 1997). Zaman ölçümleri sayesinde üretim performansı daha görünür kılınmakta ve somut değerlendirmeler yapılabilmektedir. Türkiye'de orman ürünleri endüstrisinde iş ölçümü için zaman etüdü konusunda yapılan çalışmalar mobilya endüstrisinde yoğunlaşmıştır (Malkoçoğlu ve ark., 2013; Şenyiğit ve ark., 2021; Yücel ve Dilik, 2021). Kereste üretiminde zaman etüdü

konusunda az sayıda çalışma yapıldığı tespit edilmiştir. Burdurlu (2004), şerit testere makinesi ile eğmeçli parçaların biçilmesi ile ilgili çalışmasında, yapılan işlemin her aşamasında denetimin işçinin inisiyatifinde olması nedeniyle, iş ölçümü için zaman ölçüm yöntemlerinin kullanılabilceğini belirtmiştir. Gedik ve ark. (2005) yapılan çalışmada, tomruktan kereste üretim süreciyle ilgili geçen süreler ortaya konulmuş ve bu veriyle firmaların özellikle performans değerlendirmeleri yapabileceği belirtilmiştir. Aniszewska vd. (2018) zaman ölçümlerini kullanarak yaptıkları çalışmada, iş organizasyonunun değiştirilmesi, makine parkının yeniden inşası ve genişletilmesiyle de kereste üretiminde etkinliğin arttırabileceğini tespit etmiştir.

Bu çalışma kapsamında, kereste üretim sürecinin ilk aşaması olan tomruk biçmede kullanılan şerit testere makinasında, testere diş profili seçiminin, kullanılabilirlik ve performans parametreleri ile hesaplanarak, sürecin verimini ve kârlılığını nasıl etkilediği incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

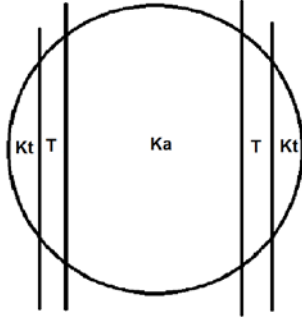
2.1.1. Tomruk ve Kereste Özellikleri

Bu çalışmada ortalama 400 cm boyunda ve 30 cm çapında olan 2. kalite sınıfındaki yumuşak ağaç grubu (çam, göknar) tomruklar kullanılmıştır. Hacimleri (V_{tomruk} , m³), yarıçap (r , cm) ve boy (h , cm) değişkenleri kullanılarak, silindir hacmi yöntemine göre hesaplanmıştır (Eşitlik 1). Tomruklarda koniklik ve ovallik gibi kusurlar olmasına karşın, ortalama çapları referans alınmıştır.

$$V_{tomruk} = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

(1)

Bu çalışmada, tüm parçalar biçilene kadar tomruğun döndürülmediği, pozisyonlandırma ve sabitleme işlemlerinin yapılmadığı “Keskin Kesiş” yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3). Bu yöntemle biçilen 104 tomruktan, kapak tahtalarıyla birlikte, iki adet 2,5 x 20 x 400 cm ebatlarında (0,02 m³) tahta ve 10 x 25 x 400 cm ebatlarında (0,10 m³) kalasların elde edilme (Şekil 3) süreci incelenmiştir.



*Kt: Kapak tahtası, T: Tahta, Ka: Kalas, Düz çizgiler: Biçme hattı

Şekil 3. Tomrukta biçmede keskin kesiş yöntemi ve çıkan parçalar.

Ayrıca oluşacak kayıp zamanların yerine tomruk biçilebilmesi halinde, oluşacak yeni durumun ekonomik yönden incelenebilmesi için, tomruk ve kerestelerin fiyatları temin edilerek hesaplamalar yapılmıştır (Çizelge 1).

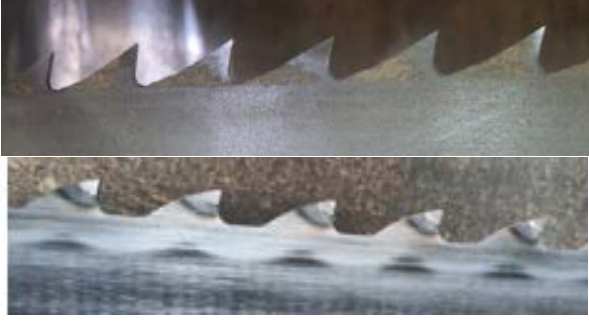
Çizelge 1. Tomruk alış ve kereste satış fiyatları*

Ürün	Özellikler	Fiyat (TL/m ³)*	
Tomruk	Bu çalışmada kullanılan tomruklarda fiyat aynıdır.	3.000	
Kereste (Yaş)	Kullanım Sınıfı	Boyut Sınıfı	
	İnşaatlık	Tahta	5.500
		Kalas	6.500

* Tomruklar için ortalama ihale fiyatı, kerestelerde ise yaş kereste satış fiyatıdır (Mayıs, 2023)

2.1.2. Testere Özellikleri

Çalışmada, biçme operatörü tarafından tercih edilen KV dış profiline sahip, sağ-sol çapraz verilmiş testere “mevcut” dış profili olarak ifade edilmiştir. İyileştirme önerisi olarak ise, yine yumuşak ağaç türü grubu için Kantay (2005) tarafından kullanılması tavsiye edilen PU dış profiline sahip, dış uçları stellitli testere ise “önerilen” dış profili olarak ifade edilmiştir. Biçme sırasında yüzey kalitesi düşüklüğü, testere titreşimiyle biçme hattından sapma (testere dalması) vb. gözlemler ile biçme hataları, dış ucu körelmesi, dış dibi çatlakları gibi testere kaynaklı olası hataların tespit edildiği varsayılmıştır. Özellikle biçme hattından sapma ve titreşim gibi gözlemler, testere ile aynı hizada olan çizgi lazer referans alınarak yapılmıştır. Tespit sonrası ana biçme makinası durdurularak ortalama 15 dakika süreyle testere değişimi veya bakım işlemi yapılmıştır. Ayrıca her iki dış profilinde de 52’şer adet tomruk biçilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Testere diş profilleri (Sol: Mevcut - KV diş profilli testere, Sağ: Önerilen – PU diş profilli testere).

2.2. Yöntem

2.2.1. Ölçüm

Bu çalışma, kereste üretiminin ilk aşamalarından olan tomruk biçme hattında gerçekleştirilmiştir. Bu hatta yarı otomatik enine zincirli transportörle tomruk arabası beslenmekte ve arabada sabitlenen tomruklar, hareketli testereye ilerletilerek biçilmektedir. İş ve zaman ölçümlerinin yapılabilmesi için tomruk biçme işlemi, alt işlemlere bölünerek işlem süreleri ölçülmüştür (Şekil 5):

- *Tomruğu alma:* Enine zincirli transportör üzerinde bulunan tomrukların, her seferinde birer adet olacak şekilde tomruk arabasına alınmasıdır.

- *Pozisyonlandırma:* Arabada bulunan tomruğun testereye verilmiş pozisyonu, çapına ve kalite özelliklerine göre ayarlanmasıdır.

- *Sabitleme:* Uygun pozisyonlandırma sonrası, arabadaki kancalarla tomruğun sabitlenmesidir.

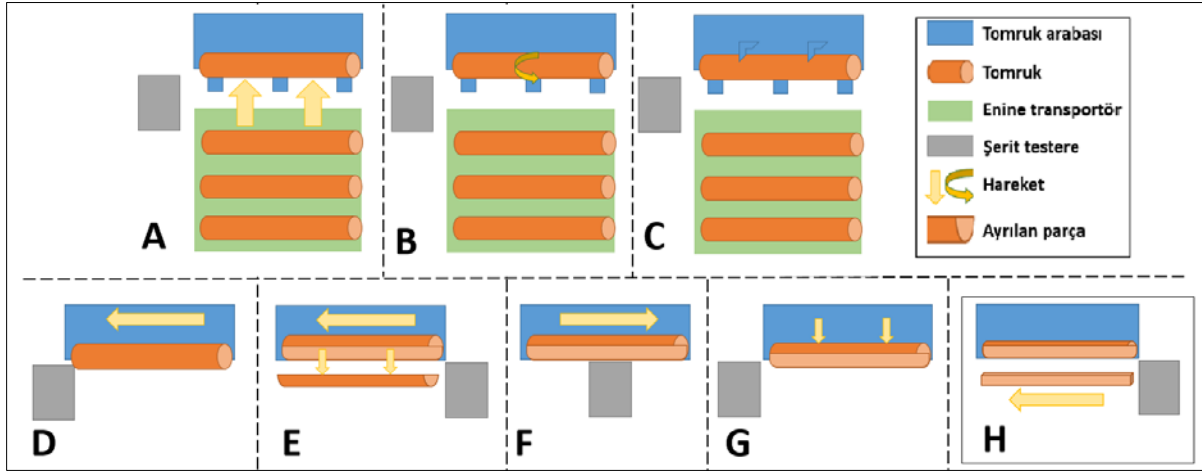
- *Biçme:* Arabayla birlikte tomruk biçilmesi için, çalışır durumdaki testereye doğru ilerletilmesidir.

- *Ayrılma:* Biçilen parçanın tomruktan tamamen ayrılarak konveyöre aktarılmasıdır (3 saniye).

- *Geri dönüş:* Tomruğun kalan parçası biçilmeye devam edilecekse, tomruk arabasının tekrar başlangıç pozisyonuna döndürülmesidir. Tek taraflı testereelerde dönüş sırasında biçme yapılmadığı için, dönüş süresi daha kısadır.

- *Hizalama:* Tomruğun kalan parçası biçmeden sonra testereyle aynı hizada olmaktadır. Bu sebeple kalan parçanın, bir sonraki kereste kalınlığı ve testere payı kadar, testereye doğru yatay ekseninde ilerletilmesi işlemidir. Sonrasında, son parça biçilene kadar, tekrar biçme aşamasına devam edilmektedir.

• *Son parça ayrılırken bekleme*: Son tahta biçildikten sonra, kalan kapak tahtasının da arabadan konveyöre aktarılması gerekmektedir. Ancak o sırada konveyörde son tahta olduğu için uzaklaşana kadar arabada beklemektedir.



*A: Tomruğu alma, B: Pozisyonlandırma, C: Sabitleme, D: Biçme, E: Ayrılma, F: Geri dönüş, G: Hizalama, H: Son parça ayrılırken bekleme

Şekil 5. Şerit testerede keskin kesiş yöntemi ile tomruk biçme aşamaları.

Her biri dışarıdan müdahale olmadan ve operatör tarafından yönetilen işlemlerin ortalama süreleri kronometre ile ölçülerek tespit edilmiştir. Yapılan ölçümlerde, iki farklı ağaç türü ve iki farklı testere diş profili olmasına karşın, operatörün üretim çizelgesinde belirlenen sürelere (günlük üretim hedefine) uygun olarak işlem yapması nedeniyle, her bir işlem için aynı süreler kullanılmıştır.

2.2.2. Değerlendirme

İki farklı diş profili kullanımının karşılaştırılması için, makine ve üretim ekipmanı etkinliğinin değerlendirilmesinde, genel kabul görmüş performans kriteri olan “Toplam Ekipman Etkinliği” (OEE - Overall Equipment Effectiveness) yöntemi referans alınmıştır. İşlenen parçaların kalite özellikleri dikkate alınmadığı için “Kalite Oranı” değişkeni kullanılmamış olup, “Kullanılabilirlik oranı”, “Performans Oranı” değişkenleri kullanılmıştır. OEE, üretim hatlarının planlanan üretim zamanı içerisinde belirlenen performans kriterlerine göre üretilebilen doğru üretim oranını ifade eden performans anahtarıdır. Arızalar, ekipman ayarları, duruşlar, çalışma hızındaki azalmalar, ıskartalar ve yeniden işlem gibi kayıplar üzerine düşer. Amacı; şirketlerin eldeki makine ve ekipmanların performanslarının artırılmasına odaklanmaktır (Anonim, 2017; Çelik 2020). OEE yöntemi ve üretimin değerlendirilmesine ait diğer değişkenlerin hesaplamaları aşağıdaki gibi yapılmıştır:

- *Planlı Üretim Süresi:* Toplam vardiya uzunluğu süresiyle, öğle arası ve diğer planlı molaların farkından hesaplanmıştır.
- *Duruşlar:* Bu çalışmada sadece bakım nedeniyle gerçekleşen duruşlar dikkate alınmıştır.
- *Gerçekleşen Üretim Süresi:* Planlı üretim süresiyle tüm duruşların farkından hesaplanmıştır.
- *Kullanılabilirlik Oranı:* Ekipmana ait sebeplerden (arıza, ayarlamadan kaynaklanan duruş süresi vs.) kaynaklanan kullanılabilirlik miktarını gösterir. “Gerçekleşen Üretim Süresi / Planlı üretim süresi” oranından hesaplanmıştır.
- *Performans Oranı:* Adet veya hacim bazında ideal üretim miktarının, gerçekleşen üretim miktarına oranıdır.

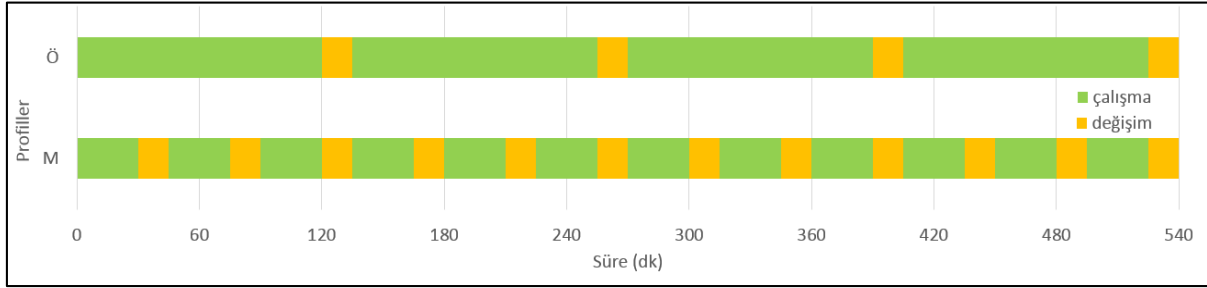
3. Bulgular ve Tartışma

Yumuşak ağaç tomruğu biçmede mevcut kullanılan KV diş profiline sahip testerelede, biçme esnasında çok kısa zaman dilimlerinde üretimi etkileyen önemli sorunların meydana geldiği belirlenmiştir. İncelenen testerede, riskli sayılabilecek miktarda ve uzunlukta diş dibi çatlağı tespit edilmiştir. Ortalama 30 dakikalık biçme işleminden sonra, tüm testere uzunluğu boyunca en az 5 diş dibi çatlağı tespit edilmiştir. Testerelede oluşan gerilmeler nedeniyle çatlakların ilerlememesi ve dolayısıyla testerenin kopmaması için, ortalama 30 dakikada bir kez testere değişimi yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur.

Testereledeki diş profili kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan zaman farkları, kontrol amaçlı olarak her iki testere için de ölçülmüş ancak önemli bir fark tespit edilmediği için analizler ortalama süreler üzerinden yapılmıştır. Bununla birlikte biçme süresi, testere diş profiline bağlı olarak, biçme operatörünün tomruğu itme hızına bağlı olmaktadır. Ancak bu çalışmada, biçme operatörünün (yaklaşık on yıllık tecrübeye sahip) her iki diş profilinde de aynı itme hızını kullandığı tespit edilmiştir. Bu durum mevcut diş profilinde testerenin daha sık deforme olmasına neden olmakta, daha sık bakım duruşlarına yol açarak üretimi aksatmaktadır.

Her iki diş profilindeki maksimum çalışma sürelerine bakıldığında, sadece bakım duruşları nedeniyle aralarında ortalama 90 dakika (dk) süre farkı olduğu; ayrıca bu farkın, işletmenin tüm vardiya süresinde toplam üç kat daha fazla duruşa sebep olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak, mevcut diş profilinde 540 dk’lık planlı üretim süresinin toplam

360 dk'sı gerçekleşen üretim süresi olurken, önerilen dış profilinde ise aynı vardiyada gerçekleşen üretim süresi 480 dk olmuştur (Şekil 6).



*Ö: Önerilen, M: Mevcut dış profili, dk: Dakika

Şekil 6.: Bir vardiyada farklı dış profillerine göre çalışma ve duruş (değişim) sıklıkları.

Keskin kesiş biçme yöntemi ile biçilen bir adet tomruk için biçme aşamaları ve ortalama biçme süreleri Çizelge 2'deki gibi ölçülmüştür.

Çizelge 2. Tomruk biçmede kullanılan işlemler ve süreleri.

İşlem	Birim Süre (saniye)	Hareket sayısı (adet)	Toplam Süre (saniye)
Tomruğu alma	15	1	15
Pozisyonlandırma	30	1	30
Sabitleme	5	1	5
Biçme	15	4	60
Ayrılma	5	6	30
Geri dönüş	5	3	15
Hızalama	5	4	20
Son parça ayrılırken bekleme	5	1	5
TOPLAM	-	21	180

Birim zamanlar dikkate alınarak hazırlanan bu verilere göre; 0,283 m³ hacmindeki bir adet tomruğun, keskin kesiş ile biçme süresi 180 saniyedir (3 dk). Gedik vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada, benzer çaplarda ama daha uzun (600 cm > 400 cm) olan tomruklarda ve prizma kesişte elde edilen süre ise 195 sn'dir. Tomruğun daha uzun olması ve prizma kesişte daha fazla tomruk/prizma döndürülme işlemi olması nedeniyle, her iki sonucun birbiriyle olduğu söylenebilir. Dış profili seçiminin, kapasite kullanım oranına etkisinin belirlenmesi için, bir vardiyada her iki profilde biçilebilecek tomruk miktarı esas alınmıştır. Çalışmada kullanılan hattın biçme kapasitesi olarak, 120'lik şerit testere kapasitesi olan 6 m³/saat tomruk biçme değeri referans alınarak (TOBB, 2023b), biçme kapasitesi 54 m³/vardiya olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre her iki dış profilinde de oluşan kullanılabilirlik ve performans oranları Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3. Testere profilleri için kullanılabilirlik ve performans oranları.

Değişkenler	Veriler		
	Mevcut dış profilinde testere kullanımı	Önerilen dış profilinde testere kullanımı	
Vardiya uzunluğu	630 dk (10,5 saat)		
Planlı aralar (öğle arası ve molalar) toplamı	60 dk + (2 x 15 dk) = 90 dk		
Planlı üretim süresi	630 – 90 = 540 dk		
Duruşlar toplamı (Adet)	Her 30 dk'da bir 15 dk ise; 540 / 45 dk = 12 adet	Her 120'dk da bir 15 dk ise; 540 dk / 135 dk = 4 adet	
Duruşlar toplamı (Süre)	12 adet * 15 dk = 180 dk	4 adet * 15 dk = 60 dk	
Gerçekleşen üretim süresi	540 dk – 180 dk = 360 dk	540 dk – 60 dk = 480 dk	
Vardiyada tomruk biçme kapasitesi (Adet)	360 dk / 3 dk = 120 adet	480 dk / 3 dk = 160 adet	
Tomruk biçme kapasitesi	(54 m ³ / vardiya) / (0,283 m ³ / adet) = 190 adet / vardiya		
Kullanılabilirlik oranı	360 dk / 540 dk = %67	480 dk / 540 dk = %89	
Gerçekleşen üretim adedi	120 adet * 0,283 m ³ = 33,96 m ³	160 adet * 0,283 m ³ = 45,28 m ³	
Performans	Adet	120 adet / 190 adet = %63,2	160 adet / 190 adet = %84,2
	Hacim	33,96 m ³ / 54 m ³ = %62,8	45,28 m ³ / 54 m ³ = %83,9

*dk: dakika

Çalışma süreleri tomruk biçme süresine oranlandığında; mevcut dış profilinde 120 adet, önerilen dış profilinde ise bakım nedeniyle duruş süreleri azaltılarak 160 adet tomruk biçilebileceği tespit edilmiştir. Bu durumda sadece uygun dış profili tercih edilerek bir vardiyada 40 adet (11,32 m³) daha fazla tomruk biçilebileceği ve kapasite kullanım oranının %21,1'lik bir artışla %83,9'a çıkabileceği tespit edilmiştir. Bu farkın ekonomik olarak yansması ise Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. Yeni durumdaki girdi ve çıktıların miktar ve fiyat farkı.

	Ürün	Adet	Birim Hacim (m ³)	Toplam Hacim (m ³)	Birim Fiyat* (TL)	Toplam Fiyat (TL)
Üretim Girdisi	Tomruk	40	0,283	11,32	3.000	33.960
Üretim Çıktısı	Tahta	80	0,020	1,60	5.500	8.800
	Kalas	40	0,100	4,00	6.500	26.000
Girdi ve Çıktı Farkı (TL)						840

Çizelgelerdeki verilere göre; toplam değeri 33.960 TL olan 40 adet tomruk biçilerek, 34.800 TL değerinde kereste (tahta ve kalas) üretilebileceği tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle, sadece daha uygun testere dış profili seçimiyle, bir vardiyada (diğer maliyetler hariç) 840 TL ilave kâr elde edilebilir. Paranın zaman içerisinde değer değiştirmesi söz konusu olduğundan, ilave kazanç değerinin işlenen birim tomruk fiyatına oranının belirtilmesi daha uygun olacaktır. Buna göre; iyileştirme sonrası elde edilen ilave kazanç miktarının, 1 m³ tomruğun alış fiyatının %28'i kadar olduğu hesaplanmıştır.

4. Sonuçlar

Üretim sistemleri, insan, malzeme, enerji ve makinalar kullanılarak gerçekleşen dönüşüm süreçleridir. Bu karmaşık sürece etki eden çok fazla parametre bulunmaktadır. Her bir değişkene ait küçük sayılabilecek değişiklikler, verimlilik gibi çıktılarda önemli farklara yol açabilmektedir. Performans kayıpları görünür değildir ama etkisi fazladır. Üretim yapmak üzere planlandığı halde yapılamayan her süre duruş olarak kabul edilir. Üretimde mikro duruşlar sisteme performans kaybı olarak yansır. Özellikle talaşlı üretimin yapıldığı, üretimin geri dönüşsüz olduğu süreçlerde, bu değişkenler çok daha kritik rol oynamaktadır. Düşük teknoloji grubundaki ve/veya küçük ölçekli işletmelerdeki yönetici veya işçiler, teknik detaylarda ortaya çıkan değişkenlerin etkisini göz ardı edebilmektedir.

Yapılan bu çalışma ile düşük teknoloji grubundaki ve/veya küçük ölçekli işletmelerin yer aldığı kereste endüstrisinde, üretim parametrelerinden sadece biri olan testere dış profili değişiminin üretime etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; sadece yumuşak ağaçlar için talaş boşluğu daha geniş ve dış ucu güçlendirilmiş bir testere dışı tercih edildiğinde, bir vardiyada testerede bakım ve değişim için harcanan süre 1/3 oranında azalmıştır. Bakım süresinin azalması nedeniyle, üretim hattının kapasitesi ve vardiya süresine bağlı olarak 40 adet daha tomruk biçilebileceği tespit edilmiştir. Daha fazla tomruk biçmeye bağlı olarak, girdi ve çıktı fiyatları baz alındığında ve diğer maliyetler de hariç tutulduğunda, vardiyada 840 TL, yani işlenen 1 m³ tomruk alış fiyatının %28'i kadar, daha fazla kâr elde edilebileceği tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle, üretim parametrelerinden testerenin, yapısal özelliklerinden sadece birinde yapılan değişikle, verim, kullanılabilirlik, performans ve hatta kârlılık oranları üzerinde önemli etkiler yaratacağı görülmüştür. Ayrıca bu durum, tespit edilen görünür kayıplarla birlikte, başta testere bakım, bileme ve değişimi gibi donanım maliyetleri olmak üzere, işgücü kaybı, sipariş yetiştirememe, geçen süredeki ısıtma, aydınlatma gibi sabit giderleri de etkilemektedir.

Üretim sürecinde önemli etkilere sahip olan teknik detaylara, birçok işletmede dikkat edilmediği ve bu konudaki hassasiyetin artırılması gerektiği söylenebilir. Bunun için kereste endüstrisi gibi, düşük teknoloji grubundaki ve/veya küçük ölçekli, emek-yoğun faaliyet gösteren işletmelerde, bütünsel yönetim anlayışı ile birlikte çalışan işgücünün de bilgi ve farkındalık düzeyinin iyileştirilmesi daha uygun olacaktır. Bu kapsamda, gelişmiş ülkeler ve/veya büyük işletmeler tarafından uygulanan üretim anlayışındaki daha fazla kalifiye eleman istihdamı, üretim tekniklerinin hassasiyetle uygulanması ve bunun sonucu oluşan daha yüksek randıman ve kapasite kullanım oranları örnek alınabilir.

Türkiye’de yoğunlukla KOBİ yapısında olan kereste fabrikaları gibi, fire miktarı fazla olan ve çok değerli bir temel hammaddeyi işleyen sektörlerde sorunların tespiti ve iyileştirilmesi son derece önemlidir. Bunun için süreçlerin sistematik olarak ölçülebilir hale getirilmesi ve izlenmesi gereklidir. Elde edilen verilerin, örneğin TOBB’un (2023b) paylaştığı kereste üretiminde kapasite hesaplama yöntemi gibi, teknik literatür referans alınarak mevcut üretimlerin değerlendirilmesi gereklidir. İdeal değerlerin yakalanamadığı durumlarda üretimin dikkatle analiz edilerek eksiklerin tespit edilmesi gereklidir. Bununla birlikte kereste endüstrisi açısından birçok gelişmiş endüstride veya ülkede olduğu gibi, Türkiye’deki işletmelerde de yüksek teknolojinin yaygınlaştırılması; üretim sistemlerinin, otomasyon sistemleri, sensörler, simülasyon, tahmin ve analiz yöntemleri ile desteklenerek güçlendirilmesi, üretimlerin modernize edilmesi ve kapasite kullanım oranlarının artırılması gerektiği söylenebilir.

Teşekkür

Yazarlar, uygulamanın yapıldığı kereste fabrikasına verdiği destek ve bilgi paylaşımı için teşekkür etmektedir.

Kaynaklar

- Akkaya, M., Ok, K, Koç, M., Akseki, İ., ve Akkaş, M.E. (2021). Türkiye’de ithal odun hammaddesiyle ilişkili orman endüstri işletmelerinin genel yapısı. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 57-77.
- Aniszewska, M., Zychowicz, W., & Zurawska, K. (2018). Effectiveness of the technological process of timber production. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW*, 71, 43-50.
- Anonim, (2017). <https://www.lean.org.tr/oe-nedir>. Erişim Tarihi: 17.02.2023.
- Bozkurt, Y. (1986). Ağaç biçmede şerit testereleler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B, 36(4), 11-23.
- Burdurlu, E. (1995). *Kereste endüstrisi ve kurutma*, Hacettepe Üniversitesi, Mesleki Teknoloji Yüksek Okulu, Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Burdurlu, E. (2004). Şerit testere makinesi ile eğmeçli parçaların kesilmesinde eğmeç derinliği ve parça kalınlığının besleme oranı üzerine etkisi. *Teknoloji*, 7(1-2), 89-94.

- Çakmak, A., ve Malkoçoğlu, A. (2019). Importance of saw blade geometry and technic conditions in machining of wood materials in circular saw machines. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 114-124.
- Çelik, H. (2020). Ekipman etkinliğine farklı bir yaklaşım: genel operasyon etkinliği. *Verimlilik Dergisi*, 4, 25-40. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.560600>
- Çolakoğlu, G. (2005). *Kereste endüstrisi ders notu (yayınlanmamış)*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Demirci, S. (1998). 'Daire testerelerin masif ağaç malzemelerde yüzey düzgünlüğüne etkileri', Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demirci, S., ve Kılıç, Y. (2005). Daire testerelerde diş sayısı ve besleme hızının ceviz (*Juglans regia* L.) ve Mahun (*Khaya* sp.) odunlarının yüzey pürüzlülüğüne etkileri. *Forestist*, 55(2), 123-136.
- Eurostat (2022). Metadata, Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması, Rev. 2 (NACE Rev. 2), Avrupa Komisyonu, Brüksel, Belçika. https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_CLS_DLD_NOHDR&StrNom=NACE_REV2&StrLanguageCode=TR. Erişim Tarihi: 16.02.2023
- Gavcar, E., ve Arslan, S.Ü. (1999). Kereste endüstrisinde işletmecilik. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(4), 855-861.
- Gedik, T., Yıldırım, İ., ve Akyüz, İ. (2005). Orman ürünleri sanayinde zaman etüdü üzerine bir araştırma. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 5(1): 44-54.
- Gürleyen, L., ve Efe, H. (2017). Farklı ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin kesilmesi esnasında makine ve kesicilerde meydana gelen zorlanmaların karşılaştırılması. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 1088-1096.
- Kanawaty, G. (1997). *İş etüdü*. 4. (Düzeltilmiş) Basım. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları. ILO 29, Ankara.
- Kantay, R. (2005). *Kereste endüstrisi ders notu (yayınlanmamış)*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Karabay M. (1986). Takım tezgâhı etkinliğinin saptanmasında bir yaklaşım. *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, 1(1): 43-46.
- Korkut, S. (1999). 'Kereste üretiminde yüzey kalitesinin iyileştirilmesi üzerine araştırmalar'. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Licow, R., Chuchala, D., Deja, M., Orłowski, K. A., & Taube, P. (2020). Effect of pine impregnation and feed speed on sound level and cutting power in wood sawing. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122833.
- Lundstrum, S.J. (1985). Balanced saw performance, *Forest Products Laboratory Technical Report No. 12*, USDA Forest Services, 19 pp.
- Malkoçoğlu, A., akmak, A., ve üncü, K. (2013). Mobilya üretiminde ahşap levha kesim planlarına ait bir zaman etüdü araştırması. *Politeknik Dergisi*, 16(2) , 57-68. Retrieved from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/politeknik/issue/33066/367977>.
- Nasir, V., Cool, J. (2020). A review on wood machining: characterization, optimization, and monitoring of the sawing process. *Wood Material Science & Engineering*, 15(1), 1-16.
- Naylor, A., & Hackney, P. (2013). A review of wood machining literature with a special focus on sawing. *BioResources*, 8(5), 3122-3135.
- Nor-Marzuina, F.K.N., & Mohd-Jamil, A.W. (2019). The effective tooth width of a bandsaw blade for sawing malaysian timbers, *Frim Timber Technology Bulletin*, Forest Research Institute Malaysia, 98, ISSN: 139-258.
- Owen, G. M., & Hunter, A.G.M. (1993). A review of log splitter safety. *Safety science*, 17(1), 57-72.
- Örs, Y., ve Alkan, S. (1986). Arabalı tomruk şerit testerelede tomruk çapı ve verim ilişkisi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 1-2, Trabzon.
- Örs, Y., Kalaycıoğlu, H., ve olakoğlu, G. (1991). Testerelede diş geometrisinin kereste yüzey kalitesine etkisi. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 15, 777-784.
- Sandvik, AB. (1999). *The handbook of production use and maintainace of wood bandsaw blades*. Sandvik Steel.
- Sönmez, A., ve Söğütlü, C. (2009). Biçme işleminde kesiş yönü ve daire testere diş sayısının ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne etkisi. *Politeknik Dergisi*, 12(1), 55-60.
- Şeker, U. (2000). *Talaşlı imalatta takım tasarımı*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Ders Notları, Ankara.
- Şenyiğit, E., Karakaş, S., Uçar, S., ve Akbal, S. (2021). Bir mobilya işletmesinde kurumsal kaynak planlaması için iş etüdü verimlilik uygulamasının analizi: örnek olay. *European Journal of Science and Technology*, (28), 476-480.
- TOBB (2023a). Sanayi Veri Tabanı, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), https://sanayi.tobb.org.tr/yeni_kod_liste61.php?kod=16. Erişim Tarihi: 16.02.2023

- TOBB (2023b). Kereste Üretimi, Kapasite Hesaplama Yöntemi, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), <http://www.tobb.org.tr/SanayiMudurlugu/Documents/KapasiteKriterleri/KERESTE%20%C4%B0MALATI.pdf>. Erişim Tarihi: 16.02.2023
- Trejo, J., Tolosa, R., Ruiz, N., Ninin, P., Fuenmayor, C., Zambrano, M., Palma, O., & Nuñez, Y. (2021). Comparative study of the main properties associated with thin layers of coatings with the cobalt-chromium-tungsten alloy (stellite) and hard chromium plating used as reinforcements for wood sawing. *Mechanics of Materials*, 152, 103637.
- Ünsal, Ö. (1987). 'Türkiye ağaç ambalaj endüstrisi ve ambalaj sandığı üretim teknolojileri üzerine incelemeler'. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Yücel H. E., ve Dilik, T. (2021). Zaman etüdü ve ahşap kent mobilyasında bir uygulama örneği, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 61-68. DOI: 10.33725/mamad.940285.

Kentsel Mekanlarda Renk Algısı ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma: Çin Örneği

A Research On Color Perception And Application Examples In Urban Spaces: The Case of China

 Filiz Doğan¹

Özet

Renklerin psikolojik etkilerini konu alan pek çok akademik çalışma vardır. Ancak bu çalışmalar konut ve iç mekan bağlamında mimari açıdan ele alınmış, moda ve kıyafet tasarımı anlayışı içerisinde değerlendirilmenin ötesine geçememiştir. Oysa tasarım öğeleri içerisinde yer alan renk, kentsel mekan kullanıcılarının mutluluğu ve sağlıklı yaşamı için oldukça önemli bir yer tutan olgudur. Bu çalışmanın amacı, tasarım aşamasında çoğu zaman göz ardı edilen renk konusunun, kentsel mekan tasarımındaki önemini vurgulamaktır. Çin Halk Cumhuriyeti, kentsel mekan bağlamında son yıllarda yapılan çeşitli tasarımlarıyla dikkat çekmektedir. Mevcut örnekler incelendiğinde renk algısına önem verildiği ve ülkede bu konunun son yıllarda oldukça ilgi gördüğü anlaşılmaktadır. Ancak Türkiye’de kentsel mekan uygulamalarında, projelerin estetik ve fonksiyonelliklerinin yanı sıra renk algısına da önem verildiğini, örneklerin ağırlıklı olduğunu söylemek zordur. Bu durum belki de ülkemizdeki kentsel mekan projelerinin birer cazibe merkezi haline gelmesinin önündeki engellerden biri olarak okunabilir. Bu çalışmada; insan ilişkilerinin kurulmasında önemli bir yer tutan kentsel açık mekânlarda, kamusal mekân tasarımının gelişmesinde tasarımcının üzerine düşen görevlerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Amacın daha iyi anlaşılabilmesi için renk ve etkileri ile kentsel mekanda renk kullanımına dair alt başlıklar irdelenmiş, renk ve oluşturduğu psikolojik etkileri mekânsal bağlamda Çin’in Şangay kentinde çeşitli kentsel mekan projelerine imza atan 100architects firmasının projeleri üzerinden analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Renk, Renk algısı, Kentsel Mekanda Renk

Abstract

There are so many studies on the psychological effects of colors. However, these studies were handled in terms of architecture on the basis of residence and interior, and evaluated within the understanding of fashion and clothing design. However, color, is one of the design elements, is a very important phenomenon for happiness and healthy life of people in urban space. The aim of this study is to emphasize the importance of color, which is often ignored at the design stage, in urban space design. The People's Republic of China draws attention with its various designs made in recent years in the context of urban space. When the existing examples are examined, it is understood that color perception is given importance and this subject has received a lot of attention in the country in recent years. However, it is difficult to say that in urban space applications in Turkey, there are predominantly examples where color perception is given importance as well as the aesthetics and functionality of the projects. This situation can perhaps be read as one of the obstacles that prevent urban space projects in our country from becoming centers of attraction. In this study; it is aimed to reveal the duties of the designer in the development of public space design in urban open spaces, which have an important place in the establishment of human relations. The perception effect created by the color choice used has been tried to be revealed through application examples. In order to better understand the purpose, color and its effects and subheadings regarding the use of color in urban spaces were examined. Color and its psychological effects were examined in the spatial context through the projects 100architects, a company that has undertaken various urban space projects in Shanghai, China.

Keywords: Color, Perception of color, Color in Urban Spaces

Geliş Tarihi: 24.10.2023, Düzeltme Tarihi: 21.11.2023, Kabul Tarihi: 21.11.2023

Adres: ¹İstanbul Atlas Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarım Bölümü

E-mail: filizdogan@hotmail.com

1. Giriş

Renklerin psikolojik etkilerini konu alan pek çok akademik çalışma vardır (Ceylan, 2015; Alıcı ve Paktaş, 2020; Tellioglu, Satıcı, 2022; Çağatay ve ark., 2017; Sağocak, 2005; Alper, Yılmaz, 2003; Özdemir, 2005). Ancak bu çalışmalar kentsel mekan bağlamında değerlendirilmemiş, iç mekan, konut ya da moda tasarımı konularının ötesine geçememiştir. Oysa, kentsel mekan tasarımlarında da oldukça önemli bir yer tutan renk kavramı geçmişten günümüze kadar sosyal ve kültürel sistemlerin her birinde var olmuştur (Güvenç, 1979). Bu bağlamda, simgesel ve estetik bir değer kazanan kentsel mekanlar (Morval, 1985), insanlar ve elemanlar arasında gelişen, belli bir düzene sahip ilişkiler sürekliliği sonucu doğan örüntüler bütünü haline gelmiştir.

İnsanlar buldukları çevreyle karşılıklı etkileşim içindedirler ve eylemlerini gerçekleştirebilmeleri için amaç ve gereksinimlerine bağlı olarak çevrelerini değiştirirler. Oluşturulan bu çevreler de insanların davranış ve algılamalarını etkiler (Sommer, 1969). Fiziksel çevredeki bu ilişkiler öncelikle mekânsaldır. Nesnelere insanlarla mekânda sürekli etkileşim içindedirler (Yürekli, 1977). Mekân, yalnızca insanın varlığını çevreleyen bir yer olmanın ötesinde, değer olarak da kabul gören bir olgudur (Alver, 2007). Şehirleşme hareketiyle kentlere gerçekleşen göçler ile beraber kentlerdeki nüfus ve taleplerinde artış olmuş (Vanlı, 1995), sanayi devrimi beraberinde toplumsal, mimari, ekonomik ve kültürel göstergelerle (Ergüney, 2001), çağdaş kentsel çevre tasarımı (Velioğlu, 1994) kentlere getirmiştir. Zamanla toplumun gereksinimleri doğrultusunda üretilen kentsel mekanlar; yapılardan meydana gelen, kentlilerin algıladığı ve kentsel olayların yaşandığı bir bütün haline gelmiştir (Konuk, 1979). Değişmekte olan sosyo- ekonomik şartlara ve kentlerin kültürel yapısına yanıt verebilen “yaşayan organizmalar” (Alexander, Silverstein, Ishikawa, 1977) şeklinde tanımlanan kentsel mekânlar, kentlerin kendilerine has karakterini çeşitlendiren ve açığa çıkaran ya da meydana getiren gösterge alanlarıdır (Lynch, 1981).

Kentsel mekanların, insanların toplumsal yaşamı üzerindeki etkilerinin önemi oldukça fazladır. Hem toplumsal hem de kamusal kullanımları ile insanları birleştirir, birbirleri arasındaki iletişim ve etkileşimi artırır ve sosyalleşmelerinin önünü açarlar. Park, sokak ya da meydan gibi açık alanlar kentlinin toplandığı, birbirleri ile karşılaşarak etkileşime girebildiği, hem bireysel hem de toplu olarak kendilerini ifade edebildiği davranışsal ve toplumsal uzlaşma alanlarıdır (Erdönmez ve Akı, 2005: 80). Robert Krier’in görüşüne göre kentsel mekânlar, kentin binalarla tanımlanan, ancak binaların dışında kalan kısımlarıdır. Bu alanlar toplumun ortak mekânlarıdır (Krier, 1979). Kentsel dokuyu meydana getiren ana

unsurlardan olan sokaklar, binalarca sınırlandırılmış, araç/yaya dolaşımı veya başka amaçlar için kullanılmakta olan, kısmen dar, çizgisel kentsel mekanları oluşturur (Rapoport, 1991) ve kentteki ulaşım ile hareket aksları olmasının dışında kentsel mekanlar, kentsel hayatın ortaya çıkardığı, toplumsal olayları da kapsayan kamusal mekanlardır (Çetintürk, 2002).

Kentteki sosyal hayat için oldukça önemli olan ve gerekli görülen kentsel mekanlar, kentte yaşayan insanlar arasındaki kültürel ve sosyal etkileşime destek vererek toplum olma duygusunun oluşmasına da yardım etmektedir. Kentin fark edilir hale gelmesini sağlayan ve kent karakterini tanımlamada önemli unsurlar olan kentsel mekanlar, kentin hem mimari hem de estetik karakterini yansıtarak, kent imajının oluşmasını sağlar. Ayrıca insanın algısında farklılık oluşturarak, kentsel çevrenin okunabilir hale gelmesine, anlamlandırılmasına ve bu sayede kent kimliğinin tam anlamıyla belirlenmesine de yardımcı olur (Şener ve Erem, 2003). Kent, yapma bir çevredir ancak geçmişin izlerini de taşır (Dülgeroğlu, 1995). Kentlerde gerçekleşen değişim siyasi, teknolojik ya da ekonomik nitelik taşıyabileceği gibi malzeme seçeneklerine, hayat şartlarındaki değişime, estetik anlayışa bağlı olarak da gerçekleşebilmektedir. Kentsel mekânın sahip olduğu özellikleri belirleyen çevresel etmenler mekanın kalitesini etkileyen en önemli etmenlerdir. Mimarlık literatürü incelendiğinde kentsel mekanın çekiciliği üzerine yapılan bazı araştırmaların çevresel faktörlerin insan üzerindeki etkileri üzerine yoğunlaşmış olduğu görülür (Arthur ve Passini, 1992; Corbusier, 1929; Lawton, 1994; Passini, 1984; Peponis, Zimring, ve Cho, 1990: 560; Sanoff, 1991; Sommer, 1969; Yoo, 1991). Zaman içerisinde insanın çevresini daha da güzel hale getirme arayışı çevre estetiği kavramını ortaya çıkarmış (Tırıl ve ark., 2000), mekanların anlam kazanmasında (koku, sıcaklık, ses vb.) ortam faktörlerinin, sosyal faktörlerin (yaş, cinsiyet, eğitim vb.) yanı sıra tasarım faktörlerinin (plan, renk, malzeme vb.) (Baker, 1986) de önemi artmıştır. Kentsel mekanlar kullanıcıların ihtiyaçlarına göre şekillenirken, form, malzeme, renk, doku gibi tasarım ilkeleriyle biçimlenir. Renk; sembolik, fonksiyonel ve psikolojik etkileri ile mekân üzerinde aktif olan önemli öğelerden biridir. İç ve dış mekânda bulunan yüzeylerin ve biçimlerin doğru ve/veya istenen biçimde algılanmasına renk farklılıkları yardımcı olur. Renk mekâna; kimlik, anlam ve değer kazandırır. Bu bağlamda renklerin, mekânlarda insanlar üzerinde yarattığı etkilerin bilinmesi ve doğru biçimde kullanılması önem arz eder (Alıcı ve Paktaş, 2020).

Bu çalışma kapsamında, renk ve renk etkileri araştırılarak, kentsel mekanda renk kullanımı değerlendirilecek, Çin'deki uygulama örnekleri renk mekan ilişkisi bağlamında incelenerek mekânsal algının renklerden okuması yapılacaktır. Her mekan kullanıcı

algısı ile bambaşka biçimlere dönüşebilmektedir. Benzer biçim her mekanda kullanılan rengin etkisiyle kullanıcının algısını değiştirebilir.

Renk ve Etkileri

Yapılan araştırmalar (Şahin ve Atabeyoğlu, 2021; Bekar, 2015; Manav, 2011; Ece ve Çelik, 2008; Koca, 2008; Özdemir, 2005), nesnelere görüp algıladığımız ve uzun zaman geçmeden gerçekleştirilen tercihlerin en önemli unsurunun renk olduğunu gözler önüne sermektedir. Renklerin insan üzerinde bilişsel, duygusal ve bedensel açıdan etkileri vardır.

Bir davranışı, tercihi, ruh halini değiştirmek için kullanılabilirler. Renkler genel olarak sıcak renkler ve soğuk renkler şeklinde gruplandırılır. Birinci grupta yer alan sıcak renkler, dalga boyu çok daha yüksek olan turuncu, sarı ve kırmızıdan meydana gelir. Bir diğer grup olan soğuk renklerin ise dalga boyu çok daha düşüktür ve bu renklere mor, mavi ve yeşil örnek olarak gösterilebilir. Sıcak renkler görsel düzende görülebilir olduklarından ve algılanmalarının çok daha kolay olmasından dolayı bize yakın olma duygusu uyandırır. Soğuk renklerde ise genelde geriye çekilme etkisi bulunmaktadır ve bu sebepten dolayı uzaklık duygusu doğurur (Uçar, 2004). Bruno Zevi'ye göre; "mekân; biz istesek de istemesek de bizi etkiler ve benliğimize hükmeder" (Zevi ve ark., 1957). Tasarlanan mekânlar kullanıcıya psikolojik mesajlar vermektedir, bu durum mekânın kullanımında olumlu ya da olumsuz etkiler yaratmaktadır. Mekânın sahip olduğu renk ile ilgili özellikler, farklı psikolojik algılara neden olur. Farklılıklar hem renkten hem de kullanıcıya (eğitim durumu, geçmiş deneyimleri vb.) bağlı özelliklerden kaynaklanır (Ayber, 2012).

Kentsel mekanlarda tercih edilen renkler; kullananların moral ve motivasyon düzeyleri ve algısal performansı pozitif veya negatif olarak etkileyebilen oldukça önemli çevresel faktörler arasındadır. Ertürk (1983) mimari mekânların algılanması üzerine yaptığı çalışmada; sıcak renklerin genel olarak insanları dış çevreye odakladığını, çevre farkındalıklarını üst seviyeye taşıdığını; buna karşın soğuk renklerin ise insanların daha içe dönük olmalarını, görsel ve bilişsel işlere daha kolay odaklanabilmelerini sağladığını ifade etmiştir. Ertürk'e (1983) göre, kırmızı renk genellikle mutluluk, heyecan ve dinamizm ile beraber anılmakta, mavi ve yeşil renk rahatlama, barış, konfor, güvenlik ve huzur ile ilişkilendirilmektedir. Sıcak ve soğuk renkler ile ilgili değerlendirmeler pek çok çalışmada da (Coşkuner, 1995; Frieling, 1979; Kandinski, 1993; Porter, 1997) yinelenmektedir.

Çevresel ilişkiler bakımından mavi renk sakinleştirici, kırmızı renk güdüleyici bir özellik göstermekle beraber, mekanlarda renklerin çevredeki etkinliklere uygun olacak

şekilde seçilmesi uygundur (Stone, 2003). Stone ve English'in (1998) yapmış oldukları benzer bir çalışmada da soğuk renklerin daha sakinleştirici, sıcak renklerin ise daha çok teşvik edici etkilerinin olduğu ifade edilmektedir. Camgöz, Yener ve Güvenç (2004) ise yapmış oldukları çalışmalarında doygunluk, renk tonu ve parlaklığın, kullanıcıların dikkat düzeyleri üzerindeki etkilerini ele almışlar ve çalışma sonucunda, renklerin en doygun ve parlak olduğu zamanlarda dikkat çekiciliğinin artış gösterdiği sonucuna varmışlardır. Birren (1952) ise yaptığı bazı ruhsal deneylerde oldukça dikkatsiz ve kayıtsız kişilerin dahi farklı renkli uyarıcılara reaksiyon gösterdiklerini ifade etmiştir. Foster (1964) çalışmasında, açık değerde olan renkli yüzeylerin, koyu değerde olanlara kıyasla daha büyük algılandığını saptamışlardır. Oyama ve Yamamura (1960) da, renk türlerinin derinlik etkisi üzerine yaptıkları çalışmalar ile renk ve formların ölçüleri arasında bir ilişki olduğunu öne sürmüşlerdir. Mavi, yeşil, mor renkli yüzeylerin uzakta; kırmızı, sarı, turuncu renkli yüzeylerin ise olduklarından daha yakın algılandıklarını saptamışlardır. Renklerin sahip olduğu bu etkilerden yola çıkarak, her mekân sahip olduğu işleve, özelliklere ve ihtiyaçlara göre renklendirilmelidir. Örneğin; dar bir mekânda soğuk renklerin uzaklaşma etkisinden faydalanmak, mekânı soğuk renklerle boyamak doğru bir yaklaşım olabilir. Zeminde de mümkün oldukça tek tip malzeme ve nötr renk seçimi yaparak, zemini bölmeden sonuca gitmek yerinde olacaktır. Çünkü zeminde yapılan parçalamalar mekânı gerçek boyutundan daha küçük algılayacaktır (Alıcı ve Paktaş, 2020). Bu bulgular ele alınırken, renklendirilen mekânların işlevlerinin çeşidi de önem kazanmaktadır. Farklı renk çeşitlerinin insanların zihinsel ve algısal performanslarını ne yönde etkilediğinin somut biçimde gözler önüne serilmesi, teorideki tüm tespitlerin hayata geçmesi bakımından oldukça önemlidir.

Renklerin algısal olarak ele alındığı birçok çalışma vardır. Örnek vermek gerekirse, Levy (1984) duygu ve renklerin sistematik bakımdan bağlantılı olduğunu ortaya koymuştur. Bilhassa soğuk renklerin sakinleştirici hislerle, sıcak renklerin ise aktif duygular ile eşleştirildiğini gözler önüne sermiştir. Diğer çalışmalara bakıldığında ise kırmızının gerginliği, canlılığı, öfkeyi (Levy, 1984), mutluluğu, heyecanı ve uyarıcılığı (Mahnke, 1996) simgelediği belirtilmektedir. Ayrıca soğuk renklerin de sakinleştirici (Plack ve Shick, 1974) etkisinin olduğu, mavi ve turkuaz rengin gevşemeyi (Levy, 1984), güvenliği, hassasiyeti, huzuru, konforu ve barışı (Planck ve Shick, 1974) simgelediği ifade edilmektedir. Adams ve Osgood (1973) ise yapmış oldukları çalışmada kırmızının en aktif renk, siyah ve grinin ise en pasif renk olduğunu ifade etmişlerdir. Renkler, karar verme sürecinde küçümsenmeyecek bir etkiye sahiptirler. 1979 yılında yapılan bir araştırmaya göre (Frieling, 1954) kırmızı, turuncu vb. gibi sıcak renklerin daha çok dikkat çektiği ve çok daha erken algılandığı sonucu

ortaya çıkmıştır. Yapılan bir başka çalışmaya göre, ilk algılanan renklerin yüzdeler oranlarına göre dağılımı yapılmış, %21,4'lük oranla turuncu renk ilk sırayı alırken, %18,6'lık oranla kırmızı renk ikinci sırada yer almaktadır. Bu renkleri sırasıyla %17 oranıyla mavi renk, %12,4 oranıyla yeşil renk, %12 oranıyla sarı ve %5,5 oranıyla mor renk takip etmektedir (Ceylan, 2015).

Sıcak renkler, izleyeni hem uyarır hem de neşelendirir. Bedensel gücü, dinamizmi ve enerjiyi artırır (Becer, 1999). Örneğin kırmızı ve sarının dikkat ve uyarı amaçlı sık sık kullanıldığı görülür. Turuncu rengin sosyallik, dışa dönüklük, girişimcilik sağladığı, sarı rengin serbestlik, şeffaflık ve hafiflik duygusunu açığa çıkardığı da belirtilmektedir. Düzeni ve rahatlık duygusunu çağrıştırmaları nedeniyle huzur ve güven aşılayan yeşilin tercih edilmesi de bu duruma bir örnektir. Işığın tümüyle yutulduğu veya yansıtıldığı birer renksizlik hali olan beyaz ve siyah renklerinin ise oluşturduğu bazı ruhsal çağrışımlar da söz konusudur. Siyah, otorite, güç, resmiyet, tutku ve ciddiyeti temsil ederken; beyaz rengin ise istikrar, temizlik, saflık ve teslimiyeti temsil ettiği bilinmektedir. Renk türleri ve ruhsal etkileri (Martel, 1995) Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Renk türlerinin psikolojik etkileri (Martel, 1995).

Renk Türü	Renk Türü Etkisi
Kırmızı	Dikkat düzeyini artırıcı, hareketlilik sağlayıcı, ilgi çekici, heyecan uyandırıcı, zafer duygusu, sağlık, cesaret, canlılık, güç, enerji etkileri taşır.
Turuncu	Neşe uyandırıcı, birlik ve beraberliğe yönlendirici ve genel olarak verimliliği temsil eder. Önsezi, saf, sevinç ve dengeli gücü sembolize eden turuncu rengi aynı zamanda iyimserlik yayar.
Sarı	Hareketli, neşeli renklerden biri olan sarı, bolluk, sadakat, zenginlik ve şerefi hatırlatır. Sarı ayrıca entelektüel olma ve özgürlüktür. Canlı sarı, bireyi aktif hale getirir, solgun bir sarı ise dinlendirir, gevşetir. Renk terapistlerinin görüşleri doğrultusunda sarı, bütün renkler içinde genel kas sinirlerinin gücünü arttırabilen tek renktir. Sarı, kavramayı keskinleştirir ve aklın işlevlerini çoğaltır. Bunlar dışında, sarının daha açık tonları, alanları genişleterek büyütür ve iletişim kurmayı kolay hale getirir.
Yeşil	Genel olarak yeşil; yaprakların, çimenlerin rengi olmasından dolayı sakinleştirici ve serinletici etkisi bulunmaktadır. Hayat, bilgelik, sessizlik, verimlilik, büyüme, tabiat ve inancı çağrıştırmaktadır. Yeşil ayrıca kendine saygıyı, adaleti ve güveni de temsil etmektedir.
Mavi	Açık sözlülük, hoşnutluk, merhamet, anlaşma, iyi niyet, dürüstlük, esneklik, iş birliği, yumuşak başlılık, uzlaşma ve huzuru çağrıştırmaktadır. Heyecan bastırıcı ve sakinleştirici

	bir etkisi bulunmaktadır. Gevşemenin sevildiği yerlerde genellikle mavi yansımalar bolca bulunmalıdır. Özellikle çok solgun mavi tonlarının fazlaca olduğu yerlerde tembellik ya da pasiflik getireceği unutulmamalıdır.
Mor	Asalet, itibar, mistizm ve hüznün rengidir. Mor, genel olarak büyük alanlarda görüldüğünde korkutucu olabilir ve huzursuzluk duygusunu açığa çıkarabilir. Erguvan ise, kişiler arasında mesafeye ve ciddiyete karşılık gelmektedir. Menekşe moru ise, ölüm, dini otorite, kendini adama veya ilahi aşkı simgeleyen bir renktir. Leylak rengi ise melankolik hisleri uyandırır.
Siyah	Tüm insanların doğasında olan derin uyumsuzluğu sembolize etmektedir. Siyah, derin sonsuzluk, dinlendirici sessizlik veya yapısal kuvveti telkin eder.

Mekânda renk türüne göre yansıttıkları etkiler farklılık gösterdiği gibi renklerin değeri (açıklık/koyuluk) ve sıcak-soğuk özellikleri de bu bağlamda etkili olmaktadır. Renkler değer (parlaklık) ve sıcak-soğuk özelliklerine göre Çizelge 2’de incelenmiştir.

Çizelge 2. Sıcak ve soğuk renklerin koyu-açık değerlerine göre, mekân öğelerinde kullanılması ile yansıttıkları psikolojik etkiler (Frieling, 1954: 216).

Renk Grubu ve Değerleri	Koyu Değerde Sıcak Renkler	Koyu Değerde Soğuk Renkler	Açık Değerde Sıcak Renkler	Açık Değerde Soğuk Renkler
Örtü Elemanında kullanımı	Dikkat, Uyarı	Sakinleştirici, konfor hissi	Verimlilik	Sakinleştirici, konfor hissi
Sınır Elemanında Kullanımı	Çevreleyici, ilgi çekici	Huzur	Hareketlendirici	Yönlendirici
Zeminde Kullanımı	Motivasyon, heyecan verici	Pasiflik	Verimlilik, iletişim	Pasiflik

Renklerin insanlar üzerindeki etkileri insan ve çevre etkileşimi bağlamında tasarım bilgisi içerisinde yer almakta, ürün tasarımı, mimarlık, grafik tasarımı, web tasarımı gibi çeşitli tasarım alanlarındaki uygulamalarda veri olarak ele alınmaktadır.

Toplum yapılarını yansıtan meydan, sokak ya da cadde gibi mekansal elemanlar o toplumun hem kültürel hem de yapısal çevresini meydana getirmektedir (Çınar, 1996). Kültür, çevresinde yer alan uzak ya da yakın diğer toplumlar ile alışveriş içinde olan açık bir sistemdir (Emery, 1972) ve insanın kimliği mekanın kimliği ile bağlantılıdır. Mekanlar, kültürün en önemli hayatsal kanıtlarıdır (Çınar, 1996). Renkler herhangi bir mekanı veya bir milleti temsil edebilmektedirler (Akçakaya, 2018). Sosyal statüleri veya kültürleri sembolize etme veya onlar ile ilişki kurmada renklerden faydalanılmaktadır. Renkler genel olarak

öneriler ve seçenekler sunmaktadır (Eliri ve Erdurucan,2011:48). Renk; tasarımı güçlendirir, alışa gelmişliğin dışına çıkarır, algılanabilirliği artırır, istenmeyen etkilerin gizlenmesini sağlar, hoşça giden görüntünün öne çıkmasında tasarımcıya yardımcı olur (Uzun, 1998: 212).

Tasarım öğeleri içerisinde yer alan renk, tasarımın olmazsa olmazıdır. Tasarımın hedef kitlesi ve amacı dikkate alınarak yapılacak renk seçimi oldukça önemlidir. Kentsel mekan kullanıcılarının mutluluğu ve sağlıklı hayatı adına oldukça önemli yer tutan bir olgudur. Örneğin kullanıcı kitlesinin heyecanlanması ve daha dinamik hissetmesi için kırmızı, turuncu, sarı gibi sıcak renkler tercih edilirken, sakinleştirici bir etki bırakması için ise doğadan esinlenerek mavi, yeşil renkleri tercih edilebilir. Alışıla gelmişin dışına çıkarak cadde ve sokaklarda farklı renk alternatiflerini tasarımlara yansıtmak, ilgi çekici ve merak uyandırıcı olabilmektedir. Renkler tasarımın algılamasında oldukça etkili bir role sahiptirler. Renk farklılıkları mekanın daha iyi algılanmasını da sağlamaktadır. Renklerin pasiflik, sıcaklık, soğukluk, dinlendiricilik, aktiflik ya da uyarıcılık gibi pek çok psikolojik etkilerinin bulunduğu yapılan çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır (Birren, 1952). Çevresel etmenlerin doğru olarak kullanılması; mekânın niteliğini, kullanıcıların algı-davranışsal performansını, mekandan ayrılma süresini ve mekânsal oryantasyonu pozitif yönlü etkileyebilmektedir (Jung, 2015). Seçilen rengin tasarlanacak mekana uygunluğu o mekanda yapılacak etkinliğe ve kullanıcı kitlesine göre belirlenir. Kullanıcı kitlesinin o mekanı kullanma süreleri de önemlidir ve bu süreyi tercih edilen renkle belirlemek de mümkün olabilmektedir. Yapılan araştırmalarda rengin, mekanlarda geçirilen zamanın kısa veya uzun hissedilmesi üzerinde de bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ağırlık etkisinin ise kırmızı, mavi, turuncu, yeşil, sarı şeklindeki sıralama ile azaldığı saptanmıştır. Elde edilen bulgular, sıcak renklerin hakim olduğu yerlerde geçirilen zamanın gerçek sürenin üzerinde olduğu, soğuk renklerle renklendirilen mekanlarda geçirilen sürenin ise genellikle gerçek sürenin oldukça altında kaldığı yönündedir (Aydınlı, 1989). Kentsel mekanda renk son yıllarda kente estetik algıyı kazandırmak amacıyla yapılan çeşitli uygulamalarla dikkat çekmektedir. Bu bağlamda yapılan tasarımda etkinlik ve kullanıcı kitlesine göre seçilen renklerle uyum, beraberlik ve bütünlük sağlanması gerekir. Renk, kullanıcı kitlesinin performansını, tatminini ve motivasyonunu yakından etkileyen çevresel bir etmendir. Sıcak renklerin insanları daha çok dışa odakladığı, farkındalık düzeylerini arttırdığı; soğuk renklerinse genellikle iç dünyaya döndürdüğü, bilişsel ve görsel işlere odaklanmayı arttırdığı görülmektedir. Kırmızı rengi dinamizm, heyecan, ve mutluluk ile beraber anılmakta, mavi ve yeşil renk güvenlik, rahatlama, huzur, konfor ve barışla ilişkilendirilmektedir. Çevresel ilişkiler bakımından mavi renk sakinleştirici, kırmızı renk güdüleyici bir renk niteliği

taşımakla beraber, kentsel mekanda kullanılacak renklerin işlevine uygun olarak seçilmesi önemlidir (Stone, 2003) Tasarımın her alanında önemli olduğu kadar kentsel tasarım alanında da renk önemli bir faktördür. Etkinlik ve renk arasında kurulacak olan ilişkilerin doğru ve yerinde kurulması neticesinde görsel konforun oluşması daha kolay hale gelecek, bireylerin davranışlarını daha istekli yapmaları sağlanmış olacaktır (Özbudak ve ark., 2003).

Renk, mekanın estetik görünümü ile bağlantılı şekilde içinde yapılacak olan faaliyete sıkıcı, sıcak, büyük, enerjik, küçük, soğuk, sakinleştirici olmak gibi bazı özellikler üstlenmesine de yardımcı olur. Özellikle verimlilik ve yaratıcılık; çocuklar için olan oyun sahalarında yönlendirme, sosyal katılımın sağlanması, reaksiyonların uyarılması, rahatlama ve motivasyon gibi noktalarda renk tercihi çok daha fazla önemli hale gelmektedir. Sıcak renklere sahip olan nesnelerin ya da mekanların olduklarından daha yakın ve daha büyük göründükleri bilinen bir gerçektir. Örnek vermek gerekirse büyük mekanların daha küçük görünmesi arzu edildiğinde sıcak renklerin tercih edilmesinin doğru olduğu gibi, küçük olan mekanların da soğuk renkler kullanılarak daha büyük olarak algılanmasının sağlanması mümkündür. Ayrıca tasarıma uygun seçilmiş renkler kent kimliğine de olumlu bir görüş kazandırmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çin'in Şangay kentinde sokak mimarisi ve kentsel müdahaleler yapan 100architects firmasının üretmiş olduğu uygulama örneklerinde kullanılan renkler ile mekânsal algının nasıl okunacağı çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. 2013 yılında kurulan bu firma deneysel tasarım yaklaşımıyla kentsel çözümlere yönelik yenilikçi tasarımlar yapmaktadır. Ayrıca bu alanda yapmış olduğu uygulama örnekleriyle basılı yayında oldukça fazla yer almakta ve başarılı bulunmaktadır. Bu kapsamda literatür taraması yapılmış, tezler, makaleler, kitaplar ve örnekler üzerinden değerlendirmelere yer verilmiştir.

2.1.1. Çalışma Alanı

Araştırmanın ana materyalini 100architects firmasının üretmiş olduğu uygulama örnekleri oluşturmaktadır (Çizelge 3). Araştırma kapsamında kullanılan renkler ve mekânsal etkisi değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. Çalışma alanı.

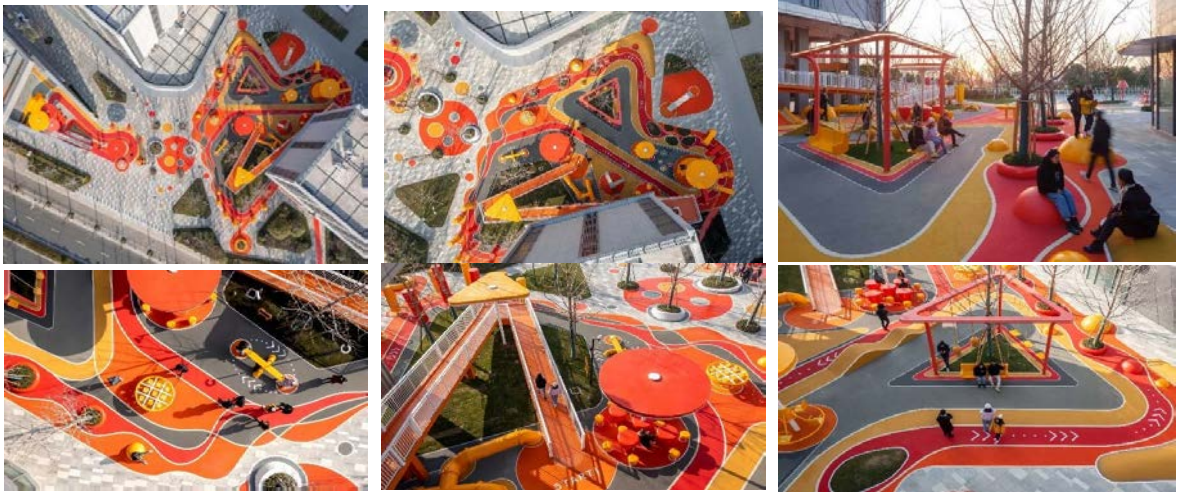
<p>Örnek 1: Magma Akışı Konum: Ningbo, Çin Ağırlıklı kullanılan renkler: Sıcak renkler İşlevi: Yayaların geçiş noktası</p>	
<p>Örnek 2: Lolipop Caddesi Konum: Şangay, Çin Ağırlıklı kullanılan renkler: Soğuk renkler İşlevi: Karşılaşma ve buluşma noktası</p>	
<p>Örnek 3: Gökkuşağının Üzerinde Konum: Changsha, Çin Ağırlıklı kullanılan renkler: Sıcak ve soğuk renkler İşlevi: Cazibe merkezi</p>	
<p>Örnek 4: Lotus Gölü Konum: Luoshe, Çin Ağırlıklı kullanılan renkler: Soğuk renkler İşlevi: Yayaların buluşma noktası/Meydan</p>	

3. Bulgular ve Tartışma

Kentsel mekanlar bir kentin görülen ilk yüzüdür ve kent ile alakalı pozitif mesajlar vererek, kent kimliğine gerekli olan katkıyı sağlayan kentsel tasarımcıların bu amaç doğrultusunda üzerine düşen görev yadsınamaz bir gerçektir. Son yıllarda tasarımlarda renk seçimi oldukça önem kazanmıştır. Yapılan araştırmalar, objeleri görerek algıladığımızı, kısa sürede içerisinde gerçekleştirilen tercihlerin en önemli unsurunun renk olduğunu gözler önüne sermektedir (Sağocak, 2005). Özellikle kentsel mekan tasarımlarında canlı ve dikkat çekici renklerin kullanılması, renkleriyle cazibe merkezi haline dönüşen kamusal mekanların oluşmasını ve tercih edilmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla, kentsel mekan projelerinin tasarım aşamasında projelerin uygun biçim ve renk kompozisyonları ile bütüncül bir biçimde ele alınmaları önemlidir. Bu bağlamda bu çalışmada uluslararası ölçekte mimarisi ve kullanımı ile dikkat çeken başarılı kentsel mekan tasarımı örnekleri tasarımlarda kullanılan renkler sıcak (kırmızı, sarı, turuncu) ve soğuk (mavi, yeşil, mor) olmak üzere iki kategoriye

ayrılarak incelenmektedir. Çalışmanın önceki bölümlerinde altı çizildiği gibi, kırmızı, fark edilebilme ve yönlendirici özelliği taşır. Sarı, sınırları genişleterek, nesneye daha genişmişçesine bir izlenim kazandırmaktadır. Diğer renkler ile birlikte tercih edildiğinde kontrast etkisi oluşturabilen, temel hisleri doyuran, onaylanma ve kolay tanınma özelliklerine sahip, yaşayan ve keyif veren bir renk imajı verir. Özellikle yeni, modern ve çekici bir etki yaratılmak istendiği zaman turuncu rengin kullanımı sıklıkla tercih edildiği görülür. Baskın bir renk olan kırmızının doğallık ve temizliğin sembolü olan sarı ile karışımından meydana gelen turuncu, ailevi duygulara da etki etmektedir (Erdal, 2013). Turuncu renk, neşeli ve arkadaşıl hissettirmesi nedeniyle hedef kitlesi gençlerden oluşan tasarımlarda, tasarımcılar tarafından kullanılmaya çok daha uygundur. Güven duygusunu açığa çıkarması sebebiyle de turuncu kamu kurum ve kuruluşları tarafından da tercih edilir.

Çalışma kapsamında incelenecek olan ilk örnek Çin'in Ningbo kentinde konumlanmaktadır (Örnek 1). Bir yaya kavşağının daha aktif ve göz alıcı bir kamusal mekan olarak tasarlanmasını amaçlayan bu proje 100architects firmasının 2022 yılında uyguladığı bir tasarımıdır. Bu projede kırmızı, sarı ve turuncu gibi uyarıcı, heyecan veren, yönlendirici sıcak renkler hakimdir. Organik formların hakim olduğu bu dinamik projede kullanılan renkler sayesinde proje kentsel bağlamda çekici bir cazibe noktası haline gelmektedir. Bu kentsel mekanda tasarımın temel işlevi yayaların geçiş noktası olmasıdır. Volkanik bir patlamadan esinlenerek tasarlanan bu kentsel mekanda magmanın renklerinden ve akışkanlığından yola çıkılmıştır. Tasarımın canlılığı ve kullanılan sıcak renklerin de etkisiyle bu kent parçası sadece bir geçiş alanı olmanın ötesine geçmekte, kullanıcının dikkatini çeken ve kısa süreli kullanımına teşvik eden bir alan olarak işlemektedir. Bu bağlamda tasarımın amacına uygun olarak işlev gördüğü söylenebilir (Şekil 1).



Şekil 1. Örnek 1, Magma akışı (Anonim-1).

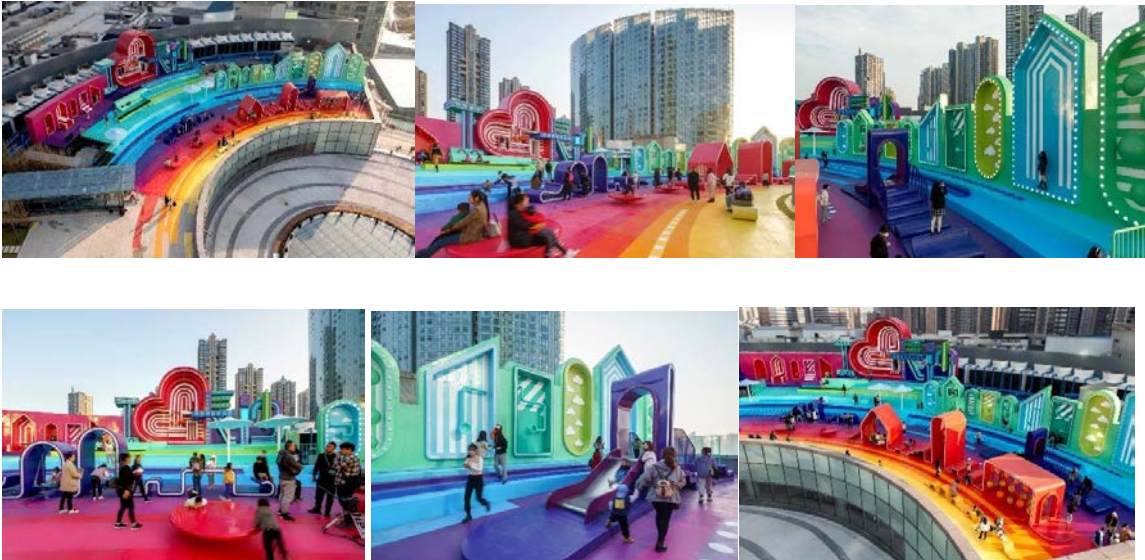
Gelenekleri ve kalıcı değerleri simgeleyen mavi, geçmişi korumaya yönelik olması; temizlik, zarafet, hassasiyet duygusu uyandırması; denizi çağrıştırması ve soğuk renk olması gibi özellikler taşır (Kırdar, 2005). Öte yandan mavi, sessizlik, sınırsızlık, sakinlik, sonsuzluk, güven, şeffaflık ve barışı simgelemektedir (Teker, 2009). Mor renk ise asalet, gizem, soyluluk, lüks, zenginlik ve özgürlük algısı yaratmaktadır (Çağan, 2005). Bahsedilen özelliklere ek mor, nevrotik hislerin açığa çıkmasında etkili olan ve insanı adeta hayale daldıran bir renk olarak da anılmaktadır (Teker, 2009). Tasarımların daha ön planda olmasını sağlayan bu rengin unutulmuş çocukluk günlerini hatırlattığı ifade edilmekte, fantezi ve rüya alemiyle ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, kısmi açıdan da olsa duygusallık barındırması sebebiyle, anne sevgisi gibi güçlü bir sevgiyi iletme amacıyla da tercih edilebilmektedir (Ceylan, 2015). Bunun dışında pembe, şekerleme ya da gülleri çağrıştırmaktadır ve genellikle sevgi simgeleriyle bütünleştirilmektedir. Hem yumuşaklık hem de yakınlık hissi uyandırmaktadır. Bahsi geçen bu renklerin bir arada kullanıldığı ikinci örnek ise Çin'in Şangay kentinde Lolipop Caddesi'ndeki bir alışveriş merkezinin hemen önünde yer alan karşılama ve buluşma noktası olarak tasarlanan kentsel mekan aktivasyon projesidir (Örnek 2). Yine aynı uygulama firmasına ait bu tasarım 2022 yılında uygulanmıştır. Bu mekanda tasarımın işlevi karşılama ve buluşma noktasıdır. Kullanılan renklerin soğuk olması daha uzun süreli kullanıma teşvik etmekte ve kullanıcılara konfor hissi vermektedir. Şekerleme renklerinden ilham alınan ve göz alıcı renkleriyle her yaşta kitleye hitap eden bu proje de oldukça dikkat çekici bir tasarıma sahiptir. Ağırlıklı olarak mavi ve mor gibi soğuk renklerin tercih edildiği bu kentsel mekan tasarımında yer yer sarı renk geçişlerine de yer verilmiştir (Şekil 2).





Şekil 2. Örnek 2, Lolipop sokağı (Anonim-2).

Çalışma kapsamında ele alınan üçüncü örnek Çin'in Changsha kentinde yer almaktadır (Örnek 3). Gökkuşağı renklerinde ve formundan esinlenilerek tasarlanmış bu kentsel mekan projesi ise genç, yaşlı herkes için bir buluşma noktası, eğlence ve dinlenme mekanı olarak hizmet sunmaktadır. Ticari bir binanın kullanılmayan terasının etkinleştirilmesi ve hayata geçirilmesi amacıyla 100architects firması tarafından 2021 yılında uygulanan bu tasarımda (Şekil 4), birbirini takip eden sıcak ve soğuk renkler bir arada kullanılmaktadır. Bu noktada, çalışma kapsamında incelenen diğer örneklerde olduğu gibi bu örnekte de renklerin dikkat çekici şekilde parlak olduğu ve birbiri ile ilişkilerinin özenli biçimde tasarlandığı söylenebilir. Tasarımcılar çevredeki tek, hakim renk gibi duran gri ve tonlarının içinde böyle bir cazibe merkezi tasarlamıştır.



Şekil 3. Örnek 3, Gökkuşağının üzerinde (Anonim-3).

Son örnek ise Çin'de tarihi bir kültüre sahip Luoshe kasabasında konumlanmaktadır (Örnek 4). Yine aynı firma tarafından 2022 yılında tasarlanan bu kentsel mekan resmi

etkinliklerin, dans gösterilerinin yapıldığı konserlerin verildiği bir alandır. Farklı yaşlardan ve cinsiyetlerden herkesi bir araya getiren bu proje adeta kasabadaki herkesin buluşma noktası olarak değerlendirilen bir meydan olarak sosyal yaşama katkı sunmaktadır (Şekil 4). Nilüfer ve gölet konseptinden yola çıkılarak tasarlanan bu uygulama örneğinde yeşil öne çıkan renktir. Ağırlıklı olarak tonları doğadan esinlenen renklerin tercih edildiği bu uygulamada, yeşil sağlık ve doğallığı yansıtmış ve aynı zamanda çevre dostu bir imaj vermesinden dolayı tercih edilmiş olabilir. Mekanda oluşturulmak istenen konfor hissi ve seçilen rengin motivasyon özelliği mekana estetik olarak katkı sağlamıştır.



Şekil 4. Örnek 4, Lotus gölü (Anonim-4).

Aktif ve göz alıcı kamusal bir mekan tasarlanması amaçlanan ilk uygulama örneğinde kırmızı, turuncu ve sarı gibi sıcak renkler hakimken (Şekil 2), işlevi karşılama ve buluşma olan ikinci örnekte ağırlıklı olarak mavi ve mor gibi soğuk renkler hakimdir (Şekil 3). Ticari bir binanın kullanılmayan terasını daha aktif ve dikkat çekici bir cazibe merkezine çevirmeyi amaçlayan üçüncü örnekte ise birbirini takip eden sıcak ve soğuk renkler bir arada kullanılırken (Şekil 4), kent meydanı olarak tasarlanan son örnekte nilüfer ve gölet konseptinden yola çıkılarak ilhamını bu doğal öğelerden alan renkler kullanılmıştır (Şekil 5). Sıcak renkler göz alıcı ve dikkat çekici bir mekan tasarımına hizmet vermekte, soğuk renkler ise uzun süreli kullanıma teşvik etmektedir.

4. Sonuçlar

Kentsel mekanın kullanıcı kitlesi ve etkinlikleri önemli olduğu kadar o mekanın fonksiyonel ve estetik olması da önem taşır. Bütün bu kuralların yanı sıra doğru renk tercihi de oldukça önemlidir. Renk, ileilmek istenen mesajları anlatmak için önemli bir tasarım aracıdır ve kullanıcı odaklıdır. İnsanın bedensel, zihinsel ve ruhsal özellikleri üçgeninde oldukça önemli bir uyaran olan rengin insan-evre uyumuna katkısı da oldukça büyüktür.

Renklerin mekanın genel tasarımına ve yansıttığı algısal etkiye katkısı yadsınamaz bir gerçektir. Bu nedenledir ki renkler mekanın kullanım amacına uygun bir biçimde tercih edilmelidir. Çünkü, kentsel mekanda kullanılan renkler kullanıcıları görsel yolla algısal olarak etkiler. Kentsel mekan tasarımında sağlanan uyum ve bütünlük sayesinde renk kentsel kimliğe etki etmekle birlikte kentsel mekanın bir cazibe merkezi haline gelmesinde de etkin rol oynar.

Bu çalışma kapsamında, Çin bağlamında yapılan araştırmalar göstermektedir ki tasarım aşamasında renk seçimi oldukça önemli bir konudur. Çin'in Ningbo Kentinde volkanik bir patlamadan esinlenerek tasarlanan kentsel mekan kullanılan sıcak renklerin de etkisiyle kullanıcının dikkatini çeken ve kısa süreli kullanımına teşvik eden bir alan olarak işlemedir. Bir alışveriş merkezinin hemen önünde yer akan Lolipop caddesi ise, ağırlıklı olarak kullanılan mavi ve mor gibi soğuk renklerin etkisiyle uzun süreli kullanıma teşvik eden konforlu bir alan sunmaktadır. Gökkuşadı renklerinden ilham alınarak tasarlanan teras ise kullanılan renkleriyle bir cazibe merkezi haline gelmiştir. Doğadan esinlenen renklerin tercih edildiği son örnekte ise, konfor hissi ve seçilen rengin motivasyon özelliği ile mekana estetik olarak katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, kentsel mekanlarda kullanılan renk tercihinin oluşturduğu algı etkisi seçili örnekler üzerinden ortaya konulmaya çalışılmış ve bir araştırma zemini oluşturulmuştur.

Rengin motivasyon, verimlilik, dikkat, uyarı, iletişim vb. gibi noktalarda var olan rolü ile konfor hissini oluşturulmaya çalışılmasına, toplumsal iletişim ortamlarının yaratılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu perspektiften yola çıkarak kentsel tasarımcıların tasarım aşamasında dikkat etmeleri gereken bazı hususların altını çizmek önemlidir. Bu hususlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1. Kentsel mekanın bir parçası olarak ortaya çıkarılan tasarımlarda içinde bulunulan toplumun seçimleri analiz edilmelidir. Bu tür tasarımlarda mekanı kullanması hedeflenen kitlenin iyi analiz edilmesi, bu kitlenin seçimlerinin kent karakteriyle uyum sağlayacak biçimde bütünleştirilmesi önemli bir noktadır. Tasarım aşamasında

tasarımcılar özellikle renk seçimi konusunda özenli davranmalı, renk psikolojisi konusuna odaklanarak doğru renk seçimi yapmalıdır.

2. Bu aşamada kentsel tasarımın işlevi, kullanıcıları, kullanım süreleri, tasarımda kullanılan malzemeler ve çevre özellikleri gibi renk seçiminde etkili olan konular özenle sorgulanmalıdır.

Bu verilerle birlikte, rengin bilimsel dayanaklarla birlikte kullanılması gerektiği ve tasarımın önemli bir parçası olduğu gerçeği unutulmamalıdır. Sonuç olarak kentsel mekanda kullanılan renk, mekana yüklenen işleve uygun olmalı, kullanıcı üzerinden oluşturmak istediği algı iyi analiz edilerek değerlendirilmeli ve renk seçimi bu doğrultuda yapılmalıdır. Bu bağlamda sanatçı, tasarımcı, bilim insanı gibi farklı disiplinlerden uzmanların tasarım aşamasında beraber çalışmasının olumlu sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Adams, F. M., & Osgood, C. E. (1973). A cross-cultural study of the affective meanings of color. *Journal of Cross, Cultural Psychology*, 4, 135-157.
- Akçakaya, N. (2018). Renk sembollerine dair sosyolojik bir inceleme. *Selçuk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, (39), 373-388.
- Alexander, C., Silverstein, M. & Ishikawa, S. (1977). *A Pattern Language*. New York: Oxford University Press.
- Alici, N., & Paktaş, M. G. (2020). İç mekânda renk algısı ve psikolojiye etkileri. *Modular Journal*, 3(1), 89-105.
- Alper, H., ve Yılmaz, S. (2003). Peyzaj Mimarlığında Işık ve Renk Kullanımının Erzurum Kenti Örneğinde İncelenmesi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*,35(1-2), 79-87.
- Alver, K. (2007). *Siteril Hayatlar*, Hece Yayınları, Ankara.
- Anonim-1: <https://100architects.com/project/magma-flow/> (Erişim Tarihi: 09.11.2022)
- Anonim-2: <https://100architects.com/project/lollipop-street/> (Erişim Tarihi: 09.11.2022)
- Anonim-3: <https://100architects.com/project/over-the-rainbow/> (Erişim Tarihi: 09.11.2022)
- Anonim-4: <https://100architects.com/project/lotus-pond/> (Erişim Tarihi: 09.11.2022)
- Arthur, P., & Passini, R. (1992). *Wayfinding: people, signs and architecture*. New York: Mc Graw Hill.
- Ayber, U. (2012). *Mekân kimlik ilişkisinde ışık ve renk faktörlerinin psikolojik ve sosyolojik analizi* (Master's thesis).
- Aydınlı, S. (1989). *Temel tasarım ders notları*, İTÜ Mimarlık Fakültesi.

- Baker, J. (1986). The role of the environment in marketing services: the consumer perspective, In J. Czepiel, Et Al. (Eds.), *The Services Challenge: Integrating For Competitive Advantage* (pp.79-84), Chicago: American Marketing Association.
- Baymur, F. (2004). Psikolojiye Giriş Yayınları, 109-111, 133,135, 140,142.
- Becer, E. (1999). İletişim ve Grafik Tasarım, Dost yay., Ankara.
- Bekar, A., ve Sürücü, Ç. (2015). Yiyecek İçecek İşletmesi Tasarımının Tüketici Tercihleri Üzerindeki Etkisi, *Türkiye sosyal araştırmalar dergisi*, 19(1), 349-376.
- Birren, F. (1952). *Your color and yourself*. Sandusky: Prang Company Publishers.
- Budak, Y. B., Gümüş, B., ve Çetin, F.D. (2003). İç mekan aydınlatmasında renk ve aydınlatma sistemi ilişkisi, D.Ü. II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu.
- Camgöz, N., Yener, C. ve Güvenç, D. (2004). Effects of hue, saturation, and brightness: part 2: attention. *Color Research and Application*, 29(1), 20-28.
- Çağatay, K., Hidayetoğlu, M. L., ve Yıldırım, K. (2017). Lise koridor duvarlarında kullanılan renklerin öğrencilerin algısal değerlendirmeleri üzerindeki etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 466-479.
- Ceylan, İ., G. (2015). Amblem ve Logo Tasarımlarında Renklerin Dili, *Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi*, Kasım-Aralık, Cilt 8, Sayı 16.
- Corbusier, L. (1929). *The city of tomorrow and its planing*. London: The Architectural Press.
- Coşkuner, S. (1995). *Renkler ve kişiliğimiz*. İzmir: Site Ofset.
- Çağan, M. (2005). *Sizin Renkleriniz*, Bir Harf Yayınları, s, 52, İstanbul.
- Çetintürk, S. (2002). *Kentsel Kamusal Mekanların Tasarım Sürecinde Çağdaş Yaklaşımlarla Yeniden Ele Alınması ve Adana Örneği*, Lisans Bitirme Tezi, Milli Savunma Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul.
- Çınar, Z. (1996). *Kentsel Çevrede Mekan-Kentsel, Mekan Kavramının İrdelenmesi ve Boğaziçi Mekanı*, Yayınlanmamış Y. Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dülgeroğlu, Y. (1995). *Konut Mekanı Kavramının Tipolojik Temelleri*, İstanbul Teknik Üniversitesi, 105 s, 13-32, İstanbul.
- Ece, A. S. ve Çelik, A. (2008). Öğretilebilir Zihinsel Engelli Öğrencilerin Renk Seçimleri, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 5(1), 1-24.
- Eliri, İ., ve Erdurucan İ., (2011). *Sahne Işıklanmasında Renklerin Dili*, 1. Baskı, Öncü Kitap, 48, Ankara.
- Emery, F., E. (1972). *Systems Thinking*, Harmondswrth: Penguin.

- Erdal, G., (2013). Ambalajın Dili ve Psikolojik Etkisi, Akademik Bakış Dergisi, Sayı: 35, Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi, İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası Kırgız Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, s. 7, Celalabat, Kırgızistan.
- Erdönmez, M., E. ve Akı, A. (2005). Açık Kamusal Mekanlar, Açık Kamusal Kent Mekanlarının Toplum İlişkilerindeki Etkileri, Megaron Journal, YTÜ Dergisi, 1, 67,87, İstanbul.
- Ergüney, A., J. (2001). Trabzon Kenti Gülbaharhatun Mahallesinde Kalcıoğlu ve Şeyh Temel Sokakları Tipoloji Çalışması, Y. Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ertürk, S. (1983). Mimari mekânların algılanması üzerine deneysel bir çalışma. Yayınlanmış Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Foster, J. J. (1974). *The Perception of Area and Volume* (Doctoral dissertation, The University of Manchester (United Kingdom)).
- Frieling, H. (1954). *Mensch-Farbe-Raum*, Munchen.
- Güvenç, B., (1979). İnsan ve Kültür, Remzi Kitabevi Yayınları, İstanbul.
- Jung, C.G. (2015). İnsan ve Sembolleri, H.M. İlgün. (Çev.). İstanbul: Kabalcı Yayıncılık.
- Kandinski, V. (1993). Sanatta zihinsellik üzerine, İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Kırdar, Y. (2005). Gıda Sektöründe Ambalaj Renginin Seçilmesi Margarin Pazarında Uygulama Örneği, IV. Uluslararası Ambalaj Kongresi ve Sergisi, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası Yayınları, Cilt: 1, s. 281, İstanbul.
- Krier, R. (1979). *Urban Space*, Academy Editions, London.
- Koca, E. (2008). Çalışan kadınların giysi seçimleri ve renk tercihleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(24), 171-200.
- Konuk, G. (1979). Türkiye’de Kentsel Dış Mekanların Düzenlenmesi, Tübitak Yapı Araştırma Enstitüsü Yayınları, s. 175, Ankara.
- Lawton, C. A. (1994). Gender differences in wayfinding strategies: relationship to spatial Agabeylity and spatial anxiety. *Sex Roles*. 30(11), 765-779.
- Levy, B.I. (1984). Research into the psychological meaning of color. *American Journal of Art therapy*. 23, 58-62.
- Lynch, K. (1981). *Good City Form*, MIT Press, s 142, Massachusetts.
- Mahnke, F. H. (1996). *Color, environment, and human response: an interdisciplinary understanding of color and its use as a beneficial element in the design of the architectural environment*. John Wiley & Sons.
- Manav, B. (2011). Hacimde bir tasarım parametresi olarak renk. *Sanat ve Tasarım*

Dergisi, 1(8), 93-102.

- Martel, C.(1995). Ben Enerjyim, Arion Yayınevi, s. 85,İstanbul.
- Morval, J. (1985). Çevre Psikolojisine Giriş, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Oyama, T. & Yamamura, T. (1960). The effect of hue and brightness on the depth perception in normal and color-blind subjects. *Psychologia, 3(3), 191-194.*
- Özbudak, Y. B., Gümüş, B., ve Çetin, F. D. (2003). İç mekan aydınlatmasında renk ve aydınlatma sistemi ilişkisi. *II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Diyarbakır Şubesi, Diyarbakır.*
- Özdemir, T., (2005). Tasarımda Renk Seçimini Etkileyen Faktörler, Çukurova Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi Sosyol Bilimler Dergisi, 14(2), 391-402.
- Passini, R. (1984). Wayfinding in architecture. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Peponis, J., Zimring, C., & Cho,Y.K. (1997). Finding the building in wayfinding, *Environmet and Behavior, 22(5), 555-590.*
- Plack, J.J., & Shick, J. (1974). The effects of color on human behavior. *Journal of the Association for the Study of Perception, 9(1), 4-16.*
- Porter, T. (1997). The architect's eye visualization and depiction of space in architecture. London: E&FN Spon.
- Rapoport, A. (1991). Kültür, Mimarlık, Tasarım, Çeviri: Selçuk Batur, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.
- Sağocak, D. M. (2005). Ergonomik Tasarımda Renk, Trakya Üniversitesi J Sci, 6(1), 77-83, 2005.
- Sanoff, H. (1991). Visual research methods in design. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Sommer, R. (1969). Pesonal space: the behavioral basis of design, New Jersey: Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall.
- Stone, N.J., (2003). Environmental view and color for a simulated telemarketing task, *Journal of Environmental Psychology. 23(1), 63-78.*
- Stone, N.J., & English, A.J. (1998). Task type, posters, and workspace color on modd, satisfaction and performance. *Journal of Environmental Psychology. 18, 175-185.*
- Şahin, Y., ve Atabeyoğlu, Ö. (2021). Kent Peyzajında Işık ve Renk Üzerine Kullanıcı Değerlendirmeleri: Samsun Kenti Örneği. *Journal of Architectural Sciences and Applications, 6(2), 676-687.*
- Şener, S. ve Erem, Ö. (2003). An Analysis Method fo r Architectural Identity of the Streets A Case Study on Cumhuriyet and Halaskargazi Streets in İstanbul, in Quality of Urban Life: Policy Versus Practice, İstanbul.

- Teker, U. (2003). Grafik Tasarım ve Reklam, Dokuz Eylül Yayınları, s. 68, İzmir.
- Tellioğlu, S., ve Satıcı, B. (2022). İç Mekanda Kullanılan Renk Tercihinin Mekan Algısına Etkisi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*,4(2), 87- 95.
- Tınıl, A., Kara, B., ve Koçokerbaş, E. V. (2000). Kentsel Çevre Estetiğinde Plastik ve İzmir Kenti Üzerine Bir Çalışma, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, 39-447.
- Uçar, T. F. (2004). Görsel iletişim ve Grafik Tasarım, İnkılap Yayınları, İstanbul.
- Uzun, G. (1998). Temel Tasarım. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 96, Ders Kitabı No: A-62, 212, Adana.
- Vanlı, Ş. (1995). Konutun Bilimsel Olmayan Kısa Hikayesi, Mimarlık Dergisi, 261, 15-17.
- Velioğlu, S. (1994). Türk Mekan Kültürüne Ait Örnekler Işığında Bazı Kavramlar ve Güncel Tasarımlara Yansımaları, Mimarlık Dergisi.
- Yoo, S. (1991). Architectural legibility of shopping centers: simulation and evaluation of floor plan configuration, Ph D. Thesis, Milwaukee: Universty of Wisconsin, Milwaukee.
- Yürekli, F. (1977). Çevre Görsel Değerlendirmesine İlişkin Bir Yöntem Ararştırması, Doktora Tezi, İTÜ, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Zevi, B., Barry, J. A., & Gendel, M. (1957). Architecture as Space: How to Look At Architecture. New York: Horizon Press.

Korunan Alanların Deprem Sonrası Risk Yönetimi Sürecinde Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi: Kahramanmaraş Merkezli Deprem Bölgesi Örneği

Assessment of Availability of Protected Areas during Post-Earthquake Risk Management Process: Kahramanmaraş Centered Earthquake Region

 Ali Erdem ÖZÇELİK¹,  Ömer Lütfü ÇORBACI¹,  Turan YÜKSEK¹,  Oğuz
 KURDOĞLU²

Özet

Ülkemiz arazilerinin büyük kısmı yapısı itibariyle deprem duyarlılığı yüksek alanlardan oluşmaktadır. Bu nedenle deprem anında ve sonrasında ülkemiz genelinde bulunan her türlü araziler kullanılarak depremin oluşturduğu zararların azaltılabilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı; Kahramanmaraş merkezli depremden etkilenen 10 ilde bulunan mevcut korunan alanların tespit edilmesi, deprem anında, sonrasında korunan alanların kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi ve bu doğrultuda alınabilecek önlemlerin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla araştırma alanında farklı nitelikte koruma statüsüne sahip olan korunan alanların (Milli park, tabiat parkı, tabiat anıtı, sulak alan, doğal sit alanı ve kent ormanı) tespiti ve harita tabanlı tüm uygulamaları ArcGIS yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Korunan alanlar, Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü verilerine göre tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda farklı deprem duyarlılık sınıflarına göre 25 adet (%37,31) tabiat parkı, 17 Adet (25,37) doğal sit alanı, 14 adet (20,90) kent ormanı, 7 adet (10,45) sulak alan ve 4 adet (% 5,97) milli park (toplam 67 adet korunan alan) olduğu tespit edilmiştir. Korunan alanların %71,65'i deprem duyarlılık seviyesi yüksek (DDS: 3-5) olan alanlar üzerindedir. Deprem anında ve sonrasında korunan alanlardan nasıl yararlanılabileceği konusunun tartışılması, gerekli yasal düzenlemelerin ve planlamaların yapılması deprem anında ve sonrasında yapılması gereken işlerin daha hızlı ve daha kolay yapılmasına ve deprem sonrasında oluşan olumsuz etkilerin azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Deprem, Kahramanmaraş, Korunan Alanlar, Korunan Alanlar - Deprem Etkileşimi

Abstract

Most of Türkiye's land consists of areas with high earthquake sensitivity due to its structure. For this reason, it is of great importance to reduce the damages caused by the earthquake by using all kinds of lands throughout our country during and after the earthquake. The aim of this study is to identify existing protected areas in 10 provinces affected by the earthquake, centered in Kahramanmaraş, to evaluate the usability of protected areas during and after the earthquake, and to reveal the measures that can be taken in this direction. For this purpose, the detection of protected areas with different protection status (national park, natural park, natural monument, wetland, natural protected area and urban forest) in the research area and all map-based applications were carried out with ArcGIS software. Protected areas were determined according to the data of the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks. As a result of the research, 25 (37.31%) nature parks, 17 (25.37) natural protected areas, 14 (20.90) urban forests, 7 (10.45) wetlands and 4 national parks (totally 67 protected areas) has been identified according to different earthquake susceptibility classes. 71.65% of the protected areas are on areas with a high earthquake susceptibility level (ESL: 3-5). Discussing how to benefit from protected areas during and after an earthquake, making the necessary legal regulations and planning can contribute to faster and easier work to be done and to reduce the negative effects after the earthquake.

Keywords: Earthquake, Geographic Information Systems, Kahramanmaraş, Protected Areas, Protected Areas - Earthquake Interaction

Geliş Tarihi: 27.11.2023, Düzeltme Tarihi: 08.12.2023, Kabul Tarihi: 08.12.2023

Adres: ¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

E-mail: alierdem.ozcelik@erdogan.edu.tr

1. Giriş

İnsanlık için büyük bir öneme sahip olan doğal, tarihsel ve kültürel varlıklar açısından Türkiye dünyada önde gelen ülkelerden biridir. Coğrafik yapısı ve konumu ile bu zenginlikleri bünyesinde barındıran bir ülke olarak bu değerlerin sürdürülebilirliğini sağlamak önemli bir sorumluluktur. Doğal kaynakların insanlar tarafından hiç tükenmeyecekmiş gibi aşırı ve yanlış kullanımı sonucu ortaya çıkan olumsuzluklar koruma kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Yücel ve Babuş, 2005). Sürdürülebilirlik kapsamında bilimsel teknikler ve yasal düzenlemeler yoluyla yönetiminin sağlanması gibi amaçlarla ülkeler bir araya gelmiş ve korunan alan kavramı yerel, bölgesel, ulusal olmaktan çıkıp uluslararası bir önem elde etmiştir (Kuvan, 1991). Korunan alanlar ile ilgili çalışmalar çok eskiye dayanmaktadır. Bazı çalışmalarda korunan alanların tarihinin iki bin sene öncesine dayandığı görülürken, bazılarında ise bin yıl önceki av alanlarının soylu sınıf için koruma altına alındığı belirtilmektedir (Holdgate ve Philips., 1999; Kurdoğlu, 2007).

Bununla birlikte 1872 yılında ABD’de Yellowstone’nun ilk milli park ilan edilmesi ve ilgili yasanın çıkması, modern anlamda korunan alan düşüncesinin gelişmesi ve yaygınlaşmasına neden olmuştur (Eagles ve ark., 2002). Doğa koruma ile ilgili ilk uluslararası faaliyet Avusturya’da 1910 yılında 8. Uluslararası Zooloji Kongresinde gerçekleşmiştir. İsveçli bilim adamı Paul Sarasin bildirisinin sonunda “Uluslararası Doğa Koruma Komisyonu” kurulması istenmiştir. Bu istek 1913 yılında Berlin’de 13 ülkenin katılımı ile ilk “Uluslararası Doğa Koruma Konferansı” olarak gerçekleştirilmiş ve ilk “Doğa Koruma Komisyonu” olarak bu toplantıda kurulmuştur (Kurdoğlu, 2007). Dünyada koruma anlayışı ile ilgili en önemli kuruluş ise IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (Uluslararası Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği) 1948 yılında kurulmuştur. IUCN korunan alanları değişik statülere ayırıp sınıflandırmakta ve halen bu konuda dünyada öncü çalışmalar yapmaktadır (Yücel, 1994). IUCN koruma anlayışını, biyolojik çeşitliliğin korunması, süreklilik prensibine göre doğal kaynakların korunması ve biyosferin diğer elemanları ile insan toplumları arasındaki uyumu sağlaması şeklinde üç ana başlıkta birleştirmiştir (Çolak, 2001). Korunan alanlar, biyolojik çeşitliliğin korunmasındaki en önemli araçlardan biridir (Allendorf ve ark., 2007). Doğal mirasın devamlılığı için tabiat parklarına ve korunan alanlara her geçen gün ilgi artmaktadır (Seçkin Gündoğan ve Şahin Körmeçli, 2023). Türkiye’de alansal açıdan koruma uygulamaları “Milli Park” kavramının 1956 yılında 6831 sayılı Orman Kanunu’nun 4 ve 25. maddelerinde geçmesiyle yürürlüğe girmiştir. Korunan alanların içeriğinin oluşmasında birbiriyle

bağlantılı birçok kanun etkin olmuştur. Bu kanunlar; 6831 sayılı Orman Kanunu, 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu, 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu, 2872 sayılı Çevre Kanunu, 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ve 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu'dur (Şen ve Buğday, 2015). 1958 yılında Yozgat Çamlığının ilk Milli Park ilan edilmesiyle koruma kavramı statüsü devreye girmiştir. Bunu çok sayıda ve değişik özelliklerde koruma statüleri takip etmiştir. Türkiye'de bulunan korunan alanlar yasal mevzuat hükümlerine ve/veya taraf olunan uluslararası sözleşmeler değerlendirilerek tespit ve tescil edilmektedir. Korunan alanların belirlenmesi için dayanak teşkil eden uluslararası sözleşmeler;

- Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunması Sözleşmesi (1983),
- Bern Sözleşmesi (1984),
- Barselona Sözleşmesi (1988),
- Ramsar Sözleşmesi (1994),
- Bükreş Sözleşmesi (1994),
- CITES Sözleşmesi (1996),
- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (1997),
- Erozyonla Mücadele Sözleşmesi (1998),
- Avrupa Peyzaj Sözleşmesi (2003) ve
- Cartagena Biyogüvenlik Protokolü (2004)'dür.

Türkiye'de korunan alanlar, 6831 sayılı Orman Kanunu, 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu, 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu, 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu, 3194 sayılı İmar Kanunu ve 2872 sayılı Çevre Kanunu kapsamında ilan edilmekte ve yasalar ile yönetilmektedir.

Türkiye'de korunan alanların büyük bir kısmı Tarım ve Orman Bakanlığı ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca korunmaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafınca; Özel Çevre Koruma Bölgeleri, Doğal Sit Alanları, Tabiat Varlıkları Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesindeki Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafınca ise Milli Park, Tabiat Parkı, Tabiat Anıtı, Tabiat Koruma Alanı, Ramsar Alanı, Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan, Mahali Öneme Haiz Sulak Alan, Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, Muhafaza Ormanı, Şehir Ormanı, Bal Ormanı, Gen Koruma Ormanı, Tohum Bahçesi ve Tohum Meşçeresi şeklinde koruma statüsünde değerlendirilmektedir. Türkiye'de korunan alan sistemi içerisinde yer alan korunan alanların sayısal verileri (2023 yılı); Milli Park (48 Adet), Tabiat Parkı (261 Adet), Tabiat Anıtı (113 Adet), Tabiat Koruma

Alanı (31 Adet), Ramsar Alanı (14 Adet), Ulusal Önemi Haiz Sulak Alan (59 Adet), Mahalli Önemi Haiz Sulak Alan (33 Adet), Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (85 Adet), Muhafaza Ormanı (55 Adet), Şehir Ormanı (137 Adet), Bal Ormanı (720 Adet), Gen Koruma Ormanı (340 Adet), Tohum Bahçesi (212 Adet), Tohum Meşçeresi (312 Adet), Doğal Sit (2572) ve Özel Çevre Koruma Bölgeleri (19) şeklinde koruma statüsünde değerlendirilmektedir (Anonim, 2023). Ülkemizde Korunan Alanların toplam büyüklüğü karasal alanın % 8,7 civarına ulaşmıştır. 1970 yılında dünya genelinde korunan alanların karasal yüzeye oranı %2,6 iken aradan geçen elli yılda beş kat artarak 2020 yılında %13,2 olmuştur. Halen korunan alan Avrupa Birliği ülkeleri ortalaması % 26 gibi oldukça yüksektir (WWF, 2021).

Korunan alanların fonksiyonu sadece doğayı koruma amacını gerçekleştirmek olmayıp aynı zamanda doğa koruma amacı ile birlikte, bu amacı benimseyerek, toplumun rekreasyonel ihtiyaçlarının da karşılanabileceği, bilimsel ve etik, eğitici ve öğretici, ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan da faydalar sağlamaktır (Kuvan, 1999; Demirel, 2005). Korunan alanların planlanması; alanların sahip olduğu doğal ve kültürel kaynak değerlerinin ve biyolojik çeşitliliğin daha akılcı yönetimi ve kullanımını için nelerin, nasıl, hangi maddi imkanlarla ve kimlerle yapılacağını, koruma ve sürdürülebilir kullanma ve yönetimde uyulması gereken kuralları, yöntemleri meydana çıkarma işlemidir (Griffin, 2002).

Gezegimizin nabzını tutan uluslararası kuruluşların son zamanlarda kamuoyuna sunduğu bilgiler dünyadaki doğa kaybının alarm verici düzeyde olduğunu göstermektedir. Yayınlanan rapor dünya genelinde bir milyon canlı türünün tehdit altında olduğunu ortaya koymaktadır. Bugüne kadarki en kapsamlı bulguları içeren bu sayı, 1970 ve 2018 yılları arasında dünya genelinde izlenen yaban hayatı omurgalı popülasyonlarında ortalama % 69 oranında bir düşüş yaşandığını göstermektedir (WWF, 2022). Bu kaygılar nedeniyle olsa gerekir ki dünyanın en önemli doğa koruma kuruluşlarından biri olan Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF), 2020'li yıllara adım atarken, gezegenimizdeki doğa kaybının önüne geçmek adına benimsenmesi gereken üç ana amaç önermiştir. Bunlar; i) sıfır doğal alan kaybı, ii) sıfır tür kaybı ve iii) üretim ile tüketimden kaynaklanan olumsuz ekolojik etkinin yarıya indirilmesi (WWF, 2021). Bu amaca ulaşmanın en geçerli yollarından biri olarak 2030 yılında korunan alan büyüklüğünün dünya yüzeyinin %30 kadarı olması hedeflenmektedir. Günümüzde özellikle kentsel alanlarda sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik, dayanıklılık vb. çeşitli kökenden gelen hedefler her toplantıda dile getirilmektedir. Ancak bu hedeflerin kent içinde ve yakın çevresinde doğa koruma alanları bağlamında yeterince hayata geçirilmediği de bilinmektedir. Korunan alanların ve doğal ekosistemlerin tüm yaşam formlarına fayda

sağlayan mal ve hizmet ürettiği biliniyor. İklim değişikliğinin etkilerini hafifletmeleri, su baskınları, fırtına ve hatta depremler için bir sigorta ve sığınak görevi görmeleri üzerinde ayrıca durulması gereken konulardır. Afet yakın zamanlarında sığınma ve hayatı idame ettirme olduğu kadar afet sonrası özellikle mental iyileşme dönemi için de korunan alanlar kritik hizmetler sağlayabilirler. Ancak dünyanın her yerindeki hızlı kentleşme ve yapılaşma, doğal alanları giderek artan bir baskı altına sokmaktadır.

1.1. Deprem Sonrası Afet Etkisi Yönetimi

Afet, insanlar ve insan ürünü eserler üzerinde maddi ve manevi zararlara neden olan, gündelik yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurma veya kesintiye uğratma şeklinde toplumları etkileyen doğal, teknolojik ve insan kökenli olaylardır (Meral ve ark., 2023). Kentsel alanların büyük ölçekli afetlerin etkilerine karşı direnç seviyesinin düşük olduğu, yaşanan afetler sonucunda görülmektedir (Helderop ve Grubestic, 2023; Özçelik ve ark., 2023). Afet sonuçlarının dağılımları, afet bölgesi genelinde çeşitlilik gösterebilmekte ve bu duruma bağlı olarak etkilenen bölgelerin hazırlık düzeylerinde ve müdahale süreçlerinde farklılıklar oluşabilmektedir. Özellikle kentler; nüfus yoğunlukları, yapılaşma oranları ve ekonomik faaliyetlerinin yüksek olması nedeniyle, doğal afetlerde en ciddi can kayıplarına ve altyapı hasarlarına maruz kalmaktadır. Kentlerin afet duyarlılıklarının ve afet risk düzeylerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi, afet önleme planlarının yapılması ve bu planların geliştirmesi için temel öneme sahiptir. Afet risk yönetimini tanımlayacak ve ölçecek kapsamlı bir değerlendirme yaklaşımının önemli bir bileşenini çok yönlü kentsel planlama oluşturmaktadır. Bununla birlikte, yerel çoklu tehlike risk dağılımının ve kentsel afet karşıtı kapasite düzeyinin mümkün olduğu bir altyapının haritalama sistemleriyle desteklenmesi, kent genelinde risklerin mekânsal dağılımını ve konum bilgilerinin görselleştirmesi, afet risk azaltma, hafifletme ve önleme stratejilerine katkı sunması beklenmektedir (Zhou ve Zhai, 2023). Sismik felaketler, dünya çapında depreme yatkın bölgelerde günümüzde de kentsel altyapı sistemlerini tehlikeye atmaya devam etmektedir. Yol ağ yapısı, su, atık yönetimi vb. kentsel faaliyet bileşenleri, bireysel/toplumsal davranış eğilimleri, kapalı alanlardan kaçış, acil sağlık müdahale hizmetleri ve kurtarma altyapısı, aynı alana kurulan hastane sistemlerinin topolojisi ve gerçek zamanlı işlevselliği vb. birçok dinamik altyapı bileşeni depremden etkilenmektedir. Bu durum özellikle deprem afeti sonrası kentsel toplu tahliyelerin gerçekleştirilmesi sürecinde olası deprem etkisinin azaltılmasını olumsuz etkilemektedir (Zhao, vd., 2023). Deprem etkisinin azaltılması ve toplu tahliyelerde mekân kolaylığı sağlayabilecek önemli alanlardan bazılarının yakın mesafelerde bulunan özellikle

kentsel açık yeşil alanlar ya da korunan alanlar olabileceği akla gelmelidir. Bu itibarla açık yeşil alan sistemleri ve kentsel korunan alanlar afet durumunda güvenli alan/bölge olarak kullanılabilir.

1.2. CBS Tabanlı Konumsal-Zamansal Müdahale Altyapısı

CBS, arazi kullanımının üç boyutlu değerlendirmesinin algılanması için veri altyapısı sunmaktadır (Şahin Körmeçli, 2023). Özellikle deprem sonrası acil müdahale, kurtarma ve tahliye uygulamaları sırasında coğrafi bilgi ve havadan görüntüleme ile güncel ve gerçek zamanlı (anlık) veri temin edilmesi hayati önem taşımaktadır. Elde edilen verilere dayalı olarak 3 boyutlu arazi modellemeleri ile bütünleşik haritalama uygulamaları ve ilgili birimler ile birlikte çalışabilir konumsal veri altyapısının varlığı, deprem afeti sonrası tahliye, müdahale vb. faaliyetlerin uygulanmasında ilgili kurum ve birimlere karar-destek sürecinde önemli katkılar sunmaktadır. Deprem afeti yönetimi; zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Genel anlamda, afet sonrası iyileştirme ve geçici barınma konularına yönelik, sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesi, sosyoekonomik etkilerin incelenmesi, karar-destek verme yöntemlerinin iyileştirilmesi konusunda ana bileşenler ile bütünleşik süreçlere ilişkin gerekli veri/bilginin elde edilmesi ve veri/bilgi temin yöntemlerinin geliştirilmesine gereksinim duyulmaktadır. Afetler sırasında ve sonrasında oluşturulan geçici barınma alanları, konut yerleşimlerinin ötesinde idari, ticari, tarımsal, eğitim ve sosyal sağlık tesisleri ile dinlenme merkezleri gibi acil hizmetlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tesisler ile ilgili özellikle yerel, bölgesel ve ulusal planlama ölçeğinde harita tabanlı tanımlamada ve belirlenmesinde eksiklikler yaşanmaktadır. Bahsedilen geçici barınma alanlarının CBS sistemi ile bütünleşik olarak kentsel planlamanın oluşturulmasını gerektirmektedir. Böylece deprem sonrası geçici yerleşimlerin planlanması, yönetilmesi ve izlenmesi için daha iyi dokümantasyon sağlayabileceği ileri sürülmektedir (Tonti ve ark., 2023). Bu çalışmada deprem sırası ve sonrasında farklı nitelikte koruma statüsüne sahip korunan alanlardan deprem duyarlılıkları dikkate alınarak nasıl yararlanılabileceği CBS ile bütünleşik olarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

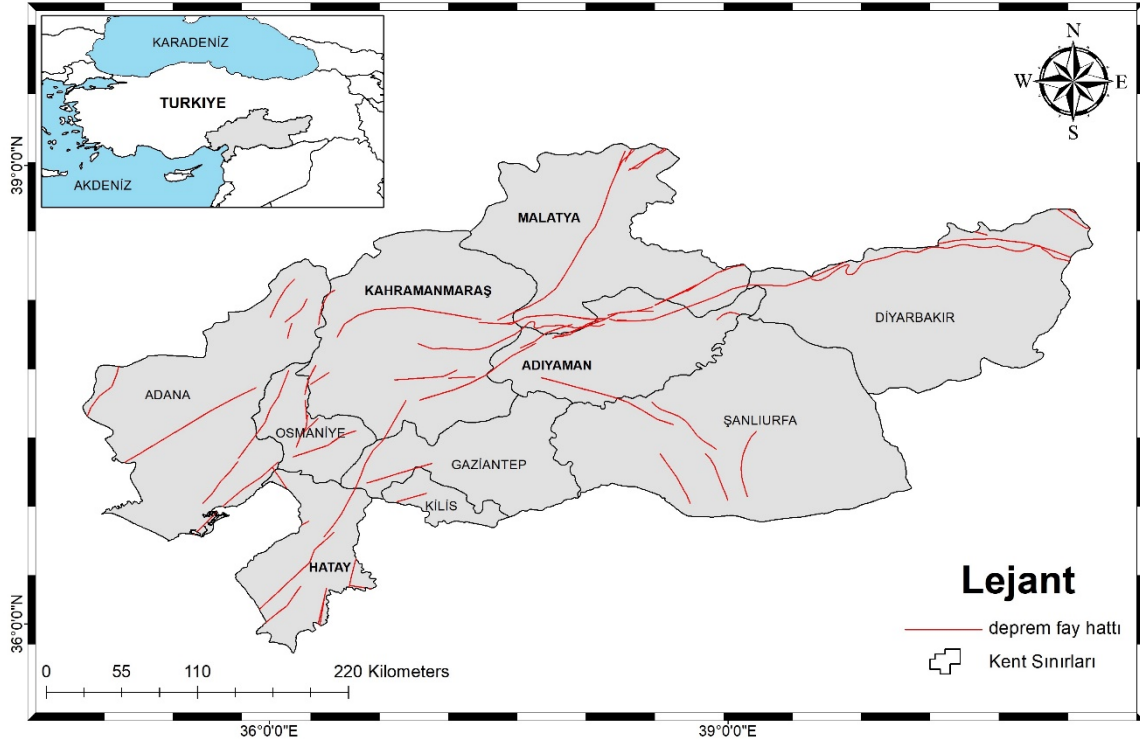
Çalışma kapsamında kullanılan veriler (Tablo 1) gerçekleştirilen harita tabanlı tüm uygulamalar Coğrafi Bilgi Sistemleri kapsamında ArcGIS yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan veri katmanları, veri yapısı ve veri edinim kaynakları.

Veri Katmanları	Veri Yapısı	Veri Kaynağı
Kent Sınırları	Vektör (alansal)	T.C. Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü (HGM) ve ESRI tarafından paylaşılan web tabanlı açık veriler
Deprem Duyarlılık	Nümerik	T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) (URL-1), MTA Genel Müdürlüğü (URL-2) ve ESRI (URL-3) tarafından paylaşılan web tabanlı açık veriler
Korunan Alanlar	Vektör (noktasal)	Google Earth ve Open Street Map
Korunan Alan Envanter	Nümerik - Alfanümerik	T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü kurumsal web sayfası (URL-4)

2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak 06.02.2023 tarihli Kahramanmaraş merkezli Elbistan ve Kirazlı depremlerinden en çok etkilenen 10 il (Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye, Şanlıurfa) ele alınmıştır (Şekil 1).

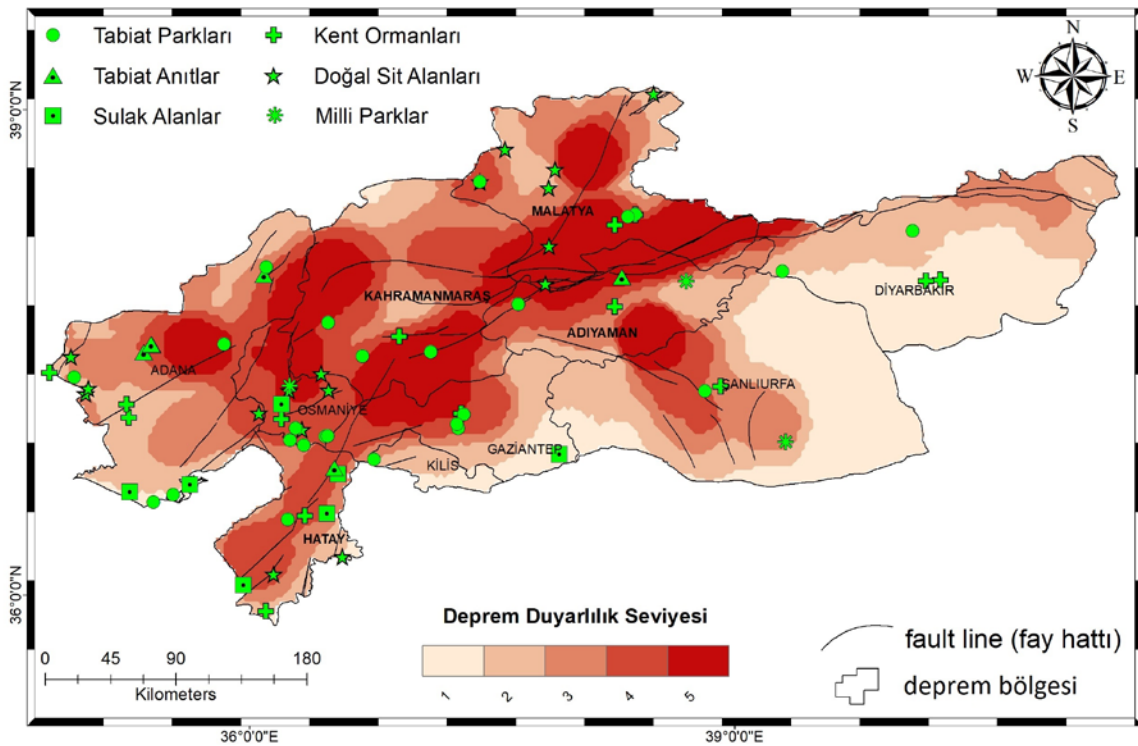
**Şekil 1.** Kahramanmaraş merkezli gerçekleşen 2023 yılı deprem bölgesi.

Deprem oluşum seviyesinin oldukça yüksek olması ve geniş bir bölgeyi etkilemiş olması, ilgili deprem bölgesinin çalışma alanı olarak belirlenmesinde etkin rol almıştır.

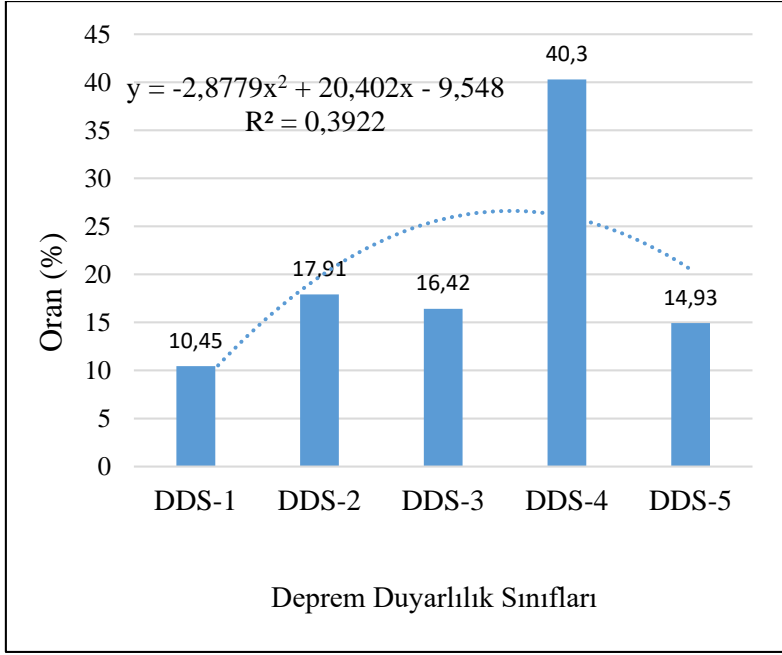
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Deprem Bölgesinde Korunan Alanların Konumsal Dağılımı

Araştırma alanı genelindeki korunan alanların 7 adedi (%10,45) Deprem Duyarlılık Sınıfı (DDS) 1, 12 adedi (% 17,91) DDS-2, 11 adedi (%16,42) DDS-3, 27 adedi (% 40,30) DDS-4 ve 10 adedi (% 14,93) DDS-5 seviyesinde yer almaktadır (Tablo 2; Şekil 2). Deprem duyarlılık sınıflarına göre korunan alanların yarıdan fazlası (%55,23) deprem duyarlılığının yüksek oluşu (DDS-4 ve DDS-5) alanlardadır (Şekil 3). Deprem duyarlılık sınıflarına göre on ilde en fazla korunan alan 27 adet ile DDS-4, en az korunan alan 7 adet ile DDS-1 seviyesindeki alanlarda bulunmaktadır. En fazla tabiat parkı (15 adet), sulak alan (3 adet) ve kent ormanı (5 adet) DDS-4 seviyesinde yer almaktadır (Tablo 2). En fazla milli park 2 adet DDS-3 ve en fazla doğal sit alanı 5 adet ile DDS-2 seviyesindedir (Tablo 2).



Şekil 2. Deprem bölgesindeki korunan alanların konumsal dağılımı.



Şekil 3. Kahramanmaraş merkezli on ildeki korunan alanların deprem duyarlılık sınıflarına göre oransal dağılımları.

Çizelge 2. Deprem duyarlılık sınıflarına göre Kahramanmaraş merkezli on ildeki korunan alanların dağılımları.

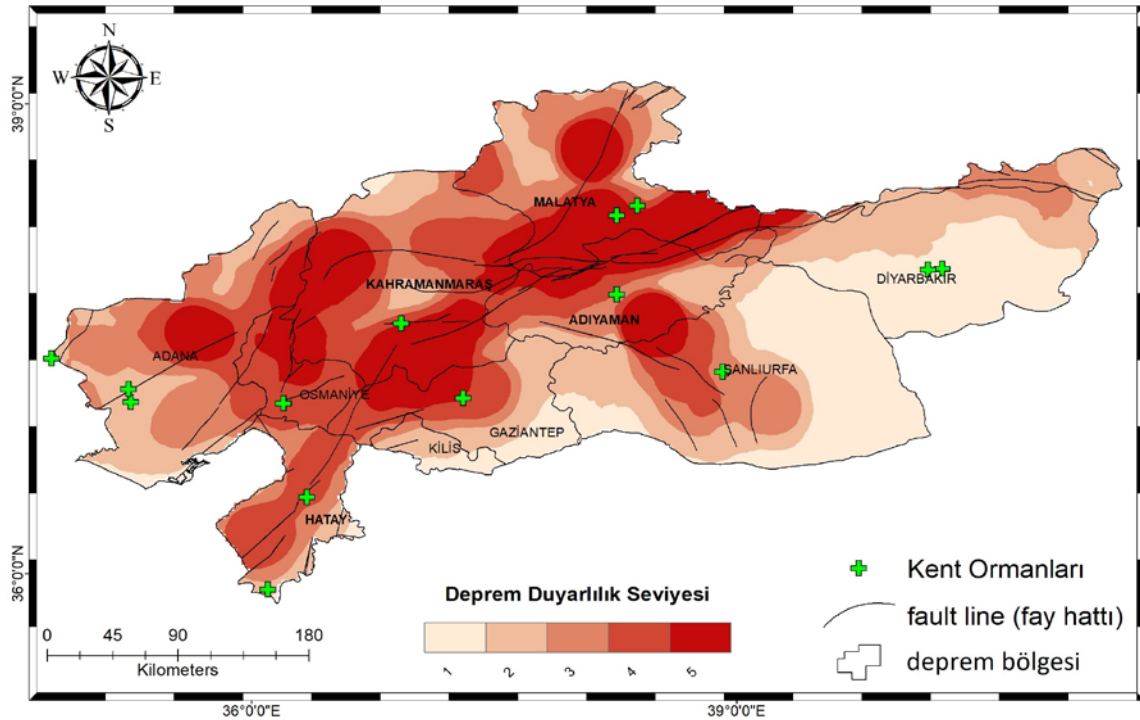
Deprem Duyarlılık Seviyeleri (DDS)	Korunan Alan Türü					
	Kent Ormanları	Milli Park	Tabiat Parkları	Doğal Sit Alanları	Suluk Alanlar	Toplam
DDS-1	2	1	1	1	2	7
(%)	28,57	14,29	14,29	14,29	28,57	100
DDS-2	3	0	3	5	1	12
(%)	25,00	0,00	25,00	41,67	8,33	100,00
DDS-3	2	2	3	3	1	11
(%)	18,18	18,18	27,27	27,27	9,09	100,00
DDS-4	5	0	15	4	3	27
(%)	18,52	0,00	55,56	14,81	11,11	100,00
DDS-5	2	1	3	4	0	10
(%)	20	10	30	40	0	100
Toplam	14	4	25	17	7	67
(%)	20,90	5,97	37,31	25,37	10,45	100,00

3.2. Kent Ormanları – Deprem Etkileşim Analizi

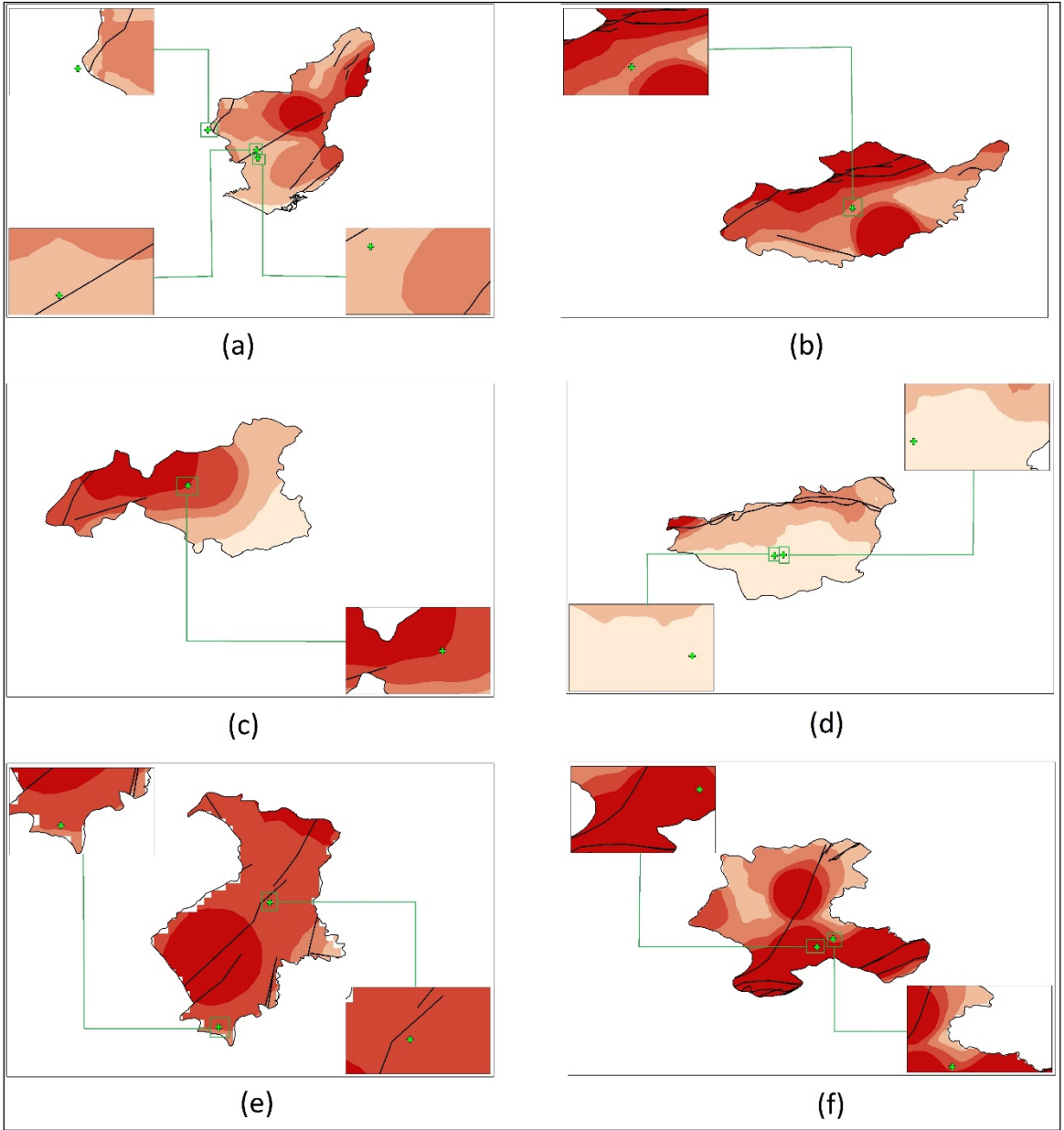
Kahramanmaraş merkezli depremden etkilenen on ilde toplam 14 adet kent ormanı bulunmaktadır (Şekil 4). Deprem duyarlılık sınıflarına göre kent ormanlarının yarısı (7 adet) deprem duyarlılık hassasiyeti yüksek (DDS4 ve DDS-5) alanlardadır (Çizelge 3; Şekil 4).

Çizelge 3. Kahramanmaraş merkezli on ildeki korunan alanların deprem duyarlılık sınıflarına göre sayısal ve oransal dağılımları.

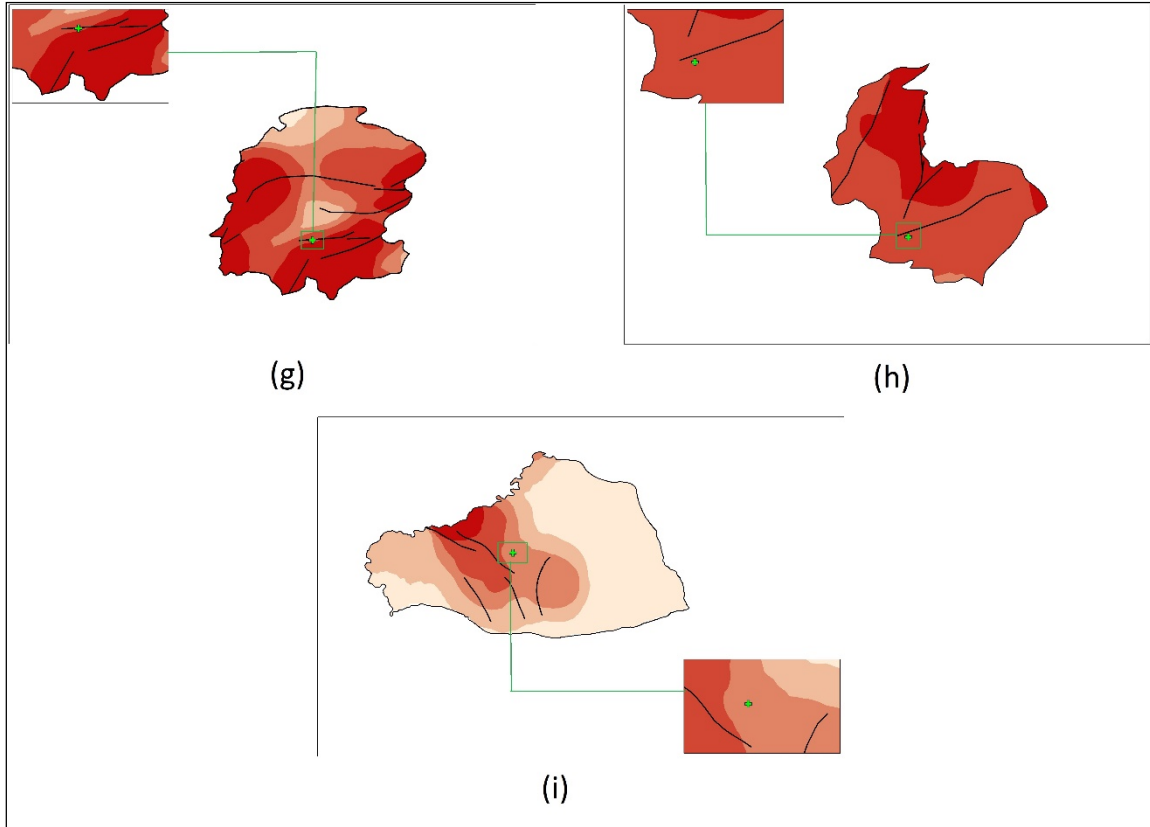
Deprem Duyarlılık Seviyeleri (DDS)	Tabiat Parkları		Sulak Alanlar		Milli Park		Kent Ormanı		Doğal Sit Alanı		Toplam	
	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)
DDS-1	1	4	2	28,57	1	25	2	14,29	1	5,88	7	10,45
DDS-2	3	12	1	14,29	0	0	3	21,43	5	29,41	12	17,91
DDS-3	3	12	1	14,29	2	50	2	14,29	3	17,65	11	16,42
DDS-4	15	60	3	42,86	0	0	5	35,71	4	23,53	27	40,3
DDS-5	3	12	0	0,00	1	25	2	14,29	4	23,53	10	14,93
Toplam	25	100	7	100,00	4	100	14	100,00	17	100,00	67	100



Şekil 4. Deprem bölgesinde kent ormanlarının konumsal dağılımı.



Şekil 5. Adana (a) Adiyaman (b) Gaziantep (c) Diyarbakır (d) Hatay (e) Malatya (f) illeri kent ormanlarının deprem etkileşim durumu.

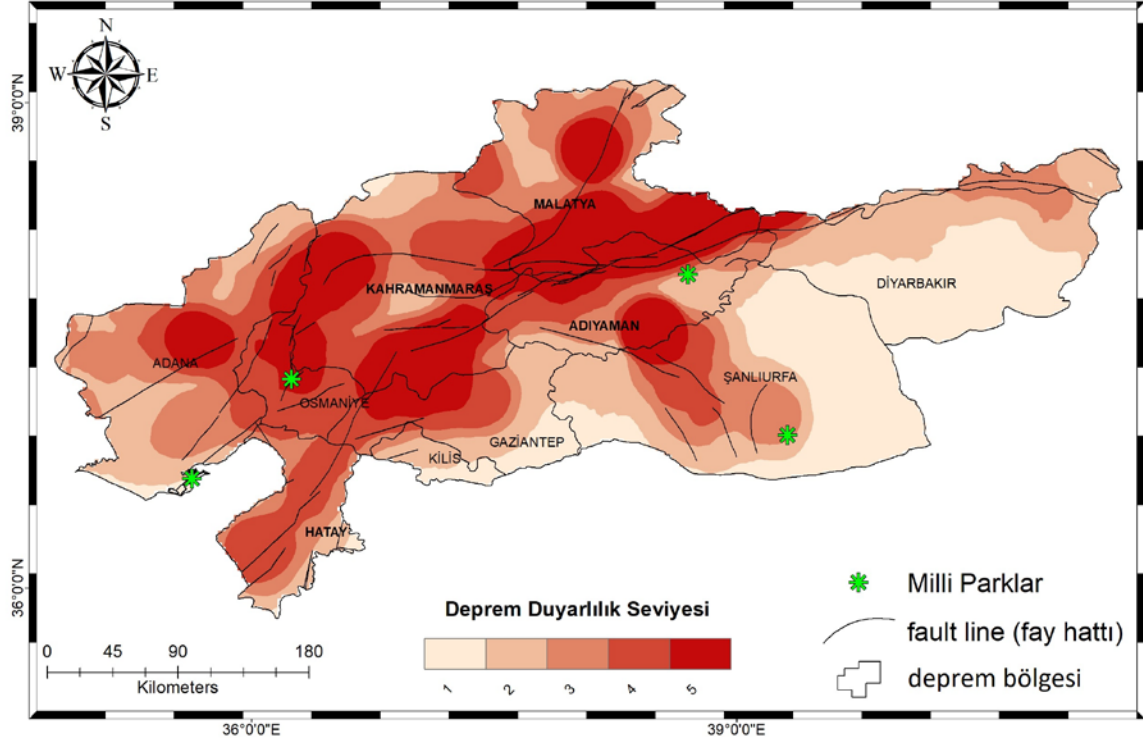


Şekil 5 (Devamı). Kahramanmaraş (g) Osmaniye (h) Şanlıurfa (i) illeri kent ormanlarının deprem etkileşim durumu.

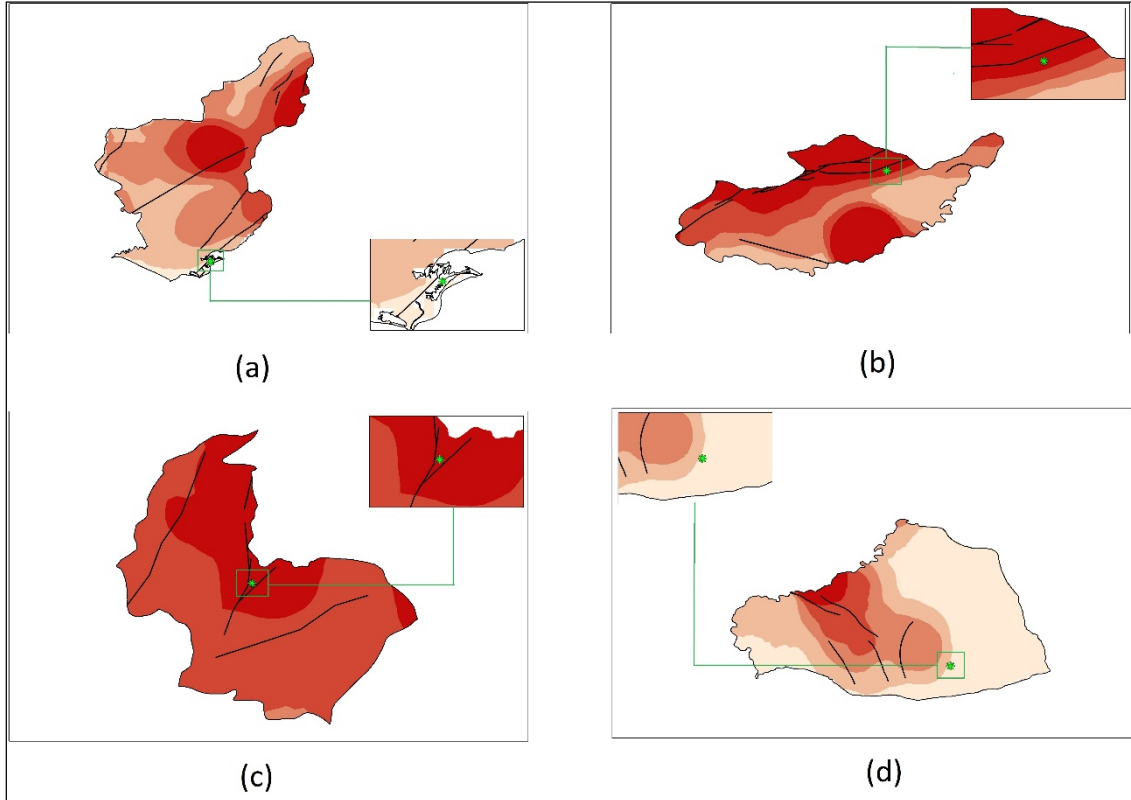
Deprem duyarlılık sınıflarına göre Adana ilinde 3 adet (Şekil 5a), Diyarbakır (Şekil 5d), Hatay (Şekil 5e) ve Malatya (Şekil 5 f) illerinde 2 adet, Adıyaman (Şekil 5b), Gaziantep (Şekil 5c), Kahramanmaraş (Şekil 5g), Osmaniye (Şekil 5h) ve Şanlıurfa (Şekil 5i) illerinde 1 adet Kent Ormanı bulunmaktadır. 14 adet Kent Ormanının deprem duyarlılık sınıflarına göre dağılımları DDS-5 seviyesinde 2 adet (%14,29), DDS-4 seviyesinde 5adet (%35,71), DDS-3 seviyesinde 2 adet (%14,29), DDS-2 seviyesinde 3 adet (%21,43) ve DDS-1 seviyesinde 2 adet (%14,29) şeklindedir (Tablo2).

3.3. Milli Parklar – Deprem Etkileşim Analizi

Depremden etkilenen on ildeki 4 adet milli park (Şekil 6), 1 adet Adana (Şekil 7a), 1 adet Adıyaman (Şekil 7b), 1 adet Şanlıurfa (Şekil 7c) ve 1 adet Şanlıurfa (Şekil 7d) şeklinde dağılmaktadır.



Şekil 6. Deprem bölgesinde milli parkların konumsal dağılımı.

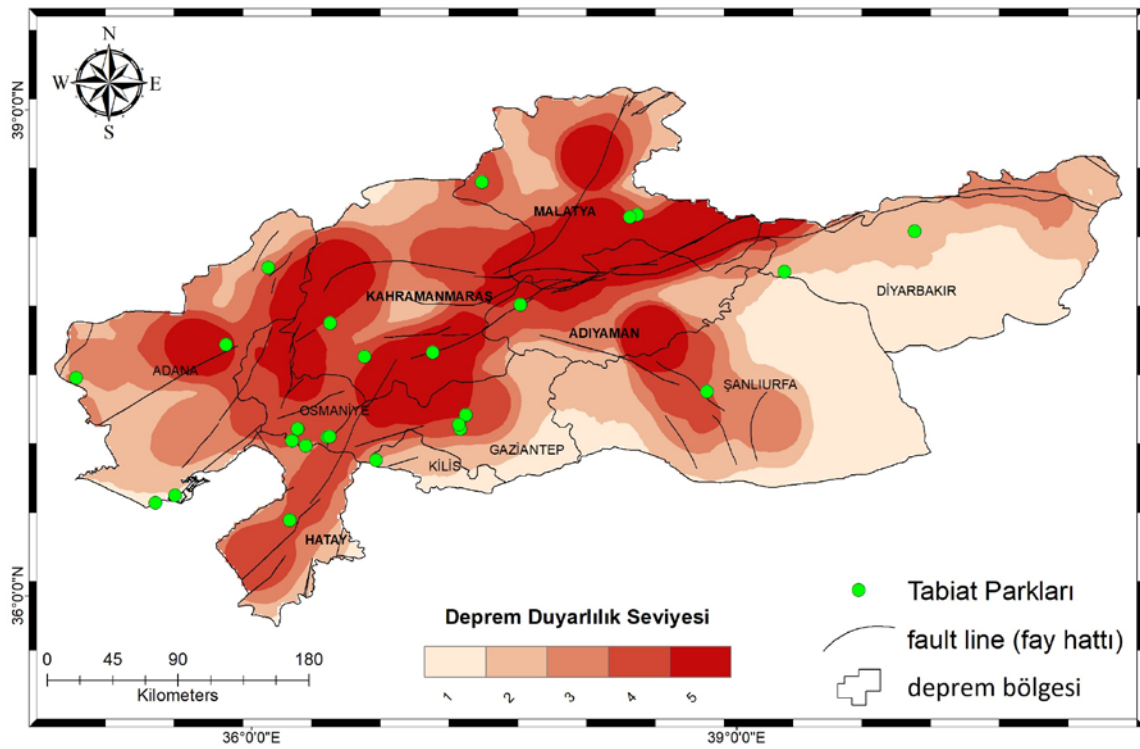


Şekil 7. Adana (a) Adıyaman (b) Osmaniye (c) Şanlıurfa (d) illeri milli parkların deprem etkileşim durumu.

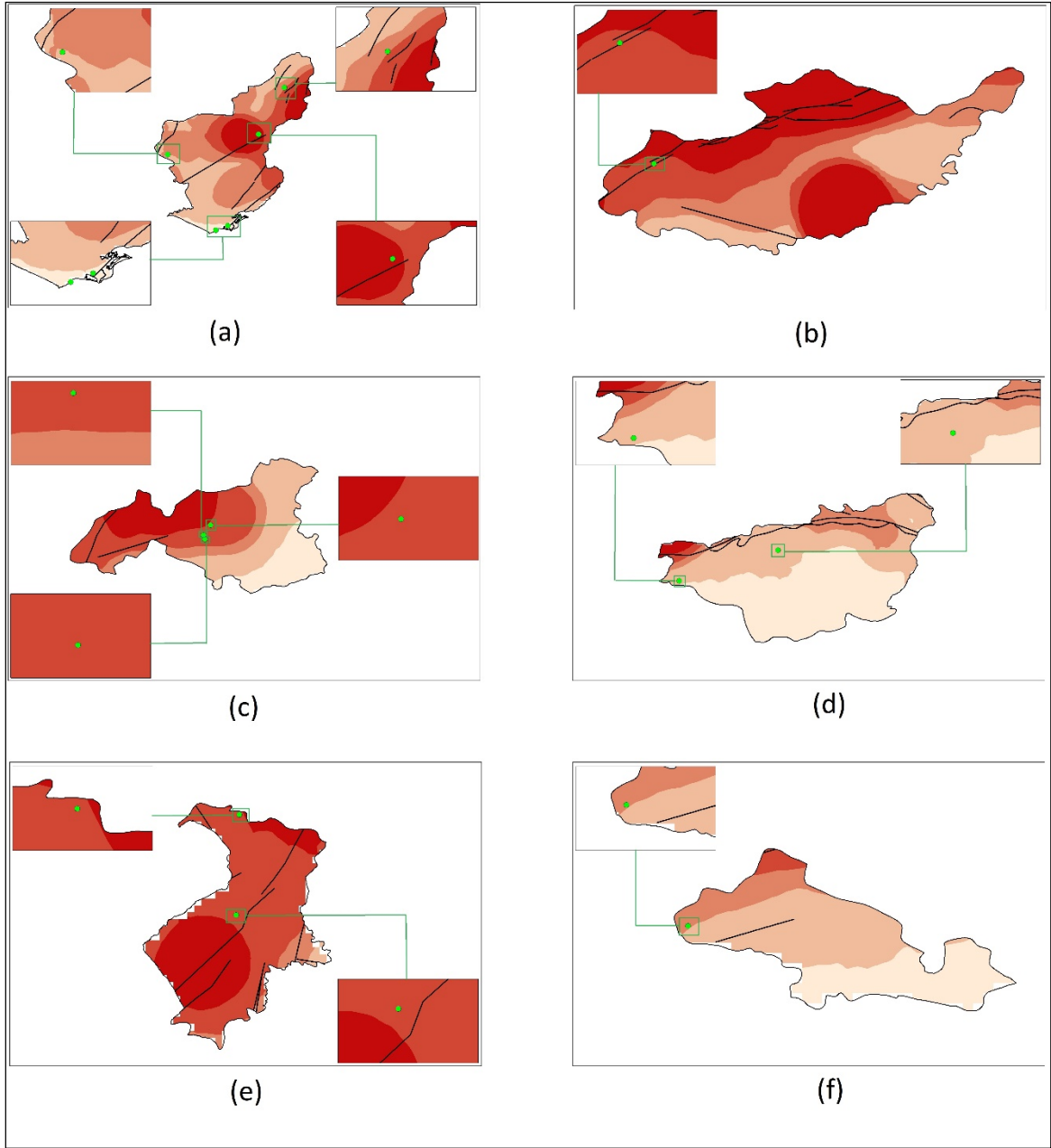
4 adet Milli Park incelendiğinde DDS-5 seviyesinde 1 adet (%25), DDS-3 seviyesinde 2 adet (%50) ve DDS-1 seviyesinde 1 adet (%25) şeklinde olduğu belirlenmiştir (Tablo2).

3.4. Tabiat Parkları – Deprem Etkileşim Analizi

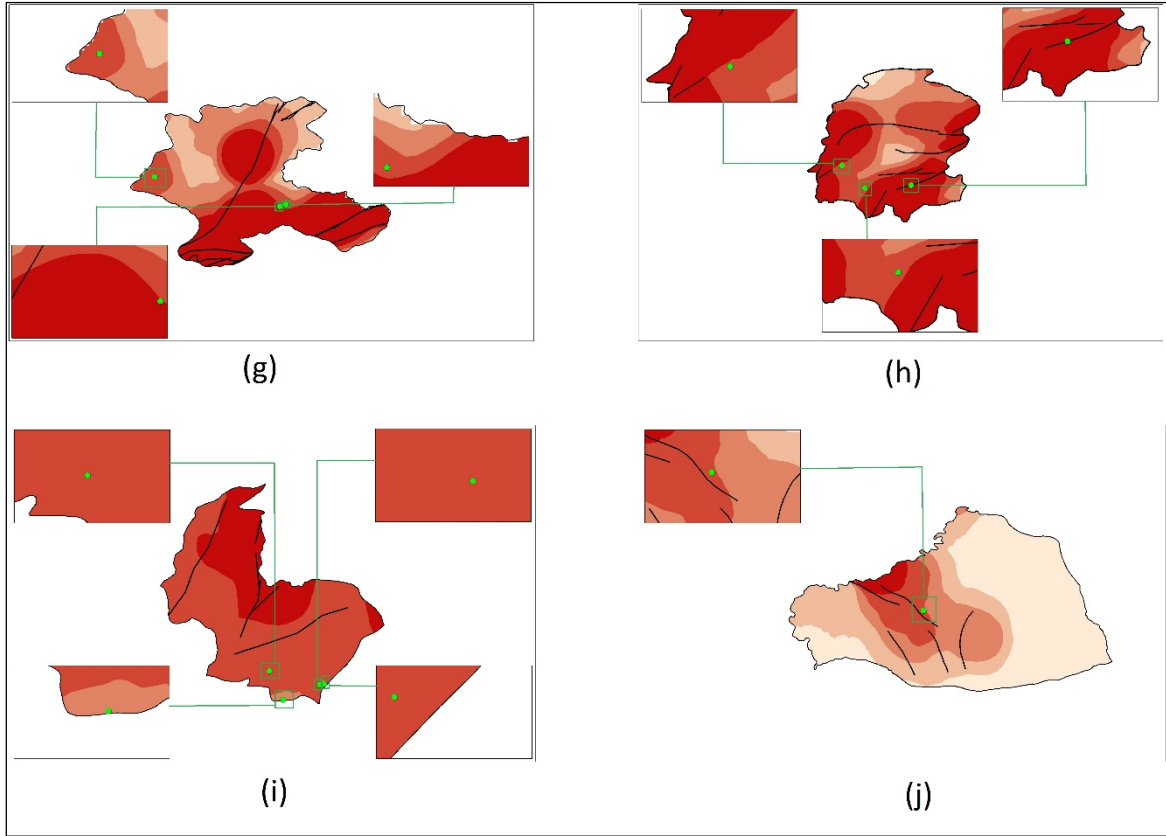
Depremden etkilenen on ilde toplam 25 adet tabiat parkı olup (Şekil 8), il bazında en fazla tabiat parkı 5 adet ile Adana ilinde bulunmaktadır (Şekil 9a). Depremden etkilenen diğer illerdeki tabiat parkı dağılımları Adıyaman (Şekil 9b), Kilis (Şekil, 9f) ve Şanlıurfa (Şekil 9j) illerinde 1 adet, Diyarbakır (Şekil 9d) ve Hatay (Şekil 9e) illerinde 2 adet, Gaziantep (Şekil 9c), Malatya (Şekil 9g) ve Kahramanmaraş (Şekil 9h) illerinde 3 adettir.



Şekil 8. Deprem bölgesinde tabiat parklarının konumsal dağılımı.



Şekil 9. Adana (a) Adıyaman (b) Gaziantep (c) Diyarbakır (d) Hatay (e) Kilis (f) illeri tabiat parklarının deprem etkileşim durumu.

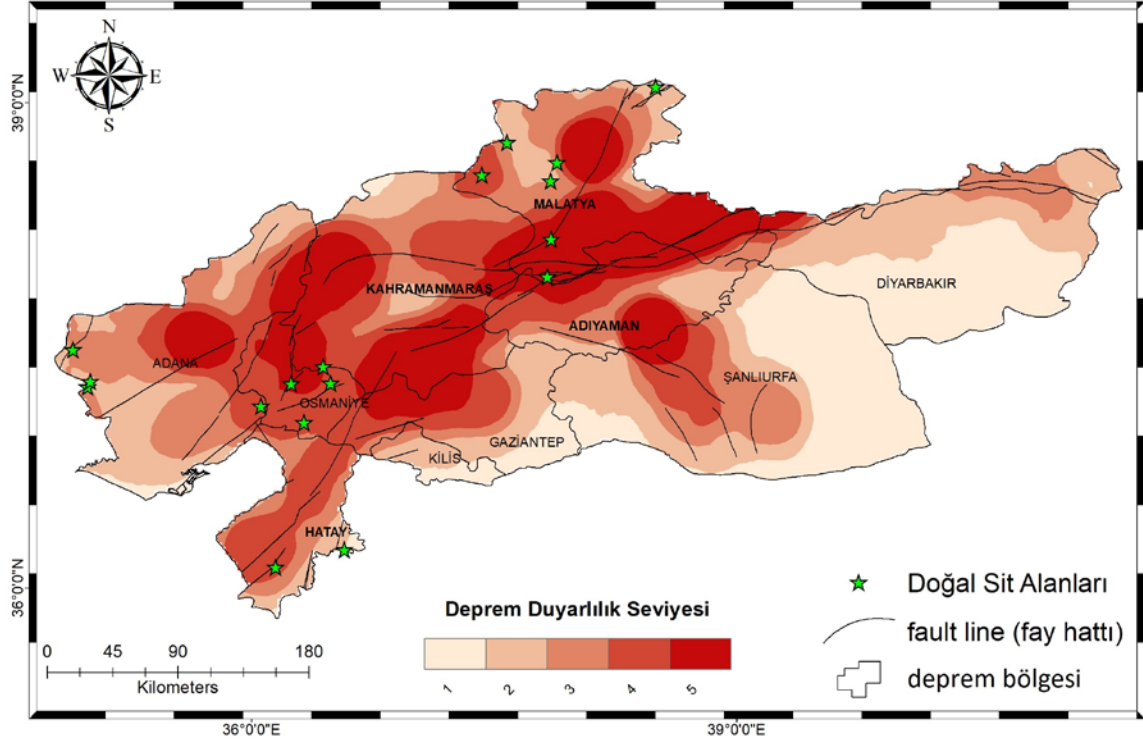


Şekil 10. Malatya (g) Kahramanmaraş (h) Osmaniye (c) Urfa (d) illeri tabiat parklarının deprem etkileşim durumu.

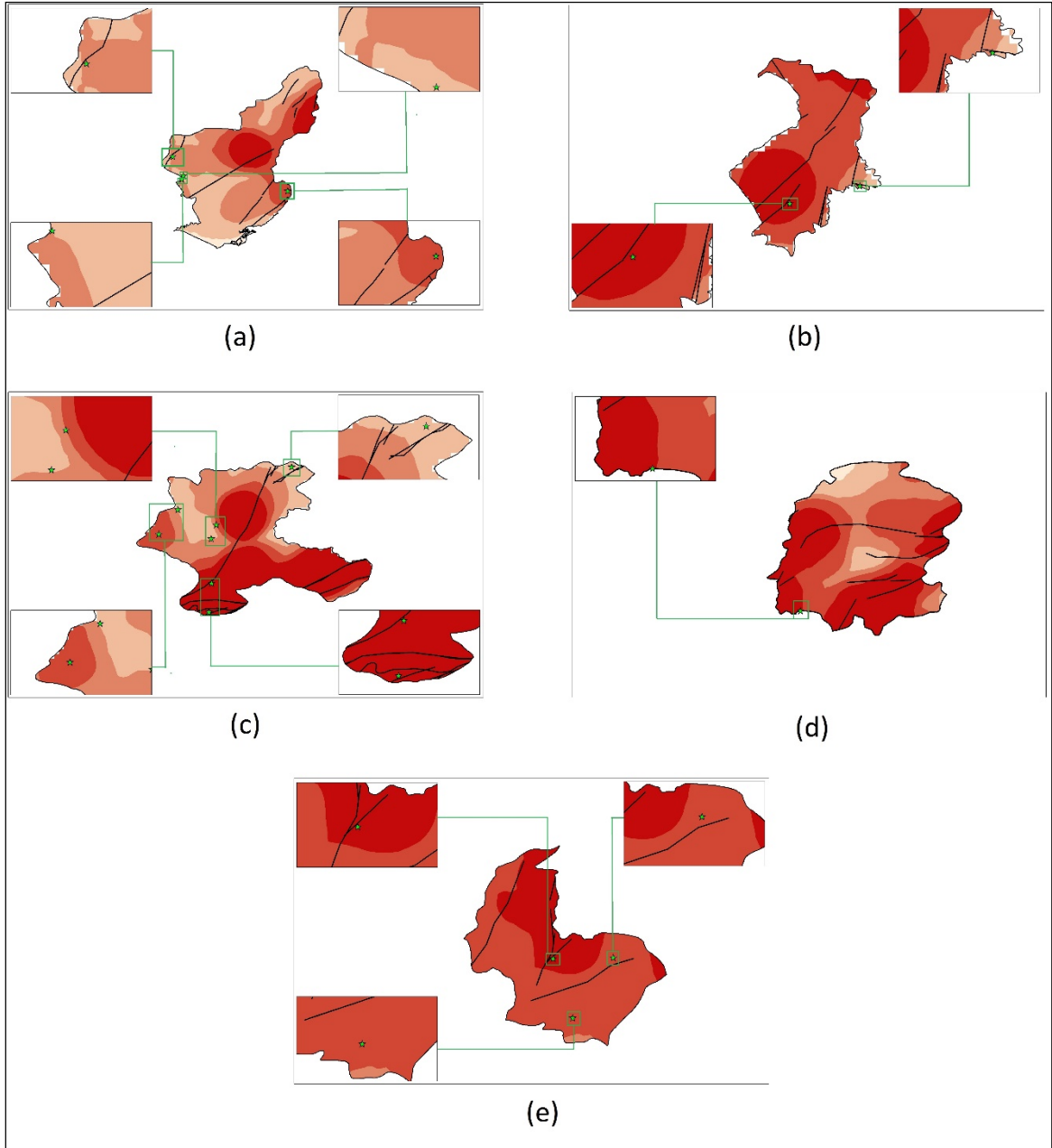
Deprem duyarlılık sınıflarına göre 25 adet Tabiat Parkı dağılımı; DDS-5 seviyesinde 3 adet (%12), DDS- 4 seviyesinde 15 adet (%60), DDS-3 seviyesinde 3 adet (% 12), DDS-2 seviyesinde 3 adet (% 12) ve DDS-1 seviyesinde 1 adet (%4) şeklinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

3.5. Doğal Sit Alanları – Deprem Etkileşim Analizi

Depremden etkilenen on ilde toplam 17 adet doğal sit alanı bulunmaktadır (Şekil 10). Deprem duyarlılık sınıflarına göre Adıyaman, Gaziantep, Diyarbakır, Kilis ve Şanlıurfa illerinde doğal sit alanı bulunmamaktadır. Deprem duyarlılık sınıflarına göre araştırma alanında en fazla doğal sit alanı 7 adet ile Malatya ilinde yer almaktadır (Şekil 11c). Adana ilinde 4 adet (Şekil 11a), Hatay ilinde 2 adet (Şekil 11b), Kahramanmaraş ilinde 1 adet (Şekil 11d) ve Osmaniye ilinde 3 adet (Şekil 11e) doğal sit alanı bulunmaktadır.



Şekil 11. Deprem bölgesinde doğal sit alanlarının konumsal dağılımı.



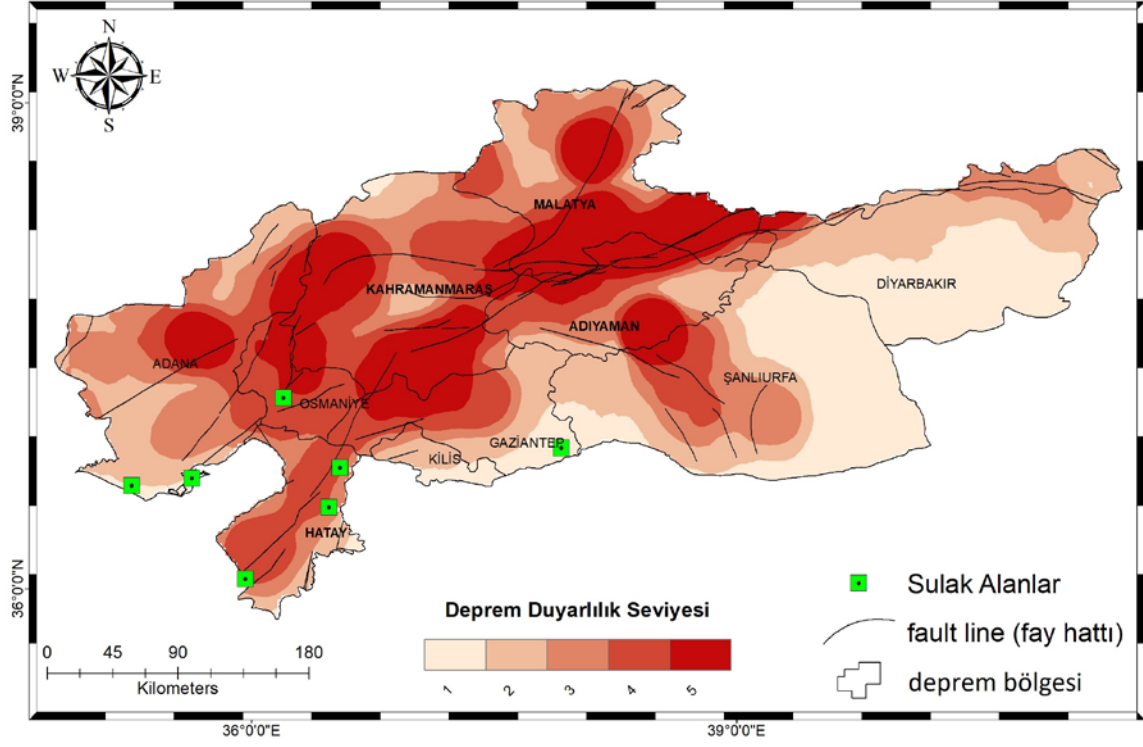
Şekil 12. Adana (a) Hatay (b) Malatya (c) Kahramanmaraş (d) Osmaniye (e) illeri doğal sit alanlarının deprem etkileşim durumu.

Deprem duyarlılık sınıflarına göre 17 adet Doğal Sit Alanı dağılımı; DDS-5 seviyesinde 4 adet (%23,53), DDS-4 seviyesinde 4 adet (%23,53), DDS-3 seviyesinde 3 adet (%17,65), DDS-2 seviyesinde 5 adet (%29,41) ve DDS-1 seviyesinde 1 adet (%5,88) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

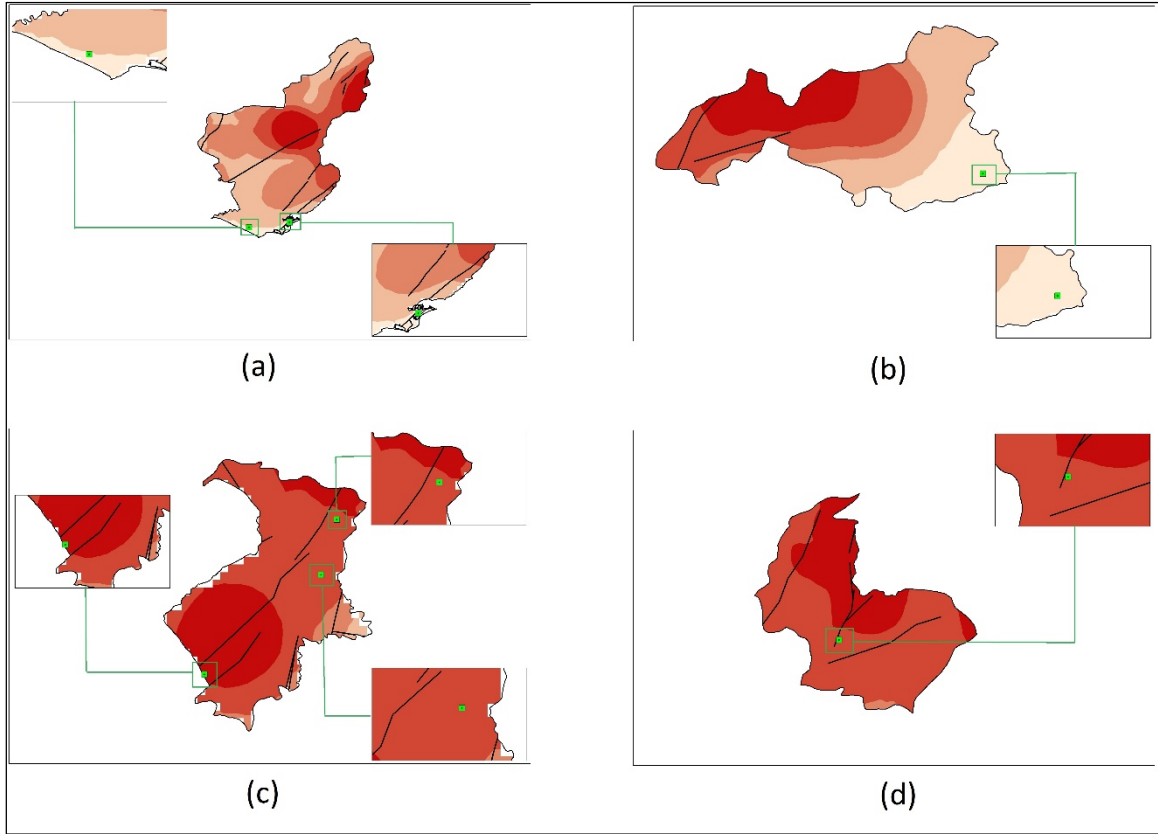
3.6. Sulak Alanlar – Deprem Etkileşim Analizi

Deprem duyarlılık seviyelerine göre araştırma alanı genelinde toplam 7 adet sulak alan bulunmaktadır (Şekil 12). Araştırma alanı genelindeki 6 ilde (Adıyaman, Diyarbakır,

Malatya, Kahramanmaraş, Kilis ve Şanlıurfa) deprem duyarlılık sınıflarına göre sulak alan bulunmamaktadır. Araştırma alanı genelindeki sulak alanlar Hatay ilinde 3 adet (Şekil 13c), Adana ilinde 2 adet (Şekil 13a), Gaziantep (Şekil 13b) ve Osmaniye (Şekil 13d) illerinde 1 adettir.



Şekil 13. Deprem bölgesinde sulak alanların konumsal dağılımı.



Şekil 14. Adana (a) Gaziantep (b) Hatay (c) Osmaniye (d) illeri sulak alanların deprem etkileşim durumu.

Deprem duyarlılık sınıflarına göre 7 adet Sulak Alan dağılımı; DDS-4 seviyesinde 3 adet (%42,86), DDS- 3 seviyesinde 1 adet (% 14,29), DDS-2 seviyesinde 1 adet (% 14,29) ve DDS-1 seviyesinde 2 adet (%28,57) şeklinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Büyük alanları ve kalabalık kitleleri etkileyen depremlerden sonra ilk yardım çalışmaları ve depremden etkilenen kişilere gerekli yardımların hızlı ve etkili bir şekilde yapılabilmesi hayati önem arz etmektedir. Bunun için çoğu arazileri deprem kuşağında olan ülkemizde olası deprem öngörülerinde depremden sağ kurtulanlar için zorunlu yaşam altyapısına sahip toplanma alanlarının önceden oluşturulması ve ihtiyaç anında kullanılması önemli bir husustur. Özellikle metropollerde toplanma alanı olarak belirlenmiş kimi açık mekânların zaman içinde büyük alışveriş merkezlerine dönüştürüldüğü gerçeği de ortadadır. Kaldı ki deprem bölgesi kentlerimizde yaşanan acı tecrübe ve gözlemler göstermiştir ki, büyük depremlerden sonra depremden etkilenen insanların toplanabileceği ve temel yaşamsal hizmetlerin sunulabileceği planlı ya da plansız alanların çok yetersiz olduğu ve temel yaşamsal hizmetler için yeterli bir altyapıya sahip olunmadığı da sürekli gündeme gelen bir konudur. Mevcut az sayıdaki toplanma sahalarına erişimde de yıkılan binalar nedeniyle ciddi sorunlar yaşandığı ve bu alanların etkin kullanılmadığı da bir gerçektir.

Deprem duyarlılığı yüksek Kahramanmaraş gibi illerimizde ileride meydana gelmesi öngörülen depremler ve sonrasında bu illerde bulunan ve farklı nitelikte koruma statülerine sahip olan korunan alanlardan nasıl yararlanılabileceği konusu çok önemlidir. Burada hemen belirtmekte fayda var; önerilen kullanım şekli olağanüstü durumlarda ve kısıtlı bir kullanım olduğudur. Tekraren belirtmek gerekir ki; burada bahsi geçen kullanım düzeyi, korunan alanların planlarındaki zonlamalardan sadece gelişme zonundaki mevcut konaklama ve diğer hizmet olanaklarından sağlanacak kısıtlı ve geçici süreli yararlanma düzeyidir. Ancak bunun sağlanabilmesi için korunan alanların afet kapsamında kullanılabilirliğini sağlayacak yasal ve yönetsel düzenlemelerin yapılması gerekir. Yapılacak planlamalarda afet sırası ve sonrasında hangi korunan alandan nasıl yararlanılabileceğinin açık ve detaylı bir şekilde yerel, bölgesel hatta ulusal ölçekte planlara dahil edilmesi ve ulusal afet önleme, yardım ve yönetim modeline entegre edilmelidir. Burada önemli olan husus koruma alanlarının afet kapsamında kullanım şekli ve süresi gibi hususların açık bir şekilde tanımlanması ve ilgili süre sonunda bu tür kullanıma kapatılmasıdır. Aksi durumda korunan alanların sürdürülebilirliği tehlikeye girebilir. Yapılacak planlama çalışmalarında korunan alanların afet kapsamında kullanımın nasıl olacağı, hangi koruma alanında ne kadarlık bir alanın hangi amaç için kullanılabileceği ve kullanım sırasında korunan alan kaynak değerleri üzerinde oluşturabileceği risk ve tehditler dikkate alınmalıdır. Alınacak olan önlemlerin koruma-kullanma ilkelerine uygun olması risklerin azaltılması ve kaynak değerlerinin sürdürülebilir olmasına faydalı olabilir (Yüksek ve ark., 2008). Planlamalar yapılırken sadece korunan alanlardan sorumlu kişiler değil, aynı zamanda korunan alanlar konusunda uzman kişilerin de planlama ve yasal düzenleme çalışmalarına dahil edilmesi ortaya çıkabilecek olası sorunların ve risklerin önceden öngörülmesi ve bertaraf edilmesine katkı sağlayabilir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Türkiye dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağı içerisinde bulunan bir deprem ülkesi olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda yapılacak olan her türlü çalışmada bu durumun göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Özellikle mühendislik yapılarının ve tüm mimari ve inşaat uygulamaların ilgili bilim disiplinlerinden yararlanılarak mutlak surette depreme dayanıklı yapılmaları şarttır. Bu durumda deprem sonrası gereken afet yönetim sisteminin işi kuşkusuz kolaylaşmış olacaktır. Diğer yandan kent içi ve yakınındaki toplanma alanları ve temel ihtiyaç hizmetlerinin hiçbir talep ve koşulda değiştirilmemesi ve başka amaçlara tahsis edilmemesi şarttır. Kuruluş amaçları farklı olsa da bu gayeye de hizmet etmesi olanaklı olan kent içi açık yeşil alanlar,

kent ve mahalle parkları ve olanaklı ise kentsel korunan alanların azaltılması değil, çoğaltılarak hizmet/destek kalitesinin artırılması gereklidir. Mevcut kent içi ve yakın çevresindeki korunan alanların sayıları ve alanları ne kadar çok olursa kentler ve yerleşimler her türlü doğal afete dirençli olurlar. Diğer yandan kent içi açık yeşil alanların yapılaşma ve başka amaçlara tahsisi kolayca mümkünken, korunan alanlarda bu kullanım her zaman çok daha zordur.

Türkiye’de korunan alanların tespit, tescil ve onayına ilişkin usul ve esaslara dair yönetmelik; 21/7/1983 tarihli ve 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanununun ek 4 üncü maddesi, 9/8/1983 tarihli ve 2873 sayılı Milli Parklar Kanununun ikinci ve üçüncü maddeleri, 19/10/1989 tarihli ve 383 sayılı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı Kurulmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname ile 10/7/2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 109 uncu maddesine dayanılarak hazırlanmaktadır. Bu yönetmelik incelendiğinde; korunan alanların belirlenmesi ve geliştirilmesi süreçleri içerisinde depreme duyarlılık derecelerine göre bir değerlendirme ölçütü yer almamaktadır.

Türkiye’deki korunan alanlar diğer dünya örneklerinde olduğu gibi en hassas, en değerli, en çok doğal çeşitlilik barındıran ve bu özellikleri nedeniyle özel yönetim statülerine tabi alanlardır. Çeşitli kullanım düzeyleri korunan alanların hızla tahrip olmasına neden olmaktadır. Deprem nedeniyle kullanım söz konusu olursa bu kullanım düzeyinin çevresel yükü en az olmalıdır. Korunan alanların insan kullanımına açılması belli yasalarla belirlenmiştir. Korunan alanların zarar görmemesi için kullanım kısıtlanması (alansal-mekânsal-zamansal ve faaliyet olarak) büyük önem arz etmektedir. Fakat belirli koruma statüsündeki alanlar bilimsel çalışmalar ve rekreasyonel açıdan insan kullanımına açılmıştır. İnsan kullanımına açık olan korunan alanlar belirlenerek, korunan alanlarının statüsü, niteliği ve konumuna göre deprem duyarlılık derecesi düşük olan alanların geçici süre için belli bir plan dâhilinde kullanıma açılması sağlanabilir. Bu alanların kent merkezlerine olan mesafesine bakılarak ikincil alternatif olarak geçici toplanma, barınma vb. alanlar olarak kullanımı değerlendirilebilir.

Yasal ve bilimsel ölçütlere göre tespit edilen korunan alanların yerinin deprem bölgesi üzerinde olup olmaması kuşkusuz rastlantısalıdır. İnsanların bu korunan alanlardaki değerlerin yerlerini değiştirmesi mümkün değildir. Ancak mevcut olanakların daha güvenli ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması, hem ekosistem hizmetlerinin hem de diğer somut yararlarının sürekliliğini de sağlayabilecektir. 14 adet Kent Ormanı (Şekil 4) incelendiğinde deprem sonrası DDS-1 ve DDS- 2 olan 5 adet (%35,72) alanın etkili olarak kullanılması,

DDS-3 olan 2 adet (%14,29) alanın zorunlu durumlarda kullanılması, DDS-4 ve DDS-5 olan 7 adet (%50) alanın ise çok zorunlu durumlarda kısıtlı olarak kullanılması önerilebilir. 4 adet Milli Park (Şekil 6) incelendiğinde deprem sonrası DDS-1 olan 1 adet (%25) alanın etkili olarak kullanılması, DDS-3 olan 2 adet (%50) alanların zorunlu durumlarda kullanılması, DDS-4 olan 1 adet (%25) alanın ise çok zorunlu durumlarda kısıtlı olarak kullanılması önerilebilir. 25 adet Tabiat Parkı incelendiğinde (Şekil 8) deprem sonrası DDS-1 ve DDS-2 olan 3 adet (%16) alanın etkili olarak kullanılması, DDS-3 olan 3 adet (%12) alanın zorunlu durumlarda kullanılması, DDS-4 ve DDS-5 olan 18 adet (%72) alanın ise çok zorunlu durumlarda kısıtlı olarak kullanılması önerilebilir. 17 adet Doğal Sit Alanı incelendiğinde deprem sonrası DDS-1 ve DDS-2 olan 6 adet (%35,29) alanın efektif olarak kullanılması, DDS-3 olan 3 adet (%17,65) alanın zorunlu (başka alternatifin olmadığı) durumlarda kullanılması, DDS-4 ve DDS-5 olan 8 adet (%47,06) alanın ise çok zorunlu durumlarda kısıtlı olarak kullanılması önerilebilir. 7 adet Sulak Alan incelendiğinde deprem sonrası DDS-1 ve DDS-2 olan 3 adet (%43,86) alanın efektif olarak kullanılması, DDS-3 olan 1 adet (%14,28) alanın zorunlu durumlarda kullanılması, DDS-4 olan 3 adet (%42,86) alanın ise çok zorunlu durumlarda kısıtlı olarak kullanılması önerilebilir. Korunan alanın konumu, deprem duyarlılığının en yüksek olduğu alan çıkmış olabilir. Bu alanlarda gerekli tedbirler ve önlemler alınarak bu değerlerimizin korunması sağlanmış olacaktır. Kent Ormanı gibi daha sonradan planlanan koruma statüsündeki alanların yer seçimleri deprem duyarlılık derecelerine göre yapılması önem arz etmektedir. Bu alanların yerlerini değiştirmek, deprem duyarlılığı az olan bir alanda yeniden oluşturmak mümkündür. Oluşturulacak yeni kent ormanını ikincil alternatif toplanma, barınma vb. alanlar olarak kullanımı değerlendirilmelidir. Eski kent ormanı alanlarının da rekreasyonel olarak kullanımı sürdürülebilir. Depremlerden kaynaklanan sorunların çoğu, sığ heyelanlar da dahil olmak üzere daha sonraki yer hareketlerinden kaynaklanmaktadır. Dağlık bölgelerdeki ormanlık havzalar, çıplak yamaçlarda meydana gelen depremlerden daha az etkilenmektedir (Dudley ve ark. 2015). Bu nedenle korunan alanlardaki bitki örtüsünün korunması, sadece biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetleri açısından değil, deprem sırası ve deprem sonrasındaki acil dönemler için de hayati önemdedir. Bundan sonra koruma statüsü kazandırılacak alanlarda deprem duyarlılık dereceleri de göz önüne alınarak planlama stratejileri geliştirilmelidir. Mevcut korunan alanların genişletilmesi süreçlerinde deprem duyarlılık haritaları da göz önüne alınarak yapılmalı, mümkün oldukça deprem duyarlılığı az olan alana doğru yönelim sağlanmalıdır. İl ölçeğinde hazırlanacak olan kullanım planlamalarının çevre düzeni planlarına entegre edilmesi önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Allendorf, T., Smith, J., & Anderson D. (2007). Residents Perceptions of Royal Bardia National Park, Nepal. *Landscape and Urban Planning*, 82, 33-40.
- Anonim, (2023). <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri>, Erişim Tarihi: 06.11.2023
- Çolak, A.H. (2001). *Ormanda Doğa Koruma. Milli Parklar ve Av-Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü Yayını*, Lazer Ofset Matbaası, 354., Ankara.
- Demirel, Ö. (2005). *Doğa Koruma ve Milli Parklar*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Genel Yayın No. 219, 424, Trabzon.
- Dudley, N., Buyck, C., Furuta, N., Pedrot, C., Renaud, F., & Sudmeier-Rieux, K. (2015). *Protected Areas as Tools for Disaster Risk Reduction. A handbook for practitioners*. Tokyo and Gland, Switzerland: MOEJ and IUCN. 44pp
- Eagles, P.J.F., McCool, S. F., & Haynes, C.D.A. (2002). *Sustainable Tourism in Protected Areas: Guidelines for Planning and Management*, IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Griffin, J. (2002). *Turkey Protected Areas, Management Planning Guidelines Draft Version*, Ankara.
- Helderop, E. & Grubestic, T.H. (2023). Analyzing historical development trends to predict future hurricane vulnerability in Tampa, Florida. *Journal of Coastal Conservation*, 27(2), 13. DOI: 10.1007/s11852-023-00941-3
- Holdgate, M. & Phillips, A. (1999). “*Protected Areas in Context*”, in Swingland, I. R.; Walkey, M.; Russell, S. (ed), In *Integrated Protected Area Management*, Springer US, New York, 1-24.
- Kurdoğlu, O. (2007). “Dünyada Doğayı Koruma Hareketinin Tarihsel Gelişimi ve Güncel Boyutu”, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 8, 59-76.
- Kuvan, Y., (1991). Avrupa Topluluğu Tarafından Yapılan Korunan Alan Sınıflandırması Ve Ülkemizdeki Korunan Alanların Bir Değerlendirmesi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 41, 3-4.
- Kuvan, Y. (1999). Korunan alan yönetiminin genel esasları ile ülkemizdeki ve Bolu yöresindeki korunan alanların bir değerlendirilmesi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 49, 65-79, İstanbul.

- Meral, A., Kayalı, R., Kabay, Y., ve Avcı, Y. E. (2023). Bingöl Kenti Açık Yeşil Alanlarının Doğal Afetlere Hazırlık Durumları ve Leke Senaryoları. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 58-72.
- Özçelik, A.E., Çorbacı, Ö.L., ve Yüksek, T. (2023). Kahramanmaraş Merkezli Depremden Etkilenen Kentlerde Yer Alan Yeşil Alanların Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Deprem Duyarlılığına Göre Konumsal/Mekânsal Analizi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 8(3), 273-282.
- Seçkin Gündoğan, G., ve Şahin Körmeçli, P. (2023). Çankırı ili tabiat turizmi kapsamında yeşil alan rotası analizi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24(2), 140-150.
- Şahin Körmeçli, P. (2023). Analysis of Walkable Street Networks by Using the Space Syntax and GIS Techniques: A Case Study of Çankırı City. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(6), 216.
- Şen, G. ve Buğday, S. (2015). Kastamonu İlinde Çeşitli Statülerde Koruma ve Kullanma Amaçlı Belirlenmiş Alanlar, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(2), 214-230, Kastamonu.
- Tonti, I., Lingua, A.M., Piccinini, F., Pierdicca, R., & Malinverni, E.S. (2023). Digitalization and Spatial Documentation of Post-Earthquake Temporary Housing in Central Italy: An Integrated Geomatic Approach Involving UAV and a GIS-Based System. *In Drones* (Vol. 7).
- URL-1, 2023. <https://deprem.afad.gov.tr/last-earthquakes>, T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) web sayfası, (Erişim Tarihi: Nisan 2023).
- URL-2, 2023. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/diri-fay-haritalari>, MTA Genel Müdürlüğü web sayfası, (Erişim Tarihi: Nisan 2023).
- URL-3, 2023. <https://www.esri.com/en-us/disaster-response/disasters/earthquakes>, ESRI web sayfası.
- URL-4, 2023. <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri>, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü kurumsal web sayfası, (Erişim Tarihi: Eylül 2023).
- WWF, (2021). Korumazsak Kaybederiz: Sürdürülebilir Bir Türkiye İçin Korunan Alanlar Hedef: 2030'a Kadar %30. *WWF Türkiye Raporu*, ISBN: 978-605-9903-29-5
- WWF, (2022). Yaşayan Gezegen Raporu 2022 – Doğa ile uyumlu bir toplum inşa etmek Almond, R.E.A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. & Petersen, T. (Eds). *WWF*, Gland, İsviçre.

- Yücel, M. (1994). *Doğa Koruma Alanları ve Planlaması*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No. 104; s. 255, Adana.
- Yücel, M. ve Babuş, D. (2005). Doğa Koruma'nın Tarihçesi ve Türkiye'deki Gelişmeler. *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Doa Dergisi (Journal Of Doa)*, 11, 151 – 175. Antalya.
- Yüksek, T., Cengiz, T., ve Yüksek, F. (2008). Doğal Alanlarda Festival Etkinliklerinin Koruma-Kullanma Açısından Değerlendirilmesi: Kafkasör Kültür, Sanat ve Turizm Festivali Örneği, *Ekoloji*, 17(67), 37-45
- Zhao, T., Wang, J., & Sun, L. (2023). Crowd dynamic-based model on the city-wide emergency transfer under catastrophic earthquakes. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 93, 103777.
- Zhou, S., & Zhai, G. (2023). A Multi-Hazard Risk Assessment Framework for Urban Disaster Prevention Planning: A Case Study of Xiamen, China. *In Land*, 12.

Türkiye'nin İki Yabancı Papağan Türü; Yeşil papağan (*Alexandrinus krameri*) ve İskender papağanı (*Palaeornis eupatria*)

Two Alien Parrot Species of Türkiye; Rose-rings Parakeet (*Alexandrinus krameri*) and Alexander Parakeet (*Palaeornis eupatria*)

 Leyla Özkan¹

Özet

Yeşil papağan (*Alexandrinus krameri*) ve İskender papağanı (*Palaeornis eupatria*) Avrupa ve Türkiye'de yerleşik yabancı kuş türleridir. Bu iki türden Yeşil papağan Türkiye'de daha geniş bir alana yayılmıştır. Bununla birlikte söz konusu tür dünya genelinde en başarılı istilacı türler arasında gösterilmektedir. Türkiye'de ilk defa 1975 yılında Ankara'da görülen Yeşil papağan günümüze kadar farklı illere de yayılmıştır. İskender Papağanı ise Türkiye'de daha dar bir alana yayılmış durumdadır. İstilacı türler ekosisteme ve yerli türlere çeşitli etkilerle zarar vermektedir. Bununla birlikte her yabancı tür istilacı olmayabilir. Ayrıca her istilacı türün ekosistem üzerinde yıkıcı etkileri olmayabilir. Bu nedenle yabancı türlerin takibi oldukça önemlidir. Bu çalışmada her iki tür için Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.org) ve e-bird (<https://ebird.org>) sitelerinden 2012-2023 yılları arasındaki Türkiye gözlem kayıtları indirilmiştir. Gözlem verileri karşılaştırılarak güncel durumlarına ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. İstatistiksel olarak Yeşil Papağanın 2019-2023 yıllarında, İskender Papağanının ise 2021-2023 yıllarında arttığı, görülmüştür. Günümüzde doğal yayılım alanı dışında istilacı tür olarak mücadele edilen Yeşil Papağan Türkiye için de hedef türlerden biridir. Yabancı türlerin istilacı tür konumuna geçip geçmediği, istilacı tür ise etki düzeyinin ne boyutta olduğu titizlikle belirlenerek gerekli önemlerin alınması önemlidir. Ayrıca yaban hayvanlarının evcilleştirilerek ticaretinin yapılmasının bu süreçleri etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu kuvvetle muhtemeldir.

Anahtar Kelimeler: Ekosistem, İstilacı tür, Kuşlar.

Abstract

The Rose-ringed Parakeet (*Alexandrinus krameri*) ve The Alexandrine Parakeet (*Palaeornis eupatria*) are alien bird species in Europe and Turkey. In particular, The Rose-ringed Parakeet has a wider distribution in Türkiye. It is also among the most successful invasive species worldwide. The species, which was first seen in Ankara in 1975 in Turkey, has spread to different provinces until today. The Alexander Parakeet is spread in a narrower area. Invasive species harm the ecosystem and native species with various effects. Also, not every invasive species may have devastating effects on the ecosystem. Therefore, the study of alien species is very important. In this study, the observation records of Turkey between the years 2012-2023 were downloaded from the Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.org) and e-bird (<https://ebird.org>) for both species. Observation data were compared and evaluations were made regarding their current status. Statistically, it was seen that the Rose-ringed Parakeet increased in 2019-2023, the Alexander Parakeet increased in 2021-2023 compared to other years. The Rose-ringed Parakeet, which is currently being struggled as an invasive species outside its natural habitat, is also one of the target species for Türkiye. It is important to meticulously determine whether the alien species has become an invasive species, and if it is an invasive species, to what extent it is effective, and to take the necessary precautions. In addition, it should not be forgotten that domestication and trade of wild animals is one of the most important factors affecting these processes.

Keywords: Birds, Ecosystem, Invasive species.

1. Giriş

Genel bir ifade ile doğal olarak yayılış gösterdikleri alanlardan başka coğrafyalara taşınan türler “yabancı türler” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2019a). Bununla birlikte farklı bilim insanları; yabancı türleri, yerli türlerin aksine bir bölgedeki varlıkları biyocoğrafik engellerin üstesinden gelmelerini sağlayan, türemiş veya kasıtsız insan eylemlerine atfedilebilen türler olarak tanımlamaktadır (Richardson ve ark., 2000; Pyšek ve ark., 2004; Richardson ve ark., 2011). Her yabancı tür istilacı tür olarak değerlendirilmez. Bazı yabancı türler, düzenli olarak üreyerek kendi kendini yenileyen popülasyonlar oluşturmakta ve giriş alanlarından önemli mesafelere hızla yayılarak yerleşik tür halini almaktadırlar. Bu süreç söz konusu türlerin, istilacı tür olarak tanımlanmasının temelini oluşturmaktadır (Richardson ve ark., 2000; Occhi-pinti-Ambrogi ve Galil, 2004; Pyšek ve ark., 2004; Blackburn ve ark., 2011, Essl ve ark., 2018).

Yabancı türlerin harmanlanmasını ve veri tabanı oluşturulmasını hedefleyen, Avrupa ve komşu ülkelerden farklı uzmanlık alanlarında 300’den fazla işbirlikçisi olan DAISIE (Inventory of Alien invasive species in Europe-Avrupa'daki istilacı yabancı türlerin envanteri), veri tabanı; Animalia, Plantae, Chromista, Bacteria ve Fungi olmak üzere 5 alemde yer alan 53 şubedeki türleri içerir. Bu şubeler içerisinde, Spermatophyta (%56), Arthropoda (%24) ve Chordata (%5) en çok yabancı türleri içeren şubelerdir. Pek çok şube (53 şubenin, 32’si) 10’dan az kayıtlı tür içermekte ve 12 şube ise kayıtlı yalnızca bir yabancı tür tarafından temsil edilmektedir (Anonim, 2019b).

Türkiye’de doğal ekosistem elemanı olmayan, yabancı kuş türlerinden Yeşil papağan (*Alexandrinus krameri*) ve İskender papağanı (*Palaeornis eupatria*) da bu veri tabanında yer almaktadır.

Genellikle yabancı türler, potansiyel istilacı türler olarak görülebilmektedir. Bununla birlikte her yabancı tür istilacı veya zararlı olmayabilir. Bu nedenle söz konusu türlere yönelik ne kadar çalışma ve değerlendirme yapılırsa o kadar sağlıklı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada, istilacı tür kavramı üzerinde durularak, Türkiye’de yerleşik iki yabancı papağan türünün yıllara göre gözlem verilerinin karşılaştırılması ile mevcut durumunun değerlendirilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların konu ile ilgili yapılacak farklı çalışmalar, koruma veya yönetim planlamaları için fikir oluşturması muhtemeldir.

1.1. Yeşil papağan (*Alexandrinus krameri*)

Anavatanı Orta Afrika ve Asya olan Yeşil papağan, yeşil renkli bir kuştur. Kırmızı görünümü ile dikkat çeken gagasının alt kısmı siyahtır. Buldukları alanlarda göç etmeyen bir kuş türüdür. Erkeklerde boyundaki siyah renklenme, enseye doğru incelenerek bir yay oluşturur. Üç yaşında eşeyssel olgunluğa ulaşan ve Ocak-Şubat aylarında yumurta bırakmaya başlayan Yeşil papağanların sebzeler, meyveler ve çekirdekleri, çeşitli tohumlar ve bunlara benzer besinlerden oluşan geniş bir diyeti vardır (Şahin, 2012; Keller ve ark., 2020). Şuan IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources-Dünya Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği) kırmızı listesinde LC (Least concern-Asgari endişe) kategorisinde yer almakta, popülasyonlarının ise artmakta olarak belirtilmektedir. Doğal yaşam alanı dışında 35'ten fazla ülkede yerleşik popülasyonları ile dünyanın en başarılı kuş istilacılarından biri olarak bilinmektedir (Anonim, 2019c). Doğal yaşam alanı dışındaki alanlara giriş olaylarının çoğu için, girişin şekli veya tarihi ile ilgili mevcut doğrudan bilgi yoktur. Bununla birlikte, Yeşil papağan, evcil hayvan olarak beslenmektedir. Bu nedenle bu yayılışında evcil hayvan ticaretinin tek yol olacağı düşünülmektedir. Yaşam alanı dışındaki bölgelere yayılmasının, nakliye sırasında kaçmaları ve/veya gürültülü evcil hayvanlarından bıkan insanların kasıtlı olarak salıvermesinden kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Anonim, 2022a).

Türkiye’de ilk olarak 1975’te Ankara (Kavanlıdere)’da görülen tür, ardından İzmir ve İstanbul’a yayılmıştır (Anonim, 2022b). Günümüzde bu üç ilimiz ile birlikte, Adana, Antalya, Balıkesir, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Denizli, Gaziantep, Giresun, Hatay, Kastamonu, Kayseri, Kırklareli, Kırşehir, Kocaeli, Mersin, Muğla, Osmaniye, Sakarya, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Trabzon, Şanlıurfa ve Yalova’dan elde edilen gözlem verileri ile toplam 29 farklı ilden kaydı bulunmaktadır. En yoğun popülasyonu İstanbul’da bulunmakta ve bu ili sırasıyla, Yalova ve Ankara izlemektedir. İstanbul, Ankara, İzmir, Yalova, Antalya ve Şanlıurfa illerinde üremektedir. Diğer illerde ise doğada popülasyonlar kuramamıştır (Per, 2018; Anonim, 2022c).



Şekil 1. Yeşil papağanın Avrupa ve Türkiye popülasyonlarının bolluk durumu (Keller ve ark., 2020).

1.2. İskender papağanı (*Palaeornis eupatria*)

Yeşil papağana göre daha büyük olan İskender papağanı da yeşil renklidir. Tamamı kırmızı bir gagaya ve kanadının omuz kısmında kırmızı bir lekeye sahiptir. Erkeklerinde boynun ön kısmında siyah, arka kısmında ise pembe bir bant bulunur. Pakistan'ın batısından, Vietnam'ın doğusuna kadar doğal olarak yayılmış olan yerli bir türdür. Yeşil Papağan gibi Ocak-Şubat aylarından itibaren yumurta bırakmaya başlar (Şahin, 2012; Çalışkan, 2018; Keller ve ark., 2020). Yeşil papağandan farklı olarak IUCN kırmızı listesinde NT (Near threatened-Tehdide yakın) kategorisinde yer almakta, popülasyonlarının ise azalmakta olduğu belirtilmektedir.

İskender papağanı, Yeşil papağana göre doğal yaşam alanı dışında daha dar bir bölgeye yayılmıştır. Türkiye'de ilk gözlemleri Boyla ve ark. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada bildirilmiştir. Avrupa'daki ilk üreme kayıtları ise; Almanya'da 1988, Britanya'da 1997, Belçika'da 1999, Hollanda'da 2006, İtalya'da 2015 iken Türkiye'de 2003'tür (Keller ve ark., 2020).



Şekil 2. İskender papağanının Avrupa ve Türkiye popülasyonlarının bolluk durumu (Keller ve ark., 2020).

2. Materyal ve Yöntem

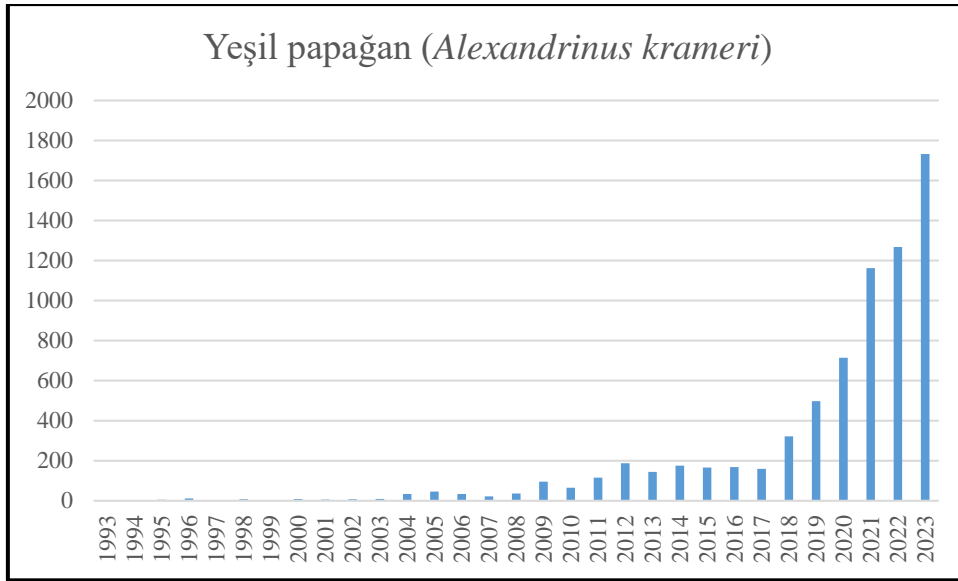
Ülkemizdeki iki yabancı papağan türü olan Yeşil papağan ve İskender papağanının Türkiye’deki durumuyla ilgili olarak, bu çalışmada Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.org) ve e-bird (<https://ebird.org>) sitelerinden, Yeşil papağan ve İskender papağanı verilerinin 2012-2023 yılları arasındaki Türkiye kayıtları indirilmiştir. Veriler, yıllık olarak karşılaştırılarak güncel durumlarına ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

Verilere SPSS 25 istatistik programında normallik testi yapılmış, verilerin normal dağılmaması nedeniyle yıllık karşılaştırmalar için Kruskal-Wallis H testi ve Tamhane testi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yeşil papağan

Yeşil papağan ile ilgili gözlem kayıtları ilk olarak Mart 1979’da Trabzon Değirmendere’den, ardından Haziran 1983’te İstanbul Ataköy’den yapılmıştır. Yıllan yıla 2000’li yılların başlarında itibaren günümüze kadar artarak gelmiştir (Şekil 3). İstatistiksel olarak gözlem kayıtlarında anlamlı farklılıklar olduğu ve 2019’dan itibaren yıldan yıla artışı görülmüştür ($p \leq 0.05$). Gözlem kayıtları yoğun olarak İstanbul’dan yapılmıştır. Doğu illerinden ise kayıt bulunmamaktadır (Şekil 4).



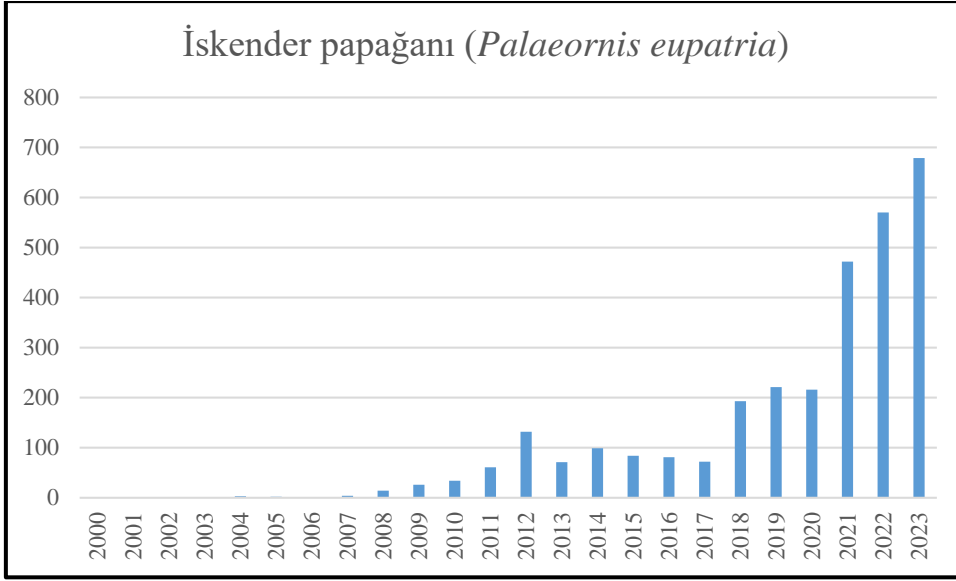
Şekil 3. Gözlem kayıtlarının yıllara göre dağılımı.



Şekil 4. Yeşil papağan gözlem kayıtlarının Türkiye'deki dağılımı (GBIF, 2023).

3.2. İskender papağanı

Yeşil papağan ile ilgili gözlem kayıtları ilk olarak Haziran 2000'de İstanbul Topkapı Sarayından, ardından Kasım 2002'de İstanbul Sultanahmet'ten yapılmıştır. 2007'den sonra günümüze kadar yıldan yıla artarak gelmiştir (Şekil 5). İstatistiksel olarak gözlem kayıtlarında anlamlı farklılıklar olduğu ve 2021 yılında yüksek olduğu görülmüştür ($p \leq 0.05$). İlerleyen iki yılda da artarak devam etmiştir. Gözlem kayıtları yoğun olarak yine İstanbul'dan yapılmakla birlikte ülke genelinde, Yeşil papağana göre daha az yayılım göstermektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Gözlem kayıtlarının yıllara göre dağılımı.



Şekil 6. İskender papağanı gözlem kayıtlarının Türkiye'deki dağılımı (GBIF, 2023).

3.3. Türkiye için Yabancı ve/veya Yabancı İstilacı Tür Olarak Yeşil papağan ve İskender papağanı

Yeşil papağan ve İskender papağanı Türkiye'de yerleşik iki yabancı kuş türüdür. Bununla birlikte Yeşil Papağan hem Avrupa için hem de Türkiye için istilacı tür olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2022c). İstilacı türler sonradan girdikleri yaşam alanlarında predasyon, habitat bozulması, çeşitli hastalık etkenlerini taşıma ve yakın türlerle hibritleşme vb. durumlar ile yerel tür çeşitliliğini etkileyerek ekosisteme zararlar vermektedir (Blackburn ve ark, 2004). Bunun yanında her istilacı tür zararlı etkiler oluşturmayabilir ve predasyon etkisi doğal ekosistem elamanları üzerinde baskılayıcı olmayabilir (Şahin, 2012). Bauer ve Woog (2011) istilacı türlerin işgalciliğinin hangi seviyede olduğunu belirlemek için kategorilere ayrılan bir sınıflandırma önermişlerdir. Bu kategoriler aşağıdaki gibidir;

-Kategori 3 (Potansiyel istilacı): Doğal ekosistem elemanları üzerinde popülasyon seviyesinde negatif etkiler oluşturdıklarına dair belirgin bir kanıt olmayan işgalci türler.

-Kategori 2 (Gri liste): Doğal ekosistem elemanlarının popülasyon seviyesinde etkilendiğine dair kanıtlar bulunan fakat bununla birlikte daha fazla çalışmaya gereklilik olduğu görülen işgalci türler.

-Kategori 1 (Kara liste): Yerleştikleri alanlarda yoğun popülasyonlar oluşturmuş, doğal ekosistem elemanları üzerinde baskı oluşturduğu kesin bilinen ve öncelikli olarak önlem alınması gereken işgalci türler.

Şahin (2012), hem Yeşil papağanın hem de İskender papağanının Türkiye’de doğal türler üzerinde predasyon etkilerinin oldukça düşük bir ihtimal olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte yaşadıkları alanların insanlar tarafından yeteri kadar bozulmuş habitatlar olması sebebiyle habitat bozulmalarına neden olmalarının da çok olası olmadığını belirtmiştir. Ayrıca doğal türler ile çok yakın bir filogenileri olmadıklarından hibritleşmelerinin de söz konusu olamayacağı ve bu şekilde doğal fauna için bir genetik kirlenme riskinin çok zayıf bir ihtimal olarak düşünülebileceğini belirtmiştir. Söz konusu Papağan türlerinin Türkiye’deki yayılışları ile ilgili en önemli risk unsuru doğal türler ile rekabete girmeleridir. Bu durum kuşların üreme dönemleri ile ilgilidir. İki papağan türü de Ocak-Şubat aylarında üremeye başlamakta, doğal türler için ise üreme sezonu genellikle Nisan-Mayıs aylarında başlamaktadır. Özellikle benzer yuva seçimleri olan doğal türler için Papağan türlerinin iyi yuva alanlarına erkenden yerleşmesinin negatif etkilerinin bulunması söz konusudur (Kirwan ve ark., 2008). Bu olumsuz etkiler, Papağanların Türkiye’de şehir merkezlerinde yayılışları olduğu düşünüldüğünde (Şahin, 2012; Per, 2018; Çalışkan, 2018), Küçük karga (*Coloeus monedula*) ve Sığırcık (*Sturnus vulgaris*) başta olmak üzere, oyukları tercih eden diğer benzer doğal türlerin sayısında azalışlara neden olabilir (Şahin, 2012). Per (2018), Yeşil papağanın; Leş kargası (*Corvus cornix*), Küçük karga (*Coloeus monedula*), Sincap (*Sciurus anomalus*) ve Gümüş martı (*Larus michahellis*) ile savunma / saldırı etkileşimleri gösterdiğini bildirmiştir.

Diğer yandan, Papağan türleri doğal yayılış alanlarında besin olarak çeşitli meyve ve pek çok tarım ürününü tüketmektedir. Bu yönüyle Türkiye’de de tarım bakımından negatif etkilerin ortaya çıkmasına neden olabileme ihtimaline sahiptir (Şahin, 2012).

Papağanların diğer kuş türleri gibi patojen mikroorganizmalara konaklık etme durumu da söz konusudur. Yeşil papağanın H9N2 influenza A virüsünü taşıdıkları yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Bu virüsün H5N1 (kuş gribi) virüsü ile genetik olarak %99 oranında benzerlik gösterdiği ve insanlara bulaşma olasılığının yüksek olabileceği ifade

edilmektedir (Mase ve ark., 2001; Kaleta ve ark., 2007). Diğer yandan Avihepadnavirüs nedeniyle Polonya’da (Piasecki ve ark., 2012), Parariketsiyoz nedeniyle Belçika’da (Desmidt ve ark., 1991) ve Newcastle hastalığından Birleşik Krallık’ta (Anonim, 2018) ölen yeşil papağanlar bildirilmiştir. Türkiye’de Papağanların taşıdıkları virüsler ve viral hastalıklar konusunda gerçekleştirilmiş herhangi bir araştırma bulunmamaktadır (Çalışkan, 2018). Bununla birlikte Çalışkan (2018), Türkiye’deki yeşil papağanlarla ilgili herhangi bir salgından ölümlerini gösteren bir olayın raporlanmadığını da bildirmiştir.

Ülkemizde İskender Papağanı daha dar yayılımlı ve az sayıda gözlem verisine sahiptir. Bunun bir nedeninin de gözlem esnasında Yeşil Papağan ile karıştırılmasından kaynaklanabileceği göz önünde tutulmalıdır. Araştırma bulgularına göre her iki türün gözlem verileri yıldan yıla bir artış olduğunu göstermektedir.

Bu iki türden Yeşil Papağan, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilen, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile Tarım ve Orman Bakanlığı’nca yürütülen; Ekosistemlerin esnekliğini sağlamak için 1143/2014 sayılı AB Yönetmeliği uyarınca, karasal alanlarda ve iç sularda istilacı yabancı türlerin (IAS) kontrol altına alınmasını amaçlayan, “Türkiye’deki Karasal Ortamlarda Ve İç Sularda İstilacı Yabancı Türlerin Tehditlerinin Değerlendirilmesi Projesi” kapsamında yer alan altı türden biridir. Yeşil Papağan ile birlikte; Gümüşi Havuz Balığı (*Carassius gibelio*), Doğu Sivrisinek Balığı (*Gambusia holbrooki*), Kırmızı Yanaklı Su Kaplumbağası (*Trachemys scripta elegans*), Su Maymunu (*Myocastor coypus*) ve Ham Bostan (*Sicyos angulatus*) proje kapsamında çalışılması planlanan diğer hedef türlerdir. Projenin hedeflerinin; Türkiye’nin karasal alanlarında ve iç sularında istilacı yabancı türlerin kontrolüne ilişkin yasal dayanağın hazırlanması, hedeflenen altı istilacı yabancı türün kontrolü ve yok edilmesi, kurum personelinin yönetim kapasitesinin güçlendirilmesi ve kamu bilincinin artırılması olarak bildirilmiştir (Anonim, 2022c).

2019-2022 yıllarını içerdiği bildirilen proje kapsamında yapılması planlanan ve yapılan çalışmaların sunulduğu çeşitli etkinlikler gerçekleştirilmiştir. 8-10 Mart, 5-7 Eylül, 8 Eylül 2022 tarihlerinde olma üzere, Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesindeki Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ve ilgili Genel Müdürlükler ile Bölge Müdürlüğü yetkilileri, paydaşlardan oluşan ilgili Bakanlık yetkilileri, akademisyenler, sivil toplum örgütleri temsilcileri ve proje uzmanlarının katıldığı farklı etkinlikler düzenlenmiştir. 19-21 Eylül 2022’de ise Ankara’da “İstilacı Yabancı Türler Tehdidi: Teoriden Pratiğe” başlıklı Uluslararası bir Konferans düzenlenerek Avrupa’da konu ile ilgili yapılan çalışmalar ile birlikte proje kapsamında yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. Yeşil Papağan ile

İlgili Türkiye’de yapılan önlem planı dahilinde canlı bireylere zarar verilmediği, yumurtaların terkinin sağlanması yolu ile üremelerinin engellenmesinin hedeflendiği bildirilmiştir (Anonim, 2022c).

4. Sonuçlar

Kendi yayılış alanının dışında coğrafik bölgelere taşınan ve yerleşen her yabancı tür istilacı tür olmayabilir. Bununla birlikte yabancı türler istilacı türlere dönüştüğünde bu biyolojik istilalar, ekosistem bozulması yönünde ana itici bir güç oluşturmaktadır. Karmaşık bir süreç olan istilaların doğrudan ve dolaylı etkileri, çoğu işgaller başladıktan on yıllar veya daha uzun süre sonra, işgalciler yerleştiğinde ve geniş coğrafi alanlara yayıldığında ortaya çıkar (Pysek ve ark., 2020). İstilacı yabancı türler; yerli tür zenginliğini, bolluğunu, genetik kompozisyonunu etkiler, yerli türlerin davranışlarını, filogenetik çeşitliliği ve besin zincirlerini değiştirerek yerli türlerin yok olma riskini artırır (Pysek ve ark., 2020).

Tüm bunlarla birlikte yabancı türlerin istilacı tür konumuna geçip geçmediği, istilacı tür ise etki düzeyinin ne boyutta olduğu titizlikle belirlenerek gerekli önemlerin alınması önemlidir. Diğer yandan birçok istilacı türün doğal yaşam alanlarından farklı alanlara insan eli ile taşındığı düşünüldüğünde, aynı zamanda pet hayvanı olarak taşınan bu evcilleştirilmiş hayvanların insanların bakımına ve sabrına muhtaç kalıp, insanlar tarafından sıkıldıklarında doğaya bırakılma mantığı ile keyfi bir şekilde hareket edilmesi sonucu istilacı türlere dönüşmeleri nedeniyle, önlem amaçlı öldürülmeleri oldukça dramatik bir durumdur. Bu hususlar düşünüldüğünde canlıların hayatını etkileyen bu gibi durumların yasal düzenlemelerinin daha sıkı koşulları altında tutulmasının gerekliliği kendini göstermektedir.

Teşekkür

İlgili veri tabanlarında gözlem verilerini paylaşan tüm kuş gözlemcilerine teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Anonim, (2018). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45158>. Erişim Tarihi: 27.04.2023
- Anonim, (2019a). <https://karasalistilacilar.org/karasal-istilaci-yabanci-turler/>. Erişim Tarihi: 11.04.2023
- Anonim,(2019b).<https://www.gbif.org/dataset/39f36f10-559b-427f-8c86-2d28afff68ca>. Erişim Tarihi: 11.04.2023
- Anonim,(2019c).<https://www-iucngisd-org>. Erişim Tarihi: 11.04.2023

- Anonim, (2022a). <https://www.gbif.org/species/2479226>. Erişim Tarihi: 12.04.2023
- Anonim,(2022b).https://www.gbif.org/occurrence/search?country=TR&taxon_key=2479226. Erişim Tarihi: 11.04.2023
- Anonim, (2022c). <https://karasalistilacilar.org/karasal-istilaci-yabanci-turler/>. Erişim Tarihi: 10.04.2023
- Anonim, (2023). eBird Basic Dataset. Version: EBD_relSep-2023. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York.
- Bauer, H.G., & Woog, F. (2011). On the “invasiveness” of non-native species. *Ibis*, 153(1), 204-206.
- Blackburn, T.M. Cassey, P. Duncan, R.P. Evans, K.L., & Daston, K.J. (2004). Avian extinction and mammalian introductions on oceanic islands. *Science*, 305(5692), 1955-1958.
- Blackburn, T.M. Pysşek, P. Bacher, S. Carlton, J. T. Duncan, R. P. JarosşıK, V. Wilson, J. R. U., & Richardson, D. M. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 26, 333–339.
- Boyla, K. Aydemir, G., & Eken, G. (1998). The status and distribution of Ring-Necked Parakeet *Psittacula krameri* in Turkey. *Turna*, 1, 24-27.
- Essl, F. Bacher, S. Genovesi, P. Hulme, P. E. Jeschke, J. M. Katsanevakis, S. Kowarik, I. Kuş HN, I. Pysşek, P. Rabitsch, W. Schindler, S. VAN Kleunen, M. VILA`, M. Wilson, J. R. U., & Richardson, D. M. (2018). Which taxa are alien? Criteria, applications, and uncertainties. *BioScience* 68, 496–509.
- Çalışkan, O., ve Çalışkan, A. (2018). *Türkiye'deki İskender Papağanı (Psittacula eupatria) Antropik Habitatlarının Coğrafi Özellikleri*. International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM, 3-6 October, Ankara.
- Desmidt, M. Ducatelle, R. Uyttebroek, E. Charlier, G., & Hoorens, J. (1991). Respiratory adenovirus-like infection in a rose-ringed parakeet (*Psittacula krameri*). *Avian Diseases*, 1001-1006.
- Kaletka, E. Blanco, P. K. Yilmaz, A., Redmann, T. & Hofheinz, S. (2007). Avian influenza A viruses in birds of the order Psittaciformes: reports on virus isolations, transmission experiments and vaccinations and initial studies on innocuity and efficacy of oseltamivir in ovo. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 114, 260-267.

- Keller, V. Herrando, S. Vorisek, P. Franch, M. Kipson, M. Milanesi, P. Marti, D. Anton, M. Klvanora, A. (2020). *European Breeding Bird Atlas 2: Distributuon, Abundance and Change*. Barcelona: European Bird Census Council and Lynx Edition.
- Kirwan, G.M. Boyla, K.A. Castell, P. Demirci, B. Özen, M. Welch, H., & Marlow, T. (2008). *The birds of Turkey*. London: Christopher Helm.
- Mase, M. Imada, T. Sanada, Y. Etoh, M. Sanada, N. Tsukamoto, K. Kawaoka, Y., & Yamaguchi, S. (2001). Imported parakeets harbor H9N2 influenza A viruses that are genetically closely related to those transmitted to humans in Hong Kong. *Journal of virology*, 75, 3490-3494.
- Occhipinti-Ambrogi, A., & Galil, B. S. (2004). A uniform terminology on bioinvasions: a chimera or an operative tool? *Marine Pollution Bulletin* 49, 688–694.
- Per, E. (2018). The spread of the Rose-ringed Parakeet, *Psittacula krameri*, in Turkey between 1975 and 2015 (Aves: Psittacidae). *Zoology in the Middle East*, 64(4), 297-303.
- Piasecki, T. Kurenbach, B. Chrzęstek, K. Bednarek, K. Kraberger, S. Martin, D. P., & Varsani, A. (2012). Molecular characterisation of an avihepadnavirus isolated from *Psittacula krameri* (ring-necked parrot). *Archives of virology*, 157, 585-590.
- Pysěk, P. Richardson, D. M. Rejmaňek, M. Webster, G. Williamson, M., & Kirschner, J. (2004). Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* 53, 131–143.
- Richardson, D. M. Pysěk, P. Rejmaňek, M. Barbour, M. G. Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6, 93–107.
- Richardson, D. M. Pysěk, P., & Carlton, J. T. (2011). *A compendium of essential concepts and terminology in biological invasions*. In *Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton* (ed. D. M. Richardson). Oxford: Blackwell Publishing.
- Şahin, D. (2012). 'İstanbul Korularında Üreyen Yeşil Papağan Ve İskender Papağanı Üzerine Araştırmalar'. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kent Ekolojisi Açısından Vadilerin Değerlendirilmesi: İdealtepe Vadisi Örneği*

Evaluation of Valleys in terms of Urban Ecology: The Case of İdealtepe Valley

 Duygu Demirel Turan¹,  Mustafa Var²

Özet

Yeryüzü oluşumları içinde vadiler ve su kıyıları özellikleri ve hassasiyetlerinden dolayı kent ekolojisi açısından öncelikli alanlardır. Tarihsel süreç içinde bu alanlar uygarlıkların yer seçimlerinde tercih edildiği bilinmektedir. Günümüz kentlerinde de ekolojik özellikleri ve rekreasyonel olanaklar sunması nedeni ile önemini korumaktadır. 2006 yılına kadar yapılan çalışmalar ile akarsuların ve vadilerin birçoğu üzeri kapatılarak kent coğrafyasından silinmekte veya kanalizasyon için kullanılmaktadır. Bu durum kent ekolojisi üzerinde de olumsuz etkiler yaratarak vadi ekosistemlerinin işleyişini engellemektedir. 2006 yılında Resmî Gazetede yayınlanan ve hala yürürlükte olan 26284 sayılı “Dere Yatakları ve Taşkınlar” ile ilgili olan genelgede akarsu yataklarının kapanması yasaklanmıştır. Bu çalışmada öncelikle vadilerin kent ekolojisi üzerindeki etkilere değinilerek, İdealtepe vadisi ve havzası kapsamında hazırlanan topografya, eğim, bakı, jeoloji, arazi kullanım, kat yüksekliği ve taşkın analizleri sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve vadilerin ekolojik değerlerini koruyabilmesi için çevreye duyarlı planlama çalışmalarının yapılması gerekliliği ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Vadi, Kent Ekoloji, İdealtepe Vadisi

Abstract

Valleys and waterfronts among the land formations are priority areas in terms of urban ecology due to their characteristics and sensitivity. It is known that these areas were preferred by civilizations in the historical process. In today's cities, it maintains its importance due to its ecological features and recreational opportunities. With the studies carried out until 2006, most of the rivers and valleys are covered and wiped from the urban geography or used for sewage. This situation creates negative effects on the ecology of the city and prevents the functioning of the valley ecosystems. In the circular numbered 26284, themed “Stream Beds and Floods” which was published in the Official Gazette in 2006 and is still in effect, the closure of stream beds is prohibited. In this study, first of all, the effects of the valleys on the urban ecology were discussed, and the findings obtained as a result of the topography, slope, aspect, geology, land use, storey height and flood analyzes prepared within the scope of the İdealtepe valley and basin were evaluated and it has been revealed that environmentally sensitive urban planning should be done in order to preserve the ecological values of the valleys.

Keywords: Valley, Urban Ecology, İdealtepe Valley

Geliş Tarihi: 30.11.2023 Düzeltme Tarihi: 26.12.2023, Kabul Tarihi: 28.12.2023

Adres: ¹Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bil. Enst. Şehir ve Bölge Pl. ABD, Peyzaj Planlama Prog.34349, Yıldız-Beşiktaş, İstanbul

E-mail: dygdemirel@gmail.com

Adres: ²Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü 34349, Yıldız-Beşiktaş, İstanbul

*Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı'nda “Vadilerin Kent Ekolojisi Açısından İrdelenmesi: İdealtepe Vadisi Örneği” isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Kent planlama çalışmalarına ekoloji kavramının girmesi ile doğal çevrenin bugünkü ve gelecek nesillere aktarılması için en yararlı biçimde değerlendirilmesi, kaynakların korunması, sürdürülebilirliğin sağlanması, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ve biyolojik çeşitliliğin korunması amaçlanmıştır. 1970’li yıllarda çevre kirliliğinin önlenmesi ile başlayan tartışmalar, sürdürülebilir gelişme ile devam etmiş, daha sonra ekolojik yaklaşımlar ve ekolojik açıdan duyarlı planlama kavramları yaygın bir kullanım olmuştur (Eraydın, 1993).

Kent ekolojisi kavramı kentleşme ile bağlantılı çevre sorunlarına karşı artan farkındalığa yanıt olarak çıkmış ve çevresel tartışmalarda kullanılmıştır. Kent ekolojisi kavramının oluşmasında Chicago Okulu’nda geliştirilen “Kentsel Ekolojik Kuram” etkili olmuştur (Küçükali, 2021). Kenti ilk kez sistemli bir şekilde inceleyen bu kuram, insan topluluklarının çevreye uyumunu rekabet koşulları altında sorgulamıştır. İlk kent ekolojistleri insanı bir organizma olarak görmesinden dolayı bitki ve hayvan ekolojilerindeki benzer olayların, insan ilişkilerinde de etkileyeceğini belirtmişlerdir (Erbil, 1994). Fakat günümüzde kent ekoloji yeni bir anlam kazanmış ve Chicago Okulu’ndaki tanımlardan farklılaşarak kent peyzajı ve yerleşmeler arasında meydana gelen biyolojik ilişkilere odaklanmıştır. Bu çerçevede farklı tanımlar yapılmıştır. Karl Georg Hayer ve Naess kent ekolojisini *“kentlerdeki aktivitelerin doğal kaynaklar ve çevre üzerindeki etkilerini araştırarak; gelecek nesilleri de göz önüne alacak biçimde, yerel ve global ölçekte biyolojik çeşitlilik ve yaşam kalitesini sağlayacak koşulları ortaya koyan çalışmalar”* olarak tanımlamaktadır (Sancar, 2000). Herve ise kentsel ekolojisinin ilgi alanlarını *“insanın çevresiyle olan ilişkilerinin kent ekosisteminde belirlenmesi, doğa ekosistemleri ile kent ekosistemleri arasındaki iççice girmeler (ilişkiler, yaşanabilirlik ya da ortak yaşamın belirlenmesi), yaşanan mekânda ussal yönetim erklerinin araştırılması”* şeklinde sıralamaktadır (Yaren, 1994). Günümüzde kent ekolojisi; planlama, şehircilik, ekoloji, biyoloji, coğrafya, sosyoloji gibi çeşitli bilimsel disiplinlerden yararlanmakta ve disiplinler arası bir çalışma ortaya koymaktadır. Kentleşmenin doğal çevreyi ve insan faaliyetlerinin kentsel ekosistemi nasıl etkilediğini araştırmaktadır (Pickett ve ark., 2001). Kısaca kent ekolojisi kentsel büyümenin çevresel duyarlılıkları ve ekolojik parametreleri dikkate alarak planlanmasıdır.

Vadi ekosistemleri de kent ekolojisi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu etkilerden en önemlisi morfolojik yapısına bağlı olarak çevrelerine oranla farklı hava hareketlerine sahip olmasıdır. Vadilerde sabah erken saatlerde vadi tabanından yamaçlara doğru olan hava

hareketleri gece geç saatlerde tersine dönerek vadi tabanına doğru hareketlenmektedir. Benzer şekilde akşamüzeri hava hareketi, vadinin tabanı boyunca akarsu kaynağına doğru hareketlenirken gece geç saatlerde bu hareket tersine dönerek akarsu ağzına doğru hareketlenmektedir. Bu hava hareketleri şehirlerin hava temizliği açısından önem taşımaktadır (Yılmaz ve Memlük, 2008a). Ayrıca vadi ekosisteminde gerçekleşen bu hava hareketleri kentsel ısı ada etkisini de azaltmaktadır. Hava kirliliği ile kentlerde yoğunlaşan toz ve gaz bulutu kent merkezinde toz kubbe oluşturmaktadır. Bu yoğun gaz ve partikül ortamı da ısının kent merkezinde yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Vadilerde oluşturdukları hava koridorları ile kentteki ısı transferini kolaylaştırır ve barındırdıkları bitki örtüsü ile sıcaklığın dengelenmesinde önemli rol oynar (Çağlayan ve ark., 2020).

Vadi sistemini tanımlayan ve diğer ekosistemlerden farklılaştıran etken, vadi tabanından geçen akarsudur. Su ögesi hem peyzaj yapısının temel tanımlayıcısı hem de sistemin oluşumunu belirleyen süreçlerin kilit faktörüdür. Suyun hareket alanı ayrıca vadi sisteminin ekolojik sınırını belirler. Akarsular, buldukları ekosistemde ekolojik özellikleri; koruma, taşkın gibi beklenmedik doğal afetlerde ortaya çıkabilecek riskler için tampon görevi görme, hava ve iklim kalitesini koruma, hidrolojik döngünün sürekliliğini sağlama gibi düzenleyici hizmetler sunmasıdır. Vadi tabanında yapılan müdahaleler ile vadilerdeki geçirimli yüzey yerine geçirimsiz yüzeylerin yapılması ile akarsuların doğal akış şekli bozulmakta ve taşkınlar meydana gelmektedir (Şahin, 2015). Kentlerdeki geçirimsiz yüzeylerin artması yüzey akış miktarını da arttırmakta ve yeraltı suyunun beslenmesini azaltmaktadır. Yeraltı ve yüzey suları birbiriyle bağlantılı kaynak olmasından dolayı vadi tabanında yapılan müdahaleler yeraltı sularını da etkilemektedir. Akarsuların yeraltı su seviyesi geçirimsiz yüzeylerin artması ile azalmaktadır (Çağlayan ve ark., 2020). Suyun akış hızının azalması sonucunda akarsular tarafından taşınan çakıl, toz, kil, kum, taş gibi maddelerin vadi tabanında birikmesi ile alüvyal topraklar oluşmaktadır. Bu tür topraklar derin ve geçirgen bir yapıya sahiptir. Bitki besin maddesi bakımından zengin oldukları için verimli topraklardır (Çepel, 1995).

Vadi ekosistemleri, topografik açıdan düz bir yapıya sahip olmadıkları için eğim ve bakı ilişkisi göz önüne alınarak, güneş ışınlarından maksimum yararlanacak şekilde arazi kullanım kararları verilmelidir. Vadi yamaçlarının iki ayrı yakasının farklı yönlere bakmasından dolayı bakı analizi önem kazanmaktadır. Güneşlenmeden maksimum faydalanan bakılar daha verimli olmasından dolayı bitki çeşitliliği açısından da daha zengindir (Küçükali, 2012).

Vadilerin kent ekolojisi açısından bir diğer işlevi ise flora ve fauna için farklı ortamlar sunması, birbirinden izole habitatlar arası bağlantı kurması ile önemli yaban hayatı yaşamı için kaynaklar oluşturmaktır. Birçok vadi koridoru çayır, ağaçlık, bataklık gibi alanlarla çevrelenmiştir. Dolayısıyla vadi koridoru su içi ve kıyısı, bitki örtüsü ve hayvan varlığı için farklı ortamlar sunmaktadır.

Elde edilen bilgiler doğrultusunda çalışma dört temel bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, kent ekoloji kavramının ortaya çıkışı ve kavram tanımları yapılarak, vadilerin kentler için öneminden ve katkılarından bahsedilerek genel bir giriş yapılmıştır. İkinci bölümde çalışmada yararlanılan materyallerden ve yöntemden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde çalışma alanının mevcut durumu ortaya konulmuş ve son bölümde genel bir değerlendirme yapılarak, vadilerin kent ekolojisi üzerindeki etkilerini gerçekleştirmek için kent planlamasında ve yönetiminde bütüncül, çevreye duyarlı planlama yaklaşımlarının getirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

İstanbul ili Anadolu yakası Maltepe ilçesi sınırlarında yer alan İdealtepe vadisi ve havza çalışma alanı sınırlarını oluşturmaktadır. Güneyde Marmara Denizi, kuzeyde ve kuzeydoğuda Aydos Dağı ve Kayış Dağı alanı sınırlandırmaktadır. Havzaya ve vadiye adını veren İdealtepe deresi Kayış Dağı'nın eteklerinden doğup, Marmara Denizine dökülmektedir ve akarsu havzası yaklaşık 10 km²'lik alanı kapsamaktadır (Şekil 1).

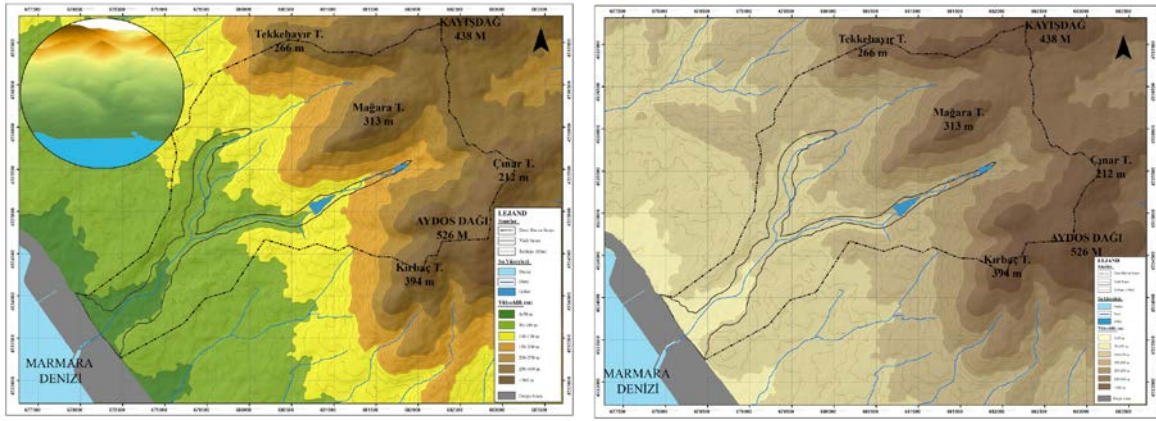


Şekil 1. Çalışma alanı haritası.

Çalışma kapsamında ilgili kurum ve kuruluşlarla görüşülmüş, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü Üst Ölçekli Plan ve Sektörel Araştırma Şefliğinden alınan sayısal veriler (ekosistem servisleri, ulaşım bağlantıları, çevresel etkiler, doğal yapı, ekolojik yapı, yer bilimleri veri setleri) kullanılmıştır. Doğru, etkili ve hızlı analizler yapmak için Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden yararlanılmıştır. Pafta ve haritaların hazırlanmasında ve düzenlenmesinde Arcmap ve Photoshop programları kullanılmıştır. Ayrıca kamu kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanan raporlar, İstanbul ili 1/25.000 Ölçekli Arazi Kullanıma Esas Jeolojik Etüt Raporu (İBB, 2017), Maltepe Belediyesi 2020-2024 Stratejik Planı (Maltepe Belediyesi, 2019), İstanbul ili 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Plan Raporu (İBB, 2009a), İstanbul Mikrobölgeleme Projesi Anadolu Yakası Raporu (İBB Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, 2009b), Google Earth uydu görüntüleri, Maltepe ilçesine ait Digital Elevation Model (DEM) (Sayısal Yükselti Modeli) verisi, alan ile ilgili çalışmalarda bulunan kurumların web sitelerinde yer alan bilgilerden yararlanılmıştır. Sayısal Yükseklik verileri kullanılarak alanın topografik ve hidrolojik haritaları oluşturulmuştur. Vadi ve çevresinde jeomorfolojik yapıda yaşanan değişimi tespit etmeye yönelik analizler yapılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda vadilerin ekolojik özelliklerini devam ettirebilmesi için sürdürülebilir çevre korunmasının sağlanması gerekliliği ortaya konulmuştur.

3. Bulgular

Çalışma alanı, İstanbul içindeki konumu sebebiyle tarihsel süreç içinde farklı arazi kullanım kararlarından etkilenerek, günümüzde kentin gelişme alanı içinde kalmıştır. İdealtepe vadisi ve havzası İstanbul iline kıyasla daha düşük yükseltiye sahiptir. Yükselti güneybatıdan kuzeydoğuya doğru artmaktadır. Havzanın en yüksek noktasını 394 m ile Kırbaç Tepesi oluşturmaktadır. Kırbaç Tepesini 313 metre ile Mağara Tepesi, 266 metre ile Tekkebayır Tepesi ve 212 metre ile Çınar Tepesi takip etmektedir (Uzun, 2021) (Şekil 2a1). Yükseklik analizine (Şekil 2a2) göre 0-100 metre yüksekliğe sahip alanlar %27,2 oranında, 100-200 metre yüksekliğe sahip alanlar %34,40 oranında, +200 metre yüksekliğe sahip alanlar %38,4 oranında yer kaplamaktadır.

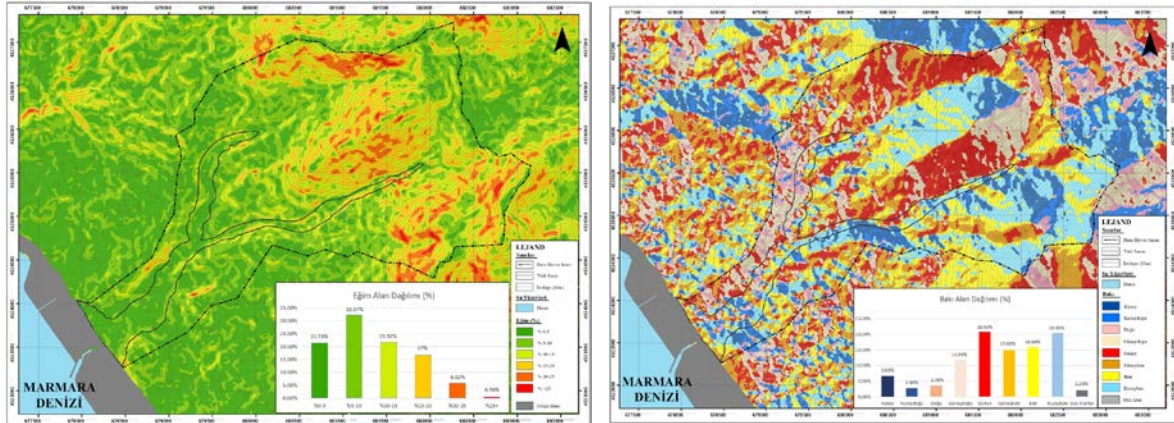


a1. Topografik analiz

a2. Yükselti analizi

Şekil 2. Çalışma alanı topografik yapı ve yükselti analizi.

Yerleşimlerin ağırlıklı olarak bulunduğu vadi tabanında eğim %0-10 arasında değişmektedir. Aydos ve Kayış dağında ise %15 ve üzeri eğim görülmektedir. Eğim analizinde (Şekil 3b1) görüldüğü gibi alan içinde %0-10 arası eğime sahip alanlar %54,3 oranında, %10-20 arası eğime sahip alanlar 27,94 oranında yer kaplamaktadır. Planlama alanının bakı analizi incelendiğinde en fazla %20,9 oranında güney, %20,55 oranında kuzeybatı, %16,04 oranın batı yönelişleri bulunmaktadır (Şekil 3b2).



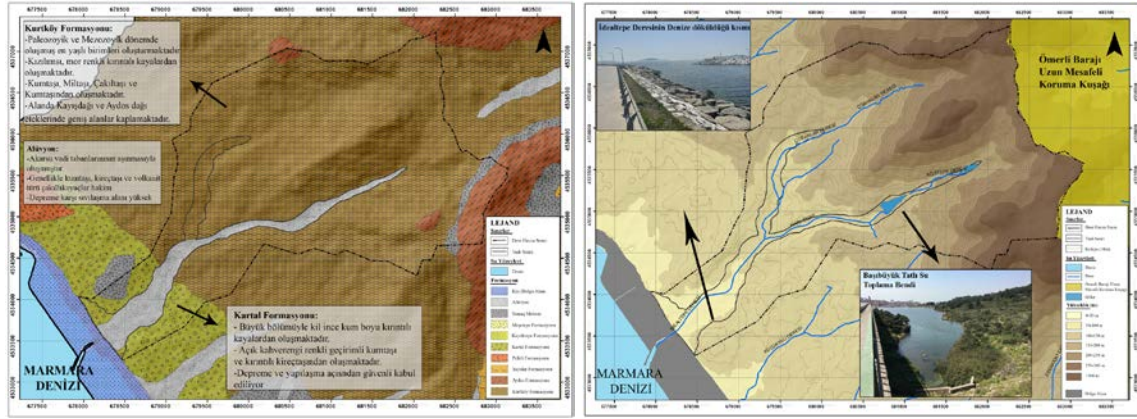
b1. Eğim analiz

b2. Bakı analizi

Şekil 3. Çalışma alanına ait eğim ve bakı analizi.

Çalışma alanı 1. Derece Deprem Bölgesinde yer almasından dolayı alanın jeolojik yapısı büyük önem taşımaktadır. İstanbul ilinde “İstanbul Birliği” ve “İstranca Birliği” olmak üzere iki büyük kaya-stratigrafi birimi topluluğu bulunmaktadır. Çalışma alanında İstanbul Birliği içerisinde yer alan Kurtköy Formasyonu ve Kartal Formasyonu görülmektedir. Vadi tabanında ise alüvyonlar yer almaktadır (İBB, 2017) (Şekil 4c1). Kurtköy Formasyonu; Paleozoik ve Mesozoik dönemde oluşmuş en yaşlı birimleri oluşturmaktadır. Formasyon Maltepe ilçesinde geniş alanlar kaplamaktadır. Çalışma alanının kuzeyinde Kayış dağı ve Aydos dağı eteklerinde, E5 (D100) karayolunun kuzeyinde

bulunmaktadır. Üst yüzeylerinde, çakıltaşı, miltaşı ve kumtaşı egemendir. Kartal Formasyonu; kil, mil, ince kum kırıntılı kayalardan oluşmaktadır. Formasyon yaşı Devonyendir. Su aldıklarında kolaylıkla çamur haline gelebilmektedir (Kurtuluş, Bozkurt, & Demirci, 2008). Çalışma alanında E5 (D100) karayolunun güneyinde görülmektedir. Alüvyonlar; akarsu çökelleri olarak da adlandırılmaktadır. Akarsuların taşıdıkları çakıl, kum, kil ve çamurdan meydana gelmektedirler. Bu alanlar depreme karşı sıvılaşma riski yüksek alanlardır (İBB, 2017).



c1. Jeoloji analizi

c2. Hidroloji analizi

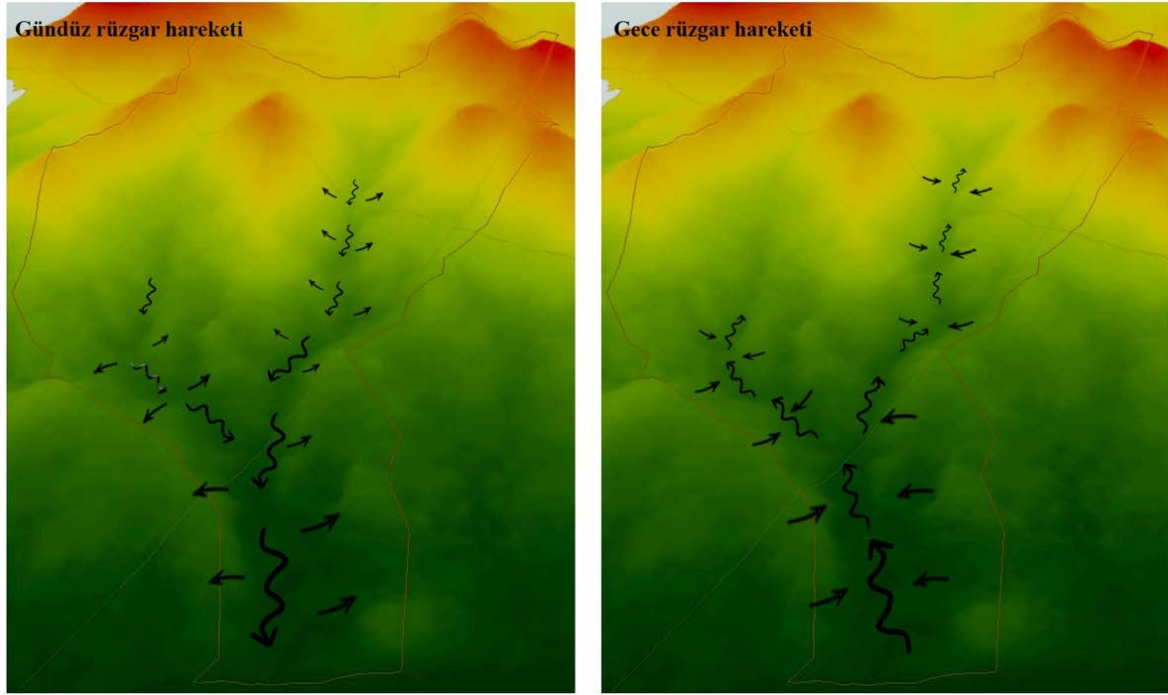
Şekil 4. Çalışma alanına ait jeoloji ve hidroloji analizleri.

Çalışma alanından geçen İdealtepe deresi (Şekil 4c1), vadi ve havzanın ekolojik sınırlarını belirlemekte ve vadiye adını vermektedir. Çobanlar deresi ve Narlıdere'nin birleşmesi ile oluşan İdealtepe deresinin toplam uzunluğu 17.620 metredir. Derenin 5655 metresi doğal, 7240 metresi kapalı kesit ve 4725 metresi açık kesit sistemi olmak üzere ıslah edilmiştir (Dinç, 2015). İdealtepe deresi, kuzeyden Kayış dağında bulunan orman alanlarından doğmaktadır ve güneyde Marmara denizine dökülmektedir.

İdealtepe vadisi ve havzasının büyük bir kısmı yerleşim alanıdır. Yerleşim dışında kalan alanlarda kireçsiz kahverengi orman toprakları ve regosol toprak grupları yer almaktadır. Bu topraklar üzerindeki bitki örtüsü ormandır. Orman alanında çam, kestane ve meşe ağaçları yer alırken, orman olmayan alanlarda bodur meşe, süpürge çalısı, funda ve defne gibi ağaççıklar görülmektedir. Yapılaşma nedeniyle alandaki bitki örtüsü giderek azalmaktadır (Maltepe Belediyesi, 2019).

Maltepe ilçesine ait meteoroloji verileri incelendiğinde, alanın jeolojik ve jeomorfolojik yapısının etkisi ile iklimsel özelliklerinin İstanbul ilinin sahip olduğu iklim özelliklerinden farklılaşmaktadır. İstanbul genelinde yıllık ortalama sıcaklığı 14,9 °C iken, Maltepe ilçesinin yıllık ortalama sıcaklığı 14,5 °C'dir. Maltepe ilçesinde ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu aylar ağustos ve temmuz, en düşük sıcaklığın olduğu aylar ise ocak ve

şubat aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı İstanbul ilinde 728 mm iken, Maltepe ilçesinde yıllık ortalama yağış miktarı 748 mm'dir (Anonim, 2023). Maltepe ilçesinde, kış aylarında rüzgâr kuzeydoğu ve güneybatıdan esmekte, yaz aylarında ise kuzey ve kuzeydoğudan esmektedir (Maltepe Belediyesi, 2019). Maltepe ilçesinde ortalama rüzgâr hızı 15,5 km/h'dir (Anonim, 2023). Aşağıda Şekil 5'te İdealtepe vadisinin gece ve gündüz rüzgâr hareketleri şematik olarak verilmiştir.



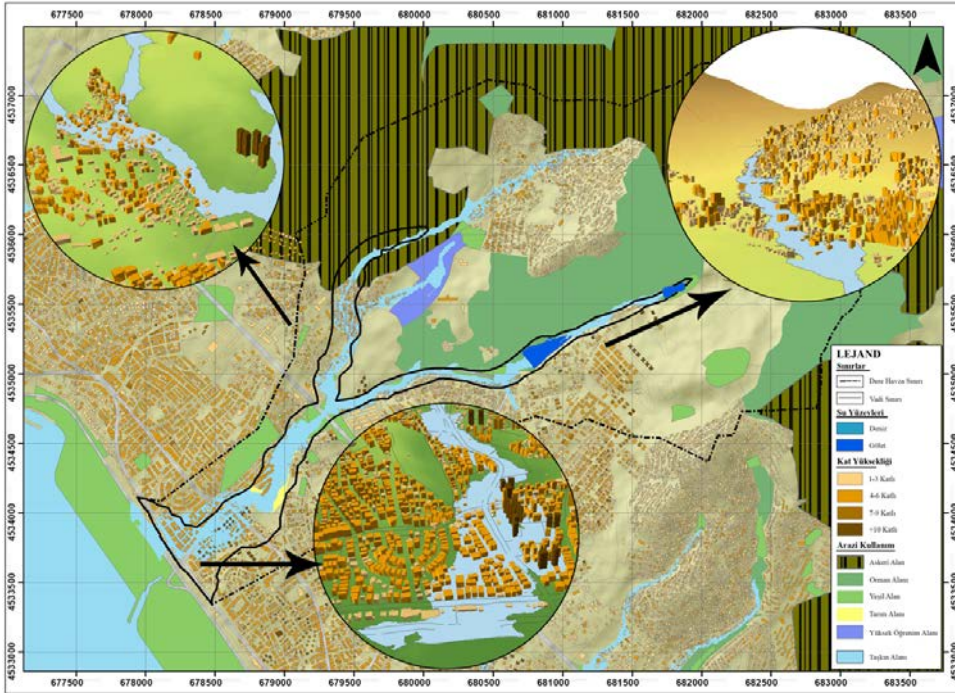
Şekil 5. İdealtepe vadisi gece ve gündüz rüzgâr hareketleri.

Çalışma alanının büyük bir kısmını yerleşim alanları oluşturması nedeniyle vadi tabanında yapılaşmanın yoğun olduğu görülmektedir. Havza sınırları içinde yerleşimlere ek olarak tarım alanı, rekreasyon alanları, Marmara Üniversitesi Kampüsü, Süreyya Paşa Göğüs Hastalıkları Hastanesi, askeri alanı ve boş alanlar kalmaktadır (Şekil 6d1). Alan içerisinde ticari yapılar E-5 Karayolu üzerinde ve rekreasyon alanına hizmet vermek için sahil kısmında yoğunlaşmaktadır. Alandaki yapılaşmayı daha iyi anlamak için yapılan yerleşim analizinde (Şekil 6d2), sahil kısmında 4-6 katlı yapılar öne çıkmaktadır. E-5 karayolunun kuzeyinde gecekondular alanı, doğusunda ise yüksek katlı blok apartmanlar yer almaktadır. Çok katlı binaların yapımına gidilerek, birim alana düşen yeşil alan miktarı azalmasına, hane sayısı ve tüketilen yakıt miktarının artmasına sebep olmaktadır. Bina yüksekliklerinin artması, binalar arasındaki açıklığın azalması ve bina yüzeylerinin birbirinden farklılaşması rüzgâr hareketlerini etkilemekte ve rüzgâr hızını azaltmaktadır (Bennett, 2019). Bu durum şehirlerin havalanmasını olumsuz etkilemekte ve hava kirliliğine sebep olmaktadır. Yerleşmelerin birçoğunun dere yatağında kalmasından dolayı (Şekil 6d2),

kış aylarında yağışların artması ile taşkın riski ortaya çıkarmaktadır. İdealtepe deresinin taşkın sınırları incelendiğinde birçok yapının taşkından etkileneceği de görülmektedir. Vadi tabanına kurulan bu yerleşmeler sonucun vadilerin sel, taşkın gibi doğal afetlerde tampon görevi görme özelliği hiçe sayılarak, ölümcül sonuçlar doğurabilmektedir.



d1. Arazi kullanım



d2. Yerleşim birimleri taşkın analizi

Şekil 6. Çalışma alanına ait yerleşim analizleri.

Çalışma alanı içerisinde bir diğer değişimde, İdealtepe deresinin denize döküldüğü kısımda yapılan dolgu çalışmasıdır. Kıyı alanındaki ilk dolgu 1980'lerde Sahil Yolunun yapılması için yapılmıştır. Süreyyapaşa Plajı olarak bilinen plaj dolgu çalışması ile yok olmuştur. Diğer önemli dolgu çalışması da 2010 yılında Maltepe Sahil Parkı projesinin yapılmasına karar verilmesi ile ortaya çıkmaktadır. Yapılan bu dolgu çalışması ile kıyı çizgisinin denize doğru maksimum 587 metre, ortalama 300 metre genişlemiştir (Şekil 7). Aynı zamanda yapay kanallar, dalgakıran, iskeleler gibi antropojenik yapılar ortaya çıkarak kıyı ve su ekosisteminin bozulmasına, kıyıdaki kaya blokların kıyının gelişimini sonlandırmasına ve alandaki falezlerin kıyı çizgisinin oldukça gerisinde kalmasına neden olmuştur (Uzun, 2021).



Şekil 7. Yıllara göre kıyı değişimi

4. Sonuçlar

Ekolojik özellikleriyle kentler için önemli bir yere sahip olan vadiler, kendilerine özgü jeomorfolojik yapıları ve özellikleriyle oluşturdukları hava koridorları sayesinde kentler üzerinde mikro ve makro klimatik etkiler ile kentler için farklı klima etkisi yaratmaktadır. Ayrıca toprak yapısının rüzgâr hareketleri ile kendini sürekli yenilemesi, sahip olduğu flora ve fauna yapısı nedeniyle ekolojik planlama yaklaşımlarının önem verilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda, vadilerin bilimsel ve akılcı Şekilde planlanabilmesi için, kent peyzajı kapsamında incelenmesi ve araştırılması önem taşımaktadır (Şahin,1996).

İdealtepe vadisi ve havzasının kent ekolojisi açısından peyzaj özelliklerinin değerlendirilmesini kapsayan bu çalışmada yapılan analizler sonucu, alanın kaybolmuş ekolojik fonksiyonlarının yeniden kazandırılması gerektiği ortadır. Kentsel Planlamada Standartlar adlı kitapta; yeşil alanların mekânsal kurgusunda doğal özellikleri dikkate alınarak akarsu yatakları ve vadi tabanları gibi alanların koruma bantları ile çevrelenerek bu alanların, yeşil alanları içerecek Şekilde planlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Ersoy, 2015). Dünya örneklerine bakıldığında da vadilere sahip olan ve bu vadileri kentin açık yeşil alan sistemine dahil edebilmiş kentlerin daha az çevresel problemle karşılaştığı görülmektedir. Örneğin Stuttgart kentinde hava kirliliğini önlemek için yapılan düzenlemelerde kent merkezinden çevresine doğru vadiler ve yamaçları, parklarla, tarım alanlarıyla, orman alanlarıyla bağlayarak organik bir düzen yaratmışlardır. Bu uygulama sayesinde kente çevreden gelen havanın yeşil alanlar ile temizlenerek kente ulaşılması sağlamışlardır (Yılmaz, 2008b).

Ülkemizde kent planlanmasında meteorolojik Şartlara yeterince dikkat edilmediğinden dolayı birçok insan, imara açılan taşkın alanlarına yerleşmiş durumdadır (Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği, 2003). Vadi tabanında da yaklaşık 450 konutun taşkın alan sınırları içerisinde kaldığı görülmektedir. Planlamada vadi tabanları, akarsular, kuru dereler doğal eşik olarak kabul edilir ve hiçbir koşulda yapı yapılmaması gerekmektedir (TMMOB Şehir Plancıları Odası, 2010). Bu alanların yeşil alan olarak düzenlenmesiyle, olası sel ve taşkın felaketlerinde kentin korunmasına ve hasar almadan atlatılmasına katkı sağlamaktadır.

Bu bilgiler doğrultusunda İdealtepe vadisinin ekolojik özelliklerini devam ettirebilmesi için vadi morfolojisini bozan yapıların desantralize edilmesi, ekolojik yapının devamlılığını sağlayacak fonksiyonlara yer verilerek yapılaşmanın önüne geçilmelidir.

Ayrıca sivilaşma riski göz önünde bulundurularak, alüvyon alanlarını yapılaşmaya açmak yerine yeşil kuşak oluşturarak orman alanına bağlanması, taşkın alanında kalan yapıların desantralizasyonu yapılarak bu alanların rekreasyon alanlarına dönüştürülmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak sürdürülebilir çevre korunmasının sağlanması ve kentleşmenin kent ekolojisi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için çevreye duyarlı planlama çalışmalarının yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Vadilerin planlanması ve tasarım çalışmalarında sadece fiziksel özellikleri değil, ekolojik özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Doğal kaynaklara dair ekolojik envanterler hazırlanmalı ve doğayı temel alan planlama biçimleri mevzuat ile sağlanmalıdır. Kentler için önemli bir yere sahip olan vadileri de kentlerin yeşil alan sistemine dahil ederek ve vadi ekosistemlerini kent ekolojisine kazandırarak, kentleri daha yaşanılabılır hale getirmek mümkündür.

Kaynaklar

- Anonim. (2023). 10 12, 2023 tarihinde <https://tr.weatherspark.com/y/96014/Maltepe-T%C3%BCrkiye-Ortalama-Hava-Durumu-Y%C4%B1l-Boyunca#Figures-WindSpeed> adresinden alındı
- Bennett, J. (2019). Wind Design Guide. Urban Design. https://www.wgtn.ac.nz/architecture/centres/cbpr/publications/architectural-aerodynamics/pdfs/BBSC_433_Jessica-Bennett_Wind-Design-Guide.pdf adresinden alındı
- Çağlayan, S., Balkız, Ö., Arslantaş, F., Sanalan, K., Lise, Y., ve Zeydanlı, U. (2020). *Şehir Planlama Aracı Olarak Ekosistem Hizmetleri: Çankaya İlçesi Örneği*. Ankara: Doğa Koruma Merkezi.
- Çepel, N. (1995). *Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü*. İstanbul: TEMA Vakfı.
- Diñç, H. (2015, Nisan). İstanbul Derelerinin Fiziki Değişimi ve Arazi Kullanım İlişkisi. *Doktora Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı.
- Eraydın, A. (1993). Değişen Planlama Kuramları Çerçevesinde Ekolojik Yaklaşım. M. Çubuk (Dü.), *Türkiye'de 17. Dünya Şehircilik Günü Kolokyumu Kent ve Çevre "Planlamaya Ekolojik Yaklaşım"* içinde (s. 240-253). İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi Kentsel Planlama ve Kentsel Tasarım Disiplin Grubu.
- Erbil, T. (1994, Ekim). Ekoloji ve Kent Planlama İlişkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ersoy, M. (2015). *Kentsel Planlamada Standartlar*. İstanbul: Ninova Yayınları.
- İBB. (2009a). 1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı Raporu.
- İBB. (2017, Ağustos). İstanbul İli, 1/25.000 Ölçekli Arazim Kullanıma Esas Jeolojik Etüt Raporu. İstanbul.
- İBB Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü. (2009b). İstanbul Mikrobölgeleme Projesi Anadolu Yakası Raporu.
- Kurtuluş, C., Bozkurt, A., ve Demirci, C. (2008, Ekim-Kasım). Tuzla (İstanbul) İlçesi'nde Jeolojik, Jeofizik ve Jeoteknik Yöntemler ile Zemin Özelliklerinin Belirlenmesi. *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 10-30.
- Küçükali, U. (2012). Bursa/Nilüfer Çayı'nın Başköy-Kestel Bölümü ve Alt Havzalarının Kirlilik ve Risk Analizi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Küçükali, U. (2021). *Kent Ekolojisi* (1. Basım b.). Nobel Akademik Yayıncılık.

- Maltepe Belediyesi. (2019). Maltepe Belediyesi 2020-2024 Stratejik Planı. İstanbul. 04 23, 2023 tarihinde https://www.maltepe.bel.tr/upload/strateji/2020_2024_Stratejik_Plan.pdf adresinden alındı
- Pickett, S., Cadenasso, M., Grove, M., Nilon, C., Pouyat, R., Zipperer, W., & Costanza, R. (2001, Noveöber). URBAN ECOLOGICAL SYSTEMS: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas. *32(1)*, 127-157. Annual Review of Ecology and Systematics. doi:10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114012
- Sancar, C. (2000). Kentsel Gelişim Alanlarının Saptanması ve Planlanmasında GIS ve Ekoloji - Ekonomi Duyarlı Planlama Modeli. *Doktora Tezi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahin, Ş. (1996). Dikmen Vadisi Peyzaj Potansiyelinin Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. *Doktora Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahin, Ş. (2015). Ankara Mogan Gölü, Eymir Gölü ve İmrahor-İncesu Deresi Akarsu ve Göl Sistemlerine Yönelik Kentsel Müdahalelerin Yıkıcı Yüzü ve Yol Haritası. *Teknik Rapor*. Ankara: TMMOB Peyzaj Mimarları Odası.
- TMMOB Şehir Plancıları Odası. (2010, Mart-Nisan). *Haber Bülteni*, s. 16-18.
- Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği. (2003). Türkiye Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler Programı. 6-8. Ankara.
- Uzun, M. (2021, Temmuz). ANTROPOJENİK KAYNAKLI JEOMORFOLOJİK DEĞİŞİMLERİN OLUŞMASINDAKİ FAKTÖRLERİN COĞRAFİ ANALİZİ: MALTEPE İLÇESİ (İSTANBUL) ÖRNEĞİ. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, s. 389-418.
- Yaren, F. B. (1994). Kent Ekolojisi; Sorunun Boyutları ve Niteliği. 5. *Kentsel Tasarım ve Uygulamaları Sempozyumu- Kentsel Tasarım ve Ekoloji "Tasarıma Ekolojik Yaklaşım"* (s. 310-330). İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi Kentsel Planlama ve Kentsel Tasarım Disiplin Grubu.
- Yılmaz, T. (2008). Büyükesat Vadisi'nin Kent Peyzajı ve Tasarımı Kapsamında İncelenmesi. *Doktora Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, T. (2008b). Büyükesat Vadisi'nin Kent Peyzajı ve Tasarımı Kapsamında İncelenmesi. *Doktora Tezi*. Ankara, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Yılmaz, T., & Memlük, Y. (2008, Eylül 26). Vadilerde Rüzgar ve Güneş Hareketlerine Bağlı Planlama ve Tasarım Olanakları, Ankara Büyükesat Vadisi Örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 193-204.
- Yılmaz, T., ve Memlük, Y. (2008b, Eylül 26). Vadilerde Rüzgar ve Güneş Hareketlerine Bağlı Planlama ve Tasarım Olanakları, Ankara Büyükesat Vadisi Örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 193-204.

Biyofilik Tasarım Açısından Bartın Kenti Örneğinde Bir Değerlendirme

An Evaluation in the Case of the City of Bartın in Terms of Biophilic Design

 Aybüke Özge BOZ DEMİR¹,  Canan CENGİZ¹

Özet

Biyofilik tasarım, yapılı çevre içinde bozulmuş olan insan-doğa ilişkisini tekrar kuran ve doğanın sürdürülebilirliğini sağlayan tasarım yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. İnsanların doğa ile temasını sağlayan bu tasarım yaklaşımı sağlık ve yaşam kalitesi açısından önem taşımaktadır. Çalışmada, Bartın ilinde yer alan Köypark'ın biyofilik tasarım kriterleri açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışma alanı olan Köypark, mekânda doğa, doğal analoglar ve mekânın doğası başlıkları altında yer alan 14 biyofilik tasarım kriteri açısından incelenmiştir. Parkta, suyun varlığı, dinamik ve dağınık ışık, biyomorfik formlar ve desenler, doğa ile malzeme bağlantısı ve gizem kriterleri konusunda zayıflıklar olduğu belirlenmiştir. Bu zayıflıkların giderilmesi ve çalışma alanının biyofilik tasarım kriterlerine uyumunun artırılması için çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyofilik tasarım, Köypark, Bartın

Abstract

Biophilic design stands out as a design approach that re-establishes the human-nature relationship that has been disrupted in the built environment and enables the sustainability of nature. This design approach, which allows people to be in contact with nature, bears importance in terms of both health and quality of life. In this study, it has been aimed to evaluate the Köypark located in the borders of Bartın province in terms of biophilic design criteria. Within this scope, Köypark, which constitutes the study area, was analysed in terms of 14 biophilic design criteria under the titles of nature in the space patterns, natural analogues patterns and nature of the space patterns. It has been determined that the park shows weaknesses in the following criteria: presence of water, dynamic and diffuse light, biomorphic forms and patterns, material connection with nature and mystery. Accordingly, various suggestions have been presented to overcome these weaknesses and to improve the compliance of the study area with the biophilic design criteria.

Keywords: Biophilic design, Köypark, Bartın

1. Giriş

Yoğun kentleşme, doğa tahribine ve doğal alanların azalmasına neden olarak, insanlar için doğadan uzaklaşmış bir yaşam çevresinin oluşmasındaki en önemli etkenlerdendir. Bu durum insan-doğa ilişkisinin azalmasıyla sonuçlanmaktadır. Ancak insan, diğer tüm canlı organizmalar gibi doğaya yönelim içindedir (Makram, 2019). İnsanların doğuştan gelen, yaşama ve yaşamsal süreçlere olan biyolojik eğilimleri biyofili olarak tanımlanmaktadır (Wilson, 1984).

Doğayı yapılı çevreye dahil etmedeki amaç; doğayla düzenli temasın, insan sağlığı ve refahını sağlama noktasında önemli bir etkisinin olmasıdır. Doğa ile temas; toplum sağlığı, direnci ve çevrenin yönetimi açısından katkı ve iyileşme sağlar (Ryan ve Browning, 2020). Biyofilik tasarım sadece doğayı yapılı çevreye dahil etmek ile sınırlı değildir. Aynı zamanda ekolojik, sürdürülebilir ve yaşanabilir mekânlar oluşturmayı da hedeflemektedir (Demirbaş ve Demirbaş, 2019).

Biyofili kavramı, biyofilik tasarımın temelini oluşturmaktadır. Kavramın mekân ile buluşabilmesi ve entegre edilebilmesi için insan-doğa-mekân-tasarım ilişkisine dayalı biyofilik tasarım yaklaşımı benimsenmelidir. Biyofilik tasarımın mekâna uygulanmasında çeşitli kriterler bulunmaktadır. Bu kapsamda doğal ışık ve doğal malzeme, su ve bitki kullanımı, topografya ve iklimle uyumlu yer seçimi gibi kriterler önem taşımaktadır (İrfanoğlu ve Suri, 2022).

1.1. Biyofilik Tasarım

Temeli biyofili olgusuna dayanan biyofilik tasarım, yapılı çevrede doğal sistemlerle bağ kurmaya yönelik tasarım anlayışını benimsemekte (Kellert, 2008), insan ve doğa arasındaki olumlu ilişki ve etkileşimleri geliştirmeye yönelik uygulamalar içermektedir (Parsae ve ark., 2019; Cengiz ve ark., 2021a). Bu bağlamda biyofilik tasarım, doğal dünya ile fiziksel, bilişsel ve psikolojik bağlantılarımızı güçlendirmenin yanı sıra doğanın ve ekolojik döngülerin sürdürülebilirliğini sağlamak için doğal uyaranları insan yapımı ortamlara dahil etmeyi amaçlamaktadır (Clancy ve Ryan, 2015).

Kentleşmenin hızla devam etmesi, biyofilik tasarımın; stres azaltma, üretkenliği artırma, sağlığı iyileştirme ve iyileşmeyi hızlandırma niteliklerini daha önemli hale getirmektedir (Browning ve ark., 2014; Meydanoğlu ve ark., 2020; İbrahim ve Al-Chaderchi, 2022; Arda Akyıldız, 2023). Mevcut araştırmalar, insanların iş yerinde çalışma performansı (Obiozo ve Smallwood, 2013; Gray ve Birrell, 2014; Obiozo ve Smallwood, 2015; Sanchez ve ark., 2018; Cengiz ve ark., 2021b), sağlığı (Gillis ve Gatersleben, 2015;

Jimenez ve ark., 2021), refahı (Howell ve ark., 2013; Peters ve D’Penna, 2020) ve mutluluğu (Zelenski ve Nisbet, 2014) için biyofilik tasarım öğelerinin faydalarını desteklemektedir. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre doğal ortamlar ile iç içe bulunmanın ruh sağlığı ve bilişsel işlev üzerinde koruyucu etkisi bulunmaktadır. Kesitsel gözlemsel çalışmalar, doğada vakit geçirme ~~maruz kalma~~ ile fiziksel aktivite seviyesindeki artışın ve kardiyovasküler hastalık riskinin azalmasının pozitif bir ilişkisi olduğunu göstermektedir (Jimenez ve ark., 2021).

Biyofilik tasarım, kent ölçeğinden bina ölçeğine kadar farklı mekânsal tasarım ölçeklerinde çeşitli ve farklı uygulamalar sunmaktadır (Reeve, 2014; Öztürk, 2021). Bu uygulamalar doğal ve yapay yeşil alan miktarının artırılmasını (Öztürk, 2021), biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliğini ve insanların doğa ile etkileşim halinde olma gereksinimlerinin karşılanmasını sağlamaktadır.

Biyofilik tasarım, biyofili teorisinin mimarlık, kentsel tasarım, peyzaj tasarımı, iç mekân tasarımı ve sürdürülebilir kalkınma perspektifleri içinde ele alınmasına dayanmaktadır (Asim ve ark., 2020). Peyzaj mimarlığı, doğa ile yapıyı çevre ilişkisinde dengeyi oluşturmak için doğal unsurları kullanarak, mekânları daha yaşanabilir ve etkileyici hale getirmeyi hedefleyen bir meslek disiplinidir. Peyzaj mimarlığının bu yaklaşımıyla, biyofilik tasarım yaklaşımı arasında büyük bir kesişim kümesi bulunmaktadır (Hung ve Chang, 2022). Biyofilik tasarım desenleri, mekânın peyzaj öğelerinde amaçlanmamış olsa bile çevremizde bulunmaktadır. Peyzaj tasarımları yapılacak küçük değişikliklerle, biyofilik tasarım kriterleri kullanılarak, kullanıcılar üzerinde olumlu etkiler yaratabilecek ve peyzaj verimliliğini artıracak sürdürülebilir biyofilik tasarımlara dönüştürülebilir (Hady, 2021). Bu bağlamda, çevresel olarak sürdürülebilir tasarım yaklaşımı içinde biyofilik tasarım ilkeleri önemli bir bileşendir (Wijesooriya ve ark., 2022).

Çalışmada Bartın kentinde yer alan Köypark’ın biyofilik tasarım kriterlerine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda yerinde gözlem ve fotoğraflama çalışmaları yapılmış, çalışma alanı biyofilik tasarım kriterlerine göre ayrıntılı incelenmiştir. Sonuç kısmında ise Köypark’ın biyofilik tasarım kriterleri açısından zayıflıklarını iyileştirmek amacıyla öneriler sunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini Bartın ili Hürriyet Mahallesi içerisinde yer alan 70.000 m² alana sahip “Köypark” oluşturmaktadır. Çalışma alanında çocuk oyun parkları, piknik alanları, macera parkı, yöresel ürünler pazarı, masal kahramanları, hobi bahçeleri, hayvan

çiftliği, okçuluk alanı ve güreş meydanı bulunmaktadır. Ayrıca Köypark içerisinde Türk Dünyası Kültür Yolu ve Türk Dünyası Bilim İnsanları Müzesi de yer almaktadır. Müze; Türk Otağı Çadırı, ana sergi salonu, interaktif sergi salonu ve Müze Kafe olmak üzere dört çadırdan oluşmaktadır (Anonim, 2022). Köypark, kent bütününe hitap eden ve kullanıcılar tarafından yoğun olarak tercih edilen bir rekreasyon alanı olması nedeniyle önem taşımaktadır.

Çalışmanın yöntemi; literatür araştırması, yerinde gözlem, fotoğraflama ile veri toplama ve veri değerlendirmesi aşamalarından oluşmaktadır. Çalışmada Köypark, Browning ve ark. (2014) tarafından 3 ana başlık altında toplanan 14 biyofilik tasarım kriterine (Çizelge 1) göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan biyofilik tasarım kriterleri (Browning ve ark., 2014).

Mekânda Doğa	Doğal Analoglar	Mekânın Doğası
Doğa ile görsel bağlantı	Biyomorfik formlar ve desenler	Manzara
Doğa ile görsel olmayan bağlantı	Doğa ile malzeme bağlantısı	Sığınak
Ritmik olmayan duyuşsal uyarınlar	Karmaşıklık ve düzen	Gizem
Termal ve hava akışı değışkenliği		Risk/Tehlike
Suyun varlığı		
Dinamik ve dağınık ışık		
Doğal sistemler ile bağlantı		

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Mekânda Doğa

Çalışma alanı, Browning ve ark. (2014) tarafından belirtilen biyofilik tasarım kriterleri açısından irdelenmiş, mekânda doğa parametresi kapsamında doğa ile görsel bağlantı, doğa ile görsel olmayan bağlantı, ritmik olmayan duyuşsal uyarınlar, termal ve hava akışı değışkenliği, suyun varlığı, dinamik ve dağınık ışık, doğal sistemler ile bağlantı kriterleri açısından değerlendirilmiştir.

Mekânın doğa ile görsel bağlantısını güçlendiren topografik yapısı ve tasarımda kullanılan alan plastiği doğayı, kent manzarasını izleme ve algılama olanağı sunmaktadır. Çalışma alanı orman varlığı açısından zengin bir çevrede yer almakta olup, biyoçeşitlilik yönüyle ön plana çıkmaktadır. Yeşil alan içerisinde yetişkinler ve çocuklar için etkinlik ve egzersiz alanları ile doğa ile etkileşim içerisinde olma fırsatı sunmaktadır (Şekil 1).



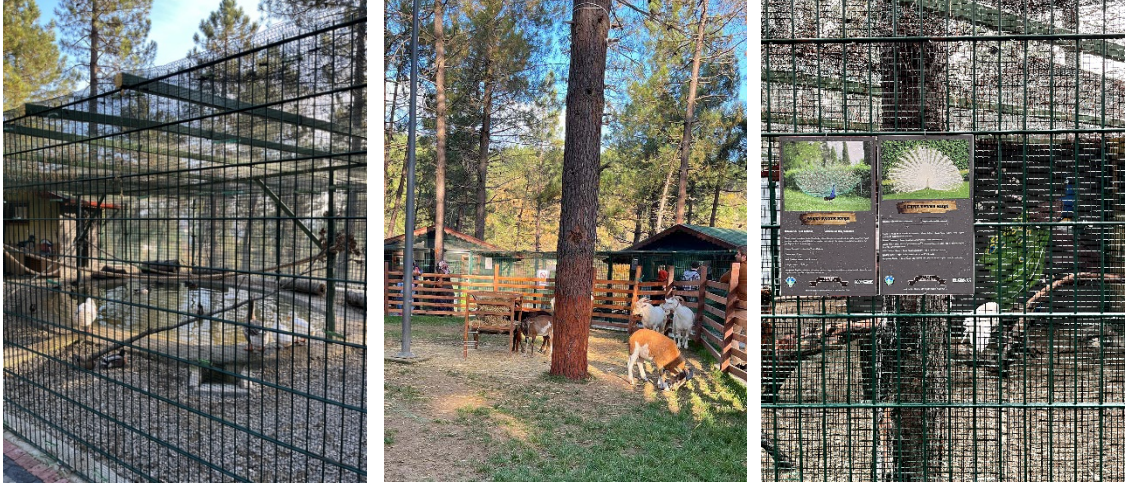
Şekil 1. Çalışma alanında doğa ile görsel bağlantı sağlanması.

Doğa ile görsel olmayan bağlantı açısından, çalışma alanında koku ile doğa ile bağlantı sağlayan bitki türleri yer almamaktadır. Ancak henüz kullanıma açılmayan hobi bahçeleri ileride kullanıcılara doğa ile etkileşim sağlayarak, bitkilere dokunma ve tatma olanağı sunacaktır (Şekil 2). Parkta fauna kaynaklı sesler ve dokulu malzeme kullanımı ile görsel etkileşim dışında doğa ile bağlantı fırsatları mümkündür.



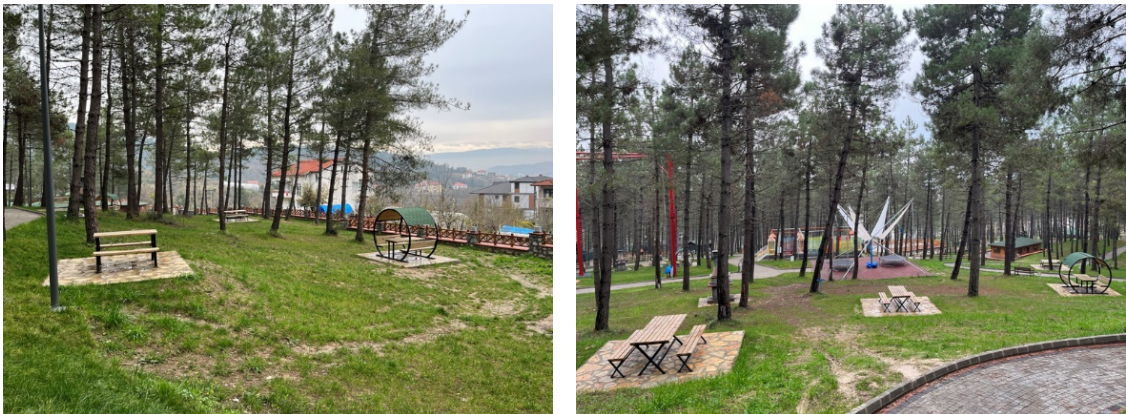
Şekil 2. Çalışma alanı içerisinde yer alan hobi bahçeleri.

Ritmik olmayan duyuşal uyarımlar olarak kuş sesleri, yaprakların hışırtısı, aromatik bitki kokuları örnek verilebilmektedir. Ancak alandaki düzenlemelerde yapraklı bitki türleri az kullanıldığından, kokulu bitki türlerine ise yer verilmediğinden dolayı mekân ritmik olmayan duyuşal uyarımlar yönüyle dikkati çeken detaylar içermemektedir. Alandaki kuş seslerinin yanı sıra hayvan çiftliğinde yer alan tavuk, ördek, sülün ve keçi sesleri mekânda ritmik olmayan duyuşal uyarımlar arasında sıralanabilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Çalışma alanı içerisinde yer alan hayvan çiftliği.

Termal ve hava akışı değışkenliği bakımından, çalışma alanının topografik yapısı nedeniyle eğim artmakta ve hava akışı sağlanmaktadır. Park içerisinde yer alan ibreli bitkilerin altında oluşturulan oturma alanlarında yaz aylarında ağaçların gölge etkisinden faydalanılmaktadır. Bu durum dış mekân termal konforu açısından önem taşımaktadır. Ancak biyofilik tasarım ve insan konforu açısından tasarımlarda kış güneşinden de faydalanmak gerekmektedir. Bu bağlamda yaprak döken bitkilerin çalışma alanında az sayıda kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma alanı içerisindeki açık oturma alanlarının bir kısmı kullanılan bitkilerle ilişkilendirilmemiş olup, hava şartlarından olumsuz olarak etkilenmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Çalışma alanı içerisinde bitkilerle ilişkilendirilmemiş açık oturma alanları örnekleri.

Biyofilik tasarım kriterleri gereği görsel etkisinin yanı sıra duyuusal deneyim zenginliği de sunan geniş su yüzeyleri çalışma alanında yer almamaktadır. Sadece hayvan çiftliği içerisinde sınırlı bir alanda küçük bir su yüzeyi olarak kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma alanında hayvan çiftliğinde bulunan su yüzeyi.

Kullanıcılar çalışma alanı içerisinde yer alan çim alanlarda ışığı doğrudan deneyimleyebilmektedir. Alandaki ağaçların altında oluşan dinamik ve dağınık ışık ise kullanıcılara ışık-gölge oyunları ile görsel açıdan fırsatlar sunmaktadır (Şekil 6). Açık alandaki çocuk etkinlik alanları direkt ve birçok açıdan gün ışığına açık ve yüksek kontrastlara açık bir şekilde konumlandırılmıştır.

Rüzgâr etkisiyle dağınık ışık etkisinin en iyi algılanabildiği alanlar yapraklı ağaçların tasarıma dahil edildiği alanlardır. Yapraklı türler ışık, gölge oyunları ve görsel konforu azaltan etkileri minimize etmektedir. Çalışma alanında yapraklı türler az sayıda kullanıldıklarından dolayı rüzgarla oluşan dağınık ışık etkisi çok fazla hissedilememektedir.



Şekil 6. Çalışma alanı içerisinde dinamik ve dağınık ışık.

Çalışma alanı orman ekosistemi ile entegre mekânsal bir deneyim sunması açısından doğal sistemlere yönelik farkındalığı oluşturmaktadır (Şekil 7). Alanda bulunan hobi bahçeleri ile doğayı deneyimleme, ahşap kuş evi ve hayvan çitliği ile hayvanları tanıma ve gözlemlemenin yanı sıra gün ışığı kullanımının tasarıma dahil edilmesi doğal sistemler ile bağlantı sağlamaktadır.

Çalışma alanında ibrelili bitki kullanımı nedeniyle yıl boyu benzer mevsimsel desenler gözlenmekte olup bu bağlamda kış peyzajını destekleyen önemli görünüm için alandaki herdem yeşil bitki varlığı önem teşkil etmektedir. Ancak çalışma alanında biyofilik tasarım gereği doğayla etkileşimde etkin kullanılan mevsimsel geçişlerin etkisini deneyimlemeye uyumlu türler olarak yapraklı bitki kullanımı sınırlı kalmıştır.



Şekil 7. Çalışma alanı ile entegre orman ekosistemi.

3.2. Doğal Analoglar

Çalışma alanı doğal analoglar parametresi kapsamında biyomorfik formlar ve desenler, doğa ile malzeme bağlantısı, karmaşıklık ve düzen kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Park içerisinde biyomorfik formlar ilkesine yaya akslarında doğal form kullanımıyla yer verilmiştir.

Doğal malzeme kullanımının kullanıcılar üzerindeki olumlu etkilerine ilişkin olarak çalışma alanında kullanılan ahşap malzeme sınır elemanları, korkuluklar, görsel amaçlı kullanılan objeler, oturma birimleri ve oturma duvarı üzerinde görülmektedir (Şekil 8). Buna karşın yürüyüş yollarında ve çocuk oyun alanlarında bu ilkeye bağlı kalınmamıştır.

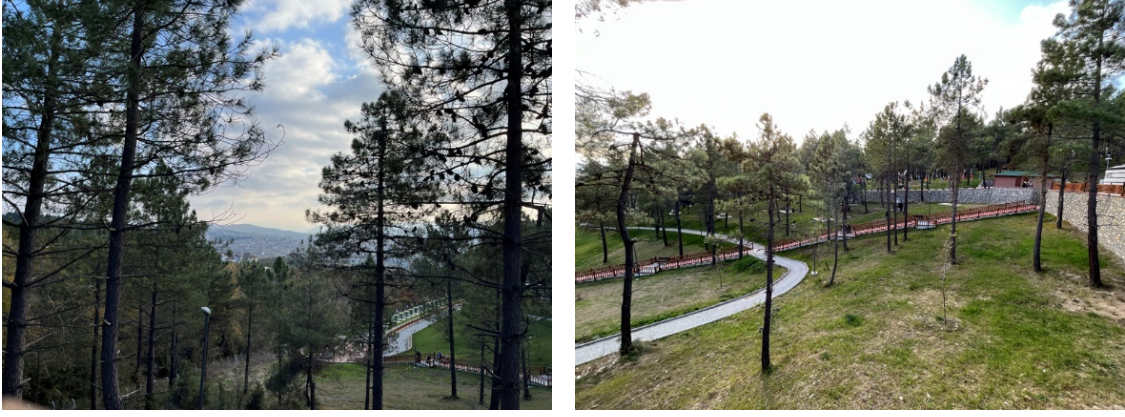


Şekil 8. Çalışma alanında doğal ve doğal olmayan malzeme kullanımı.

Parkta karmaşıklık ve düzen hedefini karşılayan uygulamalar yer almakta olup, topografya ile uyum, birimler arası geçişler ve bağlantılar karmaşık yapı içerisinde bir düzeni hissettirmektedir.

3.3. Mekânın Doğası

Çalışma alanı mekânın doğası parametresi kapsamında manzara, sığınak, gizem ve risk/tehlike kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Çalışma alanı manzara açısından yüksek görsel değer taşımaktadır. Alanın topografik yapısından yararlanılarak seyir alanları oluşturulmuştur. Bu alanlar hem Köypark'ın içine ait manzaralar hem de Bartın kent manzarası sunmaktadır (Şekil 9).



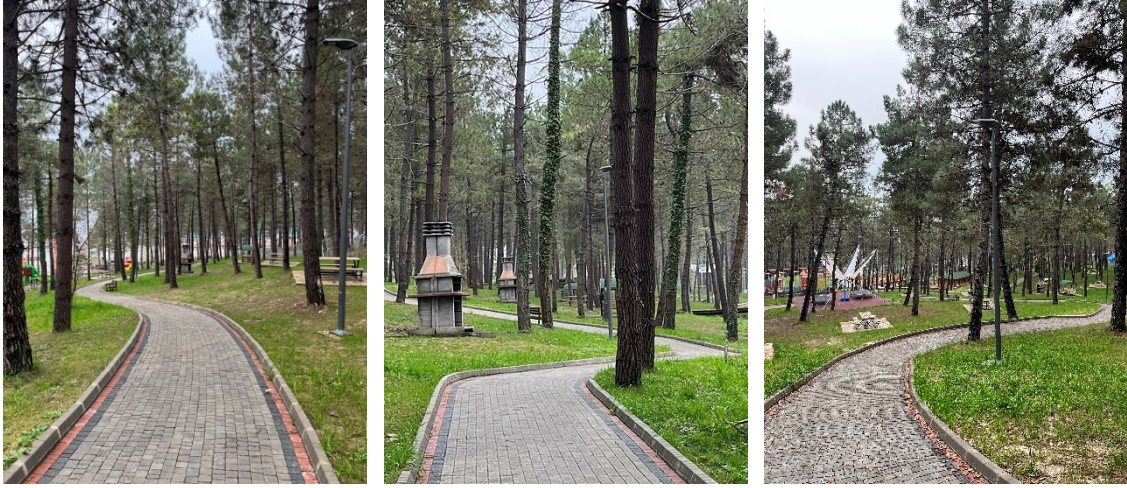
Şekil 9. Çalışma alanı içerisindeki manzaralar.

Sığınma ilkesi kapsamında çalışma alanı içerisinde yer alan yarı açık oturma birimleri ile iklim koşullarından korunma sağlanmaktadır. Aynı zamanda oturma birimlerinin mesafeli olarak konumlandırılmış olması görsel ve işitsel açıdan kısmi olarak gizlilik ve güven duygusu yaratmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Çalışma alanında mesafeli olarak konumlandırılmış açık ve yarı açık oturma alanları.

Alandaki kıvrımlı yollar gizem ilkesi kapsamında değerlendirilebilmektedir. Ancak alanda bitkilerin yoğun olarak kullanılmaması ile oluşan görüş açıklığı mekânın gizemli olmasına engel olmaktadır. Alanda ağırlıklı olarak yüksek gövdeli ağaçlar kullanılmıştır. Kapalı ve yarı kapalı mekân oluşturmaya yönelik bitkisel uygulamalardaki eksiklikler mekânda gizem ilkesini yetersiz kılmaktadır (Şekil 11).



Şekil 11. Çalışma alanında gizemli alanlar oluşturmaya yönelik bitkisel uygulamadaki yetersizlik durumuna ilişkin örnekler.

Parkta gözlemlenen dikkat çeken tehlike kot farkından kaynaklı yüksek alan kullanımlarıdır. Bu tür alanlar için oluşturulan ahşap korkuluklar ile koruma amaçlı güvenlik sağlanmaktadır (Şekil 12).



Şekil 12. Çalışma alanı içerisinde tehlikeleri önlemek amacıyla alınan önlemler.

4. Sonuçlar

Kent içerisinde farklı ölçeklerde uygulanan biyofilik tasarım yaklaşımı doğayla etkileşimi azalan kent insanının doğayla tekrar bağ kurması açısından önem taşımaktadır. İnsan doğası gereği fiziksel ve ruhsal açıdan doğaya bağlıdır. Bu bağın güçlendirilmesi açısından biyofilik tasarım açık ve kapalı birçok mekânda uygulanabilen, insan-mekân-doğa entegrasyonunda öne çıkan bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, çalışmada incelenen Köypark'ın biyofilik tasarım kriterlerine göre mevcut durumu parkın zayıf yanları, iyileştirilebilir özellikleri ve güçlü yönleri ile Çizelge 2'de belirtilmiştir.

Çizelge 2. Köypark'ın biyofilik tasarım kriterlerine göre mevcut durumu.

Biyofilik Tasarım Kriterleri		Zayıf	İyileştirilebilir	Güçlü
Mekânda Doğa	Doğa ile görsel bağlantı			✓
	Doğa ile görsel olmayan bağlantı		✓	
	Ritmik olmayan duyuşsal uyarınlar		✓	
	Termal ve hava akışı değişkenliği		✓	
	Suyun varlığı	✓		
	Dinamik ve dağınık ışık		✓	
	Doğal sistemler ile bağlantı			✓
Doğal Analoglar	Biyomorfik formlar ve desenler			✓
	Doğa ile malzeme bağlantısı		✓	
	Karmaşıklik ve düzen			✓
Mekânın Doğası	Manzara			✓
	Sığınak		✓	
	Gizem	✓		
	Risk/Tehlike			✓

Köypark'ın biyofilik tasarım kriterleri açısından değerlendirilmesi sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda doğal analoglar ilkesinin güçlü, mekânda doğa ve mekânın doğası ilkelerinin iyileştirilebilir olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında Bartın kentinde yer alan Köypark örneğine yönelik biyofilik tasarım kriterlerine uyum düzeyinin artırılması amacı ile öneriler sunulmuştur:

- Alanda sadece kapalı hayvan çiftliği içerisinde su kullanımını görölmektedir. Park içerisinde erişilebilir su yüzeyi kullanımının olmaması suyu görme, duyma veya dokunma yoluyla doğayı deneyimleme açısından eksiklik oluşturmaktadır. Bu bağlamda tasarımlara su yüzeylerini entegre etmek ve alanda kullanımını yaygınlaştırmak bu ilkeyi güçlendirici uygulamalar arasında yer alacaktır.

- Termal ve hava akışı değişkenliği bakımından alan kent içerisinde bulunduğu konum özelliği ile olumlu etkiler sunarken, alanda yapılan tespitlere göre kullanılan yapraklı türlerin sayısının artırılması bu etkiyi tamamlayıcı bir uygulama olacaktır.

- Açık alandaki çocuk etkinlik alanları direkt gün ışığına ve yüksek kontrastlara açık bir şekilde konumlandırıldıklarından, kullanıcının görsel konforu ve alanı etkin kullanım biçimi açısından olumsuz etkiler yaratmaktadır. Kullanımlara doğal ve yapay gölgeleme elemanlarının dahil edilmesi gerekmektedir.

- Biyomorfik form kullanımı doğayla entegrasyonun sağlanması, işleve uygun semboller oluşturulması yönüyle dış mekân tasarımlarında önem taşımaktadır. Park içerisinde yaya aksları dışında doğal ve yapay yüzeylerde biyomorfik formlar kullanılmamış olup fonksiyona uygun tasarımların üretilmesi konusunda örnek uygulamalara yer verilebilir.

- Doğa ile malzeme bağlantısı kapsamında, alanda yürüyüş yollarında ve çocuk oyun alanlarında bu ilkeye bağlı kalınmadığı görülmektedir. Bu bağlamda yürüyüş yollarında geçirgen ve yarı geçirgen malzemeler ile doğal taşın kullanıldığı özgün tasarımlar yapılmalıdır. Çocuk oyun alanlarında oyun elemanlarında ahşap malzeme, kütük kullanımı yaygınlaştırılmalı, zemin döşeme malzemesi olarak kabuk malzeme, kum vb. doğa ile uyumlu malzemeler kullanılmalıdır.

- Parkta gizem ilkesinin etkisinin zayıf olması nedeniyle bitki kullanımının yoğunlaştırılmasının yanı sıra tasarıma çalı grupları ile kaba tekstürlü bitkiler dahil edilerek biyofilik tasarımda gizem ilkesi desteklenmeli, sürprizli mekânlar ve keşif duygusu ile deneyim zenginleştirilmelidir.

Bartın kentindeki Köypark örneğinde gerçekleştirilen bu çalışma, benzer karakterdeki alanlarda doğal sistemler ile bağlantının sağlanmasında ve yaşam kalitesinin artırılmasında biyofilik tasarım yaklaşımlarının kullanılmasına ve sunduğu katkılara vurgu yapmaktadır. Kentleşmenin getirmiş olduğu sorunlardan biri olarak insanın doğa ile olan bağının zayıflaması, toplumsal sağlık ve refah düzeyinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. İnsan-doğa etkileşimi ile oluşan duygusal bağın yeniden kurulmasını ve bu ilişkinin güçlendirilmesini sağlayan biyofilik tasarım yaklaşımı çevresel kalite açısından olumlu katkılar sunarak, bireylerin ziyaret deneyimlerini geliştirici etkiler yaratmaktadır. Bu bağlamda kentsel peyzaj tasarım çalışmalarında mevcut uygulamaların iyileştirilmesi, devam eden veya yeni yapılacak olan farklı ölçeklerdeki uygulamalarda ise biyofilik tasarım kriterlerinin dikkate alınması önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Anonim, (2022). Bartın'ın en büyük parkı hizmete açıldı. Erişim adresi: <https://bartin.bel.tr/Haber/9967526/bartinin-en-buyuk-parki-hizmete-acildi> Erişim tarihi: 20.11.2022.
- Arda Akyıldız, N. (2023). Biyofilik tasarım konulu lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi. *Kent Akademisi*, 16(2), 879-904.
- Asim, F., Rai, S., & Shree. V. (2020). Biophilic Architecture for restoration and therapy within the built environment. *Visions for Sustainability*, 15, 53-79.
- Browning, W. D., Ryan, C., & Clancy, J. (2014). *14 Patterns of biophilic design, improving health & well-being in the built environment*. New York: Terrapin Bright Green.
- Cengiz, C., Cengiz, B., & Boz, A.Ö. (2021a). Climate-Smart landscapes for sustainable cities. In M. Ben Ahmed, İ. Rakıp Karaş, D. Santos, O. Sergeyeve, & A. A. Boudhir (Eds.), *Innovations in Smart Cities Applications Volume 4: The Proceedings of the 5th International Conference on Smart City Applications* (pp. 571-582). Cham, Switzerland: Springer.
- Cengiz, C., Cengiz, B., Smardon, R.C., & Karaelmas, D. (2021b). Assessing people-plant interactions within interior spaces in Bartın-Turkey. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 21(6), 2093-2099.
- Clancy, J., & Ryan, C. (2015). The role of biophilic design in landscape architecture for health and well-being. *Landscape Architecture Frontiers*, 3(1), 54-62.
- Demirbaş, G. U., ve Demirbaş, Ö. O. (2019). Biyofilik tasarım kapsamında Peyzaj Mimarlığı ve İç Mimarlık arakesiti: Eğitim programlarının karşılıklı değerlendirilmesi. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 50-60.
- Gillis, K., & Gatersleben, B. (2015). A review of psychological literature on the health and wellbeing benefits of biophilic design. *Buildings*, 5(3), 948-963.
- Gray, T., & Birrell, C. (2014). Are biophilic-designed site office buildings linked to health benefits and high performing occupants? *International journal of environmental research and public health*, 11(12), 12204-12222.
- Hady, S. I. M. A. (2021). Activating biophilic design patterns as a sustainable landscape approach. *Journal of Engineering and Applied Science*, 68, 1-16.
- Howell, A. J., Passmore, H. A., & Buro, K. (2013). Meaning in nature: Meaning in life as a mediator of the relationship between nature connectedness and well-being. *Journal of Happiness Studies*, 14, 1681-1696.

- Hung, S. H., & Chang, C. Y. (2022). How do humans value urban nature? Developing the perceived biophilic design scale (PBDs) for preference and emotion. *Urban Forestry & Urban Greening*, 76, 127730.
- İbrahim, I. A., & Al-Chaderchi, B. M. (2022). Contribution of the biophilic design approach to the unsustainable development goals. In P. Chias & S. Hernandez (Eds.), *Eco-Architecture IX: Harmonisation between Architecture and Nature* (pp. 115-125). WIT Press.
- İrfanoğlu, H. İ., ve Suri, L. (2022). Biyofilik tasarım kriterlerinin mekanlar üzerinden değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(41), 95-116.
- Jimenez, M. P., DeVille, N. V., Elliott, E. G., Schiff, J. E., Wilt, G. E., Hart, J. E., & James, P. (2021). Associations between nature exposure and health: A review of the evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4790.
- Kellert, S. (2008). Dimensions, elements, and attributes of biophilic design. In S. R. Kellert, J. H. Heerwagen, & M.L. Mador (Eds.), *Biophilic design: The theory, science and practice of bringing buildings to life* (pp. 3-19). New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Makram, A. (2019). Nature-based framework for sustainable architectural design-biomimetic design and biophilic design. *Architecture Research*, 9(3), 74-81.
- Meydanoğlu, K., Gülten, A., & Arda Akyıldız, N. (2020). *Doğayla gelen iyilik: Biyofilik tasarım*. III. Uluslararası Mardin Artuklu Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 271-277, Mardin.
- Obiozo, R. N., & Smallwood, J. J. (2013). *Biophilic workplace design: Improving construction ergonomics and workers' performance through enhanced sustainable and psychosocial value of the worksite*. The Seventh International Structural Engineering and Construction Conference, Honolulu.
- Obiozo, R. N., & Smallwood, J. J. (2015). Biophilic construction site model: Enhancing the motivational and humanistic value of the green construction site. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(3), 05014018.
- Öztürk, S. P. (2021). Kentlerde biyofilik tasarım ve mekansal adalet ilişkisi: Mahalle parkları deneyimi. *Kent Akademisi*, 14(3), 533-544.
- Parsae, M., Demers, C.M., Hébert, M., Lalonde, J.F., & Potvin, A. (2019). A photobiological approach to biophilic design in extreme climates. *Building and Environment*, 154, 211-226.

- Peters, T., & D’Penna, K. (2020). Biophilic design for restorative university learning environments: A critical review of literature and design recommendations. *Sustainability*, *12*(17), 7064.
- Reeve, A. (2014). ‘Mainstreaming biophilic urbanism in Australian cities: A response to climate change, resource shortages and population pressures’. PhD Thesis. Queensland University of Technology.
- Richardson, M., & Butler, C.W. (2022). Nature connectedness and biophilic design. *Building Research & Information*, *50*(1-2), 36-42.
- Ryan, C. O., & Browning, W. D. (2020). Biophilic design. In V. Loftness (Ed.), *Sustainable Built Environments, A Volume in the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology* (pp. 43-85). Springer.
- Sanchez, J. A., Ikaga, T., & Sanchez, S. V. (2018). Quantitative improvement in workplace performance through biophilic design: A pilot experiment case study. *Energy and Buildings*, *177*, 316-328.
- Wijesooriya, N., Brambilla, A., & Markauskaite, L. (2022). Student guide 2 - How to develop a biophilic design framework. *A Biophilic Design Guide to Environmentally Sustainable Design Studios* (2nd ed., pp. 55-81). Springer.
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press.
- Zelenski, J. M., & Nisbet, E. K. (2014). Happiness and feeling connected: The distinct role of nature relatedness. *Environment and Behavior*, *46*(1), 3-23.

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Meşcerelerinde İbre Döküm Miktarı ve Bu Yolla Toprak Ekosistemine Geri Dönen Karbon ve Azot'un Tespiti

Determining the Amount of Needle-fall, and Carbon and Nitrogen Return to the Soil Ecosystem in Black Pine (*Pinus nigra* Arnold.) Stands

 Meriç Çakır¹,  Murat Sargıncı²,  Serdar Akburak³

Özet

Orman ekosistemlerinde, ibre döküm miktarı; ekosistem fonksiyonlarından birincil üretim, karbon ve besin maddelerinin döngüleri ile küresel iklim değişikliğini de kapsayan önemli süreçler hakkında bilgiler sunmaktadır. Araştırma Ormanı'nda (Çankırı) yürütülen bu çalışmanın amacı yarı kurak bölgede yer alan bazı karaçam meşcerelerinde ibre dökümü ve bu yol ile ekosisteme geri dönen karbon (C) ve azot (N) miktarlarının belirlenmesidir. Farklı gelişim çağlarındaki karaçam meşcerelerinde ortalama ibre döküm miktarları Çkab: Çkb ve Çkc meşcereleri için sırasıyla 474,72 g.m⁻², 245,51 g.m⁻² ve 248,42 g.m⁻² olarak bulunmuştur. Dökülen bu ibrelerdeki karbon, Çkab, Çkb ve Çkc meşcereleri için sırasıyla 251 g.m⁻², 129 g.m⁻² ve 130 g.m⁻² olarak belirlenirken, ibrelerdeki azot sırasıyla 8,15 g.m⁻², 4,85 g.m⁻² ve 4,73 g.m⁻² olarak belirlenmiştir. Tekrarlanan ölçümlerdeki varyans analizi sonuçlarına göre Çkb ve Çkc meşcereleri arasında fark bulunmazken (P>0,05), ibre dökümü, karbon ve azot miktarları (g.m⁻²) Çka meşceresinde diğer iki meşcereye kıyasla yüksek bulunmuştur (P<0.01).

Anahtar Kelimeler: İbre Dökümü, Karbon, Azot, Araştırma Ormanı

Abstract

In forest ecosystems, the amount of needle-fall; It provides information about important processes including ecosystem functions, primary production, carbon and nutrient cycles and global climate change. The aim of this study, conducted in the Research Forest (Çankırı), is to determine the amount of carbon (C) and nitrogen (N) returned to the ecosystem by needle-fall in some black pine stands in the semi-arid zone. The average needle-fall amounts in black pine stands at different development stages were found to be 474.72 g.m⁻², 245.51 g.m⁻² and 248.42 g.m⁻² for Çkab: Çkb and Çkc stands, respectively. While the carbon in these needles was determined as 251 g.m⁻², 129 g.m⁻² and 130 g.m⁻² for Çkab, Çkb and Çkc stands, respectively, the nitrogen in the needles was determined as 8.15 g.m⁻², 4.85 g.m⁻² and 4.73 g.m⁻² respectively. While there was no difference (P>0.05) between the Çkb and Çkc stands in repeated measurements, the amounts of needle-fall, carbon, and nitrogen (g.m⁻²) were higher in the Çka stand than in the other two stands (P<0.01).

Keywords: Needle-fall, Carbon, Nitrogen, Research Forest

Geliş Tarihi: 05.10.2023, Düzeltme Tarihi: 13.11.2023, Kabul Tarihi: 07.12.2023

Adres: Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, 18200, Çankırı

²Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, 81620, Düzce

³İstanbul-Cerrahpaşa Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, 34473, İstanbul

E-mail: mericcakir@karatekin.edu.tr

1. Giriş

Ölüörtü, orman tabanında biriken ayrıışmış ve ayrıışmakta olan bitki materyalini (ibre/yaprak, dal, kabuk, kozalak ve diğere bitki bileşenleri) ifade etmekte ve orman ekosistemlerinde besin döngüsünü (karbon, azot vb.) etkileyen önemli faktörlerden bir tanesidir (Berg ve McClaugherty, 2020). Karasal net birincil üretimin önemli bir bölümü (%80), ölüörtü aracılığı ile toprağa ulaşır ve ayrıştırıcılar tarafından besin ağına geri katılır (Meentemeyer ve ark., 1982; Hansen ve ark., 2009). Bu nedenle orman ekosistemlerinde ölüörtü dökümü, toprak besin havuzunun ana kaynaklarından biridir (Çömez ve Güner, 2022; Tecimen ve Sevgi, 2022; Ukonmaanaho ve ark., 2008). Ekosisteme ölüörtü ile gelen besin maddesi miktarı ağaçların büyüme hızıyla da yakından ilişkilidir (Kavvadias ve ark., 2001). Ölüörtünün alandan çıkarılması durumunda orman ekosistemindeki ağaçların artım ve büyümesi besin maddesi eksikliğine bağlı olarak durmaktadır (Sayer, 2006). Döküm miktarı yetişme ortamı kalitesi ile doğru ve meşcere yaşı ile ters orantılı olarak değişmektedir. Meşcere yaşı ilerledikçe döküm miktarında görülen azalma ağaçların ölmesi veya yaşlı meşceredeki toprağın karbon/azot oranının değişmesi ile ilişkilidir (Albrektson, 1988; Bray ve Gorham, 1964). Yetişme ortamı kalitesi arttıkça artım ve büyüme artmakta bu durum döküm miktarını olumlu etkilemektedir (Bahamonde ve ark., 2015). Bununla birlikte ağaçların üretimini olumsuz etkileyen faktörler (böcek, mantar ve parazit bitkiler) döküm miktarını başta arttırmakta ilerleyen zamanlarda üretimi düşürüp azaltmaktadırlar (Akkaya ve Çakır, 2022; Kopáček ve ark., 2015). Döküm miktarındaki bu dalgalanmaların uzun dönem araştırmalar ile takip edilmesi gerekmektedir (Nakagawa ve ark., 2019).

Ölüörtü bileşenleri içerisinde ibre dökümü toplam dökümün %75-85'ini oluşturmaktadır (Bray ve Gorham, 1964; Meentemeyer ve ark., 1982). Belgrad ormanında meşe ve kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada, yaprak dökümünün toplam dökümün meşede %86'sını, kayında ise %62'sini oluşturduğu belirtilmiştir (Çakır ve Akburak, 2017). Berg ve Laskowski, (2005) meşcere yaşı ile ibre dökümünün oranının, genç meşcerelerde (18-25 yaş arası) %83, orta yaşlı meşcerelerde (55-61 yaş arası) %68, yaşlı meşcerelerde ise (120-126 yaş arası) %58 olduğunu belirtmiştir. Ölüörtü bileşenlerindeki oransal farklılık ayrışma sürecini ve besin maddesi salımını etkilemektedir (Berg ve Laskowski, 2005). Bu nedenle ibre dökümü, toprak organik maddesinin ve toprak içerisindeki besin maddelerinin önemli kaynakları arasındadır ve toprak verimliliği için önemlidir. Ağaç üzerindeki yapraklardaki besin maddesi konsantrasyonları (miktar) doğrudan toprak verimliliğinin bir göstergesi olarak kullanılırken (Vitousek ve Sanford, 1986), ibre/yaprak döküm miktarı ve

orman ölüörtüsündeki besin maddesi miktarı yetişme ortamı verimliliğinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Saye ve Tanner, 2010; Tanner ve ark., 1998). Küresel ölçekte yapılan çalışmalar, farklı ekosistemler içinde ve hatta aynı ekosistemdeki farklı ağaç türleri için ibre dökümünde zamansal olarak önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir (Bray ve Gorham, 1964; Zhang ve ark., 2014). Yıl içerisindeki ve yıllar arasındaki ibre döküm miktarı, doğrudan organik karbon (C) ve diğer besin girdilerini veya dolaylı olarak biyolojik aktiviteyi değiştirerek toprak ekosistemindeki biyojeokimyasal süreçleri etkilemektedir (Huang ve Spohn, 2015). Bu nedenle ibre dökümü, orman ekosistemindeki dinamiklerin ölçülmesinde, modellenmesinde ve tahmin edilmesinde anahtar parametrelerden biridir (Zhang ve ark., 2014).

Bu çalışmanın amacı, yarı kurak bir alanda yayılış gösteren, farklı gelişim çağlarındaki karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) meşcerelerinde ibre dökümü ve bu yolla toprak ekosistemine geri dönen karbon ve azot miktarlarının belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma alanı

Araştırma alanı olarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı seçilmiştir. Konum itibarıyla, 40°34'41"-40°20'38" Kuzey enlemleri ile 33°36'00"-33°25'10" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. İklim verileri için, çalışma alanına en yakın istasyon olan 930 m yükseltideki Eldivan meteoroloji gözlem istasyonunun rasat sonuçlarına göre (2014-2016) yarı kurak iklim tipine sahip olan Araştırma Ormanı'nın yıllık ortalama yağış miktarı 486 mm, yıllık ortalama sıcaklığı ise 10,5 °C'dir (Çakır, 2019).

Araştırma alanında ana tür olarak karaçam (*Pinus nigra* J.F.Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana*) bulunmaktadır. Sariçam (*Pinus sylvestris* L.), ardıç (*Juniperus communis* ve *J. oxycedrus*), bol miktarda baklagiller (*Leguminosae* spp.), kuşburnu (*Rosa canina* L.), ahlat (*Pyrus elaeagrifolia* Pall.), alıç (*Crataegus bornmuelleri* Zabel), meşe (*Quercus* L.), geven (*Astragalus plumosus* Willd.), kekik (*Tyhmus* L.), böğürtlen (*Rubus canescens* L.) badem (*Prunus spinosa* L.), üvez (*Sorbus schemachensis* Zinserl.) ve titrek kavak (*Populus tremula* L.) bölgede yayılış gösteren diğer türlerdir (Tuttu ve Ursavaş, 2022).

Araştırma alanı Çkab meşceresinde ortalama yaş 24 ortalama çap 15 cm ve ortalama boy 14 m'dir. Bu meşcerenin hektardaki ağaç sayısı 1161 ve kapalılık derecesi ise 0,9 (tam kapalı) olarak belirlenmiştir. Çkb meşceresinde ortalama yaş 86, ortalama çap 23 cm ve

ortalama boy 13 m olup hektardaki ağaç sayısı 797 ve kapalılık derecesi ise 0,8 olarak belirlenmiştir. Çkc meşceresinde ortalama yaş 111, ortalama çap 33 cm, ortalama boy 19 m, hektardaki ağaç sayısı 341 ve kapalılık derecesi ise 0,8'dir (Çakır ve ark., 2019). Çalışma alanının da belirlenen, meşcerelerde ölüörtü miktarı Çkab: 2320,91 g.m⁻², Çkc: 2251,88 g.m⁻² ve Çkd: 2299,62 g.m⁻² olarak belirlenmiştir (Çakır ve ark., 2019) ayrıca humus tipleri de sırası ile Leptoamphi, Eumesoamphi ve Eumacroamphi humus tipleri olduğu belirlenmiştir (Çakır ve ark., 2020). Araştırma ormanı toprakları genellikle killi balçık tekstüre sahiptir. Orta derinliğe sahip araştırma ormanı topraklarında fizyolojik derinlik ortalama 50 cm mutlak derinlik ortalama 45 cm'dir. Toprak reaksiyonu zayıf asit (pH: 6,72±0,26), kireç miktarı az (<%1), tuzluluk yoktur. Organik madde (%2-5) ve toplam azot (>%0,2) yüzey toprağında zengin, toprak derinleştikçe azalmaktadır (Çakır ve ark., 2019).

2.2. Ölüörtü kapanları

Farklı gelişim çağlarındaki (Çkab3, Çkb3 ve Çkc3) tam kapalı karaçam meşcerelerinde 30×30m (900 m²) olacak şekilde, her gelişim çağından dörder adet olmak üzere (4 Çkab + 4 Çkb + 4 Çkc) toplam 12 örnekleme alanı belirlenmiştir. Bu alanlar aynı bakıda (kuzey), aynı yükselti kademesinde (1300 m) ve aynı anakaya (serpantin) üzerinde bulunmaktadır. Döküm yolu ile gelen ibre miktarını belirleyebilmek için ölüörtü kapanları kurulmuştur. Bu kapanlar ICP-Forest el kitabında belirtildiği şekilde, ibreli ormanlar için yerden 1 m yükseklikte, 0,5 m derinliğinde ve 0,18 – 0,25 m² üst açıklığa sahip kapanlardır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanlarına kurulan ölüörtü kapanları.

Kapanlar meşcere kapalılığına uygun; ağaç gövdelerine yakın bulundurulmadan ve çalışma sahası içindeki boşluklara gelmeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Her bir örnek alana 9 adet olmak üzere toplamda 108 adet (9x12=108) kapan yerleştirilmiştir. Kapanların üst

kısmı yere yatay (horizontal) duracak alt kısmı su birikmesine izin vermeyecek şekilde deliklidir. Kapanlar içerisindeki ölüörtü aylık olarak toplanmıştır. Sadece Nisan 2017’de yağış nedeni ile örnekler toplanamamış mayıs ayında 2 aylık örnek toplanmıştır. Kapanlar içerisinde toplanan ölüörtü örnekleri polietilen poşetlere konularak dikkatlice örnek alan ve kapan numaraları yazılarak ve paketlenerek laboratuvara getirilmiştir (Pitman ve ark., 2010). Ölüörtü örnekleri hava kurusu hale geldikten sonra ibreler ayrılarak ibre miktarı belirlenmiştir.

2.3. Döküm ile gelen ibrelerde yapılan analizler

Aylık düzenli olarak laboratuvara getirilen ölüörtü örnekleri tartıldıktan sonra alt örnekler alınarak 65°C’lik etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, desikatörde soğumaya alınan ölüörtü örnekleri daha sonra tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Örneklere ilişkin yaş ve kuru ağırlıkların farkından yararlanılarak örneklerin nem içerikleri hesaplanmıştır. Daha sonra bu alt örnekler öğütülerek karbon (C) ve azot (N) analizleri kuru yakma metodu ile CN analiz cihazında (Leco Truspec 2000) yapılmıştır. Belirlenen karbon ve azot yüzde değerleri oransal olarak kütleyle çevrilmiştir (Denklem 1).

$$E (g) = [E (\%) \times \text{ÖÖ} (g)] / 100 \quad (1)$$

Denklemden E (g): element miktarı, E (%): element yüzde değeri, ÖÖ: ölüörtü miktarı

2.4. İstatistiksel analizler

İbre dökümüne ilişkin ağırlık ile karbon ve azot içeriklerinin gelişim çağlarına göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) uygulanmıştır. Ayrıca ibre dökümü ile karbon ve azot miktarlarının hem zamansal hem de gelişim çağlarına göre farklılıkları Genelleştirilmiş Doğrusal Model (GLM) ile tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (repeated measures ANOVA) ile ikili karşılaştırmalarda ise Tukey post-hoc testi uygulanmıştır. İstatistiksel analizler SPSS programında yapılmıştır (SPSS, 2011).

3. Bulgular

Ölüörtü kapanlarına düşen ibre miktarı Ağustos 2015 ile Temmuz 2016 arasında aylık olarak toplanmıştır. Metrekareye düşen yıllık ortalama en fazla ibre miktarı Çkab meşceresinde belirlenmiştir. Çkb ve Çkc meşcerelerine düşen ibre miktarları Çkab meşceresine kıyasla %48 az bulunmuştur. Çkb ve Çkc meşcereleri arasında ibre dökümü bakımından istatistiksel bir fark çıkmamıştır ($P > 0,05$) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı gelişim çağlarında ibre döküm miktarının aylara göre değişimi, ort. (std hata) (g.m-2).

Meşçere Tipi	2015					2016						Toplam
	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Ock.	Şub.	Mar.	May.	Haz.	Tem.	
Çkab	53,21a (4,34)	200,26a (9,10)	84,43a (3,51)	22,87a (2,62)	32,97a (6,04)	21,52a (1,81)	16,56a (1,22)	15,58a (3,89)	7,14a (5,98)	6,50a (0,38)	13,69a (8,98)	474,72a (23,41)
Çkb	48,53a (2,15)	118,06b (5,26)	45,59b (2,38)	2,93b (0,37)	5,95b (2,13)	5,20c (0,31)	4,80c (0,41)	2,61c (0,18)	4,11b (0,42)	3,29b (2,66)	4,43b (3,15)	245,51b (7,47)
Çkc	30,06b (3,85)	106,08b (4,31)	36,75c (1,81)	6,77b (0,35)	12,97c (2,83)	15,82b (0,86)	12,21b (1,26)	13,22b (2,92)	6,55a (0,92)	4,45b (4,08)	3,53b (2,35)	248,42b (7,21)
<i>P-değeri</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000

Istatistiksel analiz farklı meşçere gelişim çağları arasındaki farkı belirlemek için aylık olarak değerlendirilmiştir. Her sütunda bulunan aynı harfler istatistiksel olarak fark olmadığını gösterir.

İbre örneklerinde yapılan karbon (C) ve azot (N) analiz sonuçları değerlendirildiğinde, farklı gelişim çağları arasında C (%) değerleri bakımından fark çıkmazken ($P>0,05$), N değerleri bakımından önemli fark çıkmıştır ve en yüksek N değeri Çkb meşçeresinde bulunmuştur. C/N oranı bakımından en düşük değer Çkb meşçeresinde bulunmuş ve istatistiksel olarak diğer iki meşçereden farklılık göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Gelişim çağlarına göre ibrelerdeki yıllık ortalama karbon ve azot içerikleri (n=11).

	Çkab	Çkb	Çkc	F	<i>P-değeri</i>
C (%)	52,79±0,20a	52,83±0,29a	52,72±0,22a	0,51	0,950
N (%)	1,76±0,06a	1,96±0,01b	1,72±0,06a	6500	0,003
C/N	30,77±1,17a	26,87±0,20b	31,42±1,30a	5829	0,005

Her sütunda bulunan aynı harfler istatistiksel olarak fark olmadığını gösterir.

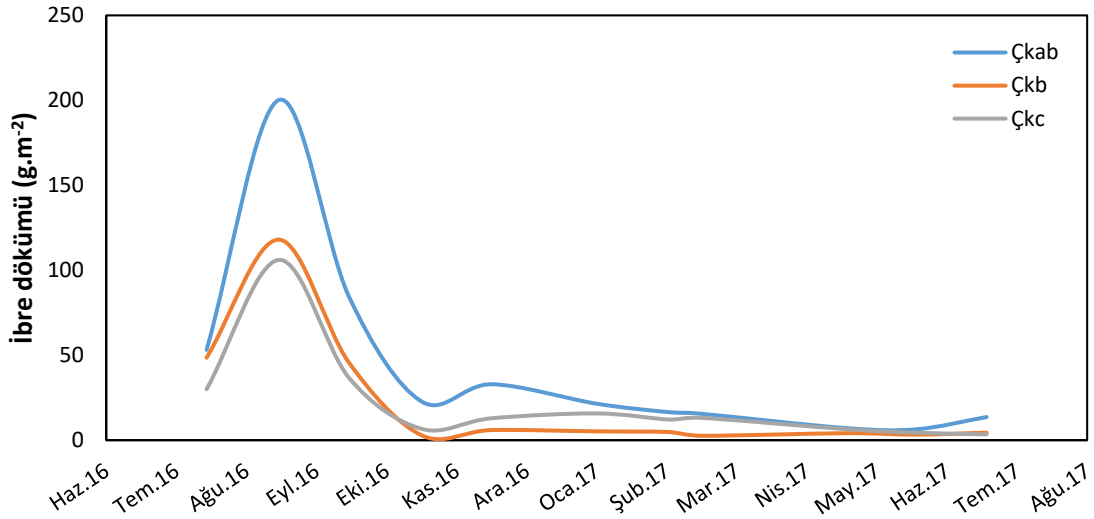
Tekrarlayan ölçümlerde yapılan ANOVA sonuçlarına göre ibre döküm miktarı ve bu yolla toprağa dönen C ve N miktarı hem zamana hem de farklı gelişim çağlarına göre istatistiksel farklılık ($P<0,01$) göstermektedir (Çizelge 3). Tukey Post-hoc testine göre Çka meşçeresinde ibre dökümü, C ve N miktarı bakımından Çkb ve Çkc meşçeresinden fazladır. Çkb ve Çkc meşçerelerinde ise istatistiksel fark bulunamamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 3. Farklı gelişim çağlarında ibre dökümü, karbon ve azot değerlerine ait tekrarlayan ölçümlerde iki yönlü (two way) ANOVA sonuçları.

İbre Dökümü (g.m ⁻²)	df	F	<i>P-değeri</i>
Zaman	2	79,054	0,000
Gelişim Çağı	2,061	926,593	0,000
Zaman x Gelişim çağı	4,1220	43,814	0,000
Karbon (g.m⁻²)			
Zaman	2	75,497	0,000
Gelişim Çağı	2,027	889,889	0,000
Zaman x Gelişim çağı	4,053	42,070	0,000
Azot (g.m⁻²)			
Zaman	2	53,113	0,000
Gelişim Çağı	2,015	938,464	0,000

Zaman x Gelişim çağı	4,030	25,840	0,000
----------------------	-------	--------	-------

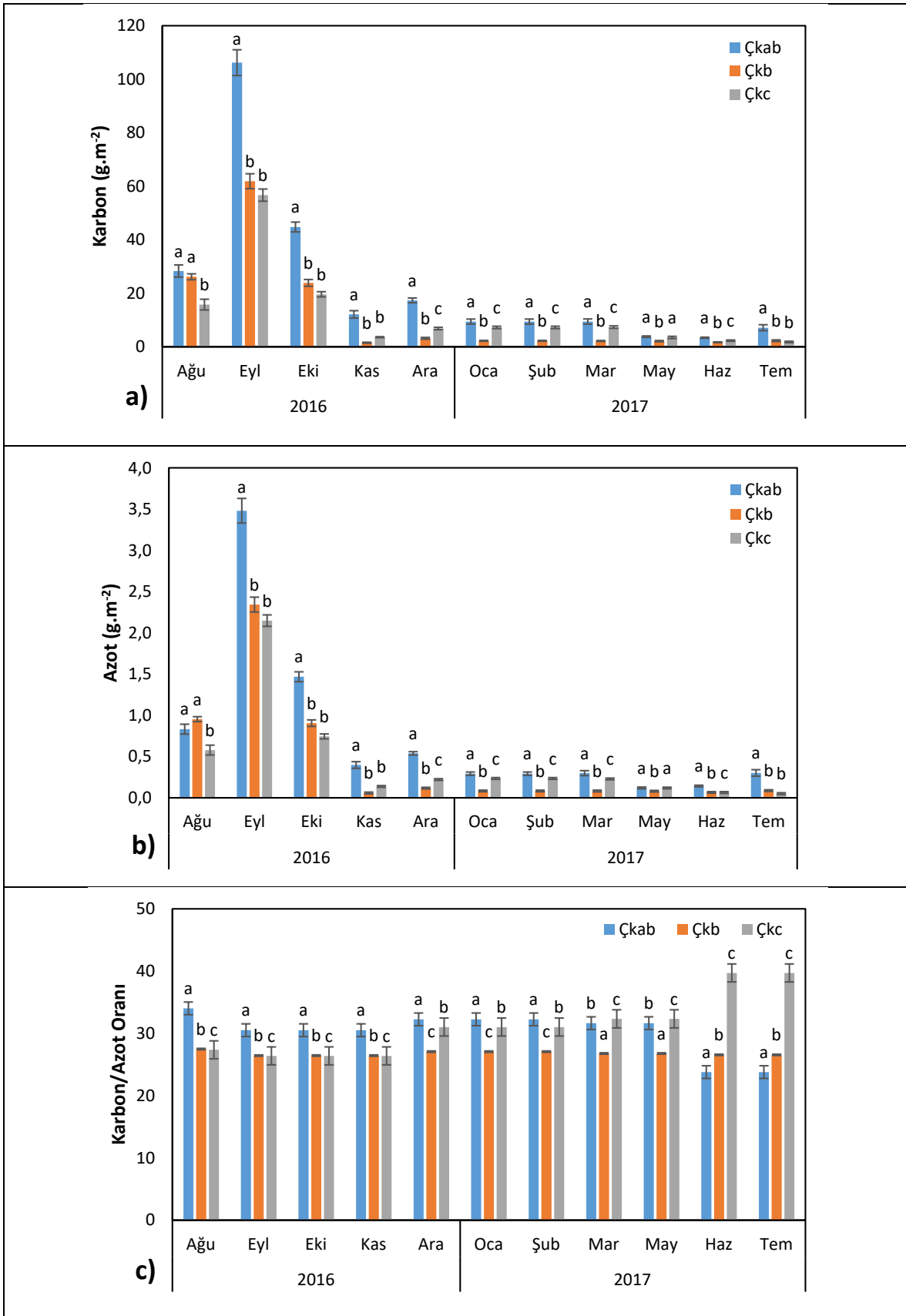
Döküm yolu ile gelen ibre miktarının zamansal değişimi incelendiğinde ibre dökümünün yıl boyunca devam ettiği görülmektedir. Ağustos sonunda dökümün arttığı, en yoğun dökümün eylül ayında olduğu ve kasım ayında dökümün limit değere ulaştığı belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Gelişim çağılarına göre ibre döküm miktarının aylık değişimi.

Ölüörtü dökümü ile gelen ibrelerin C ve N miktarları aylık hesaplanmıştır (Şekil 2). İbre dökümü ile ekosisteme giren yıllık toplam C miktarı Çkab meşçeresinde 251 g.m^{-2} iken Çkb ve Çkc meşçeresinde sırası ile 129 g.m^{-2} ve 131 g.m^{-2} olarak belirlenmiştir (Şekil 2a). Ekosisteme giren yıllık toplam N miktarı Çkab meşçeresinde $8,15 \text{ g.m}^{-2}$ iken Çkb ve Çkc meşçeresinde sırası ile $4,85 \text{ g.m}^{-2}$ ve $4,73 \text{ g.m}^{-2}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 3b).

Varyans analizi sonucuna göre Çkc (31,42) meşçerelerindeki karbon/azot (C/N) oranı Çka (30,77) ve Çkb (26,87) meşçerelerine göre daha fazla belirlenmiştir (Şekil 3b).



Şekil 3. Gelişim çağılarına göre ibrelerdeki karbon (a), azot (b) ve karbon/azot oranının (c) aylara göre değişimi. (Gelişim çağıları her ay için kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Aylar arasında bir karşılaştırma yapılmamıştır.)

4. Tartışma ve Sonuç

Orman ekosistemlerinde mineral besin maddelerinin ve karbon girdisinin önemli bir kısmı ibre ve diğer bitki bileşenlerinin dökümü ile gerçekleşmektedir. Bu yüzden ibre dökümünün ölçülmesi, modellenmesi ve tahmini küresel karbon döngüsü ve karbon birikimi bakımından önemlidir (Liski vd., 2005). Ayrıca ibre dökümü net birincil üretimin önemli bileşenlerindedir ve fenolojik gözlemler için de çok önemlidir (Berg ve McClaugherty, 2020; Hansen ve ark., 2009).

Farklı gelişim çağlarındaki karaçam meşcerelerine, yıllık ortalama ibre döküm miktarı sırası ile 474,72 g.m⁻² (Çkab), 245,51 g.m⁻² (Çkb) ve 248,42 g.m⁻² (Çkc) olarak bulunmuştur. İbrelili türlerde ölüörtü dökümü tüm yıl devam etmektedir fakat dökümün en yoğun olduğu aylar ağustos-ekim arasında olmaktadır (Berg ve Laskowski, 2005). Yapılan çalışmada da ibre dökümünün zamansal farklılık gösterdiği şekil 2’de ve tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile belirlenmiştir. Ayrıca ibre dökümünün meşcere yaşının artmasına bağlı olarak azalması konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalar ile uyum göstermektedir (Albrektson, 1988; Vogt ve ark., 1986; Augusto ve ark., 2002). Meşcere yaşı ilerledikçe döküm miktarındaki azalmanın ağaçların ölmesi ile alandaki ağaç sayısının değişmesi ve toprak besin maddesi miktarındaki azalıştan kaynaklandığı belirtilmiştir (Gower ve ark., 1996; Wu ve ark., 2020). Karaçam ibre dökümüne ait literatür incelendiğinde, konu ile ilgili Türkmen dağında yapılan bir çalışmada ibre döküm miktarı literatürde verilen bilgilerin aksine meşcere yaşı ile doğru orantılı olarak artmıştır. Farklı gelişim çağlarındaki ibre döküm miktarı 185,8 g.m⁻² (Çkb3), 199,4 g.m⁻² (Çkc3) ve 241,1 g.m⁻² (Çkd3) olarak bulunmuştur (Koray ve Tolunay, 2020). Irmak ve Çepel (1968) Belgrad Ormanı’nda yıllık ibre döküm miktarını 452,5 g.m⁻² olarak belirlerken, İskoçya’da ortalama döküm miktarı 213,3 g.m⁻² (Miller ve ark., 1976), Yunanistan’da döküm miktarı 250 g.m⁻² bulunmuş ve bu döküm miktarının ılıman kuşak için az olduğu belirtilmiştir (Kavvadias ve ark., 2001). Avusturya’daki karaçam plantasyonlarında ise dökümün 350-380 g.m⁻² olduğu belirtilmiştir (Bray ve Gorham, 1964). İspanya’da yanan ve yanmayan sahalardaki karaçam meşcerelerinde yürütülen bir çalışmada yanmayan alanda 142,3 g.m⁻² ibre dökümü olurken yanan alanda 206,6 g.m⁻² olduğu ve bu farkın önemli (p=0,0091) olduğu belirtilmiştir (Espinosa ve ark., 2018; Espinosa ve ark., 2020). Farklı yetişme ortamlarında ölüörtü döküm miktarı 155 g.m⁻² ile 680 g.m⁻² arasında değişiklik gösterdiği belirtilmektedir (Vogt vd., 1986).

Farklı gelişim çağındaki karaçam meşcerelerinde yıllık ortalama karbon oranı ortalama %52,8 bulunmuştur. Buna bağlı olarak ibre dökümü ile gelen karbon miktarları

Çkab3 meşçeresinde 251 g.m^{-2} , Çkb3 meşçeresinde 129 g.m^{-2} ve Çkc3 meşçeresinde 130 g.m^{-2} olarak belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda da bitkisel kütledeki karbon oranı çok değişmediğinden döküm yolu ile toprak ekosistemine giren karbon miktarının birbirine yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Türkmen Dağında dökülen ibrelerde ölçülen karbon yüzdesi ve miktarı Çkb3 (%50,17): $93,3 \text{ g.m}^{-2}$, Çkc3 (%51,86): $103,1 \text{ g.m}^{-2}$ ve Çkd3 (%51,36): $124,1 \text{ g.m}^{-2}$ olarak bulunmuştur (Koray ve Tolunay, 2020). Espinosa ve ark. (2020) ibre dökümü ile gelen karbon miktarını korunan alanlarda (%51,3) $72,99 \text{ g.m}^{-2}$ yanan alanlarda (%51,5) $106,39 \text{ g.m}^{-2}$ olduğunu belirtmiştir.

Yapılan çalışmada ibrelerdeki azot miktarının diğer çalışmalarda aynı türe ilişkin değerlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Karaçam meşçerelerinde yıllık ortalama azot miktarları Çkab meşçeresinde $8,15 \text{ g.m}^{-2}$, Çkb meşçeresinde $4,85 \text{ g.m}^{-2}$ ve Çkc meşçeresinde $4,73 \text{ g.m}^{-2}$ olarak belirlenmiştir. Döküm yolu ile toprak ekosistemine giren azot miktarlarını Irmak ve Çepel (1968) Belgrad Ormanında (%0,58) $2,65 \text{ g.m}^{-2}$ olarak bildirmiştir. Türkiye'deki en düşük değerler ise Türkmen Dağında Çkb3 (%0,17): $0,31 \text{ g.m}^{-2}$, Çkc3 (%0,24): $0,48 \text{ g.m}^{-2}$ ve Çkd3 (%0,27): $0,69 \text{ g.m}^{-2}$ olarak bulunmuştur (Koray ve Tolunay, 2020). Alaçam dağlarında yapılan bir başka çalışmada dökülen ibrelerdeki toplam azot oranlarının en düşük %0,37 en yüksek %0,57 ve ortalama %0,47 arasında bulunduğu tespit edilmiştir (Sevgi ve ark., 2010). Espinosa ve ark. (2020) ibre dökümü ile gelen azot miktarının korunan alanlarda (%0,4) $0,56 \text{ g.m}^{-2}$ ve yanan alanlarda (%0,46) $0,95 \text{ g.m}^{-2}$ olarak belirtmiştir. Kavvadias ve ark., (2001) Yunanistan'da iyi yetişme ortamlarında (%0,51) $1,34 \text{ g.m}^{-2}$ kötü yetişme ortamlarında ise bu değeri $1,13 \text{ g.m}^{-2}$ (%0,46) olarak belirtmişlerdir.

Sonuç olarak ülkemizde ölüörtü dökümü ile toprak ekosistemine ulaşan karbon ve azot miktarları ile ağaç bileşenlerinin dökülme oranlarının belirlenmesine yönelik araştırma sayısı oldukça azdır. Yapılan çalışma ile söz konusu çalışmalara bir yenisini daha eklenmiştir. Ancak ölüörtü dökümü ile ilgili çalışmaların sayısının artırılması yanında uzun dönem ölçümlerinin yapılması da gerekmektedir. Döküm çalışmaları ile birlikte ölüörtü bileşenlerinin ayrışma oranlarının bilinmesi ve bu yolla toprak ekosistemine giren bitkisel kökenli organik maddede tutulan besin elementlerinin zamansal salım miktarlarının da bilinmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü birimi tarafından OF090316B10 numaralı proje ile ve TÜBİTAK tarafından 2150572 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akkaya, D., ve akır, F. (2022). ankırı Eldivan yöresinde Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) doğal gençliklerine am Ökseotu (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) bulaşma derecesinin belirlenmesi ve silvikültürel yaklaşımlar. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 73-79.
- Albrektson, A., (1988). Needle litterfall in stands of *Pinus sylvestris* L. in Sweden, in relation to site quality, stand age and latitude. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 3(1-4), 333-342.
- Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D., & Rothe, A. (2002). Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59(3): 233-253.
- Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Martínez Pastur, G., & Monelos, L. (2015). Litterfall and nutrients return in *Nothofagus antarctica* forests growing in a site quality gradient with different management uses in Southern Patagonia. *European journal of forest research*, 134(1), 113-124.
- Berg, B., & Laskowski, R. (2005). *Litter decomposition: a guide to carbon and nutrient turnover*. Academic Press New York.
- Berg, B., & McClaugherty, C. (2020). *Plant Litter Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration*. Springer, Switzerland.
- Bray, J.R., & Gorham, E. (1964). *Litter production in forests of the world*. (Ed: Cragg, J.B.), *In: Advances in ecological research*. Academic Press, London, 101-157.
- akır, M., & Akburak, S. (2017). Litterfall and nutrients return to soil in pure and mixed stands of oak and beech. *Journal of The Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(2), 185-200.
- akır, M. (2019). The negative effect of wood ants (*Formica rufa*) on microarthropod density and soil biological quality in a semi-arid pine forest. *Pedobiologia* 77, 150593.
- akır, M., Akburak, S., ve Sargıncı, M. (2019). ankırı Bölgesi Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Meşcerelerinde Ölüörtü Ayrışması ile Mikroeklembacaklılar ve Mikrobiyal Aktivitenin Zamansal Değişimi ve Toprağa Verilen Besin Maddeleri, TUBİTAK, Proje No: 215O572, Ankara, 125.
- akır, M., akır, F., ve Yalçıntekin, H.İ. (2020). ankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında humus formlarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 82-90.

- Çömez, A., ve Güner, Ş.T. (2022). *Karaçam ağaçlandırmalarının karbon bütçesi. (Ed: Sevgi, O., Tecimen, B., Okan, T.), In: Karaçam. Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara., 190-208.*
- Espinosa, J., Madrigal, J., De La Cruz, A., Guijarro, M., Jimenez, E., & Hernando, C. (2018). Short-term effects of prescribed burning on litterfall biomass in mixed stands of *Pinus nigra* and *Pinus pinaster* and pure stands of *Pinus nigra* in the Cuenca Mountains (Central-Eastern Spain). *Science of the Total Environment*, 618(1), 941-951.
- Espinosa, J., Madrigal, J., Pando, V., De la Cruz, A., Guijarro, M., & Hernando, C. (2020). The effect of low-intensity prescribed burns in two seasons on litterfall biomass and nutrient content. *International Journal of Wildland Fire*, 29(11), 1029-1041.
- Gower, S.T., McMurtrie, R.E., & Murty, D. (1996). Aboveground net primary production decline with stand age: potential causes. *Trends in Ecology & Evolution* 11, 378-382.
- Hansen, K., Vesterdal, L., Schmidt, I.K., Gundersen, P., Sevel, L., Bastrup-Birk, A., Pedersen, L.B., Bille-Hansen, J., (2009). Litterfall and nutrient return in five tree species in a common garden experiment. *Forest ecology and management*, 257(10), 2133-2144.
- Huang, W., & Spohn, M. (2015). Effects of long-term litter manipulation on soil carbon, nitrogen, and phosphorus in a temperate deciduous forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 83(1), 12-18.
- Irmak, A., Çepel, N., (1968). Belgrad Ormanı'nda seçilen birer kayın, meşe ve karaçam meşcerelerinde yıllık yaprak dökümü miktarı ve bu yolla toprağa verilen besin maddelerinin tespiti üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18(A), 53-76.
- Kavvadias, V.A., Alifragis, D., Tsiontsis, A., Brofas, G., & Stamatelos, G. (2001). Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece. *Forest ecology and management*, 144(1), 113-127.
- Kopáček, J., Cudlín, P., Fluksová, H., Kaňa, J., Pícek, T., Šantrůčková, H., Svoboda, M., & Vaněk, D. (2015). Dynamics and composition of litterfall in an unmanaged Norway spruce (*Picea abies*) forest after bark-beetle outbreak. *Boreal Environment Research*, 20(1), 305–323.
- Koray, E.Ş., ve Tolunay, D. (2020). Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinde döküm ile ekosisteme giren besin maddesi miktarları. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 21(3), 201-214.

- Liski, J., Palosuo, T., Peltoniemi, M., & Sievänen, R. (2005). Carbon and decomposition model Yasso for forest soils. *Ecological Modelling*, 189(1), 168-182.
- Meentemeyer, V., Box, E.O., & Thompson, R. (1982). World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. *BioScience* 32, 125-128.
- Miller, H., Cooper, J.M., & Miller, J. (1976). Effect of nitrogen supply on nutrients in litter fall and crown leaching in a stand of Corsican pine. *Journal of Applied Ecology*, 13(1), 233-248.
- Nakagawa, M., Ushio, M., Kume, T., & Nakashizuka, T. (2019). Seasonal and long-term patterns in litterfall in a Bornean tropical rainforest. *Ecological Research* 34, 31-39.
- Pitman, R., Bastrup-Birk, A., Breda, N., & Rautio, P. (2010). *Sampling and Analysis of Litterfall*. (Ed: Cools, N., de Vos, B.), In: *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg, Germany.
- Sayer, E.J. (2006). Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biological reviews*, 81(1), 1-31.
- Sayer, E.J., & Tanner, E.V. (2010). Experimental investigation of the importance of litterfall in lowland semi-evergreen tropical forest nutrient cycling. *Journal of Ecology*, 98(5), 1052-1062.
- Sevgi, O., Yılmaz, O.Y., Carus, S., DüNDAR, T., Kavgaç, A., ve Tecimen, B. (2010). Alaçam Dağları'nda Karaçam Ormanlarının Yükseltiye Göre Beslenme-Büyüme Modelleri ve Odunun Teknolojik Özellikleri. TÜBİTAK-TOVAG 104O551 Sayılı Projenin Kesin Raporu.
- SPSS, (2011). IBM SPSS statistics base 20. SPSS Incorporated, Chicago, IL.
- Tanner, E., Vitousek, P.a., & Cuevas, E. (1998). Experimental investigation of nutrient limitation of forest growth on wet tropical mountains. *Ecology*, 79(1), 10-22.
- Tecimen, B., ve Sevgi, O. (2022). *Karaçam ormanlarında besin madde döngüleri*. (Ed: Sevgi, O., Tecimen, B., Okan, T.), In: *Karaçam*. Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara, pp. 168-188.
- Tuttu, G., ve Ursavaş, S. (2022). Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanının (Çankırı/Eldivan) florası. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 51-65.

- Ukonmaanaho, L., Merilä, P., Nöjd, P., & Nieminen, T.M. (2008). Litterfall production and nutrient return to the forest floor in Scots pine and Norway spruce stands in Finland. *Boreal Environment Research*, 13(1), 67-91.
- Vitousek, P.M., & Sanford, R.L. (1986). Nutrient cycling in moist tropical forest. *Annual review of Ecology and Systematics*, 17(1): 137-167.
- Vogt, K.A., Grier, C.C., & Vogt, D. (1986). Production, turnover, and nutrient dynamics of above-and belowground detritus of world forests. *Advances in Ecological Research*, 15(1), 303-378.
- Wu, H., Xiang, W., Ouyang, S., Xiao, W., Li, S., Chen, L., Lei, P., Deng, X., Zeng, Y., & Zeng, L. (2020). Tree growth rate and soil nutrient status determine the shift in nutrient-use strategy of Chinese fir plantations along a chronosequence. *Forest Ecology and Management* 460, 117896.
- Zhang, H., Yuan, W., Dong, W., & Liu, S. (2014). Seasonal patterns of litterfall in forest ecosystem worldwide. *Ecological Complexity*, 20(1), 240-247.

Bazı Ihlamur (*Tilia* sp.) Türlerinde Farklı Aşılama Yöntemlerinin ve Zamanının Aşı Tutma Başarısına Etkisi*

The Effect of Different Grafting Methods and Timing on Graft Success in Some Linden (*Tilia* sp.) Species

 Rabia Parmaksızoğlu Yan¹,  Şemsettin Kulaç¹

Özet

Ihlamur dünya genelinde coğrafik olarak Kuzey Yarımküre'nin ılıman ve subtropikal bölgeleri arasında yayılış yapar. Ülkemizde doğal olarak yetişen 4 ihlamur taksonu vardır. Ihlamur gıda, tıbbi (ilaç), kozmetik, el sanatlarında kullanımı, süs bitkisi olarak kullanımı ve kent merkezlerinde yer alan açık yeşil alanlarda çok sık kullanılmasından dolayı rekreasyon amaçlı hizmet vermesi gibi çok fazla özelliğe sahiptir. Bu durum ihlamurun ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan çok fazla değere sahip olmasına yol açmaktadır. Bu çalışma ile ihlamurun aşılı fidan üretimini kolaylaştırarak ve hızlandırarak, ekonomik, ekolojik ve sürdürülebilirlik bakımından veriminin artırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada *Tilia tomentosa* anacının üzerine *Tilia tomentosa*, *Tilia. Henryana*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* türlerine ait kalemler üç farklı zamanda (Mart, Nisan ve Mayıs) dört farklı aşı yöntemi (yarma, yandan yanaştırma, yongalı göz ve dilcikli) kullanılarak aşılanmıştır. Tür bazında incelendiğinde tüm aylarda ve aşı yöntemlerinde de en düşük aşı başarısı *T. henryana* türünde elde edilmiştir. Aşı yöntemleri tür bazında incelendiğinde ise en düşük tutma başarısı yongalı göz aşısında olduğu belirlenmiştir. Genel olarak yongalı göz aşısı dışındaki tüm aşı yöntemlerinde yüksek tutma başarısı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tilia*, Yandan yanaştırma aşısı, Dilcikli aşı, Yongalı göz aşısı, Yarma aşısı.

Abstract

Linden tree (*Tilia*) is geographically distributed in the temperate and subtropical regions of the Northern Hemisphere worldwide. There are four native linden taxa that naturally grow in our country. Linden has numerous features such as medicinal and cosmetic use, utilization in handicrafts, use as an ornamental plant, and serving as a recreational space in urban green areas. This situation leads to linden having significant ecological, economic, and social value. This study aims to facilitate and accelerate the production of grafted linden seedlings and increase their yield in terms of economy, ecology, and sustainability. In this study, scions belonging to *Tilia tomentosa*, *Tilia henryana*, *Tilia cordata*, and *Tilia platyphyllos* species were grafted onto *Tilia tomentosa* rootstocks using four different grafting methods (cleft grafting, Side grafting, chip budding, and tongue grafting) at three different times (March, April, and May). When examined by species, the lowest graft success rate was obtained in *T. henryana* in all months and grafting methods. When grafting methods were examined by species, the lowest survival rate was determined in chip budding. In general, high survival rates were achieved with all methods except chip budding.

Keywords: Cleft, Spliced approach, Chip budding, Tongue.

Geliş Tarihi: 06.07.2023, Düzeltme Tarihi: 13.07.2023, Kabul Tarihi: 17.07.2023

Adres: ¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

E-mail: xxxx@xxx.xx

*Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 'Bazı Ihlamur (*Tilia* sp.) Türlerinde Farklı Aşılama Yöntemlerinin ve Zamanının Aşı Tutma Başarısına Etkisi'' isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Ormanlar doğal bir kaynak olarak, insanlara gıda, yakıt, barınak, temiz havanın yanında su, ilaç, gelir kaynağı, istihdam, dinlenme ve peyzaj gibi birçok ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel fayda sunar. Ormanlar bir ekosistem olarak, belirli bir ağaç örtüsü, diğer bitki ve hayvan toplulukları ile topraktaki gözle görünmeyen organizmalar arasında cansız çevreyle etkileşim içinde olan canlı bir sistem ve topluluktur. Bu değerli doğal kaynağın maddi ve manevi faydalarının ve hizmetlerinin sonsuza kadar devam etmesi, sürdürülebilirlik ilkesine uygun bir şekilde yönetilmesine bağlıdır (OGM, 2020; Isinkaralar, 2022; Istanbulu ve ark., 2023; Isinkaralar, 2023)

Türkiye, biyolojik çeşitlilik açısından dünyanın sayılı bölgelerinden biridir. 2020 verilerine göre ülkemizin yüzölçümünün yaklaşık %29,4'ü (22.933.000 Ha) ormanlarla kaplıdır ve çeşitli ekosistemleri barındırmaktadır (OGM, 2020). Bu geniş ekosistem çeşitliliği, nadir ve endemik türlerin yanı sıra birçok canlıya ev sahipliği yapmaktadır. Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olan ormanları, farklı alanlarda yayılan birçok odun dışı orman ürününü barındırmaktadır. Odun dışı orman ürünü odun hammaddesi dışında elde edilen bitkisel ve hayvansal ürünleri ifade etmektedir (Kenan ve Tengiz, 2018; Raimov, ve Fakir, 2018; Serin vd., 2019) ve ıhlamurlar, odunsu türler arasında yer alan önemli bir odun dışı orman ürünüdür. Genellikle ağaç formunda, bazen de boylu çalı şeklinde bulunan bu bitkiler kışın yapraklarını dökerler (Tuttu vd., 2017). Ülkemizde ıhlamur türleri, büyük yapraklı ıhlamur (*Tilia platyphyllos*), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra*), gümüşü ıhlamur (*Tilia tomentosa*) ve küçük yapraklı ıhlamur (*Tilia cordata*) olmak üzere 4 taksonla temsil edilir (Davis, 1967). Ihlamurların tepesi seyrek, geniş ve yuvarlak bir şekle sahiptir. Park ve bahçelerde, çiçeklerinin hoş kokusu ve dekoratif yapısı nedeniyle sıkça tercih edilirler. Ihlamurun kabukları ve odunları çeşitli sektörlerde kullanıldığı gibi, çiçeği de önemli bir odun dışı orman ürünüdür (Baytop, 1999).

Tüm dünyada ve özellikle Türkiye'de ıhlamur yetiştiriciliğinde genellikle tercih edilen fide üretimi için en uygun yöntemin vejetatif üretim olduğu öne sürülmüştür (Alan vd., 2022). Bu nedenle ıhlamurların vejetatif çoğaltılmasında aşılama, kesme, daldırma ve mikro üretim yöntemleri kullanılmaktadır (Kizmaz ve Yınları, 1996; Alan vd., 2022). Ihlamurda diltikli, yonga göz, yarma vb. aşılama yöntemleri kullanılmaktadır. Bitkilerde aşılama, bitki hastalıkları ve zararlılarıyla mücadele etmek, verimliliği artırmak, istenen özelliklerin aktarımını sağlamak ve bitki materyali üretimini kolaylaştırmak için önemli bir araçtır. Bu yöntem, bitki yetiştiricilerinin sağlıklı bitkiler yetiştirmesine ve daha iyi ürünler elde

edilmesine yardımcı olurken, tarım sektöründe sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından da önemli bir rol oynamaktadır (Turna ve ark., 2020; Uyanık ve ark., 2022).

Aşılama başarısı; aşılama zamanı, anaç yaşı, boyutu, gelişim durumu, aşı kalemlerinin kalitesi ve miktarına, uygulayıcının deneyimine, aşılama ortamı ve teknik olanaklar gibi faktörlere bağlıdır (Ferrini ve Pisani, 1994). Aşılama zamanı, aşı başarısı için en kritik faktördür (Yetkin, 2010).

Yapılan literatür taramasında kestanede (Dudu Aslan, 2019; Ertan, 2014; Kulaç ve Nayır, 2021; Kulaç ve Özkuru, 2021), Cevizde (Akyüz ve ark., 2016; Akyüz ve Serdar, 2017) ve birçok meyve türünde zamana ve aşı yöntemine bağlı aşı tutma başarısını inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Fakat ekolojik, ekonomik ve estetik olarak önemli yere sahip ıhlamur türü üzerine bu konuda yapılan çalışmalar az sayıdadır. Ayrıca ıhlamurun çimlenme engelini olmasından dolayı uygun aşı zamanı ve yönteminin tüm türlerde çalışılması büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada *T. tomentosa* anacının üzerine *T. tomentosa*, *T. henryana*, *T. cordata*, *T. platyphyllos* türlerine ait kalemler üç farklı zamanda (Mart, Nisan ve Mayıs) ve dört farklı aşı yöntemi (yarma, yandan yanaştırma, yongalı göz ve dilcikli) kullanılarak aşılanmıştır. *T. tomentosa* türünün atlık olarak tercih edilmesindeki sebep ülkemizdeki en geniş yayılış alanına sahip olması ve yapılan bilimsel çalışmalarda iklim değişikliğinin en önemli sorunlarından biri olan kuraklık stresine en dayanıklı ıhlamur türü olmasından dolayıdır (Cantürk ve Kulaç, 2021; Cantürk, 2023). Yapılan çalışma sonucunda en uygun aşı zamanı ve aşı yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ihlamurlar hem odun özelliği hem de odun dışı orman ürünü bakımından önemli değerlere sahiptir. Bu nedenle bu çalışma ile ıhlamur fidanlarının daha kolay ve hızlı üretimi sağlanarak ekonomik, ekolojik ve sürdürülebilirlik bakımından değeri yükseltilmiş olacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Ihlamur Anaçlarının Elde Edilmesi

Çalışma kapsamında kullanılan *T. tomentosa* türüne ait anaçlar, Sakarya- Hendek Orman işletme fidanlığından vejetasyon başlamadan (Aralık 2021 tarihinde) önce tüplü fidan olarak temin edilerek Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Serasına getirilmiştir. Daha sonra fidanları eşit şartlarda yetiştirmek amacıyla 1:1:1 oranında torf, orman toprağı ve perlit karışımı hazırlanmış ve 18x35cm boyutlarındaki polietilen tüplere

repikajları yapılmıştır. Toprak içeriğinin hazırlanmasında ıhlamurun ekolojik istekleri dikkate alınmıştır (Ürgeç, 2001; Langenbruch ve ark., 2012). Toprak karışımında nemi ve havalanmayı artırmak için torf ve perlit kullanılmıştır. Tüpleme işlemi yapılan fidanlar yeni yetiştirme ortamına uyum sağlaması için araştırma serası içerisine yerleştirilmiştir.

2.1.2. Aşı Kalemlerinin Elde Edilmesi

Çalışmada 3'ü yerli (*T. tomentosa*, *T. cordata*, *T. platyphyllos*) ve 1'i yabancı (*T. henryana*) olmak üzere toplam 4 farklı ıhlamur türü kullanılmıştır. Tüm türlere ait aşı kalemleri Düzce Üniversitesi kampüsünde ve araştırma serasında bulunan 8-13 yaşındaki ağaçların son yıllık sürgünlerinden temin edilmiştir. Her tür için en az üç ağaçtan kalem alınmıştır. Aşı kalemleri bu çalışmada kullanılan türlere ait ağaçların son yıllık sürgünlerinden vejetasyon başlamadan, steril budama makasları ile kesilerek alınmıştır. Kalemlerin nemini kaybetmemesi için ıslak telis çuvalı ile sarılmıştır. Daha sonra en az 2-3 göz tomurcuk bulunduran kalemler aşuya uygun boyutlarda kesilerek naylon torbalarla hava almayacak şekilde sarılmış ve Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi soğuk hava deposunda kalemlerin gözlerinin uyunmaması veya soğuktan zarar görmemesi için +4 °C de muhafaza edilmiştir.

2.2. Yöntem

Bu çalışmada iki yaşındaki *T. tomentosa* fidanları anaç olarak kullanılmıştır. Çalışmada 4 farklı ıhlamur türünün (*T. tomentosa*, *T. cordata*, *T. platyphyllos*, *T. henryana*), 4 farklı aşı yöntemi (yarma, yandan yanaştırma, yongalı göz ve dilcikli) kullanılarak 3 farklı zamanda (mart, nisan ve mayıs) *T. tomentosa* fidanlarının üzerine aşılanmıştır. Çalışma kapsamında farklı türlerin zamana ve aşı türüne bağlı olarak tutma başarısı belirlenmiştir. Aşılamadan 45 gün sonra gözlemler yapılmış ve sürgün boyları 5 cm geçenler tutmuş olarak kabul edilmiştir.

Her bir tür için; 4 aşı yöntemi X 3 farklı zaman X üç tekrar X 10 fidan şeklinde toplam 360 fidan kullanılmıştır. Toplamda dört farklı tür için 1440 adet fidan aşılanmıştır.

2.3. İstatistik Analizler

Elde edilen veriler, SPSS 22.0 paket programı kullanılarak değerlendirildi ve varyans analizi uygulandı. Varyans analizi, her bir türün aşı yöntemine ve aşı zamanına bağlı tutma başarısının değişimi ayrı ayrı değerlendirmek için kullanıldı. Varyans analizi sonucunda, istatistiksel olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan değerlere Duncan

testi uygulanarak homojen gruplar belirlendi. Elde edilen veriler sadeleştirilerek tablolara aktarılmış ve yorumlanmıştır.

3. Bulgular

Çalışma kapsamında dört ıhlamur türüne ait kalemlerin üç farklı zamanda ve dört farklı aşı yöntemi kullanılarak *T. tomentosa* türüne ait fidanlar üzerine yapılan aşılarda aşı yöntemine bağlı olarak her ay için değişimini gösteren varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 1. de verilmiştir.

Çizelge 1. Aşı tutma başarısının ay bazında tür ve aşı yöntemine bağlı değişimi.

Yöntem	<i>T. platyphyllos</i>			<i>T. cordata</i>			<i>T. tomentosa</i>			<i>T. henryana</i>		
	Mart	Nisan	Mayıs	Mart	Nisan	Mayıs	Mart	Nisan	Mayıs	Mart	Nisan	Mayıs
Yarma	100 b	100 b	90 b	100 b	100	100 b	100 b	100 a	100 b	90 b	96,67 b	80 b
Yandan Yanaştırma	100 b	100 b	96,67 b	100 b	100	93,33 b	100 b	100 a	93,33 b	95 b	95 b	76,67 b
Yongalı Göz	73,3 a	53,3 a	43,3 a	83,3 a	90	63,3 a	83,3 a	90 a	63,3 a	53,3 a	50 a	43,3 a
Dilcikli	100 b	100 b	96,67 b	100 b	100	96,67 b	100 b	100 a	96,67b	90 b	90 b	76,67 b
F Değeri	64,00	196,00	79,56	25,00	-	34,22	25,00	-	34,22	28,26	44,06	35,89
P Değeri	0,001	0,001	0,001	0,001	-	0,001	0,001	-	0,001	0,001	0,001	0,001

*Dikeyde yer alan aynı harfler arasında istatistiki olarak fark yoktur ($P>0.05$). - Ortalamalar arasında istatistiki farklılık bulunmadığında F değeri hesaplanamamıştır.

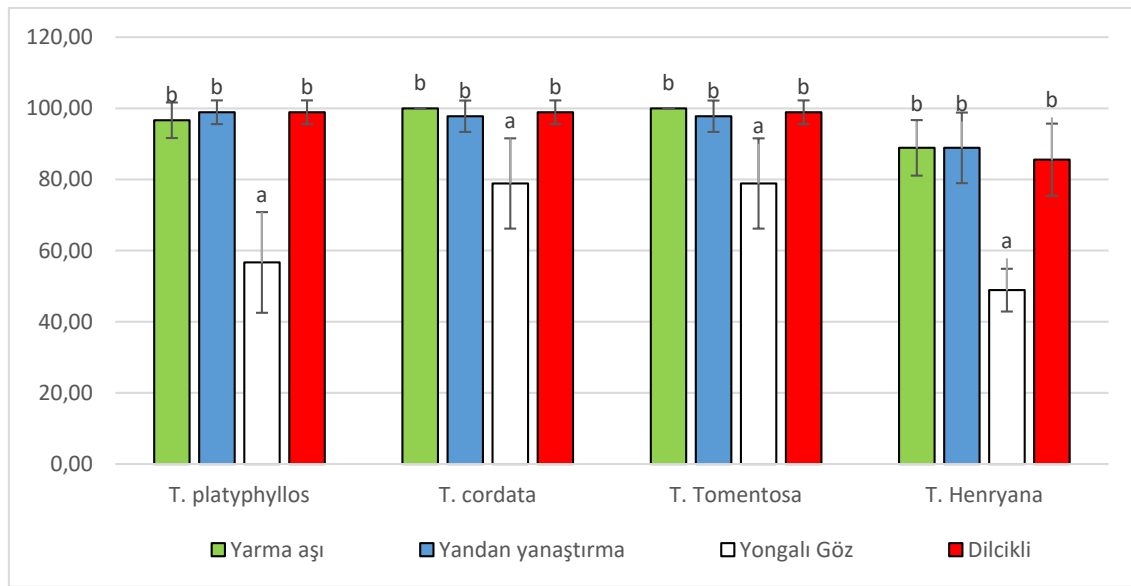
T. platyphyllos'un mart ve nisan aylarında yapılan yarma, yandan yanaştırma ve dilcikli aşı yöntemlerinde % 100 tutma başarısı elde edilirken, yongalı göz aşısında daha düşük tutma başarı görülmüştür. Mayıs ayında aşılanan *T. platyphyllos* kalemlerinde yarma, yandan yanaştırma ve dilcikli aşı yöntemlerinde benzer ve ortalama %95 oranında tutma başarısı elde edilirken, yongalı göz aşısı yarı yarıya daha düşük tutma başarı görülmüştür (Çizelge 1).

T. cordata ve *T. tomentosa* aşılamaalarında mart ve nisan aylarında yapılan yarma, yandan yanaştırma ve dilcikli aşı yöntemlerinde % 100 tutma başarısı elde edilirken, yongalı göz aşısında çok daha düşük tutma başarı görülmüştür. Mayıs ayında aşılanan *T. cordata* ve *T. tomentosa* kalemlerinde yarma aşı yönteminde %100 tutma başarı elde edilirken yandan yanaştırma ve dilcikli aşılarda benzer ve ortalama %95 oranında başarı elde edilmiştir. Mayıs ayında yapılan yongalı göz aşı yönteminde diğerlerine göre daha düşük tutma başarısına sahip olduğu görülmüştür. Benzer durum diğer aşılarda da kısmen gözlemlenmiştir. (Çizelge 1).

T. henryana'nın mart ve nisan aylarında yapılan yarma, yandan yanaştırma ve dilcikli aşı yöntemlerinde % 90 ve üzeri tutma başarısı elde edilirken, yongalı göz aşısının da tüm

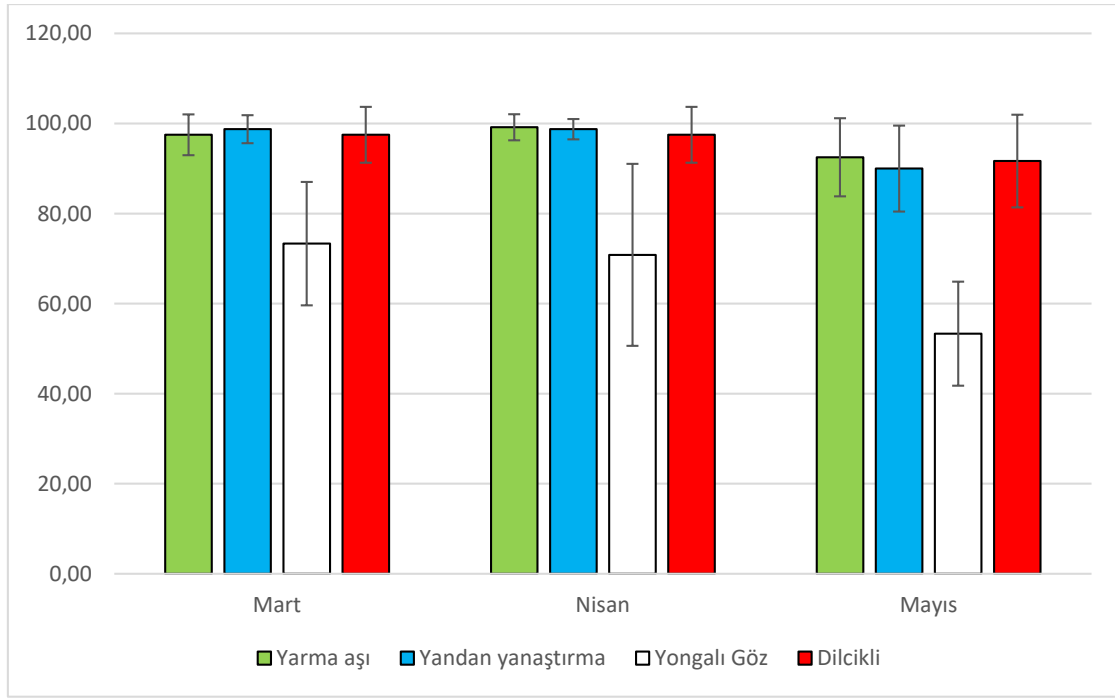
aylarda diğ er aşı yöntemlerine kıyasla yaklaşık olarak yarı yarıya daha düşük tutma başarı görülmüştür. Varyans analizi sonuçlarına göre aşı tutma başarısının *T. cordata* ve *T. tomentosa* türlerinin nisan ayları dışındaki tüm aylarda aşı yöntemine bağlı değişimlerini istatistiki olarak en az %99 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Tüm ayların ortalamasına göre *T. platyphyllos*, *T. cordata*, *T. tomentosa* türlerinin kalemleri yongalı göz aşı yöntemi dışındaki aşı yöntemlerinde %96'in üzerinde tutma başarı sağlandığı görülmektedir. Türler arasında en düşük tutma başarı oranı *T. henryana* türünde görülmüştür. (Şekil 1).



Şekil 1. Ihlamur türlerinin aşı yöntemine göre tutma başarıları.

Kalem alınan tür ayrımı yapmaksızın, yongalı göz aşı yöntemi dışındaki yöntemlerde oldukça yüksek aşılama başarısı mart ve nisan aylarında elde edilmiştir (Şekil 2). Mayıs ayında yandan yanaştırma ve yongalı göz aşılarında diğ er aylara göre tutma başarısının düştüğü gözükmemektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Aylara göre ıhlamur türleri kalemlerinin tutma başarısı.

Ortalama değerlere göre *T. platyphyllos* türünde en düşük tutma başarısı mart ayında (%73,3), nisan ayında (%53,3) ve mayıs ayında (%43,3) yongalı göz aşısında elde edilmiştir. *T. cordata* türünde en düşük tutma başarısı mart ayında (%83,3) nisan ayında (%90) ve mayıs ayında (%63,3) yongalı göz aşısında elde edilmiştir. *T. tomentosa* türünde en düşük tutma başarısı mart ayında (%83,3), nisan ayında (%90) ve mayıs ayında (%63,3) yongalı göz aşısında elde edilmiştir. *T. henryana* türünde ise en düşük tutma başarısı mart ayında (%53,3), nisan ayında (%50) ve mayıs ayında (%43,3) yongalı göz aşısında elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre tüm türler ay bazında incelendiğinde en düşük aşı başarısı yongalı göz aşısında elde edilirken diğer aşı yöntemleri istatistiki olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ortalama değerlere göre *T. platyphyllos* türünde yongalı göz aşısında en düşük tutma başarısı mayıs (%43,33) ve nisan (%53,3) aylarında elde edilirken en yüksek başarı ise mart (%73,33) ayında elde edilmiştir. *T. cordata* ve *T. tomentosa* türlerinde yongalı göz aşısında en düşük tutma başarısı mayıs (%63,33) aylarında elde edilirken mart ve nisan ayları aynı grupta yer almaktadır. *T. henryana* türünde ise yarma aşısı yönteminde en düşük mayıs (%80) ayında, en yüksek nisan (%96,67) ayında elde edilirken yandan yanaştırma aşısı yönteminde en düşük tutma başarısı mayıs (%76,67) ayında elde edilmiştir. Tüm değerler göz önünde alındığında genel olarak mayıs ayında yapılan yongalı göz ve yandan yanaştırma aşılarında başarı oranı diğer aylara göre daha düşük çıkmıştır.

4. Tartışma

Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak yerel ve küresel ölçekte bitki türleri üzerine olumsuz etki edebileceği (Cantürk ve Kulaç, 2021; Koç, 2021; Koç, 2022) varsayıldığında, bu olumsuz çevre koşullarına adaptasyon ve uyum için dayanıklı türler üzerine ekolojik ve ekonomik türlerin aşılansarak veya çelikle üretimi gerçekleştirilerek üstesinden gelinebileceği söylenebilir. Bu çalışma ile küresel iklim değişikliğinin olası etkilerinden olan kuraklık stresine en dayanıklı olduğu belirlenen (Cantürk 2023) ve ülkemizde en geniş yayılışa sahip *T. tomentosa* türü üzerine ekolojik, ekonomik ve estetik açıdan değerli olan 4 ıhlamur türü farklı aşı yöntemleri kullanılarak farklı zamanlarda aşılansarak tutma başarıları incelenmiştir.

Tür bazında incelendiğinde tüm aylarda ve aşı yöntemlerinde en düşük aşı başarısı *T. henryana* türünde elde edilmiştir. Aşı yöntemleri tür bazında ve aşı zamanına bağlı incelendiğinde ise en düşük tutma başarıları yongalı göz aşısında olduğu belirlenmiştir. Tüm türlerde yongalı göz aşısı dışındaki tüm yöntemlerde yüksek tutma başarısı elde edilmiştir. Yongalı göz aşısı hariç diğer aşı yöntemlerinde üç ayda da yüksek tutma başarısında aşılama yapılabileceği, ancak Nisan ayında tutma başarısının ön plana çıktığı söylenebilir. *T. henryana* türünde tüm aşı yöntemlerinde mayıs ayında yapılan aşılansın tutma başarısı mart ve nisan aylarında yapılan aşılansın tutma başarısı ile kıyaslandığında düşüş olduğu görülmektedir. *Tilia tomentosa* Moench, yarma kalem aşısının yongalı göz aşısından yaklaşık olarak iki kat daha fazla olduğunu, nisan ayında yapılan yarma aşılansının tutma başarısı mart ayına oranla %25 daha düşük olduğunu bulmuşlardır (Turna ve ark., 2020). 'Galaxy Gala', 'Pink Lady', 'Fuji', 'Golden Reinders' ve 'Summer Red' çeşitleri M9 anaç üzerine yongalı göz ve dilciksiz aşı metotlarıyla iç ve dış mekanlarda aşılama sonuçlarına göre, sera içinde yapılan dilciksiz aşılansın yongalı göz aşısına göre daha başarılı olduğu belirlemişlerdir (Koyuncu ve Ersoy, 2011). Kivide (*Actinidia deliciosa*, A. Chev) aşı zamanı ve yöntemlerinin aşı başarısı ve fidan gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada, 4 farklı aşı zamanında (erken, orta, geç ilkbahar ve yaz ayları) dilcikli ve dilciksiz kalem ile yongalı göz aşı yöntemleri uygulanan çalışmaya göre dilcikli ve dilciksiz kalem aşı yöntemlerinin yongalı göz aşı yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği bulunmuştur. En yüksek aşı tutma oranının 15 Mart (erken aşı) zamanında olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada, en iyi aşı yönteminin dilcikli ve dilciksiz kalem aşılansın olduğu ve en iyi aşı zamanının ise 15 Mart olduğu belirtilmiştir (Öztürk ve Yazıcıoğlu, 2015). *Castanea sativa* Mill. anacı üzerine iki kestane çeşidine ait kalemler sera ortamında ve açık alanda 4 farklı

aşı yöntemi kullanılarak altı farklı zamanda aşılanan çalışmada sera ortamında yapılan aşılarda açık alana göre iki kat daha başarılı olduğunu ve aşılama yöntemleri arasında dilcikli aşının tüm aylarda (temmuz hariç) en başarılı olduğunu, sadece temmuz ayında ise göz aşısının en başarılı olduğu belirlenmiştir (Uyanık vd., 2022). *C. sativa* Mill. üzerine 4 farklı aşılama yöntemi kullanılarak yapılan çalışmada en başarılı yöntemin yandan yanaştırma aşılama olduğu belirlenirken en düşük başarı yongalı göz aşısında olduğu belirlenmiştir (Kulaç ve Nayir, 2021). Düzce Kaplıdağı kestanesi populasyonuna en başarılı aşılama yöntemi ve en iyi adapte olan kestane çeşitlerini belirlemeye çalışıldığı çalışmada en başarılı aşılama yöntemleri yarma ve dilcikli aşılama olduğunu belirlemiştir (Kulaç ve Özkuru, 2021).

Yapılan birçok çalışmada aşılama yönteminin ve aşılama zamanının aşılama başarısını önemli derecede etkilediğini ortaya koymuştur. Özellikle yapılan çalışmalar türün hangi zaman diliminde ve hangi aşılama yöntemi ile daha yüksek aşılama başarısına sahip olacağı üzerine yoğunlaşmıştır (Dudu 2019; Uyanık, ve ark., 2022). Bu çalışmada benzer kurgu ile yapılmış olup fakat daha önceki çalışmalardan farklı olarak birden çok ıhlamur türünün bir ıhlamur türü üzerine aşılama başarısı incelenmiştir.

5. Sonuç

Türkiye'nin zengin biyolojik çeşitliliği içerisinde yer alan ıhlamur ağaçları, odun dışı orman ürünlerimiz arasında önemli bir yere sahiptir. Doğal yaşam alanlarında meydana gelen iklim değişikliğinden kaynaklanan olumsuz çevresel koşulları, bilinçsiz kullanımı ve tahrip edici uygulamalar, ıhlamur ormanlarının doğal yapısında bozulmalara yol açmıştır.

Bu çalışmada ekolojik etmenlere daha dayanıklı olan *T. tomentosa* anacının üzerine *T. tomentosa*, *T. henryana*, *T. cordata*, *T. platyphyllos* türlerine ait kalemlerin hangi aşılama yönteminin hangi zamanda yapılması neticesinde daha başarılı sonuç verebileceği araştırılmıştır. Tüm aşılama kalemi alınan ıhlamur türlerinde yongalı göz aşılama dışındaki yarma, dilcikli ve yandan yanaştırma aşılama yöntemlerinde aşılama *T. tomentosa* anacının üzerine başarılı şekilde aşılanabileceği söylenebilir. Genel olarak aşılama zamanı ise nisan ve mart aylarında daha uygun olabileceği söylenebilir.

Bundan sonraki çalışmalarda anaç olarak farklı ıhlamur türleri ve farklı aşılama zamanları yaz ortası ve sonbahar ayları da dikkate alınarak ekolojik, ekonomik ve estetik değeri olan bu ıhlamur türlerinin aşılama uyumu ve tutma başarılarının araştırılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Akyüz, B., ve Serdar, Ü. (2017). Tüplü ceviz fidani üretiminde farklı sürgünaşı yöntem ve zamanlarının aşı başarısına etkisi. *Bahçe*, 46(Özel Sayı 2), 267-272.
- Akyüz, B., Öztürk, A., ve Serdar, Ü. (2016). Cevizde çeşit değiştirme asıllarında anaçlarda tepe kesimi zamanı ve kalınlıklarının aşı başarısı üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(2), 179.
- Alan, M., Güngöroğlu, C., ve Coşgun, U. (2022). *Gümüşi İhlamur (Tilia tomentosa)*. Lyon: Livre de Lyon.
- Baytop, T. (1999). *Therapy with medicinal plants in Turkey past and present*, (2. Baskı). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
- Cantürk, U., & Kulaç, Ş. (2021). The effects of climate change scenarios on *Tilia* ssp. in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(12), 771.
- Cantürk, U. (2023). “Kuraklık ve UV-B streslerinin Türkiye’de yayılış gösteren bazı ihlamur (*Tilia* sp.) türlerinde fizyolojik ve biyokimyasal değişimler üzerinde etkisi”. Doktora Tezi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi.
- Dudu Aslan, E. (2019). ‘Farklı aşı yöntemlerinin ve ortam sıcaklığının kestane (*Cestanea sativa* Mill.) aşılarında tutma başarısına etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Düzce
- Ertan, E., Ada, S., ve Alkan, G. (2014). Kestanenin (*Castanea sativa* Mill.) meşe (*Quercus* sp.) üzerine aşılabilirliği ve toplam flavan içeriklerinin mevsimsel değişimi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 13-20.
- Ferrini, F., & Pisani, P.L. (1994). Propagation, planting, bedding and cultivation techniques of chesnut. *Fruit-growing magazine*, 56(11), 65-74.
- Isinkaralar, K. (2022). The large-scale period of atmospheric trace metal deposition to urban landscape trees as a biomonitor. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-10.
- Isinkaralar, O. (2023). Bioclimatic comfort in urban planning and modeling spatial change during 2020–2100 according to climate change scenarios in Kocaeli, Türkiye. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(7), 7775-7786.
- Istanbullu, S. N., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Isinkaralar, O. (2023). Spatial distribution of heavy metal contamination in road dust samples from an urban environment in Samsun, Türkiye. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 110(4), 78.

- Kenan, O. K., ve Tengiz, Y. Z. (2018). Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinin yönetimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(3), 457-471.
- Kenan, O. K., ve Tengiz, Y. Z. (2018). Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinin yönetimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(3), 457-471.
- Key, K., & Kulaç, Ş. (2022). Proof of concept to characterize historical heavy metal concentrations from annual rings of *Corylus colurna*: determining the changes of Pb, Cr, and Zn concentrations in atmosphere in 180 years in North Türkiye. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-11.
- Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ., & Sevik, H. (2022). Determining the 180-year Change of Cd, Fe and Al concentrations in the air by using annual rings of *Corylus Colurna* L. *Water Air & Soil Pollution*, 233(7), 1-13.
- Kizmaz, M., ve Yınları, O. A. E. V. (1996). *Bazi yaprakli ağaç türlerinin vejetatif yolla üretilmesi üzerine araştırmalar*. Ankara: Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Koç, İ. (2021). The effect of global climate change on some climate parameters and climate types in Bolu. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 23(2), 706-719.
- Koç, İ. (2022). Determining the biocomfort zones in near future under global climate change scenarios in Antalya. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences* 8(1), 6-17.
- Koyuncu, F., & Ersoy, N. (2011). Nursery growing in controlled greenhouse and orchard by using various grafting methods in some apple (*Malus domestica* L.) varieties. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1), 243-246.
- Kulaç, Ş., & Nayır, H. N. (2021). Determination of grafting adaptation of some chestnut (*Castanea sativa* Mill.) genotypes with Marigoule (C. Sativa× C. Crenata) cultivar. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(8), 1555-1559.
- Langenbruch, C., Helfrich, M., & Flessa, H. (2012). Effects of beech (*Fagus sylvatica*), ash (*Fraxinus excelsior*) and lime (*Tilia spec.*) on soil chemical properties in a mixed deciduous forest. *Plant and Soil*, 352, 389-403.
- OGM, (2020). 2020 Türkiye Orman Varlığı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. OGM Ofset: Türkiye.

- Öztürk, A. ve Yazıcıoğlu, E. (2015). Aşı zamanı ve yöntemlerinin kivide (*Actinidia deliciosa*, A. Chev) aşı başarısı ve fidan gelişimine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32,1, 23-29.
- Raimov, R., ve Fakir, H. (2018). Orman köylülerinin odun dışı orman ürünlerini kullanım olanakları (Eğirdir Yöresi örneği). *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2, 132-144.
- Serdar, Ü. (2000). "The Effect of Different Grafting Times and Methods on Grafted Nursey Tree Production in Chestnut". Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye.
- Serin, H., Şahin, Y., ve Oktay, S. (2019). Hatay odun dışı orman ürünlerinin swot analizi ile değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 3(1), 84-92.
- Turna, A. T., Ayan., S., Parlak, S., Yılmaz, E., Gülseven, O., ve Akın, S. S. (2020). Gümüşi ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench.)'da aşı başarısı üzerine aşı yöntemi ve zamanının etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 21(1), 1-5.
- Tuttu, G., Ursavaş S., ve Söyler R. (2017). Ihlamur Çiçeğinin Türkiye'deki hasat miktarları ve entobotanik kullanımı. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 60-66.
- Uyanık, E. G., Kulaç, Ş., & Beyazyüz, F. (2022). Effect of grafting method and time on grafting success in Anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(10), 1972-1981.
- Ürgenç, S. İ. (2001). *Ağaçlandırmalar için tür seçimi, tohum ekimi ve fidan dikiminin pratik esasları*. Ankara:TEMA.

Yonga Levha Üretiminde Tutkallama Öncesi ve Sonrası Parafin İlavesinin Levha Özellikleri Üzerine Etkisi

The Effect of Paraffin Addition Before and After Gluing in the Particle Board Production on the Board Properties

 Hasan IŞIK¹,  Oktay GÖNÜLTAŞ¹

Özet

Yonga levha üretiminde levhaların rutubet dayanım özelliklerini iyileştirmek amacıyla parafin emülsiyonu kullanılmaktadır. Parafin endüstriyel yonga levha üretiminde mikser isimli tutkallama makinasında verilmektedir. Bu çalışmada mikser makinasında, veriliş sırasının değiştirilmesinin üretilecek olan yonga levha örneklerinin performans değerlerine etkileri araştırılmıştır. Parafin emülsiyonu, tutkallama öncesi ve sonrası dozajlanmıştır. Yonga levhalar, 18 mm kalınlıkta, 640 kg/m³ yoğunlukta, %32 dış tabaka yonga oranı, %68 orta tabakada yonga oranı olacak şekilde sürekli pres hattında 220 °C sıcaklıkta üretilmiştir. Üretilen levhaların fiziksel özelliklerini belirlemek için su alma ve kalınlığına şişme, mekanik özelliklerini belirlemek için eğilme dayanımı ve yüzeye dik çekme testleri yapılmıştır. Örneklerin formaldehit emisyon değerleri gaz analizi, desikatör ve perforatör metotları ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre parafinin tutkallama işlemi sonrası sisteme verilmesinin formaldehit emisyonu değerlerini desikatör metoduna göre %9.8, perforatör metoduna göre %7, gaz analizi metoduna göre %17.2 oranında düşürdüğü ortaya konulmuştur. Yüzeye dik çekme direnci tutkallama öncesi 0,52 N/mm², tutkallama sonrası 0,50 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Parafinin veriliş sırasının değiştirilmesiyle levhaların fiziksel özellikleri olumsuz etkilenmiştir, ancak mekanik özelliklerde ise önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Parafin, Yonga levha, Üre formaldehit, Formaldehit emisyonu

Abstract

In particle board production, paraffin emulsion is used to improve the physical properties of the boards. Paraffin chemical is given in a gluing machine called a mixer in particle board production. In this study, the effects of changing the order of delivery in the mixer machine on the performance values of the chipboard samples to be produced were investigated. Paraffin emulsion was dosed before and after gluing. Particle boards were produced at 220 °C in a continuous press line with 18 mm thickness, 640 kg/m³ density, 32% surface layer chips ratio and 68% middle layer chips ratio. Formaldehyde emission of the produced boards, water absorption and swelling to the thickness to determine their physical properties, bending strength and internal bonding tests to determine their mechanical properties were carried out. According to the results obtained, it was revealed that the application of paraffin to the system after the gluing process reduced the formaldehyde emission values by 9.8% according to the desiccator method, 7% according to the perforator method, and 17.2% according to the gas analysis method. Internal bonding was determined as 0,52 N/mm² before gluing and 0,50 N/mm² after gluing. The physical properties of the boards were negatively affected by changing the paraffin feeding sequence, but no significant change was observed in the mechanical properties.

Keywords: Paraffin, Particle board, Urea formaldehyde, Formaldehyde emission

1. Giriş

Ahşap esaslı levhaları, yonga levha, yönlendirilmiş yonga levha, lif levha, lamine kaplama, ve kontrplak gibi ürünler olarak sınıflandırmak mümkündür (Hussain ve ark., 2018).

Yonga levha, lignoselülozik malzemelerden elde edilen yongaların sentetik veya biyobazlı tutkallar ile sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle üretilen daha büyük ve geniş ebatlardaki odun esaslı levhalardır (Gözalın, 2016). Ağaç türü, ekstraktif maddeler, permeabilite, odunun rutubet miktarı, odun özgül ağırlığı, yonga tipi ve geometrisi, kabuk kullanımı, presleme şartları, tutkalın türü ve uygulanma şartları, kullanılan katkı maddeleri yonga levhanın performans özelliklerini etkileyen faktörlerden bazılarıdır. Bunlara ilaveten levha üretiminde kullanılan katkı maddeleri, levhaların preslenmesi sırasında tutkalın sertleşme süresinin azaltılmasında, levhaya su iticilik özelliği kazandırılmasında, mantar ve böceğe karşı dayanıklılık sağlamak için kullanılabilir (Güller, 2009). Levha üretiminde kullanılan en yaygın reçineler üre formaldehit (UF), fenol formaldehit (FF) ve melamin formaldehit (MF) tutkallarıdır. Bununla birlikte, üre formaldehit reçinesi diğer alternatiflere göre düşük maliyetlidir. Bu nedenle UF reçinesi daha çok tercih edilmektedir. UF reçinesi kullanmanın dezavantajlarından bazıları ise, üretilen panellerin yüksek formaldehit emisyonuna ve düşük su direncine sahip olmalarıdır (Özlüsoylu ve İstek 2018). UF reçinesi içindeki reaksiyona girmemiş serbest formaldehit, yüksek sıcaklıkta preslemeden sonra bile ahşap panellerden yayılabilir. Ghani ve arkadaşları 0.85 F/U oranına sahip UF reçinesi ile yapılan tutkalın mukavemeti yaklaşık 1.1 F/U oranına sahip reçineden %20 daha düşük olduğunda F/U oranının olması gereken minimum limite ulaştığı sonucunu elde etmişlerdir (Ghani vd., 2018). Yonga levhalarda nem direncinin artırılması için, polimerik izosiyanat veya melamin üre formaldehit reçineleri kullanılmaktadır (Silva vd., 2014). Levhaların su alımına karşı direncini artırmak için parafin de kullanılabilir (Nemli ve ark., 2006). Parafin emülsiyonları ahşap esaslı malzemelerin üretiminde, tekstil endüstrisinde, seramik malzemeler, kağıt, karton gibi çeşitli yüzeylere hidrofobik özelliklerin yanı sıra doğal ve sentetik liflerden yapılmış kumaşlara su geçirmezlik kazandırmak için kullanılır. 25-35 °C'de katı olan parafin veya diğer lipitler içeren emülsiyonlar tipik olarak lipitin erime noktasının 5-10 °C üzerindeki bir sıcaklıkta bir stabilizatör içeren sulu bir fazda dağıtılarak hazırlanır. Parafin kimyasal erime noktasının altında bir sıcaklığa düşürüldüğünde faz ayrışmasına ve katı partiküllerin oluşmasına neden olabilmektedir. Parafin emülsiyonlarının hazırlanmasında ve bu emülsiyonların stabil bir

şekilde depolanmasını sağlamak amacıyla çeşitli, anyonik veya katyonik yüzey aktifleştiriciler sıklıkla kullanılmaktadır (Koroleva vd., 2017). İşlevi, ahşap yongalarını film tabakası ile kaplamak ve böylece su geçirmez hale getirmektir. Bir parafin emülsiyonu ilavesi, ahşabın hidrofilik yapısı nedeniyle levhaların boyutsal kararlılıklarını büyük ölçüde arttırmaktadır.

Chau ve ark. (2015) parafin ile muamele edilmiş çam odunu numunelerinin fiziksel özelliklerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre numunelerin boyutsal kararlılıklarının arttığı ve su alımı değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Iswanto vd. (2017) üre formaldehit tutkalı ile üretilen yonga levha numunelerini fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla parafin, silikon ve palmye yağı kimyasalları ile işleme tabi tutmuşlardır. Su alma ve kalınlığına şişme değerlerinde iyileşme görülmüştür. Mujika-Garai vd. (2007) parafin emülsiyonlarını yonga levhaların suya karşı dayanıklılıklarını arttırmak için kullanmışlardır. Yüzey aktif madde sistemleri ile stabilize edilmiş parafin emülsiyonlarının kullanımı yonga levhaların fiziksel özelliklerini geliştirdiği gözlemlenmiştir.

Yonga levha üretiminde levhanın ıslak mukavemetini sağlamak amacıyla kullanılan parafin emülsiyonu mikserlerde önce yongayla buluşmaktadır. Daha sonrasında tutkal ve diğer kimyasallar verilmektedir. Bu aşamada parafinin içerisindeki yağ içeriğinden dolayı yongaların yüzeyinin ilk önce yağ ile kaplanmasından dolayı, daha sonra verilen tutkal ile yongaların bağ yapmasının engellenebileceği düşünülmektedir. Bu amaçla parafin kimyasalının tutkallamadan sonra verilerek tutkallanmış yongaların üzerinde bir kaplama oluşturarak ıslak mukavemeti ve tutkalın bağ yapma performansını iyileştireceği düşünüldüğünden dolayı bu çalışmanın yapılması planlanmıştır. Endüstriyel olarak üretilen yonga levhaların tutkallama aşamasında, mikserlere eklenen parafinin tutkallamadan önce ve sonra olmak üzere verilmiş sıralamasının levhanın fiziksel, mekanik ve formaldehit emisyon özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Üre formaldehit tutkalı ve odun yongaları Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir. Yonga levhaların üretilmesinde %60 çam odunu yongası, %20 meşe yongası, endüstriyel atık sınıfına giren %10 piyasa talaşı ve %10 kavak kapak çıtasından elde edilen yongalar hammadde olarak kullanılmıştır. Dış tabakada %50 katıda üre formaldehit tutkalı (UF), orta tabakada ise %65 katıda UF tutkalı kullanılmıştır (Çizelge 1). Sertleştirici olarak %25 konsantrasyonda, tutkal katısına göre %2.5 amonyum sülfat

kullanılmıştır. Parafin ise %60 katı madde oranında emülsiyon halinde yongaların kimyasallarla karıştırıldığı yer olan tutkallama makinesinde kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan parafinin özellikleri Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Tutkal özellikleri.

Numune	Katı madde oranı	pH	Jelleşme zamanı (sn)	Yoğunluk (g/cm ³)	Viskozite (cP)	Formaldehit/Üre mol oranı
UF (yüzey tabaka)	50	8,30	54	1,21	35	1,12
UF (orta tabaka)	65	8,55	45	1,28	227	1,17

Çizelge 2. Parafin özellikleri.

Seçenekler	Birim	Maksimum	Minimum	Ortalama
Katı madde	%	65	58	60,02
Yoğunluk	g/cm ³	0,96	0,85	0,95
pH		11	8	0,29
Akma zamanı	saniye	30	10	17

2.1. Yonga Levha Üretimi

Yonga levhalar 16x2100x2800 mm ebatlarında, 640 kg/m³ yoğunlukta, %32 dış tabaka, %68 orta tabaka yonga oranında ve %6 levha rutubetinde, Siempelkamp marka sürekli pres hattında 220°C sıcaklıkta, 150 N/mm² basınçta 580 mm/sn hızda üretilmiştir. Şekil 1’de yonga levha üretiminin aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 1. Yonga levha üretim aşamaları.

2.1. Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Üretilen yonga levhaların su alma, kalınlık artışı özellikleri (TS EN 317, 1999), rutubet oranları (TS EN 322, 1999) ve yoğunlukları (TS EN 323,1999) 50x50 mm boyutlarındaki numunelerle belirlenmiştir.

2.2. Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Mekanik özelliklerin belirlenmesi için yüzeye dik çekme ve eğilme dayanımı testleri İMAL üniversal test makinesiyle gerçekleştirilmiştir. Yüzeye dik çekme direnci TS EN 319 (1999) standardına göre 50x50 mm boyutlarında örneklerle gerçekleştirilmiştir. Eğilme dayanımı testinde ise TS EN 310 (1999) standardı kullanılarak 210x50 mm boyutlarında örneklerle gerçekleştirilmiştir. Yüzey sağlamlığı TS EN 311 (2005) standardına göre 50x50 mm boyutundaki numunelerden elde edilmiştir. Örneklerin vida tutma direnci TS EN 320 standardına uygun olarak 75x75 mm boyutlarında gerçekleştirilmiştir.

2.3. Formaldehit Emisyonu

Yonga levha örneklerinin formaldehit emisyon değerleri belirlenmesi için gaz analizi (TS EN 717-2, 2006), desikatör (JIS A 1460, 2001) ve perfaratör (TS EN 120 1993) metotları kullanılmıştır. Formaldehit emisyon limitleri ülkelerden ülkeye farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, Avrupa ve ABD’de CARB sınıfı emisyon limitleri geçerliken, uzak doğu ülkelerinde JIS standartları yürürlükte. Bu sebeplerden dolayı 3 farklı metolla formaldehit emisyonları test edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Fiziksel Özellikler

Üretilen yonga levhaların rutubet miktarları tutkallama öncesi parafin ilave edilen örnek grubunda (TÖ) %6.19 ve tutkallama sonrası parafin ilave edilen örnek grubunda (TS) %6.36 olarak elde edilmiştir. Yonga levhaların yoğunluk değerleri TÖ’de 630 kg/m^3 , TS’de ise 626.9 kg/m^3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). TÖ su alma değerleri TS’den daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Parafinin tutkallama öncesinde kullanımının oldukça yaygın olduğu ve levhaların fiziksel özelliklerini olumlu etkilediği bilinmektedir (Essid vd., 2021). Özçiftçi ve ark., (2017), tutkal ve parafin oranının yönlendirilmiş yonga levhaların fiziksel özelliklerine etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarında, tutkal ve parafin oranı yüksek levhalarda fiziksel test sonuçlarının daha üstün performans gösterdiğini aktarmışlardır. Sonuçlardan da anlaşıldığı gibi tutkallama sonrası parafin ilavesinin levhanın

fiziksel özelliklerini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Yonga levhaların fiziksel özellikleri.

Test	Birim	TÖ	TS	Limitler
Rutubet	%	6.19 (0.14)	6.36 (0.05)	5
Şişme 2 saat	%	9.03 (2.67)	10.52 (1.10)	15
Su Alma 2 saat	%	51.15(10.42)	59.19 (5.87)	80
Ham Levha Ort. Yoğunluğu	kg/m ³	630.02 (7.54)	626.98 (13.36)	600

TÖ: Tutkallama öncesi parafin ilave edilen örnek grubu, TS: Tutkallama sonrası parafin ilave edilen örnek grubu

Çizelge 4. Yonga levhaların fiziksel özellikleri (t testi sonuçları).

Test	n	Gruplar	Ortalama	Standart sapma	t	p
Rutubet	3	TÖ	6.19	0.14	-2.041	0.111
		TS	6.36	0.05		
Şişme	5	TÖ	9.03	2.67	-1.151	0.283
		TS	10.52	1.10		
Su Alma	5	TÖ	51.15	10.42	-1.503	0.171
		TS	59.19	5.87		
Ham Levha Ort. Yoğunluğu	20	TÖ	630.02	7.54	886	0.381
		TS	626.98	13.36		

Üretilen yonga levhaların t-testi analizleri SPSS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 4'te yonga levhaların fiziksel test sonuçlarının t- testi istatistik analizleri gösterilmektedir. T-testi istatistik analizi sonucunda homojen olarak dağılım gösterdiği ancak $p>0.05$ olduğundan tutkallama öncesinde ve tutkallama sonrasında parafinin kullanılması fiziksel test sonuçlarında anlamlı farklılık oluşturmadığı görülmüştür.

3.2. Mekanik Özellikler

Eğilme dayanımı TÖ için 13.44 N/mm^2 , TS için ise 14.03 N/mm^2 olarak elde edilmiştir (Çizelge 5). TÖ yüzeye dik çekme direnci 0.52 N/mm^2 ile TS'den daha iyi performans göstermiştir. Her iki örnek grubunun yoğunluk değerleri de karşılaştırıldığında TÖ yüzeye dik çekme sonuçlarının yoğunluk değerleriyle doğru orantılı olarak elde edildiği gözlemlenmektedir. Üretilen levhalar, TS EN 312 standardına göre P2 sınıfı yonga levha test limitlerini karşılamaktadır. Gözalan (2016) yüksek lisans tez çalışmasında, parafin kullanımının yonga levhaların mekanik sonuçlarında belirgin farklılıklar oluşturmadığını gözlemlemiştir. Xu ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan çalışmada, parafin kullanımının mekanik özellikleri olumsuz etkilemediği ancak kullanım oranının kontrollü bir şekilde artırılması gerektiğini ve belirli bir noktadan sonra yüzeye dik çekme dayanımını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Yüzey dayanıklılığı 1.51 N/mm^2 ve vida çekme direnci değeri 801.3 N ile TS örnek grubu TÖ'dan daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5. Yonga levhaların mekanik özellikleri.

Test	Birim	TÖ	TS	Limitler
Eğilme dayanımı	(N/mm ²)	13.44 (2.20)	14.03 (2.62)	11
Elastikiyet modülü	(N/mm ²)	2571.76 (412.34)	2556.77 (401.34)	≥ 1800
Yüzeğe dik çekme direnci	(N/mm ²)	0.52 (0.04)	0.5 (0.07)	0.35
Yüzey dayanıklılığı	(N/mm ²)	1.45 (0.08)	1.51 (0.14)	0.8
Geri çekme vidalaması kenar	N	755.67 (69.58)	801.33 (84.11)	450

TÖ: Tutkallama öncesi parafin ilave edilen örnek grubu, TS: Tutkallama sonrası parafin ilave edilen örnek grubu, n: Numune sayısı

Çizelge 6. Yonga levhaların mekanik özellikleri (t testi sonuçları).

Test	n	Gruplar	Ortalama	Standart sapma	t	p
Eğilme dayanımı	6	TÖ	13.44	2.20	-0.426	0.679
		TS	14.03	2.62		
Elastikiyet modülü	6	TÖ	2571.76	412.34	0.064	0.950
		TS	2556.77	401.34		
Yüzeğe dik çekme direnci	6	TÖ	0.52	0.04	0.525	0.611
		TS	0.50	0.07		
Yüzey dayanıklılığı	6	TÖ	1.45	0.08	-1.025	0.329
		TS	1.51	0.14		
Geri çekme vidalaması kenar	3	TÖ	755.67	69.58	-0.725	0.509
		TS	801.33	84.11		

Çizelge 6'da yonga levhaların mekanik test sonuçlarının t-testi istatistik analizleri gösterilmektedir. T-testi istatistik analizinde homojen olarak dağılım gösterdiği ancak $p > 0.05$ olduğundan iki varyasyon arasında parafinin kullanılmasının mekanik test sonuçlarında anlamlı farklılık oluşturmadığı sonucu elde edilmiştir.

3.3. Formaldehit Emisyonu Test Sonuçları

Çizelge 7'de yonga levha örneklerinin formaldehit emisyonu testi sonuçları gösterilmiştir. Formaldehit emisyonu sonuçları desikatör, perferatör ve gaz analizi metotları olmak üzere 3 farklı yöntemle belirlenmiştir. Uygulanan üç farklı yöntem sonucunda da TS formaldehit emisyonu sonuçları TÖ'den daha düşük olduğu sonucu elde edilmiştir. Sonuçların perferatör metodunda E1 sınıfı yonga levhalar için belirlenen limitler dahilinde olduğu gözlemlenmiştir. İstek ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptıkları çalışmada, üretilen 18 mm kalınlıkta, 700 kg/m³ yoğunluktaki yonga levhaların perferatör metoduna göre formaldehit emisyonu sonucu 11,8 mg/100g olarak belirlenmiştir (İstek ve ark., 2018).

Çizelge 7. Formaldehit emisyonu sonuçları.

	Desikatör metodu (mg/L)	Perfaratör metodu (mg/100g)	Gaz analizi metodu (mg/m²h)
TÖ	3.46	6.94	4.66
TS	3.12	6.45	3.86
Limitler	JIS A 1460-2001 ≤0.3/0.4 mg/L F☆☆☆☆ ≤0.5/0.7 mg/L F☆☆☆ ≤1.5/2.1 mg/L F☆☆	EN13986:2005 TS EN 120 ≤8 mg/100 g E1	EN13986:2005 TS EN 717-2 (≤3,5 mg/m ² h).

Çizelge 8. Formaldehit emisyonu t-testi sonuçları.

Test	Gruplar	Ortalama	Standart sapma	t	p
Desikatör	TÖ	3.46	0.06	9.016	0.002
	TS	3.12	0.03		
Perfaratör	TÖ	6.94	0.02	27.591	0
	TS	6.45	0.03		
Gaz analizi	TÖ	4.66	0.07	16.692	0
	TS	3.86	0.04		

Çizelge 8’de yonga levhaların formaldehit emisyonu sonuçlarına yapılan t-testi analizi sonuçları gösterilmektedir. Üç farklı metodla değerlendirilen formaldehit emisyonu sonuçlarının homojen olarak dağıldığının ve $p < 0.05$ olduğundan dolayı anlamlı farklılık oluşturduğu belirlenmiştir.

4. Sonuçlar

Levhaların eğilme dayanımı, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme, yüzey dayanıklılığı, geri çekme vidalaması kenar testi değerlerinde Çizelge 5’de gösterilen limit değerlerinden üstün performans gösterdiği ancak parafin verilmiş sırasının mekanik test sonuçlarında anlamlı farklılıklar oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Parafinin tutkallama öncesi uygulanması ile üretilen levhalarda rutubet %6.19, su alma %51.15, kalınlığına şişme %9.03 değerleri elde edilmiş ve fiziksel test sonuçlarının tutkallama sonrası varyasyona göre daha iyi performans gösterdiği sonucu elde edilmiştir.

Parafin emülsiyonlarının tutkallama öncesi ve sonrasında sisteme dâhil edilmesinin yonga levha örneklerinin mekanik özelliklerinde belirgin bir değişiklik elde edilememiştir. Parafinin tutkallama işlemi sonrasında ilave edilmesi formaldehit emisyonu değerlerini desikatör metoduna göre %9.8, perfaratör metoduna göre %7, gaz analizi metoduna göre %17.2 oranında düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Daha sonraki çalışmalarda parafin ilavesinin TÖ ve TS sonuçlarının, parafin ilave edilmeden elde edilecek fiziksel ve mekanik sonuçlarla kıyaslanması çalışılabilir.

Teşekkür

Bu çalışmada, yardımlarından dolayı Bursa Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümünden Doç. Dr. Oktay Gönültaş ve doktora öğrencisi Sn. Onur Aykanat'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Chau, T., Ma, E., & Cao, J. (2015). Moisture adsorption and hygroexpansion of paraffin wax emulsion-treated southern pine (*Pinus spp.*). *BioResources*, *10*(2), 2719-2731.
- Ganim, A., Ashaari, Z., Bawon, P., & Lee, S. H. (2018). Reducing formaldehyde emission of urea formaldehyde-bonded particleboard by addition of amines as formaldehyde scavenger. *Building and Environment*, *142*, 188-194.
- Gözüalan, M. (2016). "Yonga levhalarda parafin kullanım miktarının optimizasyonu üzerine araştırmalar". Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güller, B. (2009). Odun kompozitleri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, *2*(1), 135-160.
- Hussain, M., Malik, R. N., & Taylor, A. (2018). Environmental profile analysis of particleboard production: a study in a Pakistani technological condition. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, *23*(8), 1542-1561.
- Iswanto, A. H., Sucipto, T., Nadeak, S. S. D., & Fatriasari, W. (2017). Post-treatment effect of particleboard on dimensional stability and durability properties of particleboard made from sorghum bagasse. {IOP} Conference Series: Materials Science and Engineering, *180*, 12015.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., Bakar, S., & Öz, E. (2018). Tutkal Çözeltisine Üre İlavesinin Formaldehit Emisyonu ve Levha Özelliklerine Etkisi. II. In International Scientific and Vocational Studies Congress, Kırıkkale (pp. 824-830).
- Koroleva, M. Y., Gorbachevski, O. S., & Yurtov, E. V. (2017). Paraffin wax emulsions stabilized with polymers, surfactants, and nanoparticles. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, *51*(1), 125-132.
- Mújika-Garai, R., Aguilar-García, C., F. Juárez-Arroyo, Covián-Sánchez, I., Nolla, J., Esquena, J., & Hidalgo-Álvarez, R. (2007). Stabilization of paraffin emulsions used in the manufacture of chipboard panels by liquid crystalline phases. *Journal of Dispersion Science and Technology*, *28*(6), 829-836.
- Nemli, G., Demirel, S., & Zekoviç, E. (2006). Yonga rutubeti, parafin kullanımı ve ağaç cinsinin yongalevhanın bazı teknolojik özellikleri üzerine etkileri.

- Özçifçi, A. , Kara, M. E. , Karakaya, B. ve Biçer, E. (2017). Yönlendirilmiş yonga levha (OSB)'nin mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine tutkal ve parafin miktarının etkisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi* 6(3), 52-60.
- Özlüsoyulu, İ., ve İstek, A. (2018). Sodyum karboksimetil selüloz (Na-CMC) takviyeli üre formaldehit tutkalının yonga levha özellikleri ve formaldehit emisyonuna etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3) , 317-322. DOI: 10.18182/tjf.402355
- Essid, S., Hegde, V. J., Mahieu, A., Bizet, L., Leblanc, N., & Saouab, A. (2021). Comparison of the properties of flax shives based particleboards prepared using binders of bio-based lignin and partially bio-based epoxy resin. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 109, 102915.
- Silva, D. A. L., Lahr, F. A. R., Pavan, A. L. R., Saavedra, Y. M. B., Mendes, N. C., Sousa, S. R., Sanches, R., & Ometto, A. R. (2014). Do wood-based panels made with agro-industrial residues provide environmentally benign alternatives? An LCA case study of sugarcane bagasse addition to particle board manufacturing. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(10), 1767–1778.
- Xu, X., Yao, F., Wu, Q., & Zhou, D. (2009). The influence of wax-sizing on dimension stability and mechanical properties of bagasse particleboard. *Industrial crops and products*, 29(1), 80-85.
- TS EN 317 (1999). Yonga levhalar su içerisinde daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, TSE Ankara.
- TS EN 322 (1999). Ahşap esaslı levhalar rutubet miktarının tayini, TSE Ankara.
- TS EN 319 (1999). Yonga ve lif lif levhalar, yüzeye dik çekme direncinin tayin edilmesi, TSE Ankara.
- TS EN 310 (1999). Ahşap esaslı levhalar, Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 311 (2005). Ahşap Esaslı Levhalar-Yüzey Sağlamlığı-Deney metodu, TSE, Ankara.
- TS EN 320 (2011). Yonga levhalar ve lif levhalar, Vida tutma mukavemetinin tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 120 (1999). Ahşap esaslı levhalar, Formaldehit miktarının tayini, Ekstraksiyon metodu ile ayırma. TSE, Ankara
- TS EN 717-2 (2006). Ahşap esaslı levhalar- Formaldehit ayrışması tayini- Gaz analiz metodu ile formaldehit ayrışması
- JIS A 1460 (2001) Determination of the emission of formaldehyde from building boards- Desiccator method

Bostrichoidea Species in Forest Nurseries of the Western Black Sea Region of Türkiye*

Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi Orman Fidanlıklarındaki Bostrichoidea Türleri

 Nuray ÖZTÜRK¹,  Beşir YÜKSEL¹

Abstract

The study was conducted using light traps and pheromone traps between 2021 and 2022 in selected forest nurseries of the Western Black Sea Region of Türkiye. The insect species were morphologically described. Identification of species was made by referring to the relevant literature. The antenna and aedeagus of some species were photographed using a stereo microscope. In total, 3 families, 7 subfamilies, 7 genera and 6 species were identified in this study. These species are *Anobium punctatum*, *Attagenus persicus*, *Dermestes undulatus*, *Ptinus (Bruchoptinus)* sp., *Sinoxylon sexdentatum*, *Trogoderma inclusum*, and *Xestobium rufovillosum*. At the end of the study, 2 insect species were identified as new records for the region.

Keywords: Bostrichoidea, Coleoptera, Forest nursery, Türkiye

Özet

Bu çalışma, 2021-2022 yılları arasında ışık tuzağı ve feromon tuzağı kullanılarak Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nin seçilmiş orman fidanlıklarında yapılmıştır. Böcek türleri morfolojik olarak tanımlanmıştır. Tür tanımlamaları ilgili literatüre başvurularak yapılmıştır. Bazı türlerin anten ve aedeagusu stereo mikroskop kullanılarak fotoğraflanmıştır. Bu çalışmada toplam 3 familya, 7 alt familya, 7 cins ve 6 tür tespit edilmiştir. Bunlar, *Anobium punctatum*, *Attagenus persicus*, *Dermestes undulatus*, *Ptinus (Bruchoptinus)* sp., *Sinoxylon sexdentatum*, *Trogoderma inclusum*, ve *Xestobium rufovillosum*'dur. Çalışma sonunda 2 böcek türü bölge için yeni kayıt olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bostrichoidea, Coleoptera, Orman fidanlığı, Türkiye

Received: 02.10.2023, Revised: 26.12.2023, Accepted: 29.12.2023

Address: ¹ Duzce University, Faculty of Forestry, Department of Forest Protection and Entomology

E-mail: nurayozturk@duzce.edu.tr

*This study is prepared based on a part of PhD thesis of first author at.

1. Introduction

The superfamily Bostrichoidea Latreille, 1802 are well adapted for dry habitats and feed on wood, stored grains, cereal products, dry plant or animal material, tobacco, museum specimens, pollen and nectar (Lawrence and Britton, 1991; Háva, 2015a; Elgharbawy and Abied, 2019). The bostrichid beetles are distributed worldwide (Liu, 2010), and mainly found in the tropics and temperate countries (Seada and Hamza, 2023). Species of this superfamily are pests of forestry crops and agricultural products (Price et al., 2011; Park et al., 2015; Elgharbawy and Abied, 2019; Biggs et al., 2022). The larvae of some species damage cereal products, seeds, and structural wood of buildings (Elgharbawy and Abied, 2019; Biggs et al., 2022).

The family Bostrichidae Latreille, 1802 is a small group and plays a significant role in the forestry and forest products industry sector (Liu, 2010; Legalov and Háva, 2022; Holloway and Sparks, 2023). Both adults and larvae of the Bostrichidae species infest dry and dead wood (Sittichaya et al., 2013).

Dermestid beetles (Coleoptera: Dermestidae) belonging to the superfamily Bostrichoidea are found throughout the world and are common pests of stored food products (Beal, 1961; Peacock, 1993; Biggs et al., 2022). The larvae feed on animal and vegetable material, wool rugs, clothing, animal skins and dead insects (Peacock, 1993).

The family Ptinidae Latreille, 1802, another member of the Bostrichoidea, is a cosmopolitan group and known as spider beetles (Belles and Mifsud, 2000; Philips, 2000). This family includes about 2.800 species worldwide (Elgharbawy and Abied, 2019).

Several studies have been conducted to investigate the insect species in forests and nurseries around the world and in Türkiye. Although, very few studies have been conducted about the bostrichid beetles of forest nurseries in the Western Black Sea Region. The aim of this study is to contribute to knowledge about the Bostrichoidea fauna in selected forest nurseries of Türkiye.

2. Material and Method

The main purpose of this study is to investigate the insect species in seven forest nurseries in five provinces in the Western Black Sea Region of Türkiye (Figure 1). The below mentioned materials were obtained in six forest nurseries in four provinces (Düzce (Pınar Forest Nursery (F.N.)) (40°48'54.72"N 31°13'58.70"E); Bolu (Bolu F.N) (40°42'10.12"N 31°34'58.38"E); Kastamonu (Daday F.N.) (41°28'37.70"N 33°31'10.44"E);

Kastamonu (Gölköy F.N.) (41°27'0.44"N 33°45'53.64"E); Kastamonu (Muzaffer Büyükerzi F.N.) (41°24'17.58"N 34°22'29.03"E); Zonguldak (Gökçebey F.N.) (41°18'51.31"N 32°5'36.10"E)). For this purpose, three pheromone traps and one light trap were established for each forest nursery from April to September during 2021 and 2022. These traps were inspected monthly and insect samples were collected with light traps and pheromones (ipfenol and 2-methyl-3-buten-2-ol and α -pinene) from June to August. The materials were placed in plastic collecting jars and sent to the laboratory. The morphology of the insect samples was examined using a stereo microscope (Olympus SZ51). The aedeagus specimens were dissected from the abdomen under a stereo microscope and heated in KOH solution (10%) until soft. Then, the aedeagi were passed through a series of ascending alcohol concentrations (75%, 80%, 85%, 90%, and 100%) for 10 min each for dehydration and photographed with Nikon SMZ 745T microscope and Nikon DS-Fi1 camera (Figure 2,3).

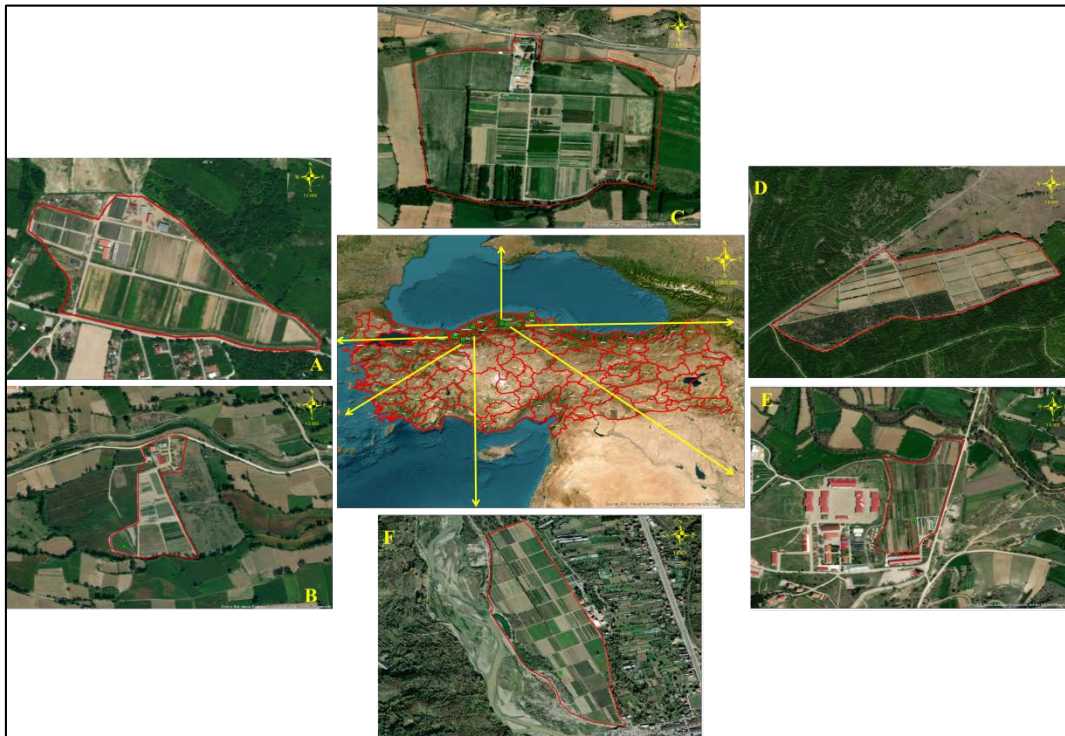


Figure 1. Location of forest nurseries: A) Pınar F.N., B) Bolu F.N., C) Daday F.N., D) Muzaffer Büyükerzi F.N., E) Gölköy F.N., F) Gökçebey F.N.

The identification and classification of Bostrichoidea species were made based on the relevant literature (Freude et al., 1969; Özdemir and Sert, 2008; Mosneagu, 2012; EPPO, 2013; Anonymous, 2023; Elgharbawy and Abied, 2019). An insect specimen belonging to the genus *Attagenus* Latreille, 1802 was identified by Andreas Herrmann from Germany and by Graham J. Holloway from the Cole Museum of Zoology in the University of Reading. Also, the genus *Trogoderma* Dejean, 1821 was identified by Jiří Háva from the Czech

Republic. The *Ptinus* Linnaeus, 1766 species was identified by Keith Philips from Western Kentucky University and Petr Zahradník from Czech Republic.

3. Results

In total, 6 species in 3 families of the superfamily Bostrichoidea were collected and identified in four provinces (Table 1). The information on the beetles found in this study is given alphabetically as follows.

Table 1. Species of superfamily Bostrichoidea collected from forest nurseries.

Species	Study Area*						Total	%
	B	D	T	GK	GL	DZ		
Family: Bostrichidae Tribe: Sinoxylini								
<i>Sinoxylon sexdentatum</i>				1			1	2.78
Family: Dermestidae Tribe: Anthrenini								
<i>Trogoderma inclusum</i>	4	1		1	2	17	25	69.44
Tribe: Attagenini								
<i>Attagenus persicus</i>					2		2	5.56
Tribe: Dermestini								
<i>Dermestes undulatus</i>	1	1				3	5	13.89
Family: Ptinidae Tribe: Anobiini								
<i>Anobium punctatum</i>				1			1	2.78
Tribe: Ptinini								
<i>Ptinus (Bruchoptinus) sp.</i>			1				1	2.78
Tribe: Xestobiini								
<i>Xestobium rufovillosum</i>					1		1	2.78
Numbers of individuals	5	2	1	3	5	20	36	

Species	Study Area*						Total	%
	B	D	T	GK	GL	DZ		
Numbers of species	2	2	1	3	3	2		

* Abbreviation; B: BOLU FOREST NURSERY (F.N.), D: DADAY F.N. (KASTAMONU), T: MUZAFFER BÜYÜK TERZİ F.N. (TAŞKÖPRÜ-KASTAMONU), GK: GÖKÇEBEY F.N. (ZONGULDAK), GL: GÖLKÖY F.N. (KASTAMONU), DZ: PINAR F.N. (DÜZCE).

Family **BOSTRICHIDAE** Latreille, 1802

Subfamily Bostrichinae Latreille, 1802

Tribe Sinoxylini Liu & Schönitzer, 2011

Genus *Sinoxylon* Duftschmid, 1825

Sinoxylon sexdentatum (Olivier, 1790)

Material examined: Gökçebey F.N., June, 2022, 1 specimen with light trap.

Distribution in Türkiye: Adıyaman, Aydın, Batman, Bursa, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa (Çelik, 1975; Akşit et al., 2005; Gençer et al., 2005; Bolu, 2016).

General Distribution: Albania, Algeria, Austria, Azerbaijan, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Canary Islands, China, Croatia, Cyprus, Egypt, France, Germany, Greece, Hungary, Israel, Iran, Italy, Libya, Morocco, Portugal, Russia, Sardinia, Sicily, Spain, Syria, Tunisia, Ukraine (Borowski and Wegrzynowicz, 2007; Liu et al. 2016; Liu, 2021).

Family **DERMESTIDAE** Latreille, 1804

Subfamily Attageninae Casey, 1900

Tribe Attagenini Castelnau, 1840

Genus *Attagenus* Latreille, 1802

Attagenus persicus (Reitter, 1881)

Material examined: Gökçöy F.N., August, 2021, 2 specimens with light trap.

Distribution in Türkiye: Adana, Antalya, Çanakkale, Çankırı, Erzincan, Mersin, Nevşehir (Tezcan and Háva, 2022).

General Distribution: Greece, Iran, Syria (Háva, 2015b).

Subfamily Dermestinae Latreille, 1804

Tribe Dermestini Latreille, 1804

Genus *Dermestes* Linnaeus, 1758

***Dermestes undulatus* (Brahm, 1790)**

Material examined: Bolu F.N., June, 2022, 1 specimen with pheromone trap, Daday F.N., August, 2021, 1 specimen with pheromone trap, Pınar F.N., July, 2021, 3 specimens with pheromone trap. Total of 5 specimens.

Distribution in Türkiye: Ankara, Adıyaman, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Elazığ, Eskişehir, Istanbul, Izmir, Kastamonu, Mersin, Samsun (Karapazarlıoğlu, 2004; Kadej and Háva, 2007; Özdemir, 2007; Yuca, 2009; Ibiş, 2015; Altunsoy et al., 2017; Özgen and Háva, 2018; Erdoğan, 2019; Sürgüt, 2022).

General Distribution: Albania, Algeria, Armenia, Austria, Azerbaijan, Belarus, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Canary Islands, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Egypt, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Kazakhstan, Latvia, Libya, Lithuania, Macedonia, Morocco, The Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Tunisia (Háva, 2007).

Subfamily Megatominae Leach, 1815

Tribe Anthrenini Gistel 1848

Genus *Trogoderma* Dejean, 1821

***Trogoderma inclusum* (LeConte, 1854)**

Material examined: Bolu F.N., June, 2021, 2 specimens with light trap, June, 2022, 2 specimens with pheromone trap, Daday F.N., August, 2021, 1 specimen with pheromone trap, Gökçebey F.N., August, 2021, 1 specimen with pheromone trap, Gölköy F.N., August, 2021, 2 specimens with pheromone trap, Pınar F.N., June, 2021, 10 specimens with pheromone trap, July, 2021, 7 specimens with pheromone trap. Total of 25 specimens.

Distribution in Türkiye: There is no detailed information available about the distribution area (Tezcan et al., 2004).

General Distribution: Algeria, Canada, Canary Island, Croatia, Egypt, France, Great Britain, Greece, Hungary, India, Iran, Iraq, Israel, Italy, Japan, Maltese Islands, Morocco, Russia, Spain, Serbia and Montenegro, The Netherlands, Tunisia, USA (Háva and Mifsud, 2006; Löbl and Smetana, 2007).

Family **PTINIDAE** Latreille, 1802

Subfamily Anobiinae Fleming, 1821

Tribe Anobiini Fleming, 1821

Genus *Anobium* Fabricius, 1775

***Anobium punctatum* (De Geer, 1774)**

Material examined: Gökçebey F.N., July, 2021, 1 specimen with light trap.

Distribution in Türkiye: Ankara, Ardahan, Bartın, Göynük, Gümüşhane, İstanbul, Karadeniz Ereğli, Kastamonu, Mudurnu, Rize, Sinop (Çanakçıoğlu and Mol, 1998; Kaygın et al., 2008).

General Distribution: Asia, Australia, Egypt, New Zealand, North Africa, Romania, South Africa, The Eastern Seaboard of North America, The United Kingdom (Child and Pinniger, 2014).

Subfamily Ptininae Latreille, 1803

Tribe Ptinini Latreille 1802

Genus *Ptinus* Linnaeus, 1766

***Ptinus (Bruchoptinus)* sp.**

Material examined: Muzaffer Büyükterzi F.N., July, 2022, 1 specimen with pheromone trap.

Distribution in Türkiye: There is no detailed information available about the distribution.

General Distribution: Cyprus, Greece, Lebanon, Syria (Löbl and Smetana, 2007).

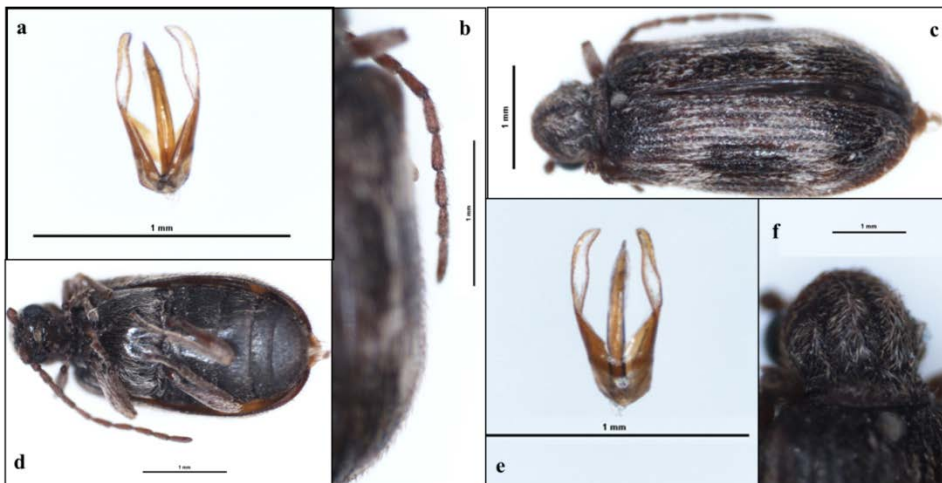


Figure 2. *Ptinus (Bruchoptinus)* sp. ♂: male genitalia (a,e); antenna (b); dorsal view (c); ventral view (d); pronotum (f).

Subfamily Ernobiinae Pic, 1912

Tribe Xestobiini Böving 1927

Genus *Xestobium* Motschulsky, 1845

Xestobium rufovillosum (De Geer, 1774)

Material examined: Gököy F.N., August, 2021, 1 specimen with pheromone trap.

Distribution in Türkiye: Balıkesir, Düzce, Kastamonu, Istanbul, (Çanakçıoğlu and Mol, 1998; Akçay and Yalçın, 2019; Sürgüt, 2022).

General Distribution: Armenia, Austria, Belarus, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, China, Croatia, Czechia, Denmark, Finland, France, Germany, Great Britain, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, The Netherlands, Moldova, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russia, Serbia, Slovakia, Slovenia, Sweden, Switzerland, Turkmenistan, Ukraine (Löbl and Smetana, 2007; Zahradnik, 2016).

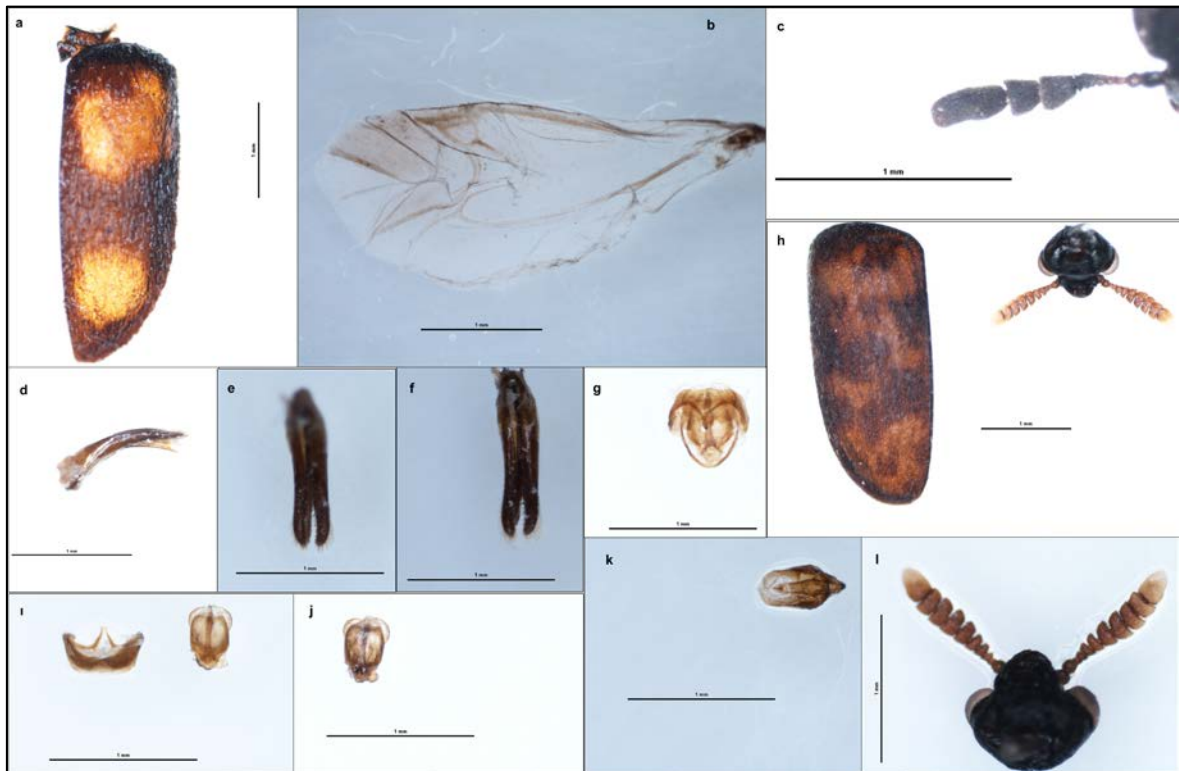


Figure 3. *Attagenus persicus* ♂: elytral pattern (a), hind wing (b), antenna (c), male genitalia (k); *Dermestes undulatus* ♂: male genitalia (d-f); *Trogoderma inclusum* ♂: male genitalia (g, i, j); *Trogoderma inclusum* ♂: elytral pattern and antenna (h), antenna (l).

4. Discussion

In total, 36 individuals were collected representing 7 tribes, 7 genera, and 7 species from June to August during 2021 and 2022. The most abundant tribe was Anthrenini (69.44% - 1 species), followed by Dermestini (13.89% - 1 species) (Table 1).

In 2021, a total of 31 specimens were collected. The greatest insect abundance was recorded in June (38.7%). In 2022, a total of 5 specimens were captured and the greatest quantities were obtained in June.

Among these species, *A. persicus*, and *S. sexdentatum* and were new records for the insect fauna of the Western Black Sea Region.

Forest nurseries have strategic importance in the development and sustainability of forests (Alkan & Divrik, 2019). The use of high quality seedlings in afforestation activities carried out for this purpose greatly influences success (Riikonen & Luoranen, 2018; Gregorio et al., 2020). A high quality seedling production depends on good cultivation techniques (Kahraman, 1993). On the other hand, insects are one of the significant factors affecting seedling quality and development in nurseries (Grossnickle & MacDonald, 2018; Haase et al., 2021). Insect pests interrupt the success of these afforestation activities by damaging parts of plants such as leaves, stems, roots, seeds, fruits and cones (Yager et al., 2018). Therefore; monitoring, evaluation, and determination of the insect species in nurseries are important to detection of problems early.

Acknowledgements

This study was supported by Duzce University Scientific Research Projects (Project no: 2020.02.02.1144 and 2022.02.02.1355). The authors greatly acknowledge the support of the General Directorate of Forestry and its institutions for their assistance during the field studies.

References

- Akçay, Ç., & Yalçın, M. (2019). New records for the wood damaging insect fauna in Western Black Sea Region. *Duzce University Journal of Science & Technology*, 7(3), 1500-1510.
- Akşit, T., Çakmak, I., & Özsemerci, F. (2005). Some new xylophagous species on fig trees (*Ficus carica* cv. *Calymirna* L.) in Aydın, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 29, 211-215.

- Alkan, H., & Divrik, A. (2019). Devlet orman fidanlıklarındaki işletmecilik faaliyetlerine ilişkin fidanlık müdürlerinin görüşleri. *Turkish Journal of Forestry*, 20 (4), 391-400. (in Turkish)
- Altunsoy, F., Firat, S., & Sert, O. (2017). Differences in succession of Coleoptera species attracted to pig carcasses in rural and urban habitats in Eskişehir Province, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 41(2), 177-195.
- Anonymous, M. (2023). <https://quelestcetanimal-lagalerie.com/wp-content/uploads/2012/11/Family-Dermestidae-illustrated-key-to-British-species.pdf>. Accessed: September 02, 2023.
- Beal, R.S.Jr. (1961). *Coleoptera: Dermestidae. Insects of Micronesia*. Honolulu, Hawaii: Bernice P. Bishop Museum.
- Belles, X. & Mifsud, D. (200). Ptinid beetles (Coleoptera, Ptinidae) from the Maltese Islands. *The Central Mediterranean Naturalist*, 3(2), 43 -48.
- Biggs, E.M., Herrmann, A., & Cognato, A.I. (2022). Dichotomous key to adults of economically important dermestids (Coleoptera: Dermestidae) of Canada and the United States. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 46, 1-165.
- Bolu, H. (2016). South Eastern Anatolia region insect fauna I (Coleoptera I: Caraboidea; Dytiscoidea; Bostrichoidea; Chrysomeloidea; Cleroidea; Cucujoidea) of Turkey. *Agriculture & Forestry*, 62(4), 125-145.
- Borowski, J., & Wegrzynowicz, P. (2007). *World catalogue of Bostrichidae (Coleoptera)*. Poland: Mantis. Olsztyn.
- Child, R., & Pinniger, D. (2014). *Current status and treatments for Anobium punctatum*. Proceedings of the Eighth International Conference on Urban Pests, 329-333, Hungary.
- Çanakçıoğlu, H., & Mol, T. (1998). *Orman entomolojisi zararlı ve yararlı böcekler*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. (in Turkish)
- Çelik, M. Y. (1975). *Gaziantep ilinde antepfistiğinin zararlıları ve bunların faydalı böcekleri üzerinde çalışmalar*. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Araştırma Yıllığı, (9), 43-44. (in Turkish)
- Elgharbawy, A.A., & Abied, M.K. (2019). A taxonomic review of Anobiinae and Dorcatominae (Ptinidae: Coleoptera) in Egypt. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences (A. Entomology)*, 12(5), 99-110.

- EPPO (2013). PM 7/13 (2) *Trogoderma granarium*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 43(3), 431–448.
- Erdoğan, E.E. (2019). “Determination of criminal entomofauna of Uludag University Gorukle Campus at Bursa province”. M.Sc. Thesis, Bursa Uludag University, Institute of Science, Bursa.
- Freude, H., Harde, K. W., & Lohse, G. A. (1969). *Die Käfer Mitteleuropas, Krefeld, Band 8*. Germany: Goecke and Evers Verlag. (in German)
- Gençer, N.S., Coşkuncu, K.S., & Kumral, N.A. (2005). Determination of harmful and beneficial fauna in fig orchards in Bursa province. *Journal of Faculty of Agriculture*, 20(2), 24-30.
- Gregorio, N., Herbohn, J., Tripoli, R., & Pasa, A. (2020). A local initiative to achieve global forest and landscape restoration challenge-lessons learned from a community-based forest restoration project in Biliran province, Philippines. *Forests*, 11(4), 1-11.
- Grossnickle, S.C., & MacDonald, E.J. (2018). Seedling quality: history, application, and plant attributes. *Forests*, 9(5), 1-23.
- Haase, D.L., Bouzza, K., Emerton, L., Friday, J.B., Lieberg, B., & Aldrete, A. (2021). The high cost of the low-cost polybag system: a review of nursery seedling production systems. *Land*, 10, 1-19.
- Háva, J., & Mifsud, D. (2006). The dermestid beetles (Coleoptera: Dermestidae) of the Maltese Archipelago (Central Mediterranean). *Studies and reports of District Museum Prague-East, Taxonomical Series*, 2(1-2), 51-63.
- Háva, J. (2007). *Dermestidae*, In: Löbl, I. & Smetana, A. (Eds), *Catalogue of Palaearctic Elateroidea, Derodontoidea, Bostrichoidea, Lymexyloidea, Cleroidea and Cucujoidea, Vol. 4*. Stenstrup, Denmark: Apollo Books.
- Háva, J. (2015a). A new species from Chile, *Attagenus admirabilis* sp. nov. (Col.: Dermestidae: Attageninae), with a key to *Attagenus* (s. str.) species from the Neotropical and Andean Regions. *Arquivos Entomoloxios*, 14, 173-175.
- Háva, J. (2015b). *World catalogue of insects. Vol. 13: Dermestidae (Coleoptera)*. The Netherlands: Brill, Leiden.
- Holloway, G.J., & Sparks, M. (2023). A morphological examination of *Trogoderma angustum* (Coleoptera Dermestidae). *Bulletin of Insectology*, 76(1): 155-159.
- Ibiş, H.M. (2015). “Determination to effective natural enemies on harmful bark beetles (Col.: Curculionidae, Scolytinae) and their densities in forests of Izmir province”. M.Sc.

- Thesis, Suleyman Demirel University, Graduate School of Applied and Natural Sciences, Isparta.
- Kadej, M., & Háva, J. (2007). Contribution to the Dermestidae (Coleoptera) from Turkey. *Annals of the Upper Silesian Museum (Entomology)*, 14-15, 85–98.
- Kahraman, O. (1993). “Doğu Karadeniz Bölgesindeki Fidanlıklara Zarar Veren Böcekler”. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 75 s. (in Turkish)
- Karapazarlıoğlu, E. (2004). “The determination of Arthropod’s species and succession on pig carcasses in natural places”. M.Sc. Thesis, Ondokuz Mayıs University, Institute of Science, Samsun.
- Kaygın, A.T., Yıldız, Y., Yıldız, Ü.C., Yıldız, S., Onat, M.S., Özkazanç, N.K., Kaygın, B., Çelikyay, S. (2008). *An important wood destroying beetle: Anobium punctatum (De Geer) (Coleoptera: Anobiidae) and distribution of Western Black Sea region.* International Research Group in Wood Preservation Annual Meeting, 22-29, Istanbul
- Lawrence, J.F., & Britton, E.B. (1991). *Coleoptera. The Insects of Australia.* Melbourne: Melbourne University Press.
- Legalov, A.A., & Háva, J. (2022). Diversity of auger beetles (Coleoptera: Bostrichidae) in the Mid-Cretaceous forests with description of seven new species. *Diversity*, 14(12), 1114.
- Liu, L.Y. (2010). New records of Bostrichidae (Insecta: Coleoptera, Bostrichidae, Bostrichinae, Lyctinae, Polycaninae, Dinoderinae, Apatinae). *Mitteilungen der Münchener Entomologischen Gesellschaft*, 100, 103–117.
- Liu, L.Y., Ghahari, H., & Beaver, R.A. (2016) An annotated synopsis of the powder post beetles of Iran (Coleoptera: Bostrichoidea: Bostrichidae). *Journal of Insect Biodiversity*, 4(14), 1–22.
- Liu, L.Y. (2021). An annotated synopsis of the powder post beetles (Coleoptera: Bostrichidae) of Mainland China. *Zootaxa*, 5081(3), 389–419.
- Löbl, I., & Smetana, A. (2007). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Volume 4.* Stenstrup, Denmark: Apollo Books.
- Mosneagu, M. (2012). The preservation of cultural heritage damaged by anobiids (Insecta, Coleoptera, Anobiidae). *Academy of Romanian Scientists Annals - Series on Biological Sciences*, 1(2), 32-65.

- Özdemir, S. (2007) "Determination of Calliphoridae (Diptera) fauna on carcass and morphological studies in the point of systematic aspect at Ankara province". M.Sc. Thesis, Hacettepe University, Institute of Science, Ankara.
- Özdemir, S., & Sert, O. (2018). Systematic studies on male genitalia of Coleoptera species found on decomposing pig (*Sus scrofa* L.) carcasses at Ankara province. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 36(2), 137-161.
- Özgen, I., & Háva, J. (2018). First faunistic records of Dermestidae (Coleoptera) in Elazığ province (Turkey). *Munis Entomology & Zoology*, 13(1), 282-284.
- Park, S., Lee, S., & Hong, K.J. (2015). Review of the family Bostrichidae (Coleoptera) of Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 8, 298-304.
- Peacock, E.R. (1993). *Adults and larvae of hide, larder and carpet beetles and their relatives (Coleoptera: Dermestidae) and of Derodontid beetles (Coleoptera: Derodontidae)*. London: Royal Entomological Society of London.
- Philips, T.K. (2000). Phylogenetic analysis of the new world Ptininae (Coleoptera: Bostrichoidea). *Systematic Entomology*, 25, 235-262.
- Price, U., Brownell, K.A., Raines, M., Smith, C.L., & Gandhi, K.J.K. (2011). Multiple detections of two exotic auger beetles of the genus *Sinoxylon* (Coleoptera: Bostrichidae) in Georgia. *Florida Entomologist*, 94(2), 354-355.
- Riikonen, J., & Luoranen, J. (2018). Seedling production and the field performance of seedlings. *Forests*, 9(740), 1-4.
- Seada, M., & Hamza, A. (2023). Comparative morphology of sensilla of antennae, maxillary and labial palpi of adult *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae), with specific reference to the typology and possible functions. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 84(14), 1-12.
- Sittichaya, W., Thaochan, N., & Tasen, W. (2013). Powderpost beetle communities (Coleoptera: Bostrichidae) in durian-based agricultural areas in Southern Thailand Wisut. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 47(3), 374-386.
- Sürgüt, H. (2022). "Faunistic researches on determination of species of some saproxylic beetle families (Coleoptera) in considerable broad-leaved trees of Çataldağ (Balıkesir-Bursa) of Western Turkey". Ph.D Thesis, Balıkesir University, Institute of Science, Balıkesir.
- Tezcan, S., Karsavuran, Y., Pehlivan, E., & Háva, J. (2004). Contribution to the Dermestidae (Coleoptera) fauna of Turkey along with new records. *Turkish Journal of Entomology*, 28, 27-37.

- Tezcan, S., & Háva, J. (2022). New locality records for Dermestidae (Coleoptera) fauna of Turkey alongwith updated checklist. *Munis Entomology & Zoology*, 17, 1666-1674.
- Yager, G. O., Agbidye, F. S., & Adma, E. S. (2018). Insect species diversity and abundance in and around Federal University of Agriculture, Makurdi Forestry Nursery, Benue State, Nigeria. *Asian Journal of Biology*, 4(4), 1-11.
- Yuca, P. (2009). "Insect fauna of forensic importance from Akfirat locale in Istanbul". M.Sc. Thesis, Istanbul University, Institute of Forensic Sciences and Legal Medicine, Istanbul.
- Zahradník, P. (2016). A checklist of Ptinidae (Coleoptera: Bostrichoidea) of the Balkan peninsula. *Folia Heyrovskyana, series A*, 24(2), 91-240.

Yongalevha Endüstrisinde Zımparalama Sorunlarının ve Çözüm Önerilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma

A Study on The Determination of Sanding Problems and Solution Suggestions In The Particleboard Industry

 Aytaç AYDIN¹,  Gökay NEMLİ¹

Özet

Yongalevha üretiminde zımpara işlemi levhann birçok teknolojik özelliğini etkilemektedir. Bu nedenle uygun yapılamayan zımparalama işlemi sonucunda yongalevha değer kaybetmekte veya işlenebilirliği etkilenmektedir. Bu çalışma kapsamında Türkiye yongalevha sektöründe faaliyet gösteren işletmelerle görüşülerek zımpara işlemleri hakkında bilgi alınmış, bu işlem sırasında karşılaştıkları sorunlar ve uygulamada bu sorunları gidermek amacıyla aldıkları önlemlerin neler olduğu sorgulanmıştır. Çalışma sonucunda zımparalama esnasında en çok yongalevhada kalınlık sorunları, sırt-tepe oluşumu, makine titreşimi ile levha yüzeyinde çukur ve kesici izi sorunları ile karşılaşıldığı ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Zımparalama, Zımpara kusurları, Çözüm önerileri

Abstract

In particleboard production, the sanding process affects many technological properties of the board. For this reason, as a result of improper sanding, the particleboard loses value or its workability is affected. Within the scope of this study, information about the sanding processes was obtained by interviewing the enterprises operating in the Turkish particleboard sector, and the problems they encountered during this process and the measures they took to eliminate these problems in practice were questioned. As a result of the study, it was revealed that during sanding, the problems of thickness, ridge-crest formation, machine vibration, pits, and cutter marks on the surface of the plate were encountered the most.

Keywords: Particleboard, sanding, sanding defects, solution proposals

1. Giriş

Yongalevha odundan veya lignoselülozik hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların bir tutkal ilavesi ile veya tutkalsız olarak yüksek sıcaklık ve basınç altında preslenmesi ile elde edilen geniş yüzeyli levhadır (EN 309, 1992). Günümüzde mobilya üretimi için, yüzeyine çok ince sentetik esaslı veya doğal kaplama levhalar yapıştırılmaya uygun yongalevhalar tercih edilmektedir (Beaty, 1983).

Yüzeyleri kaplanmış yongalevhalar: ofis mobilyası, mutfak tezgahı, masa tablası, mutfak-banyo dolap kasaları, Amerikan bar yüzeyi, bilgisayar masası, kapı, korniş, süpürgelik, merdiven küpeştesi, lambri, pencere denizliği, oda paravanı, taban-tavan kaplaması, fuar standı, asansör içi dekorasyon, dış cephe kaplaması, okul sırası, tuvalet ve duş kabinleri olarak değerlendirilmektedir (Toker ve ark., 1995).

Gerek yongalevha üretiminde gerekse üretilen levhaların mobilya endüstrisinde değerlendirilmesinde zımparalama işlemi büyük önem arz etmektedir. Levhalarda yüzey işlemleri uygulanabilmesi için; kalınlık hatalarının giderilmesi, düzgün ve en az pürüzlü yüzeylerin elde edilmesi gerekir. Levha üretiminde presten çıkan levha kalınlığı homojen değildir. Böyle levhalarda yapılacak üst yüzey işlemleri için düzgün yüzeyler elde etmek güçleşir. Zımparalama işlemlerini; zımpara bandı, iş parçası, makine ve yardımcı malzemeler etkilemektedir (Kurtoğlu, 2000).

Bununla birlikte sıcak presleme esnasında oluşan ölü tabakanın laminasyon esnasında sorun çıkarmasından dolayı uzaklaştırılması gerekmekte, bu işlem de yine zımparalama ile mümkün olmaktadır.

Zımparalama işlemlerinde; geniş ve uzun bantlı, profil zımparaları, diskli ve hava yastıklı zımpara makineleri kullanılmaktadır. Kaliteli ve verimli bir üretim için: yongalevha, zımpara makinesi, zımparalama kusurları ve bu kusurlara karşı alınması gereken önlemlerin iyi bilinmesi gerekir (İlhan ve ark., 1990; Anonim, 1988).

Bu çalışmada; yongalevha üretiminde zımparalama işlemini etkileyen faktörler, karşılaşılan sorunlar ve bu sorunların çözümüne ilişkin yaklaşımların belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında Türkiye orman ürünleri sektörü içerisinde yer alan yongalevha endüstrisinde faaliyet gösteren işletmeler incelenmiştir. Türkiye’de yongalevha üretimi 9 işletmeye bağlı 14 tesiste gerçekleşmektedir. Bu kapsamda tüm işletmelere ulaşılarak zımparalama sürecinden sorumlu mühendis veya yöneticilerle görüşülmüş ve sorular yöneltilmiştir.

2.2. Yöntem

Tesislerdeki ilgili yöneticiler ile görüşmeler 2022 yılı Ocak-Mart ayları içerisinde telefon ve mail yolu ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılarının tamamı orta düzey yönetici pozisyonundaki mühendislerden oluşmaktadır. Katılımcıların çalıştıkları bölüm ile ilgili ortalama deneyim süresi 8,2 yıl olarak belirlenmiştir. Veri almada hazırlanan soru formu kullanılmıştır. Form üzerinde birden fazla seçeneği işaretleyebileceği seçeneklerin yanında açık uçlu sorular yer almaktadır. Soru formu zımparalama işlemine ait teknik verilerin yanında, zımpara kağıdı ve zımpara makinasına ait bilgiler ile zımparalamada karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerilerini de içeren açık uçlu sorulardan oluşmaktadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında zımpara işleminden sorumlu yöneticilere yöneltilen sorulara verilen cevaplar gruplandırılarak üzerinde yoğunlaşılan konular önceliklendirilmiş ve değerlendirmeye alınmıştır.

3.1. Zımparalamanın amaçları

Zımparalamayı ne amaçla yaptıklarına ilişkin sorulara verilen cevaplar genel olarak şu şekildedir;

- Levha kalınlığını eşit hale getirmek.
- Yüzey işlemleri için levha yüzeyini uygun hale getirmek.
- Yüzey tabakasının homojenizasyonu
- Yüzeydeki ölü tabakanın uzaklaştırılması olarak ifade edilmiştir.

Zımparalamanın amaçları olarak kalınlık homojenizasyonu ve yüzey işlemlerine hazırlık öne çıkmaktadır. Zımparalama işleminde yüzey zımparalama kalınlık toleranslarının uygun ayarlanmaması sonucunda yüzey ve orta tabaka oranları değişmekte dolayısı ile yüzey tabaka yoğunluğu ve bazı diğer özelliklerin azaldığı ifade edilmektedir

(İstekve ark., 2017). Bununla birlikte alt ve üst yüzeylerden eşit miktarda materyalin uzaklaştırılmasıyla çarpılmanın önlenmesi ve sıcaklık ile rutubetten kaynaklanan değişimlerin eşit olması bakımından da önemli olarak görülmektedir (Şahin, 2015). Bunlara ilaveten zımparalamanın bir diğer amacı levha yüzeylerinde eşit kalınlıkta zımparalama yaparak levha çalışmasını en aza indirmek ve üretime standardizasyon getirerek seri üretim yapabilmektir (Nemli, 2000).

3.2. Zımparalama kalitesini etkileyen faktörler

Zımparalama işleminde yongalevha yüzey kalitesini etkileyen faktörlerin yongalevhanın kendisi ve zımpara makinası olarak iki gruba ayrıldığı görülmüştür. Zımpara kalitesini etkileyen yongalevhaya ait özellikler;

- Levha yüzey kalitesi
- Levha dış tabakasında kullanılan yapıştırıcı türü
- Levha kalınlık dağılımı
- Levha sıcaklığı
- Levha dış tabaka oranı ve zımpara payı
- Levha yüzey yoğunluğu
- Levha kondisyonlanma özellikleri

olarak görülmüştür. Ayrıca yonga kalınlığı ve ağaç türünün de son derece önemli olduğu görülmektedir (Currier, 1997). Zımparalama kalitesini etkileyen makine özellikleri ise;

- Zımpara bandı kum miktarı
- Makine hızı
- Makine başlık sayısı
- Kâğıt kalitesi
- Kâğıt kombinasyonu
- Makine operatörünün yetkinliği
- Kağıt tipi
- Makinanın bakımı olarak ifade edilmiştir.

3.3. Zımparalama makinası hızı

Zımparalama makine hızının levha kalınlığına göre değiştiği ifade edilmiştir. Bununla birlikte 18 mm kalınlık için 65 m/dak ve 75 m/dak hız değerlerinin kullanıldığı belirtilmiştir.

Diğer levha kalınlıkları da dikkate alındığında makinanın 20-60 m/dak ve 20-100 m/dak hız aralıklarında ayarlamalar yapıldığı görülmüştür.

3.4. Zımpara bant dayanım süresini etkileyen faktörler

Zımparalama işleminde zımpara bant dayanım süresinin çeşitli faktörler etkisi altında değiştiği görülmektedir. Bu faktörlerin;

- Levha yüzey kalitesi
- Levha kalınlık dağılımı
- Levha yüzey yoğunluğu
- Levha sıcaklığı
- Levha üretimindeki yapıştırıcı miktarı ve cinsi
- Bant kalitesi
- Bant ekleri teknolojisi
- Zımparalama makine hızı
- Bant kum sayısı
- Makine ayarları
- Filtre ve emiş sistemi
- Makine bakım durumu olarak ortaya çıkmaktadır.

3.5. Yongalevha üretiminde kullanılan zımpara bantlarının özellikleri

Üretimde kullanılan zımparaların çoğunlukla polyester esaslı olduğu, yapıştırıcı olarak sentetik reçine kullanıldığı ve zımpara taneciklerinin ise silisyum karpit, silisyum karbür, alüminyum oksit, seramik ve kuvars olduğu ifade edilmiştir.

3.6. Zımpara bantlarının depolanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar

Zımpara bantlarının depolanmasında;

- Zımpara bant ebatları ve cinsleri
- Kum sayıları
- Orijinal kutularının kullanılması
- Bant formalarının bozulmaması
- Yağış ve rutubetten uzak tutulması
- Yatay istifleme
- Fiziksel ve mekanik etkilerden uzak tutulması
- Depoya ilk giren bandın ilk çıkması
- Kullanımdan 2-3 gün öncesinde kullanılacağı ortamda rutubet dengesinin sağlanması

- Aynı süre boyunca otomatik gerdirmeli askıya alınmasının önemli olduğu ifade edilmiştir.

Bunlara ilaveten işlem hızı başlangıçta düşük tutulmalı, yavaş yavaş arzu edilen hıza ulaştırılmalıdır (Bohme, 1971).

3.7. Zımparalama işleminde karşılaşılan problemler

Yongalevha üretiminde zımpara işleminde hangi sorunlarla karşılaştıklarının sıralanmasına ilişkin sekiz madde ortaya koyulmuş, kendilerinin de ilavelerine izin verilerek sıralanması istenmiştir. Bu değerlendirmeye ait sonuçlar, öncelik sıralamasına göre, Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Yongalevha üretiminde zımpara işleminde karşılaşılan öncelikli sorunlar

Sıra	Sorunlar
1	Yongalevhada Homojen Olmayan Kalınlık
2	Levha Yüzeylerinde Sırt-Tepe Oluşumları
3	Makinede Titreşim
4	Levha Yüzeylerinde Çukur Oluşumları
5	Levha Yüzeylerinde Kesici İzleri
6	Yongalevha Yüzeylerinde Yanık İzleri
7	Zımpara Bandında Kayma
8	Zımpara Bandında Kopma
9	Takoz izi*
10	Sehim*
11	Levha yüzeyinde toz lekeleri*
12	Kaba yonga efekti*

* Cevaplayıcılar tarafından eklenmiştir

Zımparalama işleminin uygun yapılmaması sonucunda levha yüzeyinde topaklanma ve gözenek oluşumu problemlerinin görülebileceği ifade edilmiştir (Vasendina ve ark., 2015; Korkmaz, 2020). Yongalevha üretiminde pürüzlü yüzey oluşumunda önemli faktörlerden birinin de zımparalama işlemi olduğu bilinmektedir (Nemli ve ark., 2005, Nemli ve ark., 2007a). Bu problemin oluşmasında zımpara makinasının besleme hızının etkili olduğu, hızın 40 m/sn’den 60 m/sn’ye çıkması ile yüzey pürüzlülüğünde artış olduğu ifade edilmiştir (Nemli, 2007b).

3.8. Zımparalamada karşılaşılan problemlerin çözümüne ilişkin alınan önlemler

Katılımcılardan yaptıkları sıralamalara da bağlı olarak en önemli gördükleri üç tanesinin çözümüne ilişkin aldıkları tedbirler istenmiştir. Katılımcıların dağılımı dikkate alındığında aşağıdaki beş öneri üzerinde yoğunlaşıldığı görülmüştür.

Yongalevhada homojen olmayan kalınlık: Üretim esnasında serme kontrolü, pres parametrelerinin kontrolü, kalınlık ölçerlerin kalibre edilmesi, serme başlıkları hava kanalı temizliği, hareketli yoğunluk ölçer kullanımı

Levha Yüzeylerinde Sırt-Tepe Oluşumları: Yastık ayarlarının gözden geçirilmesi/değişimi, yüzey makine akımlarının ayarlanması, zımpara bant veya kontak vals değişimi, makine tambur rulman değişimi, rulman yağlama ve bakımı

Makinede Titreşim: Vibrasyon sensörleriyle ölçüm, rulman yatak değişimi, kontak vals değişimi, tambur titreşimi periyodik kontrolü, aylık planlı bakım

Levha Yüzeylerinde Çukur Oluşumları: Blender temizliği, tutkallama nozul açısı ve yıpranmasının kontrolü, nozulların pulvarize tutkallama durumlarının kontrolü

Levha Yüzeylerinde toz lekeleri: Blender çıkışı ve serme bunkerine buhar ve toz emiş sistemi, sert ağaç oranını azaltma, dış tabaka parafin miktarının artırılması

4. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında yongalevha üretiminin önemli bir parçası olan zımparalama işlemini etkileyen faktörler ile bu işlemde karşılaşılan sorunlar ve üreticilerin bu sorunlara getirdikleri çözüm önerileri araştırılmıştır.

Yongalevha üretiminde zımparalama işleminin kalınlık ve yüzey homojenizasyonu amacıyla yapıldığı ifade edilmiştir. Bu amaçların gerçekleşmesini etkileyen faktörler ise levha ve makine özelliklerine göre iki kısımda değerlendirilmiştir. Yongalevhanın yüzey kalitesi, üretimde kullanılan yapıştırıcı türü, yoğunluk ve levha sıcaklığının önemli olduğu görülmüştür. Üretimde zımparalama makinasına bağlı olarak ise kağıt türü, numarası ve kalitesi ile makine hızı ve başlık sayısının önemli hususlar olduğu ifade edilmiştir. Yongalevha üretiminde kullanılan zımpara makinalarının hız değeri olarak 20-60 m/dak ve 20-100 m/dak arasında ayarlanabildiği, 18 mm kalınlık için çoğunlukla 65-75 m/dak değerinin kullanıldığı anlaşılmıştır. Ayrıca zımpara bandı olarak çoğunlukla polyester esaslı olanların, taneciklerde ise silisyum karpit, silisyum karbür ve alüminyum oksit olanların tercih edildiği ifade edilmiştir.

Yongalevha üretiminde zımpara bant dayanımını etkileyen çok fazla parametre olduğu görülürken bunlar içerisinde yongalevha özellikleri, makine ayarları ve bant özelliklerinin etkili olduğu anlaşılmıştır.

Zımparalama işleminde karşılaşılan en önemli sorunların sırasıyla homojen olmayan levha kalınlığı, levha yüzeyinde sırt-tepe oluşumu, makine titreşimi, levha yüzeyinde çukur

oluşumu ve kesici izi olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca zımpara bandında kayma ve kopmalarında olabildiği görülmüştür.

Üreticilere zımpara işleminde karşılaştıkları bu sorunların giderilmesine yönelik deneyimlerini paylaşmaları istenmiştir. Bu noktada homojen olmayan kalınlık sorununun giderilmesinde serme işleminin ve pres parametrelerinin kontrolü önemli görülmüştür. Levha yüzeyinde sırt-tepe oluşumunu engellemek amacıyla yastık ve yüzey makine akım ayarlarının yapılması ile zımpara makinasında bant, kontak vals ve rulman bakımının yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Zımpara makinasında titreşimin giderilmesi amacıyla bakım faaliyetinin önemi ifade edilerek rulman, yatak ve kontak vals değişiminin gerekebileceği söylenmiştir. Levha yüzeyinde çukur oluşumunda blender temizliği ile tutkallama nozul ayarlarının önemli olacağı belirtilmiştir. Levha yüzeyinde toz lekelerinin giderilmesinde buhar ve toz emiş sisteminin etkili olduğu, dış tabaka parafin kullanımının arttırılmasının da etkili olacağı ifade edilmiştir.

Kaynaklar

- Anonim (1988). *From Start to Finish*. National Particleboard Association, Gaithersburg.
- Beaty, W.T. (1983). *Preparing wood for finishing. Finishing eastern hardwoods*. Forest Products Research Society. Wisconsin USA.
- Bohme, P. (1971). Substitution of plastics for wood based materials in the furniture industry, *Holz Technology*, 12(1), 8-23.
- Currier, G.M. (1977). *Direct finishing and printing of particleboard*, Furniture Finishing Textbook, Production Company, Furn. Prod.:804, USA.
- EN 309 (1992). *Wood particleboards-definition and classification*, European Committee Standardization. Brussell.
- İlhan R., Burdurlu E. ve Baykan İ. (1990). *Ağaç işlerinde kesme teorisi ve mobilya endüstrisi makineleri*. Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- İstek, A., Kurşun, C., Aydemir, D., Köksal, S. E., ve Kelleci, O. (2017). Yüzey tabaka yonga oranının yonga levha özelliklerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 19(1), 182-186.
- Korkmaz, M.C. (2020). “Birim hacimdeki yonga miktarının yonga levha kalitesine etkisi”. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Kurtoğlu, A. (2000). *Ağaç malzeme üst yüzey işlemleri 1. Cilt: genel bilgiler*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4262. Fakülte Yayın No: 463, İstanbul.

- Nemli, G. (2000). “Yüzey kaplama malzemeleri ve uygulama parametrelerinin yongalevha teknik özellikleri üzerine etkileri”. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nemli, G., Öztürk I., ve Aydın, I. (2005). Some of the parameters influencing surface roughness of particleboard. *Building and Environment*, 40(10), 1337–1340.
- Nemli, G., Aydın I., ve Zekoviç, E. (2007a). Evaluation of the properties of particleboard as function of manufacturing parameters. *Materials and Design*, 28(4), 1169–1176.
- Nemli, G., Akbulut, T., ve Zekovic, E. (2007b). Effects of some sanding factors on the surface roughness of particleboard. *Silva Fennica*. 41(2), 373-378.
- Şahin, Y. (2015). “Yonga levha fabrikasında tamsayılı doğrusal programlama metodu ile üretim planlaması”. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Toker, R., Veyisoğlu, A., ve Gümüştüğme, Y. (1995). Lamine kaplamalı laminatlı mobilyalar. *Mobilya Dekorasyon Dergisi* 4, 12-14.
- Vasendina, E., Plotnikova, I., Red'ko, L., ve Zyablova, N. (2015). Study of types of defects in wood chipboard production, IOP Conference Series, *Materials Science and Engineering*, 81.